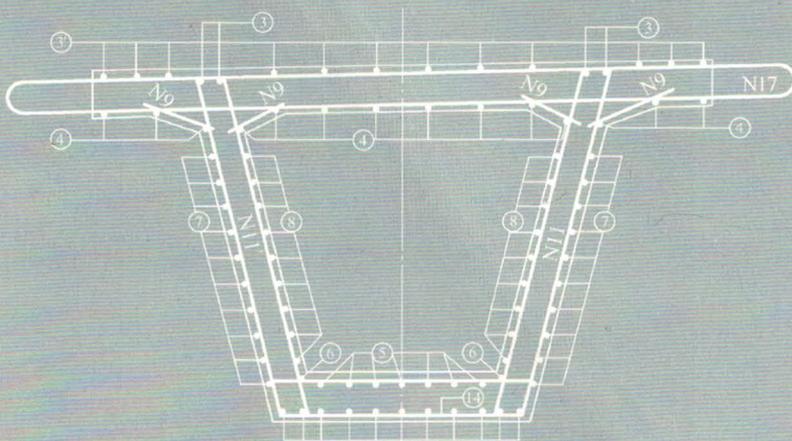




国家职业资格培训教材
技能型人才培养用书

依据最新《国家职业标准》编写



第2版

钢筋工(高级)



GANGJINGONG

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
闫成德 编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家职业资格培训教材
技能型人才培养用书

钢筋工（高级）

第2版

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
阎成德 编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准 钢筋工》（高级）的知识要求和技能要求，按照岗位培训需要的原则编写的。本书的主要内容包括：复杂及特殊钢筋混凝土结构施工图识读、施工方案、钢筋配料、特种结构与复杂结构施工、质量检查、施工管理和技术培训等。章首有培训目标，章末配复习思考题，书末有与之配套的试题库及其答案，以及便于自检自测的模拟试卷样例。

本书既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习用书，还可作为职业技术学院、技工院校的专业课教材。

图书在版编目（CIP）数据

钢筋工：高级/闫成德编. —2版. —北京：机械工业出版社，2014.7
国家职业资格培训教材. 技能型人才培养用书
ISBN 978-7-111-47210-0

I. ①钢… II. ①闫… III. ①建筑工程—钢筋—工程施工—技术培训—教材 IV. ①TU755.3

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第141433号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：侯宪国 责任编辑：侯宪国

责任校对：陈越 封面设计：鞠杨

责任印制：李洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2014年9月第2版第1次印刷

169mm×239mm·19.75印张·1插页·366千字

0001—3000册

标准书号：ISBN 978-7-111-47210-0

定价：35.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材（第2版）

编 审 委 员 会

主 副 委	任	王瑞祥				
	主	李奇	郝广发	杨仁江	施斌	
	任	(按姓氏笔画排序)				
	员	王兆晶	王昌庚	田力飞	田常礼	刘云龙
		刘书芳	刘亚琴	李双双	李春明	李俊玲
		李家柱	李晓明	李超群	李援瑛	吴茂林
		张安宁	张吉国	张凯良	张敬柱	陈建民
		周新模	杨君伟	杨柳青	周立雪	段书民
		荆宏智	柳吉荣	徐斌		
		荆宏智	李俊玲	张敬柱		
总	策					
划						
本	书					
编	者	闫成德				

第2版序

在“十五”末期，为贯彻落实“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，加快培养一大批高素质的技能型人才，机械工业出版社精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业工种，共172种，有十几个省、自治区、直辖市相关行业200多名工程技术人员、教师、技师和高级技师等从事技能培训和鉴定的专家参加编写。教材出版后，以其兼顾岗位培训和鉴定培训需要，理论、技能、题库合一，便于自检自测，受到全国各级培训、鉴定部门和广大技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定和读者自学的需要，在“十一五”期间为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格鉴定考证培训及企业员工培训的品牌教材。

2010年，《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》、《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》、《关于加强职业培训促就业的意见》相继颁布和出台，2012年1月，国务院批转了“七部委”联合制定的《促进就业规划（2011—2015年）》，在这些规划和意见中，都重点阐述了加大职业技能培训力度、加快技能人才培养的重要意义，以及相应的配套政策和措施。为适应这一新形势，同时也鉴于第1版教材所涉及的许多知识、技术、工艺、标准等已发生了变化的实际情况，我们经过深入调研，并在充分听取了广大读者和业界专家意见的基础上，决定对已经出版的《国家职业资格培训教材》进行修订。本次修订，仍以原有的大部分作者为班底，并保持原有的“以技能为主线，理论、技能、题库合一”的编写模式，重点在以下几个方面进行了改进：

1. 新增紧缺职业工种——为满足社会需求，又开发了一批近几年比较紧缺的以及新增的职业工种教材，使本套教材覆盖的职业工种更加广泛。

2. 紧跟国家职业标准——按照最新颁布的《国家职业技能标准》（或《国家职业标准》）规定的工作内容和技能要求重新整合、补充和完善内容，涵盖职业标准中所要求的知识点和技能点。

3. 提炼重点知识技能——在内容的选择上，以“够用”为原则，提炼出应重点掌握的必需的专业知识和技能，删减了不必要的理论知识，使内容更加精练。

4. 补充更新技术内容——紧密结合最新技术发展，删除了陈旧过时的内容，



补充了新的技术内容。

5. 同步最新技术标准——对原教材中按旧的技术标准编写的内容进行更新，所有内容均与最新的技术标准同步。

6. 精选技能鉴定题库——按鉴定要求精选了职业技能鉴定试题，试题贴近教材、贴近国家题库的考点，更具典型性、代表性、通用性和实用性。

7. 配备免费电子教案——为方便培训教学，我们为本套教材开发配备了配套的电子教案，免费赠送给选用本套教材的机构和教师。

8. 配备操作实景光盘——根据读者需要，部分教材配备了操作实景光盘。

一言概之，经过精心修订，第2版教材在保留了第1版教材精华的同时，内容更加精练、可靠、实用，针对性更强，更能满足社会需求和读者需要。全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考，还可作为职业技术学院、技工院校、各种短训班的专业课教材。

在本套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然我们已尽了最大努力，但教材中仍难免存在不足之处，恳请专家和广大读者批评指正。

国家职业资格培训教材第2版编审委员会

第1版序一

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能人才。“全国人才工作会议”、“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’，和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》为技术工人编写了这套涵盖41个职业的172种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强，既有必备的理论知识和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学，便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献！



(李永安 中国职工技术协会常务副会长)

第1版序二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。

技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技师考评培训教材”22种，以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种，基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强，覆盖面广，层次齐备，成龙配套等特点，受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来，我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》，其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定，将国家职业资格分为5个等级：初级（5级）、中级（4级）、高级（3级）、技师（2级）、高级技师（1级）。为与新的《国家职业标准》配套，更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要，我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的，



为满足各级培训考工部门和广大读者的需要，这次共编写了41个职业172种教材。在职业选择上，除机电行业通用职业外，还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师（含高级技师）四本教材，各等级合理衔接、步步提升，为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要，对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》《机械基础》《电工常识》《电工基础》《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上，依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要，我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业，从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要，在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题，书末有与之配套的试题库和答案，以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷，同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的200多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”；增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前言

本教材是依据中华人民共和国劳动和社会保障部制定的《国家职业标准》以及现行国家技术标准，在《钢筋工（高级）》（第1版）基础上进行的再版，为高级钢筋工职业资格培训教材，包括专业知识和技能训练两方面内容。

钢筋工是一个对理论知识、施工经验要求较强的工种。在编写过程中，坚持满足岗位培训需要为原则，基础知识以实用够用为宗旨，以操作技能为主线，理论为技能服务，将操作技能与理论知识有机的结构。本教材力求将最新的设备、工艺融入教材中，在满足《国家职业标准》要求的基础上，进一步拓宽读者的知识面。本书内容精练、通俗实用、覆盖面广、层次合理，使于读者学习、掌握。

在《钢筋工（高级）》（第1版）的基础上，本教材按照现行国家标准对相关内容进行了修订，采用了国家新标准、法定计量单位和规范的名词术语。书后附有试题库和模拟样卷及其答案，还附有部分常用图表，内容丰富，实用性强。

由于时间仓促，经验不足，书中难免存在缺点和错误，欢迎广大读者批评指正。

编者

目录

第2版序

第1版序一

第1版序二

前言

第一章 复杂及特殊钢筋混凝土结构施工图识读·····	1
第一节 基本构造要求·····	1
一、混凝土结构的环境类别·····	1
二、混凝土保护层厚度·····	2
三、钢筋的锚固长度·····	3
四、钢筋的连接·····	4
第二节 钢筋混凝土筏形基础（平法）·····	6
一、概述·····	6
二、筏形基础的一般构造要求·····	7
三、筏形基础平法施工图的表示方法·····	8
四、构件类型与编号·····	9
五、梁板式筏形基础主梁与次梁的平面注写·····	10
六、平板式筏形基础柱下板带、跨中板带的平面注写·····	14
七、筏形基础平板的平面注写·····	16
八、筏形基础相关构造·····	23
第三节 箱形基础·····	25
一、箱形基础的一般要求·····	25
二、箱形基础墙柱交接处的平面尺寸·····	26
三、墙、板尺寸及配筋·····	26
四、洞口开设与洞口加强构造·····	27



第四节 预应力混凝土折线型屋架	28
一、图集的选用	28
二、屋架安装相关节点构造	32
三、支撑系统	32
四、屋架模板图与配筋图	33
第五节 钢筋混凝土牛腿柱	36
一、图集的选用说明	36
二、柱的选用方法	39
三、模板图与配筋图	43
第六节 烟囱	46
一、烟囱的类型及适用范围	46
二、单筒式钢筋混凝土烟囱	47
第七节 设备基础	56
一、设备基础的构造特点	56
二、设备基础施工图识读要点	56
三、设备基础施工图识读示例	57
第八节 预应力箱梁	62
一、预应力箱梁的截面形式	62
二、预应力箱梁的受力特点与构造要求	62
三、预应力箱梁施工图的组成	62
四、预应力箱梁施工图的识读	63
复习思考题	70
第二章 施工方案	71
第一节 施工组织设计概述	71
一、施工组织设计的概念	71
二、施工组织设计的分类	72
三、施工组织设计的编制原则	72
四、单位工程施工组织设计的编制程序与编制要求	73
五、单位工程施工组织设计的内容	73
第二节 流水施工基本原理	80
一、建筑工程施工组织方式	80
二、流水施工的主要参数	81
三、流水施工组织的分类和计算	84



第三节 定额	86
一、定额的基本概念	86
二、工程建设定额的分类	86
三、施工定额	88
四、劳动定额	89
五、材料消耗定额	91
六、机械台班定额	95
第四节 班组作业计划与机具设备计划	95
一、钢筋工程工程量计算	95
二、钢筋重量的计算	99
三、工料计算	101
第五节 技术交底	102
一、技术交底的目的	102
二、技术交底的要求	102
三、技术交底的内容	103
四、技术交底的样式	104
第六节 建筑工程质量管理	104
一、建筑工程质量	104
二、工程质量控制	106
第七节 施工方案编制技能训练	109
训练1 钢筋工程施工方案编制	109
训练2 施工总平面图绘制训练	112
训练3 钢筋工技术交底编制训练	114
复习思考题	116
第三章 钢筋配料	118
第一节 钢筋放样	118
一、弯起钢筋、斜向钢筋放样操作	118
二、曲线钢筋放样	121
三、绘制钢筋放大样图的基本要求	122
第二节 钢筋配料单的编制	123
一、配料单的形式	123
二、配料单编制步骤	124
三、非预应力钢筋下料长度的计算	124



四、预应力钢筋下料长度的计算	127
第三节 钢筋配料技能训练	129
训练1 屋架钢筋放样	129
训练2 牛腿柱钢筋放样	130
训练3 预应力箱梁钢绞线放样1	131
训练4 预应力箱梁钢绞线放样2	132
训练5 屋架钢筋配料单编制	132
训练6 烟囱筒首钢筋配料单编制	135
训练7 烟囱出灰口钢筋配料单编制	136
训练8 烟囱基础钢筋配料单编制	136
复习思考题	140
第四章 特种结构与复杂结构施工	141
第一节 基础工程施工	141
一、土方开挖	141
二、土方机械	145
三、基坑支护	147
四、地下水降低与排除	149
五、箱形基础施工	152
六、设备基础施工	157
第二节 钢筋混凝土工程施工	158
一、模板工程	158
二、钢筋工程	160
三、混凝土工程	178
第三节 结构安装工程施工	182
一、起重机械	182
二、索具设备	184
三、牛腿柱施工	185
四、屋架施工	190
五、钢筋混凝土烟囱施工要点	194
复习思考题	197
第五章 质量检查	198
第一节 建筑工程施工质量检查与验收标准	198



一、建筑工程施工质量验收统一标准	198
二、混凝土结构工程施工质量验收规范	201
第二节 施工质量检查	206
一、检查内容	206
二、质量“三检”	210
第三节 钢筋工程质量事故分析与处理	213
一、钢筋工程质量事故类别与原因	213
二、钢筋工程质量事故处理方法与注意事项	218
三、钢筋工程质量事故处理工程实例	219
复习思考题	222
第六章 施工管理	223
第一节 班组管理知识	223
一、班组管理概述	223
二、施工进度管理	224
三、劳动组织管理	230
四、经济核算管理	231
五、施工技术管理	233
六、设备、材料管理	233
七、施工安全管理	234
第二节 钢筋工程安全标准与措施	236
一、一般安全规定	236
二、预制和绑扎安全操作规程	237
三、冷拉与张拉安全操作规程	237
四、除锈安全技术要求	238
五、钢筋调直安全技术要求	239
六、钢筋切断安全技术要求	239
七、钢筋弯曲安全技术要求	240
八、焊接安全技术要求	240
九、钢筋气压焊接安全技术要求	241
十、钢筋机械连接安全技术要求	242
十一、钢筋加工一般安全措施	243
十二、钢筋绑扎安装安全措施	243
十三、钢筋除锈机安全使用措施	244



十四、钢筋调直机安全使用措施	244
十五、钢筋切断机安全使用措施	244
十六、钢筋弯曲机安全使用措施	245
十七、钢筋冷拉安全技术措施	245
十八、对焊机安全使用措施	245
十九、点焊机安全使用措施	246
二十、钢筋气压焊安全措施	246
二十一、钢筋闪光对焊安全措施	247
二十二、钢筋机械连接安全措施	247
复习思考题	247
第七章 技术培训	249
第一节 技术培训的内容和要求	249
一、初级工技术培训的内容和要求	249
二、中级工技术培训的内容和要求	250
第二节 技术培训的方法	252
一、培训形式	252
二、培训大纲	252
三、理论培训教案写法	256
四、培训环节	258
五、培训教学方法	259
第三节 技术培训实训实例	260
训练 初级工技术培训教案编写案例	260
一、题目	260
二、条件	260
三、要求	260
四、编写步骤及注意事项	260
复习思考题	261
试题库	262
知识要求试题	262
一、判断题 试题 (262) 答案 (295)	
二、选择题 试题 (273) 答案 (296)	
技能要求试题	284



一、流水施工组织	284
二、施工方案编制	285
三、施工总平面图绘制	286
四、牛腿柱钢筋配料	287
五、BZ7b24-8E 牛腿柱钢筋配料	288
模拟试卷样例	289
答案部分	295
参考文献	298

第一章

复杂及特殊钢筋混凝土 结构施工图识读



培训学习目标 了解筏形基础、箱形基础、设备基础、牛腿柱、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等钢筋混凝土结构构件的构造特点，并能正确识读这些结构构件的施工图。

第一节 基本构造要求

一、混凝土结构的环境类别

混凝土结构应根据设计使用年限和环境类别进行耐久性设计。首先要确定结构所处的环境类别，根据环境类别确定构件中钢筋的混凝土保护层厚度，并根据不同的环境采取相应的耐久性技术措施。混凝土结构的环境类别见表 1-1。环境类别的不同将影响到钢筋的混凝土保护层厚度。

表 1-1 混凝土结构的环境类别

环境类别	条 件
一	室内干燥环境；无侵蚀性静水浸没环境
二 a	室内潮湿环境；非严寒和非寒冷地区的露天环境；非严寒和非寒冷地区与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境；严寒和寒冷地区的冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
二 b	干湿交替环境；水位频繁变动环境；严寒和寒冷地区的露天环境；严寒和寒冷地区的冰冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三 a	严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境；受除冰盐影响环境；海风环境



(续)

环境类别	条件
三 b	盐渍土环境；受除冰盐影响环境；海风环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注：严寒和寒冷地区的划分应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》GB50176—1993 的规定；室内潮湿环境是指构件表面经常处于结露或湿润状态的环境。

二、混凝土保护层厚度

在混凝土结构构件中，钢筋外边缘至混凝土表面的距离称为混凝土保护层厚度。根据《混凝土结构设计规范》GB50010—2010 的规定，构件中受力筋的混凝土保护层厚度不小于钢筋的公称直径，设计使用年限为 50 年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 混凝土保护层最小厚度 *c* (单位：mm)

环境类别	板、墙、壳	梁、柱、杆
一	15	20
二 a	20	25
二 b	25	35
三 a	30	40
三 b	40	50

- 注：1. 混凝土强度等级不大于 C25 时，表中数值应增加 5mm。
 2. 钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，基础中钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不小于 40mm。
 3. 对设计使用年限为 100 年的结构，最外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于表中数值的 1.4 倍。

当有充分依据并采取下列措施时，保护层厚度可适当减小。

- 1) 构件表面有可靠的防护层。
- 2) 采用工厂化生产的预制构件。
- 3) 在混凝土中掺加阻锈剂或采用阴极保护处理等防锈措施。
- 4) 当地下室墙体采取可靠的建筑防水做法或防护措施时，与土层接触一侧的钢筋保护层厚度可适当减小，当不应小于 25mm。

当梁、柱、墙中纵筋保护层厚度大于 50mm 时，宜对保护层采取有效的构造措施。当在保护层内配置防裂、防剥落的钢筋网片时，钢筋网片的保护层厚度不应小于 25mm。



三、钢筋的锚固长度

钢筋混凝土结构中，钢筋和混凝土之所以能共同工作是由于它们之间存在着粘结锚固作用，这种粘结锚固作用主要表现为：

- 1) 胶结力。接触面上的化学吸附作用，但其影响不大。
- 2) 摩阻力。与接触面的粗糙程度及侧压力有关，随着钢筋的滑移逐渐减小。
- 3) 咬合力。带肋钢筋横肋对肋前混凝土挤压而成。
- 4) 机械锚固力。弯钩、弯折及附加锚固等措施提供的锚固作用。

1. 钢筋基本锚固长度

钢筋基本锚固长度 l_{ab} 按下列公式计算：

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d$$

式中 f_y ——普通钢筋的抗拉强度设计值 (N/mm^2)；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值 (N/mm^2)；当混凝土强度等级高于 C60 时，按 C60 取值；

α ——钢筋外形系数，光面钢筋为 0.16，带肋钢筋 0.14，螺旋肋钢丝 0.13，三股钢绞线 0.16，七股钢绞线 0.17；

d ——钢筋的公称直径，mm。

2. 受拉钢筋的锚固

受拉钢筋的锚固长度按下列公式计算，且不小于 200mm：

$$l_a = \xi_a l_{ab}$$

式中 l_a ——钢筋锚固长度；

ξ_a ——锚固长度修正系数。预应力钢筋取 1.0，普通钢筋按下列规定取用，多于一项时各系数连乘，但不应小于 0.6。

- 1) 带肋钢筋的公称直径大于 25mm 时，取 1.1。
- 2) 环氧树脂涂层带肋钢筋取 1.25。
- 3) 施工过程中易受扰动（如滑模施工）的钢筋取 1.1。
- 4) 当实际配筋面积大于设计计算配筋面积时取，设计计算配筋面积与实际配筋面积之比，但对有抗震设防要求和直接承受动力荷载的结构构件不应考虑此项修正。
- 5) 锚固钢筋的混凝土保护层厚度为 $3d$ 时，修正系数取 0.8；保护层厚度为 $5d$ 时，修正系数取 0.7，中间按内插。

当锚固钢筋的混凝土保护层厚度不大于 $5d$ 时，锚固长度范围内应配置横向构造钢筋，其直径不应小于 $d/4$ ，其间距不应大于 $5d$ （梁、柱、斜撑）或 $10d$



（板、墙），且不应大于100mm。

当纵向受拉钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施时，包括弯钩或锚固端头在内的锚固长度（投影长度）可取 $0.6l_{ab}$ 。弯钩和机械锚固的形式及技术要求如图1-1所示，并满足表1-3的规定。

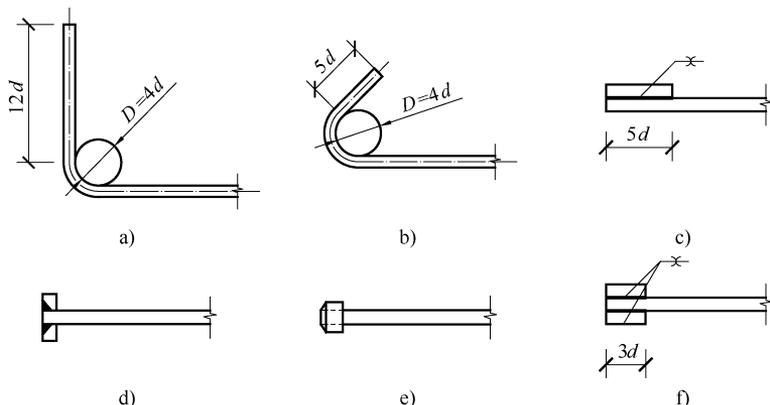


图 1-1 弯钩和机械锚固的形式及技术要求

表 1-3 弯钩和机械锚固的形式及技术要求

锚固形式	技术要求
90°弯钩	末端90°弯钩，弯钩内径 $4d$ ，弯后直段长度 $12d$
135°弯钩	末端135°弯钩，弯钩内径 $4d$ ，弯后直段长度 $5d$
一侧贴焊锚筋	末端一侧贴焊长 $5d$ 的同直径钢筋
两侧贴焊锚筋	末端两侧贴焊长 $3d$ 的同直径钢筋
焊端锚板	末端与厚度 d 的锚板穿孔塞焊
螺栓锚头	末端旋入螺栓锚头

3. 受压钢筋的锚固

混凝土结构中的纵向受压钢筋，当计算中充分利用其抗压强度时，其锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的70%。受压钢筋不应采用末端弯钩和一侧贴焊的锚固措施。锚固长度范围内的横向构造钢筋的锚固与前述受拉钢筋相同。

四、钢筋的连接

1. 钢筋的连接方式

钢筋的连接方式可分为绑扎搭接、焊接和机械连接。

2. 钢筋连接的基本规定

1) 钢筋接头宜设置在受力较小处，同一根钢筋上宜少设接头。



- 2) 同一构件中的纵向受力钢筋接头宜相互错开。
- 3) 在结构的主要构件和关键传力部位不宜设置连接接头。
- 4) 轴心受拉及小偏心受拉杆件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接接头。
- 5) 采用绑扎搭接接头时, 受拉钢筋的直径不宜大于 25mm, 受压钢筋的直径不宜大于 28mm。

6) 需进行疲劳验算的构件, 纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接, 也不宜采用焊接接头。除了端部锚固外, 不得在钢筋上焊有附件。

7) 细晶粒热轧带肋钢筋及直径大于 28mm 的带肋钢筋, 其焊接工艺应经试验确定。

8) 余热处理钢筋不宜焊接。

3. 接头面积百分率

同一连接区段内, 纵向钢筋搭接接头的接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。

1) 钢筋绑扎搭接接头连接区段的长度为 $1.3l_1$ (l_1 为搭接长度), 凡搭接接头中点位于该连接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段 (图 1-2)。同一连接区段内, 纵向受拉钢筋搭接接头的接头面积百分率应符合设计要求。当设计无具体要求时, 应符合下列规定:

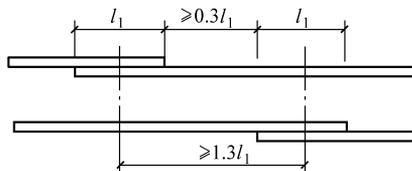


图 1-2 同一连接区段内的纵向受拉钢筋绑扎搭接接头

① 对梁、板类及墙类构件, 不宜大于 25%。

② 对柱类构件, 不宜大于 50%。

③ 当工程中确有必要增大接头面积百分率时, 梁类构件不应大于 50%; 其他构件可根据实际情况放宽。

纵向受压钢筋搭接接头面积百分率不宜大于 50%。

2) 钢筋机械连接与焊接接头连接区段的长度为 $35d$ (d 为纵向受力钢筋的较大直径), 且不小于 500mm。同一连接区段内, 纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计要求。当设计无具体要求时, 应符合下列规定:

① 受拉区不宜大于 50%; 受压区不受限制。

② 接头不宜设置在有抗震设防要求的框架梁端、柱端的箍筋加密区; 当无法避开时, 对等强度高质量机械连接接头, 其接头面积百分率不应大于 50%。

③ 直接承受动力荷载的结构构件中, 不宜采用焊接接头; 当采用机械连接接头时, 其接头面积百分率不应大于 50%。

4. 绑扎接头搭接长度

1) 纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度应根据位于同一连接区段内的钢



筋搭接接头面积百分率按下列公式计算：

$$l_1 = \xi l_a$$

式中 l_a ——钢筋的锚固长度；

ξ ——纵向受拉钢筋搭接长度修正系数，按表 1-4 取用。

表 1-4 纵向受拉钢筋搭接长度修正系数 ξ

纵向钢筋搭接接头面积百分率 (%)	≤25	50	100
ξ	1.2	1.4	1.6

2) 不同直径的钢筋搭接时，搭接长度按较小的直径计算。

3) 当构件中的纵向受压钢筋采用搭接连接时，其受压搭接长度不应小于纵向受拉钢筋搭接长度的 0.7 倍，且在任何情况下不应小于 200mm。

4) 在梁、柱类构件的纵向受力钢筋搭接长度范围内，应按设计要求配置箍筋。当设计无具体要求时，应符合下列规定：

① 箍筋直径应不小于搭接钢筋较大直径的 0.25 倍。

② 受拉搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍，且不应大于 100mm。

③ 受压搭接区段的箍筋的间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍，且不应大于 200mm。

④ 当柱中纵向受力钢筋直径大于 25mm 时，应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内各设置两个箍筋，其间距宜为 50mm。

第二节 钢筋混凝土筏形基础（平法）

一、概述

当建筑场地的地基比较柔软或荷载大而集中（如高层建筑）时，通常采用钢筋混凝土筏形基础、箱形基础或桩基础，以满足地基承载力和地基变形的要求。对于筏形基础、箱形基础，目前建筑结构界已普遍采用建筑结构施工图平面整体设计表示方法（简称平法），为此，本书的相关内容均以平法为主，介绍相应的制图规则、构造要求与识读要点。

钢筋混凝土筏形基础根据具体工程的特点可以设计成梁板式或平板式（无梁）两种形式。

按平法设计绘制的施工图一般由各类结构构件的平法施工图和标准构件详图两大部分构成，但对于比较复杂的建筑，尚需增加模板、基坑、开洞和预埋件等



平面图，只有在特殊情况下才需增加剖面配筋图。

按照平法设计的制图规则，在基础平面布置图上直接表示筏形基础的尺寸、配筋和所选用的标准构件详图。基础的尺寸和配筋，以平面注写方式为主，截面注写方式为辅。

在基础平面布置图上应将所有构件进行编号，编号中含有的类型代号和序号等主要是用来指明所选用的构造详图。同时采用表格或其他方式注明筏形基础平面的底面标高。当基础平面的底面标高多于一个时，应指定其中一个标高为基准标高，其余不同标高应注明其相对正负关系及其所在范围。

在单项工程中，结构层楼（地）面标高与结构层高必须统一，以保证地基与基础，柱与墙、梁、板、楼梯等构件按照统一的竖向定位尺寸进行标注。为了施工方便，应将统一的结构层楼（地）面标高与结构层高分别注写在基础、柱、墙、梁等各类构件的平法施工图中。

基础平板的底面标高，对于梁与板一平（低板位）的梁板式筏形基础和平板式筏形基础，为覆盖地基的基础垫层（包括防水层）的顶面标高；对于梁与板顶面一平（高板位）或地面与顶面均不一平（中板位）的梁板式筏形基础，是指梁间基础平板范围的基础垫层（包括防水层）的顶面标高。

结构层楼面标高是指将建筑图中的各层地面和楼面标高值扣除建筑面层及垫层做法厚度后的标高，结构层号应与建筑楼层号对应一致。

用平法设计的施工图，在结构设计总说明中必须注明下列内容：

1) 注明所选用平法标准图的图集号（如 04G101—3），避免图集升版后在施工中用错版本。

2) 指明筏形基础所采用的混凝土的强度等级和钢筋级别，以确定相应受拉钢筋的最小锚固长度等。

3) 当设置后浇带时，注明后浇混凝土的强度等级以及特殊要求。例如，注明后浇混凝土为补偿收缩混凝土或为微膨胀混凝土及配方等。

4) 对混凝土保护层厚度有特殊要求时，要注明构件所处的环境条件。

5) 当具体工程需要对本图集的标准构造详图作某些变更时，应注明变更的具体内容。

6) 当具体工程有特殊要求时，应在施工图中另加说明。

对受力钢筋的混凝土保护层厚度、钢筋搭接和锚固长度，除在结构施工图中另有注明者外，均应按相应图集标准构造详图中的有关构造规定执行。

二、筏形基础的一般构造要求

1. 材料强度等级

混凝土强度等级不应低于 C30，其抗渗等级不应低于 S6。



2. 外墙

筏形基础地下室的外墙厚度不应小于 250mm，内墙厚度不应小于 200mm。墙体内部应设置双面钢筋，钢筋配置除应满足承载力要求外，竖向和水平钢筋的直径不应小于 12mm，间距不应大于 300mm。

3. 板厚

梁板式筏基底板的板格应满足受冲切承载力的要求。当桩布置在墙下和基础梁下时，梁板式筏基的板厚不应小于 300mm，且板厚与板格的最小跨度之比不宜小于 1/20。对 12 层以上建筑的梁板式筏基，其板厚与最大双向板格的短边净跨之比不应小于 1/14，且板厚不应小于 400mm。平板式筏基的板厚应满足受冲切承载力的要求，板厚不宜小于 400mm。边跨有悬臂板时，悬臂部分可做成坡度，边缘厚度不小于 200mm。

对于平板式筏基，当柱荷载较大，等厚度筏板的受冲切承载力不能满足要求时，可在筏板上面增设柱墩或在筏板下局部增加板厚或采用抗冲切箍筋来提高抗冲切承载力。

4. 筏板配筋

筏形基础的钢筋间距不应小于 150mm，宜为 200 ~ 300mm，受力钢筋直径不宜小于 12mm。采用双向钢筋网片配置在板的顶面和底面。梁板式筏基底板和基础梁的配筋除满足计算要求外，纵横方向的底部配筋尚应有 1/2 ~ 1/3 贯通全跨，且其配筋率不应小于 0.15%；顶部钢筋应按计算配筋全部贯通。

平板式筏基柱下板带中，在柱宽及其两侧各 0.5 倍板厚且不大于 1/4 板跨的有效宽度范围内，其钢筋配置量不应小于钢筋数量的一半。柱下筏板带和跨中板带的底部钢筋应有 1/2 ~ 1/3 贯通全跨，且其配筋率不应小于 0.15%；顶部钢筋应按计算配筋全部贯通。

基础梁不外伸的悬臂筏板，伸出长度不宜大于 2m，悬臂板应上下配置钢筋，双向悬臂挑出而基础梁不外伸的筏板，应加配放射状附加钢筋。

5. 与结构竖向构件的连接构造

当交叉基础梁的宽度小于柱截面的边长时，交叉基础梁连接处应设置八字角，柱角和八字角之间的净距不宜小于 50mm，如图 1-3a 所示。

对单向基础梁与柱连接的情况，当柱截面的边长大于 400mm 时，如图 1-3b 和图 1-3c 所示；当柱截面边长 $\leq 400\text{mm}$ 时，如图 1-3d 所示。

当基础梁与剪力墙连接时，基础梁与剪力墙边的距离不宜小于 50mm，如图 1-3e 所示。

三、筏形基础平法施工图的表示方法

筏形基础平法施工图是在基础平面布置图上直接采用平面注写的形式注明

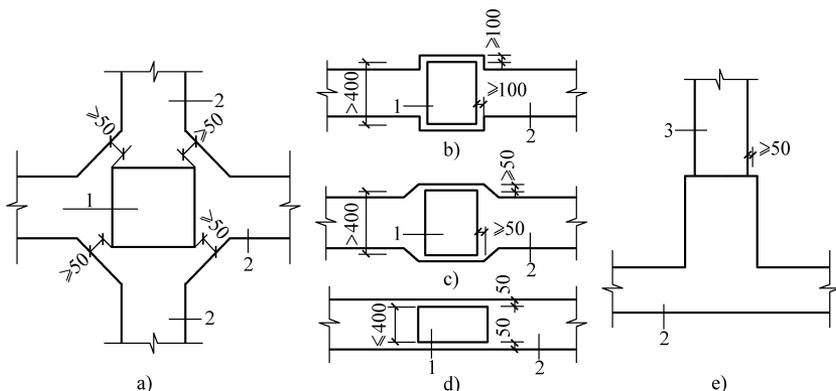


图 1-3 基础梁与地下室底层柱或剪力墙的连接构造

1—柱 2—基础梁 3—墙体

梁、板的几何参数与配筋参数的一种设计表达形式。设计时应将其所支承的上部结构的柱、墙与基础平面一起绘制，注明筏形基础平板的底面标高。

对梁板式筏形基础，基础梁与基础平板在标高上存在三种位置关系：

- 1) 梁顶与板顶一平，称为“高板位”。
- 2) 梁底与板底一平，称为“低板位”。
- 3) 板在梁的中部，称为“中板位”。

注写中通过选注基础梁底面与基础平板底面的标高高差来表达两者间的位置关系。对轴线未居中的基础梁，应标注其偏心定位尺寸。

四、构件类型与编号

梁板式筏形基础由基础主梁、基础次梁和基础平板等构成，其构件编号见表 1-5。

表 1-5 梁板式筏形基础构件编号

构件类型	代号	序号	跨数及有否外伸
基础主梁(柱下)	JZL	××	(××) 或 (××A) 或 (××B)
基础次梁	JCL	××	(××) 或 (××A) 或 (××B)
梁板筏基础平板	LPB	××	—

平板式筏形基础由柱下板带、跨中板带构成，当设计不分板带时，则可按基础平板进行表达，平板式筏形基础的构件编号见表 1-6。

(××A) 为一端有外伸，(××B) 为两端有外伸，外伸不计入跨数。例如，JZL7(5B) 表示第 7 号基础主梁，5 跨，两端有外伸。



表 1-6 平板式筏形基础构件编号

构件类型	代号	序号	跨数及是否有外伸
柱下板带	ZXB	× ×	(× ×) 或 (× × A) 或 (× × B)
跨中板带	KZB	× ×	(× ×) 或 (× × A) 或 (× × B)
平板筏基础平板	BPB	× ×	—

对筏形基础平板的跨数及是否有外伸分别在 X、Y 两向的贯通纵筋之后表达。图面从左至右为 X 向，从下至上为 Y 向。

五、梁板式筏形基础主梁与次梁的平面注写

基础主梁 JZL 与基础次梁 JCL 的平面注写，分集中标注和原位标注两部分内容。

1. 集中标注

集中标注的位置为第一跨，X 向为左端跨，Y 向为下端跨。

集中标注的内容共有 6 项，各项的含义如图 1-4 所示。

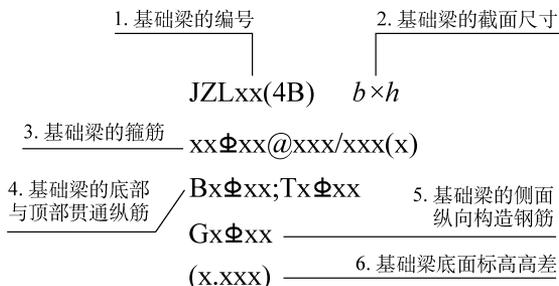


图 1-4 基础主梁 JZL 与基础次梁 JCL 集中标注的 6 项内容

1) 基础梁的编号见表 1-5。

2) 基础梁的截面尺寸以 $b \times h$ 表示。当为加腋梁时，用 $b \times h$ 、 $Yc_1 \times c_2$ 表示，其中 c_1 为腋长， c_2 为腋高。

3) 基础梁的箍筋如果只有一种间距，仅需注写箍筋级别、直径、间距与肢数（写在括号内）即可；如果有两种或三种间距，先注写梁两端的第一种或第一、二种箍筋，并在前面注写箍筋道数，再依次注写跨中部的第二种或第三种箍筋（不需加注箍筋道数）。不同箍筋配置用斜线“/”相分隔。

例如， $11 \Phi 14 @ 150 / 250 (6)$ ，表示箍筋为 HRB335 级钢筋，直径 $\Phi 14$ ，从梁端到跨内，间距 150 设置 11 道，其余间距为 250，均为 6 肢箍。

4) 基础梁的底部（B 打头）与顶部（T 打头）贯通纵筋的注写顺序为底部在前，顶部在后，用分号“;”分隔开来，若有个别跨与其不同者，按原位注写



的规定处理。例如， $B4 \Phi 25$ ； $T7 \Phi 25$ 表示梁的底部配置 $4 \Phi 25$ 的贯通纵筋，梁的顶部配置 $7 \Phi 25$ 的贯通纵筋。

梁底部贯通纵筋不应少于底部受力钢筋总截面面积的 $1/3$ ，当跨中所注根数少于箍筋肢数时，需要在跨中加设架立筋以固定箍筋，注写时，用加号“+”将贯通纵筋与架立筋相联，架立筋注写在加号后面的括号内。

当梁底部或顶部贯通纵筋多于一排时，用斜线“/”将各排纵筋自上而下分开。例如， $B8 \Phi 28 \ 3/5$ ，则表示上一排纵筋为 $3 \Phi 28$ ，下一排纵筋为 $5 \Phi 28$ 。

基础主梁与基础次梁底部与顶部贯通纵筋的连接按以下规定执行：

① 基础主梁与基础次梁的底部贯通纵筋，可在跨中 $1/3$ 跨度范围内采用搭接连接、机械连接或对焊连接。

② 基础主梁的顶部贯通纵筋，可在距柱根 $1/4$ 跨度范围内采用搭接连接，或在柱根附近采用机械连接或对焊连接（均应严格控制接头面积百分率）。

③ 基础次梁的顶部贯通纵筋，每跨两端应锚入基础主梁内，在距中间支座（基础主梁） $1/4$ 跨度范围采用机械连接或对焊连接（均应严格控制接头面积百分率）。

5) 当梁腹板高度 $h_w \geq 450\text{mm}$ 时，应配置纵向构造钢筋，以 G 打头对称配置。例如， $G8 \Phi 16$ ，表示梁的两个侧面共配置 $8 \Phi 16$ 的纵筋构造钢筋，每侧各配置 $4 \Phi 16$ 。

当基础梁一侧有基础板，另一侧无基础板时，梁两个侧面的纵筋构造钢筋以 G 打头分别注写并用“+”号相连。例如， $G6 \Phi 16 + 4 \Phi 16$ ，表示梁腹板高度 h_w 较高侧面配置 $6 \Phi 16$ ，另一侧面配置 $4 \Phi 16$ 纵向构造钢筋。

6) 基础梁底面标高高差是指相对于筏形基础平板地面标高的高差值，该项为选注值。“高板位”与“中板位”基础梁的底面与基础平板底面标高存在高差，应将高差写入括号内，“低板位”没有高差，无需注写。

2. 原位标注

原位标注有 4 项内容：

(1) 注写梁端（支座）区域的底部全部纵筋

1) 多于一排时，用斜线“/”将各排纵筋自上而下分开。例如， $10 \Phi 25 \ 4/6$ ，表示上一排纵筋为 $4 \Phi 25$ ，下一排纵筋为 $6 \Phi 25$ 。

2) 同排纵筋有两种直径时，用加号“+”将两种纵筋相连。例如， $4 \Phi 28 + 2 \Phi 25$ 。

3) 中间支座两边的底部纵筋配置不同时，必须在支座两边分别标注；相同时，可仅在支座的一边标注配筋值。

对底部一平的梁支座两边的底部非贯通纵筋采用不同配筋值时，应先按较小一边的配筋值选配相同直径的纵筋贯通支座，再将较大一边的纵筋锚入



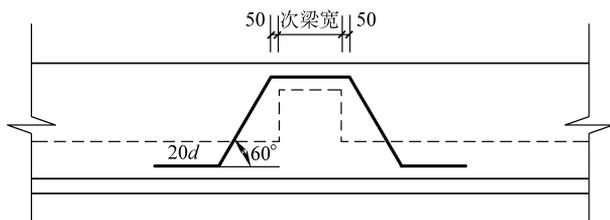
支座。

施工及预算方面应注意：当底部贯通纵筋经原位修正注写后，两种不同配置的底部贯通纵筋应在两毗邻跨中配置较小一跨的跨中连接区域连接（即配置较大一跨的底部贯通纵筋须越过其跨数终点或起点伸至毗邻跨的跨中连接区域。具体位置见标准构造详图）。

4) 当梁端（支座）区域的底部全部纵筋与集中注写过的纵筋相同时，可不再重复做原位标注。

(2) 注写基础梁的附加箍筋或吊筋（反扣） 将其直接画在平面图中的主梁上，用线引注总配筋值（附加箍筋的肢数注在括号内），当多数附加箍筋或（反扣）吊筋相同时，可在基础梁平法施工图上统一注明，少数与统一注明值不同时，再在原位引注。

注意：附加箍筋或（反扣）吊筋的几何尺寸应按照标准构造详图（如图 1-5 所示），结合其所在位置的主梁和次梁的截面尺寸而定。



注：1. 吊筋高度根据基础主梁高度推算。
2. 吊筋顶部平直段与基础主梁顶部纵筋间距应满足规范要求，空间不足时置于下一排。
3. 吊筋范围内的箍筋照设。

图 1-5 附加（反扣）吊筋构造

(3) 注写梁外伸部位变截面高度 当基础梁外伸部位变截面高度时，在该部位原位注写 $b \times h_1/h_2$ ， h_1 为根部截面高度， h_2 为尽端截面高度。

(4) 注写修正内容 当在基础梁上集中标注的某项内容（如梁截面尺寸、箍筋、底部与顶部贯通纵筋或架立筋、梁侧面纵向构造钢筋、梁底面标高差等）不适用于某跨或某外伸部分时，则将其修正内容原位标注在该跨或该外伸部位，根据“原位标注取值优先”原则，施工时应按原位标注数值取用。

当在多跨基础梁的集中标注中已注明加腋，而该梁某跨根部不需要加腋时，则应在该跨原位标注等截面的 $b \times h$ ，以修正集中标注中的加腋信息。

基础主梁与基础次梁的标注如图 1-6 所示，图中的①、②号放大详图分别如图 1-7 和图 1-8 所示。

为了方便施工，基础主梁柱下区域和基础次梁支座区域底部非贯通纵筋的延伸长度 a_0 值按以下规定执行：

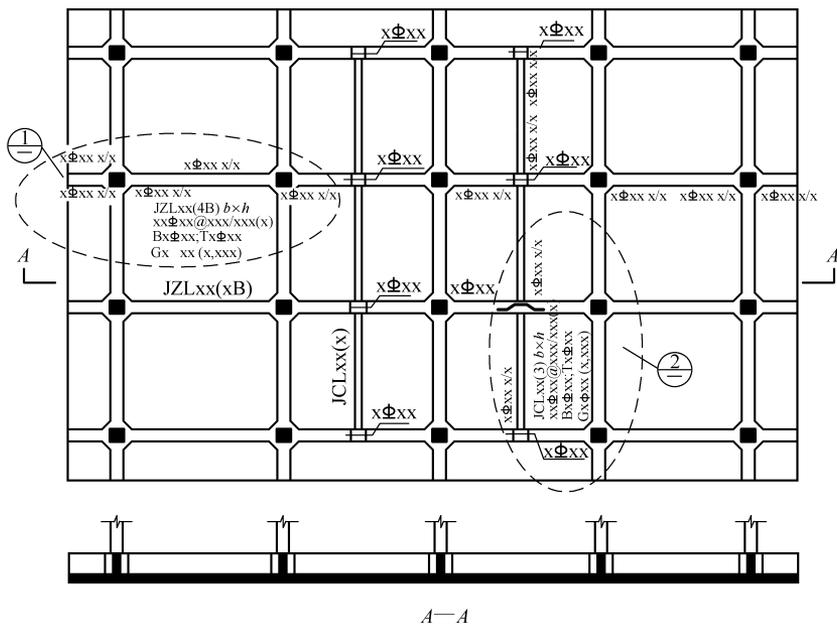


图 1-6 基础主梁与基础次梁的标注示意

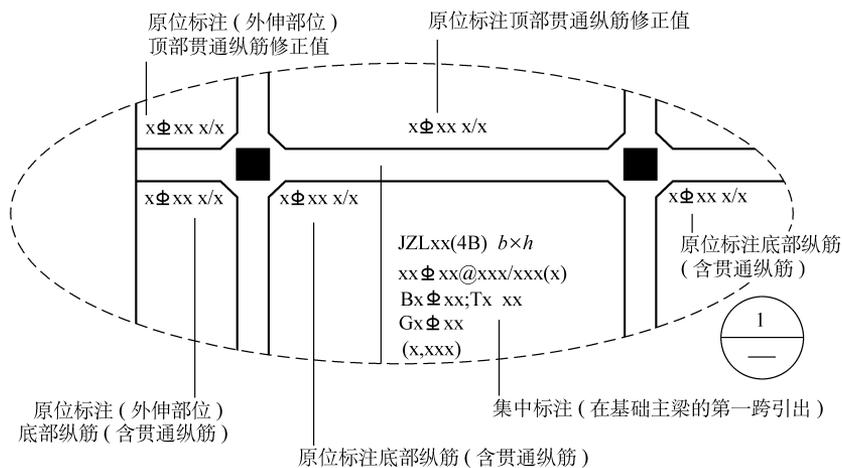


图 1-7 ①号放大详图

1) 不多于两排时, 统一取为自柱中线向跨内延伸至 $l_0/3$ 位置, 同时, 对基础主梁不小于 $1.2l_a + h_b + 0.5h_c$, 对基础次梁不小于 $1.2l_a + h_b + 0.5b_0$ 。 h_b 为基础主梁截面高度, h_c 为沿基础梁跨度方向的柱截面高度; h_b 和 b_0 分别为基础次梁截面高度和基础次梁支座的基础主梁宽度。

2) 多于两排时, 从第三排起向跨内的延伸长度值应由设计者注明。

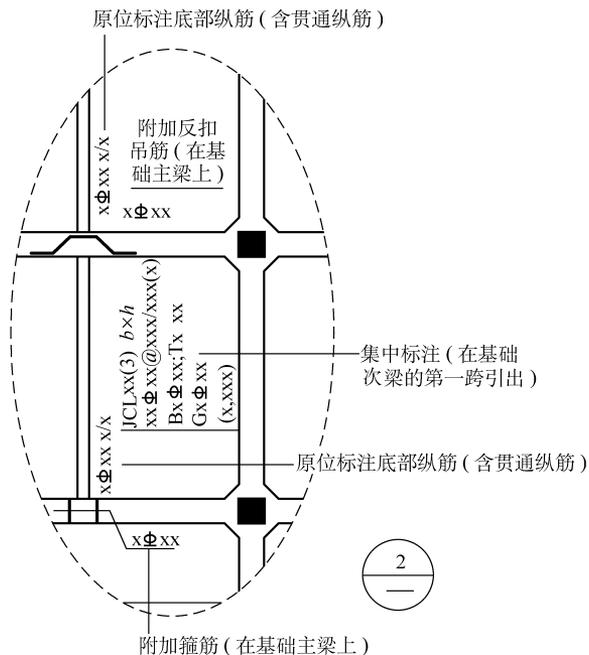


图 1-8 ②号放大详图

l_0 的取值规定为：对于基础主梁边柱和基础次梁端支座的底部非贯通纵筋， l_0 取本边跨的中心跨度值；对于基础主梁中柱的底部非贯通纵筋， l_0 取中柱中线两边较大一跨的中心跨度值；对于基础次梁中间支座的底部非贯通纵筋， l_0 取中间支座两边较大一跨的中心跨度值。

当配置不多于两排，基础主梁与基础次梁外伸部位底部纵筋的延伸长度 a_0 值在标准构造详图中统一取值为：第一排延伸至梁端头后，全部上弯封边，第二排延伸至梁端头截断。

六、平板式筏形基础柱下板带、跨中板带的平面注写

柱下板带 ZXB 与跨中板带 KZB 的平面注写分板带底部与顶部贯通纵筋的集中标注与板带底部附加非贯通纵筋的原位标注两部分内容。

1. 柱下板带与跨中板带的集中标注

标注位置为第一跨。标注内容有 3 项，分别是编号、截面尺寸、底部与顶部贯通纵筋。

板带宽度以 $b = \times \times \times \times$ 表示，同时在图注中注明基础平板的厚度。柱下板带宽度的确定应根据规范要求结合结构实际受力需要。当柱下板带中心线偏离柱中心线时，应在平面图上标注其定位尺寸。



底部贯通纵筋以 B 打头，顶部贯通纵筋以 T 打头，用分号“;”将其分隔。对于柱下板带的柱下区域，通常在其底部贯通纵筋的间隔内插空设有（原位注写的）底部附加非贯通纵筋。例如， $B \Phi 22 @ 300; T \Phi 25 @ 150$ 表示板带底部配置 $\Phi 22\text{mm}$ 间距 300mm 的贯通纵筋，板带顶部配置 $\Phi 25\text{mm}$ 间距 150mm 的贯通纵筋。

贯通纵筋需要搭接时应在以下位置进行：

- 1) 柱下板带与跨中板带的底部贯通纵筋，在跨中 $1/3$ 范围内。
- 2) 柱下板带的顶部贯通纵筋，在柱下区。
- 3) 跨中板带的顶部贯通纵筋，在柱网轴线附近 $1/3$ 跨度内。

如果柱下板带的底部贯通纵筋的配置发生变化，应在跨中配置较小一跨的跨中连接区域连接。

2. 柱下板带与跨中板带的原位标注

原位标注的内容主要为底部附加非贯通纵筋，有可能是对集中标注的修正。

(1) 底部附加非贯通纵筋原位注写的方式 以一段与板带同向的中粗虚线代表附加非贯通纵筋。对柱下板带贯穿其柱下区域绘制；对跨中板带横贯柱中线绘制。在虚线上注写底部附加非贯通纵筋的编号（如①、②）、钢筋级别、直径、间距，以及自柱中线分别向两侧跨内的延伸长度值。当向两侧对称延伸时，长度值可仅在一侧标注，另一侧不注。向外伸部位的延伸长度与方式按标准构造，设计不注。同一板带中底部附加非贯通筋相同时，可仅在一根钢筋上注写，其他中粗虚线上仅注写编号。

跨中板带在轴线区域不设置底部附加非贯通纵筋时，则无需绘制中粗虚线，也不做原位注写。

(2) 底部附加非贯通纵筋的布置方式 布置方式有两种，即“隔一布一”与“隔一布二”。

1) “隔一布一”方式是指附加非贯通纵筋与贯通纵筋交错插空布置，其标注间距与贯通纵筋相同。

当贯通筋为底部纵筋总截面面积的 $1/2$ 时，两者直径相同；当贯通筋略小于底部纵筋总截面面积的 $1/2$ 时，附加非贯通纵筋直径大于贯通纵筋直径。

例如，柱下区域注写底部附加非贯通纵筋 $③ \Phi 22 @ 300$ ，集中注写的底部贯通纵筋也应为 $\Phi 22 @ 300$ （注写在“;”号前），表示在柱下区域实际设置的底部纵筋为 $\Phi 22 @ 150$ ，其中 $1/2$ 为贯通纵筋（延伸长度值略）。其他部位与③号筋相同的附加非贯通纵筋仅注写编号③。

再例如，柱下区域注写底部附加非贯通纵筋 $② \Phi 25 @ 300$ ，集中注写的底部贯通纵筋为 $B \Phi 22 @ 300$ （注写在“;”号前），表示在柱下区域实际设置的底部纵筋为 $(1 \Phi 25 + 1 \Phi 22) / 300$ ，各筋间距为 150mm ，其中 56% 为②号附加非贯



通纵筋，43%为贯通纵筋（延伸长度值略）。

2) “隔一布二”方式是指柱下板带或跨中板带底部附加非贯通纵筋为每隔一根贯通纵筋布置两根，其间距有两种，且交替布置，并用两个“@”符分隔，其中较小间距为较大间距的1/2，为贯通纵筋间距的1/3。当贯通纵筋为底部纵筋总截面面积的1/3时，附加非贯通纵筋直径与贯通纵筋直径相同，略大于1/3时，附加非贯通纵筋小于贯通纵筋直径。

例如，柱下区域注写底部附加非贯通纵筋 $5\phi 20@100@200$ ，集中标注的底部贯通纵筋应为 $B\phi 20@300$ （在“；”号前），表示在柱下区域实际设置的底部纵筋为 $\phi 20@100$ ，其中2/3为⑤号附加非贯通纵筋，1/3为贯通纵筋（延伸长度值略）。其他与⑤号筋相同的附加非贯通纵筋仅注编号⑤。

再例如，柱下区域注写底部附加非贯通纵筋 $1\phi 20@100@200$ ，集中标注的底部贯通纵筋为 $B\phi 22@300$ （注写在“；”号前），表示在柱下区域实际设置的底部纵筋为 $(2\phi 20+1\phi 22)/300$ ，各筋间距为100mm，其中62%为①号附加非贯通纵筋，38%为贯通纵筋（延伸长度值略）。

“隔一布一”方式施工方便，设计时仅通过调整纵筋直径即可实现贯通全跨的纵筋面积界于相应方向总配筋面积的1/3至1/2之间，宜为首选方式。

(3) 注写修正内容 当在柱下板带和跨中板带上集中标注的某些内容（如截面尺寸、底部与顶部贯通纵筋等）不适用于某跨或某外伸部分时，则将修正的数值原位标注在该跨或该外伸部位，根据“原位标注取值优先”原则，施工时应按原位标注数值取用。

柱下板带ZXB与跨中板带KZB的标注示意如图1-9~图1-11所示。

七、筏形基础平板的平面注写

筏形基础平板分为梁板式筏形基础平板LPB和平式筏形基础平板BPB。

基础平板的平面注写分板底部与顶部贯通纵筋的集中标注与板底部附加非贯通纵筋的原位标注两部分内容。当仅设置贯通纵筋而未设置附加贯通纵筋时，仅做集中标注。

1. 集中标注

(1) 集中标注的位置 板底部与顶部贯通纵筋集中标注的位置为各板区的第一跨（自左向右，自下向上）。板区划分的条件为：

1) 当板厚不同时，相同板厚区域为同一板区。

2) 当基础梁跨度、间距、板底标高等不同，设计者对基础平板的底部与顶部贯通纵筋分区域配置时，配置相同的区域为同一板区。

(2) 集中标注的内容

1) 注写基础平板的编号参见表1-5、表1-6。

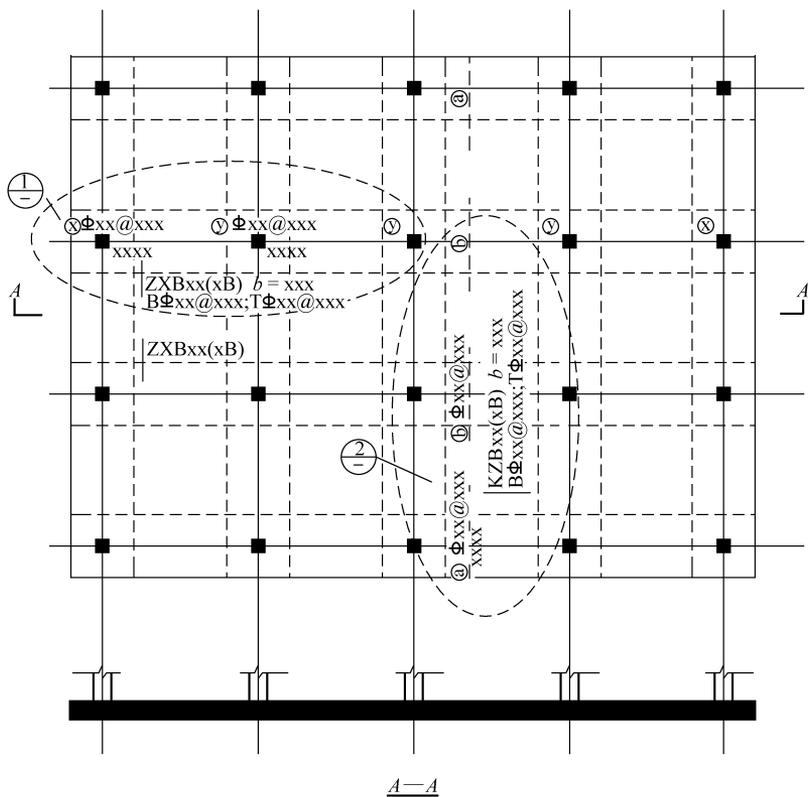


图 1-9 柱下板带 ZXB 与跨中板带 KZB 的标注示意

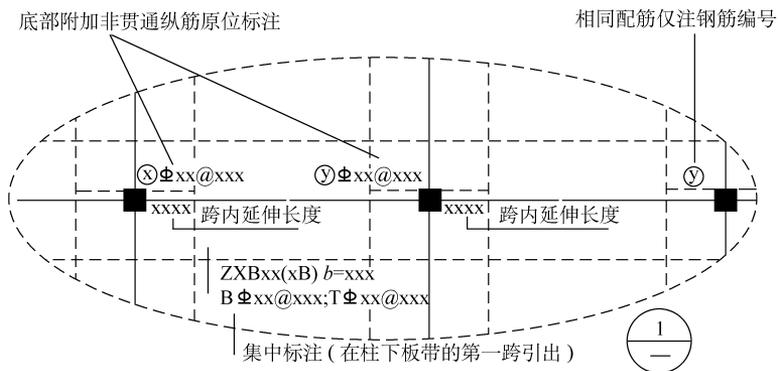


图 1-10 ①号详图

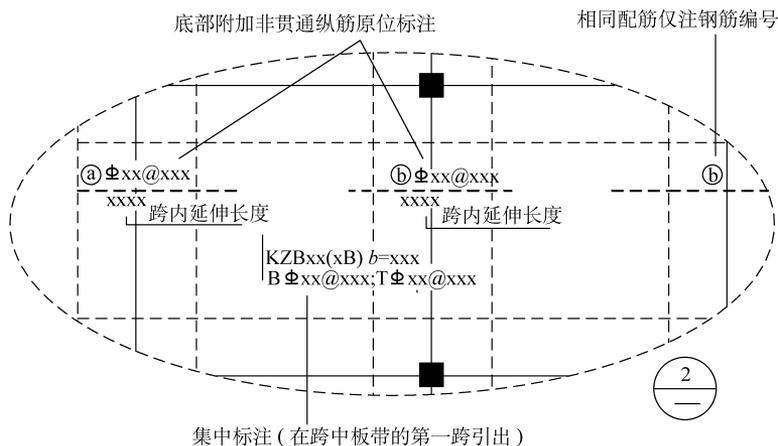


图 1-11 ②号详图

2) 注写基础平板的截面尺寸注写方式为 $h = \times \times \times \times$ 。

3) 注写基础平板的底部与顶部贯通纵筋及其总长度。

先注写 X 向，再注写 Y 向。各向先注写底部贯通纵筋，以 B 打头，再注写顶部贯通纵筋，以 T 打头，中间用“；”隔开。最后在括号中注写贯通纵筋的总长度，注写方式为“跨数及有无外伸梁”。

例如，X：B $\Phi 22@150$ ；T $\Phi 20@150$ (5B)

Y：B $\Phi 20@200$ ；T $\Phi 18@200$ (7A)

表示基础平板 X 向底部配置 $\Phi 22$ 间距 150mm 的贯通纵筋，顶部配置 $\Phi 20$ 间距 150mm 的贯通纵筋，纵向总长度为 5 跨两端有外伸；Y 向底部配置 $\Phi 20$ 间距 200mm 的贯通纵筋，顶部配置 $\Phi 18$ 间距 200mm 的贯通纵筋，纵向总长度为 7 跨，一端有外伸。

注意：基础平板的跨数以构成网的主轴线为准；两主轴线之间无论有几道辅助轴线（例如框筒结构混凝土内筒中的多道墙体），均可按一跨考虑。

当贯通纵筋在一跨内有两种不同间距时，先注写跨内两端的第一间距，并在前面加注纵筋根数（以表示其分布的范围），再注写跨中部的第二种间距（不需要加注根数）；两者用“/”分隔。

例如，X：B12 $\Phi 22@200/150$ ；T10 $\Phi 20@200/150$ 表示基础平板 X 向底部配置 $\Phi 22$ 的贯通纵筋，跨两端间距为 200mm 配 12 根，跨中间距为 150mm；X 向顶部配置 $\Phi 20$ 的贯通纵筋，跨两端间距为 200mm 配 10 根，跨中间距为 150mm（纵向总长度略）。

2. 原位标注

1) 原位标注的位置为配置相同的若干跨的第一跨。



2) 原位标注的注写方式: 首先在各跨中间沿垂直于基础梁(或柱中心线)的方向绘制一段中粗虚线代表底部附加非贯通纵筋, 然后在第一跨的虚线上进行注写。

3) 原位标注的注写内容: 钢筋编号(如①、②等)、级别、直径、间距、横向布置的跨数及是否布置到外伸部位(注在括号内), 以及自基础梁中线分别向两边跨内的纵向延伸长度值。

当钢筋向两侧对称延伸时, 可仅在一侧标注; 当布置在边梁下时, 向基础平板外伸部位一侧的纵向延伸长度与方式按标准构造, 设计不注。底部附加非贯通筋相同时, 可仅在一根钢筋上注写, 其他可仅在中粗虚线上注写编号。

横向布置的跨数及是否布置到外伸部位的表达形式为: $(\times \times)$ (外伸部位无横向布置或无外伸部位)、 $(\times \times A)$ (一端外伸部位无横向布置) 或 $(\times \times B)$ (两端外伸部位均有横向布置)。横向连续布置的跨数及是否布置到外伸部位, 不受集中标注贯通纵筋的板区限制。

例如, 某3号基础主梁 JZL3 (7B), 7跨, 两端有外伸。在该梁第一跨原位注写基础平板底部附加非贯通纵筋 $\Phi 18@300 (4A)$, 在第五跨原位注写底部附加非贯通纵筋 $\Phi 20@300 (3A)$, 表示底部附加非贯通纵筋第一跨至第四跨且包括第一跨的外伸部位横向配置相同, 第五跨至第七跨且包括第七跨的外伸部位横向配置相同(延伸长度值略)。

4) 底部附加非贯通纵筋布筋方式:

①“隔一布一”方式: 基础平板(X向或Y向)底部附加非贯通纵筋与贯通纵筋交错插空布置, 其标注间距与底部贯通纵筋相同(两者实际组合后的间距为各自标注间距的1/2)。当贯通纵筋为底部纵筋总截面面积的1/2时, 附加非贯通纵筋直径与贯通纵筋直径相同; 当贯通纵筋介于底部纵筋总截面面积的1/2与1/3之间时, 附加非贯通纵筋直径大于贯通纵筋直径。

例如, 原位注写的基础平板底部附加非贯通纵筋为: $\textcircled{5}\Phi 22@300 (3)$, 该3跨范围集中标注的底部贯通纵筋应为 $B \Phi 22@300$ (注写在“;”号前), 在该3跨实际横向设置的底部纵筋合计为 $\Phi 22@150$, 其中1/2为 $\textcircled{5}$ 号附加非贯通纵筋, 1/2为贯通纵筋, (延伸长度值略)。其他与 $\textcircled{5}$ 号筋相同的底部附加非贯通筋可仅注编号 $\textcircled{5}$ 。

再例如, 原位注写的基础平板底部附加非贯通筋为: $\textcircled{2}\Phi 25@300 (4)$, 该4跨范围集中标注的底部贯通纵筋应为 $B \Phi 22@300$ (注写在“;”号前), 表示该4跨实际横向设置的底部纵筋合计为 $(1 \Phi 25 + 1 \Phi 22) / 300$, 彼此间距为150mm, 其中56%为 $\textcircled{2}$ 号附加非贯通纵筋, 43%为贯通纵筋(延伸长度值略)。

②“隔一布二”方式: 基础平板(X向或Y向)底部附加非贯通纵筋为每隔一根贯通纵筋布置两根, 其间距有两种, 且交替布置, 并用两个“@”符分



隔；其中较小间距为较大间距的1/2，为贯通纵筋间距的1/3（当贯通纵筋为底部纵筋总截面面积的1/3时，附加非贯通纵筋直径与贯通纵筋直径相同；当贯通纵筋介于底部纵筋总截面面积的1/2与1/3之间时，附加非贯通纵筋直径小于贯通纵筋直径。）

例如，原位注写的基础平板底部附加非贯通纵筋为：⑤ ϕ 20@100@200(2)，该两跨范围集中标注的底部贯通纵筋应为B ϕ 20@300（注写在“；”号前），表示该两跨实际横向设置的底部纵筋为 ϕ 20@100，其中2/3为⑤号附加非贯通纵筋，1/3为贯通纵筋（延伸长度值略）。其他部位与⑤号筋相同的附加非贯通纵筋可仅注编号⑤。

再例如，原位注写的基础平板底部附加非贯通筋为：① ϕ 20@120@240(3)，该3跨范围集中标注的底部贯通纵筋应为B ϕ 22@360（注写在“：”号前），表示该3跨实际横向设置的底部纵筋为(2 ϕ 20+1 ϕ 22)/360，各筋间距为120mm（其中62%为①号附加非贯通纵筋，38%为贯通纵筋。延伸长度值略）。

5) 注写修正内容：当集中标注的某些内容不适用于梁板式筏形基础平板区的某一板跨时，应由设计者在该板跨内以文字注明，施工时应按文字注明数值取用。

当若干基础梁下基础平板的底部附加非贯通纵筋配置相同时（其底部、顶部的贯通纵筋可以不同），可仅在一根基础梁下做原位注写，并在其他梁上注明“该梁下基础平板底部附加非贯通纵筋同XX基础梁”。

3. 其他标注内容

除了集中标注与原位标注外，基础平板上尚应标注以下内容：

- 1) 在基础平板周围沿侧面设置的纵向构造钢筋。
- 2) 基础平板边缘的封边方式与配筋。

当采用底部与顶部纵筋弯直钩封边方式时，注明底部与顶部纵筋各自设长直钩的纵筋间距（每筋必弯，或隔一弯一或其他）；当采用U形封边方式时，注明边缘U形封边筋的规格与间距；当不采用钢筋封边（侧面无筋）时，也应注明。

3) 如果基础平板外的伸变部位为变截面，应注明其变截面高度。注写方式为 h_1/h_2 ， h_1 为板根部截面高度， h_2 为板尽端截面高度。

4) 当某区域板底有标高高差时（系指相对于根据较大面积原则确定的筏形基础平板底面标高的高差），应注明其高差值与分布范围。

5) 当基础平板高度>2m时，应注明设置在基础平板中部的水平构造钢筋网。

6) 当在板的分布范围内采用拉筋时，应注明拉筋的强度等级、直径、双向间距，以及设置方式（双向或梅花双向）等。

7) 当在基础平板外伸阳角部位设置放射筋时，应注明放射筋的强度等级、直径、根数，以及设置方式等。



8) 混凝土垫层厚度与强度等级。

9) 当基础平板同一层面的纵筋交叉时, 应注明哪个方向的纵筋在下, 哪个方向的纵筋在上。

图 1-12 ~ 图 1-15 分布是梁板式筏形基础 LPB 平板和平板板式筏形基础 BPB 平板的标注示意。

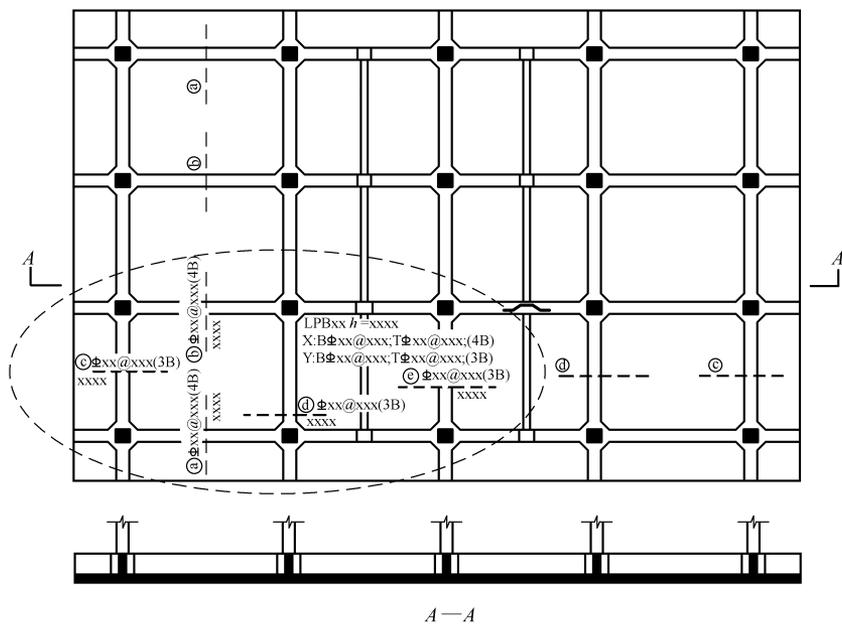


图 1-12 梁板式筏形基础 LPB 平板标注示意

底部附加非贯通纵筋原位标注 相同配筋横向布置的跨数 集中标注 (双向均 相同配筋横向布置的跨数 (在相同配筋跨的第一跨注写) 及有否布置到外伸部位 在第一跨引出) 及有否布置到外伸部位

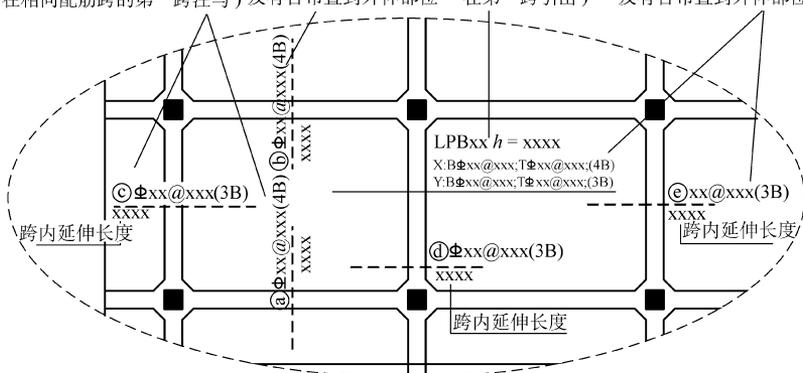


图 1-13 梁板式筏形基础 LPB 平板说明

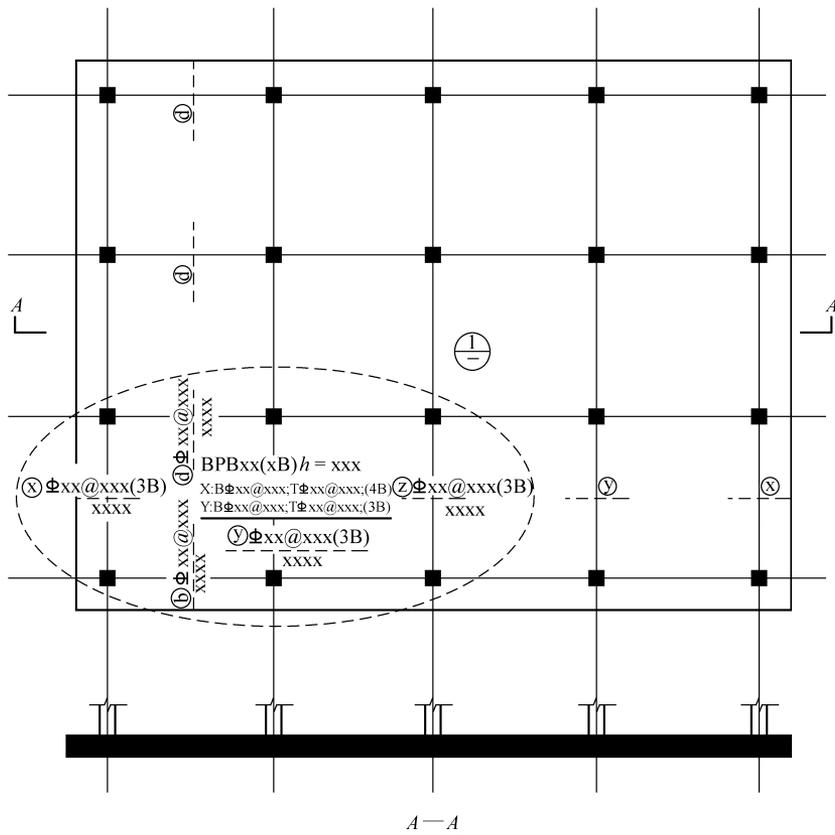


图 1-14 平板板式筏形基础 BPB 平板的标注示意

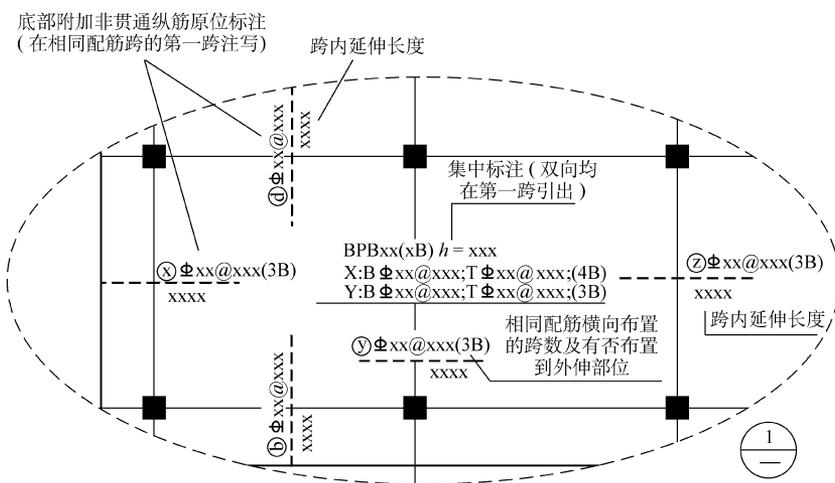


图 1-15 平板板式筏形基础 BPB 平板的标注说明



八、筏形基础相关构造

筏形基础相关构造的设计, 采用在基础平面布置图上直接引注的方式进行表达。

1. 筏形基础相关构造类型与编号

筏形基础相关构造类型与编号参见表 1-7。

表 1-7 筏形基础相关构造类型与编号

构造类型	代号	序号	说明
上柱墩	SZD	XX	平板筏基础上设置
下柱墩	XZD	XX	梁板、平板筏基础上设置
外包式柱脚	WZJ	XX	梁板、平板筏基础上设置
埋入式柱脚	MZJ	XX	梁板、平板筏基础上设置
基坑	JK	XX	梁板、平板筏基础上设置
后浇带	HJD	XX	梁板、平板筏基础上设置

注: 1. 上柱墩在混凝土柱根部位, 下柱墩在混凝土柱或钢柱柱根投影部位, 均根据筏形基础受力与构造需要而设。

2. 外包式柱脚与埋入式柱脚为钢柱在筏形基础中的两种锚固构造方式。

2. 相关构造直接引注的内容

(1) 上柱墩 SZD 上柱墩 SZD 是根据平板式筏形基础受剪或受冲切承载力的需要, 在板顶面以上混凝土柱的根部设置的混凝土墩。引注内容包括编号、几何尺寸和配筋。

几何尺寸按“柱墩向上凸出基础平板高度 h_d \ 柱墩底部出柱边缘宽度 c_1 \ 柱墩顶部出柱边缘宽度 c_2 ”的顺序注写, 其表达形式为“ $h_d \setminus c_1 \setminus c_2$ ”。当为等截面柱墩 $c_1 = c_2$ 时, c_2 不注, 表达形式为“ $h_d \setminus c_1$ ”。无论 SZD 所包框架柱截面形状为矩形、圆形或多边形, c_1 与 c_2 分别环绕柱截面等宽。

配筋按“竖向 ($c_1 = c_2$) 或斜竖向 ($c_1 \neq c_2$) 纵筋的总根数、强度等级与直径 \ 箍筋强度等级、直径、间距与肢数[(X 向排列肢数 m) \ (Y 向排列肢数 n)]”的顺序注写, 分两行注写时, 则可不用反斜线“\”。

圆形截面: $\times \times \phi \times \times \setminus L \phi \times \times @ \times \times \times$ (L 表示螺旋箍筋)。

矩形截面: $\times \times \phi \times \times \setminus \phi \times \times @ \times \times \times$ 。

例如, SZD3, 600 \ 350 \ 50, 14 ϕ 16 \ ϕ 10 @ 100 (4 \ 4), 表示 3 号棱台状上柱墩; 凸出基础平板顶面高度为 600mm, 底部出柱边缘宽度为 350mm, 顶部出柱边缘宽度为 50mm; 共配置 14 根 ϕ 16 斜向纵筋; 箍筋直径 10mm 间距 100mm, X 向与 Y 向各为 4 肢。

SZD1, 600 \ 350 \ 50, 16 ϕ 16 \ L ϕ 10 @ 100, 则表示 1 号圆台状上柱墩; 凸出基础平板顶面高度为 600mm, 底部出柱边缘宽度为 350mm, 顶部出柱边缘



宽度为 50mm；共配置 16 根 $\Phi 16$ 斜向纵筋；螺旋箍筋直径 10mm 间距 100mm。

(2) 下柱墩 XZD 下柱墩 XZD 是根据平板式筏形基础受剪或受冲切承载力的需要，或根据梁板、平板式筏形基础埋入式钢柱柱脚的受力与构造需要，在柱的所在位置、基础平板底面以下设置的混凝土墩。引注内容包括编号、几何尺寸和配筋。

几何尺寸按“柱墩向 F 凸出基础平板深度 h_d \ 柱墩顶部出柱投影宽度 c_1 \ 柱墩底部出柱投影宽度 c_2 ”的顺序注写，其表达形式为“ $h_d \setminus c_1 \setminus c_2$ ”。当为等截面柱墩 $c_1 = c_2$ 时， c_2 不注，表达形式为“ $h_d \setminus c$ ”。

等截面（倒棱柱）配筋按“X 方向底部纵筋 \ Y 方向底部纵筋 \ 水平箍筋”的顺序注写，其表达形式为“ $X \Phi \times \times @ \times \times \times \setminus Y \Phi \times \times @ \times \times \times \setminus \Phi \times \times @ \times \times \times$ ”。

不等截面（倒棱台）的斜侧面由两向纵筋覆盖，不必配置水平箍筋，则其表达形式为： $X \Phi \times \times @ \times \times \times \setminus Y \Phi \times \times @ \times \times \times$ 。

(3) 外包式柱脚 WZJ 外包式柱脚 WZJ 用于钢结构柱与混凝土筏形基础的锚固构造。引注内容包括编号、几何尺寸和配筋。

几何尺寸按“柱脚向上凸出基础梁或基础平板顶面高度 h_j \ 柱脚出钢柱外轮廓线宽度 c_1 ”的顺序注写，其表达形式为：“ $h_j \setminus c_1$ ”。无论钢柱是何种截面形状， c_1 环绕钢柱矩形或圆形截面（或异形截面的外接矩形）等宽。

配筋按“竖向纵筋总根数、强度等级与直径 \ 箍筋强度等级、直径与间距”的顺序注写，其表达形式为： $\times \times \Phi \times \times \setminus \Phi \times \times @ \times \times \times$ 。

圆形柱脚（包括圆形钢柱）采用螺旋箍筋，其表达形式为： $\times \times \Phi \times \times \setminus L \Phi \times \times @ \times \times \times$ 。

配置双层竖向纵筋时，用“+”号连接两层（外层+内层）竖向纵筋的配筋值，内、外层箍筋取同样配置，其表达形式为： $\times \times \Phi \times \times + \times \times \Phi \times \times \setminus \Phi \times \times @ \times \times \times$ 或 $\times \times \Phi \times \times + \times \times \Phi \times \times + \setminus L \Phi \times \times @ \times \times \times$ 。

(4) 埋入式柱脚 MZJ 埋入式柱脚 MZJ 用于钢结构柱与混凝土筏形基础的锚固构造。引注内容包括编号、几何尺寸和配筋。

几何尺寸按“柱脚向下凸出基础梁或基础平板高度 h_j \ 柱脚钢柱出外轮廓线宽度 c_1 ”的顺序注写，其表达形式为“ $h_j \setminus c_1$ ”。无论钢柱是何种截面形状， c_1 环绕钢柱截面外接矩形或圆形等宽。

当基础平板高度 h 能够满足埋入式柱脚 MZJ 的受力要求和规范规定的埋入深度要求，不需要向下凸出基础平板底面时，其“ $h_j = 0$ ”，表达形式为“ $0 \setminus c_1$ ”。

配筋按“竖向纵筋总根数、强度等级与直径 \ 箍筋强度等级、直径、间距”的顺序注写，其表达形式为“ $\times \times \Phi \times \times \setminus \Phi \times \times @ \times \times \times$ ”。

圆形柱脚（包括圆形钢柱）采用螺旋箍筋，其表达形式为“ $\times \times \Phi \times \times \setminus L \Phi \times \times @ \times \times / \times \times \times$ ”。



埋入式柱脚 MZJ 应与下柱墩 XZD 同时设置 ($h_j = 0$ 时除外)。

(5) 基坑 JK 引注内容包括编号和几何尺寸。

几何尺寸按“基坑深度 h_k \ 基坑平面尺寸 $x \times y$ ”的顺序注写, 其表达形式为“ $h_k \setminus x \times y$ ”。 x 为 X 向基坑宽度, y 为 Y 向基坑宽度 (图面从左至右为 X 向, 从下至上为 Y 向)。

圆形基坑按“基坑深度 h_k \ 基坑直径 $D = x \times x$ ”的顺序注写。考虑到施工方便, 当条件许可时, 圆形基坑可设计为矩形, 然后将坑内壁找圆。

在平面布置图上应注明基坑的平面定位尺寸。

(6) 后浇带 HJD 其引注内容包括编号、后浇带宽度和后浇带留筋方式及后浇带混凝土强度等级。

后浇带混凝土强度等级通常高于筏形基础主体的混凝土强度等级, 且应采用不收缩混凝土或微膨胀混凝土, 应在结构设计总说明中注明配置方法。

在平面布置图上应标注后浇带的平面定位尺寸。

◆◆◆ 第三节 箱形基础

高层建筑的基础通常采用箱形基础或箱筏。箱形基础是由底板、顶板、外侧墙及一定数量较均匀布置的内隔墙构成的整体刚度较好的钢筋混凝土箱式结构。

一、箱形基础的一般要求

1. 混凝土

箱形基础的混凝土强度等级不应低于 C30。当采用防水混凝土时, 防水混凝土的抗渗等级应根据《地下工程防水技术规范》GB 50108—2008 确定, 且抗渗等级不应低于 S6。对重要建筑宜采用防水并设架空排水层方案。箱形基础防水混凝土的抗渗等级见表 1-8。

表 1-8 箱形基础防水混凝土的抗渗等级

工程埋置深度/m	设计抗渗等级	工程埋置深度/m	设计抗渗等级
< 10	S6	20 ~ 30	S10
10 ~ 20	S8	30 ~ 40	S12

注: 本表适用于 IV、V 级围岩 (土层及软弱围岩)。

2. 基础埋深

在确定高层建筑的基础埋深时应考虑建筑物的高度、体形、地基土质、抗震设防烈度等因素, 满足地基承载力、变形和稳定性要求, 位于岩石地基上的高层



建筑尚应满足抗滑移要求。在设防区，天然地基上的箱形基础或筏形基础其埋深不宜小于建筑物高度的 $1/15$ ，桩箱或桩筏基础其埋深（不计桩长）不宜小于建筑物高度的 $1/18$ ，砂粘土地基不宜小于建筑物高度的 $1/10$ ，非地震区的软弱地基应与基础高度、施工条件、降水对周围相邻建筑影响等因素综合考虑。

3. 箱基高度

箱形基础的高度应满足结构承载力和刚度的要求，其值不应小于箱形基础的长边长度的 $1/20$ ，且不宜小于 3m 。箱形基础的长度不包括底板悬臂部分。

4. 基本尺寸

箱形基础的平面尺寸，应根据地基土的承载力、上部结构的布置及荷载分布等因素确定。当为满足地基承载力而扩大基础底板面积时，扩大部分宜设在建筑物的宽度方向。对于单幢建筑物，在均匀地基的条件下，箱形基础和筏形基础基底平面形心与结构竖向荷载重心重合。

5. 墙体布置

箱形基础的内外墙应沿上部结构柱网和剪力墙纵横均匀布置，每平方米箱形基础面积上的墙体长度，不小于 400mm 或墙体水平截面面积不宜小于箱形基础外墙外包尺寸的水平投影面积的 $1/10$ 。其中，纵墙的配置量不小于总配置量的 $3/5$ 。对基础长宽比大于 4 的箱形基础，其纵横水平截面面积不得小于箱形基础外墙外包尺寸的水平投影面积的 $1/18$ 。对于工业建筑，其墙体配置量可比上述要求适当降低。

二、箱形基础墙柱交接处的平面尺寸

在箱形基础墙柱交接处，基础墙应超出底层现浇柱的外边缘至少 50mm 。当基础墙的宽度小于柱的截面尺寸时，应对基础墙进行加腋处理，加腋的尺寸按四周全部外包柱边缘至少 50mm 设置，如图1-16所示。

三、墙、板尺寸及配筋

当地基压缩层范围内的土层在竖向和水平方向较均匀时，箱形基础的顶板和底板可仅按局部弯曲计算，计算时底板反力应扣除板的自重。顶板和底板的钢筋配置量除满足局部弯曲的要求外，纵横方向的支座钢筋尚应有 $1/2 \sim 1/3$ 贯通全跨，且贯通钢筋的配筋率分别不应小于 0.15% ；顶部钢筋按计算配筋全部贯通。

箱形基础底板钢筋的间距不应小于 150mm ，一般宜取 $200 \sim 300\text{mm}$ 。支座非贯通钢筋应伸出支座外不小于 $1/4$ 短跨长度。

墙体内应设置双层双向钢筋，竖向和水平钢筋的直径不应小于 10mm ，间距不应大于 200mm 。除上部剪力墙外，在内墙和外墙的墙顶处宜配置两根不小于 20mm 的通长构造钢筋。

箱形基础的墙、板尺寸及配筋如图1-17所示。

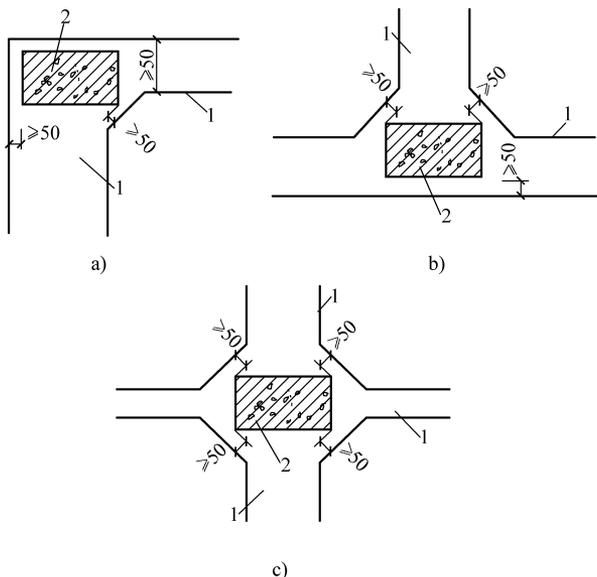


图 1-16 箱形基础墙柱交接处的平面尺寸

a) 角柱 b) 边柱 c) 中柱

1—墙体 2—现浇柱

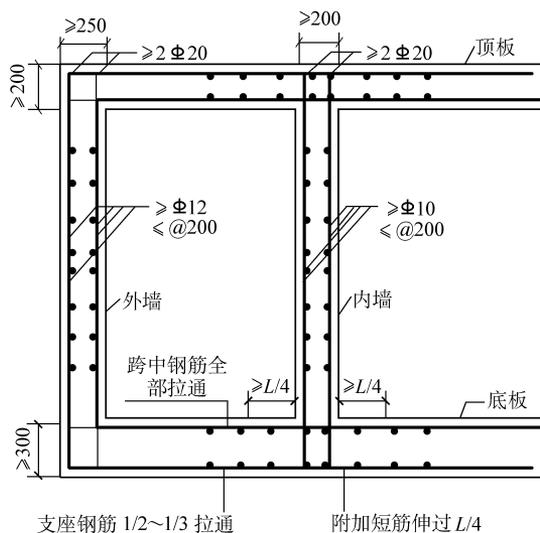


图 1-17 箱形基础墙、板尺寸及配筋

四、洞口开设与洞口加强构造

门洞宜设在柱间居中部位，洞宽宜为 1m 左右，洞边至上层柱中心的水平距离不宜小于 1.2m，洞口上过梁的高度不宜小于层高的 1/5，洞口面积不宜大于柱



距与箱基高度全高乘积的 $1/6$ 。

当墙体洞口的宽度和高度均不大于 800mm 时，应在墙体洞口的四周设置加强钢筋，其面积不应小于洞口内相应方向被切断钢筋面积的一半，且不小于 $2\Phi 16$ 。加强钢筋应从洞口边缘向外延长 l_a 或 l_{aE} ，如图 1-18a 所示。洞口宽度和高度大于 800mm 时，洞口削弱处上下过梁的配筋应按计算确定。当洞口上边或下边为剪力墙连梁时，不再重复设置补强暗梁。洞口竖向两侧设置剪力墙边缘构件，如图 1-18b 所示。

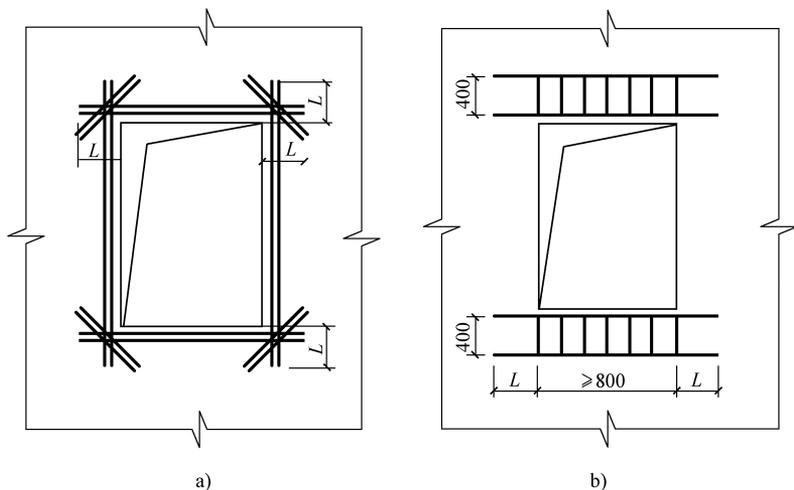


图 1-18 矩形洞口补强纵筋构造

a) 洞口宽度和高度均 $\leq 800\text{mm}$ b) 洞口宽度和高度均 $> 800\text{mm}$

$$L \geq 40d \text{ 且 } \geq l_a \text{ 或 } l_{aE}$$

◆◆◆ 第四节 预应力混凝土折线型屋架

屋架是单层工业厂房的屋面承重构件，混凝土屋架有预应力和非预应力两种，按其外形的不同可以分为三角形、梯形、折线型和拱形等多种。本节以国家建筑标准设计图集《预应力混凝土折线型屋架》(04G415—1) 中的 24m 预应力混凝土折线型屋架为例介绍预应力混凝土屋架的构造和施工图识读。

一、图集的选用

1. 屋架适用条件

1) 根据《04G415—1》的说明， 24m 跨预应力混凝土折线型屋架适用于柱



距 6m, 屋盖采用 1.5m × 6.0m 的预应力混凝土屋面板 (图集编号为 04G410—1、2) 的卷材和非卷材防水屋面的单层工业厂房。在伸缩缝及山墙处, 柱的中心线与轴线的距离为 600mm。

2) 屋架的设计使用年限为 50 年, 安全等级为二级, 重要性系数为 1.0。

3) 环境类别为一类和二 a 类。屋架下弦预应力杆件按二级裂缝控制等级进行验算, 其他拉杆按三级裂缝控制等级进行验算。处于无侵蚀性介质的环境, 屋架表面经常使用的温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 。

4) 用于非抗震设计地区及抗震设防烈度为 6 ~ 8 度 ($0.2g$) 的地区。

5) 基本风压 $\leq 0.7\text{kN/m}^2$ 。

6) 屋面荷载设计值 (指荷载效应基本组合设计值) $\leq 6.0\text{kN/m}^2$ 。

7) 可以悬挂一台 1 ~ 3t 的电动葫芦, 悬挂点在上下弦任意节点处, 但每榀屋架只考虑悬挂一台, 或悬挂一台 1 ~ 3t 的工作级别为 A1 ~ A5 的电动单梁悬挂起重机, 但每榀屋架只考虑悬挂一台。

8) 当年平均相对湿度低于 40%, 选用本屋架时应考虑由于混凝土收缩、渐变引起预应力损失值的增加。

9) 具有下列情况之一时, 选用屋架尚应符合专门标准的有关规定。

① 处于有侵蚀性介质作用的环境 (如酸洗车间、电解车间等)。

② 屋架表面温度高于 100°C 或有生产热源且屋架表面温度经常高于 60°C 的车间。

③ 有较大振动设备需要作振动验算的车间。

④ 处于高湿度 (相对湿度高于 60%) 的车间。

2. 材料强度等级及要求

(1) 混凝土 除特殊注明外, 混凝土强度等级为 C40。不得采用矾土水泥拌制, 也不得使用掺有氯化物等对钢筋有腐蚀作用的外加剂, 并应符合混凝土规范表 3.4.2 的规定。

(2) 钢筋 预应力钢筋采用 $\Phi^s 15.2$ 的低松弛钢绞线 (1×7), 强度标准值为 1860N/mm^2 , 抗拉强度设计值为 1320N/mm^2 , 抗压强度设计值为 390N/mm^2 。普通热轧钢筋 HRB335 以符号 Φ 表示, HRB400 以符号 Φ 表示。各类钢筋的化学成分和力学性能均应符合现行国家有关标准的规定。

(3) 锚具 宜采用夹片锚具, 固定端可采用挤压锚具。当用于多跨等高厂房时, 相邻跨屋架的端部不应采用挤压锚具。锚具应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2002 和《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370—2007 的相关规定, 钢绞线不允许有接头。

(4) 钢板和型钢 钢板和型钢采用 Q235-B 钢; 钢材应符合《碳素结构钢》GB/T 700—2006 的规定。

(5) 焊条和焊剂 应符合《碳钢焊条》GB/T 5117—1995, 《建筑钢结构焊接



技术规程》JGJ 81—2002 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18—2012 的有关规定。

(6) 其他 悬挂吊车的轨道联结节点，按图集提供的节点或选用《悬挂运输设备轨道》05G359—1 中的相关节点。悬挂吊车用的连接件，轨道及车挡均采用 Q235-B 钢，并应具有常温冲击韧度的合格保证。当结构工作温度低于 0℃ 时但高于 -20℃ 时，应具有 0℃ 冲击韧度的合格保证；当结构工作温度低于 -20℃ 时，应具有 -20℃ 冲击韧度的合格保证。

3. 屋架相关构造

(1) 檐口做法 分为内天沟、外天沟两种。

(2) 弦杆 屋架上弦、下弦、端竖杆和端斜杆均为现浇混凝土杆件，腹杆为现浇或预制混凝土杆件。

(3) 天窗架 配置 9m 跨度的钢天窗架。

4. 屋架的型号与选用方法

(1) 屋架的型号 以 24m 屋架为例，屋架的型号及各项的含义如图 1-19 所示。

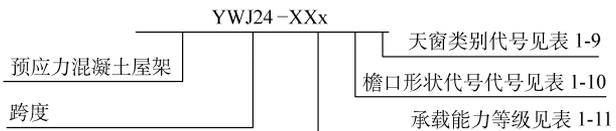


图 1-19 屋架的型号及各项的含义

(2) 其他代号 SC——上弦支撑，C——悬挂吊车轨道斜撑，M——预埋件，XC——下弦支撑，GX——钢系杆，LJ——连接件，CC——竖向支撑，F——预制腹杆。

(3) 屋架型号的选用 根据屋架跨度、檐口形状、天窗类别、屋面荷载设计值、悬挂吊车起重量、抗震设防烈度、挡风板及端壁板等情况，按表 1-9 ~ 表 1-11 选用屋架型号。

例如，某工程为一单跨车间，跨度为 24m，柱距为 6m，9m 钢天窗架，轻质端壁板，带挡风板，檐口采用内天沟，抗震设防烈度为 8 度，无悬挂荷载。

屋面荷载标准值计算如下：

- 1) 防水层：0.35kN/m²。
- 2) 20mm 厚找平层：0.40kN/m²。
- 3) 150mm 厚保温层：0.90kN/m²。
- 4) 预应力混凝土屋面板及灌缝重：150kN/m²。
- 5) 屋面支撑及吊管自重：0.15kN/m²。
- 6) 永久荷载标准值：总计 3.30kN/m²。
- 7) 可变荷载标准值：0.50kN/m²。



表 1-9 天窗类别

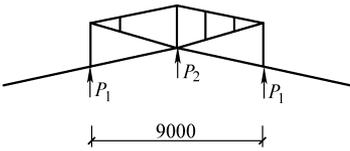
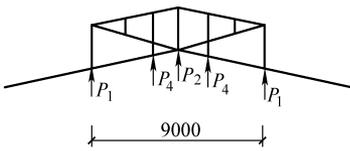
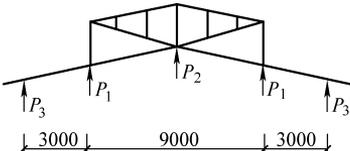
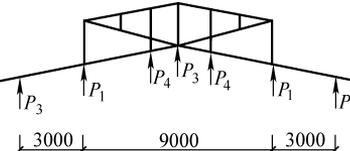
天窗类别代号	b	c
使用情况	钢天窗架	钢天窗架带轻质端壁板
荷载限值/kN	 $P_1 = 21\text{kN}, P_2 = 7\text{kN}$	 $P_1 = 24\text{kN}, P_2 = 20\text{kN}, P_4 = 16\text{kN}$
天窗类别代号	d	e
使用情况	钢天窗架带挡风板	钢天窗架带轻质端壁板及挡风板
荷载限值/kN	 $P_1 = 21\text{kN}, P_2 = 19\text{kN}, P_3 = 7\text{kN}$	 $P_1 = 29\text{kN}, P_2 = 20\text{kN}$

表 1-10 檐口形状代号表

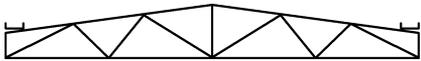
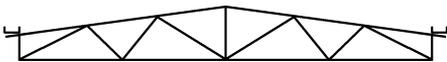
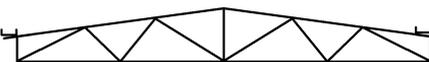
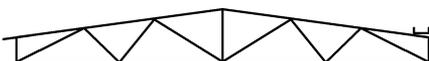
代号	跨度情况	檐口示意图	备注
A	单跨或多跨时的内跨		两端内天沟
B	单跨时		两端外天沟
C	单跨时		两端自由落水
D	多跨时的边跨		一端外天沟 一端内天沟
E	多跨时的边跨		一端自由落水 一端内天沟



表 1-11 屋架承载能力等级选用表

屋面荷载及天窗类别 吊车情况	3.5kN/m ²			4.0kN/m ²			4.5kN/m ²			5.0kN/m ²			5.5kN/m ²		
	a	bc	de												
无悬挂吊车	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2
1台1t电动葫芦	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2		
1台2t电动葫芦	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2		
1台3t电动葫芦	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2		
1台1t电动单梁悬挂吊车	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2		2	2		
1台2t电动单梁悬挂吊车	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2		2	2		
1台3t电动单梁悬挂吊车	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2		2	2		

屋面荷载设计值如下：

1) 组合一： $1.2 \times 3.30\text{kN/m}^2 + 1.4 \times 0.5\text{kN/m}^2 = 4.660\text{kN/m}^2$ 。

2) 组合二： $1.35 \times 3.30\text{kN/m}^2 + 1.4 \times 0.5 \times 0.7\text{kN/m}^2 = 4.945\text{kN/m}^2$ 。

屋架型号的选用如下：

1) 由表 1-9，9m 钢天窗架带挡风板和带轻质端壁板及挡风板的代号分别为 d、e。

2) 由表 1-10，檐口形状为内天沟，代号为 A。

3) 由表 1-11，根据实际屋面荷载设计值，在表中 24m 屋架屋面荷载设计值为 $q = 5.0\text{kN/m}^2$ 一栏，选取屋架承载能力等级为 2。

因此，有天窗带挡风板处屋架型号为 YWJ24-2Ad。

有端壁天窗带挡风板处屋架型号为 YWJ24-2Ae。

参照图集《04G415—1》19 页和 20 页，根据有关规范标准，按抗震设防烈度 8 度，布置屋架上、下弦支撑。

二、屋架安装相关节点构造

屋架的两端直接支撑在排架柱顶端，通过连接钢板将各自的预埋件进行焊接。厂房端部的抗风柱应与屋架的上弦进行有效的弹性连接，以传递山墙上的风荷载。屋面板直接搁置在屋架上弦，但需与屋架上弦进行可靠的焊接。天窗架也应与屋架进行可靠的连接。

屋架与柱顶连接节点方案，在非抗震设计及抗震设防烈度为 6、7 度时，采用焊接节点；在抗震设防烈度为 8 度时，宜采用螺栓连接节点。

屋面板与屋架上弦预埋件的焊接点不得少于三条，天沟板则必须焊接四条。焊缝长度不得小于 80mm。屋面板间的所有板缝均应灌以 C20 细石混凝土。

三、支撑系统

为了保证屋架的侧向稳定，在屋架的上弦和下弦平面内分布设有纵向和横向



的水平支撑，在屋架的端部和跨中设有垂直支撑及刚性系杆。

以24m屋架为例，对非抗震设计和抗震设防烈度为6、7度的厂房，其上弦支撑平面布置图如图1-20（见文后插页）所示。图中的2-2~4-4剖面如图1-21所示。

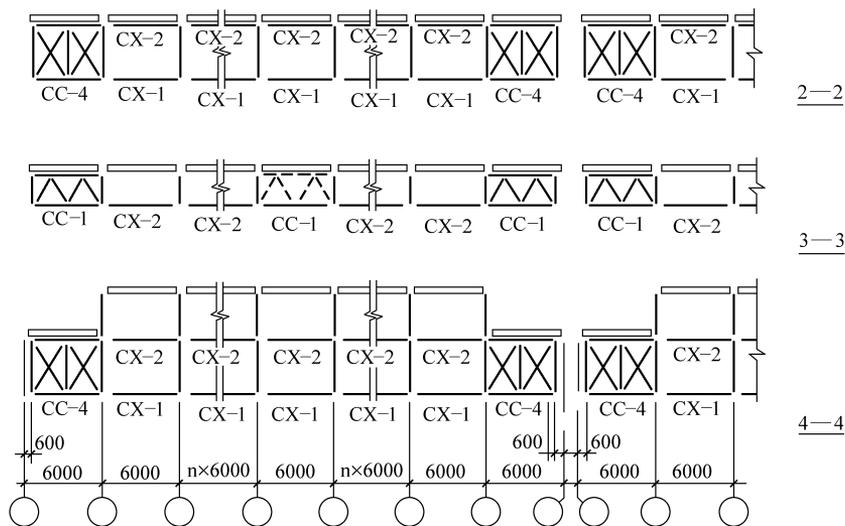


图 1-21 2-2~4-4 剖面

当厂房单元长度大于66m时在柱间支撑处的屋架端部取消GX-2 改设竖向支撑CC-1B 见图中虚线所示，图中 a_e 为防震缝宽度。

四、屋架模板图与配筋图

以24m跨屋架（内天沟）为例，其几何尺寸（轴线尺寸）如图1-22所示。屋架各部分的详细尺寸以及屋架上的各种预埋件、孔洞如图1-23所示。

图1-24是24m跨屋架（内天沟）的配筋详图。图中3/66节点构造如图1-25所示。图1-26是腹杆F-1的构造详图。

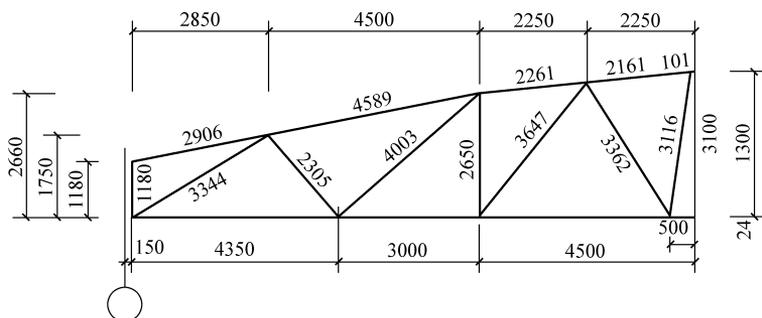


图 1-22 24m 跨屋架几何尺寸

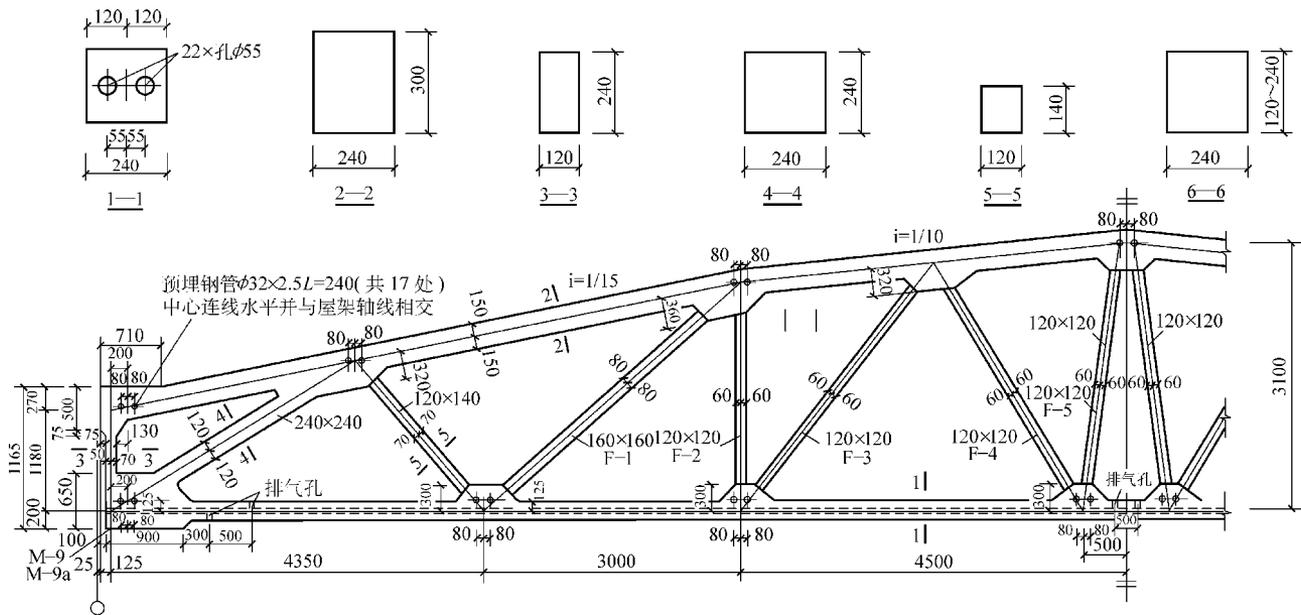


图 1-23 24m 跨屋架模板图



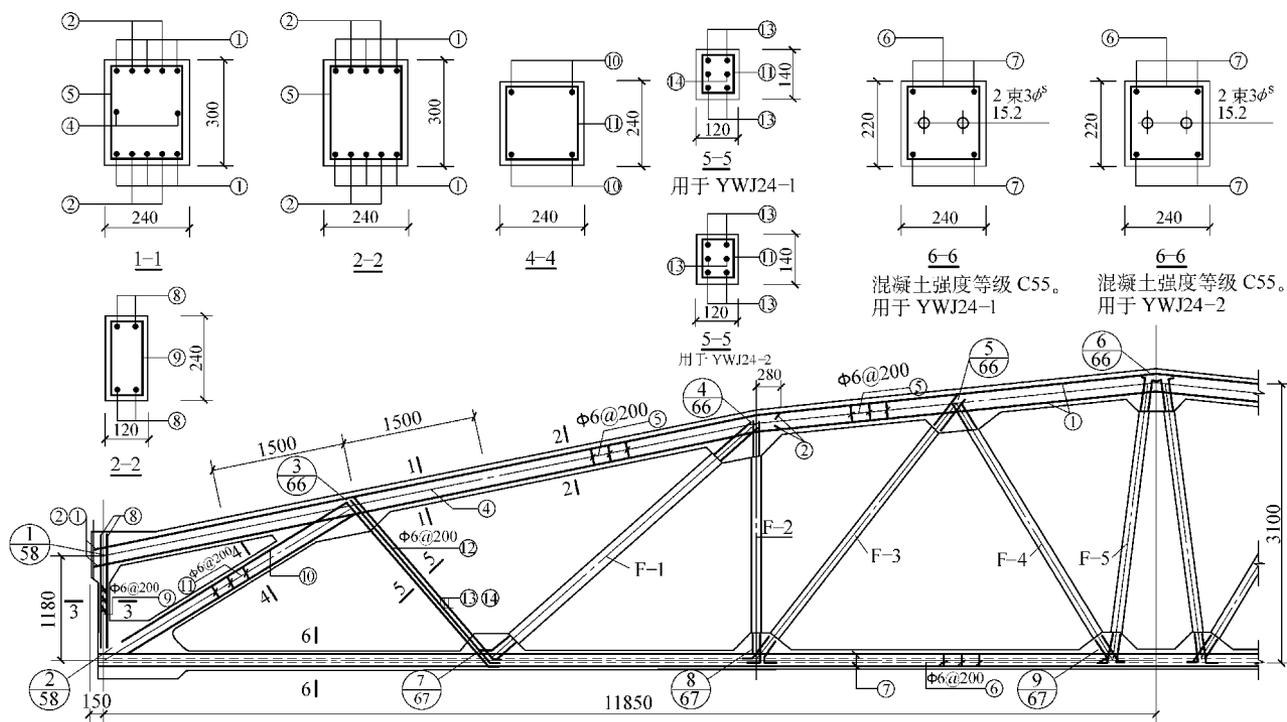


图 1-24 24m 跨屋架配筋图

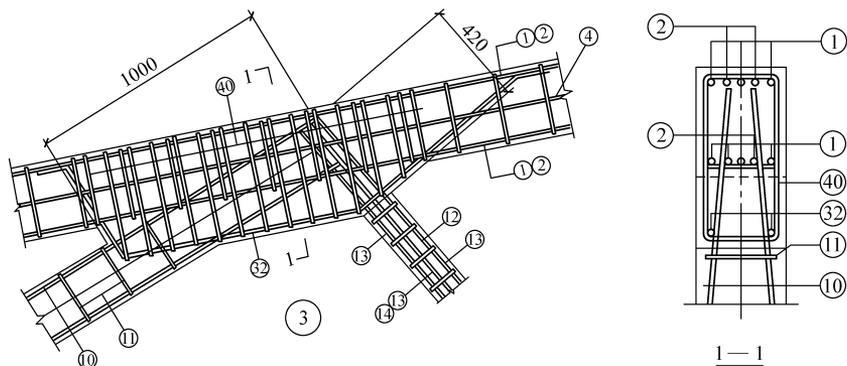


图 1-25 3/66 节点详图

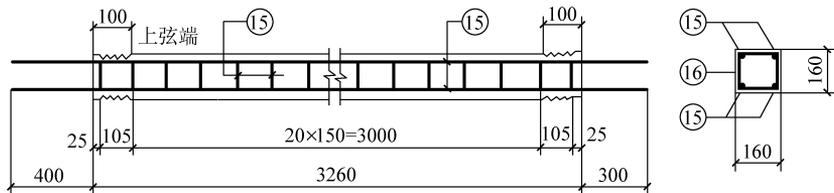


图 1-26 F-1 的构造详图

第五节 钢筋混凝土牛腿柱

钢筋混凝土牛腿柱是单层工业厂房排架结构的主要承重构件之一。在工程设计中，可以直接根据国家建筑标准设计图集《单层工业厂房钢筋混凝土柱 05G335》选配。

一、图集的选用说明

1. 适用条件

1) 根据《05G335》的说明，柱子的设计使用年限为 50 年，安全等级为二级，重要性系数为 1.0。

2) 柱子的使用环境类别：一类、二类（对处于严寒或寒冷环境中的柱应采取防护措施）。

3) 适用范围

① 非地震区、抗震设防烈度为 6、7 度的各类场地及 8 度的 I ~ III 类场地的地区。

② 厂房柱距为 6m，厂房跨度一般为 12m、15m、18m、24m；柱顶标高为



5.4 ~ 13.2m。

③ 厂房形式。单跨、等高双跨及等高多跨，厂房的跨度可在12 ~ 24m 范围内任意组合。

④ 吊车类型、起重量及工作级别。电动单梁起重机的起重量为1 ~ 3t；一般用途的单钩及双钩桥式起重机的起重量为5t、10t、16t、20t、32t。吊车的工作级别为A3（轻级）、A4、A5（中级）、A6（重级）。跨度不大于24m的无吊车厂房可设有一台1 ~ 3t的电动葫芦或电动单梁悬挂起重机。

4) 围护结构为自承重外贴砌砖墙。

5) 遇有下列情况时，选用者应根据具体情况采取相应措施后方可使用：

① 处于侵蚀性介质的环境，柱子表面温度高于100℃，或有生产热源且柱子表面温度经常高于60℃的厂房。

② 设有柔性下弦拉杆的屋架，对排架产生跨变影响的厂房。

③ 大面积堆料或有较大振动设备对柱不利的厂房。

④ 修建在湿陷性黄土、冻土、膨胀土地区等特殊地基上的厂房。

2. 材料强度等级及要求

(1) 混凝土强度等级 矩形截面柱为C25，工字形截面柱为C30。

(2) 钢筋 纵向受力钢筋（包括牛腿受力筋）采用RRB400；纵向构造钢筋采用HRB335；箍筋采用HPB235、Q235；吊环采用未经冷拉的HPB235或Q235，严禁使用冷加工钢筋。

(3) 钢板、型钢 一般采用Q235-B。

(4) 预埋件锚筋 一般采用HRB335。

(5) 螺栓 一般采用Q235钢。

(6) 焊条 一般采用E4303型。

3. 荷载计算

(1) 屋面荷载 屋面荷载设计值为3.5 ~ 6.0kN/m²，此值包括屋面板、屋盖支撑等屋面荷载及全部屋面活载，但不含屋架（屋面梁）、天窗架自重及悬挂吊车荷载。

(2) 基本风压 基本风压的范围为0.3 ~ 0.9kN/m²。

(3) 吊车荷载 吊车最大轮压值、轮距、桥架宽度等参数可由吊车生产厂家的吊车起重机技术规格查得。计算竖向荷载时，单跨排架按两台吊车，多跨排架按不多于四台，每跨不多于两台计算；计算水平荷载时，单跨及多跨排架均按两台吊车计算；对于多跨排架两台吊车可作用在同一跨内也可以在相邻两跨内各有一台。

4. 构造要求

(1) 定位轴线

1) 在伸缩缝、防震缝及山墙处柱中心线与横向定位轴线的距离为600mm，



其余柱的中心线均与横向定位轴线重合。

2) 柱外缘与纵向定位轴线重合；当吊车起重量为 32t 时，边柱外缘与纵向定位轴线间增加联系尺寸 150mm。

3) 中柱中心线与纵向定位轴线重合。

(2) 柱插入基础杯口的深度

1) 矩形截面柱且下柱纵筋直径小于或等于 25mm，非地震区为 700mm，地震区为 800mm。

2) 400mm × 800mm 的工形截面柱非地震区为 800mm，地震区为 900mm。

3) 400mm × 1000mm 的工形截面柱非地震区为 900mm，地震区为 900mm。

(3) 基础杯口顶面标高 一律为 -0.500mm。

(4) 混凝土保护层厚度 纵向受力钢筋为 30mm；箍筋及构造钢筋不小于 15mm。

(5) 柱的最小配筋率及最大配筋率（按构件全截面计算） 当采用 HRB335 级钢筋时，柱的全部纵筋的最小配筋率为 0.6%；采用 HRB400 级钢筋时为 0.5%。

柱的全部纵向受力钢筋的最大配筋率取 3.0%。

符合以上配筋率要求的纵向受力筋直径，矩形截面柱应在 16 ~ 25mm 间选取，工字形截面柱应在 16 ~ 28mm 间选取。

(6) 箍筋 按 HPB235 给出， $\phi 6\text{mm}$ 可用牌号为 Q235 的 $\phi 6.5\text{mm}$ 代替，也可用冷轧带肋钢筋 RRB550 等面积代换。

在箍筋加密区按模板及配筋图中的标注，在非加密区，当纵筋直径为 16mm、18mm 时，箍筋直径及间距取 $\phi 6@200$ ；当纵筋直径为 20mm、22mm 时，取 $\phi 6@300$ ；当纵筋直径为 25mm、28mm 时，取 $\phi 8@300$ 。

5. 柱的编号说明

柱的编号由柱代号、抗震设防烈度、柱的模板号以及上下柱的配筋型号组成。各部分的含义如图 1-27 所示。

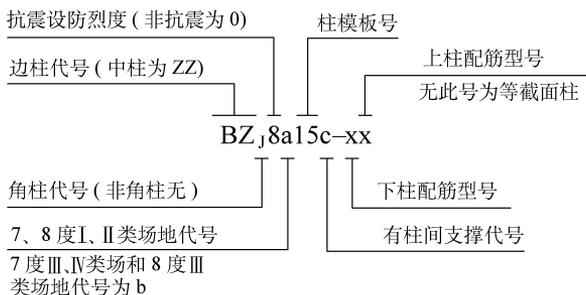


图 1-27 柱的编号说明



BZ 表示边柱，ZZ 表示中柱，若为角柱，加脚注“J”。

抗震设防烈度下若不带脚标 a、b，表示已隐含，6 度设防时不分 a、b。

柱的模板号见图集第 8~11 页，表 1-13 和表 1-14 摘录了其中的一部分。

下柱配筋型号用数字 1、2、3…表示，上柱配筋型号用字母 A、B、C…表示。等截面柱则无上柱配筋型号，柱的纵向受力筋参见表 1-12。表中给出的是 HRB400 级钢筋，也可采用 HRB335 级钢筋，由设计人员根据具体计算确定。

表 1-12 柱的配筋型号及配筋

等断面柱或 下柱配筋型号	钢 筋 号		上柱配筋型号	钢 筋 号	
	1	2		3	4
1	4 Φ 16	—	A	4 Φ 16	—
2	4 Φ 20	—	B	4 Φ 20	—
3	4 Φ 16	4 Φ 16	C	4 Φ 16	4 Φ 16
4	4 Φ 20	4 Φ 18	D	4 Φ 20	4 Φ 18
5	4 Φ 22	4 Φ 22	E	4 Φ 22	4 Φ 22
6	4 Φ 20	8 Φ 20	F	4 Φ 20	8 Φ 20
7	4 Φ 25	8 Φ 20	G	4 Φ 25	8 Φ 20
8	4 Φ 25	8 Φ 22	H	4 Φ 25	8 Φ 22
9	4 Φ 28	8 Φ 22	J	4 Φ 28	8 Φ 22
10	4 Φ 25	8 Φ 25			
11	4 Φ 25	8 Φ 25			

二、柱的选用方法

1. 选用步骤

1) 根据吊车类型、起重量、基本尺寸、轨顶标高和所选用的吊车梁高度，可求得吊车梁顶标高、牛腿标高、上柱高及柱顶标高，按中、边柱类别查柱模板选用表确定柱模板型号。

2) 根据厂房的平面布置组合成平面排架。

3) 确定作用在排架上的屋面荷载、风载，按照不同场地类别的地震作用进行排架内力分析，选用控制截面的最不利内力组合做配筋计算。使纵向受力筋的配筋率符合前面的规定。

4) 根据上、下柱截面计算所需的钢筋面积，进行配筋（包括纵筋、箍筋），选取上、下柱配筋型号，与模板号结合后即可确定柱子的编号。



2. 选用示例

例1 已知单跨厂房跨度为18m，吊车起重量为16t，选用大连重工DQQD型A6级吊钩起重机，轨顶标高 $\geq 9.500\text{m}$ ，选用的吊车梁高度为1200mm，轨顶所需吊车净空高度为2487mm，有天窗，屋面荷载设计值为 6.0kN/m^2 ，基本风压值为 0.7kN/m^2 ，抗震设防烈度为7度，场地类别Ⅲ类，外墙厚370mm，厂房两端均设置山墙；采用混凝土强度等级为C30，受力纵筋HRB400级，试确定柱子编号（模板号及配筋型号）。

解 根据上述条件，先求出牛腿标高

$$\begin{aligned} \text{牛腿标高} &= \text{轨顶标高 } 9.500 - \text{轨道高度} - \text{吊车梁高度 } 1.200 \\ &= 8.300 - \text{轨道高度，取牛腿标高 } 8.100； \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{柱顶标高} &= \text{轨顶标高 } 9.500 + \text{轨顶所需吊车净空高度 } 2.487 \\ &= 11.987，取 12.000； \end{aligned}$$

查表1-13，选用柱顶标高12.000m，吊车梁顶标高9.300m，牛腿标高8.100m，上柱高3900mm，柱模板号为BZ7b31。

假定经排架分析后得出柱截面配筋所需面积：

下柱单侧为 2410mm^2 ，上柱单侧为 1370mm^2 。

由表1-12选取柱配筋型号8E，

此型号下柱单侧配筋： $2\Phi 25 + 4\Phi 22$ ($A_s = 2502\text{mm}^2$)，

上柱单侧配筋： $4\Phi 22$ ($A_s = 1520\text{mm}^2$)，

柱子编号为BZ7b31-8E。

表 1-13 边柱模板选用表（部分）

吊车起重量/t	柱顶标高/m	牛腿标高/m	吊车顶标高/m	上柱高/mm	边柱模板尺寸				混凝土强度等级
					模板号	上柱截面	下柱截面	柱形	
5	8.10	4.80	5.70	3300	15	$\square 400\text{mm} \times 400\text{mm}$	$\square 400\text{mm} \times 600\text{mm}$		C25
	8.70	5.40	6.30	3300	16				
	9.30	6.00	6.90	3300	17				
10	9.00	5.40	6.30	3600	21	$\square 400\text{mm} \times 400\text{mm}$	$\Gamma 400\text{mm} \times 800\text{mm}$		C30
	9.60	6.00	6.90	3600	22				
	10.20	6.60	7.50	3600	23				
	10.80	7.20	8.10	3600	24				
	11.40	7.80	8.70	3600	25				
	12.00	8.40	9.30	3600	26				
	12.60	9.00	9.90	3600	27				



(续)

吊车起重量/t	柱顶标高/m	牛腿标高/m	吊车顶标高/m	上柱高/mm	边柱模板尺寸				混凝土强度等级
					模板号	上柱截面	下柱截面	柱形	
16 20	10.20	6.30	7.50	3900	28 * 2	□400mm × 400mm	工 400mm × 800mm		C30
	10.80	6.90	8.10	3900	29 * 2				
	11.40	7.50	8.70	3900	30 * 2				
	12.00	8.10	9.30	3900	31 * 2				
	12.60	8.70	9.90	3900	32 * 2				
	13.20	9.30	10.50	3900	33 * 2				
32	11.40	7.20	8.40	4200	34	□400mm × 500mm	工 400mm × 1000mm		C30
	12.00	7.80	9.00	4200	35				
	12.60	8.40	9.60	4200	36				
	13.20	9.00	10.20	4200	37				

例 2 已知双跨等高厂房，跨度 24m + 24m，吊车起重量 20t + 20t，选用大连重工 DQQD 型 A5 级吊钩起重机，轨顶标高 $\geq 10.1\text{m}$ ，选用的吊车梁高度 1200mm，轨顶所需吊车净空高度 2489mm，有天窗，屋面荷载设计值为 4.5kN/m^2 ，基本风压值为 0.5kN/m^2 ，抗震设防烈度为 8 度，场地类别 III 类，外墙厚 370mm，厂房两端均设置山墙；采用混凝土强度等级 C30，受力纵筋 HRB400 级，试确定柱子编号（模板号及配筋型号）。

解 根据上述条件，求得牛腿标高 8.70m，上柱高 3900mm，柱顶标高 12.60m，查模板选用表 1-14 得：

边柱模板号为 BZ8b32，中柱模板号为 ZZ8b32。

1) 假定经排架分析后得出柱截面配筋所需面积：

① 边柱下柱单侧为 2350mm^2 ，上柱单侧为 1600mm^2 。

② 中柱下柱单侧为 1740mm^2 ，上柱单侧为 1100mm^2 。

2) 按以上所需钢筋面积由表 1-12 选取柱配筋型号：边柱为 8F，中柱为 6D：

① 边柱下柱截面单侧配筋：2 $\Phi 25$ + 4 $\Phi 22$ ($A_s = 2502\text{mm}^2$)。

② 边柱上柱截面单侧配筋：6 $\Phi 20$ ($A_s = 1884\text{mm}^2$)。

③ 中柱下柱截面单侧配筋：6 $\Phi 20$ ($A_s = 1884\text{mm}^2$)。

④ 中柱上柱截面单侧配筋：2 $\Phi 20$ + 2 $\Phi 18$ ($A_s = 1136\text{mm}^2$)。

⑤ 边柱编号为 BZ8b32-8F。

⑥ 中柱编号为：ZZ8b32-6D。

表 1-14 双跨排架柱模板选用表(部分)

吊车起重量/t	柱顶标高 /m	牛腿标高 /m	吊车梁顶 标高/m	上柱高 /mm	边 柱			中 柱			混凝土 强度等级		
					模板号	上柱截面	下柱截面	柱形	模板号	上柱截面		下柱截面	柱形
16 + 16	10.20	6.30	7.50	3900	28	□400mm × 400mm	┌ 400mm × 800mm		28	□400mm × 600mm	┌ 400mm × 800mm		C30
	10.80	6.90	8.10	3900					29				
	11.40	7.50	8.70	3900					30				
	12.00	8.10	9.30	3900					31				
	12.60	8.70	9.90	3900					32				
	13.20	9.30	10.50	3900					33				
20 + 20	10.20	6.30	7.50	3900	28	□400mm × 400mm	┌ 400mm × 800mm		28	□400mm × 600mm	┌ 400mm × 800mm		C30
	10.80	6.90	8.10	3900					29				
	11.40	7.50	8.70	3900					30				
	12.00	8.10	9.30	3900					31				
	12.60	8.70	9.90	3900					32				
	13.20	9.30	10.50	3900					33				
16 + 32	11.40	7.20	8.40	4200	34	□400mm × 500mm	┌ 400mm × 1000mm		34	□400mm × 600mm	┌ 400mm × 800mm		C30
	12.00	7.80	9.00	4200					35				
	12.60	8.40	9.60	4200					36				
	13.20	9.00	10.20	4200					37				
20 + 32	11.40	7.20	8.40	4200	34	□400mm × 500mm	┌ 400mm × 1000mm		34	□400mm × 600mm	┌ 400mm × 800mm		C30
	12.00	7.80	9.00	4200					35				
	12.60	8.40	9.60	4200					36				
	13.20	9.00	10.20	4200					37				





三、模板图与配筋图

图集《05G335》提供了非抗震和6~8度抗震设防的各种不同高度的边柱与中柱的模板图与配筋图，根据柱的编号即可直接查找到。

以例1中的BZ7b31-8E为例，根据目录可以查找到该柱的模板图与配筋图在图集的32页，配筋断面图在图集的34页。

1. 模板图

模板图如图1-28所示，从图中可以看到，改图用于6~8度的抗震设防，场地类型代号为a、b，柱的模板号为28~33。图名中的场地类型代号已经省略标注。BZ7b31-8E为7度设防，Ⅲ类场地（场地类型代号为b），柱的模板号为

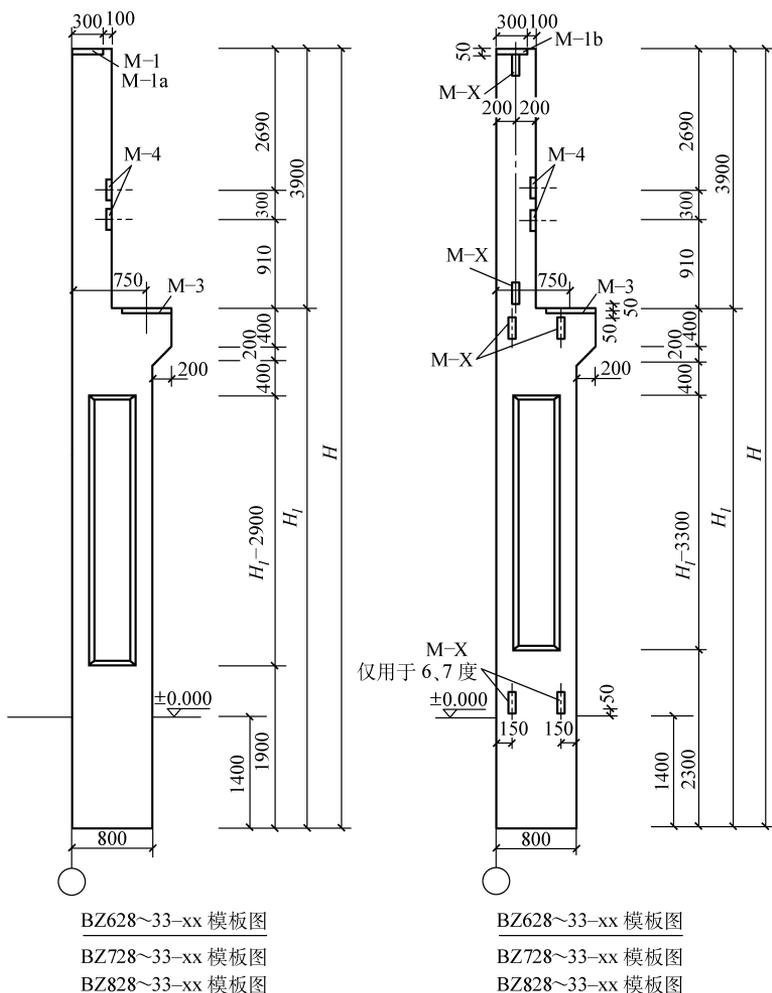


图 1-28 边柱模板图



31, 其模板图如图 1-28 所示。

图 1-28 中, 右图为设有柱间支撑的柱模板图, 图名中加有脚注“c”, 以示区别。

从表 1-14 中可知, 柱 BZ7b31 的柱顶标高为 12.00m, 吊车梁顶标高 9.30m, 牛腿标高 8.10m, 上柱高 3900mm。上柱断面为 400mm × 400mm, 矩形; 下柱断面为 400mm × 800mm, 共字形。在 ±0.000 以下的柱长 1400mm, 所以该柱的总长为 $H = (12.00 + 1.40) \text{ m} = 13.40 \text{ m}$, 下柱长度为 $H_1 = (13.40 - 3.90) \text{ m} = 9.50 \text{ m}$, H 和 H_1 从图集中也可以查到。

图中详细标明了各种预埋件的编号和具体位置、牛腿的尺寸以及下柱共字形的起始位置。

需要注意的是, 对有柱间支撑的柱 (右图), 不仅多了 6 块预埋件 M-X, 用于安装柱间支撑, 柱顶的预埋件 M-1 也不同。预埋件 M-X 详见柱间支撑图集 G336, 其余预埋件见图集《05G335》的 68 ~ 69 页。另外, 有柱间支撑的柱, 其共字形的下端起始位置在 0.900m 标高处, 而一般柱在 0.500m 标高处。

2. 配筋图

配筋图如图 1-29 所示, 在图 1-29 中, 左图为与图 1-28 所示模板图对应的配筋图, 右图为有柱间支撑时另外布置的附加构造钢筋。

左图中标有 1-1 ~ 4-4 四个断面剖切符号, 其对应的断面图如图 1-30 所示。

图集 34 页给出了 3 个 1-1 断面、2 个 2-2 断面、1 个 3-3 断面和 4 个 4-4 断面。对照表 1-12 可知, BZ7b31-8E 配有 4 根④筋和 8 根②筋。据此可以查出与 BZ7b31-8E 匹配的 4 个断面:

1-1 与配有 4 根④筋的断面对应; 2-2 与用于 6、7、8 度抗震区的断面对应; 3-3 只有 1 个; 4-4 与配有 8 根②筋和 4 根⑨筋 (用于 6、7、8 度抗震区) 的断面对应。

对照图 1-29 的左图和图 1-30 可以分别查找到所有纵筋和箍筋的配置情况:

- 1) ①纵筋每侧 2 根、②纵筋每侧 4 根, 用于下柱。
- 2) ③纵筋每侧 2 根、④纵筋每侧 2 根, 用于上柱; ③纵筋位于上柱四角, 插入下柱的长度除了满足锚固长度的要求外, 尚不应小于 950mm, 当锚固长度超多 950mm 时, 可弯折 $12d$ 后在切断。
- 3) ⑤筋 4 根, 为牛腿构造筋。
- 4) ⑥箍筋用于牛腿面以下 1000mm 范围, 为 $\Phi 8@100$ (查图 1-31 箍筋表第 3 行)。
- 5) ⑦筋为 $2 \Phi 10$ 用于下柱腹部, 为工字形柱的腹板侧向构造钢筋。
- 6) ⑧纵筋每侧 2 根, 用于工字形部分的翼缘, 为架立筋。

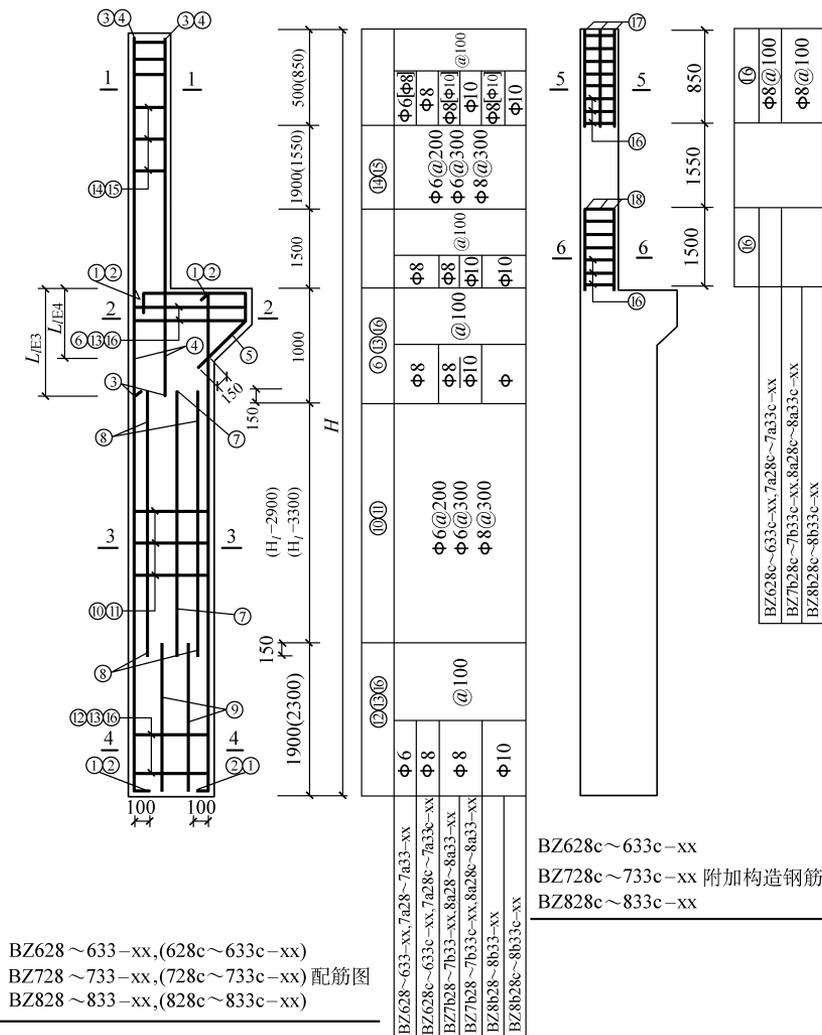


图 1-29 边柱配筋图

- 7) ⑨纵筋为 $4\Phi 16$ ，用于柱的下端。
- 8) ⑩和⑪箍筋用于工字形部分，此处为非加密区，由于柱的纵筋为 $2\Phi 25 + 4\Phi 22$ ，所以，箍筋应为 $\Phi 8@300$ （参见本节一、4.（6））。
- 9) ⑫箍筋用于柱的下端，为 $\Phi 8@100$ 。
- 10) ⑬箍筋用于牛腿面以下 1000mm 范围，为 $\Phi 8@100$ （与⑥筋组成复合箍筋）。
- 11) ⑭、⑮箍筋用于上柱，加密区为 $\Phi 8@100$ ，非加密区为 $\Phi 8@300$ 。
- 12) ⑯筋为 $\Phi 8$ 拉结筋。

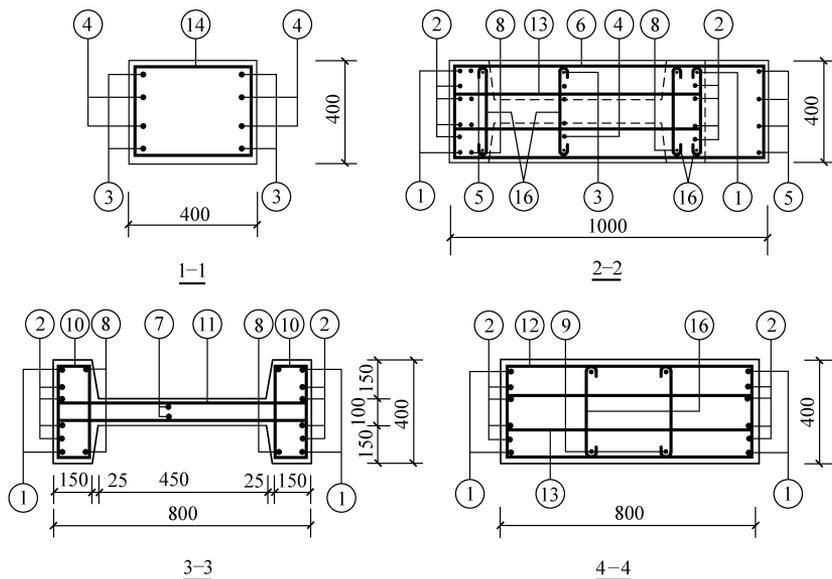


图 1-30 边柱配筋断面图

第六节 烟囱

一、烟囱的类型及适用范围

按照烟囱筒壁材料的不同，烟囱可以分为砖烟囱、钢筋混凝土烟囱和钢烟囱三种。

砖烟囱可以分为环箍砖烟囱、环筋砖烟囱和纵环筋砖烟囱。砖烟囱的高度 $\leq 60\text{m}$ 。环箍砖烟囱和环筋砖烟囱主要用于非抗震区，对抗震设防烈度为 6、7、8 度，场地类别为 I、II、III（不含 8 度）时，只能采用同时配有纵筋和环筋的纵环筋砖烟囱。

钢筋混凝土烟囱可以分为单筒烟囱、套筒烟囱和多管烟囱。

单筒式混凝土烟囱的高度 $\geq 60\text{m}$ ，适用于抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下，场地类别为 III、IV 类的地区或 I、II 类场地的 9 度及 9 度以下地区。本节主要介绍这种烟囱。

套筒式及多管式钢筋混凝土烟囱一般用于火力发电厂的高大烟囱，烟囱排放的烟气具有较强的腐蚀性。钢筋混凝土承重外筒内设有 1~4 个排烟内衬（分为砖砌和钢内衬）。多管式还用于有多台烟气发生炉排烟的情况。



钢烟囱可以分为拉索式钢烟囱、自立式钢烟囱和多管式钢烟囱。钢烟囱则不受烟囱高度和抗震设防的条件限制。细而高的烟囱采用拉索式，低矮的采用自立式，高大的采用塔架式（多管式）。

二、单筒式钢筋混凝土烟囱

单筒式钢筋混凝土烟囱可直接套用国家建筑标准设计图集《钢筋混凝土烟囱》(05G212)。

1. 烟囱适用范围

- 1) 烟囱的高度为 60m、80m 和 100m 三种。
- 2) 设计使用年限为 50 年，安全等级为二级。
- 3) 烟气入口最高温度 400℃，大气极端最低温度为 -40℃；大气极端最高温度为 40℃。
- 4) 适用于基本风压为 0.35kN/mm²、0.55kN/mm²、0.75kN/mm²，地面粗糙度类别为 B 类的地区。

5) 适用于非抗震地区或抗震设防烈度为 6 度、7 度 (0.1g、0.15g)、8 度 (0.2g、0.3g) 的 I、II、III 类场地。

6) 地基承载力特征值（未进行深度与宽度修正）按 150kPa、200kPa、250kPa 考虑，按修正系数 $\eta_b = 0.3$ 、 $\eta_d = 1.5$ 修正。当建筑场地的情况不满足上述要求时，由设计人员自行确定地基承载力特征值，并根据基础内力组合自行调整基础尺寸和配筋。

图集集中的基础设计未进行软弱下卧层地基承载力验算，实际工程中如果存在软弱下卧层应进行软弱下卧层承载力计算。

7) 本图集砌筑类内衬适用于烟气腐蚀等级不超过中等腐蚀的烟囱，当为强腐蚀烟气时，宜采用套筒式烟囱，也可采用本图集防水型耐酸、耐热轻质隔热浇注料整体浇注内衬。

2. 烟囱编号及选用方法

(1) 烟囱编号 烟囱的编号形式为 YC80/1.7-0.35-X-150-Y。YC80-YC 是烟囱的代号，80 为烟囱高度，有 60m、80m、100m 三种；1.7 表示烟囱上口内径（见表 1-15）为 1.7m；0.35 表示基本风压为 0.35kN/mm²；X 表示与地震设防烈度和场地类别有关的抗震代号，X=1、2、3、4，按表 1-17 采用；150 表示地基承载力特征值（150kPa）；Y 表示内衬与隔热层材料选用代号，按表 1-18 采用，Y=a~f。

烟道入口数量（一个或两个）不计入烟囱编号，其尺寸见表 1-16。入口处筒壁配筋，均由洞口处配筋详图所示。



表 1-15 烟囱出口内径系列表

烟囱高度/m	烟囱出口内径/m					
60	1.4	1.7	2.0	2.5	—	
80	—	1.7	2.0	2.5	3.0	—
100	—	—	2.0	2.5	3.0	3.5

表 1-16 烟道口净尺寸[(宽/m) × (高/m)]

烟囱高度/m	烟道口个数	烟囱出口内径/m					
		1.4	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5
60	1	1.0×2.4	1.2×3.1	1.4×3.8	1.7×4.8	—	—
80	1	—	1.2×3.1	1.4×3.8	1.7×4.8	—	—
	2	—	0.9×1.9	1.0×2.4	1.2×3.1	1.5×4.0	—
100	2	—	—	1.0×2.4	1.2×3.1	1.5×4.0	1.7×4.8

表 1-17 与地震设防烈度和场地类别有关的抗震代号 X

地震烈度与 场地类别	≤6度	7度 (0.1g)	7度 (0.15g)		8度 (0.20g)		8度 (0.30g)	
	I~III	I~III	I、II	III	I、II	III	I、II	III
选用代号 X	1	1	1	2	2	3	3	4

(2) 筒壁型号 每种出口内径的烟囱均有 4 种筒壁配筋图，筒壁型号为 TB80/1.4-1。TB 表示筒壁代号；80 表示烟囱高度 80m；1.4 表示烟囱上口内径 1.4m；1 表示相同模板尺寸的筒壁配筋系列编号，共分为 4 级（1~4）。

(3) 基础型号 每种出口内径的烟囱均有 18 种基础尺寸及配筋，根据不同风荷载、地震作用及地基承载力选用，基础型号为 J80/1.7-1。J 表示基础代号；80 表示烟囱高度 80m；1.7 表示烟囱上口内径 1.7m；1 表示基础配筋系列编号（1~18）。

例 3 已知烟囱高度 80m，出口内径 1.7m，基本风压 0.75kN/m^2 ，地面粗糙度类别为 B 类。抗震设防烈度 8 度（水平地震设计基本加速度为 $0.3g$ ），设计地震分组为第二组。建筑场地类别为 III 类，地基承载力特征值为 150kPa ，基础埋深为 3m。烟气温度为 100°C ，烟气腐蚀等级为弱腐蚀。烟囱选用步骤如下：

1) 根据抗震设防烈度 8 度（水平地震设计基本加速度为 $0.3g$ ），设计地震分组为第二组。建筑场地类别为 III 类。查表 1-17，与抗震设防烈度和场地类别



有关的抗震代号 $X=4$ 。

2) 根据烟气温度为 100°C ，烟气腐蚀等级为弱腐蚀，查表 1-19，内衬与隔热材料选用代号为 $Y=d$ 。

3) 根据烟囱编号规则，此烟囱编号为 YC80/1.7-0.75-4-150-d。

4) 根据烟囱编号“YC80/1.7-0.75-4-150-d”查图集“80m 烟囱筒壁及基础选用表”可以得到对应的筒壁及基础型号分别为 TB80/1.7-4 和 J80/1.7-16。

3. 材料要求

(1) 混凝土等级 筒壁混凝土等级按以下规定选用：烟囱高度为 60m 时采用 C25，高度为 80m、100m 时采用 C30。排放弱腐蚀性、中等腐蚀及强腐蚀烟气时应分别采用 C30、C35、C40。基础采用 C25。垫层及散水采用 C15。

(2) 混凝土品种及相关要求 宜采用普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配置；水灰比不宜大于 0.5；水泥用量不应超过 $450\text{kg}/\text{m}^3$ ，也不应低于 $250\text{kg}/\text{m}^3$ (C25) 或 $275\text{kg}/\text{m}^3$ (C30)，烟气腐蚀性等级为弱腐蚀及以上时，最小水泥用量不应低于 $300\text{kg}/\text{m}^3$ ；环境类别为二 a、二 b 和三类时，混凝土最大氯离子的质量分数分别不大于 0.3%、0.2% 和 0.1%；最大碱含量不大于 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(3) 钢筋 HRB335 级钢筋用 Φ 表示， $f_y=300\text{N}/\text{mm}^2$ ，应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分 热轧带肋钢筋》GB 1499.2—2007 的要求。HPB235 级钢筋用 ϕ 表示， $f_y=210\text{N}/\text{mm}^2$ ，应符合现行国家标准《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》GB 1499.1—2008 的要求。钢筋焊接接头的焊条采用 E43 × × 型 (HPB235 级钢筋) 和 E50 × × 型 (HRB335 级钢筋)

(4) 钢材及焊条 梯子、平台及附件采用 Q235-B，其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700—2006 的要求；焊条采用 E4300 ~ E4313 型焊条，应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117—2012 的要求。避雷针及针尖材料采用不锈钢，牌号为 0Cr18Ni9Ti，不锈钢焊条为 E0-19-10Nb-16。

(5) 内衬及隔热层 按表 1-18 选用，材料性能应符合表 1-19 的要求。

表 1-18 内衬、隔热层材料选用表

温度/ $^{\circ}\text{C}$	烟气腐蚀等级	内衬材料	隔热层材料	筒壁内表面防腐隔离层要求	选用代号 Y
$250 < T \leq 400$	无腐蚀	烧结普通粘土砖 M5 混合砂浆砌筑	岩棉或矿渣棉	—	q
$150 < T \leq 250$	无腐蚀	烧结普通粘土砖 M5 混合砂浆砌筑	水泥珍珠岩制品	—	b



(续)

温度/℃	烟气腐蚀等级	内衬材料	隔热层材料	筒壁内表面防腐隔离层要求	选用代号 Y
T≤150	无腐蚀	烧结普通粘土砖 M5 混合砂浆砌筑	憎水性水泥珍珠岩制品	—	c
	弱腐蚀	粘土质耐火砖、耐酸砂浆或耐酸胶泥砌筑	憎水性水泥珍珠岩制品	涂 OM 耐酸防腐涂料	d
	中等腐蚀	耐火砖、耐酸砂浆或耐酸胶泥砌筑	憎水性水泥珍珠岩制品	涂 OM 耐酸防腐隔离层（一布两涂）	e
	强腐蚀	耐酸耐热轻质隔热浇注料		涂 OM 耐酸防腐隔离层（一布两涂）	f

注：OM 耐酸防腐涂料涂层厚度不小于 200μm，防腐隔离层采用一布两涂时，其总厚度不应小于 1.5mm。

表 1-19 内衬及隔热层材料性能

材料种类	最低强度等级	重力密度/ (kN/m ³)	导热系数
烧结普通黏土砖	MU10	≤18	≤0.81 + 0.0006T
黏土质耐火砖	MU10	≤19	≤0.93 + 0.0006T
耐酸砖	MU10	≤19	≤0.90
耐酸胶泥或耐酸砂浆	M10	≤20	—
防水型耐酸耐热轻质隔热浇注料	C10	12 < , ≤16	≤0.65
水泥珍珠岩制品	—	≤3.5	≤0.16 + 0.0001T
岩棉	—	≤2.0	≤0.05 + 0.0002T
矿渣棉	—	≤1.5	≤0.044 + 0.0002T

注：1. 表中 T 为材料受热温度。

- 耐酸砖、耐酸胶泥或耐酸砂浆，其耐酸性应满足常温下在质量分数为 5% ~ 40% 的硫酸中浸泡 28d 后强度降低幅度不降低，自然吸水率不大于 4%，耐酸胶泥（砂浆）与耐酸砖粘结强度大于 1.0MPa。
- 防水型耐酸耐热轻质隔热浇注料内衬，其性能尚应满足本图集选用指南规定。

4. 钢构件防腐要求

钢平台、钢梯等外露的金属表面均应经 Sa2 + $\frac{1}{2}$ 级除锈后刷厚浆型氯化橡胶涂料（铁红环氧脂底漆 1 遍，氯化橡胶〈厚浆型〉2 遍，涂层总厚度大于 170μm）；制作完成的钢平台、钢梯部件及安装零件均进行热镀锌防腐，构件间的焊接工艺



应在镀锌前完成；外露钢构件表面也涂刷 OM 耐酸防腐涂料（一底两面），颜色自定。

5. 烟囱模板图

以例 3 中的 TB80/1.7-0.75-4-150-d 型单筒式钢筋混凝土烟囱为例，其筒壁模板图如图 1-31 所示。

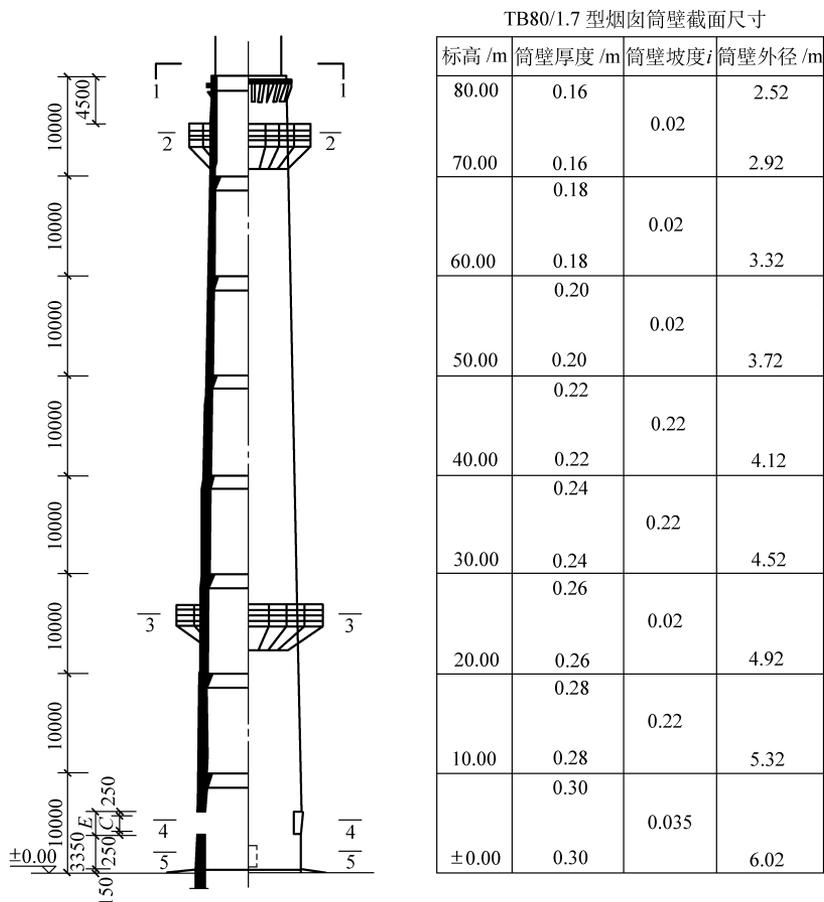


图 1-31 80m 烟囱筒壁模板图

从图 1-31 中可以看出，烟囱的高度 80m，分为 8 节，每节 10m 高，筒壁的纵向坡度除最下面一节为 3.5% 外，其余部分均为 2%。筒壁的厚度从 0.16m 逐渐增加到 0.30m，筒壁的外径也从 2.52m 逐渐增加到 6.02m。

烟气口的细部尺寸及其他细部构造参见图集第 48 页。

6. 烟囱配筋图

以例 3 中的 YC80/1.7-0.75-4-150-d 型单筒式钢筋混凝土烟囱为例。

(1) 筒壁配筋图 80m 烟囱的筒壁配筋图如图 1-32 所示。相应的断面图如



图 1-33 和图 1-34 所示。

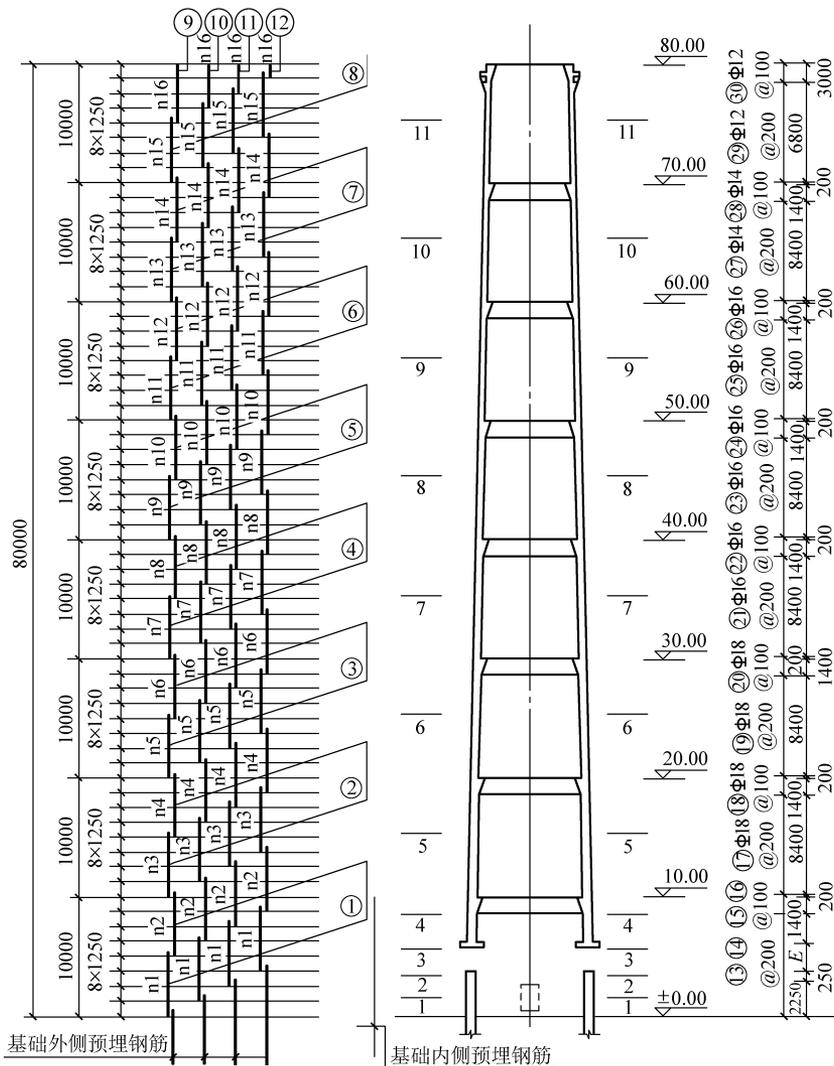


图 1-32 80m 烟囱筒壁配筋图

从图中可以看出，筒壁配筋由纵筋和环向箍筋组成。

最下面一节配有内外双层（见图 1-34）纵筋，其余各节仅在外侧配置。由于每节的长度为 10m，纵筋在每节的中部进行搭接。从下往上纵筋的编号依次为 ①~⑧，最上面的 4 根编号为 ⑨~⑫。最下面的纵筋与基础内的预埋纵筋进行搭接。

①~⑨纵筋均为直筋，其直径、长度、根数见表 1-20。

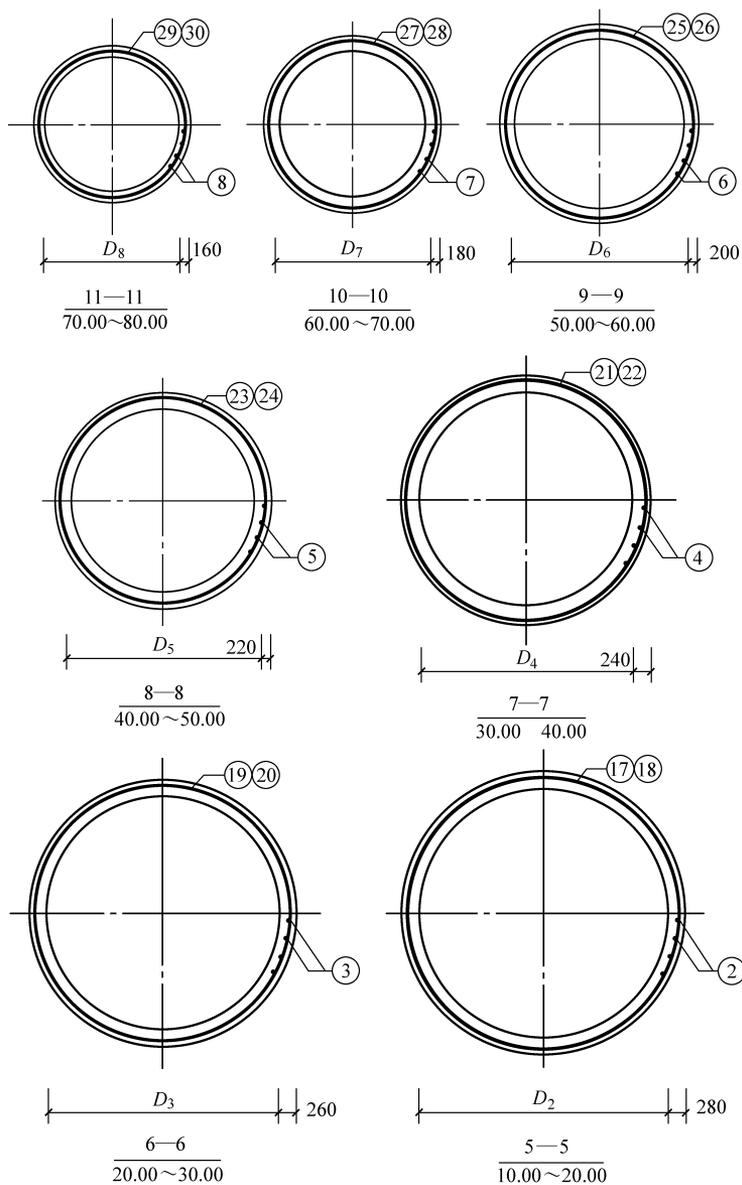


图 1-33 80m 烟囱筒壁配筋断面图 (5-5 ~ 11-11)

图 1-32 中详细标注了箍筋的分布情况。除最上面一节加密区的范围为 3.00m 外,其余各节均在顶部 1.40m 范围内加密,加密区的箍筋间距为 100mm,非加密区则为 200mm。箍筋的直径自上而下逐渐加粗,从 12mm 到 18mm。

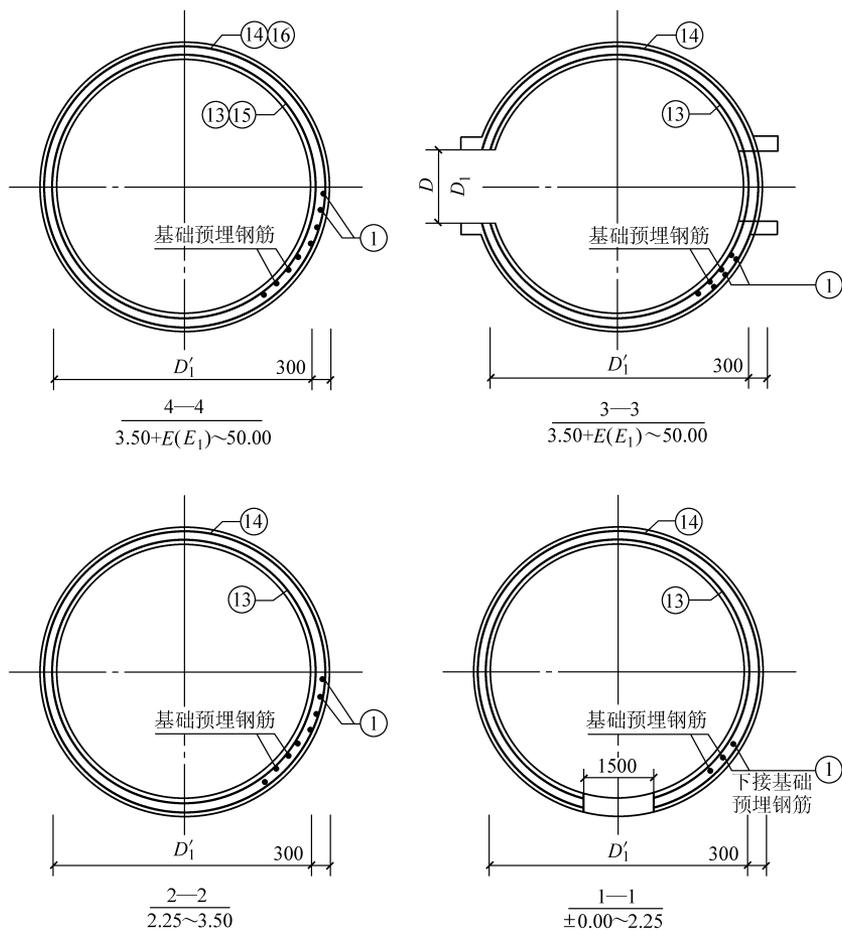


图 1-34 80m 烟囱筒壁配筋断面图 (1-1 ~ 4-4)

表 1-20 TB80/1.7-4 筒壁纵筋统计表

编号	直径/mm	长度/mm	根数	编号	直径/mm	长度/mm	根数
1	$\phi 25$	6130	200	7	$\phi 18$	5810	120
2	$\phi 20$	5900	176	8	$\phi 14$	5630	60
3	$\phi 20$	5900	176	9	$\phi 14$	5000	14
4	$\phi 20$	5900	160	10	$\phi 14$	3750	14
5	$\phi 20$	5900	128	11	$\phi 14$	2500	14
6	$\phi 20$	5900	128	12	$\phi 14$	1250	14



(2) 基础配筋图 YC80/1.7-0.75-4-150-d 型单筒式钢筋混凝土烟囱的基础配筋竖向断面图和配筋平面图分别如图 1-35 和图 1-36 所示。

图中的 $R_1 = 6990\text{mm}$, $R_2 = 3640\text{mm}$, $R_3 = 2610\text{mm}$, $h = 840\text{mm}$ 。

具体配筋参见图集第 60 页或本书表 3-8。

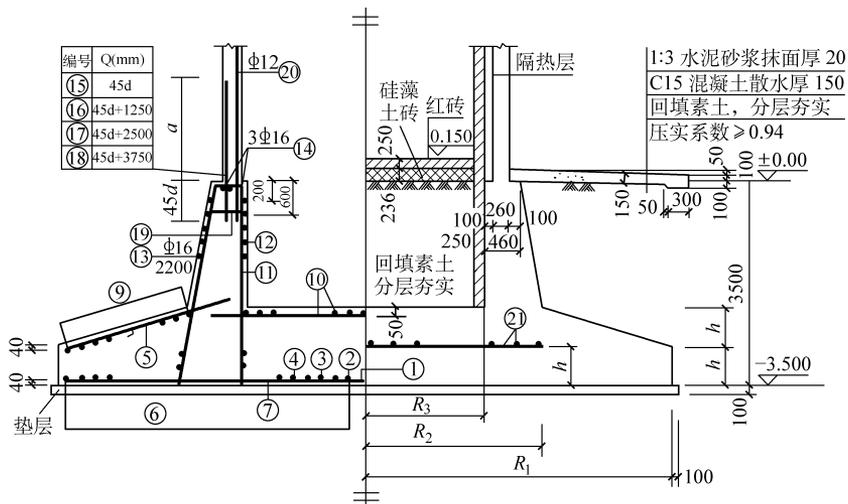
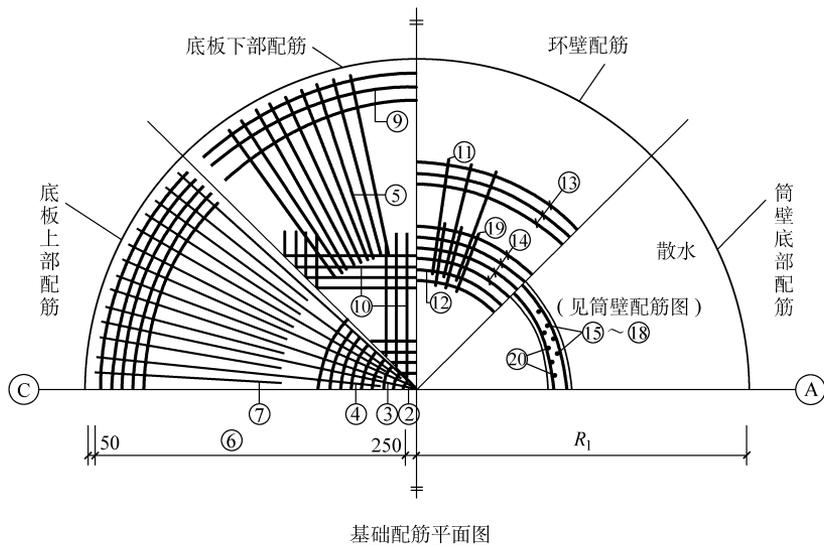


图 1-35 80m 烟囱基础配筋竖向断面图



基础配筋平面图

图 1-36 80m 烟囱基础配筋平面图



第七节 设备基础

设备基础不同于一般的基础，主要用于承受位于建筑物内部（或外部）的各种机械（机器）设备的荷载。由于这些设备重量大而且集中，还有可能产生振动，不能将它们直接支承于建筑结构，必须单独设置基础。

一、设备基础的构造特点

1) 设备基础的平面布置，包括排列顺序、与建筑结构的最小净距、基础的平面尺寸以及不同设备基础间的距离等应当首先满足设备的生产（或运行）工艺要求。

2) 设备基础的埋深可能较大，且各部分可能不一样。设备基础的平面尺寸、埋深、对地基的要求以及其他方面（比如防水、防振、防磁、防爆等）等方面的要求一般由设备的生产厂家提供，当具体工程的地基不能满足要求时必须采取必要的措施。

3) 设备基础与建筑主体基础间的距离还应满足建筑物对不均匀沉降的要求，防止对建筑物产生过大的沉降或不均匀沉降。

4) 由于设备基础独特而复杂，并且会有较大的沉降，设备基础一般先于建筑主体基础的施工。

二、设备基础施工图识读要点

1) 设备基础施工图一般由平面图和剖面图及施工说明组成。对设备种类多、数量大的设备基础通常配有工艺平面布置图。

2) 有工艺平面布置图的，应首先阅读，以了解设备的名称、规格型号、数量、位置、尺寸以及生产工艺流程。

3) 根据工艺平面布置图中的设备名称和规格型号查找相应的设备基础施工图，逐个仔细阅读。

① 阅读设备基础平面图，阅读内容包括总长、总宽、细部尺寸、与主体结构的位置尺寸、与主体结构基础的位置尺寸、施工说明中关于材料要求和施工顺序等方面的要求。

② 阅读设备基础剖面图，阅读内容主要为各部分的深度和标高，重点查看不同深度连接处的投影、材料是否不同，与平面图中哪些部位相对应。

③ 平面图和剖面图以及施工说明要对照阅读，形成整体空间概念。

④ 阅读个体设备基础的同时应不断地翻阅工艺平面布置图，以形成全部设



备基础的整体空间概念。

三、设备基础施工图识读示例

图 1-37 所示是某厂房设备基础工艺平面图的局部，从图中可以看到，此处几个设备基础，其长度均达到 20~30m。图中详细标明了各设备基础的平面尺寸与平面定位尺寸，图中也标出了建筑的主体基础，说明在布置设备基础时已经考虑了对建筑主体基础的影响。

图 1-38 和图 1-39 是⑥轴下方①~④轴间的 HDM-33/120G 数控钻床的设备基础平面图和剖面图，图中详细标注了该设备基础的平面细部尺寸和具体构造，它是基础施工完毕后设备安装的主要依据。从图中可以看到，该设备基础的埋深可达 1.9m，最下面是 100mm 厚的 C15 素混凝土垫层。基础本身采用 C25 的混凝土，内设 $\Phi 18@200$ 的双层双向钢筋。上面的孔洞则是用来安装设备的地脚螺栓的。

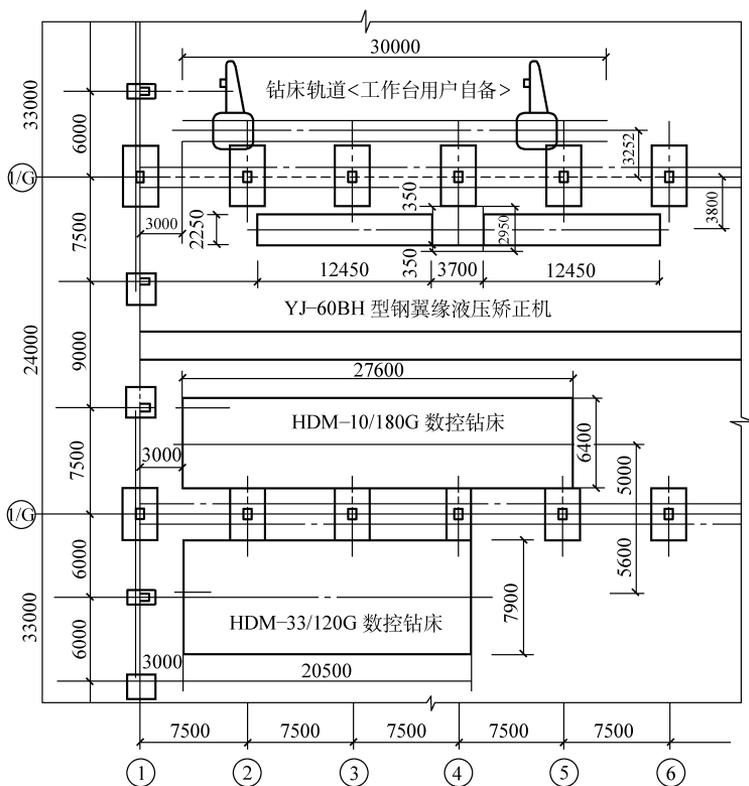
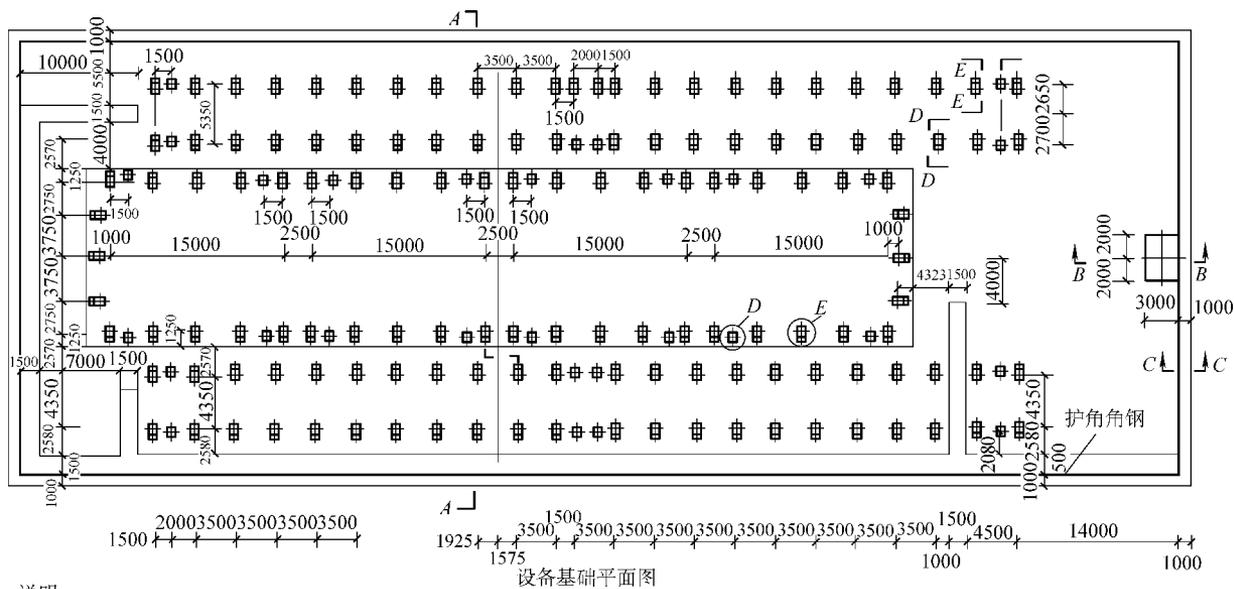


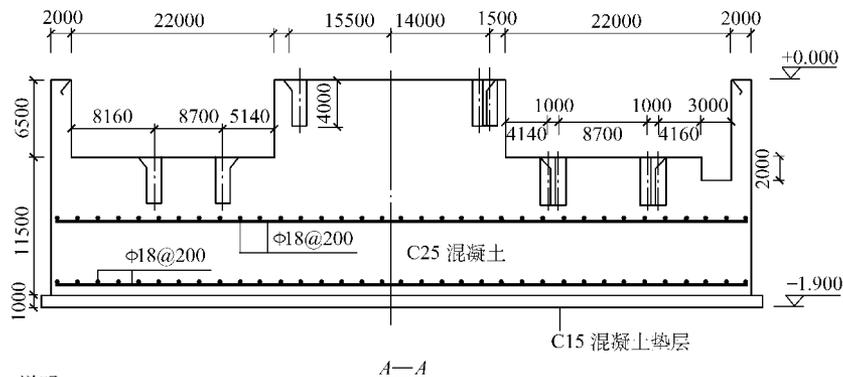
图 1-37 某厂房设备基础工艺平面图（局部）



说明：

1. 本图为 xxxxHDM-33/120G 数控钻床基础施工图，除标高以 m 外其余尺寸均以 mm 计。
2. 本工程 ± 0.000 相当于绝对标高 +6.150m，即厂房室内地坪，坐标见总图。
3. 预留螺栓孔间距均按照现行施工及验收规范要求执行。
4. 为护角角钢位置。

图 1-38 HDM-33/120G 数控钻床的设备基础平面图



说明:

1. 设备基础混凝土强度等级 C25, 钢筋保护层厚度 70mm, 垫层采用 C10 素砼, 厚度 100mm, 每边扩出 100mm。
2. 护角角钢按照平面图位置设置, 本基础必须一次浇筑, 不得分层浇筑。

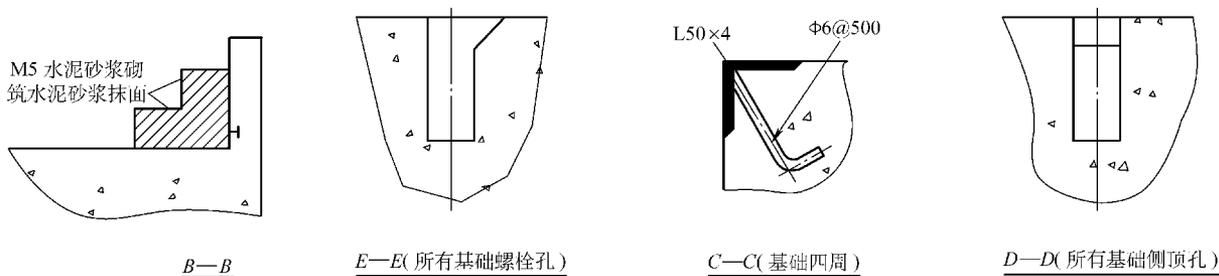


图 1-39 HDM-33/120G 数控钻床的设备基础剖面图



由于该工程所在场地位于长江边，土层自上而下分布为冲填土、素填土、淤泥质粉质黏土、粉土夹粉砂、粉砂、细砂等，其承载力不能满足生产厂家给出的设备基础平面图的地基要求（要求地基承载力特征值达到 150kPa），必须对建筑地基做加固处理。具体工程中采用了打水泥土搅拌桩的地基处理方法。

图 1-40 是该设备基础下的水泥土搅拌桩的桩位平面布置图和剖面图。有关说明如下：

1) 本工程室内 ± 0.000 相当于勘探报告中的相对标高 6.15m。若 ± 0.000 位置调整请通知设计人员对基础及桩长度作相应调整。

2) 本工程基础设计等级为丙级。

3) 本工程采用水泥土搅拌法进行地基处理。搅拌桩的施工及质量检验须按照《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2002) 及其条文说明进行。

4) 搅拌桩技术参数如下：

① 固化剂：普通 32.5 硅酸盐水泥。

② 桩数 $N = 794$ 根（此处指全部桩数）。

③ 桩径： $D = 600\text{mm}$ 。

④ 施工桩长： $L = 9.5\text{m}$ ，有效桩长 $L = 9\text{m}$ 。

⑤ 单桩竖向承载力特征值 $R_a = 130\text{kN}$ 。

⑥ 有效桩长的桩顶标高根据各设备基础埋深定。

5) 深搅桩施工前必须进行室内土加固试验，以选择合适的外掺剂，以及选择合理的水泥掺入量（本工程建议水泥掺入质量分数不小于 18%），水灰比不大于 0.55。加固土无侧限抗压强度平均值 $f_{cu,k} \geq 1600\text{kPa}$ 。

6) 搅拌桩应在成桩后三天和七天内用轻便触探器对桩身进行检验。

7) 本工程搅拌桩应进行单桩及复合地基载荷试验，检验其承载力，以作为设计最终依据，检验数量为 1%，且不少于三根。

8) 竖向承载搅拌桩复合地基应在基础和桩之间设置褥垫层，褥垫层厚度为 200mm，褥垫层采用碎石，最大粒径不宜大于 20mm。

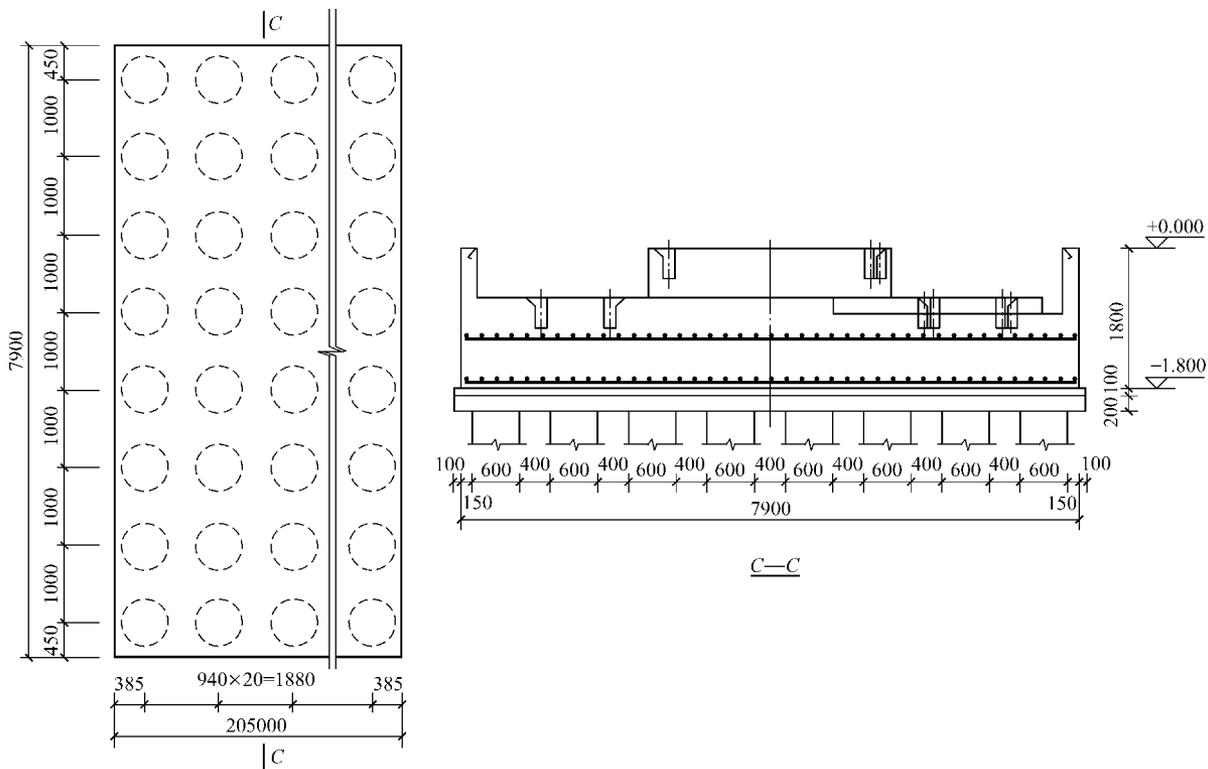
9) 基坑开挖前，应委托具有相应资质的单位做好降水的设计，并按设计要求做好施工组织设计，采取措施进行降水，直至基础施工完成。

10) 基槽须经设计、勘察、建设单位验收合格后方可进行下道工序。

11) 施工时若发现实际地质情况与设计要求或地质报告不符，必须尽快通知设计及地勘等相关人员共同处理。

12) 地下混合水位变化范围为标高 2.40 ~ 2.50m，地下水对钢筋混凝土基础无侵蚀性。

13) 根据勘察报告，所在场地的第三、四层土液化，液化等级为中等，已采取抗液化措施。



HDM-33/120G 数控钻床桩位布置图

图 1-40 HDM-33/120G 数控钻床的设备基础下混凝土搅拌桩的桩位平面布置图和剖面图





14) 室内外回填土要求：先清除基坑杂物，再在基础两侧分层回填夯实且两侧同时回填，压实系数 ≥ 0.94 。

◆◆◆ 第八节 预应力箱梁

预应力箱梁是一种设有预应力钢筋的箱形结构。这种箱形结构由顶板、底板和两侧的腹板组成闭合框架，具有极大的空间刚度和良好的抗弯、抗扭性能，是预应力混凝土桥梁的主要结构形式。

一、预应力箱梁的截面形式

一个只有顶板、底板和两侧腹板的箱梁称为单箱单室箱梁。当预应力箱梁的平面尺寸较大时可以在其内部设置腹板将其分割成若干个“房间”，形成多室箱梁。当桥面尺寸更大时可将若干个箱梁进行组合，形成双箱结构和多箱结构。因此预应力箱梁的截面形式有单箱单室、单箱双室、单箱多室、双箱单室、双箱双室、多箱单室、多箱多室等多种。本节所涉及的箱梁均为单箱单室箱梁。

二、预应力箱梁的受力特点与构造要求

箱梁的顶板和底板是结构承受弯矩的主要部位，尤其是采用悬臂法施工时，弯矩更大，所有底板一般为变截面，其根部的高度为梁高的 $1/10 \sim 1/12$ ，跨中较薄，一般为 $0.2 \sim 0.3\text{m}$ ，以满足预应力钢筋和普通钢筋的布置要求。腹板主要用于抗剪，一般在跨中较薄，支点处较宽，其最小厚度应满足钢束管道的布置要求及混凝土浇注的要求。在箱梁腹板与顶板、底板的交接处需要设置梗腋（或称承托）以提高截面的抗弯、抗扭刚度，避免应力集中，减小顶板、底板的跨度，也便于布置预应力钢筋。

为方便预应力钢筋的张拉和锚固，还需要在顶板、底板设置混凝土锯齿块，以便将预应力钢筋引出。

三、预应力箱梁施工图的组成

预应力箱梁施工图一般包括以下内容：

- 1) 箱梁横断面布置图。
- 2) 箱梁施工顺序图。
- 3) 箱梁钢束构造图。
- 4) 箱梁顶板负弯矩钢束构造图。
- 5) 箱梁普通钢筋构造图。
- 6) 箱梁现浇桥面板钢筋构造图。



- 7) 箱梁端横梁、中横梁钢筋构造图。
- 8) 箱梁预制堵头板钢筋构造图。
- 9) 箱梁负弯矩区槽口钢筋构造图。
- 10) 箱梁梁端封锚钢筋构造图。
- 11) 箱梁预应力锚具构造图。
- 12) 箱梁梁板式橡胶支座构造图。

四、预应力箱梁施工图的识读

为了便于识读，我们通过某工程实例，了解预应力箱梁施工图的相关内容。

该桥梁位于苏北某河段，主桥采用跨径 80.6m 的下承式钢筋混凝土系杆拱，北侧引桥为 $(2 \times 4 \times 25\text{m})$ 预应力混凝土组合箱梁，南侧引桥为 $(5 \times 25\text{m} + 4 \times 25\text{m})$ 预应力混凝土组合箱梁 $3 \times 25\text{m}$ 预应力混凝土空心板结构。

以北侧引桥的第一联 $(4 \times 25\text{m})$ 为例，其箱梁布置图如图 1-41 所示。

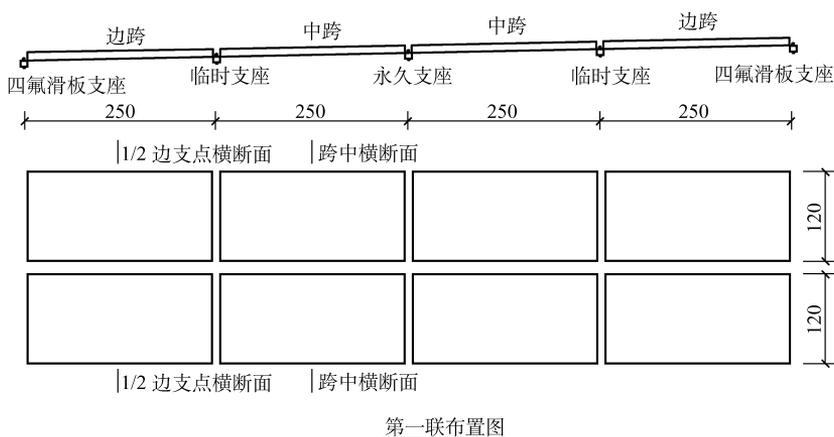


图 1-41 箱梁布置图

这里需要提醒的是，本节所涉及的有关桥梁图的尺寸除专门注明外，均以 cm 为单位，这是路桥制图标准与房屋建筑制图标准的重要区别。

1. 箱梁横断面布置图

图 1-41 中标有两个横断面，既跨中横断面和 1/2 边支点横断面。通过这两个断面可以看到箱梁的横向布置情况，如图 1-42 所示。

2. 箱梁一般构造图

箱梁一般构造图相当于建筑构件的模板图，用来反映箱梁各部分的具体构造和详细尺寸，包括平面图和断面图。

箱梁分中跨和边跨，每跨各有两根中梁和两根边梁（内边梁和外边梁）。图 1-43 所示为中跨中梁的平面图和纵断面图，其横断面图如图 1-44 所示。图中仅

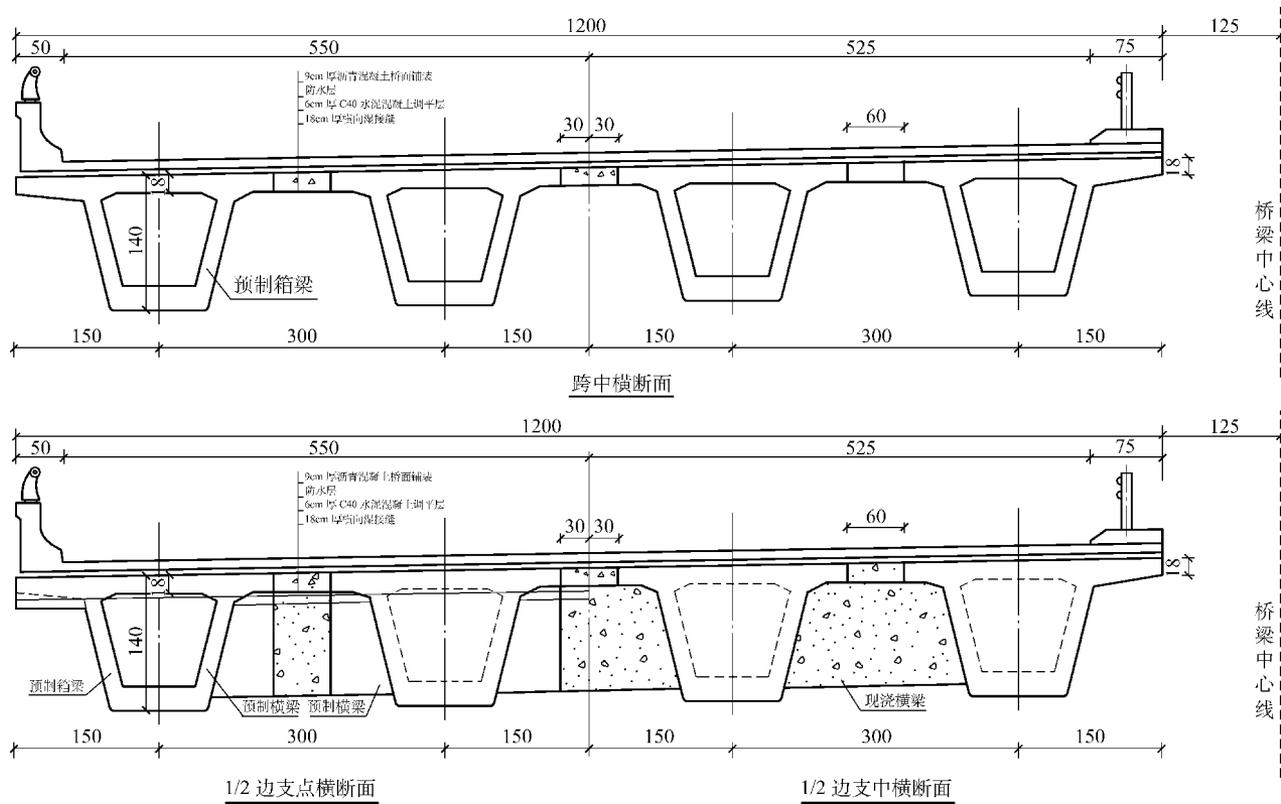


图 1-42 箱梁横断面布置图

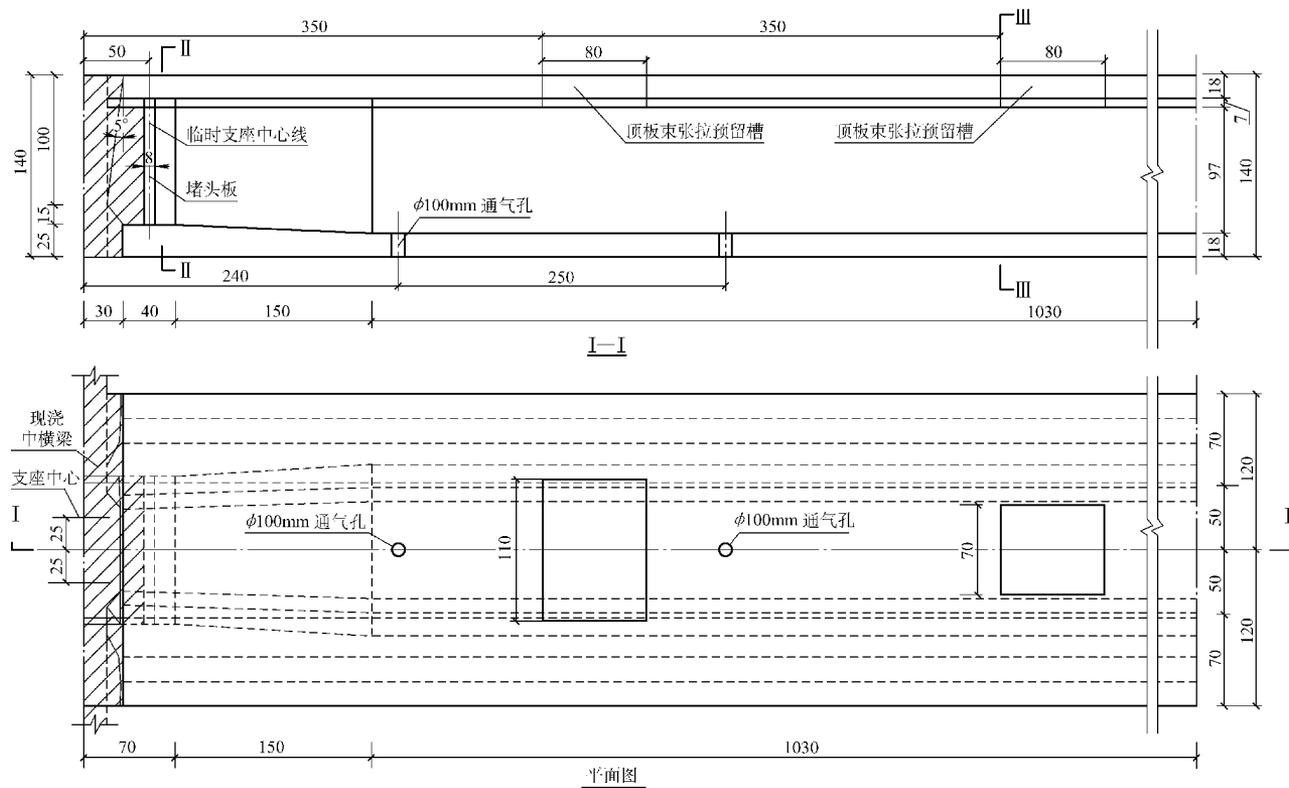


图 1-43 中跨中梁布置图



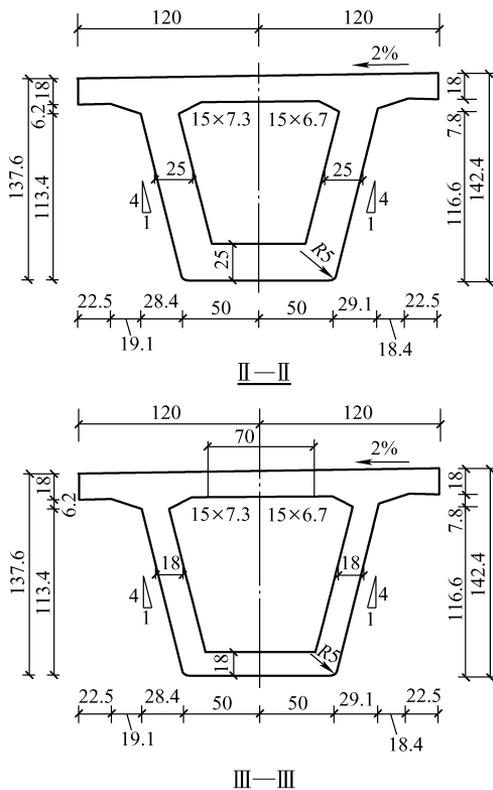


图 1-44 中跨中梁横断面图

画出了半跨箱梁，另一半与之对称。

每片预制箱梁底板设置 4 个 $\phi 100\text{mm}$ 的通气孔，通气孔的位置如图中所示。当通气孔的位置与普通钢筋发生冲突时，可适当挪动普通钢筋位置。

图中的阴影部分为现浇部分。

3. 箱梁钢束构造图

箱梁的钢筋分预应力钢筋和普通钢筋。预应力钢筋采用 3 股或 4 股 $\Phi^{15.2}$ 钢绞线组成钢束，其标准强度为 $f_{pk} = 1860\text{MPa}$ 。

中梁中跨钢束的纵向分布及各部分的具体位置如图 1-45 所示，图的上部分标出了 N1 ~ N4 各股钢束的起迄点位置、起弯点位置和弯起角度。

图中的下部分则标出 N1 ~ N4 各股钢束的垂直坐标、弯起半径、弯起角度及锚固长度。图中钢束的 X 坐标以箱梁跨中为原点，坐标间隔 100cm，Y 坐标为梁底至钢束中心的距离。

图中仅画出了半跨箱梁的钢束构造，另一半与之对称。

钢束的横向分布及具体位置可从 I - I 断面和 II - II 断面中查到。I - I 断面和 II - II 断面如图 1-46 所示。从图 1-46 中可以看出，钢束从梁端到跨中无论是



水平方向还是垂直方向，均不在同一个平面上，尤其是 N1 和 N2 两股钢束，在水平面的弯起角度为 1.8° ，弯起半径为 2500cm，弯起点的位置在梁端 150.6cm 处，如图 1-47 所示。

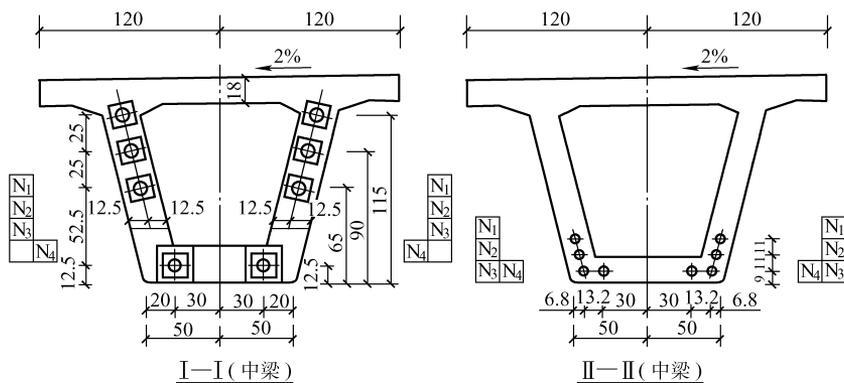


图 1-46 中跨钢束构造断面图

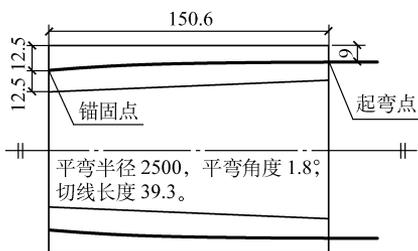


图 1-47 N1、N2 平弯大样图

中跨一片预制箱梁钢筋下料长度及绞线数量见表 1-21。

表 1-21 中跨一片预制箱梁钢筋下料长度及绞线数量表

钢束编号	钢绞线规格 /mm	钢绞线下料 长度/cm	钢绞线数量 (m 束 × n 股)	共长/m	共重/kg	合计/kg
N1	$\phi^s 15.2$	2588	2 × 4	207.04	228.16	740.0
N2	$\phi^s 15.2$	2591	2 × 3	155.46	171.16	
N3	$\phi^s 15.2$	2594	2 × 3	155.64	171.36	
N4	$\phi^s 15.2$	2570	2 × 3	152.20	169.77	

4. 箱梁普通钢筋构造图

箱梁普通钢筋构造如图 1-48 和图 1-49 所示。图 1-48 所示为纵断面，图 1-49 所示为横断面。纵断面 I - I 和 II - II 的剖且位置见图 1-49，横断面 IV - IV



和V-V的剖且位置(见图1-48)。

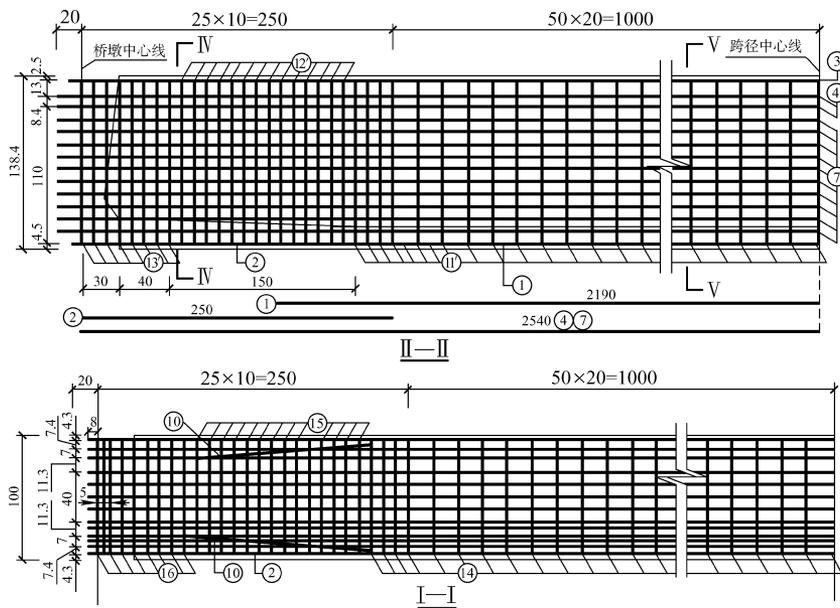
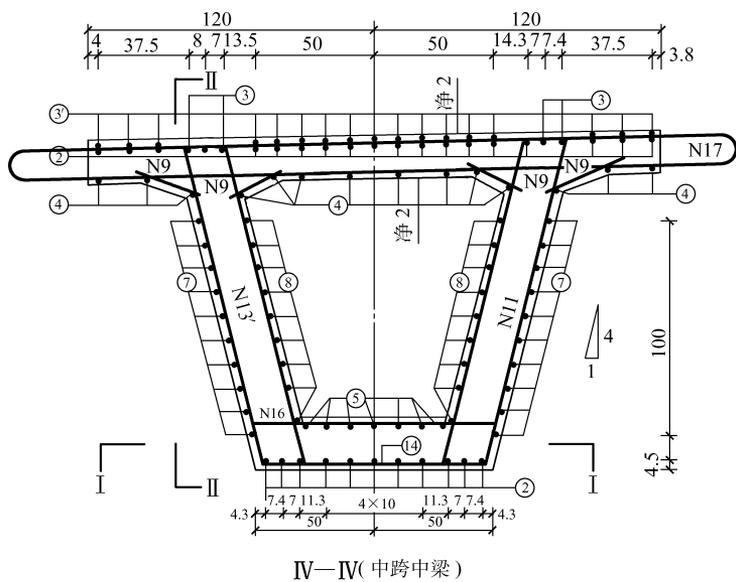


图 1-48 中跨箱梁普通钢筋构造图-纵断面



IV-IV(中跨中梁)

图 1-49 中跨箱梁普通钢筋构造图-横断面

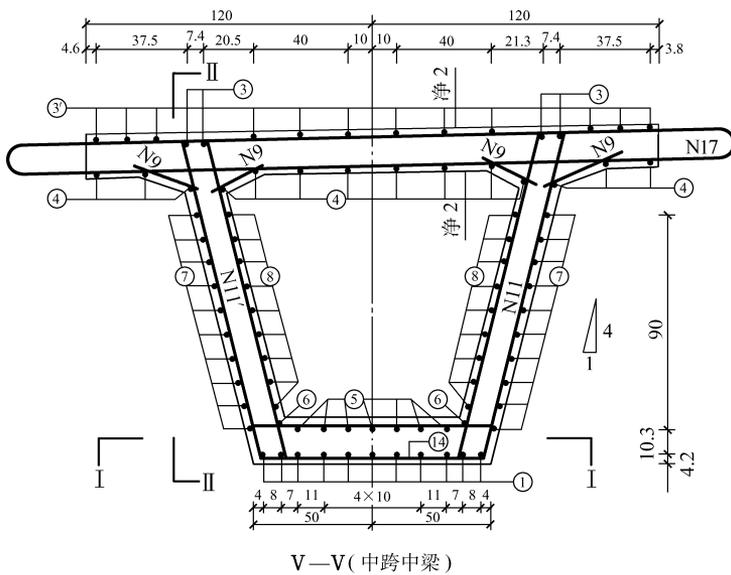


图 1-49 中跨箱梁普通钢筋构造图-横断面 (续)

复习思考题

1. 简述混凝土的环境类别，并说明室内正常环境属于几类环境。
2. 室内正常环境下，对 C20、C25 级别的混凝土，梁、板、柱的主筋保护层厚度分别是多少？
3. 怎样确定受拉钢筋的最小锚固长度 l_a 和最小抗震锚固长度 l_{aE} ？
4. 钢筋连接方式有哪几种？其连接长度如何确定？
5. 梁板式筏形基础中什么是“高板位”、“中板位”“低板位”？
6. 梁板式筏形基础的编号中“(××A)”和“(××B)”代表什么？
7. 简述基础主梁 JZL 与基础次梁 JCL 集中标注的 6 项内容。
8. 梁板式筏形基础主梁与次梁的平面注写中，原位标注有哪 4 项内容？
9. 举例说明“隔一布一”的布筋方式。
10. 屋架与柱的连接有哪几种方案？分别适用于哪些情况？
11. 简述屋架与屋面板的连接构造。
12. 简述“BZ7b31-8E”各项的含义。
13. 按照烟囱筒壁材料的不同，烟囱可以分为哪几类？分别适用于哪些情况？
14. 简述“YC80/1.7-0.35-X-150-Y”各项的含义。
15. 设备基础的设计必须考虑哪几个方面的问题？
16. 预应力箱梁的截面形式有哪几种？
17. 预应力箱梁施工图一般包括哪些内容？

第二章

施工方案



培训学习目标 了解建筑施工组织管理、建筑工程质量管理的相关知识，熟悉劳动定额的构成与应用。能根据施工现场的具体情况编制施工班组作业计划和所需机具计划，合理布置钢筋的现场堆放与加工场地，能提出钢筋的加工安装计划和加工安装流程。了解钢筋工程的相关技术资料及技术交底的基本任务和主要内容。

编制施工方案是把施工准备工作中的各项工作系统地、顺序地按照时间和岗位落实到施工实施过程中，使施工的各生产环节能有序、高效地执行。施工方案是施工的一个指导性文件，施工方案与工程的类型规模，施工企业的技术素养和管理水准有关，它的内容据具体工程而定，通常包括人员机具材料计划，施工场地规划，工程的技术工艺流程、技术质量标准、技术经济要求以及确保工程质量检验的技术资料档案和安全生产措施。

第一节 施工组织设计概述

一、施工组织设计的概念

为了在安全文明施工的前提下降低成本，缩短工期，实现既定质量目标，在工程开工前就必须对工程实施工程中的每一个细节作出周密合理的安排，对可能遇到的困难进行预测并制订好预防和解决措施。这项工作是由施工单位完成的，称为建筑施工组织设计或施工方案。

施工组织设计是针对某个具体工程项目所做的施工组织、施工工艺、施工计划方面的设计，是具体安排、指导、协调和控制施工全过程各项技术、经济和组



织的综合性文件。

施工组织设计应做到内容齐全，步骤清晰，层次分明，充分反映工程特点，有明确的工程质量保证措施。施工组织设计应在施工前编制，没有或编制不及时的不符合要求。所有参与编制的人员必须签字，交项目经理签署意见并签字后报审。报审同意后下发交底并严格执行。

二、施工组织设计的分类

施工组织设计一般按建筑规模的大小、施工工艺的繁简、施工项目的重要性等情况分类。根据项目类型的不同，施工组织设计可以分为四种：

(1) 施工组织设计大纲 它是以一个投标工程项目为对象进行编制，用以指导其投标全过程各项实施活动的技术、经济、组织、协调和控制的综合性文件。它是编制工程项目投标书的依据，其目的是为了中标。它是编制施工组织总设计的依据。

(2) 施工组织总设计 它是以一个建设项目为对象进行编制，用以指导其建设全过程各项全局性施工活动的技术、经济、组织协调和控制的综合性文件。它是经过招投标确定了总承包单位之后，在总承包单位的总工程师主持下，会同建设单位、设计单位和分包单位的相应工程师共同编制。它是编制单项（位）工程施工组织设计的依据。

(3) 单项（位）工程施工组织设计 它是以一个单项或以一个单位工程为对象进行编制，用以指导其施工全过程各项施工活动的技术、经济、组织、协调和控制的综合性文件，是在签订相应工程施工合同之后，在项目经理的组织下，由项目工程师负责编制。它是编制分部（项）工程施工设计的依据。

(4) 分部（项）工程施工组织设计 它是以一个分部工程或其一个分项工程为对象进行编制，用以指导其各项作业活动的技术、经济、组织、协调和控制的综合文件。它是在编制单项（位）工程施工组织设计的同时，由项目主管技术人员负责编制，作为该项目专业工程具体实施的依据。

三、施工组织设计的编制原则

- 1) 认真执行党和国家的方针、政策，严格执行建设程序和施工程序。
- 2) 施工单位、建设单位和设计单位密切配合，做好调查研究，掌握编制施工组织设计的依据资料。
- 3) 保证重点，统筹安排，遵守承包合同的承诺。
- 4) 合理安排施工程序。
 - ① 及时完成有关准备工作。
 - ② 条件具备时先完成全场性工作（指平整场地、铺设管网、修筑道路等）。



- ③ 单个建筑的施工顺序要考虑空间顺序、工种间的顺序。
- ④ 先建造可供施工期间使用的永久性建筑（如道路、管网、宿舍、饭厅等）。
- 5) 坚持“质量第一”，认真制订保证质量和安全的措施，确保工程质量和施工安全。
- 6) 用流水作业法和网络计划技术安排施工进度计划。
- 7) 合理安排冬雨期施工项目，提高施工的连续性和均衡性。
- 8) 充分利用机械设备提高机械化程度，减轻劳动强度，提高劳动生产率。
- 9) 采用先进的施工技术，合理选择施工方案，应用科学的计划方法，确保进度快，成本低，质量好。
- 10) 减少暂时工程和临时性设施，减少物资运输量，合理布置施工平面图，节约施工用地。

四、单位工程施工组织设计的编制程序与编制要求

1. 编制程序

单位工程施工组织设计的编制程序是指单位工程施工组织设计各个组成部分形成的先后次序以及相互之间的制约关系，如图 2-1 所示。

2. 编制要求

1) 单位工程施工组织设计或施工方案由施工单位在施工前编制。当工程项目应用新材料、新结构、新工艺、新技术或有特殊要求时，设计单位应提出技术要求和注意事项，设计、施工单位密切配合，使之满足设计意图。

2) 施工过程是一项十分复杂的生产活动，要正确处理好人、物、时间与空间、天时与地利、工艺与设备、使用与维修、专业与协作、供应与消耗、生产与储备等各种矛盾，就必须有严密的组织与计划。

3) 工程开工前，施工单位必须了解工程规模特点与建设周期，调查了解建设地区的自然经济条件、工程地址状况、交通运输情况、材料供应情况等。应根据已经批准的施工组织设计逐级编制下一级施工组织设计。

五、单位工程施工组织设计的内容

1. 工程概况与工程施工特点

工程概况和工程施工特点分析包括工程建设概况、工程建设地点特征、建筑结构概况、施工条件和工程施工特点五方面内容。

(1) 工程建设概况 工程建设概况主要介绍拟建工程的建设单位，工程名称、性质、用途和建设的目的，资金来源及工程造价，开竣工日期，设计单位、施工单位、监理单位、施工图样情况，施工合同是否签订，上级有关文件或要求，以及组织施工的指导思想等。

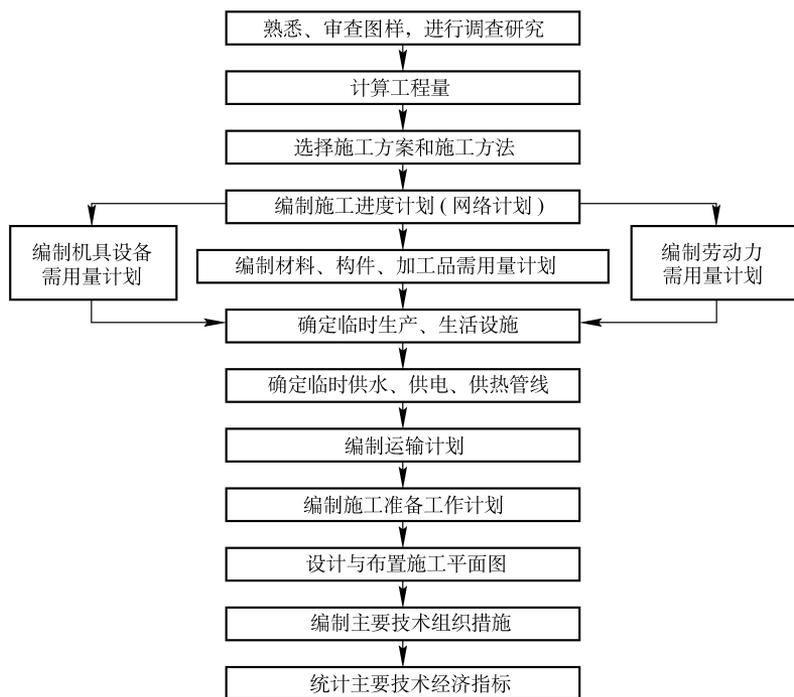


图 2-1 单位工程施工组织设计的编制程序

(2) 工程建设地点特征 工程建设地点特征主要介绍拟建工程的地理位置、地形、地貌、地质、水文地质、气温、冬雨期时间、主导风向、风力和地震烈度等。

(3) 建筑、结构设计概况 建筑、结构设计概况主要根据施工图样，结合调查资料，简练地概括工程全貌、综合分析，突出重点问题，对新结构、新材料、新技术、新工艺及施工的难点作重点说明。

建筑设计概况主要介绍拟建工程的建筑面积、平面形状和平面组合情况、层数、层高、总高、总长、总宽等尺寸及室内外装修的情况。

结构设计概况主要介绍基础的类型，埋置深度，设备基础的形式，主体结构类型，墙、柱、梁、板的材料及截面尺寸，预制构件的类型及安装位置，楼梯构造及形式等。

(4) 施工条件 施工条件是指施工现场的水、电、道路及场地的“三通一平”情况，现场临时设施及周围环境，当地交通运输条件，预制构件生产及供应情况，施工企业机械、设备和劳动力的落实情况，劳动组织形式和内部承包方式等。

(5) 工程施工特点 应指出单位工程的施工特点和施工中的关键问题，以



便在选择施工方案、组织资源供应，技术力量配备以及施工准备上采取有效措施，保证施工顺利进行。

2. 施工方案与施工方法

施工方案的选择是单位工程施工组织设计中的重要环节，是决定整个工程全局的关键。施工方案选择得恰当与否，将直接影响到单位工程的施工效率、进度安排、施工质量、施工安全、工期长短。因此，选择施工方案与施工方法时要根据工期要求，材料、构件和劳动力的供应情况、协作单位的施工配合条件及其他现场条件周密考虑，可以列出若干个初步方案，认真分析比较，从中选出一个最经济、最合理的施工方案。

(1) 确定总的施工程序（施工顺序） 施工顺序是指工程开工后各分部分项工程施工的先后次序。确定施工顺序既是为了按照客观的施工规律组织施工，也是为了解决工种之间的合理搭接，保证工程质量和施工安全的前提下，充分利用空间，以达到缩短工期的目的。

确定施工顺序的基本原则是先地下后地上、先主体后围护、先结构后装饰、先土建后设备。

(2) 确定施工总流向 首先确定施工的起点，然后确定建筑平面上和空间层次上的合理施工顺序。确定施工总流向应遵照以下原则进行：

- 1) 根据生产使用的顺序进行。
- 2) 适应施工组织的分区和分段。
- 3) 与材料和构件的运输不发生冲突。
- 4) 适应主导施工过程的合理施工顺序。
- 5) 适应平面上各部分施工的繁简程序。

(3) 确定各主要分部分项工程的施工方法 施工方法和施工机械选择是施工方案中的关键问题，它直接影响施工进度、施工质量、施工安全以及工程成本。编制施工组织设计时，必须根据工程的建设结构、抗震要求、工程量大小、工期长短、资源供应情况、施工现场条件和周围环境，制订出可行方案，并进行技术经济比较，确定最优方案。

选择施工方法时应着重考虑影响整个单位工程施工的分部分项工程的施工方法，例如在单位工程中占重要地位的分部分项工程、施工技术复杂或采用新技术、新工艺对工程质量起关键作用的分部分项工程、不熟悉的特殊结构工程或由专业施工单位施工的特殊专业工程的施工方法。而对于按照常规做法和工人熟悉的分项工程，只要提出应注意的特殊问题即可，不必详细拟定施工方法。

各主要分部分项工程的施工方法一般包含以下内容：

1) 土石方工程。决定土石方工程的挖、填、运是采用机械进行还是人工进行；确定基槽（基坑）开挖的方法和放坡要求；确定石方爆破方法及所需机具



与材料；地下水、地表水的排除方法以及沟渠、集水井和井点的布置及所需设备；土石方工程较大时需编制土石方工程平衡调配表。

2) 混凝土和钢筋混凝土工程。确定模板类型及支模方法，隔离剂的选用；选择钢筋的加工、绑扎和焊接方法；确定混凝土工程施工方法，如滑模法、升板法或其他方法；对于复杂工程进行模板设计和绘制模板放样图；选择混凝土的制备方案，如采用商品混凝土，还是现场拌制混凝土；确定搅拌、运输、浇筑顺序和方法，以及泵送混凝土和普通垂直运输混凝土的机械选择；选择混凝土搅拌、振捣设备的类型和规格，确定施工缝的留设位置；确定预应力混凝土的施工方法、控制应力和张拉设备。

3) 结构吊装工程。选择吊装机械的型号和数量；确定吊装方法、顺序，布置起重机行驶路线；考虑构件的制作、拼装场地；考虑构件的运输、装卸、堆放方法。

4) 装修工程。确定工艺流程；制定操作要点和组织流水施工；采用新结构、新材料、新工艺和新技术。

5) 特殊工程。对高耸结构、大跨结构、重型构件以及水下、深基础和软弱地基等应单独编制工艺流程、施工方法、劳动组织、施工技术措施、质量保证措施、安全施工措施和降低成本措施等。

流水施工的基本原理详见本章第二节。

3. 施工进度计划

单位工程施工进度计划是指在选定施工方案的基础上，根据规定工期和各项资源供应条件，按照施工过程的合理施工顺序及组织施工的原则，用横道图或网络图，对单位工程从开始施工到工程竣工，全部施工过程的时间上和空间上的合理安排。

施工进度计划的编制步骤如下：

- 1) 确定施工顺序。
- 2) 划分施工项目。
- 3) 划分流水施工段。
- 4) 计算工程量。
- 5) 计算劳动量和机械台班量。
- 6) 确定各施工项目的作业时间。
- 7) 组织各施工项目的搭接关系。
- 8) 编制施工进度计划图表。
- 9) 检查调整。

4. 施工准备工作计划

单位工程开工前，应根据施工具体需要和要求编制施工准备工作计划。



(1) 施工准备工作计划的主要内容

1) 技术准备,如熟悉和会审图样,编制和审定施工组织设计,编制施工预算,各种加工半成品技术资料的准备和计划,申请新技术项目的试验和试制等。

2) 现场准备,如测量放线,拆除障碍物,场地平整,场内外交通运输、临时便道与水电供应、场内排水与降水的规划等。

3) 劳动力、机具、材料、构件和加工半成品的准备,如调整劳动组织、进行计划,技术交底,协调组织施工机具、材料、构件和加工半成品的租赁与进场等。

4) 与专业单位的联系及相关工作的落实等。

(2) 施工准备工作计划的表样格式 表样格式见表 2-1。

表 2-1 施工准备工作计划

序号	施工准备工作项目	工程量		负责队 组或人	进 度													
					月							月						
		单位	数量		1	2	3	4	5	6	...	1	2	3	4	5	6	...

5. 各项资源需用量计划

工程开工前应根据工程预算、预算定额、施工方案、施工进度计划及相关施工图、标准图编制各项资源需用量计划。

(1) 材料需用量计划 材料需用量计划用于备料、供料,确定仓库、堆场面积和组织运输,编制依据是工程预算、预算定额和施工进度计划,表样格式见表 2-2。

表 2-2 ××工程材料需用量计划

序号	材料名称	规格	需 用 量		需用人数及时间												备注	
			单 位	数 量	月			月			月			月				
					上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		



(2) 劳动力需用量计划 劳动力需用量计划用于劳动力平衡、调配和衡量劳动力耗用指标。编制依据是工程预算、预算定额和施工进度计划，表样格式见表 2-3。

表 2-3 ××工程劳动力需用量计划

序 号	工程名称	需用总 工日数	需用人数及时间												备 注		
			月			月			月			月					
			上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			

(3) 构件和加工半成品需用量计划 构件和加工半成品需用量计划用于落实施工单位、确定需用时间、组织加工和货源进场。编制依据是施工图、标准图和施工进度计划，表样格式见表 2-4。

表 2-4 ××工程××构件和加工半成品需用量计划

序号	构件和加工 半成品名称	图号和型号	规格尺 寸/mm	单 位	数 量	要求供应 起止日期	备 注

(4) 施工机具需要量计划 施工机械需要量计划用于落实机具来源、组织机具进场。编制依据是材料需用量计划、构件和加工半成品需用量计划、施工机具需要量计划、货源地点和施工进度计划。表样格式见表 2-5。

表 2-5 ××工程施工机具设备需用量计划

序 号	机具名称	规 格	单 位	需要数量	使用起止日期	备 注

(5) 运输计划 运输计划用于组织运输力量，保证货源按时进场。编制依据是施工方案、施工方法和施工进度计划，表样格式见表 2-6。



表 2-6 ××工程运输计划

序号	运输项目	单位	数量	货源	运距 /km	运输量 /t·km	所需运输工具			需用起 止日期
							名称	吨位	台班	

6. 施工总平面图

施工总平面图是由施工单位绘制的施工现场平面图，用来反映施工场地内的材料、半成品、构件的堆放位置，施工机械、钢筋加工棚、木工房、机修房、混凝土搅拌站及现场办公室等的位置，永久性和临时性道路、各种管线及其他临时设施的布置情况。施工总平面图应根据施工现场的实际情况，在建筑总平面图上进行绘制，对不同的施工阶段应分别绘制。

施工总平面图的绘制步骤：确定起重机的数量及位置——布置搅拌站、加工厂、材料仓库及露天堆场——布置道路——布置其他临时建筑及水电管线。

(1) 起重设备的选择与布置 根据建筑物的平面尺寸、高度等选择合适的起重设备，主要参数为起重量、起重高度和回转半径。起重设备布置时应结合材料堆场的布置，保证所吊装的材料、构配件以及所需送达的建筑部位在起重设备的回转半径范围内。

(2) 搅拌站与砂、石、水泥等材料堆场布置 搅拌设备的出料量应根据具体工程的施工高峰期的需求量确定，砂、石、水泥等材料的堆场应围绕搅拌设备布置，并使其处于起重设备的回转半径范围内。

(3) 砖、楼板、构配件的布置 应围绕建筑物就近布置，如果附近没有场地，其布置点应位于起重设备的回转半径范围内。

(4) 钢筋、模板堆场与加工场地布置 钢筋加工场地与模板加工场地需有专门的车间，可以是封闭的，也可以是开敞的，但必须是防雨的。加工场地的大小应根据最大日需求量计算确定，其位置通常在施工现场的某个角落或贴围墙处。

(5) 场内交通布置 入口与出口之间的道路应通畅，只有一个出入口时应形成回路。布置双车道时道路宽度不小于 6m，布置单车道时道路宽度不小于 3.5m，并应在适当位置布置错车和掉头场地。

(6) 其他用房布置

(7) 水、电、消防布置

7. 施工管理措施

施工管理措施主要包括质量措施、安全文明施工与环保措施、资源管理措



施、风险防范措施等。

8. 技术经济指标

技术经济指标应根据已编制的技术组织措施进行计算，主要有以下几项指标：

- 1) 工期指标。
- 2) 劳动生产率指标。
- 3) 质量、安全指标。
- 4) 降低成本率。
- 5) 主要工程机械化施工程度。
- 6) 三大材料节约指标。

第二节 流水施工基本原理

一、建筑工程施工组织方式

所谓施工组织方式是指工程项目的各部分是按照一定的次序依次施工，还是同时施工或间隔一定的时间分别施工。它对工期、质量、安全以及综合效益都将产生不同的结果。施工组织方式有依次施工、平行施工和流水施工三种。

1. 依次施工

依次施工也称顺序施工，即所有的工程项目、分部分项工程或施工过程按照施工组织顺序或施工对象工艺流程的先后顺序逐个进行施工。这种施工组织方式最简单、最原始，没有任何科学性。

如图 2-2 所示的某基础工程，该工程由三幢完全相同的房屋 I、II、III 组成，其基础工程分为土方开挖、浇筑混凝土和回填土三个施工过程，每个施工过程的施工天数均为 5 天。各施工过程的工作队人数分别为：土方队 10 人，混凝土队 16 人，回填土队 8 人。

由图 2-2 可以看出，依次施工的最大优点是每天投入的劳动力较少，机具、设备的使用量小，材料供应单一，施工现场管理简单，便于组织和安排。但依次施工存在明显的缺点：各班组的施工及材料供应无法保持连续和均衡，某工种的工人和材料在 I 幢房屋完成后，要等待很长时间才能进行 II 幢房屋的施工；受工作面的限制，各不同工种的工人无法同时施工，形成窝工；施工工期长；由于工作队不能实现专业化施工，不利于改进工人的操作方法和施工机具，不利于提高工程质量和劳动生产率。因此，依次施工除了规模较小，或工作面受到限制的工程外，极少采用。



编号	施工过程	人数	施工周数	进度计划/周																			
				5	10	15	20	25	30	35	40	45	5	10	15	5	10	15	20	25			
I	挖土方	10	5	—				—				—				—							
	浇基础	16	5	—				—				—				—							
	回填土	8	5	—				—				—				—							
II	挖土方	10	5	—				—				—				—							
	浇基础	16	5	—				—				—				—							
	回填土	8	5	—				—				—				—							
III	挖土方	10	5	—				—				—				—							
	浇基础	16	5	—				—				—				—							
	回填土	8	5	—				—				—				—							
施工组织方式				依次施工										平行施工					流水施工				
工期(周)				$T=3 \times (3 \times 5)=45$										$T=3 \times 5=15$					$T=(3-1) \times 5+5 \times 3=25$				

图 2-2 施工组织组织方式

2. 平行施工

平行施工是指所有工程对象同时开工，同时完工。

与依次施工正好相反，平行施工能充分利用工作面，以最短的工期完成工程任务。但由于施工班组数成倍增加，造成组织安排和施工管理困难。平行施工也不能连续作业，实现专业化生产。因此，平行施工一般用于工期要求紧、大规模的建筑群及分期分批组织施工的工程任务。这时，各方面的资源供应有充分的保障。

3. 流水施工

流水施工是将拟建工程项目中的每一个施工对象分解为若干个施工过程，并按照施工过程成立相应的专业工作队，各专业队按照施工顺序依次完成各个施工对象的施工过程，同时保证施工在时间和空间上连续、均衡和有节奏地进行，使相邻两专业队能最大限度地搭接作业。这种方式的施工进度安排、总工期及劳动力需求曲线见图 2-2 “流水施工栏”。

由图 2-2 可以看出，流水施工所需时间比依次施工短，各施工过程投入的劳动力比平行施工少，各施工班组能连续地、均衡地施工，前后施工过程尽可能平行搭接施工，比较充分地利用了工作面。它结合了依次施工和平行施工各自的优点，保证了工程进展和资源的投入的连续、均衡，是比较理想的施工组织方式。

二、流水施工的主要参数

流水施工的主要参数有工艺参数、空间参数和时间参数三种。



1. 工艺参数

工艺参数主要是指在组织流水施工时，用以表达流水施工在施工工艺方面进展状态的参数，包括施工过程和流水强度两个参数。

(1) 施工过程 为组织流水施工，应根据施工组织及计划安排的需要将计划分成若干子项，即施工过程。施工过程划分的粗细程度应根据实际需要确定，对控制性施工进度计划，施工过程可以划分得粗一些，如单位工程、分部工程；对实施性施工进度，施工过程可以划分得细一些，如分项工程，或将分项工程按照专业工种不同分解成施工工序。

施工过程的数目一般用 n 表示，它是流水施工的主要参数。

(2) 流水强度 流水强度是指某施工过程（专业工作队）在单位时间内所完成的工程量，也称为流水能力或生产能力。

流水强度的公式为

$$V = \sum_{i=1}^X R_i \times S_i$$

式中 V ——某施工过程（队）的流水强度；

R_i ——投入该施工过程中的第 i 种资源量（施工机械台数或工人数）；

S_i ——投入该施工过程中第 i 种资源的产量定额；

X ——投入该施工过程中的资源种类数。

2. 空间参数

空间参数是指在组织流水施工时，用以表达流水施工在空间布置上开展状态的参数，包括工作面和施工段。

(1) 工作面 工作面是指供某专业工种的工人或某种施工机械进行施工的活动空间。工作面的大小，表明能安排施工人数或机械台数的多少。每个作业的工人或每台施工机械所需工作面的大小，取决于单位时间内其完成的工程量和安全施工的要求。工作面确定得合理与否，直接影响专业工作队的生产效率，必须合理确定。

(2) 施工段 将施工对象在平面或空间上划分成若干个劳动量大致相等的施工段落，称为施工段或流水段。施工段的数目一般用 m 表示，它是流水施工的主要参数之一。

由于施工段内的施工任务由专业工作队依次完成，因而在两个施工段之间容易形成一个施工缝。同时，由于施工段数量的多少，将直接影响流水施工的效果。为使施工段划分得合理，一般应遵循下列原则：

1) 同一专业工作队在各个施工段上劳动量应大致相等，相差幅度不宜超过 15%。

2) 每个施工段内要有足够的工作面，以保证相应数量的工人、主导施工机



械的生产效率,满足合理劳动组织的要求。

3) 施工段的界限应尽可能与结构界限(如沉降缝、伸缩缝等)相吻合,或设在对建筑结构整体性影响小的部位,以保证建筑结构的整体性。

4) 施工段的数目要满足合理组织流水施工的要求。施工段数目过多,会降低施工速度,延长工期;施工段过少,不利于充分利用工作面,可能造成窝工。

5) 对于多层建筑物、构筑物或需要分层施工的工程,应既分施工段,又分施工层,各专业工作队依次完成第一施工层中各施工段任务后,再转入第二施工层的施工段上作业,依此类推,以确保相应专业队在施工段与施工层之间,组织连续、均衡、有节奏地流水施工。

3. 时间参数

时间参数是指在组织流水施工时,用以表达流水施工在时间安排上所处状态的参数,主要包括流水节拍、流水步距和流水施工工期等。

(1) 流水节拍 流水节拍是指在组织流水施工时,某专业工作队在某施工段上的施工时间,用 t_i 或 $t_{j,i}$ 表示。

流水节拍的大小与施工方案、各施工段的工程量、各施工段投入的劳动人数或施工机械的数量及工作班数有关,决定着施工的速度和施工的节奏。流水节拍的确定方法一般有定额计算法、经验估算法和工期计算法。

一般情况下,流水节拍可按下式确定:

$$t_{j,i} = \frac{Q_{j,i}}{S_j R_{j,i} N_j} = \frac{P_{j,i}}{R_{j,i} N_j} \quad \text{或} \quad t_{j,i} = \frac{Q_{j,i} H_j}{R_{j,i} N_j} = \frac{P_{j,i}}{R_{j,i} N_j}$$

式中 $t_{j,i}$ ——第 j 个专业工作队在第 i 施工段上的流水节拍(天);

$Q_{j,i}$ ——第 j 个专业工作队在第 i 施工段上需要完成的工程量(m 、 m^2 、 $m^3 \dots$);

S_j ——第 j 个专业工作队的计划产量定额($m^3/\text{工日}$ 、 $m^2/\text{工日} \dots$);

H_j ——第 j 个专业工作队的计划时间定额($\text{日}/m^3$ 、 $\text{日}/m^2 \dots$);

$P_{j,i}$ ——第 j 个专业工作队在第 i 施工段上需要的劳动量或机械台班数量;

$R_{j,i}$ ——第 j 个专业工作队在第 i 施工段上投入的人数或机械台数;

N_j ——第 j 个专业工作队的工作班数。

(2) 流水步距 在组织流水施工时,相邻的两个施工过程(或专业工作队)相继开始施工的最小间隔时间,称为流水步距,用 $K_{j,j+1}$ 表示。流水步距是流水施工的主要参数之一,计算时应遵循下列原则:

1) 每个施工段上,后道工序必须在前道工序结束后才能进行。

2) 每个施工过程必须连续施工。

3) 当某道工序由于施工组织或施工技术上的原因要求提前或置后施工时,应在流水步距的计算中反映出来。



流水步距的大小，对工期有着较大的影响。在施工段不变的条件下，流水步距越大，工期越长；流水步距越小，则工期越短。流水步距还与前后两个相邻施工过程流水节拍的大小、施工工艺技术要求、是否有技术和组织间歇时间、施工段数目、流水施工的组织方式等有关。

(3) 流水施工工期 流水施工工期是指从第一个专业工作队投入流水施工开始，到最后一个专业工作队完成流水施工为止的整个持续时间。由于一项建设工程往往包含了许多流水组，故流水施工工期一般均不是整个工程的总工期。

三、流水施工组织的分类和计算

根据流水节拍特征的不同，流水施工可分为有节奏流水和无节奏流水两大类。

1. 有节奏流水

有节奏流水是指在组织流水施工时，同一施工过程在各施工段上的流水节拍都相等的一种流水施工方式。根据不同施工过程之间的流水节拍是否相等，有节奏流水又可分为等节奏流水和异节奏流水。

(1) 等节奏流水 等节奏流水是指同一施工过程在各施工段上的流水节拍都相等的流水施工的组织方式，也称全等节拍流水。施工工期 (T_L) 可按下式计算：

$$T_L = (n + m - 1)t_i$$

式中 n ——施工过程数；

m ——施工段数目；

t_i ——流水节拍值。

(2) 异节奏流水 异节奏流水指同一施工过程在各施工段上的流水节拍都相等，但不同施工过程之间的流水节拍不完全相等的一种流水施工方式。异节奏流水又可分为成倍节拍流水和不等节拍流水。

1) 成倍节拍流水 成倍节拍流水是指同一施工过程在各个施工段上的流水节拍相等，不同施工过程之间的流水节拍不完全相等，但各施工过程的流水节拍均为其中最小流水节拍的整数倍的流水施工方式。

成倍节拍流水施工的组织方式是：首先根据工程对象和施工要求，划分若干个施工过程；其次根据各施工过程的内容、要求及其工程量，计算每个施工过程在每个施工段所需的劳动量；接着根据施工班组人数及组成，确定劳动量最少的施工过程的流水节拍；最后确定其他劳动量较大的施工过程的流水节拍，用调整施工班组人数或其他技术组织措施的方法，使它们的节拍值分别等于最小节拍值的整数倍。施工工期 (T_L) 可按下式计算：

$$T_L = (\sum b_j + m - 1)K$$



式中 m ——施工段数;

K ——流水步距;

$\sum b_j$ ——各施工过程专业工作队数目, 按下列公式计算:

$$b_j = t_j / K$$

式中 b_j ——某施工过程的专业工作队数目;

t_j ——第 j 个施工过程的流水节拍。

2) 不等节拍流水 有时由于各施工过程之间的工程量相差很大, 各施工班组的施工人数又有所不同, 使得不同施工过程在各施工段上的流水节拍无规律性。这时, 若组织全等节拍或成倍节拍流水均有困难, 则可组织不等节拍流水。

不等节拍流水是指同一施工过程在各个施工段的流水节拍相等, 不同施工过程之间的流水节拍既不相等也不成倍的流水施工方式。

组织不等节拍流水的基本要求是: 各施工班组尽可能依次在各施工段上连续施工, 允许有些施工段出现空闲, 但不允许多个施工班组在同一施工段交叉作业, 更不允许发生工艺顺序颠倒的现象。

不等节拍流水实质上是一种不等节拍不等步距的流水施工, 这种方式适用于施工段大小相等的工程施工组织, 施工工期计算如下:

① 计算各施工过程的流水步距:

当 $t_j \leq t_{j+1}$ 时, $K_{j,j+1} = t_j$;

当 $t_j > t_{j+1}$ 时, $K_{j,j+1} = \sum_{i=1}^m t_{j,i} - \sum_{i=1}^{m-1} t_{j+1,i}$

② 计算最后一个施工过程的工作时间:

$$T_n = \sum_{i=1}^m t_{n,i}$$

③ 计算总工期:

$$T_L = \sum_{j=1}^{n-1} K_{j,j+1} + T_n = \sum_{j=1}^{n-1} K_{j,j+1} + \sum_{i=1}^m t_{n,i}$$

2. 无节拍流水施工

无节拍流水施工是指同一施工过程在不同施工段上的工作时间不完全相同, 不同施工过程的工作时间也不相同, 这种情况实际上是最普遍的。为了充分利用流水施工优越性, 应使各工作队在连续工作的前提下实现最大的搭接。

无节拍流水施工的计算中, 最难的是流水步距的计算, 通常采用“累加数列错位相减取大差”(简称“累错大差”)法, 又称为潘特考夫斯基法, 其基本步骤如下:

1) 对每个施工过程的流水节拍依次累加, 求出每个施工过程流水节拍的累加数列。



- 2) 将第二个施工过程流水节拍的累加数列向右错开一位。
- 3) 将第一个施工过程流水节拍的累加数列与错位后的第二个施工过程流水节拍的累加数列相减，求出“差数列”。
- 4) 在“差数列”中取出最大值，即为第一、二施工过程的流水步距 $K_{1,2}$ ；重复2)~4)，分别求出所有流水步距 $K_{2,3}$ 、 $K_{3,4}$ 、 \cdots 、 $K_{n-1,n}$ 。

◆◆◆ 第三节 定 额

施工班组作业计划和所需机具计划是依据工料估算和劳动定额而编制的指导施工实施的一个临时性文件，是随着工程的展开而不断调整和完善的。工料估算是编制计划的基础，劳动定额是编制计划的标准，是衡量劳动生产效率和计划科学性的指标。

一、定额的基本概念

所谓定，就是规定；所谓额，就是额度和限度。定额就是规定的额度和限度，即标准或尺度。

在工程建设中，为了完成某一工程项目，就需要消耗一定数量的人力、物力和财力资源。这些资源的消耗是随着施工对象、施工方法和施工条件的变化而变化的。工程建设定额是指在正常施工条件下，完成单位合格产品所消耗的人工、材料和施工机械台班及资金消耗的数量标准。不同的产品有不同的质量要求，不能把定额看成单纯的数量关系，而应看成质量和安全的统一体。只有考察总体生产过程中的各种因素，归结处社会生产平均必须是数量标准，才能形成定额。

我国40多年的工程建设定额管理工作经历了一个曲折的发展过程，现已逐渐完善。最近几年，为了将定额工作纳入标准化管理的轨道，国家相继编制了一系列定额。1995年12月15日建设部编制颁布了《全国统一建筑工程基础定额》（土建工程）和《全国统一建筑工程工程量计算规则》。2003年，建设部颁发了《工程量清单计价规范》，实行量价分离，使建筑产品的计价模式进一步适应市场经济体制，使定额成为生产、分配和管理的重要科学依据。

二、工程建设定额的分类

1. 按内容分类

(1) 劳动消耗定额 劳动消耗定额简称劳动定额，是完成一定的合格产品（工程实体或劳务）规定活劳动消耗的数量标准。为了便于综合和核算，劳动定额大多采用工作时间消耗量来计算劳动消耗的数量。劳动定额的主要表现形式是



时间定额，但同时也表现为产量定额。

(2) 机械消耗定额 我国的机械消耗定额是以一台机械一个工作班为计量单位的，所有又称为机械台班定额。机械消耗定额是完成一定的合格产品（工程实体或劳务）规定施工机械消耗的数量标准。机械消耗定额的主要表现形式是机械时间定额，但同时也表现为产量定额。

(3) 材料消耗定额 材料消耗定额简称材料定额，是完成一定的合格产品所需消耗材料的数量标准。

材料是工程建设中使用的原材料、成品、半成品、构配件、燃料以及水、电等资源的统称。材料作为劳动对象构成工程的实体，需要数量很大，种类繁多。所以，材料消耗多少，消耗是否合理，不仅关系到资源的有效利用，影响市场供求状况，而且对工程建设项目的投资、建筑产品的成本控制起着决定性作用。

2. 按使用范围分类

(1) 施工定额 施工定额是施工企业内部的定额，也称生产定额。有劳动定额、机械定额和材料定额三个独立的部分组成。为了适应组织生产和管理的需要，施工定额的项目划分很细，是所有定额中分项最细、子项目最多的一种，也是工程建设定额中的基础性定额。施工定额的劳动、机械、材料消耗的数量标准是计算预算定额中劳动、机械、材料消耗数量标准的重要依据。

(2) 预算定额 预算定额是在编制施工图预算时计算工程造价和计算工程中劳动、机械、材料需要量所使用的定额，是一种计价性定额，是概算定额的编制基础。

(3) 概算定额 概算定额是在编制扩大初步设计概算时计算和确定工程造价，计算工程中劳动、机械、材料需要量所使用的定额。其项目划分的粗细与扩大初步设计的深度相适应。一般是预算定额的综合扩大。

(4) 概算指标 概算指标是在三阶段设计的初步设计阶段编制工程概算，计算和确定工程的初步设计概算造价，计算劳动、机械、材料需要量时所采用的定额。定额的设定与初步设计的深度相适应，一般是在概算定额和预算定额的基础上编制的，比概算定额更加综合扩大，是控制项目投资的有效工具，所提供的数据也是计划工作的依据和参考。

(5) 投资估算指标 投资估算指标是在项目建议书和可行性永久阶段编制投资估算、计算投资需要量时使用的定额。它非常概略，往往以独立的单项工程或完整的工程项目为计算对象，概略的程度与可行性研究阶段相适应。往往根据历史的预、决算资料 and 价格变动等资料编制，但其编制基础仍离不开预算定额和概算定额。

3. 按适用目的分类

(1) 建筑工程定额 建筑工程定额是建筑工程施工定额、预算定额、概算



定额和概算指标的统称。

(2) 设备安装工程定额 设备安装工程定额是安装工程施工定额、预算定额、概算定额和概算指标的统称。

(3) 建筑安装工程费用定额。

(4) 工器具定额。

(5) 工程建设其他费用定额。

三、施工定额

1. 施工定额的概念

施工定额是具有合理组织的建筑安装工人小组在正常施工条件下完成单位合格产品所需人工、机械、材料消耗的数量标准，是根据专业施工的专业对象制定的，反映了施工企业的施工水平。

施工定额属于企业定额，但很多企业缺乏自己的施工定额，是其施工管理的一个薄弱环节。施工企业应根据国家相关政策、法律和规范、制度，结合自身条件、市场需求和竞争环境，充分挖掘自身潜力，自行编制定额，确定定额水平。同类企业、同一地区的企业存在施工定额水平的差异，才能在建筑市场上形成竞争力。施工定额是施工企业的商业机密，应进行妥善保管。

在市场条件下，国家定额和地区定额的主要作用是对企业的施工定额管理进行引导，从而实现对工程造价的宏观调控。

2. 施工定额的作用

(1) 施工定额是企业计划管理的依据 企业在编制施工组织设计和施工作业计划时主要依据的是施工定额。

施工组织设计是指导工程进行施工准备和组织施工生产的技术、经济文件，其基本任务是：依据招标文件及施工合同的规定，确定经济合理的施工方案，在人力和物力、时间和空间、技术和组织上对拟建工程作出最佳安排。

施工作业计划则是根据企业的施工计划、施工组织设计和施工现场的实际情况编制的以实现企业施工计划为目的的具体执行计划，是组织和指挥生产的技术文件，也是班组施工的依据。

(2) 施工定额是组织和指挥施工生产的有效工具 企业在组织和指挥施工生产时是按照施工作业计划通过下达施工任务书和限额领料单来实现的。

施工任务书是下达施工任务的技术文件，也是班组经济核算的原始凭证。它表明了应完成的施工任务，也记录着班组实际完成任务的情况，并据此进行班组工人的工资结算。施工任务书上的工程计量单位、产量定额和计件单位，均取自劳动定额，工资结算也要根据劳动定额的完成情况计算。

限额领料单是施工队随施工任务书一同签发的领取材料的凭证。限额领料单



是根据施工任务书和材料定额填写的，材料的数量为最高限额，是考核班组施工任务完成情况的一项重要指标。

(3) 施工定额是计算工人劳动报酬的依据

(4) 施工定额有利于推广先进技术 施工定额中包括许多成熟的先进施工技术和经验，工人要达到或超过定额，就必须掌握这些先进技术；要想大幅度超过定额，就必须创造性地劳动，不断改进工具和操作方法，并注意材料的节约。当施工定额明确要求采用某种先进施工工具或方法时，贯彻施工定额就意味着推广先进技术。

(5) 施工定额是编制施工预算、加强企业成本管理的基础 施工预算是施工单位用以确定单位工程人工、机械、材料和资金需要量的计划文件。施工预算以施工定额为基础，既要反映设计图样的要求，也要考虑在现有条件下可能采取的节约人工、材料和降低成本各项具体措施，这就有效地控制了人力、物力的消耗，节约了成本开支。

3. 施工定额的水平

施工定额规定了在单位成品上消耗的劳动、机械和材料数量的多少，反映了在一定的施工程序和工艺条件下施工生产中活劳动和物化劳动的消耗水平。

施工定额的水平直接反映了劳动生产率水平，也反映出劳动和物质消耗的水平。劳动生产率水平越高，施工定额的水平也越高；劳动和物质消耗的数量越多，施工定额的水平越低。但在现实中，施工定额的水平与劳动生产率水平往往不一致，施工定额的水平往往落后于劳动生产率水平，并且随着技术的发展和定额对劳动生产率的促进，二者的差距越来越大。所以，施工定额要经常修订，以适应和促进劳动生产率水平。

确定施工定额的水平必须有利于提高劳动工效，降低人工、机械和材料的消耗；有利于正确考核和评价工人的劳动成果；有利于正确处理企业和个人间的关系；有利于提高企业的管理水平。

确定施工定额的水平以平均先进水平为理想水平。平均先进水平是大多数施工队组和工人所能达到的水平，低于先进水平，略高于平均水平。这种水平使先进水平者感到一定的压力，必须努力才能更上一层楼；使大多数中间水平的工人感到可望可及，有信心赶超定额水平；使水平落后者感到很大压力，必须努力提高操作技能，才能适应定额水平。

四、劳动定额

1. 劳动定额的概念

劳动定额也称人工定额，是指在正常施工条件下完成一定数量的合格产品或完成一定数量的工作所必需的劳动消耗标准。这个标准是国家和企业对生产工人



在单位时间内必须完成的劳动数量和质量的综合要求，也是建筑施工企业内部组织生产，编制施工作业计划、签发施工任务单、考核工效、计算报酬的依据。

现行的《全国建筑安装工程统一劳动定额》是供各地区主管部门和企业编制施工定额的参考定额。定额规定的劳动时间和劳动量一般不变，其劳动工资可按各地的工资水平进行调整。

劳动定额的表现形式有两种，即时间定额和产量定额。

(1) 时间定额 时间定额也称工时定额，是指在一定的生产技术和生产组织条件下完成单位合格产品或完成一定数量的工作所必须消耗的劳动时间，包括工作时间、辅助工作时间、准备与结束时间、休息时间以及不可避免的中断时间。

时间定额以“工日”为单位，如工日/m、工日/m²、工日/m³、工日/t等。每个工日的工作时间为8h，计算公式如下：

$$\text{单位产品的时间定额（工日）} = 1/\text{每工产量}$$

或

$$\text{单位产品的时间定额（工日）} = \text{小组成员工日数总和}/\text{小组每班产量}$$

(2) 产量定额 产量定额是指在一定的生产技术和生产组织条件下，单位时间内（工日）内所应完成合格产品的数量。

产量定额以产品的计量单位为单位，如 m/工日、m²/工日、m³/工日、t/工日等。计算公式如下：

$$\text{每日产量} = 1/\text{单位产品的时间定额（工日）}$$

或

$$\text{小组每班产量} = \text{小组成员工日数总和}/\text{单位产品的时间定额（工日）}$$

时间定额与产量定额互为倒数关系。

2. 劳动定额的编制方法

劳动定额的编制方法主要有技术测定法、统计分析法、经验估算法和比较类推法。其中，技术测定法是我国建筑安装工程定额基础资料收集的基本方法。

技术测定法是在深入施工现场的条件下，根据施工过程合理先进的技术条件、组织条件和施工方法，对施工过程各工序工作时间的各个组成部分进行实地观测，分别测定每一工序的工时消耗，并对测定资料进行统计分析，参考以往数据来制订定额的一种方法。

由于具有比较充分的科学依据，用这种方法制定的定额先进合理，有较强的说服力。

3. 劳动定额示例

表2-7是《全国建筑安装工程统一劳动定额》第四分册砖石工程的砖基础。

例如，砌1m³两砖基础综合需要0.833工日，每工日综合可砌1.2m³两砖基础。



表 2-7 砖基础砌体劳动定额

工作内容：清理地槽、砌垛和角、抹防潮砂浆等

项 目		砖基础深在 1.5m 内			序号
		厚 度			
		1 砖	1.5 砖	2 砖及 2 砖以上	
综合	时间定额/产量定额	0.89/1.12	0.86/1.16	0.833/1.2	一
砌砖	时间定额/产量定额	0.37/2.7	0.366/2.98	0.309/3.24	二
运输	时间定额/产量定额	0.427/2.34	0.427/2.34	0.427/2.34	三
调制砂浆	时间定额/产量定额	0.093/10.08	0.097/1.03	0.097/1.03	四
编号		1	2	3	

注：1. 垫层以上防潮层以下为基础（无防潮层按室内地坪区分），其厚度以防潮层处为准；围墙以室外地坪以下为基础。

2. 基础深度 1.5m 以内为准，超过部分，每 1m^3 砌体增加 0.04 工日。

3. 基础无大放脚时，按混水墙相应定额执行。

4. 劳动定额的使用

时间定额和产量定额是同一劳动定额的不同表现形式，但其作用却不尽相同。时间定额以单位产品的工日数量表示，便于计算完成某一分部（分项）工程所需的总工日数，便于核算工资、编制施工进度计划和计算分项工期。产量定额以单位时间内完成的产品数量表示，便于小组分配任务。考核工人的劳动效率和签发施工任务单。

例如，某砌砖班组有 20 名工人，砌筑某住宅楼 1.5 砖混水外墙（机吊）需要 5 天完成，则班组完成的砌筑体积为：

查定额编号 19，得时间定额为 1.25 工日/ m^3 ，产量定额为 $0.8\text{m}^3/\text{工日}$ ；

砌筑的总工日为 20 工日/天 $\times 5$ 天 = 100 工日；

砌筑体积为 100 工日 $\times 0.8\text{m}^3/\text{工日}$ = 80m^3 。

例如，某工程有 170m^3 1 砖混水内墙（机吊），每天有 14 名专业工人进行砌筑。那么，完成该工程所需的定额施工天数为

查定额编号 14，得时间定额为 1.24 工日/ m^3 ；

完成砌筑需要的总工日数为 $170\text{m}^3 \times 1.24$ 工日/ m^3 = 210.8 工日；

所需的定额施工天数为 210.8 工日 $\div 14$ 工日/天 ≈ 15 天。

五、材料消耗定额

1. 材料消耗定额的概念

指在合理和节约使用材料的前提下，生产单位合格产品所消耗的建筑材料（半成品、配件、燃料、水、电）的数量标准。



材料消耗定额是企业推行经济承包、编制材料计划、进行单位工程核算的基础，是促进企业合理使用材料，实现限额领料和材料核算，正确核定材料需要量和储备量，考核分析材料消耗，反映建筑安装生产技术管理水平的重要依据。

建筑工程材料分实体消耗材料和周转性材料两大类。

实体消耗材料是指在工程施工中一次性消耗并直接构成工程实体的材料，如砖、砂、石、钢筋、水泥等。

周转性材料是指在施工中多次使用而逐渐消耗的工具型材料。如脚手架、模板、支架、挡土板等。

实体消耗性材料定额消耗量的组成如下：

实体消耗性材料定额消耗量 = 材料净耗量 + 材料损耗量 = 材料净耗量 × (1 + 材料损耗率)

构成产品实体的材料用量称为材料净耗量；不可避免的施工废料和操作损耗称为材料损耗量。

2. 实体消耗性材料消耗定额的制订

通常采用现场观测法、试验室试验法、统计分析法和理论计算法。

(1) 现场观测法 现场观测法主要用于测定材料的损耗量。测试人员亲临施工现场，实际观测施工过程中哪些是不可避免的损耗，必须计入定额，哪些是可以避免的，不应计入定额。

(2) 试验室试验法 由专业实验人员用专业实验仪器测定某种材料的消耗定额，主要用于混凝土、沥青、砂浆、油漆涂料等材料。

由于实验室的条件与施工现场的条件存在差别，对测出的数据还应通过观测法进行校核修正。

(3) 统计分析法 统计分析法是指在施工现场对分部分项工程发出的材料数量、建筑产品的完成数量、竣工后的材料剩余量等资料进行统计分析，据此编制材料消耗定额，其主要资料为工程任务单和限额领料单等。用这种方法很难区分实际工程中材料的合理损耗与不合理损耗，因此准确率不高。

(4) 理论计算法 理论计算法是根据设计图样、施工规范及材料规格，运用理论公式制订材料消耗定额的一种方法，主要适合于计算按件论块的现成制品材料，如砌体、石材等。

1) 每 m^3 砖砌体材料消耗量的计算。每块标准砖的体积为 $0.24 \times 0.115 \times 0.053 = 0.0014628m^3$ ，灰缝为 $0.01m$ 。

对半砖墙，每块砖加上灰缝的体积为 $0.115 \times (0.24 + 0.01) \times (0.053 + 0.01)$ ，那么， $1m^3$ 砖砌体中含有的标准砖为

$$\frac{1}{\text{墙厚} \times 0.115 \times \text{砖长加灰缝} (0.24 + 0.01) \times \text{砖厚加灰缝} (0.053 + 0.01)} \quad (\text{块})$$



$$= \frac{\frac{1}{2} \times 2}{\text{墙厚} 0.115 \times \text{砖长加灰缝} (0.24 + 0.01) \times \text{砖厚加灰缝} (0.053 + 0.01)} \text{ (块)}。$$

对于1砖墙，其墙厚为 $(0.115 + 0.01 + 0.115) \text{ m} = 0.24\text{m}$ ， 1m^3 砌体中含有的标准砖为

$$\frac{\frac{1}{2} \times 2}{\frac{1}{2} \times \text{墙厚} 0.24 \times \text{砖长加灰缝} (0.24 + 0.01) \times \text{砖厚加灰缝} (0.053 + 0.01)} \text{ (块)}$$

$$= \frac{1 \times 2}{\text{墙厚} 0.24 \times \text{砖长加灰缝} (0.24 + 0.01) \times \text{砖厚加灰缝} (0.053 + 0.01)} \text{ (块)}。$$

上式中分母为2块砖的体积，所以在前面乘以1/2。

从以上分析可以看出， 1m^3 砌体中含有的标准砖为

$\frac{\text{墙厚的砖数} \times 2}{\text{墙厚} \times \text{砖长加灰缝} \times \text{砖厚加灰缝}}$ (块)，半砖墙的墙厚砖数为1/2，1砖墙的墙厚砖数为1，依此类推，3/4砖墙的墙厚砖数为3/4，1.5砖墙的墙厚砖数为1.5，2砖墙的墙厚砖数为2……

3/4砖墙、1.5砖墙、2砖墙、2.5砖墙的墙厚依次为0.178m、0.365m、0.49m、0.615m。

例如，1.5砖墙每 1m^3 砌体中的砖和砂浆的损耗量（砖和砂浆的损耗率分别为0.01）为

$$\text{砖的净用量} = \frac{1.5 \times 2}{0.365 \times (0.24 + 0.01) \times (0.053 + 0.01)} \text{ (块)}$$

$$= 522 \text{ 块,}$$

砖的损耗量 = $522 / (1 - 1\%)$ (块) = 527 块。

砂浆的净用量 = $(1 - 522 \times 0.0014628) (\text{m}^3) = (1 - 0.7636) (\text{m}^3) = 0.236\text{m}^3$ ；

砂浆的消耗量 = $0.236 / (1 - 1\%) (\text{m}^3) = 0.238\text{m}^3$ 。

2) 每 100m^2 块料面层材料消耗量的计算。块料面层一般指瓷砖、面砖、预制水磨石、大理石等，通常以 100m^2 为计量单位，其计算公式如下：

$$\text{面层材料净用量} = \frac{100}{(\text{块料长} + \text{灰缝}) \times (\text{块料宽} + \text{灰缝})}$$

面层材料损耗量 = $1 / (1 - \text{损耗率})$

例如，当地面砖的规格为 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，灰缝宽度为1mm，损坏率为1.5%时，每 100m^2 地面砖的净用量为

$$\frac{100}{(\text{块料长} + \text{灰缝}) \times (\text{块料宽} + \text{灰缝})} = \frac{100}{(0.2 + 0.001)(0.2 + 0.001)}$$

$$= 2475 \text{ 块;}$$



地面砖的消耗量为：地面砖的净用量/(1 - 损耗率) = 2475/(1 - 1.5%)(块) = 2513 块。

3. 周转性材料消耗定额的制订

周转性材料是指在工程施工中多次使用，逐渐消耗，不断补充的周转性工具型材料，如模板、脚手架、钢管等。对逐渐消耗的那部分材料应采用分次摊销的办法计入材料损耗量。

以现浇钢筋混凝土模板为例，其摊销量的计算方法如下：

(1) 材料一次使用量 指为完成单位定额产品，在不重复使用的条件下，周转性材料的一次性使用量，通常根据结构图进行计算。

$$\text{一次使用量} = \frac{\text{每 } 10\text{m}^3 \text{ 混凝土与模板的接触面积} \times \text{每 } 1\text{m}^2 \text{ 接触面积的模板用量}}{1 - \text{模板制作安装损坏率}}$$

(2) 材料周转次数 指材料可以重复使用的次数，一般采用现场观测法、统计分析法测定或查阅相关手册。

(3) 材料补损量 指一次使用后由于损坏需要补充的数量，也就是下次使用的材料消耗量。通常用补损率表示。由于补损率将逐渐增大，所以一般采用平均补损率表示。

(4) 材料周转使用量 指平均周转一次的材料使用量。应根据一个周转期内的总使用量除以周转次数进行计算。

$$\text{周转使用量} = \frac{\text{一次使用量}}{\text{周转次数}} [1 + (\text{周转次数} - 1) \times \text{补损率}]$$

(5) 材料回收量 在一定的周转次数下，每周转使用一次平均可以回收材料数量。

$$\begin{aligned} \text{回收量} &= \frac{\text{一次使用量} - \text{一次使用量} \times \text{补损率}}{\text{周转次数}} \\ &= \frac{\text{一次使用量}}{\text{周转次数}} (1 - \text{补损率}) \end{aligned}$$

(6) 材料摊销量 分摊到每一计量单位的材料消耗量，是纳入定额的材料消耗量。

$$\text{摊销量} = \text{周转使用量} - \text{回收量}$$

例 1 已知钢筋混凝土构造柱按选定的模板，每 10m³ 混凝土与模板接触面积为 66.7m²，每 10m² 接触面积需木板材 0.375m³，模板的损耗率为 5%，周转次数 8 次，每次周转补损率 15%。试计算模板的使用量、回收量及摊销量。

解 一次使用量 = $\frac{66.7 \times 0.375 / 10}{1 - 5\%} = 2.633\text{m}^3$;



$$\text{周转使用量} = 2.633 \times \frac{1 + (8 - 1) \times 15\%}{8} = 0.675 \text{m}^3;$$

$$\text{回收量} = 2.633 \times \frac{1 - 15\%}{8} = 0.28 \text{m}^3;$$

$$\text{摊销量} = 0.675 - 0.28 = 0.395 \text{m}^3。$$

六、机械台班定额

1. 机械台班定额的概念

机械台班定额是指在合理的劳动组织和合理使用施工机械的正常施工条件下，完成一定计量单位的合格产品所需消耗的机械工作时间。机械台班定额以台班为单位，每台班 8h。

2. 机械台班定额的表现形式

- 1) 机械时间定额 = 1/机械台班产量。
- 2) 机械台班产量定额 = 1/机械时间定额。
3. 机械台班配合人工定额

由于机械必须同工人小组配合，机械台班配合人工定额是指机械台班配合用工部分，即机械台班劳动定额。

定额的表现形式为 $\frac{\text{时间定额}}{\text{台班产量}}$ 台班工日数。

例 2 用塔式起重机安装六层高房屋的预制梁（梁重 4t 以内），一个台班内机械台班消耗定额的表现形式是（单位为根）： $\frac{0.25}{52}13$ （查表得）。试计算机械时间定额、人工时间定额和台班产量定额（人工配合）。

解 塔式起重机台班产量定额 = 52 根/台班；
塔式起重机时间定额 = $1/52 = 0.019$ 台班/根；
人工时间定额 = $13/52 = 0.25$ 工日/根；
塔式起重机台班产量定额 = $1/0.25 = 4$ 根/工日。

◆◆◆ 第四节 班组作业计划与机具设备计划

一、钢筋工程工程量计算

钢筋工程工程量的计算依据是建筑结构施工图、构件配筋图（表）、施工组织设计（施工方案）、设计变更通知单等。

编制预算时，钢筋工程量可暂按构件体积（或水平投影面积、外围面积、



延长米) × 钢筋含量计算。结算时按设计要求, 无设计按下列规则:

1. 一般规则

1) 钢筋工程应区别现浇构件、预制构件、加工厂预制构件、预应力构件、点焊网片以及不同规格分别按设计展开长度(展开长度、保护层、搭接长度应符合规范规定)乘以理论重量, 以吨计。

2) 计算钢筋工程量时, 搭接长度按规范规定计算。当梁板 $\phi 8$ 以上通筋未设计搭接位置时, 预算书暂按 8m 一个双面电焊接头考虑, 结算时按实际接头数量调整, 搭接方式按已审定的施工组织设计确定。

3) 先张法预应力构件中的预应力和非预应力钢筋工程量合并按设计长度计算, 按预应力钢筋定额执行, 梁、大型屋面板、F 板执行 $\phi 5$ 外的定额, 其余执行 $\phi 5$ 内的定额。后张法预应力钢筋和非预应力钢筋分别计算, 预应力钢筋按设计图样规定的预应力钢筋预留孔道长度, 区别不同锚具类型, 按下列规定计算:

① 低合金钢筋两端采用螺杆锚具时, 预应力钢筋按预留孔道长度 - 350mm, 螺杆另行计算。

② 低合金钢筋一端采用墩头插片, 另一端采用螺杆锚具时, 预应力钢筋按预留孔道长度计算。

③ 低合金钢筋一端采用墩头插片, 另一端采用帮条锚具时, 预应力钢筋按预留孔道长度 150mm 计算, 两端均采用帮条锚具时, 预应力钢筋按预留孔道长度 300mm 计算。

④ 低合金钢筋采用后张混凝土自锚时, 预应力钢筋按预留孔道长度 350mm 计算。

4) 电渣压力焊、锥螺纹、套管挤压等接头以“个”计算。预算书中, 底板、梁暂按 8m 长一个接头的 50% 计算; 柱按自然层每根钢筋一个接头计算。结算时按实际接头计算。

5) 柱顶部破碎混凝土后主筋与底板钢筋焊接分为灌注桩、方桩(离心管桩按方桩)以桩的根数计算。每根桩端焊接钢筋根数不调整。

6) 在加工厂制作的铁件(包括半成品铁件)、已弯曲成形钢筋的场外运输按吨计算。各种砌体内的加固钢筋分绑扎、不绑扎按吨计算。

7) 混凝土柱中埋设的钢柱, 其制作、安装按相应的钢结构制作、安装定额执行。

8) 基础中钢支架、预埋铁件的计算

① 基础中, 多层钢筋的型钢支架、垫铁、撑筋、马凳按已审定的施工组织设计合并计算, 按金属结构的刚托架制作、安装定额执行(扣除定额中的油漆费 51.49 元)。现浇楼板中设置的撑筋已审定的施工组织设计用量与现浇构件钢



筋用量合并计算。

② 预埋铁件、螺栓按设计图中以吨计算，执行铁件制作定额。

③ 预制柱上钢牛腿按铁件以吨计算。

9) 后张法预应力钢丝束、钢绞线束按设计图样中预应力筋的结构长度（即孔道长度）加操作长度之和乘以钢材理论重量计算（无粘结钢绞线封油包塑的重量不计），其操作长度按下列规定计算：

① 钢丝束采用钝头锚具时，不增加操作长度。

② 钢丝束采用锥形锚具时，一端张拉为 1.0m，两端张拉为 1.6m。

③ 有粘结钢绞线采用多根夹片锚具时，一端张拉为 0.9m，两端张拉为 1.5m。

④ 无粘结钢绞线采用单根夹片锚具时，一端张拉为 0.6m，两端张拉为 0.8m。

⑤ 用转角器张拉及特殊张拉的预应力筋，其操作长度按实际计算。

10) 当采用曲线张拉时，后张法预应力钢丝束、钢绞线计算长度按直线长度乘以下列系数确定：梁高 1.5m 以内乘 1.015；梁高 1.5m 以上乘 1.025；10m 以内跨度的梁，当矢高 650mm 以上乘 1.02。

11) 后张法预应力钢丝束、钢绞线锚具，按设计规定所穿钢丝或钢绞线的孔数计算（每孔均包括了张拉端和锚固端的锚具），波纹管按设计图示以延长米计算。

2. 钢筋长度计算

1) 简支梁、板采用 I 级钢筋（HPB235）时，端部设 180°圆弯钩，每只弯钩增加 $6.25d$ 。采用 II、III 级钢筋（HRB335、HRB400）时，端部不设弯钩。

① 直钢筋净长 $= L - 2c$ ， L 为构件长度， c 为保护层厚度，如图 2-3a 所示。

② 弯起钢筋净长 $= L - 2c + 2 \times 0.414H'$ ， $H' = H - 2c$ ， H 为构件高度，如图 2-3b 所示。弯起角度为 30° 和 60° 时，式中 $0.414H'$ 分别改成 $0.268H'$ 和 $0.577H'$ 。

③ 弯起钢筋两端带直弯钩时的钢筋净长 $= L - 2c + 2H' + 2 \times 0.414H'$ ，如图 2-3c 所示。弯起角度为 30° 和 60° 时，式中 $0.414H'$ 分别改成 $0.268H'$ 和 $0.577H'$ 。

④ 末端作 90°、135°弯折时，弯起长度计算按设计尺寸计算。

2) 箍筋末端作 135°弯钩，弯钩平直部分的长度 $\geq 5d$ ，有抗震要求时 $\geq 10d$ ， d 为箍筋直径。钢筋净长 $= 2(a - 2c + 2d) + 2(b - 2c + 2d) + 14d$ ，抗震时式中 $14d$ 改成 $24d$ ，如图 2-3d 所示。

3) 弯起钢筋弯终点外应留有锚固长度，在受拉区不应小于 $20d$ ，在受压区不应小于 $10d$ 。弯起钢筋斜长计算按表 2-8 中系数计算（见图 2-3e）。

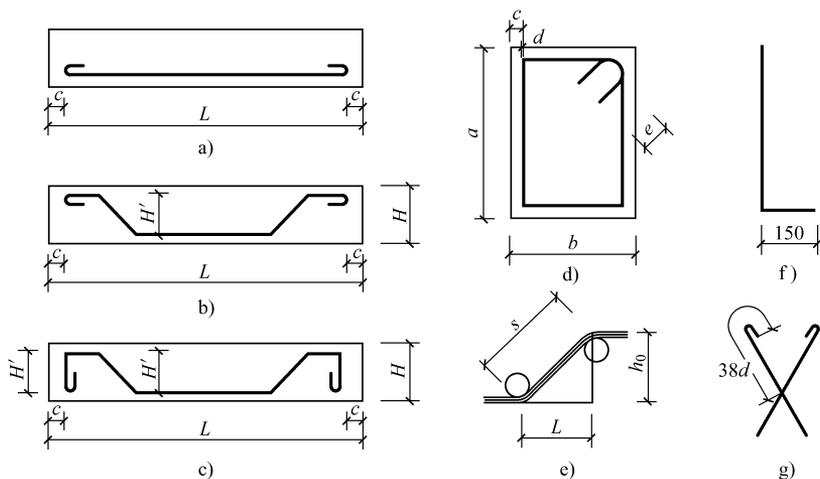


图 2-3 钢筋长度计算

a) 直钢筋 b) 弯起钢筋 c) 弯起钢筋端部带直弯钩
d) 箍筋 e) 弯起钢筋斜长计算 f) 柱底插筋 g) 斜筋挑钩

表 2-8 弯起钢筋斜长计算

弯起角度	30°	45°	60°
斜边长度 s	$2h_0$	$1.414h_0$	$1.155h_0$
底边长度 l	$1.732h_0$	h_0	$0.577h_0$
斜边长度比底边长度增加	$0.268h_0$	$0.414h_0$	$0.577h_0$

4) 箍筋、板筋排列根数 = $(L - 100\text{mm}) / \text{设计间距} + 1$ ，加密区的根数按设计另外增加。计算结果，末尾小数晋级取整。式中 L 为梁、板、柱的净长，计算方法如下：

① 板净长指主（次）梁与主（次）梁之间的净长。

② 柱净长计算。有梁板的柱高自柱基上表面（或楼板上表面）算至楼板下表面处；无梁板的柱高自柱基上表面（或楼板上表面）算至柱帽下表面处；有预制板的框架柱，柱高自柱基上表面算至柱顶；构造柱按全高计算。

③ 梁净长计算。梁与柱连接时，梁长算至柱侧面；主梁与次梁连接时，次梁长算至主梁侧面；圈梁、过梁应分别计算。过梁长度按图示尺寸，图样无明确要求时按洞口宽度 500mm 计算。

5) 圆柱螺旋箍筋长度计算公式：

$$L = n \sqrt{[(D - 2c + 2d)\pi]^2 + h^2}$$

式中 D ——圆柱直径；



c ——主筋保护层厚度；

d ——箍筋直径；

h ——箍筋间距；

n ——箍筋道数， $n = \text{箍筋配置长度}/h + 1$ 。

6) 柱底插筋和斜筋挑钩按图 2-3f 和图 2-3g 计算，若设计有具体要求，按设计要求计算。

二、钢筋重量的计算

1. 常规计算

钢筋重量是体积乘以密度得到的。钢材的密度是 $7850\text{kg}/\text{m}^3$ ，即 1m^3 的钢材重 7850kg 。那么， 1m 长钢筋的体积是： $\frac{\pi}{4}d^2 \times 1000 = 785.4d^2$ ，单位为 mm^3 。

$1\text{m}^3 = 10^9\text{mm}^3$ ，因此钢材的密度可改写为 $7.85 \times 10^{-6}\text{kg}/\text{mm}^3$ ，于是得 1m 长钢筋的重量计算公式为

$$G = 7.85 \times 10^{-6} \times 785.4d^2 = 0.006165d^2$$

例如，直径 22mm ，长度 38m 的钢筋重量为

$$0.006165 \times 22^2 \times 38 = 113.4\text{kg}$$

实际工程中，钢筋重量的计算可以直接查表计算。表 2-9 是 $1 \sim 9\text{m}$ 长的钢筋重量表。

表 2-9 钢筋重量

(单位: kg)

钢筋 直径/mm	钢筋长度/m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	0.099	0.197	0.296	0.395	0.493	0.592	0.69	0.789	0.888
5	0.154	0.308	0.462	0.617	0.771	0.925	1.079	1.233	1.387
5.5	0.186	0.373	0.559	0.746	0.932	1.119	1.305	1.492	1.678
6	0.222	0.444	0.666	0.888	1.11	1.332	1.554	1.776	1.997
6.5	0.26	0.521	0.781	1.042	1.302	1.563	1.823	2.08	2.34
7	0.302	0.604	0.906	1.208	1.51	1.813	2.11	2.42	2.72
8	0.395	0.789	1.184	1.578	1.973	2.37	2.76	3.16	3.55
9	0.499	0.999	1.798	1.997	2.5	3	3.5	3.99	4.49
10	0.617	1.233	1.85	2.47	3.08	3.7	4.32	4.93	5.55
11	0.746	1.492	2.24	2.98	3.73	4.48	5.22	5.97	6.71
12	0.888	1.776	2.66	3.55	4.44	5.33	6.21	7.1	7.99
13	1.042	2.08	3.13	4.17	5.21	6.25	7.29	8.34	9.38
14	1.208	2.42	3.63	4.83	6.04	7.25	8.46	9.67	10.88



(续)

钢筋 直径/mm	钢筋长度/m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	1.578	3.16	4.73	6.31	7.89	9.47	11.05	12.63	14.2
18	1.997	3.99	5.99	7.99	9.99	11.98	13.98	15.98	17.98
20	2.47	4.93	7.4	9.86	12.33	14.8	17.26	19.73	22.2
22	2.98	5.97	8.95	11.94	14.92	17.9	20.9	23.9	26.9
25	3.85	7.71	11.56	15.41	19.27	23.1	27	30.8	34.7
28	4.83	9.67	14.5	19.33	24.2	29	33.8	38.7	43.5
32	6.31	12.63	18.94	25.3	31.6	37.9	44.2	50.5	56.8
36	7.99	15.98	24	32	39.9	47.9	55.9	63.9	71.9
40	9.86	19.73	29.6	39.5	49.3	59.2	69	78.9	88.8

如果钢筋长度超过9m，可以按相应10倍、100倍等从表中取值。例如，直径22mm，长度38m的钢筋重量为

$$[10 \times 8.95 + 23.9] \text{kg} = 113.4 \text{kg}$$

如果钢筋长度不足1m，查表所得数值就按相应乘以0.1、0.01等从表中取用，例如直径为22mm，长度0.3m的钢筋重量为 $0.1 \times 8.95 = 0.895 \text{kg}$ 。

2. 估算重量

在为钢筋施工备料时，考虑到用料损耗以及钢筋接头需要等附加用料，提材料计划的钢筋用量应比实际需要的增加一些。这样，仅根据构件式样对钢筋重量作估算就可以了。

对于大面积配筋的情况，可根据下列公式算出长度，简化估算重量：

$$L = A/a$$

式中 L ——全部配筋长度；

A ——构件中配置钢筋的面积；

a ——钢筋间距。

例如，图2-4所示的圆形底板，按等间距布置35根钢筋（即间距共36个），如果按式 $L = A/a$ 进行估算，结果为

$$A = \pi/4 (5400 - 50)^2 (\text{mm}) = 22480000 \text{mm}^2,$$

$$L = 22480000/150 (\text{mm}) = 149900 \text{mm} = 149.9 \text{m}.$$

如果按精确计算，全部钢筋的长度为：

$a = 5400/36 = 150 \text{mm}$ ， $(n + 1)^2 = 36^2 = 1296$ 。钢筋两端保护层按50mm计

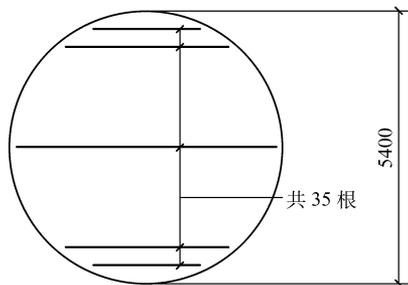


图2-4 圆形底板配筋图



算,并以 l_i 表示每根钢筋的长度。根据钢筋所在位置的弦长计算公式: $l_i = a \sqrt{(n+1)^2 - (2i)^2}$, 并考虑混凝土保护层厚度得:

$$l_0 = (150 \sqrt{1296 - (2 \times 0)^2} - 50) \text{mm} = 5350 \text{mm} \quad (l_0 \text{ 是位于圆直径处的钢筋长度})$$

$$l_1 = (150 \sqrt{1296 - (2 \times 1)^2} - 50) \text{mm} = 5432 \text{mm}$$

.....

$$l_{17} = (150 \sqrt{1296 - 34^2} - 50) \text{mm} = 1725 \text{mm}$$

计算结果依次为 5350mm、5342mm、5317mm、5274mm、5215mm、5137mm、5041mm、4925mm、4787mm、4627mm、4440mm、4224mm、3975mm、3685mm、3344mm、2935mm、2424mm、1725mm; 除 l_0 处 17 个数的和为 72417mm, 故全部钢筋的总长度应为 $(5350 + 2 \times 72417) \text{mm} = 150200 \text{mm} = 150.2 \text{m}$ 。

逐根算出钢筋长度后得出全部钢筋的总长度为 150.2m, 而估算值为 149.9m, 差值仅为 0.3m, 占 0.2%。

3. 带肋钢筋重量偏差的测量方法

测量单根钢筋重量偏差时, 试样长度应不小于 0.5m; 测量成批钢筋重量偏差时, 取样的重量应不小于 0.5t, 且不少于 10 根。

钢筋重量偏差按下式计算:

$$\text{重量偏差} = \frac{\text{实际重量} - \text{理论重量}}{\text{理论重量}} \times 100\%$$

当带肋钢筋重量偏差较大(一般指负偏差), 或直径大小不明又不便测定时, 在个别情况下, 可用重量法确定钢筋直径。取试样长度约 0.5m, 称量其实际重量, 然后按下式计算:

$$\text{钢筋直径} = \sqrt{\frac{\text{钢筋实际重量}}{0.006165 \times \text{试样长度}}}$$

式中, 试样长度以 m 计, 实际重量以 kg 计; 一般按 3 个试样, 取试验结果的平均值。

三、工料计算

根据建筑结构施工图、构件配筋图(表)、施工组织设计(施工方案)、设计变更通知单依照上述的工程量计算规则和方法, 就可以计算出钢筋的工程量。接着套用定额, 就可以算出钢筋工程的人工、材料、机具用量, 据此编制班组施工作业计划和机具设备使用计划。

1. 用工计算

按照规定方法计算的某操作工序工程量, 乘以该工序时间定额, 即为某分项工序所需的用工量。



时间定额包括的内容有：

- (1) 基本时间 劳动对象发生物理变化、化学变化，如绑扎柱钢筋。
- (2) 辅助时间 不直接完成工艺用的辅助时间，如绑扎前的划线、布筋。
- (3) 准备与结束时间 为生产一批产品或完成某项工程，事前进行准备，事后结束工作所消耗的时间。
- (4) 作业宽放时间 用于照管工地，使工作场地保持正常状态所需要的时间。如清扫场地、交接班、填写隐蔽工程记录等。
- (5) 个人生理需要与休息时间 工作中间歇、喝水、吃饭等所需要的时间。

2. 用料计算

(1) 方法一：图样计算

1) 根据施工图样中（设计变更、施工组织设计）的配筋表，按照钢筋工程量计算规则，算出各种规格型号钢筋的净长度和重量。

2) 根据计算出来的钢筋净用量，加上加工损耗率即为该工程的钢筋用料计划。计算公式为

$$\text{钢筋需用量} = \text{施工图净用量} / (1 - \text{损耗率})$$

这种方法在实际工程中应用较多。

(2) 方法二：万元定额计算 按每1万元建筑安装工程量平均计算出该工程的钢筋用量。该用量为概算用量，精确程度低。

(3) 方法三：平方米定额计算 按单位建筑面积（ m^2 ）估算出钢筋用量。一般用于大型工程的投标和备料之用。

(4) 方法四：分部分项计算 按初步设计图样所提出的资料采用分部分项计算出工程量再乘以含钢量。

◆◆◆ 第五节 技术交底

一、技术交底的目 的

技术交底是指在工程开工前，由上级技术负责人就施工中的有关技术问题向执行者进行交代的工作，是施工企业技术管理的一项重要环节与制度。技术交底的目的在于把设计要求、技术要领、施工措施等贯彻落实到基层直至操作工人，从而保证工程的质量和施工进度。

二、技术交底的要求

- 1) 技术交底应根据工程性质、类别和技术复杂程度，结合本单位实际技术



状况分级进行。

重点工程、大型工程、技术复杂的工程应由企业技术负责人向有关科室、项目经理部有关施工部门进行交底，项目经理部技术负责人向专业工长交底，工长负责向班组长按工种进行分部分项工程技术交底。

2) 技术交底的制订必须符合施工组织设计和施工方案的要求。

3) 交底时应注意关键项目、重点部位、新技术、新材料项目，要注意操作方法、技术规定及注意事项，交代要仔细，以真正了解设计、施工意图为原则。

4) 技术交底的形式可采用书面交底、会议交底、样板交底、岗位交底等。

5) 交底时不仅要交任务，还要交操作规程、交施工方法、交质量安全、交定额、交责任，要定人、定时、定值、定量、定责任，要做到任务明确、责任到人。

6) 交底必须在正式施工前认真做好。在工程施工过程中，应反复检查技术交底的落实情况，加强监督，确保工程质量。

7) 技术交底只有当签字齐全后方可生效。技术交底应发至施工班组。

三、技术交底的内容

1. 图样交底

土建部分（水电、暖通部分略）的内容包括：

1) 设计要求。

2) 建筑、结构、地基基础的特点、构造做法和设计要求以及抗震要求。

3) 轴线、标高、尺寸、预留孔及预埋件等具体细节。

4) 砖、混凝土、砂浆、钢筋等主要材料的强度等级和具体要求。

2. 施工组织设计交底

必须将施工组织设计的全部内容向施工人员交底。这些内容包括：

1) 工程特点。

2) 施工部署。

3) 施工方案和施工方法。

4) 施工操作规程。

5) 施工进度安排。

6) 施工项目和施工任务。

7) 劳动力安排计划、材料供应计划、机具设备安排计划。

8) 施工平面布置。

9) 施工工序的衔接。

10) 工期要求。

11) 各项管理措施。



3. 设计变更和洽商交底

对设计变更和洽商的结果应向施工人员和管理人员统一说明，便于统一口径，避免出错。

4. 分项工程技术交底

分项工程技术交底是各项技术交底的关键，应在各分项工程开始前进行。主要内容包括：

- 1) 施工准备。
- 2) 操作工艺。
- 3) 技术安全措施。
- 4) 质量标准。
- 5) 成品保护措施。
- 6) 消灭和预防质量通病措施。
- 7) 新工艺、新材料、新技术的特殊要求及注意事项。
- 8) 劳动定额、材料消耗定额。
- 9) 机具、工具。

四、技术交底的样式

技术交底的统一样式见表 2-10。

表 2-10 技术交底记录

工程名称		交底部位	
工程编号		日期	
交底内容：			
技术负责人：		交底人：	交接人：

第六节 建筑工程质量管理

一、建筑工程质量

1. 建筑工程质量的概念及特性

建筑工程质量简称工程质量，是指工程满足业主需要的，符合国家法律、法规、技术规范标准、设计文件及合同规定的特性的综合。

建筑工程作为一种特殊产品，处理一般产品具有的质量特性，例如性能、寿



命、可靠性、安全性、经济性等满足社会需要的使用价值及其属性外，还具有其特定的内涵。

建筑工程质量的特性主要表现在以下六个方面：

- 1) 适用性，即功能要求。
- 2) 耐久性，即使用年限。
- 3) 安全性。
- 4) 可靠性。
- 5) 经济性。
- 6) 与环境的协调性。

2. 建筑工程质量的影响因素

建筑工程的质量形成于建筑产品生成的各个阶段，包括可行性研究、项目决策、设计、施工和工程竣工验收。影响建筑工程质量的因素很多，但归纳起来主要有人（Man）、材（Material）、机（Machine）、方（Method）、环（Environment）五个方面，简称4M1E因素。

（1）人员素质 建筑业实行经营资质管理和各类专业从业人员持证上岗制度是保证人员素质的重要管理措施。

（2）工程材料 工程材料是构成工程实体的主要内容，材料质量是否合格，材料规格型号是否合适，将直接影响建筑产品的质量。

（3）机械设备 建筑工程施工中用到许多机械设备，选用是否合适，性能是否稳定，操作是否安全，也将直接影响建筑工程的质量和工期。

（4）工艺方法 采用合理的施工方案、先进的施工工艺、正确的操作方法并且大力推进新技术、新工艺、新方法是保证工程质量稳定提高的重要因素。

（5）环境条件 包括工程技术环境、工程操作环境、工程管理环境和周边环境等。

3. 建筑工程质量的特点

由于建筑产品的固定性和生产的流动性，建筑产品的体积大，投入高，周期长，具有一定的风险且受到外部环境的制约等，建筑工程的质量具有以下特点：

（1）影响因素多（4M1E）

（2）质量波动大 建筑产品的个性强、流动性大，产品质量的影响因素多，产生质量波动是正常的，但应将质量波动控制在偶然因素范围内。

（3）质量隐蔽性 建筑产品中间环节多，隐蔽工程（如地基基础工程、混凝土工程等）多，施工过程中应及时进行质量跟踪检查。

（4）终检的局限性 工程项目的终检即竣工验收是无法进行工程内部质量检查的，因此存在局限性。

（5）评价方法的特殊性 工程质量的检查评定即验收是按检验批、分项工



程、分部工程、单位工程进行的。检验批的质量是工程质量的基础，主要取决于主控项目和一般项目的抽样检验结果。隐蔽工程在隐蔽前要进行检查合格验收，涉及结构安全的试块、试件及相关材料，应按规定进行见证取样检测。工程质量的检验验收首先由施工单位自行检查评定，然后由监理工程师组织有关单位和人员进行检验确认验收。这种方法评价的指导思想是“验评分离、强化验收、完善手段、过程控制”。

二、工程质量控制

1. 工程质量控制的概念

工程质量控制是指致力于满足工程质量要求，也就是为了保证工程质量满足工程合同、规范标准所采取的一系列措施、方法和手段。

工程质量控制按实施主体的不同分为自控主体和监控主体。自控主体指勘察设计单位、施工单位，监控主体指政府部门和监理单位。

2. 工程质量控制的原则

勘察设计单位、施工单位在实施工程质量控制时，应遵循 2008 版 GB/T 19000—ISO 9000 的八项质量管理原则。

(1) ISO 9000 族标准简介 国际标准化组织 (ISO) 于 1976 年成立了 TC176 (质量管理和质量保证技术委员会) 着手研究制订国际遵循的质量管理和质量保证标准。1987 年，ISO/TC176 发布了举世瞩目的 ISO 9000 系列标准，该标准为世界上第一个质量管理和质量保证系列国际标准。随着科技的进步，产业结构不断发生变化，ISO/TC 176 分别于 1994 年、2000 年推出了经过修改的 ISO 9000 族标准。2000 年版的标准的适用范围更广，内容更协调，语言更精炼，更适应现代社会的需要。我国于 1988 年发布了与之相应的 GB/T 10300 系列标准，并“等效采用”。为了更好地与国际接轨，又于 1992 年 10 月发布了 GB/T 19000 系列标准，并“等同采用 ISO 9000 族标准”。2000 年国际标准化组织发布了修订后的 ISO 9000 族标准后，我国及时将其等同转化为国家标准，并于 2008 年发布 GB/T 19000—2008，为质量管理从由企业自主管理、国家管理发展成按国际统一标准管理奠定了基础。

(2) GB/T 19000—2008 族标准的构成 GB/T 19000—2008 族标准由下列四部分组成：

- 1) GB/T 19000—2008 质量管理体系——基础和术语。
- 2) GB/T 19001—2008 质量管理体系——要求，主要用于组织证实其具有提供满足顾客要求和适用的法规要求的产品的能力。
- 3) GB/T 19004—2008 质量管理体系——业绩改进指南，包括持续改进的过程，有助于组织的顾客和其他相关方满意。



4) ISO 19011 质量和环境审核指南。

(3) GB/T 19000—2008 族标准质量管理原则

1) 以顾客为关注焦点。组织依存于顾客，因此，组织应理解顾客当前的和未来的需求，满足顾客要求并争取超越顾客期望。

2) 领导作用。领导者将本组织的宗旨、方向和内部环境统一起来，并创造使员工能够充分参与实现组织目标的环境。

3) 全员参与。各级人员是组织之本，只有他们的充分参与，才能使他们的才干为组织带来最大的收益。

4) 过程方法。将活动和相关的资源作为过程进行管理，可以更高效地得到期望的结果。

5) 管理的系统方法。将相互关联的过程作为系统加以识别、理解和管理，有助于组织提高实现目标的有效性和效率。

6) 持续改进。持续改进是组织一个永恒的目标。

7) 基于事实的决策方法。对数据和信息的逻辑分析或直觉判断是有效决策的基础。

8) 与供方互利的关系。通过互利的供方关系，增强组织和供方创造价值的能力。

3. 全面质量管理 (TQC)

(1) 概念 全面质量管理 (TQC) 是指企业全员参加，以生产全过程为对象，运用现代管理的技术和方法，对产品质量进行调查、分析、判断的一种质量管理模式。

(2) 全面质量管理的任务

1) 对全体员工进行质量意识教育，开展技术练兵，岗位培训等活动。

2) 组织对影响工程质量的各种因素，环节进行事前分析，建立完善的质量体系。

3) 贯彻执行国家颁发的有关规定、规范、质量评定标准等。

4) 组织回访与维修，调整体系、制度，改进质量管理方法。

(3) 全面质量管理的程序 全面质量管理的程序一般分为四个阶段，即计划 (Plan)、实施 (Do)、检查 (Check) 和处理 (Action)，简称 PDCA 循环。PDCA 循环过程示意如图 2-5 所示。

1) 计划 (Plan)。包含以下 4 个步骤：

第一步，分析质量现状，找出存在的质量问题。首先，要分析企业范围内的质量通病，也就是工程上的常见病和多发病；其次，针对工程中的一些技术复杂、难度大的项目，质量要求高的项目，以及新工艺、新技术、新结构、新材料等项目，要依据大量的数据和信息资料，用数理统计方法来分析反映问题。



第二步，分析产生质量问题的原因和影响因素。这一步也要依据大量的数据。应用数理统计方法，并召开有关人员和有关问题的分析会议，最后绘制成因果分析图。

第三步，找出影响质量的主要因素。为找出影响质量的主要因素，可采用的方法有两种：一是利用数理统计方法和图表法；二是当数据不容易取得或者受时间限制来不及取得时，可根据有关问题分析会的意见来确定。

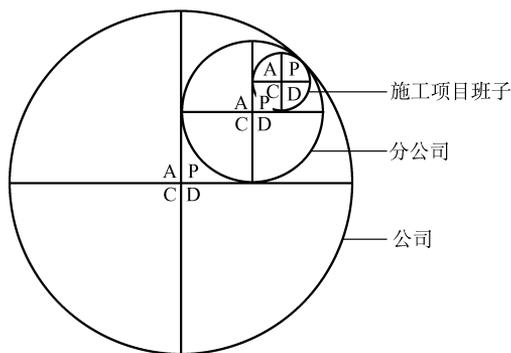


图 2-5 PDCA 循环过程示意图

第四步，制订改善质量的措施。提出行动计划，并预计效果。在进行这一步时。要反复考虑并明确回答以下“5W1H”问题：

- ① 为什么要采取这些措施？为什么要这样改进？（why）
- ② 改进后能达到什么目的？有什么效果？（what）
- ③ 改进措施在何处（哪道工序、哪个环节、哪个过程）执行？（where）
- ④ 什么时间执行，什么时间完成？（when）
- ⑤ 由谁负责执行？（who）
- ⑥ 用什么方法完成？用哪种方法比较好？（how）

2) 实施（Do）。包含 1 个步骤：

第五步，组织对质量计划或措施的执行。怎样组织计划措施的执行呢？首先，要做好计划的交底和落实。落实包括组织落实、技术落实和物资材料落实。有关人员还要经过训练、实习并经考核合格后再执行。其次，计划的执行要依靠质量管理体系。

3) 检查（Check）。包含 1 个步骤：

第六步，检查采取措施的效果。也就检查作业是否按计划要求去做的？哪些做对了？哪些还没达到要求？哪些有效果？哪些还没有效果？

4) 处理（Action）。包含两个步骤：

第七步，总结经验，巩固成绩。也就是经过上一步检查后，把确有效果的措施、在实施中取得的经验，通过修订相应的工艺文件、工艺规程、作业标准和各种质量管理的规章制度加以总结，把成绩巩固下来。

第八步，提出尚未解决的问题。通过检查，把效果还不显著或还不符合要求的那些措施，作为问题反映到下一循环中。

PDCA 循环是不断进行的，每循环一次，就实现一定的质量目标，解决一定



的问题，使质量水平有所提高。如是不断循环，周而复始，会使质量水平不断提高。

第七节 施工方案编制技能训练

● 训练1 钢筋工程施工方案编制

1. 施工方案实例

(1) 工艺流程 钢筋验收挂牌标识→编制配料单→钢筋加工→钢筋接长→绑扎、安装→交接检查。

(2) 人员配备 钢筋制作安装应由熟练的钢筋工、焊工操作，焊工应经培训考核合格持证上岗，患有心脏病、高血压的人员不能从事高处作业。

(3) 材料选择 本工程设计钢筋为Ⅰ级和Ⅱ级钢筋，钢筋的力学性能应符合表2-11的要求。

表 2-11 钢筋的力学性能

品 种		公称直径/mm	屈服强度	抗拉强度	总伸长率%	冷 弯	
外形	强度等级		不小于 N/mm ²			弯曲角度	弯心直径 D
光圆	Ⅰ	6~22	300	420	>10	180	2.5d
螺纹	Ⅱ	6~25	335	455	>7.5	180	3d
		28~50				180	4d

钢材进场应检查出厂合格证，并应随机抽样送试验室复检、合格后方可使用，钢筋应分类堆码，挂牌标识备用。钢筋堆码应上有棚、下有垫，防止雨淋锈蚀。

(4) 钢筋配料 钢筋班长对各构件的钢筋翻样，编制配料单，经施工员审核无误后，批转钢筋班下料。

1) 配料顺序

- ① 总顺序。柱——梁——板的顺序配料。
- ② 柱顺序。受力钢筋——构造钢筋——箍筋——预埋铁件。
- ③ 梁顺序。受拉区直筋、弯起筋——受压区受力钢筋——架立钢筋及其他构筋——支座处负弯矩钢筋——箍筋。
- ④ 板顺序。受力钢筋——支座处负弯矩钢筋——构造钢筋。

2) 钢筋下料长度计算

- ① 直钢筋下料长度 = 构件长度 - 保护层厚度 + 弯钩增加长度。



② 弯起钢筋下料长度 = 直段长度 + 斜段长度 - 弯曲调整值 + 弯钩增加长度。

③ 箍筋下料长度 = 箍筋内边周长 + 箍筋调整值。

弯钩增加长度及箍筋调整值见表 2-12 和表 2-13。

表 2-12 钢筋弯钩调整值

钢筋弯曲角度 (°)	30	45	60	90	135
弯曲调整值	0.35d	0.5d	0.85d	2d	2.5d

表 2-13 箍筋调整值

(单位: mm)

箍筋量度方法	箍筋直径			
	4~5	6	8	10~12
外包周长	40	50	60	70
内皮周长	80	100	120	150~170

当钢筋需要接长时, 下料长度中应增加搭接长度。

(5) 钢筋加工

1) 钢筋除锈。钢筋表面若出现油渍、漆污和用锤敲击时能剥落的浮皮、铁锈等应在使用前清理干净。本工程钢筋一律采购达钢近期生产钢材, 不应存在老锈, 采用钢丝刷人工除锈即可。出现老锈的钢筋不得使用。

2) 钢筋调直。 $\phi 12$ 内的盘钢筋采用绞筋调直, $\phi 12$ 以上的粗钢筋采用板柱铁调直。调直后的应平直, 无局部弯曲, 切成 3m 左右钢筋段无卷曲, 并可在工作台上滚动。

3) 钢筋切断。调直的钢筋按配料顺序和配料单尺寸, 采用 $\phi 140$ 断割机下料。下好的料按下料单的数量分类绑扎成捆, 挂牌标识, 堆码整齐。

4) 钢筋弯曲成形。 $\phi 12$ 内的细钢筋采用手摇扳子弯曲, $\phi 12$ 以外粗钢筋采用板柱铁柱和横口扳手弯曲成形, 直钢筋的弯钩和箍筋弯曲成形, 可在工作台上, 按钢筋成形各段尺寸钉上若干标志进行操作即可; 对于弯起钢筋等形状比较复杂的钢筋, 必须在钢筋弯曲前, 用粉笔或划粉按照钢筋料单上标明尺寸, 在钢筋上划出各弯曲点的位置, 然后方可进行弯曲成形。对于复杂钢筋, 还应在地面上翻大样, 成形第一根钢筋应与大样校对, 确认无误后方可成批制作, 确保钢筋形状、尺正确。

5) 钢筋焊接

① 焊接方法。竖向钢筋采用接触电渣焊对接, 其余横向钢筋采用电弧焊搭接, 双面焊缝。



② 施工工艺。

a. 接触电渣焊。接触电渣焊施焊前，应先将钢筋端部 120mm 范围的铁锈、杂质刷净，把钢筋置于夹钳口内夹紧，并使上下钢筋的轴线在同一直线上。

工艺过程是：预先平整钢筋端面，并选用粒度为 8~10mm 的导电焊剂 1~2 块，放入两钢筋端面之间，接通电源，使导电焊剂及钢筋端部相继熔化形成渣池，维持数秒钟后，借助操作压力杆使上部钢筋以 1mm/s 的速度下沉，防止下沉速度过快或过慢造成电流短路或断路，从而维持良好的电渣过程，待熔化留量达到规定数值后，切断电源，用力迅速顶压挤出熔渣和熔化金属，使之成形坚实的焊接接头，冷却 1~3min 后，卸去夹具，敲去焊渣。

b. 电弧焊。应先将钢筋接头预弯，使两根钢筋轴线位于同一直线上，用两点加以固定，施焊时，从搭接缝开始打弧，焊完后须将弧坑填满，并立即仔细清渣。双面焊缝。

6) 钢筋运输。钢筋场内运输，应绑扎成捆，采用塔式起重机运输，在起吊和运输过程中，应有专人指挥，防止碰撞施工架，尤其应防止碰撞电源线路，以防触电伤人。

7) 钢筋的绑扎与安装

① 柱筋绑扎。纵向钢筋的弯钩朝柱心，箍筋弯钩应交叉布置在柱四角纵筋上，箍筋应与纵筋绑扎牢固，绑扎箍筋时，绑扎相互间成八字形。

② 墙筋绑扎。本工程挡土墙，电梯井墙，剪力墙，当竖向钢筋的直径 $\leq 12\text{mm}$ 时，单根下料不宜 $> 4.0\text{m}$ ，当竖向钢筋直径 $> 12\text{mm}$ 时，单根钢筋下料长度不宜 > 6.0 米。钢筋弯钩应朝墙心内，内外层钢筋间应设撑铁，采用 $\phi 10\text{mm}$ 钢筋制成，长度等于两层钢筋间的净距，撑铁两端弯成 90° 直角钩，平直部分长度 80~100mm，@1000 双向布置。

③ 梁与板钢筋绑扎。梁纵向钢筋双层排列时，采用 $\phi 25\text{mm}$ 钢筋作垫块。箍筋弯钩应交错布置在两根架立钢筋上，箍筋应与纵向钢筋绑扎牢固。

板的双向钢筋网片，四周纵横钢筋交叉点，每点均应绑扎牢，中间部分每间隔一根相互成梅花式绑扎，要严格控板上部负筋的位置，双层钢筋之间应设 $\phi 10\text{mm}$ 钢筋撑铁，撑铁长度等于两层钢筋间的净距，撑铁两端弯成 90° 直角钩，平直部分长 80~100mm，@800 双向布置。

④ 钢筋放置。当板、次梁、主梁交叉时，板的钢筋在上，次梁钢筋居中，主梁钢筋在下，框架节点处钢筋密集，应注意梁顶钢筋净距 $\geq 40\text{mm}$ ，以利混凝土浇筑。

8) 钢筋保护层及钢筋安装控制偏差。钢筋保护层厚度不得小于表 2-14 的规定，钢筋安装控制偏差不得小于表 2-15 的规定。



表 2-14 砼中钢筋保护层厚度

(单位: mm)

构件类别		保护层厚度
墙 板	厚度 ≤ 100	10
	厚度 > 100	15
柱、梁		25

表 2-15 钢筋安装时的控制偏差

(单位: mm)

项 目		允许偏差
受力钢筋间距		± 5
钢筋弯起点位置		20
箍筋间距		± 20
主筋保护层	柱、梁	± 5
	墙、板	± 3
焊接预埋件	中心位移	5
	平整度	3

2. 认真阅读分方案实例及本章相关内容, 回答下列问题:

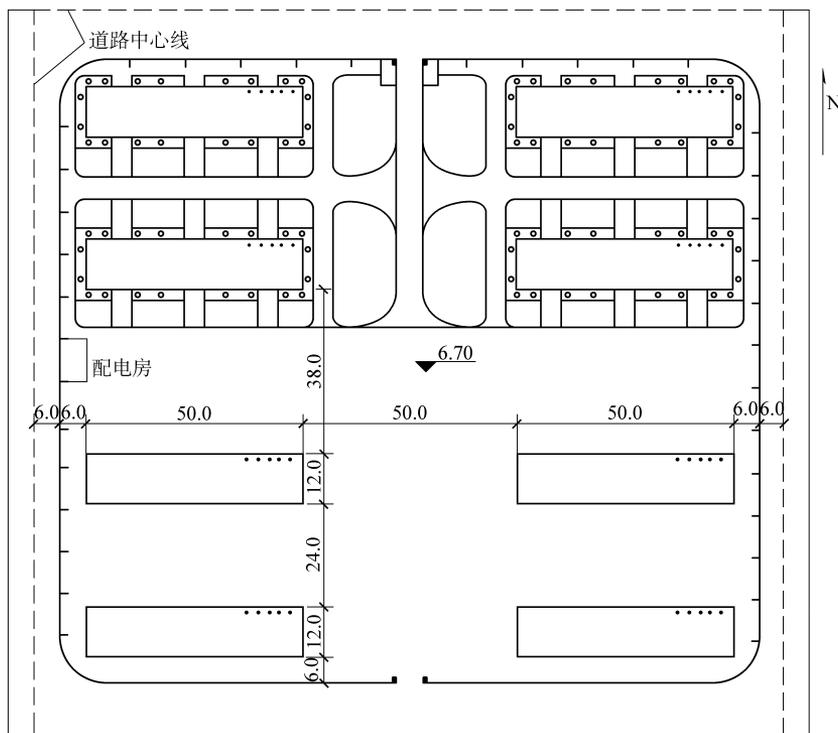
- 1) 钢筋工程的施工方案一般包含哪几个方面的内容?
- 2) 写出钢筋工程的施工工艺流程。
- 3) 钢筋配料的顺序是什么?
- 4) 钢筋加工安装的顺序是什么?
- 5) 受力钢筋、箍筋的位置偏差允许值分别是多少?

3. 某工程为三幢五层框架结构住宅, 基础采用钢筋混凝土梁板式筏形基础。基础工程分挖基槽、打垫层、支模板、绑扎钢筋、浇筑混凝土、养护、回填土七个施工过程, 每一幢作为一个流水段组织流水施工。七个施工过程在每一个流水段上的作业时间分别是3、2、3、3、2、3、2天。基础工程的计划工期为32天。试组织该基础工程的流水施工, 并编制钢筋工程的施工方案。

• 训练 2 施工总平面图绘制训练

某工程建筑总平面图如图 2-6 所示。试绘制下列资料其施工总平面图。

新建工程为 4 幢五层混合结构住宅, 每幢住宅由 3 各单元组成, 长 50m, 宽 12m, 地面以上高度 19m。上部结构为空心砖墙与现浇钢筋混凝土楼盖承重, 基



总平面图1:500

图 2-6 建筑总平面图

础已经施工完毕。主体工程的计划工期为 90 天。

1) 首先选择塔式起重机的型号, 确定塔式起重机的数量。主要选择依据为塔式起重机的回转半径和高度。本案选用两台 QT80A 型上回转自升塔式起重机(北京建筑工程机械厂生产), 回转半径 12.5 ~ 50m, 起重量 50 ~ 80kN。

2) 布置搅拌机。搅拌机的位置应在塔式起重机的回转半径范围内。

3) 布置砂、石、水泥堆场, 其位置应在搅拌机的附近。

4) 布置钢筋加工车间、木工车间等。本工程钢筋加工车间布置在东北侧, 在东边塔式起重机的回转半径范围内。西边两幢住宅可通过东边塔式起重机将钢筋转运到西边塔式起重机的回转半径范围内。

5) 布置办公室和宿舍。

6) 布置临时道路。本工程可按照永久道路的位置修筑。

7) 布置水电管线及消防设施。

8) 施工总平面图如图 2-7 所示。

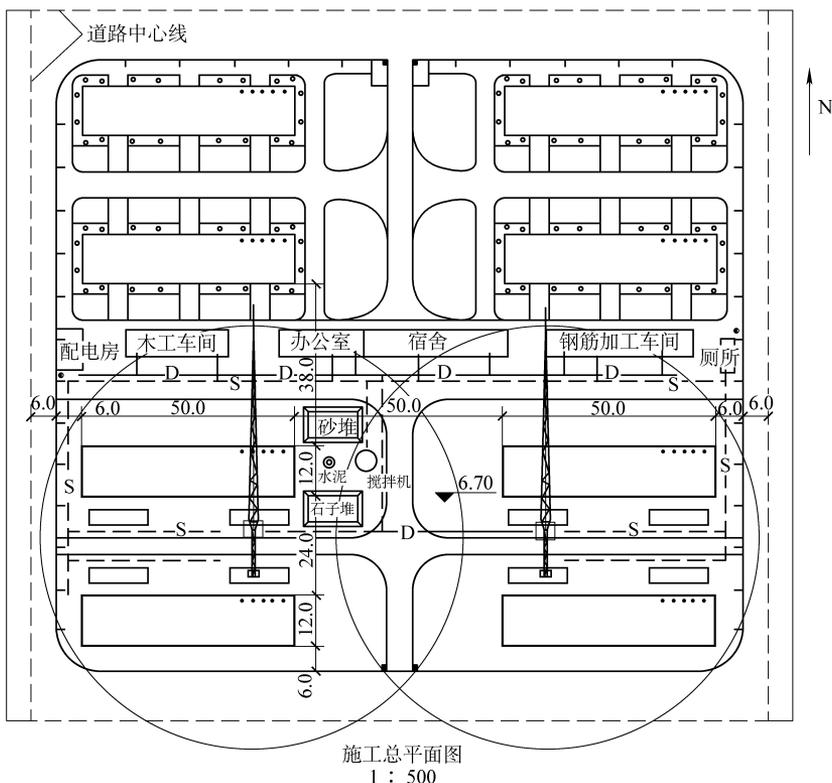


图 2-7 施工总平面图

● 训练 3 钢筋工技术交底编制训练

1. 钢筋工技术交底案例

技术交底记录

工程名称	某学院食堂工程		编 号	× ×
			交 底 日 期	× × 年 × 月 × × 日
施工单位	× ×	分项工程名称	基础钢筋工程	
交底提要	钢筋加工制作	页 数	共 3 页, 第 1 页	
交底内容: 一、主要机具 钢筋切断机、钢筋弯曲机、钢筋调直机、钢筋钩子、钢筋扳子、钢丝刷、断火烧丝锯刀。 二、材质要求 钢筋的级别、规格符合设计要求, 钢筋的质量符合现行规范要求。				
签字栏	交底人	× ×	审核人	× ×
	接受交底人		× ×	



(续)

工程名称	某学院食堂工程		编 号	× ×
			交 底 日 期	× 年 × 月 × 日
施 工 单 位	× ×	分 项 工 程 名 称	基础钢筋工程	
交 底 提 要	钢筋加工制作	页 数	共 3 页, 第 2 页	

三、作业条件

1. 钢筋安装前要核对钢筋加工表是否正确, 并检查有无锈蚀现象, 除锈后再运至施工部位。
2. 做好放线工作, 弹出墙、柱位置线, 并弹好钢筋位置线。

四、钢筋加工操作工艺

1. 钢筋加工的形状、尺寸必须符合设计要求。钢筋的表面应洁净、无损伤, 油渍、漆污和铁锈等应在使用前清除干净。

2. 钢筋应平直, 无局部曲折。

3. 钢筋的弯钩或弯折应符合以下规定:

- 1) I 级钢筋末端需作 180° 弯钩, 其弯弧内径应为 $2.5d$, 平直部分长度为 $3d$ 。
- 2) 钢筋末端弯钩为 135° 时, HRB335 级、HRB400 级钢筋的弯弧内径应为 $4d$, 弯钩的弯后平直部分长度应符合设计要求。

3) 钢筋作不大于 90° 的弯折时, 弯折处的弯弧内径应为 $5d$ 。

4. 箍筋的末端应作 135° 弯钩, 弯钩形式应符合 03G101-1 的要求。当设计无具体要求时, 用 I 级钢筋制作的箍筋, 其弯钩的弯曲直径应大于受力钢筋直径, 且 $\geq 2.5d$; 弯钩平直部分的长度 $\geq 10d$ 。箍筋制作时应平整, 无翘曲。

5. 钢筋的冷拉用钢筋卷扬机进行冷拉, HRB300 级钢筋的冷拉率为 4%。

6. 钢筋下料应遵从先长后短的原则。

7. 下料后, 剩余钢筋长度大于等于 30cm 时, 应分规格整齐摆放, 小于 30cm 的集中堆放于指定位置。

8. 钢筋加工的允许偏差 (mm):

项 目	允 许 偏 差	项 目	允 许 偏 差
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	± 5	箍筋内净尺寸	± 3
弯起钢筋的弯折位置	± 10	弯钩平直部分	-10

五、原材料及成品保护

1. 原材料严禁随意切割, 若遇雨雪天气应及时覆盖防止生锈。
2. 加工成形的钢筋或骨架运至现场, 应分别按工号、结构部位、钢筋编号和规格等整齐堆放, 保持钢筋表面清洁。
3. 在运输和安装钢筋时, 应轻装轻放, 不得随意抛掷和碰撞, 防止钢筋变形。

六、机械维护

1. 按规定正确使用机械, 严禁无人情况下机械运转, 确保人走断电。
2. 非钢筋工禁止使用钢筋加工机械。

签字栏	交底人	× ×	审核人	× ×
	接受交底人	× ×		



(续)

工程名称	某学院食堂工程	编 号	× ×								
		交 底 日 期	×年×月×日								
施 工 单 位	× ×	分 项 工 程 名 称	基础钢筋工程								
交 底 提 要	钢筋加工制作	页 数	共3页,第3页								
<p>3. 各类机械进行定期保养、维护。</p> <p>4. 外露机械在使用完毕后,加以覆盖保护。</p> <p>七、安全注意事项</p> <p>1. 使用各种机械(如钢筋切断机、卷扬机、焊机等)时都必须认真检查各个机械的机械性能,线路是否漏电,是否有危险性,把不安全因素消灭掉。</p> <p>2. 使用前必须认真学习各种机械性能,严格按照各种机械的操作规程操作,不得马虎。</p> <p>3. 焊工应戴防护镜、绝缘手套、穿绝缘鞋。30~50cm的钢筋短头禁止用机器切割。</p> <p>八、钢筋加工允许偏差:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">项 目</th> <th style="width: 40%;">允许偏差/mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸</td> <td style="text-align: center;">±10</td> </tr> <tr> <td>弯起钢筋的弯折位置</td> <td style="text-align: center;">±20</td> </tr> <tr> <td>箍筋内净尺寸</td> <td style="text-align: center;">±5</td> </tr> </tbody> </table>				项 目	允许偏差/mm	受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	±10	弯起钢筋的弯折位置	±20	箍筋内净尺寸	±5
项 目	允许偏差/mm										
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	±10										
弯起钢筋的弯折位置	±20										
箍筋内净尺寸	±5										
签字栏	交 底 人	× ×	审 核 人	× ×							
	接 受 交 底 人	× ×									

2. 认真阅读分方案实例及本章相关内容,回答下列问题:
- 1) 技术交底的目的是什么?
 - 2) 分项工程技术交底有哪些内容?
 - 3) 技术交底书面记录需要哪些人员签字? 什么时间生效?
 3. 仿照案例编写训练2所示工程主体结构钢筋工程的技术交底。

复习思考题

1. 简述施工组织设计的编制原则。
2. 简述施工组织设计的编制程序。
3. 在编制混凝土和钢筋混凝土工程的施工方案时应着重考虑哪几个方面的内容?
4. 简述施工准备工作计划的主要内容。
5. 资源需用量计划包括哪几项计划?
6. 简述施工总平面图的设计原则和设计步骤。
7. 建筑工程施工有哪几种组织方式? 各自的特点是什么?



8. 简述流水施工的主要参数。
9. 写出不等节拍流水施工的流水步距和工期的计算公式。
10. 简述工程建设定额的作用与分类。
11. 施工定额与预算定额的主要区别是什么？
12. 简述时间定额和产量定额的单位和区别。
13. 举例说明实体消耗材料和周转性材料。
14. 材料消耗量与材料净用量怎样进行换算？
15. 简述普通钢筋下料长度的计算方法。
16. 技术交底的目的是什么？有什么要求？
17. 简述分项工程技术交底的主要内容。
18. 简述建筑工程质量的影响因素（4M1E）。
19. 全面质量管理的程序是什么？

第三章

钢筋配料



培训学习目标 在了解筏形基础、箱形基础、设备基础、牛腿柱、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等钢筋混凝土结构构件的构造特点，并能正确识读这些结构构件的施工图的基础上，能选择其中的一些较为复杂的钢筋绘制其大样图，并能完整编制整个构件的钢筋配料单。

第一节 钢筋放样

钢筋放样是钢筋工的一个基本技能。根据钢筋工的职业标准，高级工要能正确识读筏形基础、箱形基础、预应力屋架、牛腿柱、烟囱、预应力箱梁等复杂结构的施工图，这些复杂结构的钢筋多而密，形状也比较奇特。要想读懂并且正确计算出其下料长度、编制出钢筋配料单，首先就要能画出其大样图。钢筋放样可以是放大样（1:1），也可以是放小样（1:5、1:10）。

一、弯起钢筋、斜向钢筋放样操作

弯起钢筋、斜向钢筋放大样操作步骤如图 3-1 所示。

1. 弯起钢筋放样

按照选用的比例，将钢筋进行放样，通过对钢筋样图进行逐段直接测量，就能方便得到钢筋的长度。

如图 3-2a 所示，弯起钢筋的放大样可按照以下步骤进行：

1) 先画一根水平直线并截取长度为 300mm，在线段两端分别用量角器量出 30°和 45°角，画出斜线，如图 3-2b 所示。

2) 以水平线为基线，沿其垂直方向，在斜线上分别截取高度 100mm 和

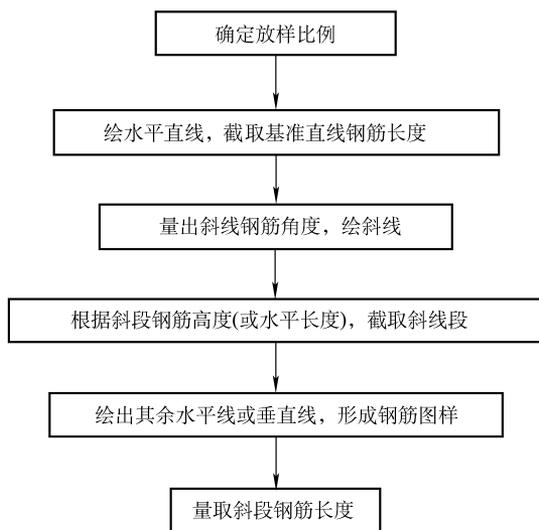


图 3-1 弯起钢筋、斜向钢筋放大样操作步骤

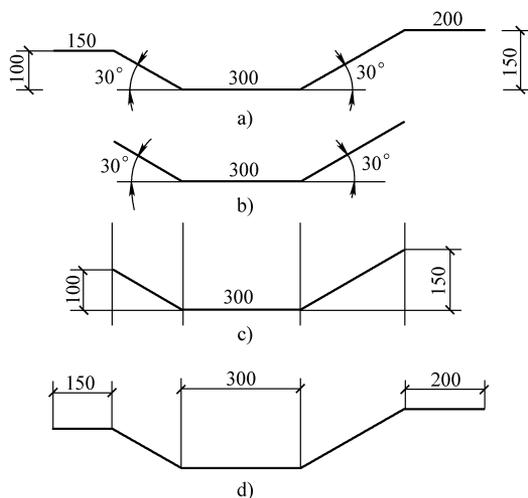


图 3-2 弯起钢筋放大样示意图

150mm，画出与水平线垂直的竖线，如图 3-2c 所示。

3) 画竖线的垂直线（水平线），分别过两斜线上端点（即弯起钢筋的上弯点）往两边引出水平线，并在两水平线上分别量取 150mm 和 200mm，即放样完毕，如图 3-2d 所示。

4) 量出斜段长度。上述大样图若是按 1:1 的比例，则图中各段尺寸即为成形钢筋各段实际长度。



2. 斜向钢筋放样

斜向钢筋的放样步骤与弯起钢筋相同，通过对放样的实际测量可直接得到斜向钢筋斜段的长度。

例如图 3-3 所示为设有斜向钢筋的变截面悬臂梁，图中 a_1 、 a_0 、 C_0 、 h'_0 、 h_0 、 θ 、 α 等一般设计图样都有标注，或是根据相关的数据计算出来。以①号斜向钢筋为例，其放大样操作步骤如下：

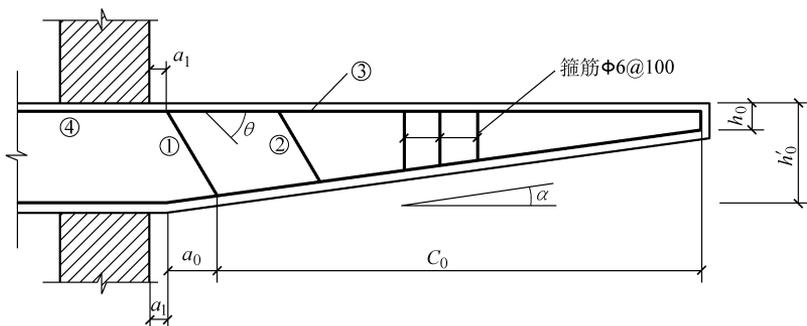


图 3-3 变截面悬臂梁配筋图

1) 画出上直段水平位置线段，按比例确定上弯点的位置，然后用量角器找出弯折角度 θ ，并从上弯点沿 θ 角方向引出斜线，如图 3-4a 所示。

2) 过上弯点作水平位置线段的垂线 b ，以垂线 b 为起点沿水平方向量出 a_0 与斜线相交，交点即为下弯点，如图 3-4a 所示。

3) 从下弯点向右引出水平线，并以下弯点为圆心，以水平线为始边，用量角器量出 α 角度，找出斜向钢筋位置方向，如图 3-4b 所示。

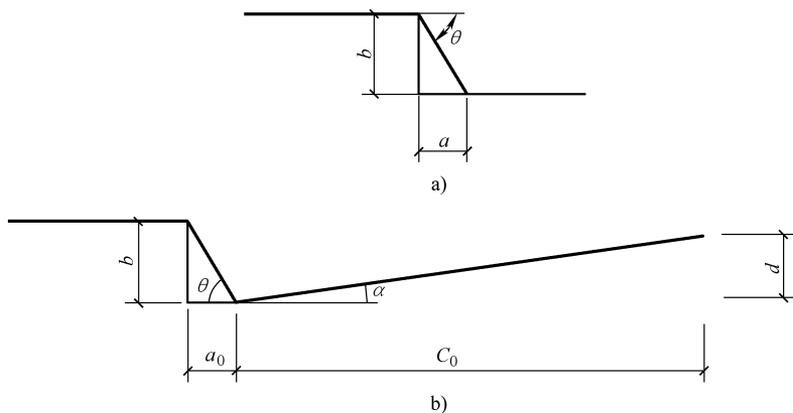


图 3-4 悬臂梁斜面向钢筋①号筋大样图



4) 以下弯点为起点, 沿水平线截取 C_0 长度, 并过截点作水平的垂线与斜向钢筋位置方向相交, 即得到斜向钢筋的端点, 如图3-4b所示, 从而完成①号斜向钢筋的放大样。

二、曲线钢筋放样

曲线钢筋的放样法可根据构件的标注尺寸, 或是利用给出的构件曲线方程计算出一组关键点, 将构件外形进行放大样或放小样, 再在其中进行曲线钢筋放样, 然后将曲线钢筋分成尽可能小段, 逐段量取相加即可得到钢筋长度。

曲线钢筋放样操作步骤如图3-5所示。

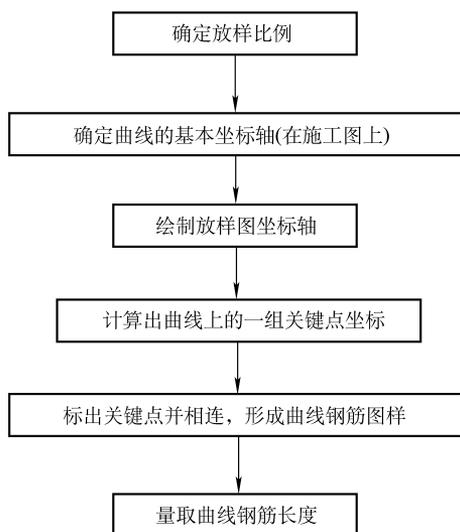


图3-5 曲线钢筋放样操作步骤

图3-6所示的钢筋混凝土鱼腹式吊车梁, 因为完全对称, 所以只需作一半构件的曲线放样, 然后再通过翻样, 即可得到整根曲线大样。其受力钢筋放大样的操作步骤如下:

1) 以构件曲线与垂直中心线的交点为坐标原点, 过该点画一水平线作为横坐标。以坐标原点为起点沿水平方向将吊梁分为6段, 并在水平上准确标出分点。

2) 过水平线上的分点作垂直线与曲线相交, 即得到若干关键点。量出关键点与水平线上分点的距离尺寸, 就得到了各关键点的纵坐标值, 把它标在相应的位置处, 如图3-7所示。

3) 根据水平线上各段的长度尺寸和关键点的纵坐标值, 按照所选定的比例, 将关键点标注在放样图上, 将各点连线即得到受力钢筋曲线大样图, 如图3-7所示。

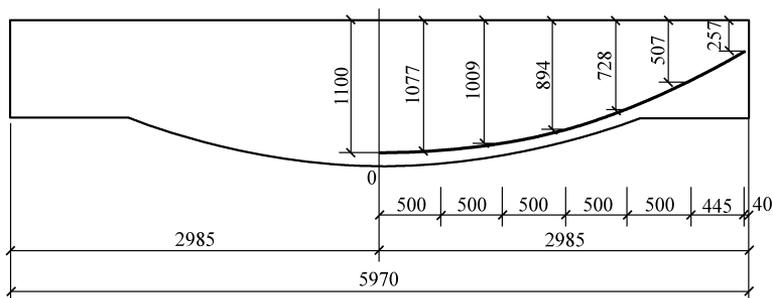


图 3-6 钢筋混凝土鱼腹式吊车梁主筋图

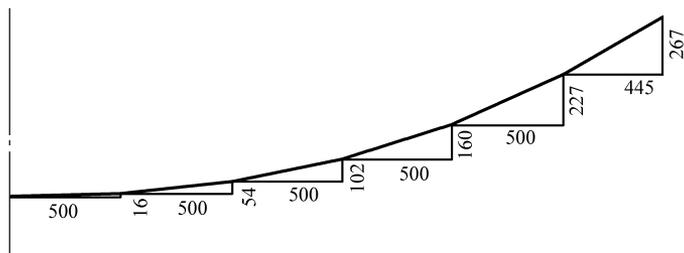


图 3-7 受力钢筋曲线大样图

曲线形受力钢筋的长度尺寸，可通过量取大样图中各关键点间的距离并累加求和得到，也可将关键点纵坐标值依次相减，算出若干个直角三角形两条直角边的长度尺寸，再根据勾股定理算出三角形斜边长度并累加求和得到。

曲线放大样时，一般情况，沿水平方向的分段尺寸在 250 ~ 500mm 范围内选取，这样可满足施工要求。水平分段越短，其曲线长度的计算结果精确度越高；反之水平分段越长，其曲线长度的计算结果精确度越低。

另一种简便方法步骤如下：

- 1) 将曲线构件与钢筋进行放样。
- 2) 用铁丝（或较细易成形的钢筋）依照钢筋曲线，制作成与曲线相同的钢筋模型。
- 3) 展开铁丝（或钢筋），测量其展开长度，即为曲线钢筋长度。

三、绘制钢筋放大样图的基本要求

1. 符合建筑制图标准

大样图本身就是建筑结构施工图的具体实施图。大样图所表示的图线、符号以及它们的表示方法都应符合《建筑制图标准》和《建筑结构制图标准》中规定的各项制图标准、条款，大样图的绘制要做到规范、清楚、完整。



2. 准确反映原设计的设计意图

收到设计图样后,应首先熟悉图样,全面正确理解设计意图。只有做到理解正确,才能有条件在大样图中准确无误地反映原设计意图。

3. 钢筋放样应按一定的顺序,避免漏配、错配

钢筋加工前,应按不同的构件进行放样,然后备料加工。为使放样工作方便、顺利,且不漏配、错配钢筋,放样应按一定的顺序进行。

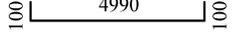
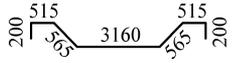
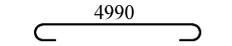
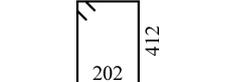
第二节 钢筋配料单的编制

钢筋配料单是根据结构施工图样及规范要求,对构件各钢筋按品种、规格、外形尺寸及数量进行编号,并计算各钢筋的直线下料长度及重量,将计算结果汇总所得的表格。编制钢筋配料单是钢筋施工中的一道重要工序。配料单是钢筋备料加工、签发任务书、提出材料计划和限额领料的依据。

一、配料单的形式

钢筋配料单的内容包括工程及构件名称、钢筋编号、钢筋简图及外形尺寸、钢筋规格、加工根数、下料长度、重量等。表 3-1 是某工程钢筋混凝土简支梁 L1 的配料单形式。

表 3-1 钢筋配料单

构件名称	钢筋编号	简图	钢号	直径/mm	下料长度/mm	单位根数	合计根数	重量/kg
L1 梁 共 5 根	1		Φ	22	5102	2	10	152.04
	2		Φ	22	5588	1	5	76.02
	3		Φ	14	5165	2	10	61.73
	4		Φ	6	1278	25	125	141.58

构件配筋图中注明的尺寸一般是指钢筋外轮廓尺寸(也称外皮尺寸),即从钢筋外皮到外皮量得的尺寸。钢筋在弯曲后,外皮尺寸长,内皮尺寸短,中轴线长度保持不变。按钢筋外皮尺寸总和下料是不准确的,只有按钢筋的轴线尺寸(也就是钢筋的下料长度)下料加工,才能使加工后的钢筋形状、尺寸符合设计要求。钢筋的下料长度为各段外皮尺寸之和减去弯曲处的量度差值,再加上两端



弯钩的增长值。

二、配料单编制步骤

1) 熟悉图样，识读构件配筋图，弄清每一编号钢筋的品种、规格、形状和数量，以及在构件中的位置和相互关系。

2) 熟悉有关钢筋混凝土构件的一般规定，如混凝土保护层厚度、钢筋的搭接长度和锚固长度（包括抗震和非抗震）、钢筋弯钩形式及相应的钢筋长度变化值等。有关混凝土构件的一般规定在第一章第一节中有详细的介绍。

3) 绘制钢筋简图。

4) 计算每种编号钢筋的下料长度。

5) 计算每种编号钢筋的需要数量。

6) 填写钢筋配料单。

7) 填写钢筋料牌。

三、非预应力钢筋下料长度的计算

构件中的钢筋，因弯曲会使长度发生变化，所以配料时不能根据配筋图尺寸直接下料。必须根据各种构件的混凝土保护层、钢筋弯曲、搭接、弯钩等规定，结合所掌握的一些计算方法，再根据图中尺寸计算出下料长度。

1. 常用钢筋下料长度计算公式

1) 直钢筋下料长度 = 构件长度 - 保护层厚度 + 弯钩增加长度。

2) 弯起钢筋下料长度 = 直段长度 + 斜段长度 + 弯钩增加长度 - 弯曲调整值。

3) 箍筋下料长度 = 直段长度 + 弯钩增加长度 - 弯曲调整值。

4) 曲线钢筋（环形钢筋、螺旋箍筋、抛物线钢筋等）下料长度 = 钢筋长度计算值 + 弯钩增加长度。

上述钢筋需要搭接的话，还应加上钢筋搭接长度。

2. 弯钩增加长度计算

1) 钢筋的弯钩通常有三种形式，即半圆弯钩、直弯钩和斜弯钩。半圆弯钩是常用的一种弯钩。斜弯钩仅用在 $\phi 12\text{mm}$ 以下的受拉主筋和箍筋中。

2) 钢筋弯钩增加长度，按图 3-8 所示的计算简图（弯心直径为 $2.5d$ 、平直部分长度为 $3d$ ），其计算值为：半圆弯钩为 $6.25d$ ，直弯钩为 $3.5d$ ，斜弯钩为 $4.9d$ 。

计算公式：

① 半圆弯钩增加长度： $3d_0 + 3.5d_0\pi/2 - 2.25d_0 = 6.25d_0$ 。

② 直钩弯钩增加长度： $3d_0 + 3.5d_0\pi/4 - 2.25d_0 = 3.5d_0$ 。

③ 斜弯弯钩增加长度： $3d_0 + 1.5 \times 3.5d_0\pi/4 - 2.25d_0 = 4.9d_0$ 。

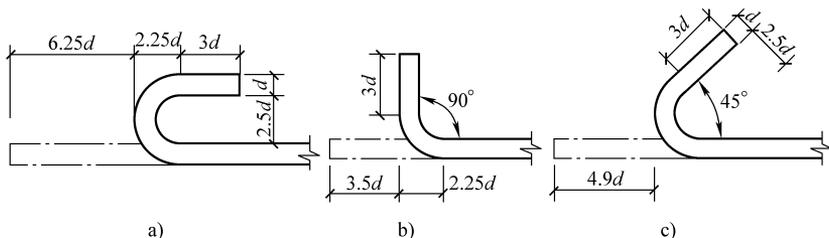


图 3-8 钢筋弯钩计算简图

a) 半圆弯钩 b) 直弯钩 c) 斜弯钩

3) 在生产实践中, 由于实际弯心直径与理论弯心直径有时不一致, 钢筋粗细和机具条件不同等而影响平直部分的长短 (手工弯钩时平直部分可适当加长, 机械弯钩时可适当缩短), 因此在实际配料计算时, 对弯钩增加长度常根据具体条件, 采用经验数据, 见表 3-2。

3. 弯曲调整值

弯曲钢筋时, 里侧缩短, 外侧伸长, 轴线长度不变, 因弯曲处形成圆弧, 而量尺寸又是沿直线量外包尺寸, 如图 3-9 所示。因此弯曲钢筋的量度尺寸大于下料尺寸, 两者之间的差值, 叫弯曲调整值。各种弯曲调整值见表 3-3。

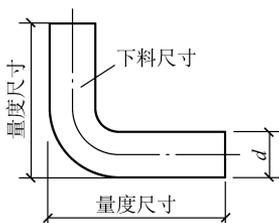


图 3-9 钢筋弯曲时的量度方法

表 3-2 半圆弯钩增加长度参考表 (用机械弯)

钢筋直径/mm	≤6	8~10	12~18	20~28	32~36
一个弯钩/mm	40	6d	5.5d	5d	4.5d

表 3-3 钢筋弯曲调整值

钢筋弯曲角度 (°)	30	45	60	90	135
钢筋弯曲调整值	0.35d	0.5d	0.85d	2d	2.5d

4. 弯起钢筋斜长

斜长计算如图 3-10 所示, 斜长计算系数参见表 3-4。

表 3-4 弯起钢筋斜长计算系数表

弯起角度 α	30°	45°	60°
斜边长度 s	$2h_0$	$1.414h_0$	$1.155h_0$
底边长度 l	$1.732h_0$	h_0	$0.575h_0$
增加长度 $s-l$	$0.268h_0$	$0.41h_0$	$0.585h_0$

注: h_0 为弯起高度。

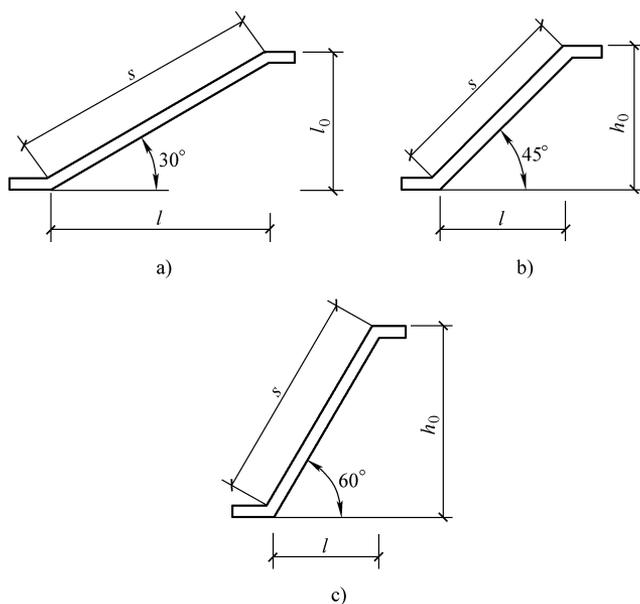


图 3-10 弯起钢筋斜长计算表

a) 弯起角度 30° b) 弯起角度 45° c) 弯起角度 60°

5. 箍筋调整值

箍筋调整值是弯钩增加长度和弯曲调整值之和或差，根据箍筋量外包尺寸或内皮尺寸而定，参见表 3-5。

表 3-5 箍筋调整值

箍筋量度方法	箍筋直径/mm			
	4~5	6	8	10~12
量外包尺寸	40	50	60	70
量内包尺寸	80	100	120	150~170

6. 变截面构件钢筋下料长度

如图 3-11 所示变截面构件箍筋，每根钢筋的长短差为 Δ ，计算公式为：

$$\Delta = \frac{h_a - h_c}{n - 1} \text{ 或 } \Delta = \frac{h_a - h_c}{l} a$$

式中 h_a ——箍筋最大高度；

h_c ——箍筋最小高度；

l ——构件全长；

n ——箍筋个数， $n = s/a + 1$ 。其中， s 为最高箍筋与最低箍筋之间的总距



离, a 为箍筋间距。

四、预应力钢筋下料长度的计算

预应力钢筋下料长度应由计算中心确定, 计算时应考虑下列因素: 构件孔道长度或台座长度、千斤顶工作长度 (算至夹挂预应力钢筋部位)、锚头预留量、预应力筋外露长度等。

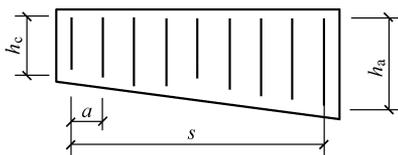


图 3-11 变截面构件箍筋

1. 钢丝束下料长度

(1) 采用钢质锥形锚具 以锥锚式千斤顶在构件张拉时, 钢丝的下料长度 L 按图 3-12 所示计算。

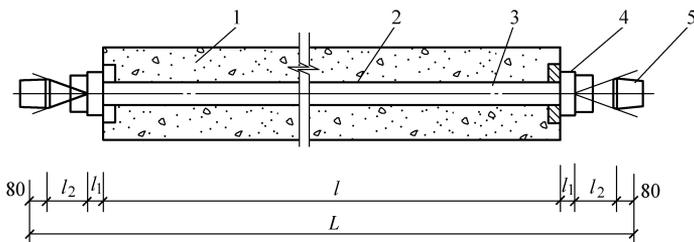


图 3-12 采用钢质锥形锚具时钢丝下料长度计算图

1—混凝土构件 2—孔道 3—钢丝束 4—钢质锥形锚具 5—锥锚式千斤顶

1) 两端张拉: $L = l + (l_1 + l_2 + 80)$ 。

2) 一端张拉: $L = l + 2(l_1 + 80) + l_2$ 。

(2) 采用墩头锚具 以拉杆式穿心千斤顶在构件上张拉时, 钢丝的下料长度 L 计算, 应考虑钢丝束张拉锚固后螺母位于锚杯中部如图 3-13 所示。计算公式为

$$L = l + 2(h + \delta) - K(H - H_1) - \Delta L - C$$

式中 l ——构件的孔道长度, 按实际丈量;

h ——锚杯底部厚度或锚板厚度;

K ——系数, 一端张拉取 0.5, 两端张拉取 1.0;

H ——锚杯高度;

H_1 ——螺母高度;

ΔL ——钢丝束拉张伸长值;

C ——张拉时构件混凝土的弹性压缩值。

2. 钢绞线下料长度

采用夹片锚具, 以穿心千斤顶在构件上张拉时, 钢绞线束的下料长度为 L , 按图 3-14 所示计算。

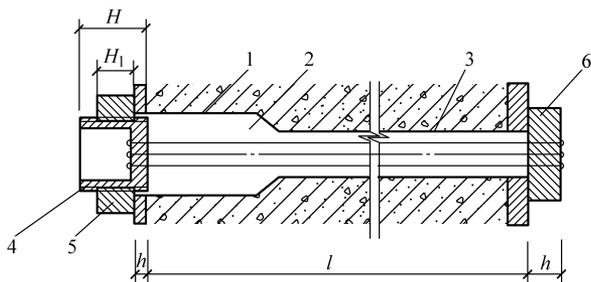


图 3-13 采用锚头锚具时钢丝下料长度计算图

1—混凝土构件 2—孔道 3—钢丝束 4—锚杯 5—螺母 6—锚板

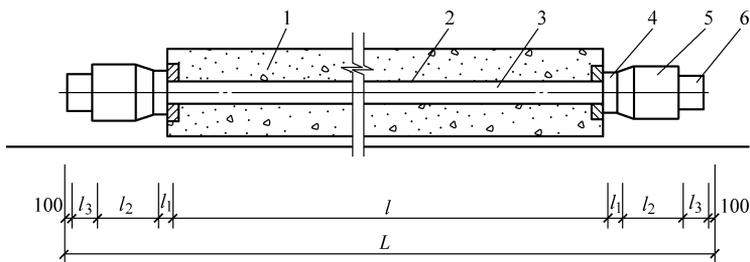


图 3-14 钢绞线下料长度计算简图

1—混凝土构件 2—孔道 3—钢绞线

4—夹片式工作锚 5—穿心式千斤顶 6—夹片式工具锚

1) 一端张拉: $L = l + 2(l_1 + l_2 + l_3 + 100)$ 。

2) 两端张拉: $L = l + 2(l_1 + 100) + l_2 + l_3$ 。

式中 l ——构件孔道长度;

l_1 ——夹片式工作锚厚度;

l_2 ——穿心式千斤顶长度;

l_3 ——夹片式工具锚厚度。

3. 长线台座预应力筋下料长度

先张法长线台座上的预应力筋,可采用钢丝和钢绞线,根据张拉装置不同,可采用单根张拉方式与整体张拉方式。预应力筋下料长度 L ,按图 3-15 所示计算。计算公式为

$$L = l_1 + l_2 + l_3 - l_4 - l_5$$

式中 l_1 ——长线台座长度;

l_2 ——张拉装置长度(含外露预应力筋长度);

l_3 ——固定装置长度;



l_4 ——张拉端工具式拉杆长度；
 l_5 ——固定端工具式拉杆长度。

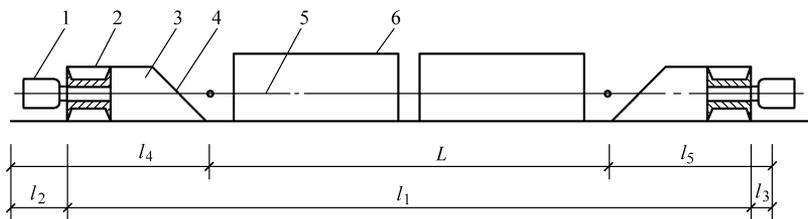


图 3-15 长线台座预应力筋下料长度计算简图

1—张拉装置 2—钢横梁 3—台座
 4—工具式拉杆 5—预应力筋 6—待浇混凝土构件

◆◆◆ 第三节 钢筋配料技能训练

● 训练 1 屋架钢筋放样

题目：根据图 1-24 所示的 24m 屋架配筋图将①、②钢筋放样。

放样过程如下：

- 1) 选择放样比例。由于屋架的尺寸较大，采用 1:20 的比例。
- 2) 根据图 1-24 所示的钢筋设置位置可知，①、②钢筋的起点均在屋架的端部，考虑到混凝土保护层的厚度，钢筋从轴线向内偏移 $25\text{mm} + 30\text{mm} = 55\text{mm}$ 。
 25mm 为屋架端部至轴线的距离， 30mm 为混凝土保护层的厚度。
- ①钢筋通长，中间通过屋架中轴线，②钢筋通过屋架变坡处，延伸 280mm 。
- 3) 根据图 1-22 所示的屋架几何尺寸（注意是轴线尺寸）可知，屋架变坡处的位置在轴线右侧 7500mm 处，考虑到钢筋起点偏移 55mm ，钢筋的第一个弯折点应在 7445mm 处。

作水平线，分别量取 7445mm 和 4500mm ，标出 B、C 点。

4) 过 B、C 点作垂线并分别向上量取 1489mm 和 1940mm ，得到 D、E 点。

D、E 点也可采用下面的作法：

过 A 点作 1:5 的斜线与过 B 点的垂直线相交得 D 点，再过 D 点作 1:10 的斜线与过 C 点的垂直线相交得 E 点。

5) 连接 A、D、E 三点，得①钢筋大样。量取其长度得①钢筋的长度为 $2 \times (7595\text{mm} + 4520\text{mm}) = 24230\text{mm}$ 。

6) ②钢筋在弯折前与①钢筋相同，弯折后的延伸长度为 280mm 。按上述



1~4步作出 B、D 点。

7) D 点作 1:10 的斜线，量取 280mm，得 E 点。

8) 连接 A、D、E 三点，得②钢筋大样。量取其长度得 2 钢筋的长度为 $7595\text{mm} + 280\text{mm} = 7875\text{mm}$ 。

①、②钢筋的放样步骤如图 3-16 和图 3-17 所示。

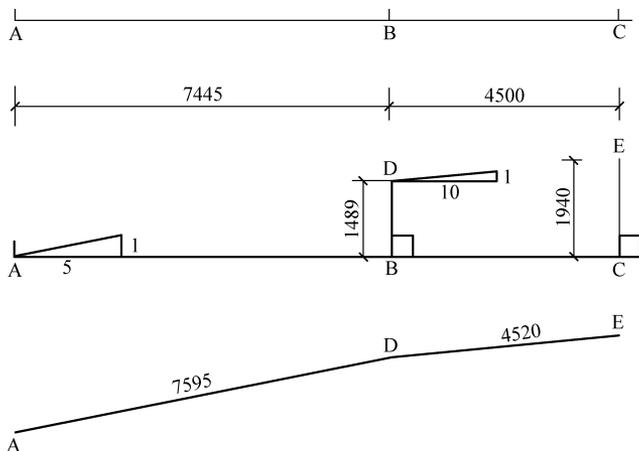


图 3-16 ①钢筋放样步骤

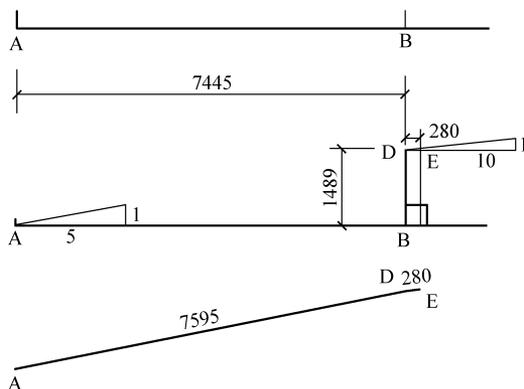


图 3-17 ②钢筋放样步骤

• 训练 2 牛腿柱钢筋放样

题目：根据图 1-29 所示的牛腿柱配筋图将⑤钢筋放样。

放样过程如下（见图 3-18）：

- 1) 选择放样比例。由于牛腿的尺寸不大，采用 1:1 的比例放大样。
- 2) 根据标准图集 05G335 第 70 页所示的⑤钢筋简图结合图 1-28 和图 1-29

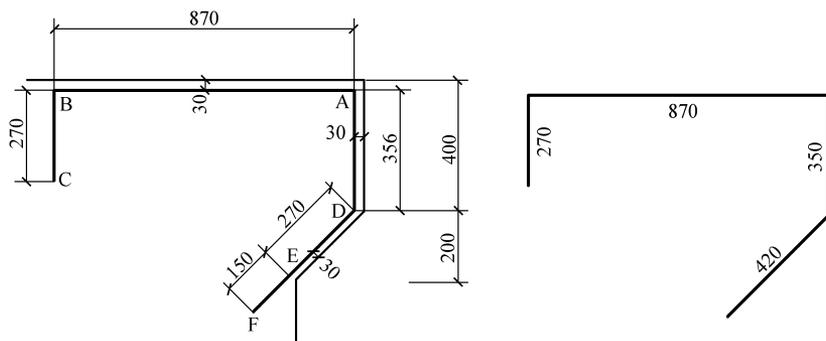


图 3-18 牛腿柱⑤钢筋放样图

所示的牛腿尺寸进行放样。混凝土保护层的厚度为 30mm。

- 3) 作牛腿的外形图，然后在将所有外轮廓线向内偏移 30mm，得交点 A 和 D。
- 4) 过 A 点向左量取 870mm 得 B 点，然后向下作垂线并量取 270mm 得 C 点。
- 5) 过 D 点作 45°线并与牛腿根部的 45°线交于 E 点，斜向量取 150mm 得 F 点。
- 6) 将钢筋线加粗并量取各段长度标注在相应部位，将各段长度相加得⑤钢筋的长度为 1910mm。

• 训练 3 预应力箱梁钢绞线放样 1

题目：根据图 1-45 所示的中跨钢束构造图对 N3 钢束放样。

- 1) 画水平线，然后每隔 100cm 画垂直线，共 12 段，最后一段的水平距离为 28.9cm。
- 2) 在每条垂直线上量取相应的垂直坐标，标记该点。
- 3) 画出各点的连线（直线或曲线）。
- 4) 量取曲线长度，加上工作长度（锚固长度），得 N3 钢束的下料长度为 2594cm。N3 钢束的放样图如图 3-19 所示。

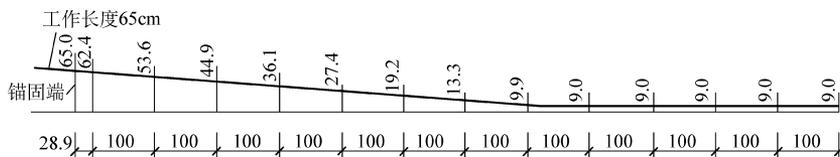


图 3-19 预应力箱梁 N3 钢束放样图



• 训练 4 预应力箱梁钢绞线放样 2

题目：根据图 1-45 所示的中跨钢束构造图对 N4 钢束放样。

- 1) 画水平线，然后每隔 100cm 画垂直线，共 12 段，最后一段的水平距离为 20cm。
- 2) 在每条垂直线上量取相应的垂直坐标，标记该点。
- 3) 画出各点的连线（直线或曲线）。
- 4) 量取曲线长度，加上工作长度（锚固长度），得 N3 钢束的下料长度为 2570cm。N4 钢束的放样图如图 3-20 所示。

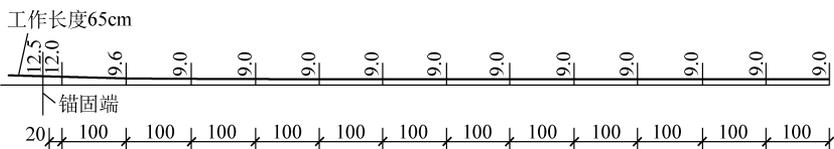


图 3-20 预应力箱梁 N4 钢束放样图

• 训练 5 屋架钢筋配料单编制

题目：根据图 1-24 所示屋架配筋图编制屋架钢筋配料单（型号 YWJ24-2Ad）。腹杆 F-2 ~ F-5 如图 3-21 ~ 图 3-24 所示。节点构造钢筋略。

根据图 1-24 所示屋架配筋图和图 1-26、图 3-21 ~ 图 3-24 所示腹杆配筋图逐根计算其下料长度，并统计其根数、重量即可得到该屋架的钢筋配料单，见表 3-6 和表 3-7。

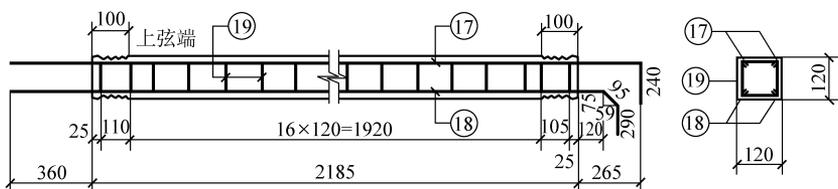


图 3-21 F-2 详图

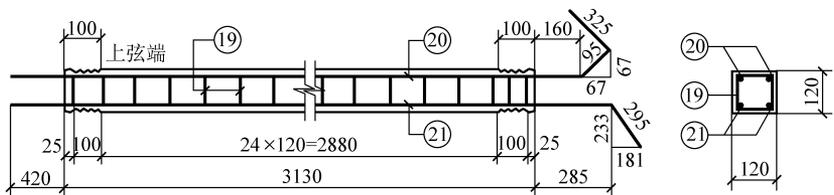


图 3-22 F-3 详图

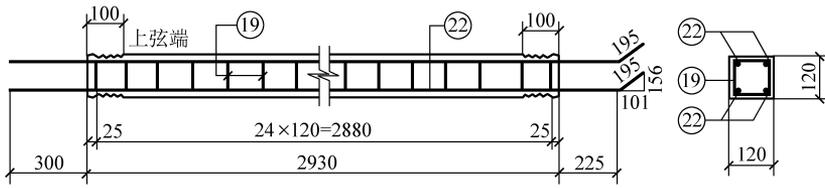


图 3-23 F-4 详图

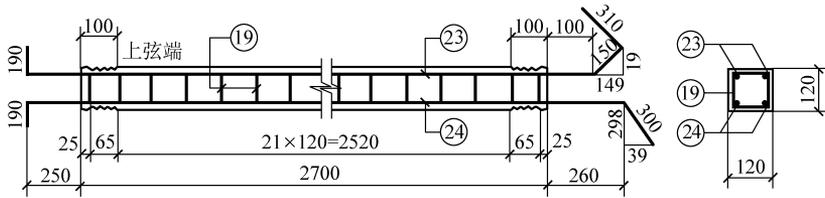


图 3-24 F-5 详图

表 3-6 YWJ24-2A 钢筋配料单

编号	钢筋简图	直径 /mm	长度 /mm	数量	共长 /m	一个构件的用钢量		
						直径/mm	共长/m	重量/kg
1		Φ 14	24230	6	145.38	Φ 6	272.26	60.44
2		Φ 12	7875	8	63.00	Φ 10	9.44	5.82
3	—	—	—	—	—	Φ 12	99.80	86.62
4		Φ 12	3000	4	12.00	Φ 14	273.32	329.51
5		Φ 6	1060	121	128.26	钢筋重		484.39
6		Φ 6	900	110	99.00	Φ ^s 15.2	200.00	220.20
7		Φ 14	23800	4	95.20	钢筋总重		704.59
8		Φ 10	1180	8	9.44	—	—	—
9		Φ 6	700	16	11.20	—	—	—
10		Φ 12	3100	8	24.80	—	—	—
11		Φ 6	940	20	18.80	—	—	—



(续)

编号	钢筋简图	直径 /mm	长度 /mm	数量	共长 /m	一个构件的用钢量		
						直径/mm	共长/m	重量/kg
12		Φ6	500	30	15.00	—	—	—
13		Φ14	2645	8	21.16	—	—	—
预应力筋		Φ ^s 15.2	25000	8	200.00	—	—	—
⑮~⑳详见表3-6								160.76
㉑~㉔构造钢筋(略)								169.89
总计								1035.24

表 3-7 YWJ24-2A 预制腹杆材料明细表

预制腹杆	编号	钢筋简图	直径 /mm	长度 /mm	数量	总长 /m	总重 /kg	材料指标	
								钢筋用量/kg	混凝土体积/m ³
F-1 (2根)	15		Φ10	3960	8	31.68	19.55	25.88	0.167
	16		Φ6	620	46	28.52	6.33		
F-2 (2根)	17		Φ12	3050	4	12.20	10.83	25.54	0.063
	18		Φ12	3050	4	12.20	10.83		
	19		Φ6	460	38	17.48	3.88		
F-3 (2根)	20		Φ14	4130	4	16.52	19.99	45.49	0.090
	21		Φ14	4130	4	16.52	19.99		
	19		Φ6	460	54	24.84	5.51		
F-4 (2根)	22		Φ10	3650	8	29.20	18.02	23.13	0.084
	19		Φ6	460	50	23.00	5.11		



(续)

预制腹杆	编号	钢筋简图	直径 /mm	长度 /mm	数量	总长 /m	总重 /kg	材料指标	
								钢筋用量/kg	混凝土体积/m ³
F-5 (2根)	23		Φ 14	3700	4	14.80	17.91	40.72	0.078
	24		Φ 14	3700	4	14.80	17.91		
	19		Φ 6	460	48	22.08	4.90		

• 训练 6 烟囱筒首钢筋配料单编制

题目：根据图 3-25 所示的 80m 高钢筋混凝土烟囱筒首配筋图编制其钢筋配料单。

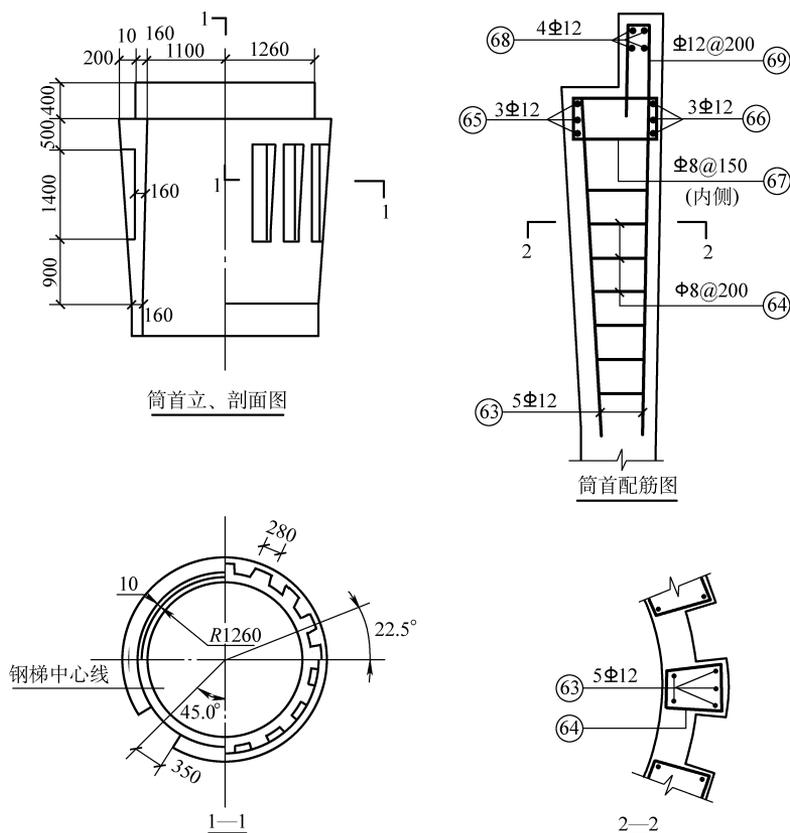


图 3-25 80m 高钢筋混凝土烟囱筒首配筋图



根据图 3-25 所示的配筋图逐根计算其下料长度，并统计其根数、重量即可得到该屋架的钢筋配料单，见表 3-8。

表 3-8 80m 钢筋混凝土烟囱筒首钢筋配料单

编号	钢筋简图	直径/mm	长度/mm	数量	共长/m
63		$\phi 12$	3120	75	230.4
64		$\phi 8$	760 ~ 1160	15 × 12	172.8
65		$\phi 12$	8280	3	24.8
66		$\phi 12$	7640	3	22.9
67		$\phi 8$	1440	46	66.2
68		$\phi 12$	7640 ~ 8270	4	31.8
69		$\phi 12$	2060	34	70.0

• 训练 7 烟囱出灰口钢筋配料单编制

题目：根据图 3-26 所示的 60m 高钢筋混凝土烟囱筒首配筋图编制其钢筋配料单。

根据图 3-26 所示的配筋图逐根计算其下料长度，并统计其根数、重量即可得到该屋架的钢筋配料单，见表 3-9。

• 训练 8 烟囱基础钢筋配料单编制

题目：某钢筋混凝土烟囱，已知烟囱的代号为 YC80/1.7-0.75-4-150-d。试根据烟囱基础配筋图（图 1-35、图 1-36，底板下部加强筋见图 3-27）编制烟囱基础钢筋配料单。

根据烟囱编号“YC80/1.7-0.75-4-150-d”查图集“80m 烟囱筒壁及基础选用表”可以得到对应的筒壁及基础型号分别为 TB80/1.7-4 和 J80/1.7-16。

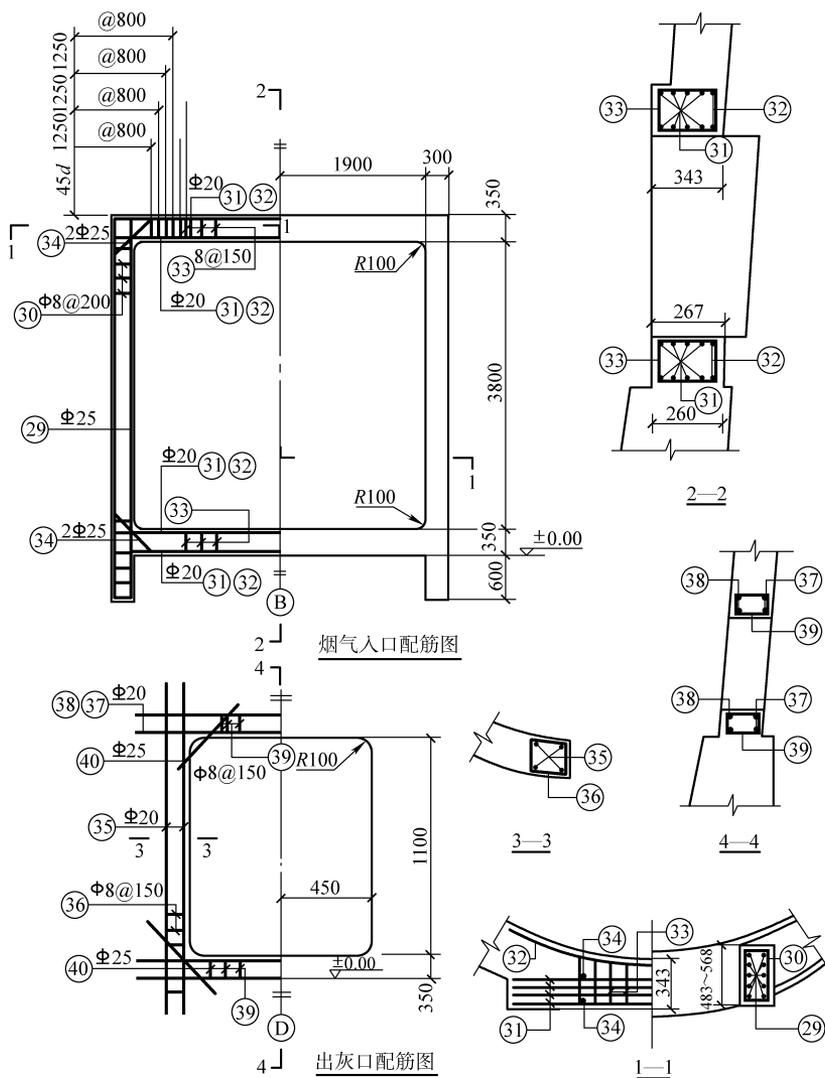


图 3-26 60m 高钢筋混凝土烟囱出灰口配筋图

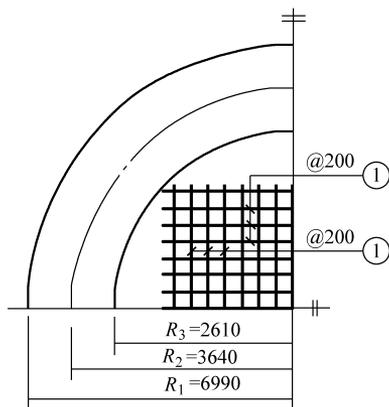
表 3-9 60m 钢筋混凝土烟囱出灰口钢筋配料单

编号	钢筋简图	直径/mm	长度/mm	数量	共长/m
29		Φ 25	5450	20	109.00
30		Φ 8	1510 ~ 1690	48	76.80
31		Φ 20	3450	20	69.80



(续)

编号	钢筋简图	直径/mm	长度/mm	数量	共长/m
32		$\phi 20$	3520	4	14.08
33		$\phi 8$	1330 ~ 1790	26	40.56
34		$\phi 25$	2370	8	18.96
35		$\phi 20$	2620	8	20.96
36		$\phi 8$	990	34	33.66
37		$\phi 20$	2520	4	10.08
38		$\phi 20$	2520	4	10.08
39		$\phi 8$	990	14	13.86
40		$\phi 25$	2500	8	20.00



基础底板下部加强钢筋

图 3-27 基础底板下部加强钢筋

图中的 $R_1 = 6990\text{mm}$, $R_2 = 3640\text{mm}$, $R_3 = 2610\text{mm}$, $h = 840\text{mm}$ 。



逐根计算①~⑳钢筋的下料长度，并统计其根数、重量即可得到该屋架的钢筋配料单，见表3-10。

表3-10 J80/1.7-16 钢筋配料单

编号	钢筋简图	直径/mm	长度/mm	间距/mm	根数	合计长度/m
1		Φ 22	3000	—	30	90.00
2		Φ 22	6750	—	15	101.25
3		Φ 22	6550	—	30	196.50
4		Φ 22	6150	—	45	276.75
5		Φ 22	4220	—	180	759.60
6		Φ 25	3010 ~ 44770	180	39	931.82
7		Φ 22	5750	—	90	517.50
8		Φ 20	23570 ~ 44550	200	18	613.08
9		Φ 12	6300	—	52	327.60
10		Φ 25	7450	—	96	715.20
11		Φ 16	17360	200	14	243.04
12		Φ 16	19810 ~ 23330	200	14	303.38
13		Φ 16	17360 ~ 19810	180	3	56.04
14		Φ 25	2250	—	25	56.25
15		Φ 25	3500	—	25	87.50
16		Φ 25	4750	—	25	118.75
17		Φ 25	6000	—	25	150.00
18		Φ 10	700	—	96	67.20
19		Φ 12	10540	—	87	916.98
20		Φ 10	7410	250	60	444.60



复习思考题

1. 简述弯起钢筋、斜向钢筋放样步骤。
2. 曲线钢筋如何放样？
3. 钢筋配料单包含哪些内容？
4. 简述直钢筋、弯起钢筋、箍筋、曲线钢筋的下料长度的计算方法。

第四章

特种结构与复杂结构施工



培训学习目标 了解筏形基础、箱形基础、设备基础、牛腿柱、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等特种结构与复杂结构（构件）的构造特点，在正确识读其施工图的基础上组织施工。

第一节 基础工程施工

基础工程是建筑工程的先行工程，属于地下工程，又属于隐蔽工程。基础工程不仅施工难度大，质量要求高，同时又极易产生工程质量事故，施工前必须进行严格周密的施工组织设计，施工中严格按照既定的施工组织设计精心组织施工，并随时进行质量跟踪检查，发现问题随时处理。

基础工程主要包括土方与基坑工程、钢筋混凝土工程两大部分。土方与基坑工程包括土方开挖、基坑支护、地下水排除等分项工程；钢筋混凝土工程包括浇筑垫层、支模板、绑扎基础钢筋、浇筑混凝土等分项工程。基础工程的工程量较大，需要较多的施工机械，包括土方开挖与运输机械、垂直运输机械等。

一、土方开挖

1. 土方开挖的一般要求

(1) 场地开挖 永久性场地应按设计要求放坡，无设计要求时按表 4-1 的规定。对使用时间较长的临时性挖方边坡坡度，应根据工程地质和边坡高度，结合当地实践经验确定。在山坡整体稳定的情况下，如地质条件良好，土质较均匀，高度在 10m 内的边坡坡度可按表 4-2 确定。对岩石边坡，根据其岩石类别和风化程度、边坡坡度可按表 4-3 采用。



表 4-1 永久性土工构筑物挖方的边坡坡度

项 次	挖土性质	边坡坡度
1	在天然湿度、层理均匀、不易膨胀的粘土、粉质粘土和砂土（不包括细砂、粉砂）内挖方深度不超过 3m	1:1.00 ~ 1:1.25
2	土质同上，深度为 3 ~ 12m	1:1.25 ~ 1:1.50
3	干燥地区内土质结构未经破坏的干燥黄土及类黄土，深度不超过 12m	1:0.10 ~ 1:1.25
4	在碎石土和泥灰岩土的地方，深度不超过 12m，根据土的性质、层理特性和挖方深度确定	1:0.50 ~ 1:1.50
5	在风化岩内的挖方，根据岩石性质、风化程度、层理特性和挖方深度确定	1:0.20 ~ 1:1.50
6	在微风化岩石内的挖方，岩石无裂缝且无倾向挖方坡脚的岩层	1:0.10
7	在未风化的完整岩石内的挖方	直立的

表 4-2 土质边坡坡度允许值

土的类别	密实度或状态	坡度允许值（高宽比）	
		坡高在 5m 以内	坡高为 5 ~ 10m
碎石土	密实	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75
	中密	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00
	稍密	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.25
粘性土	坚硬	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.25
	硬塑	1:1.00 ~ 1:1.25	1:1.25 ~ 1:1.50

注：1. 表中碎石土的充填物为坚硬或硬塑状态的黏性土。

2. 对于砂土或充填物为砂土的碎石土，其边坡坡度允许值均按自然休止角确定。

表 4-3 岩石边坡坡度允许值

岩石类土	风化程度	坡度允许值（高宽比）		
		坡高在 8m 以内	坡高 8 ~ 15m	坡高 15 ~ 30m
硬质岩石	微风化	1:0.10 ~ 1:0.20	1:0.20 ~ 1:0.35	1:0.30 ~ 1:0.50
	中等风化	1:0.20 ~ 1:0.35	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75
	强风化	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00
软质岩石	微风化	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00
	中等风化	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.50
	强风化	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.25	



挖方上边缘至土堆坡脚的距离，当土质干燥密实时，不得小于 3m；当土质松软时，不得小于 5m。在挖方下侧弃土时，应将弃土堆表面平整至低于挖方场地标高并向外倾斜。

(2) 边坡开挖 场地边坡开挖应采取沿等高线自上而下，分层、分段依次进行，在边坡上采取多台阶同时进行机械开挖时，上台阶应比下台阶开挖进深不少于 30m，以防塌方。边坡台阶开挖，应作成一定坡势，以利泄水。

(3) 浅基坑开挖

1) 开挖前，应根据工程结构形式、基坑深度、地质条件、周围环境、施工方法、施工工期和地面荷载等资料，确定基坑开挖方案和地下水控制施工方案。

2) 基坑边缘堆置土方和建筑材料，或沿挖方边缘移动运输工具和机械，一般应距基坑上部边缘不少于 2m，堆置高度不应超过 1.5m。在垂直的坑壁边，此安全距离还应适当加大。软土地区不宜在基坑边堆置弃土。

3) 基坑周围地面应进行防水、排水处理，严防雨水等地面水浸入基坑周边土体。

4) 基坑开挖完成后，应及时清底、验槽，减少暴露时间，防止暴晒和雨水浸刷破坏地基土的原状结构。

2. 浅基坑、槽和管沟开挖施工要点

1) 浅基坑（槽，管沟）开挖，应先进行测量定位，抄平放线，定出开挖长度，按放线分块（段）分层挖土。根据土质和水文情况，采取在四侧或两侧直立开挖或放坡，以保证施工操作安全。

当土质为天然湿度、构造均匀、水文地质条件良好（即不会发生坍塌、移动、松散或不均匀下沉），且无地下水时，开挖基坑亦可不必放坡，采取直立开挖不加支护，但挖方深度应按表 4-4 的规定，基坑长度应稍大于基础长度。若超过表 4-4 规定的深度，应根据土质和施工具体情况进行放坡，以保证不坍塌。其临时性挖方的边坡值可按表 4-5 采用。放坡后基坑上口宽度由基坑底面宽度及边坡坡度来决定，坑底宽度每边应比基础宽出 15 ~ 30cm，以便施工操作。

表 4-4 基坑（槽）和管沟不加支撑时的容许深度

项 次	土 的 种 类	容许深度/m
1	密实、中密的砂子和碎石类土（充填物为砂土）	1.00
2	硬塑、可塑的粉质粘土及粉土	1.25
3	硬塑、可塑的黏土和碎石类土（充填物为黏性土）	1.50
4	坚硬的粘土	2.00



表 4-5 临时性挖方边坡值

土的类别		边坡值（高:宽）
砂土（不包括细砂、粉砂）		1:1.25 ~ 1:1.50
一般性粘土	硬	1:0.75 ~ 1:1.00
	硬塑	1:1 ~ 1:1.25
	软	1:1.5 或更缓
碎石类土	充填坚硬、硬塑黏性土	1:0.5 ~ 1:1.0
	充填砂土	1:1 ~ 1:1.5

- 注：1. 有成熟施工经验，可不受本表限制。设计有要求时，应符合设计标准。
 2. 如采用降水或其他加固措施，也不受本表限制。
 3. 开挖深度对软土不超过 4m，对硬土不超过 8m。

2) 当开挖基坑（槽）的土体含水量大而不稳定，或基坑较深，或受到周围场地限制而需用较陡的边坡或直立开挖而土质较差时，应采用临时性支撑加固，基坑、槽每边的宽度应比基础宽 15 ~ 20cm，以便于设置支撑加固结构。挖土时，土壁要求平直，挖好一层，支一层支撑，挡土板要紧贴土面，并用小木桩或横撑木顶住挡板。开挖宽度较大的基坑，当在局部地段无法放坡，或下部土方受到基坑尺寸限制不能放较大坡度时，应在下部坡脚采取加固措施，如采用短桩与横隔板支撑或砌砖、毛石或用编织袋、草袋装土堆砌临时矮挡土墙保护坡脚。

3) 基坑开挖程序一般是：测量放线——切线分层开挖——排降水——修坡——整平——留足预留土层等。相邻基坑开挖时，应遵循先深后浅或同时进行的施工程序。挖土应自上而下水平分段分层进行，每层 0.3m 左右，边挖边检查坑底宽度及坡度，不够时及时修整，每 3m 左右修一次坡，至设计标高，再统一进行一次修坡清底，检查坑底宽和标高，要求坑底凹凸不超过 2.0cm。

4) 基坑开挖应尽量防止对地基土的扰动。当用人工挖土，基坑挖好后不能立即进行下道工序时，应预留 15 ~ 30cm 一层土不挖，待下道工序开始再挖至设计标高。采用机械开挖基坑时，为避免破坏基底土，应在基底标高以上预留一层由人工挖掘修整。使用铲运机、推土机时，保留土层厚度为 15 ~ 20cm，使用正铲、反铲或拉铲挖土时为 20 ~ 30cm。

5) 在地下水位以下挖土，应在基坑（槽）四侧或两侧挖好临时排水沟和集水井，或采用井点降水，将水位降低至坑、槽底以下 500mm，以利挖方进行。降水工作应持续到基础（包括地下水位下回填土）施工完成。

6) 雨期施工时，基坑槽应分段开挖，挖好一段浇筑一段垫层，并在基槽两侧围以土堤或挖排水沟，以防地面雨水流入基坑槽，同时应经常检查边坡和支撑情况，以防止坑壁受水浸泡造成塌方。



7) 基坑开挖时,应对平面控制桩、水准点、基坑平面位置、水平标高、边坡坡度等经常复测检查。

8) 基坑挖完后应进行验槽,作好记录,如发现地基土质与地质勘探报告、设计要求不符时,应与有关人员研究及时处理。

3. 土方开挖施工中的质量控制要点

(1) 定位放线的控制 复核建筑物的定位桩、轴线、方位和几何尺寸。

(2) 土方开挖的控制 检查挖土标高、截面尺寸、放坡和排水。

(3) 基坑(槽)验收 由施工单位、设计单位、监理单位或建设单位、质量监督部门等有关人员共同到现场进行检查、鉴定验槽。一般用表面检查验槽法,必要时采用钎探检查、或洛阳铲探检查,经检查合格,填写基坑槽验收、隐蔽工程记录,及时办理交接手续。

(4) 土方开挖工程质量检验标准(见表4-6)

表4-6 土方开挖工程质量检验标准

(单位: mm)

项	序	项 目	允许偏差或允许值					检 验 方 法
			柱基、基 坑、基槽	挖方场地平整		管 沟	地(路) 面基层	
				人工	机械			
主控 项目	1	标高	-50	±30	±50	-50	-50	水准仪
	2	长度、宽度 (中心线向两 边量)	+200	+300	+500	+100	—	经纬仪、用钢 尺量
			-50	-100	-150			
3	边坡	设计要求					观察或用坡度尺 检查	
一般 项目	1	表面平整度	20	20	50	20	20	用2m靠尺和楔 形塞尺检查
	2	基底土性	设计要求					观察或土样分析

注:地(路)面基层的偏差只适用于直接在挖、填方做地(路)面的基层。

二、土方机械

1. 土方机械的选择

土方机械化开挖应根据基础形式、工程规模、开挖深度、地质、地下水情况、土方量、运距、现场和机具设备条件、工期要求以及土方机械的特点等合理选择挖土机械,以充分发挥机械效率,节省机械费用,加速工程进度。

土方机械化施工常用机械有推土机、铲运机、挖掘机(包括正铲、反铲、拉铲、抓铲等)和装载机等。



一般来说，深度不大的大面积基坑开挖宜采用推土机或装载机推土、装土，用自卸汽车运土；对长度和宽度均较大的大面积土方一次开挖，可用铲运机铲土、运土、卸土、填筑作业；对较深的基础多采用 0.5m^3 或 1.0m^3 斗容量的液压正铲挖掘机，上层土方也可用铲运机或推土机进行；若操作面狭窄，且有地下水，土体湿度大，可采用液压反铲挖掘机挖土，自卸汽车运土；在地下水挖土，可用拉铲，效率较高；对地下水位较深，采取不排水时，亦可分层用不同机械开挖，先用正铲挖土机挖地下水位以上土方，再用拉铲或反铲挖地下水位以下土方，用自卸汽车将土方运出。

2. 土方机械施工要点

1) 土方开挖应绘制土方开挖图（见图4-1），确定开挖路线、顺序、范围、基底标高、边坡坡度、排水沟、集水井位置以及挖出的土方堆放地点等。绘制土方开挖图应尽可能使机械多挖，减少机械超挖和人工挖方。

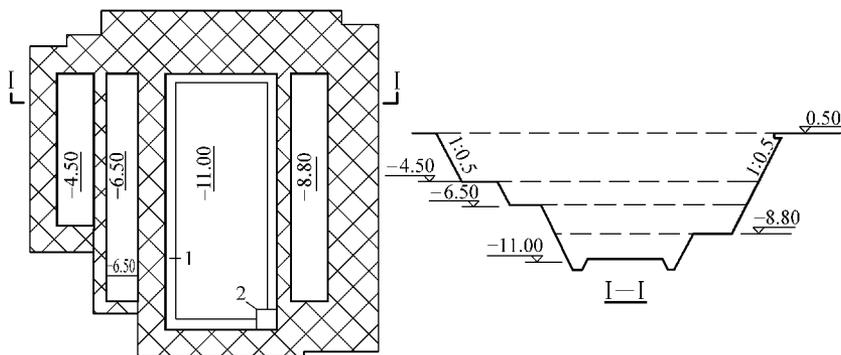


图4-1 土方开挖图

1—排水沟 2—集水井

2) 大面积基础群基坑底标高不一，机械开挖次序一般采取先整片挖至平均标高，然后再挖个别较深部位。当一次开挖深度超过挖掘机最大挖掘深度（5m以上）时，宜分2~3层开挖，并修筑10%~15%坡道，以便挖掘机及运输车辆进出。

3) 基坑边角部位，机械开挖不到之处，应用少量人工配合清坡，将松土清至机械作业半径范围内，再用机械掏取运走。人工清土所占比例一般为1.5%~4%，修坡以厘米作限制误差。大基坑宜另配一台推土机清土、送土、运土。

4) 挖掘机、运土汽车进出基坑的运输道路，应尽量利用基础一侧或两侧相邻的基础（以后需开挖的）部位，使它互相贯通作为车道，或利用提前挖除土方后的地下设施部位作为相邻的几个基坑开挖地下运输通道，以减少挖土量。

5) 机械开挖应由深而浅，基底及边坡应预留一层150~300mm厚土层用人



工清底、修坡、找平，以保证基底标高和边坡坡度正确，避免超挖和土层遭受扰动。

6) 做好机械的表面清洁和运输道路的清理工作，以提高挖土和运输效率。

7) 基坑土方开挖可能影响邻近建筑物、管线安全使用时，必须有可靠的保护措施。

8) 机械开挖施工时，应保护井点、支撑等不受碰撞或损坏，同时应对平面控制桩、水准点、基坑平面位置、水平标高、边坡坡度等定期进行复测检查。

9) 雨期开挖土方，工作面不宜过大，应逐段分期完成。若为软土地基，进入基坑行走需铺垫钢板或铺路基箱垫道。坑面、坑底排水系统应保持良好的；汛期应有防洪措施，防止雨水浸入基坑。冬期开挖基坑，如挖完土隔一段时间施工基础需预留适当厚度的松土，以防基土遭受冻结。

10) 当基坑开挖局部遇露头岩石，应先采用控制爆破方法，将基岩松动、爆破成碎块，其块度应小于铲斗宽的 $2/3$ ，再用挖掘机挖出，可避免破坏邻近基础和地基；对大面积较深的基坑，宜采用打竖井的方法进行松爆，使一次基本达到要求深度。此项工作一般在工程平整场地时预先完成。在基坑内爆破，宜采用打眼放炮的方法，采用多炮眼，少装药，分层松动爆破，分层清渣，每层厚 1.2m 左右。

三、基坑支护

随着我国经济建设和城市建设的快速发展，地下工程越来越多。高层建筑的多层地下室、地铁车站、地下车库、地下商场、地下仓库和地下人防工程等，施工时都需开挖较深的基坑，如北京著名的奥运建筑“鸟巢”，其基坑深度达 30m 之多。深基坑的施工难度主要是土体的稳定和地下水的压力。深基坑的施工不同于一般浅基坑，需要采用特殊的施工方法来解决上述问题。

1. 基坑工程的内容

在空旷地区或周围环境允许的条件下，基坑开挖可以采用放坡开挖，既简单又经济。当然，必须在保证边坡稳定的前提下进行。

在城市中心地带、建筑物稠密地区，往往不具备放坡开挖的条件。因为放坡开挖需要足够的空间供放坡之用，如在此空间内存在邻近建（构）筑物基础、地下管线、运输道路等，都不允许放坡，此时就只能采用在支护结构保护下进行垂直开挖的施工方法。对支护结构的要求，一方面是创造条件便于基坑土方的开挖，但在建（构）筑物稠密地区更重要的是保护周围的环境。

对较大的基坑工程一定要编制较详细的土方工程的施工方案，确定挖土机械、挖土的工况、挖土的顺序、土方外运的方法等。



在软土地区对深度较大的大型基坑，在坑内都进行降低地下水位，以便利基坑土方开挖和有利于保护环境。

基坑工程包括勘测、支护结构的设计和施工、基坑土方工程的开挖和运输、控制地下水位、基坑土方开挖过程中的工程监测和环境保护等。

2. 基坑安全等级

(1) 基坑等级 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202—2002 对基坑的分级作了如下规定：

符合下列情况之一的，为一级基坑：

- 1) 重要工程或支护结构做主体结构的一部分。
- 2) 开挖深度大于 10m。
- 3) 与临近建筑物、重要设施的距离在开挖深度以内的基坑。
- 4) 基坑范围内有历史文物、近代优秀建筑、重要管线等需严加保护的基坑。

开挖深度小于 7m，周围环境无特别要求的基坑为三级基坑。除一级和三级外的基坑属二级基坑。

(2) 基坑变形的监控值 根据《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002) 的规定，围护结构墙顶位移监控值对一、二、三级基坑分别为 3cm、6cm 和 8cm；围护结构墙体最大位移监控值对一、二、三级基坑分别为 5cm、8cm 和 10cm；地面最大沉降监控值对一、二、三级基坑分别为 3cm、6cm 和 10cm。

位于地铁、隧道等大型地下设施安全保护区范围内的基坑工程，以及城市生命线工程或对位移有特殊要求的精密仪器使用场所附近的基坑工程，应遵照有关的专门文件或规定执行。

(3) 基坑侧壁安全等级 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012) 根据支护结构破坏、土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响的程度将基坑侧壁安全等级分为三级。一级基坑的影响程度为很严重，二级基坑的影响程度为严重，三级基坑的影响程度为不严重。在支护结构设计时分别采用 1.10、1.00 和 0.90 的重要性系数。

3. 支护结构的类型和组成 (见图 4-2)

支护结构 (包括围护墙和支撑) 按其工作机理和围护墙的形式分为下列几种类型：

水泥土挡墙式，依靠其本身自重和刚度保护坑壁，一般不设支撑，特殊情况下经采取措施后亦可局部加设支撑。

排桩与板墙式，通常由围护墙、支撑 (或土层锚杆) 及防渗帷幕等组成。

土钉墙由密集的土钉群、被加固的原位土体、喷射的混凝土面层等组成。

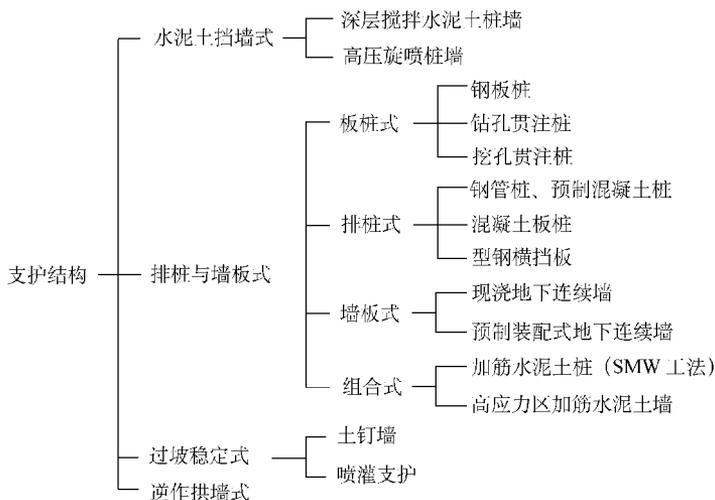


图 4-2 支护结构的类型

四、地下水降低与排除

基坑工程中的降低地下水亦称地下水控制，即在基坑工程施工过程中，地下水要满足支护结构和挖土施工的要求，并且不因地下水位的变化，对基坑周围的环境和设施带来危害。

1. 地下水控制方法选择

在软土地区基坑开挖深度超过 3m，一般就要用井点降水。开挖深度浅时，亦可边开挖边用排水沟和集水井进行集水明排。地下水控制方法有多种，其适用条件大致见表 4-7，选择时根据土层情况、降水深度、周围环境、支护结构种类等综合考虑后优选。当因降水而危及基坑及周边环境安全时，宜采用截水或回灌方法。

表 4-7 地下水控制方法适用条件

方法名称		土类	渗透系数/(m/d)	降水深度/m	水文地质特征
集水明排		填土、粉土、黏性土、砂土	7~20.0	<5	上层滞水或水量不大的潜水
降水	真空井点		0.1~20.0	单级<6; 多级<20	
	喷射井点		0.1~20.0	<20	
	管井	粉土、砂土、碎石土、可溶岩、破碎带	1.0~200.0	>5	含水丰富的潜水、承压水、裂隙水
截水		黏性土、粉土、砂土、碎石土、岩溶土	不限	不限	—
回灌		填土、粉土、砂土、碎石土	0.1~200.0	不限	—



当基坑底为隔水层且层底作用有承压水时，应进行坑底突涌验算，必要时可采取水平封底隔渗或钻孔减压措施，保证坑底土层稳定。否则一旦发生突涌，将给施工带来极大麻烦。

2. 集水明排法

当基坑开挖深度不很大，基坑涌水量不大时，集水明排法是应用最广泛，亦是最简单、经济的方法。

在基坑的两侧或四周设置排水明沟，在基坑四角或每隔 30 ~ 40m 设置集水井，使基坑渗出的地下水通过排水明沟汇集于集水井内，然后用水泵将其排出基坑外。

排水明沟宜布置在拟建建筑基础边 0.4m 以外，沟边缘离开边坡脚应不小于 0.3m。排水明沟的底面应比挖土面低 0.3 ~ 0.4m。集水井底面应比沟底面低 0.5m 以上，并随基坑的挖深而加深，以保持水流畅通。

3. 降水

所谓降水是指在基坑土方开挖前，用真空（轻型）井点、喷射井点或管井深入含水层内，用不断抽水的方式使地下水位下降至坑底以下，以方便土方开挖。

(1) 降水井（井点或管井）数量计算 计算公式为 $n = 1.1Q/q$ ，式中， Q 为基坑总涌水量； q 为设计单井出水量，真空井点出水量可按 $36 \sim 60\text{m}^3/\text{d}$ 确定。

(2) 过滤器长度 真空井点和喷射井点的过滤器长度不宜小于含水层厚度的 $1/3$ ，管井过滤器长度宜与含水层厚度一致。

4. 井点结构和施工的技术要求

(1) 一般要求

1) 基坑降水宜编制降水施工组织设计，其主要内容为井点降水方法；井点管长度、构造和数量；降水设备的型号和数量；井点系统布置图；井孔施工方法及设备；质量和安全技术措施；降水对周围环境影响的估计及预防措施等。

2) 降水设备的管道、部件和附件等，在组装前必须经过检查和清洗。滤管在运输、装卸和堆放时应防止损坏滤网。

3) 井孔应垂直，孔径上下一致。井点管应居于井孔中心，滤管不得紧靠井孔壁或插入淤泥中。

4) 井点管安装完毕应进行试抽，全面检查管路接头、出水状况和机械运转情况。一般开始出水混浊，经一定时间后出水应逐渐变清，对长期出水混浊的井点应予以停闭或更换。

5) 降水施工完毕，根据结构施工情况和土方回填进度，陆续关闭和逐根拔出井点管。土中所留孔洞应立即用砂土填实。

6) 如基坑坑底进行压密注浆加固时，要待注浆初凝后再进行降水施工。

(2) 真空井点结构和施工技术要求

1) 机具设备。真空井点系统由井点管（管下端有滤管）、连接管、集水总



管和抽水设备等组成。

① 井点管。井点管为直径 38 ~ 110mm 的钢管，长度为 5 ~ 7m，管下端配有滤管和管尖。滤管直径与井点管相同，管壁上渗水孔直径为 12 ~ 18mm，呈梅花状排列，孔隙率应大于 15%；管壁外应设两层滤网，内层滤网宜采用 30 ~ 80 目的金属网或尼龙网，外层滤网宜采用 3 ~ 10 目的金属网或尼龙网；管壁与滤网间应采用金属丝绕成螺旋形隔开，滤网外面应再绕一层粗金属丝。滤管下端装一个锥形铸铁头。井点管上端用弯管与总管相连。

② 连接管与集水总管。连接管常用透明塑料管。集水总管一般用直径为 75 ~ 110mm 的钢管分节连接，每节长 4m，每隔 0.8 ~ 1.6m 设一个连接井点管的接头。

③ 抽水设备。根据抽水机组的不同，真空井点分为真空泵真空井点、射流泵真空井点和隔膜泵真空井点，其中前两种较为常见。

2) 井点布置。井点布置应根据基坑平面形状与大小、地质和水文情况、工程性质、降水深度等而定。当基坑宽度小于 6m，且降水深度不超过 6m 时，可采用单排井点，布置在地下水上游一侧；当基坑宽度大于 6m，或土质不良、渗透系数较大时，宜采用双排井点，布置在基坑的两侧，当基坑面积较大时，宜采用环形井点；挖土运输设备出入道可不封闭，间距可达 4m，一般留在地下水下游方向。井点管距坑壁不应小于 1.0 ~ 1.5m，距离太小，易漏气。井点间距一般为 0.8 ~ 1.6m。集水总管标高宜尽量接近地下水水位线并沿抽水水流方向有 0.25% ~ 0.5% 的上仰坡度，水泵轴心与总管齐平。井点管的入土深度应根据降水深度及储水层所有位置决定，但必须将滤水管埋入含水层内，并且比基坑底深 0.9 ~ 1.2m。

真空泵由于考虑水头损失，一般降低地下水深度只有 5.5 ~ 6m。当一级轻型井点不能满足降水深度要求时，可采用明沟排水与井点相结合的方法，将总管安装在原有地下水位线以下，或采用二级井点排水（降水深度可达 7 ~ 10m），即先挖去第一级井点排干的土，然后再在坑内布置埋设第二级井点，以增加降水深度。抽水设备宜布置在地下水的上游，并设在总管的中部。

3) 井点管的埋设。井点管的埋设可用射水法、钻孔法和冲孔法成孔，井孔直径不宜大于 300mm，孔深宜比滤管底深 0.5 ~ 1.0m。在井管与孔壁间及时用洁净中粗砂填灌密实均匀。投入滤料数量应大于计算值的 85%，在地面以下 1m 范围内用粘土封孔。

4) 井点使用。井点使用前应进行试抽水，确认无漏水、漏气等异常现象后，应保证连续不断抽水。应备用双电源，以防断电。一般抽水 3 ~ 5d 后水位降落漏斗渐趋稳定。出水规律一般是“先大后小、先浑后清”。

在抽水过程中，应定时观测水量、水位、真空度，并应使真空泵保持在 55kPa 以上。



5. 截水

截水是指利用截水帷幕切断基坑外的地下水流入基坑内部。通常采用注浆、旋喷法、深层搅拌水泥土桩挡墙等作为截水帷幕。截水帷幕的厚度应满足基坑防渗要求，截水帷幕的渗透系数宜小于 $1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。

落底式竖向截水帷幕，应插入不透水层，其插入深度按 $l=0.2h_w - 0.5b$ 计算。式中 l 为帷幕插入不透水层的深度； h_w 为作用水头； b 为帷幕宽度。

当地下含水层渗透性较强、厚度较大时，可采用悬挂式竖向截水与坑内井点降水相结合或采用悬挂式竖向截水与水平封底相结合的方案。

五、箱形基础施工

箱形基础一般属于深基础，根据具体工程情况，箱形基础的箱身可能是一层、两层甚至三层，每层高度一般为 $3 \sim 4\text{m}$ 用作地下室。箱形基础的下面可以直接做混凝土垫层，也可以接桩基础，称为桩箱基础。

箱形基础的施工工程分为土方工程、基坑工程、桩基础工程、钢筋混凝土工程和基坑回填。

箱形基础的箱身由钢筋混凝土底板、外侧板（外墙）、内隔板（内墙）和顶板组成，施工顺序为底板——外侧板、内隔板——顶板。由于钢筋多而密，应重点注意钢筋的混凝土保护层、钢筋的间距、钢筋的连接及混凝土的密实度，其具体施工要求和操作要点参见本章第二节。

在箱形基础的土方工程和基坑工程中应重点解决基坑支护和基坑的排水、降水问题。

1. 钢板桩支护

(1) 常用钢板桩及质量标准 钢板桩支护由于其施工速度快，可重复使用，因此在一定条件下使用会取得较好的效益。常用的钢板桩有U形和Z形，其他还有直腹板式、H形和组合式钢板桩。

国产的钢板桩只有鞍IV形和包IV形拉森式（U形）钢板桩。日本是钢板桩的生产大国，有拉森式、Z形、直腹板式、H形、组合式钢板桩等。

钢板桩的质量检验标准见表4-8。

表4-8 钢板桩的质量检验标准

序号	检查项目	允许偏差	检查方法
1	桩垂直度	<1%	钢尺量
2	桩身弯曲度	<2% l	l 为桩长，钢尺量
3	齿槽平直度及光滑度	无焊渣或毛刺	1m长桩段作通过试验
4	桩长度	不小于设计长度	钢尺量



(2) 钢板桩施工前准备工作

1) 钢板桩检验。钢板桩材质检验和外观检验,对焊接钢板桩,尚需进行焊接部位的检验。对用于基坑临时支护结构的钢板桩,主要进行外观检验,并对不符合形状要求的钢板桩进行矫正,以减少打桩过程中的困难。

2) 钢板桩的矫正。钢板桩为多次周转使用的材料,在使用过程中会发生板桩的变形、损伤,偏差超过表 4-8 中数值者,使用前应进行矫正与修补。

3) 打桩机选择。打设钢板桩,自由落锤、汽动锤、柴油锤、振动锤等皆可,但使用较多的为振动锤。如使用柴油锤时,为保护桩顶因受冲击而损伤和控制打入方向,在桩锤和钢板桩之间需设置桩帽。

振动打桩机是将机器产生的垂直振动传给桩体,使桩周围的土体因振动产生结构变化,降低了强度或产生液化,板桩周围的阻力减少,利于桩的贯入。

振动打桩机打设钢板桩施工速度快,更有利于拔钢板桩,不易损坏桩顶,操作简单。

4) 导架安装。为保证沉桩轴线位置的正确和桩的竖直,控制桩的打入精度,防止板桩的屈曲变形和提高桩的贯入能力,一般都需要设置一定刚度的、坚固的导架,亦称“施工围檩”。

导架通常由导梁和导桩等组成,它的形式,在平面上有单面和双面之分,在高度上有单层和双层之分。一般常用的是单层双面导架。导桩的间距一般为 2.5~3.5m,双面导梁之间的间距一般比板桩墙高度大 8~15mm。

(3) 钢板桩打设和拔除

1) 打入方式选择

① 单独打入法。从板桩墙的一角开始,逐块打设,直至工程结束。这种方法简便、迅速,不需要其他辅助支架,但易使板桩向一侧倾斜,且误差积累后不易纠正。适用于板桩墙要求不高、且板桩长度较小(如小于 10m)的情况。

② 屏风式打入法。这种方法是将 10~20 根钢板桩成排插入导架内,呈屏风状,然后再分批施打。施打时先将屏风墙两端的钢板桩打至设计标高或一定深度,成为定位板桩,然后在中间按顺序分 1/3、1/2 板桩高度呈阶梯状打入。

这种方法可以减少倾斜误差积累,防止过大的倾斜,而且易于实现封闭合拢,能保证板桩墙的施工质量。一般情况下多用这种方法。

屏风式打入法按屏风组立的排数,分为单屏风、双屏风和全屏风。单屏风应用最普遍;双屏风多用于轴线转角处施工;全屏风只用于要求较高的轴线闭合施工。

2) 钢板桩的打设。先用起重机将钢板桩吊至插桩点处进行插桩,插桩时锁口要对准,每插入一块即套上桩帽轻轻加以锤击。在打桩过程中,为保证钢板桩的垂直度,用两台经纬仪在两个方向加以控制。为防止锁口中心线平面位移,可



在打桩进行方向的钢板桩锁口处设卡板，阻止板桩位移。同时在围檩上预先算出每块板块的位置，以便随时检查矫正。

钢板桩分几次打入，如第一次由20m高打至15m，第二次则打至10m，第三次打至导梁高度，待导架拆除后第四次才打至设计标高。

打桩时，开始打设的第一、第二块钢板桩的打入位置和方向要确保精度，它可以起样板导向作用，一般每打入1m应测量一次。

3) 钢板桩拔除。基坑回填土时，要拔除钢板桩，以便修整后重复使用。拔除前要研究钢板桩拔除顺序、拔除时间及桩孔处理方法。拔桩方法有静力拔桩、振动拔桩和冲击拔桩。

静力拔桩主要用卷扬机或液压千斤顶，但该法效率低，有时难以顺利拔出，应用较少；振动拔桩是利用机械的振动激起钢板桩振动，以克服和削弱板桩拔出阻力，将板桩拔出。此法效率高，应用较多；冲击拔桩是以高压空气、蒸汽为动力，利用打桩机给予钢板桩以向上的冲击力，同时利用卷扬机将板桩拔出。

2. 水泥土墙施工

深层搅拌水泥土桩墙是采用水泥作为固化剂，通过特制的深层搅拌机械，在地基深处就将软土和水泥强制搅拌形成水泥土，利用水泥和软土之间所产生的一系列物理化学反应，使软土硬化成整体性的并有一定强度的挡土、防渗墙。

(1) 水泥土配合比 水泥土墙的稳定及抗渗性能取决于水泥土的强度及搅拌的均匀性，因此，选择合适的水泥土配合比及搅拌工艺对确保工程质量至关重要。

土与水泥通过机械搅拌，两者间发生一系列物理化学反应，使土的性质大大改善而形成具有一定强度、整体性和水稳定性的水泥土。

在水泥土墙设计前，一般应针对现场土层性质，通过试验提供各种配合比下的水泥土强度等性能参数，以便设计选择合理的配合比。在有工程经验且地质条件较为简单的情况下，也可参考类似工程经验。通常以水泥土28d龄期的无侧限抗压强度 q_u 不低于1MPa作为水泥土墙强度标准。

水泥土墙可采用不同品种的水泥，如普通硅酸盐水泥、矿渣水泥、火山灰水泥及其他品种的水泥，一般工程中以强度等级32.5的普通硅酸盐水泥为宜。

水泥掺入比 a_w 是指掺入水泥重量与被加固土的重量（湿重）之比，通常选用12%~14%，湿法搅拌时，加水泥浆的水灰比可采用0.45~0.50。

为改善水泥土的性能或提高早期强度，宜加入外掺剂，常用的外掺剂有粉煤灰、木质素磺酸钙、碳酸钠、氯化钙、三乙醇胺等。另外，将生石灰粉与水泥混合使用或掺入适量（如相当于水泥重量的2%）的石膏，对提高水泥土的强度也有显著作用。

(2) 施工工艺选择 水泥土墙的施工工艺可采用喷浆式深层搅拌（湿法）、



喷粉式深层搅拌（干法）和高压喷射注浆法（也称高压旋喷法）三种方法。

在水泥土墙中采用湿法工艺施工时注浆量较易控制，成桩质量较为稳定，桩体均匀性好。迄今为止，绝大部分水泥土墙都采用湿法工艺，无论在设计与施工方面都积累了丰富的经验，故一般应优先考虑湿法施工工艺。

（3）深层搅拌水泥土墙（湿法）施工

1) 施工机械。施工机械有深层搅拌机、机架及配套机械等。

深层搅拌机搅拌头及注浆方式是影响成桩质量的两个关键因素。搅拌头（叶）有螺旋叶片式、杆式、环形等。注浆方式则有中心管注浆、单轴底部注浆及叶片注浆等。

我国生产的深层搅拌机主要有两种型号即 SJB 型双搅拌头中心注浆式及 GZB—600 型单钻头叶片注浆式，GZB—600 型深层搅拌桩机组如图 4-3 所示。

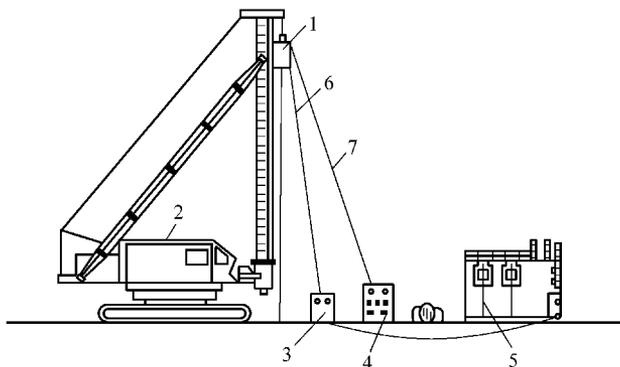


图 4-3 GZB—600 型深层搅拌桩机组

1—深层搅拌桩 2—步履式机架 3—流量计 4—控制柜

5—灰浆拌制及泵送机组 6—输浆管 7—电缆

2) 水泥土墙施工工艺。搅拌桩成桩工艺可采用“一次喷浆、二次搅拌”或“二次喷浆、三次搅拌”工艺，主要依据水泥掺入比及土质情况而定。一般水泥掺量较小，土质较松时，可用前者，反之可用后者。

① 就位。深层搅拌桩机开行达到指定桩位、对中。当地面起伏不平时应注意调整机架的垂直度。

② 预搅下沉。深层搅拌机运转正常后，起动搅拌机电动机。放松起重机钢丝绳，使搅拌机沿导向架切土搅拌下沉，下沉速度控制在 0.8m/min 左右，可由电动机的电流监测表控制。工作电流不应大于 10A。如遇硬粘土等下沉速度太慢，可以输浆系统适当补给清水以利钻进。

③ 制备水泥浆。深层搅拌机预搅下沉到一定深度后，开始拌制水泥浆，待压浆时倾入集料斗中。



④ 提升喷浆搅拌。深层搅拌机下沉到达设计深度后，开起灰浆泵将水泥浆压入地基土中，此后边喷浆、边旋转、边提升深层搅拌机，直至设计桩顶标高。此时应注意喷浆速率与提升速度相协调，以确保水泥浆沿桩长均匀分布，并使提升至桩顶后集料斗中的水泥浆正好排空。搅拌提升速度一般应控制在 $0.5\text{m}/\text{min}$ 。

⑤ 沉钻复搅。再次沉钻进行复搅，复搅下沉速度可控制在 $0.5\sim 0.8\text{m}/\text{min}$ 。

如果水泥掺入比较大或因土质较密在提升时不能将应喷入土中的水泥浆全部喷完时，可在重复下沉搅拌时予以补喷，即采用“二次喷浆、三次搅拌”工艺，但此时仍应注意喷浆的均匀性。第二次喷浆量不宜过少，可控制在单桩总喷浆量的 $30\%\sim 40\%$ ，由于过少的水泥浆很难做到沿全桩均匀分布。

⑥ 重复提升搅拌。边旋转、边提升，重复搅拌至桩顶标高，并将钻头提出地面，以便移机施工新的桩体。此至，完成一根桩的施工。

⑦ 移位。开行深层搅拌机（履带式机架也可进行转向、变幅等作业）至新的桩位，重复①~⑥步骤，进行下一根桩的施工。

⑧ 清洗。当一施工段成桩完成后，应即时进行清洗。清洗时向集料斗中注入适量清水，开起灰浆泵，将全部管道中的残存水泥浆，冲洗干净并浆附于搅拌头上的土清洗干净。

3. 逆作（筑）法施工

对于深度大的多层地下室结构，传统的方法是开敞式自下而上施工，即放坡开挖或支护结构围护后垂直开挖，挖土至设计标高后，浇筑混凝土底板，然后自下而上逐层施工各层地下室结构，出地面后再逐层进行地上结构施工。

逆作（筑）法的工艺原理是：在土方开挖之前，先沿建筑物地下室轴线（适用于两墙合一情况）或建筑物周围（地下连续墙只用作支护结构）浇筑地下连续墙，作为地下室的边墙或基坑支护结构的围护墙，同时在建筑物内部的有关位置（多为地下室结构的柱子或隔墙处，根据需要经计算确定）浇筑或打下中间支承柱（亦称中柱桩）。然后开挖土方至地下一层顶面底标高处，浇筑该层的楼盖结构（留有部分工作孔），这样已完成的地下一层顶面楼盖结构即用作周围地下连续墙刚度很大的支撑。然后人和设备通过工作孔下去逐层向下施工各层地下室结构。与此同时，由于地下负一层的顶面楼盖结构已完成，为进行上部结构施工创造了条件，所以在向下施工各层地下室结构时可同时向上逐层施工地上结构，这样上、下同时进行施工，直至工程结束。但是在地下室浇筑混凝土底板之前，上部结构允许施工的层数要经计算确定。

“逆作法”施工，根据地下一层的顶板结构封闭还是敞开，分为“封闭式逆作法”和“敞开式逆作法”。前者在地下一层的顶板结构完成后，上部结构和地下结构可以同时进行施工，有利于缩短总工期；后者上部结构和地下结构不能同时进行施工，只是地下结构自上而下的逆向逐层施工。



还有一种方法称为“半逆作法”，又称“局部逆作法”。其施工特点是：开挖基坑时，先放坡开挖基坑中心部位的土体，靠近围护墙处留土以平衡坑外的土压力，待基坑中心部位开挖至坑底后，由下而上顺作施工基坑中心部位地下结构至地下一层顶，然后同时浇筑留土处和基坑中心部位地下一层的顶板，用作围护墙的水平支撑，而后进行周边地下结构的逆作施工，上部结构亦可同时施工。

六、设备基础施工

1. 设备基础的特点

(1) 数量多、尺寸大，各不相同 设备基础主要是为工业建筑（也有某些民用建筑）的重大设备而专门设计的基础。由于不同的生产工艺需要不同的设备，这些设备的数量多、重量大，所需的基础也就多而大，且尺寸不一。

(2) 高度变化、埋深不一，预埋件多 设备基础应保证设备的平稳和安全，因而其剖面的高度及埋置深度应随设备各部分的需要而变化，并且在相应的部位留设预埋螺栓连接设备，有些基础还要采取防振措施。

(3) 配筋复杂

(4) 沉降大且不均匀 由于设备的重量一般均较大且不统一，小的可能不足 1t，大的可能上百吨，因而其沉降可能很大且很不一致。这些大而不一的沉降可能会影响到设备的运转或房屋的稳定，设计和施工中必须引起注意。

2. 设备基础的施工要点

1) 大型设备基础造型复杂，内埋设有大量的地脚螺栓，水、电、风、油、滑润管道，工序繁多，配套复杂。钢筋安装一般程序是：底板钢筋在侧模支设前进行安装；外侧钢筋在外壁模板安好后安装；基础内侧钢筋，在内模支设前安装或穿插进；对埋设在基础内的各种水、通风、油管、电缆管道及自动装置用管道必须在钢筋安装前进行安装。

2) 安装时钢筋要逐根清点，根据钢筋绑扎用料的先后，将成捆的成形钢筋用起重机或天车沿基坑两侧吊入基坑安装部位，再用人工按照平面总图及侧面展开图上的编号、位置，按顺序水平分散绑扎。

3) 为使绑扎后的钢筋网格方正划一，间距、尺寸正确，应采取在垫层或模板上划线，或采用 5m 长卡销（或钢筋梳子）绑扎，先在钢筋两端用卡尺的槽口卡牢钢筋，待钢筋绑牢固后，取去卡尺，即成要求间距的网片；对墙（立）壁钢筋则设钢线杆控制。

4) 采用 M20 水泥砂浆制成不同厚度的带铁丝预制垫块，在钢筋底部或立壁钢筋侧面按一定距离绑扎垫块，以控制钢筋的保护层，避免下挠，保证平整。

5) 基础上层水平钢筋网，常悬空搁置，标高多，高差大，形状复杂，且单根钢筋重量大，一般多直接绑扎。当高度在 1.0m 以内，可用“π”形钢筋铁马



支承固定层次和位置；当高度在2m以上，则采用型钢焊制的支架或利用基础内钢管脚手架、螺栓固定架，在适当的标高焊上型钢横叉，来支承上层钢筋网片的重量和上部操作平台的施工荷载。支架、立柱之间设斜向支撑。

6) 为节省劳力，加快安装速度，对钢筋规格较粗、制作外形简单的部位，如底板、立壁和大梁，在超重设备条件具备的情况下，可在基础近旁先绑扎成大块钢筋网片或立体钢筋骨架，用起重机或天车一次整体吊入基坑内进行整体安装。钢筋网片刚度不够时，可在适当部位焊接或增设临时加固筋加强。

7) 对基础受动力荷载很大的部位，基础顶部常设多层钢筋网片，上、下层网片孔格要求对齐，施工时如需开上下人孔或放置串筒浇灌孔，其位置应选择在钢筋网受力的次要部位，浇筑混凝土至底部，再补钢筋修复，其搭接长度应不少于 $35d$ (d 为钢筋直径)。

8) 钢筋安装完后，应将底板及钢筋上杂物、泥渣清理干净，提出自检记录，经专检检查，最后作必要的修整，办好交接手续，即可进行下一工序混凝土浇筑。

第二节 钢筋混凝土工程施工

钢筋混凝土结构具有易成形、强度高、耐久性好、耐火性好、耐腐蚀等优点，是我国现阶段房屋建筑的主要结构形式。

钢筋混凝土结构工程分为现浇整体式和预制装配式两大基本类型。现浇整体式具有整体性和抗震性能好、结构件布置灵活、适应性强、无需大型起重机械即可施工等等优点，但其劳动强度大、模板消耗多、工期相对较长。预制装配式的施工速度快、劳动效率高、施工现场管理方便。但整体性和抗震性能较差。

实际工程中应有较多的是现浇整体式钢筋混凝土结构，其主要施工程序为：测量放线——支模板——绑扎钢筋——浇注混凝土——养护——拆模板。

一、模板工程

模板工程是混凝土结构构件成形的重要组成部分，其用工量约占钢筋混凝土工程总用工量的50%。

1. 模板系统的组成和基本要求

模板系统由模板和支撑两部分组成。其基本要求是：

- 1) 保证各构件的尺寸和位置正确。
- 2) 具有足够的强度、刚度和稳定性。



3) 构造简单, 装拆方便。

4) 模板接缝不漏浆。

2. 模板的分类

1) 按模板材料分, 有木模板、钢木模板、钢模板、钢竹模板、胶合板模板、塑料模板、玻璃钢模板和铝合金模板。

2) 按建筑结构或构件的类型分, 有基础模板、柱模板、梁模板、楼板模板、楼梯模板、墙模板、壳模板和烟囱模板等。

3) 按施工方法分有现场装拆式模板、固定式模板(制作预制构件用)和移动式模板(随着混凝土的浇筑, 模板可沿垂直方向或水平方向移动)。

3. 模板工程中的支撑

(1) 卡具及柱箍 卡具主要用于矩形梁侧向模板的固定; 柱箍则是沿柱四周设置的模板。

(2) 支柱 一般用钢管或井架做成, 主要用于支撑梁、板的底模。

(3) 桁架 有角钢、钢板和钢筋拼装而成的桁架, 主要用于支撑梁、板的底模。

(4) 钢筋托具 用于固定钢筋的位置。

4. 模板结构的设计

(1) 设计内容 主要包括模板结构形式选择、模板材料的选择、模板及支撑系统各部件规格尺寸的确定以及节点设计等。

(2) 设计依据 模板设计主要依据工程结构的形式、荷载的大小、地基土的种类以及施工机具设备的型号和材料供应状况等。

(3) 荷载种类 设计模板及其支架时, 应考虑下列荷载:

1) 模板及其支架自重标准值。

2) 新浇混凝土自重标准值。

3) 钢筋自重标准值。

4) 施工人员及设备的自重标准值。

5) 振捣混凝土时产生的荷载标准值。

6) 新浇混凝土对模板侧面的压力标准值。

7) 倾倒混凝土时产生的荷载标准值。

(4) 荷载分项系数 模板及支架自重、新浇筑混凝土自重、钢筋自重、新浇筑混凝土对侧模板的压力等属于不变荷载, 荷载分项系数取 1.2; 施工人员及施工设备荷载、振捣混凝土的产生的荷载、倾倒混凝土时产生的荷载等属于可变荷载, 荷载分项系数取 1.4。

(5) 荷载组合 对不同类型的模板, 验算承载力和刚度时的荷载分别从上述 7 种荷载中选取并进行组合。具体组合项次见表 4-9。



表 4-9 模板设计荷载组合

项次	模板类型	承载力验算	刚度验算
1	平板和薄壳的模板及其支架	1+2+3+4	1+2+3
2	梁和拱模板的底板	1+2+3+5	1+2+3
3	梁、拱、柱（边长 $\leq 300\text{mm}$ ）墙（厚 $\leq 100\text{mm}$ ）的侧面模板	5+6	6
4	大体积结构、柱（边长 $> 300\text{mm}$ ）墙（厚 $> 100\text{mm}$ ）的侧面模板	6+7	6

（6）模板变形允许值及稳定性规定

1) 模板变形允许值。结构表面外露的模板，为模板构件跨度的 1/400；结构表面隐蔽的模板，为模板构件跨度的 1/250；支架的压缩变形值或弹性挠度，为相应的结构跨度的 1/1000。

2) 模板稳定性规定。支架的立柱或桁架必须用撑拉杆件固定确保其稳定性；为防止模板及其支架在风荷载作用下倾倒，应从构造上采取有效措施。

5. 模板的拆除

（1）拆除模板时混凝土的强度 现浇整体式结构的模板拆除期限应按设计规定，设计无规定的，应满足下列要求：

1) 不承重的模板，其混凝土强度应在其表面及棱角不致因拆模而受损坏时，方可拆除。

2) 承重模板应在混凝土强度达到所规定的强度时，方能拆除。

当混凝土强度达到拆模强度后，应对已拆除侧模板的结构及其支承结构进行检查，确定结构有足够的承载能力后，方可拆除承重模板和支架。

（2）模板的拆除顺序和方法

1) 普通模板的拆除顺序。先非承重模板，后承重模板；先侧板，后底板。

2) 大型结构的模板，拆除时必须事前制订详细的方案。

二、钢筋工程

钢筋工程包括钢筋的加工和安装。首先根据钢筋配料单对钢筋进行加工，然后运至现场进行安装。钢筋的加工一般在钢筋车间或工地的钢筋加工棚进行。

钢筋加工、安装的过程包括冷拉、冷拔、调直、除锈、剪切、镦头、弯曲、焊接、绑扎等。

1. 钢筋除锈

钢筋的除锈方法有手工除锈、电动机械除锈以及喷砂除锈、酸洗除锈等。

在钢筋锈蚀不太严重而对除锈要求又不太高的情况下，粗钢筋通过锤击调直或调直机调直，细钢筋通过冷拉调直，均可达到调直除锈的目的。而对于锈蚀严



重的钢筋，采用电动除锈机除锈为好。冷拔钢丝则需要进行酸洗除锈。

(1) 手工除锈 手工除锈的方法有钢丝刷擦锈、砂堆擦锈、麻袋砂包擦锈和砂盘擦锈。

(2) 电动机械除锈 电动除锈机除锈是目前常用的机械除锈方法，它不但除锈效果好，而且效率高。电动除锈机有固定式和移动式两种。

2. 钢筋调直

钢筋的调直方法有手工调直和机械调直两种。

(1) 手工调直 手工调直主要用于小型工程或工地现场的钢筋加工。钢丝可以采用夹轮牵引调直，也可以采用蛇形管调直。直径 10mm 以下的盘圆钢筋（称为细钢筋），可以在工作台上用小锤敲直，也可用绞磨车拉直。直条粗钢筋可用人工在工作台上调直。

(2) 机械调直 利用钢筋调直机或卷扬机进行调直。

1) 调直机调直。钢筋调直机械一般具有除锈、调直和切断三项功能，并能一次操作完成。

2) 数控钢筋调直切断机。数控钢筋调直切断机的工作原理如图 4-4 所示。在该机摩擦轮 8（周长 100mm）的同轴上装有一个穿孔光电盘 6（分为 100 等分），光电盘 6 的一侧装有一只灯泡 9，另一侧装有一只光电管 10。当钢筋 3 通过摩擦轮 8 带动光电盘 6 时，灯泡 9 光线通过每个小孔照射光电管 10，就被光电管 10 接收而产生脉冲信号（每次信号为钢筋长 1mm），控制仪长度部位数字上立即示出相应读数。当信号积累到给定数字（即钢丝调直到所指定长度）时，控制仪立即发出指令，使切断装置切断钢丝。与此同时长度部位数字回到零，根数部位数字示出根数，这样连续作业，当根数信号积累至给定数字时，即自动切断电源，停止运转。

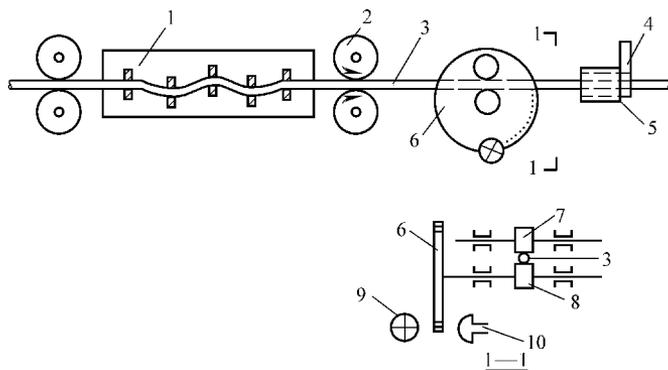


图 4-4 数控钢筋调直切断机的工作原理

1—调直装置 2—牵引轮 3—钢筋 4—上刀口 5—下刀口
6—光电盘 7—压轮 8—摩擦轮 9—灯泡 10—光电管



3) 卷扬机冷拉调直。直径 10mm 以下的 HPB235 级盘圆钢筋，可采用卷扬机拉直，它能完成除锈、拉伸、调直三道工序。冷拉时，HPB235 级钢筋的冷拉率不宜大于 4%，HRB335 级、HRB400 级及 RRB400 级冷拉率不宜大于 1%。

卷扬机拉直设备如图 4-5 所示。两端采用地锚承力。冷拉滑轮组回程采用荷重架，标尺量伸长。该法设备简单，宜用于施工现场或小型构件厂。

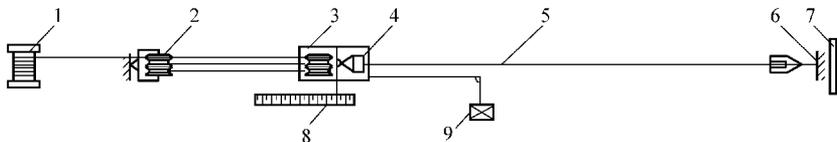


图 4-5 卷扬机拉直设备布置

- 1—卷扬机 2—滑轮组 3—冷拉小车 4—钢筋夹具
5—钢筋 6—地锚 7—防护壁 8—标尺 9—荷重架

3. 钢筋切断

钢筋的切断方法有手工切断和机械切断两种。

(1) 钢筋切断前的准备工作

- 1) 根据钢筋配料单复核钢筋种类、直径、尺寸、根数。
- 2) 根据钢筋原材料长度，将同规格钢筋根据不同长度，进行长短搭配；一般应先断长料，后断短料，以尽量减少短头，减少损耗。
- 3) 检查测量长度所用工具或标志的准确性；在工作台上有量尺刻度线的，应事先检查定尺挡板的牢固和可靠性。
- 4) 调试好切断设备，先试切 1~2 根，设备运转正常后再成批加工。

(2) 手工切断

- 1) 断线钳切断。断线钳可切断钢丝及直径 6mm 以下的钢筋。
- 2) 手动切断机切断。手动切断机一般能切断直径 16mm 以下的钢筋，它可根据所切断钢筋直径来调整手柄长度，切断时比较省力。
- 3) 液压切断器切断。手动液压切断器能切断直径 16mm 以下的钢筋，它主要通过液压传动使刀片切割钢筋来完成切断。

4) 克子切断。钢筋加工工作量较小时可用克子切断。操作时将钢筋放在克子槽内，上克边紧贴下克边，用锤子下打上克将钢筋切断。

(3) 机械切断

1) 使用前应检查刀片安装是否正确、牢固，润滑油是否充足，并且要空车运转正常后，再进行操作。

2) 在钢筋切断机进行操作过程中，要注意刀片的水平、垂直间隙位置，如有变化应及时停车调整。

3) 钢筋要在调直后才进行切断。为了保证断料正确，钢筋和切断机刀口要



成垂直。在切断细钢筋时，要将钢筋摆直，注意不要形成弧线。

4) 每次可切断的根数，是根据钢筋直径来确定的。GJ5—40 型钢筋切断机每次可切断钢筋根数可参考表 4-10。

表 4-10 GJ5—40 型钢筋切断机每次切断钢筋根数

钢筋直径/mm	6	8	10	12	14~16	18~20	22~40	备注
每次切断根数	15	10	7	5	3	2	1	HPB235 级钢筋

4. 钢筋弯曲

钢筋弯曲成形是指将已经切断或配好的钢筋按钢筋配料表或料牌上的钢筋式样和尺寸，弯曲加工成相应的形状、尺寸。钢筋弯曲成形的方法有手工和机械两种。其操作顺序是：划线——试弯——弯曲成形。

(1) 钢筋弯曲机具设备 弯制纵筋和弯起钢筋采用钢筋弯曲机，弯制箍筋一般采用四头弯筋机。在缺机具设备条件下，也可采用手扳扳手弯制细钢筋、卡盘和扳手弯制粗钢筋。

(2) 钢筋弯曲工艺

1) 划线。对形状复杂的钢筋（如弯起钢筋），在钢筋弯曲前，应根据钢筋料牌上标明的尺寸，用石笔将各弯曲点位置划出。划线时应注意：

- ① 根据不同的弯曲角度扣除弯曲调整值，其扣法是从相邻两段长度中各扣一半。
- ② 钢筋端部带半圆弯钩时，该段长度划线时增加 $0.5d$ (d 为钢筋直径)。
- ③ 划线工作宜从钢筋中线开始向两边进行；两边不对称的钢筋，也可从钢筋一端开始划线，如划到另一端有出入时，则应重新调整。

例如，某直径 20mm 的弯起钢筋，其形状和尺寸如图 4-6 所示。划线方法如下：

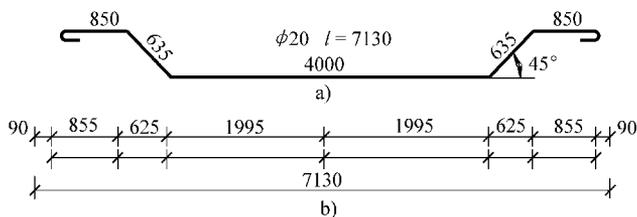


图 4-6 弯起钢筋的划线

a) 弯起钢筋的形状和尺寸 b) 钢筋划线

第一步，在钢筋中心线上划第一道线。

第二步，取中段 $4000/2 - 0.5d/2 = 1995\text{mm}$ ，划第二道线。

第三步，取斜段 $635 - 2 \times 0.5d/2 = 625\text{mm}$ ，划第三道线。

第四步，取直段 $850 - 0.5d/2 + 0.5d = 855\text{mm}$ ，划第四道线。

2) 钢筋弯曲成形。钢筋在弯曲机上成形时（见图 4-7），心轴直径应是钢筋



直径的 2.5 ~ 5.0 倍，成形轴宜加偏心轴套，以便适应不同直径的钢筋弯曲需要。弯曲细钢筋时，为了使弯弧一侧的钢筋保持平直，挡铁轴宜做成可变挡架或固定挡架（加铁板调整）。

钢筋弯曲点线和心轴的关系，如图 4-8 所示。由于成形轴和心轴在同时转动，就会带动钢筋向前滑移。因此，钢筋弯 90° 时，弯曲点线约与心轴内边缘齐；弯 180° 时，弯曲点线距心轴内边缘为 $1.0 \sim 1.5d$ （钢筋硬时取大值）。

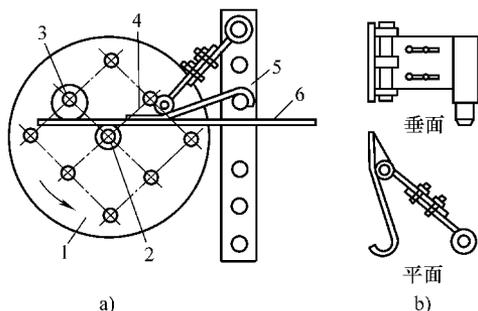


图 4-7 钢筋弯曲成形

- a) 工作简图 b) 可变挡架构造
1—工作盘 2—心轴 3—成形轴
4—可变挡架 5—插座 6—钢筋

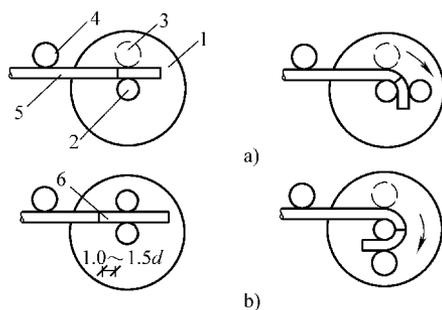


图 4-8 钢筋弯曲点线与心轴的关系

- a) 弯 90° b) 弯 180°
1—工作盘 2—心轴 3—成形轴
4—固定挡铁 5—钢筋 6—弯曲点线

注意：对 HRB335 与 HRB400 钢筋，不能弯过头再弯回来，以免钢筋弯曲点处发生裂纹。

3) 曲线形钢筋成形。弯制曲线形钢筋时（见图 4-9），可在原有钢筋弯曲机的工作盘中央，放置一个十字架和钢套；另外在工作盘四个孔内插上短轴和成形钢套（和中央钢套相切）。插座板上的挡轴钢套尺寸，可根据钢筋曲线形状选用。钢筋成形过程中，成形钢套起顶弯作用，十字架只协助推进。

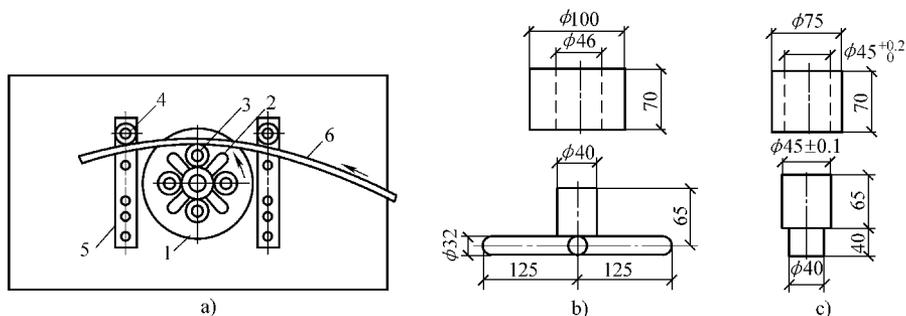


图 4-9 曲线形钢筋成形

- a) 工作简图 b) 十字撑及圆套详图 c) 桩柱及圆套详图
1—工作盘 2—十字撑及圆套 3—桩柱及圆套 4—挡轴圆套 5—插座板 6—钢筋



4) 螺旋形钢筋成形。螺旋形钢筋, 除小直径的螺旋筋已有专门机械生产外, 一般可用手摇滚筒成形 (见图 4-10)。

5. 钢筋的绑扎连接

绑扎连接是钢筋连接的主要形式, 主要用于箍筋的绑扎、搭接钢筋的绑扎和交叉钢筋的绑扎。

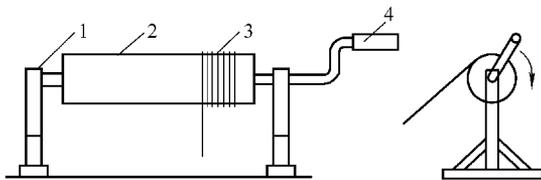


图 4-10 螺旋形钢筋成形

1—支架 2—卷筒 3—钢筋 4—摇把

(1) 绑扎方法 在需要绑扎的部位用 20~22 号铁丝将钢筋包住, 然后用钢筋钩子钩住铁丝接头处旋转打结。

(2) 绑扎点位置 搭接钢筋的绑扎点位置在搭接范围中心点及两端, 共计三点; 梁、柱箍筋的绑扎点位置在箍筋弯钩叠合处, 箍筋应与受力钢筋垂直, 弯钩叠合处应沿受力钢筋方向错开设置; 交叉钢筋的绑扎分两种情况。板和墙的钢筋网, 除外围两行钢筋的相交点应全部扎牢外, 中间部分交叉点可相隔交错扎牢, 保证受力钢筋位置不产生偏移; 双向受力的钢筋必须将钢筋交叉点全部绑扎。

(3) 钢筋绑扎接头

1) 钢筋绑扎接头宜设置在受力较小处。同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。

2) 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开。同一连接区段内, 纵向受拉钢筋绑扎搭接接头面积百分率及箍筋配置要求, 应满足《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2012) 的有关规定。绑扎搭接接头中钢筋的横向间距应不小于 d , 不小于 25mm。

(4) 基础钢筋绑扎

1) 钢筋网的绑扎。四周两行钢筋交叉点应每点扎牢, 中间部分交叉点可相隔交错扎牢, 但必须保证受力钢筋不位移。双向主筋的钢筋网, 则须将全部钢筋相交点扎牢。绑扎时应注意相邻绑扎点的铁丝扣要成八字形, 以免网片歪斜变形。

2) 钢筋撑脚。基础底板采用双层钢筋网时, 在上层钢筋网下面应设置钢筋撑脚或混凝土撑脚, 以保证钢筋位置正确。

钢筋撑脚的形式与尺寸如图 4-11 所示, 每隔 1m 放置一个。其直径选用: 当板厚 $h \leq 30\text{cm}$ 时为 8~10mm; 当板厚 $h = 30 \sim 50\text{cm}$ 时为 12~14mm; 当板厚 $h > 50\text{cm}$ 时为 16~18mm。

3) 钢筋的弯钩应朝上, 不要倒向一边; 但双层钢筋网的上层钢筋弯钩应朝下。

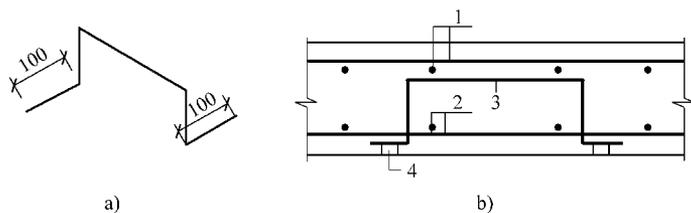


图 4-11 钢筋撑脚

a) 钢筋撑脚 b) 撑脚位置

1—上层钢筋网 2—下层钢筋网 3—撑脚 4—水泥垫块

4) 独立柱基础为双向弯曲，其底面短边的钢筋应放在长边钢筋的上面。

5) 现浇柱与基础连接用的插筋，其箍筋应比柱的箍筋缩小一个柱筋直径，以便连接。插筋位置一定要固定牢靠，以免造成柱轴线偏移。

6) 对厚片筏上部钢筋网片，可采用钢管临时支撑体系。图4-12a 所示出绑扎上部钢筋网片用的钢管支撑。在上部钢筋网片绑扎完毕后，需置换出水平钢管。为此另取一些垂直钢管通过直角扣件与上部钢筋网片的下层钢筋连接起来（该处需另用短钢筋段加强），替换了原支撑体系，如图 4-12b 所示。在混凝土浇筑过程中，逐步抽出垂直钢管，如图 4-12c 所示。此时，上部荷载可由附近的钢管及上、下端与钢筋网焊接的多个拉结筋来承受。由于混凝土不断浇筑与凝固，拉结筋细长比减少，提高了承载力。

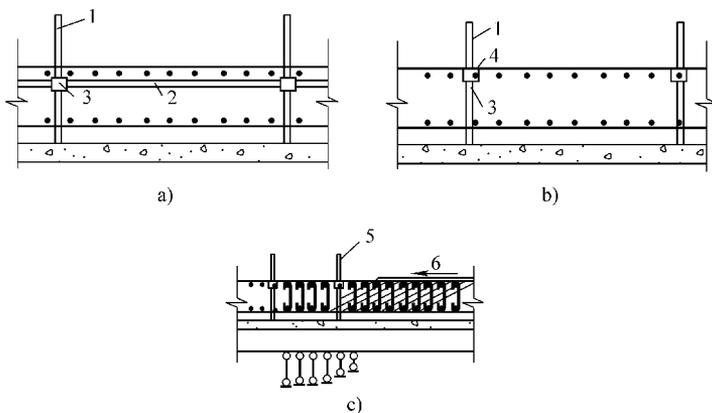


图 4-12 厚片筏上部钢筋网片的钢管临时支撑

a) 绑扎上部钢筋网片时 b) 浇筑混凝土前 c) 浇筑混凝土时

1—垂直钢管 2—水平钢管 3—直角扣件 4—下层水平钢筋 5—待拔钢管 6—混凝土浇筑方向

(5) 柱钢筋绑扎

1) 柱中的竖向钢筋搭接时，角部钢筋的弯钩应与模板成 45° （多边形柱为



模板内角的平分角，圆形柱应与模板切线垂直)，中间钢筋的弯钩应与模板成 90° 。如果用插入式振捣器浇筑小型截面柱时，弯钩与模板的角度不得小于 15° 。

2) 箍筋的接头(弯钩叠合处)应交错布置在四角纵向钢筋上；箍筋转角与纵向钢筋交叉点均应扎牢(箍筋平直部分与纵向钢筋交叉点可间隔扎牢)，绑扎箍筋时绑扣相互间应成八字形。

3) 下层柱的钢筋露出楼面部分，宜用工具式柱箍将其收进一个柱筋直径，以利上层柱的钢筋搭接。当柱截面有变化时，其下层柱钢筋的露出部分，必须在绑扎梁的钢筋之前，先行收缩准确。

4) 框架梁、牛腿及柱帽等钢筋，应放在柱的纵向钢筋内侧。

5) 柱钢筋的绑扎，应在模板安装前进行。

(6) 墙钢筋绑扎

1) 墙(包括水塔壁、烟囱筒身、池壁等)的垂直钢筋每段长度不宜超过 4m (钢筋直径 $\leq 12\text{mm}$)或 6m (直径 $> 12\text{mm}$)，水平钢筋每段长度不宜超过 8m ，以利绑扎。

2) 墙的钢筋网绑扎同基础，钢筋的弯钩应朝向混凝土内。

3) 采用双层钢筋网时，在两层钢筋间应设置撑铁，以固定钢筋间距。撑铁可用直径 $6\sim 10\text{mm}$ 的钢筋制成，长度等于两层网片的净距，间距约为 1m ，相互错开排列。

4) 墙的钢筋，可在基础钢筋绑扎之后浇筑混凝土前插入基础内。

5) 墙钢筋的绑扎，也应在模板安装前进行。

(7) 梁、板钢筋绑扎

1) 纵向受力钢筋采用双层排列时，两排钢筋之间应垫以直径 $\geq 25\text{mm}$ 的短钢筋，以保持其设计距离。

2) 箍筋的接头(弯钩叠合处)应交错布置在两根架立钢筋上，其余同柱。

3) 板的钢筋网绑扎与基础相同，但应注意板上部的负筋，要防止被踩下；特别是雨篷、挑檐、阳台等悬臂板，要严格控制负筋位置，以免拆模后断裂。

4) 板、次梁与主梁交叉处，板的钢筋在上，次梁的钢筋居中，主梁的钢筋在下；当有圈梁或垫梁时，主梁的钢筋在上。

5) 框架节点处钢筋穿插十分稠密时，应特别注意梁顶面主筋间的净距要有 30mm ，以利浇筑混凝土。

6) 梁钢筋的绑扎与模板安装之间的配合关系：

① 梁的高度较小时，梁的钢筋架空在梁顶上绑扎，然后再落位。

② 梁的高度较大($\geq 1.0\text{m}$)时，梁的钢筋宜在梁底模上绑扎，其两侧模或一侧模后装。

7) 梁板钢筋绑扎时应防止水电管线将钢筋抬起或压下。



6. 钢筋的焊接连接

(1) 钢筋焊接的分类 钢筋焊接分为压焊和熔焊。压焊有闪光对焊、电阻点焊和气压焊；熔焊有电弧焊和电渣焊。钢筋焊接方法分类及适用范围见表4-11。钢筋焊接质量检验，应符合行业标准《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18—2012)和《钢筋焊接接头试验方法标准》(JGJ/T 27—2001)的规定。

表 4-11 钢筋焊接方法分类及适用范围

焊接方法	接头形式	适用范围	
		钢筋级别	钢筋直径/mm
电阻点焊		HPB300	6 ~ 16
		HRB335、HRBF335	6 ~ 16
		HRB400、HRBF400	6 ~ 16
		HRB500、HRBF500	6 ~ 16
		CRB550	4 ~ 12
		CDW550	3 ~ 8
闪光对焊		HPB300	8 ~ 22
		HRB335、HRBF335	8 ~ 40
		HRB400、HRBF400	8 ~ 40
		HRB500、HRBF500	8 ~ 40
		RRB400W	8 ~ 32
箍筋闪光对焊		HPB300	6 ~ 18
		HRB335、HRBF335	6 ~ 18
		HRB400、HRBF400	6 ~ 18
		HRB500、HRBF500	6 ~ 18
		RRB400W	8 ~ 18
电 弧 焊		HPB300	10 ~ 22
		HRB335、HRBF335	10 ~ 40
		HRB400、HRBF400	10 ~ 40
		HRB500、HRBF500	10 ~ 32
		RRB400W	10 ~ 25
电 弧 焊		HPB300	10 ~ 22
		HRB335、HRBF335	10 ~ 40
		HRB400、HRBF400	10 ~ 40
		HRB500、HRBF500	10 ~ 32
		RRB400W	10 ~ 25

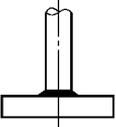
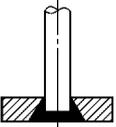
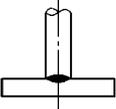
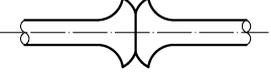


(续)

焊接方法	接头形式	适用范围	
		钢筋级别	钢筋直径/mm
电弧焊	搭接双面焊 	HPB300	10 ~ 22
		HRB335、HRBF335	10 ~ 40
		HRB400、HRBF400	10 ~ 40
		HRB500、HRBF500	10 ~ 32
		RRB400W	10 ~ 25
	搭接单面焊 	HPB300	10 ~ 22
		HRB335、HRBF335	10 ~ 40
		HRB400、HRBF400	10 ~ 40
		HRB500、HRBF500	10 ~ 32
		RRB400W	10 ~ 25
	熔槽帮条焊 	HPB300	20 ~ 22
		HRB335、HRBF335	20 ~ 40
		HRB400、HRBF400	20 ~ 40
		HRB500、HRBF500	20 ~ 32
		RRB400W	20 ~ 25
	剖口平焊 	HPB300	18 ~ 22
		HRB335、HRBF335	18 ~ 40
		HRB400、HRBF400	18 ~ 40
		HRB500、HRBF500	18 ~ 32
		RRB400W	18 ~ 25
	剖口立焊 	HPB300	18 ~ 22
		HRB335、HRBF335	18 ~ 40
		HRB400、HRBF400	18 ~ 40
		HRB500、HRBF500	18 ~ 32
RRB400W		18 ~ 25	
钢筋与钢板 搭接焊 	HPB300	8 ~ 22	
	HRB335、HRBF335	8 ~ 40	
	HRB400、HRBF400	8 ~ 40	
	HRB500、HRBF500	8 ~ 32	
	RRB400W	8 ~ 25	



(续)

焊接方法	接头形式	适用范围	
		钢筋级别	钢筋直径/mm
电 弧 焊	 <p>窄间隙焊</p>	HPB300	16 ~ 22
		HRB335、HRBF335	16 ~ 40
		HRB400、HRBF400	16 ~ 40
		HRB500、HRBF500	18 ~ 32
		RRB400W	18 ~ 25
	 <p>角焊</p>	HPB300	6 ~ 22
		HRB335、HRBF335	6 ~ 25
		HRB400、HRBF400	6 ~ 25
		HRB500、HRBF500	10 ~ 20
	 <p>穿孔塞焊</p>	RRB400W	10 ~ 20
		HPB300	20 ~ 22
		HRB335、HRBF335	20 ~ 32
		HRB400、HRBF400	20 ~ 32
	 <p>埋弧压力焊 埋弧螺栓焊</p>	HRB500	20 ~ 28
		RRB400W	20 ~ 28
		HPB300	6 ~ 22
HRB335、HRBF335		6 ~ 28	
 <p>电渣焊</p>	HRB400、HRBF400	6 ~ 28	
	HPB300	12 ~ 22	
	HRB335	12 ~ 32	
	HRB400	12 ~ 32	
 <p>固态气压焊</p>	HRB500	12 ~ 32	
	HPB300	12 ~ 22	
 <p>熔态气压焊</p>	HRB335	12 ~ 40	
	HRB400	12 ~ 40	
		HRB500	12 ~ 32

- 注：1. 电阻点焊时，适用范围内的钢筋直径系指较小钢筋的直径。
 2. 电弧焊含焊条电弧焊和二氧化碳气体保护焊两种工艺方法。
 3. 有较高要求的抗震结构用钢筋应在牌号后加 E，焊接工艺按同级别热轧钢筋施焊，焊条应采用低氢型碱性焊条。
 4. 如有 HPB235 级钢筋需要焊接，按 HPB300 级钢筋的焊接材料和工艺施焊，接头的质量检验与验收按 HPB300 级钢筋的相关规定执行。



(2) 闪光对焊 钢筋闪光对焊是将两根钢筋安放成对接形式,利用焊接电流通过两根钢筋接触点产生的电阻热,使接触点金属熔化,产生强烈飞溅,形成闪光,迅速施加顶锻力完成的一种压焊方法。主要用于各种钢筋的连接,预应力钢筋与螺钉端杆的焊接。热轧钢筋的焊接宜优先用闪光对焊。

1) 闪光对焊的工作原理。如图 4-13 所示,两个电极分别装在机身的固定平板和活动平板上,活动平板可沿机身导轨作水平直线运动并与压力机构连接,电流从机身的变压器二次绕组引到接触板,并通过接触板引到电极,需要对焊的钢筋夹在电极内,待两根钢筋接触到一起时发生短路,使钢筋的两端面发热到足够的温度,再利用压力机构将钢筋用力挤压,使两根钢筋焊接在一起。

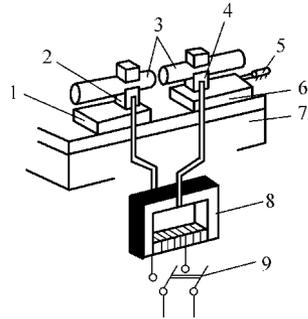


图 4-13 闪光对焊的工作原理
1—固定平板 2、4—电极 3—钢筋
5—压力机构 6—活动平板 7—机身
8—变压器 9—刀开关

2) 闪光对焊的焊接工艺 闪光对焊可分为连续闪光焊、预热闪光焊和闪光-预热闪光焊,根据钢筋品种、直径、焊机功率、施焊部位等因素选用。

钢筋直径较小,牌号较低,不超过表 4-11 的规定时,可采用“连续闪光焊”,如果超过表 4-11 规定的直径范围,且钢筋端面较平整,宜采用“预热闪光焊”,钢筋端面不平整,宜采用“闪光-预热闪光焊”

(3) 电阻点焊 钢筋电阻点焊是将两根钢筋安成交叉叠接形式,压紧于两电极之间,利用电阻热熔化母材金属,加压形成焊点的一种压焊方法。主要用于小直径钢筋的交叉连接,如用于焊接近年来推广应用的钢筋网片、钢筋骨架等。其优点是生产效率高、用材少、成本低、质量易于保证。

当较小钢筋的直径不大于 10mm 时,大小钢筋直径之比不宜大于 3,当较小钢筋的直径为 12~16mm 时,大小钢筋直径之比不宜大于 2,焊接钢筋网时,较小钢筋的直径不宜小于较大钢筋直径的 60%。

点焊设备主要有单头点焊机和钢筋焊接网成形机。

点焊过程可分为预压、通电、锻压三个阶段。在通电开始一段时间内,接触点扩大,固态金属因加热膨胀,在焊接压力作用下,焊接处金属产生塑性变形,并挤向工件间隙缝中;继续加热后,开始出现熔化点,并逐渐扩大成所要求的核心尺寸时切断电流。

焊点的压入深度,应为较小钢筋直径的 18%~25%。

(4) 电弧焊 以焊条作为一极、钢筋为另一极,利用焊接电流通过,使焊条与焊件之间产生高温,电弧使焊条和电弧燃烧范围内的焊件熔化,待其凝固便



形成焊缝或焊接接头。电弧焊主要用于钢筋接头、钢筋骨架焊接、装配式结构接头的焊接、钢筋与钢板的焊接及各种钢结构焊接。

电弧焊可采用焊条电弧焊和二氧化碳气体保护焊两种工艺。二氧化碳气体保护焊设备包括焊接电源、送丝系统、焊枪、供气系统和控制电路 5 个部分。

采用二氧化碳气体保护电弧焊时，应根据焊机性能、接头形式、焊接位置等选择焊接工艺及焊接参数，焊接工艺和焊接参数包括焊接电流、电源极性、电弧电压、焊机速度、焊丝伸出长度、焊枪角度、焊机位置和焊丝直径。

钢筋电弧焊包括帮条焊、搭接焊、坡口焊、窄间隙焊和熔槽帮条焊 5 种接头形式。焊接时应符合下列要求：

- 1) 应根据钢筋级别、直径、接头形式和焊接位置，选择焊条、焊接工艺和焊接参数。
- 2) 焊接时，引弧应在垫板、帮条或形成焊缝的部位进行，不得烧伤主筋。
- 3) 焊接地线与钢筋应接触紧密。
- 4) 焊接过程中应及时清渣，焊缝表面应光滑，焊缝余高应平缓过渡，弧坑应填满。

电弧焊的主要设备为交流弧焊机，采用的焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》（GB/T 5117—2012）或《热强钢焊条》（GB/T 5118—2012）的规定，其型号应根据设计确定。

当采用低氢型碱性焊条时，应按使用说明书的要求烘焙；酸性焊条若在运输或存放中受潮，使用前也应烘焙后方可使用。

1) 帮条焊 帮条焊适用于 HPB300、HRB335、HRBF335、HRB400、HRBF400、HRB500、HRBF500、RRB400W 级钢筋，分单面焊、双面焊两种。接头形式及接头长度 l 见图 4-14 所示。钢筋帮条焊时，宜采用双面焊；不能进行双面焊时，也可采用单面焊。

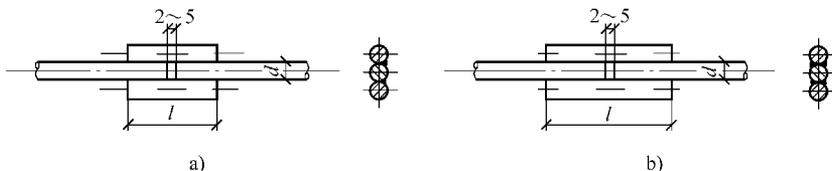


图 4-14 钢筋帮条焊
a) 单面焊 b) 双面焊

帮条长度按表 4-12 确定。

钢筋帮条焊接头或搭接焊接头的焊缝厚度 s 不应小于主筋直径的 0.3 倍；焊缝宽度 b 不小于钢筋直径的 0.8 倍，如图 4-15 所示。



表 4-12 钢筋帮条长度

钢筋牌号	焊缝形式	帮条长度 l
HPB300	单面焊	$\geq 8d$
	双面焊	$\geq 4d$
HRB335、HRBF335、HRB400、HRBF400、 HRB500、HRBF500、RRB400W	单面焊	$\geq 10d$
	双面焊	$\geq 5d$

2) 搭接焊 搭接焊接头的钢筋需先将端部进行弯折,使两段钢筋焊接后仍维持其轴线位于一条直线上。搭接焊分单面焊、双面焊两种,如图 4-16 所示。焊接时宜采用双面焊,不能进行双面焊时,方可采用单面焊。

3) 坡口焊 接头形式如图 4-17 所示,钢垫板厚度宜为 4~6mm,长度宜为 40~60mm;平焊时,垫板宽度应为钢筋直径加 10mm,焊缝的宽度应大于 V 形坡口的边缘 2~3mm,焊缝余高应为 2~4mm,且平缓过渡到钢筋表面。钢筋与钢垫板之间应加焊二、三层侧面焊缝。

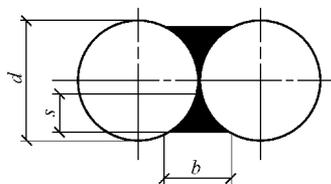


图 4-15 帮条焊尺寸示意
 s —焊缝厚度 b —焊缝宽度
 d —钢筋直径

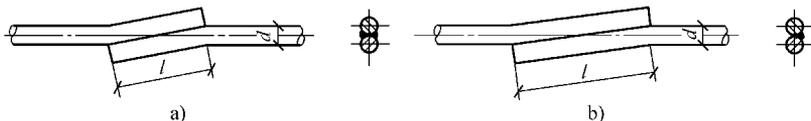


图 4-16 钢筋搭接焊
 a) 双面焊 b) 单面焊

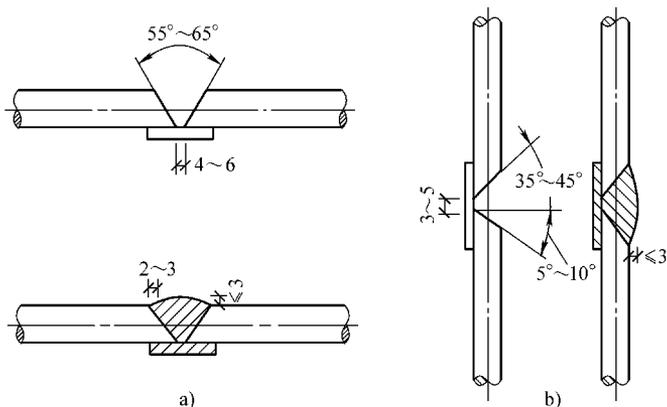


图 4-17 钢筋坡口焊接头
 a) 平焊 b) 立焊



4) 窄间隙焊。窄间隙焊适用于直径 16mm 及以上钢筋的现场水平连接。焊接时，钢筋端部应置于铜模内，并应留出一定间隙，用焊条连续焊接，熔化钢筋端面并使熔敷金属填充间隙，形成接头。接头形式如图 4-18 所示。

5) 熔槽帮条焊。熔槽帮条焊适用于直径 20mm 及以上钢筋的现场安装焊接。焊接时应加角钢作垫板模，角钢边长宜为 40~70mm，长度宜为 80~100mm。接头形式如图 4-19 所示。

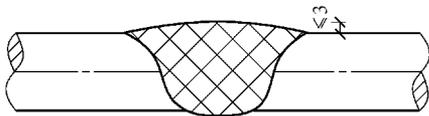


图 4-18 钢筋窄间隙焊接头

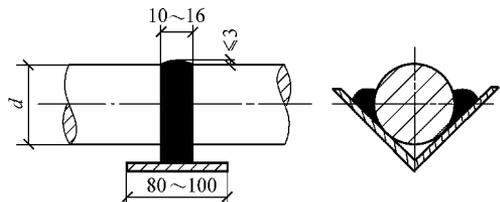


图 4-19 钢筋熔槽帮条焊接头

(5) 电渣焊 如图 4-20 所示，钢筋电渣焊是将两根钢筋安放成竖向对接形成，利用焊接电流通过两根钢筋端面间隙，在焊剂层下形成电弧和电渣，产生电弧热和电阻热，熔化钢筋，加压完成的一种压焊方法。这种焊接方法比电弧焊节省钢材、工效高、成本低，适用于现浇钢筋混凝土结构中竖向或斜向（倾斜度在 4:1 范围内）钢筋的连接。

电渣焊在供电条件差、电压不稳、雨季或防火要求高的场合应慎用。

电渣焊的工艺流程包括引弧过程、电弧过程、电渣过程和顶压过程四个阶段，分手工操作和自动操作两种。

电渣焊的操作要点如下：

1) 根据被焊钢筋的长度搭设一定高度的操作架，确保工人扶直钢筋时操作方便，并防止钢筋夹紧后晃动。

2) 检查电路，观察网络电压波动情况，若电压降大于 5% 以上时不宜焊接。当采用自动电渣焊时，还应检查操作箱、控制箱电气线路各接头接触是否良好。

3) 将焊接夹具下钳口夹牢于下钢筋端部 70~80mm 的位置；将上钢筋扶直、夹牢于上钳口内 150mm 左右；钢筋一经夹紧，不得晃动，以保持上、下钢筋轴线重合。

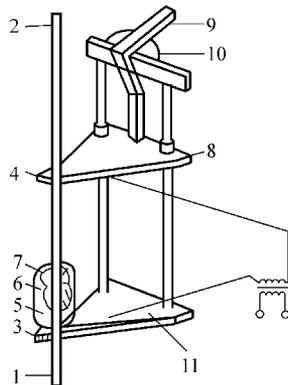


图 4-20 电渣焊示意图

- 1、2—钢筋 3—固定电极 4—滑动电极
5—药盒 6—导电剂 7—焊药 8—滑动架
9—手柄 10—支架 11—固定架



4) 不同直径钢筋焊接时, 上下钢筋轴线应在同一直线上。

5) 引弧可采用铁丝圈(焊芯)引弧法, 或直接引弧法, 如图4-21所示。

6) 接头焊完后, 应稍作停顿, 方可回收焊剂和卸下夹具; 敲去渣壳后, 四周焊包凸出钢筋表面的高度不得小于4mm。

(6) 气压焊 钢筋气压焊是采用氧乙炔火焰或其他火焰对两钢筋对接处加热, 使其达到塑性状态, 加压完成的一种压焊方法。由于加热和加压使接合面附近金属受到墩锻式压延, 被焊金属产生强烈的塑性变形, 促使两接合面接近到原子间的距离, 进入原子作用的范围内, 实现原子间的互相嵌入扩散及键合, 并在热变形过程中, 完成晶粒重新组合的再结晶过程而获得牢固的接头。

钢筋气压焊工艺具有设备简单、操作方便、质量好、成本低等优点, 但对焊工要求严, 焊前对钢筋端面处理要求高。被焊两钢筋直径之差不得大于7mm。

钢筋气压焊设备包括氧、乙炔供气设备, 加热器, 加压器及钢筋夹具等, 钢筋气压焊机系列有GQH-II与III型等。

钢筋气压焊的工艺过程包括顶压、加热与压接过程。气压焊时, 应根据钢筋直径和焊接设备等具体条件选用等压法、二次加压法或三次加压法焊接工艺。

(7) 钢筋埋弧压力焊 预埋件钢筋埋弧压力焊是将钢筋与钢板安放成T形连接形式, 利用焊接电流通过, 在焊剂层下产生电弧, 形成熔池, 加压完成的一种压焊方法, 如图4-22所示。这种焊接方法工艺简单、工效高、质量好、成本低。

7. 钢筋的机械连接

钢筋机械连接包括螺纹套管连接和挤压连接, 是近年来大直径钢筋现场连接的主要方法。钢筋机械连接的接头质量稳定可靠, 不受钢筋化学成分的影响, 人为因素的影响小, 操作简便, 施工速度快, 且不受气候条件影响, 无污染、无火灾隐患, 施工安全。

钢筋机械连接的分类见表4-13。

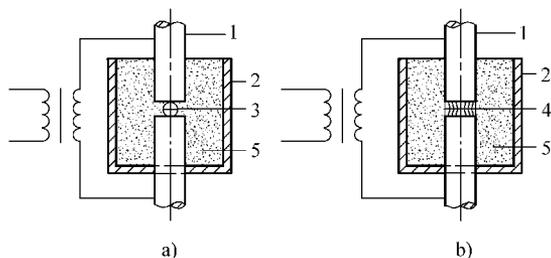


图4-21 电渣焊引弧方法

a) 铁丝圈引弧法 b) 直接引弧法

1—钢筋 2—焊药盒 3—铁丝圈 4—电弧 5—焊药

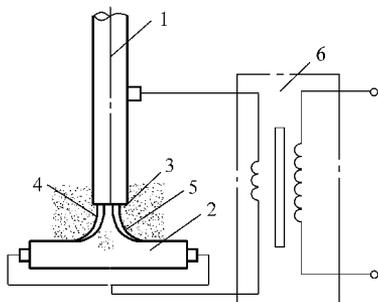


图4-22 预埋件钢筋埋弧压力焊示意

1—钢筋 2—钢板 3—焊剂

4—电弧 5—熔池 6—焊接变压器



表 4-13 钢筋机械连接方法分类及适用范围

机械连接方法		适用范围	
		钢筋级别	钢筋直径/mm
钢筋套筒挤压连接		HRB335、HRB400	16~40
		RRB400	16~40
钢筋锥螺纹套筒连接		HRB335、HRB400	16~40
		RRB400	16~40
钢筋镦粗直螺纹套筒连接		HRB335、HRB400	16~40
钢筋滚压直 螺纹套筒连接	直接滚压	HRB335、HRB400	16~40
	挤肋滚压		16~40
	剥肋滚压		16~50

(1) 挤压连接 钢筋挤压连接亦称钢筋套筒冷压连接，是将需连接的带肋钢筋插入特制钢套筒内，利用挤压机对钢套筒进行径向或轴向挤压，使它产生塑性变形与带肋钢筋紧紧咬合形成接头，从而实现钢筋的连接，如图 4-23 所示。它适用于竖向、横向及其他方向的粗直径带肋钢筋的连接。与焊接相比，它具有省电、无明火作业、施工简便和接头可靠度高等特点，不受钢筋焊接性及气候影响。

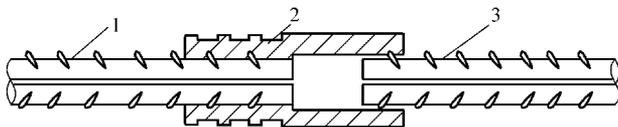


图 4-23 钢筋套筒挤压连接

1—已挤压的钢筋 2—钢套筒 3—未挤压的钢筋

钢套筒宜选用强度适中、延性好的优质钢材。钢套筒的尺寸与材料应与挤压工艺配套，必须经生产厂形式检验认定。施工单位采用经过形式检验认定的套筒及挤压工艺进行施工，不要求对套筒原材料进行力学性能检验。

挤压设备由压接钳、超高压泵站及超高压胶管等组成。

(2) 钢筋锥螺纹连接 钢筋锥螺纹连接是先将钢筋需要连接的端部加工成锥形螺纹，利用钢筋端部的锥形螺纹与内壁带有相同内螺纹（锥形）的连接套筒相互拧紧后，靠锥形螺纹相互咬合形成接头的连接，如图 4-24 和图 4-25 所示。它施工速度快、不受气候影响、质量稳定、对中性好。

机具设备主要有钢筋预压机或镦粗机、钢筋套螺纹机、量规和力矩扳手等。

钢筋锥螺纹连接的工艺流程为钢筋下料——钢筋套丝——质量检查——钢筋连接。

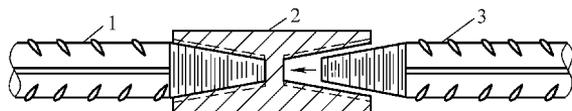


图 4-24 钢筋锥螺纹连接

1—已连接的钢筋 2—锥螺纹套筒 3—待连接的钢筋

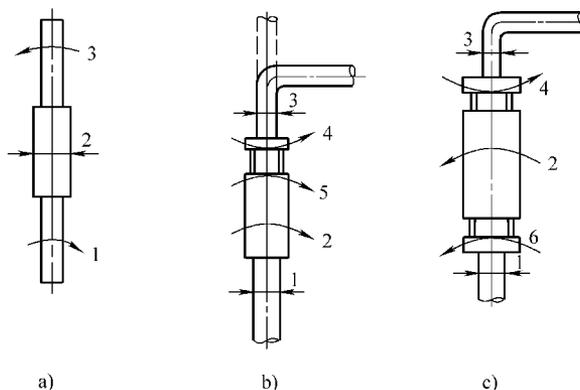


图 4-25 钢筋锥螺纹连接方法

a) 同径与异径接头连接 b) 单向可调接头连接 c) 双向可调接头连接

1、3—钢筋 2—连接套 4、6—可调连接器 5—锁母

(3) 镦粗直螺纹连接 先把钢筋端部镦粗，然后再切削直螺纹，再用连接套筒对接钢筋。这种接头综合了套筒挤压连接和锥螺纹连接的优点，具有接头质量高、质量稳定、施工方便、连接速度快、应用范围广、综合经济效益好等优点。

镦粗直螺纹连接的施工工艺为钢筋端部扩粗——切削直螺纹——用连接套筒对接钢筋。

8. 植筋施工

所谓植筋施工就是指在钢筋混凝土结构上钻孔，注入胶粘剂，植入钢筋的一种施工方法，其优点是工艺简单、操作方便、劳动强度低、工期短、造价低、质量易于保证，主要用于工程结构的加固和旧混凝土的连接。

(1) 钢筋胶粘剂 常用进口胶粘剂主要有德国慧鱼牌高强化学锚栓及植筋胶系列和瑞士喜力得化学锚固系列；国产的主要有青岛固立特建材科技有限公司固立特胶和郑州力源结构胶有限公司 LYJGNR-Z 结构胶。

(2) 植筋施工工艺 定位——钻孔——清孔——钢筋除锈——锚固胶配制——植筋——固化、保护——检验。

1) 定位。按设计要求标示植筋钻孔位置、型号，植筋位置在箍筋内侧（对



梁、柱）或分布筋内侧（对板、剪力墙）。

2) 钻孔。用电锤或风钻钻取直径为4~10mm的孔，孔的大小取决于钢筋的直径，遇到不可切断钢筋应调整孔位。

3) 清孔。用空压机或毛刷清理孔洞，并保持干燥。

4) 钢筋除锈。用角磨机、钢丝轮片除去钢筋表面锈蚀，打磨出金属光泽。

5) 配制胶粘剂。配胶宜采用机械搅拌，也可采用较细的钢筋棍人工搅拌。要现配现用，每次配胶量不宜大于3kg。所用主要器具主要有搅拌器、容器、衡器、腻子刀、手套。

6) 植筋。将钢筋植入。

7) 固化、保护。植筋3天即可锚固力大于钢筋屈服强度值，若固化温度5℃左右，4天锚固力可大于钢筋屈服强度值，且锚固力随时间延长继续增长。

注意，在植筋后的12h内（冬季为24h）不得扰动钢筋，万一受到扰动要重新补植。

8) 检验。用千斤顶、锚具、反力架系统进行拉拔试验。

三、混凝土工程

1. 混凝土的原材料

混凝土的原材料包括水泥、砂、石、水、外加剂和外掺料。

外加剂主要有减水剂、早强剂、速凝剂、缓凝剂、加气剂、防水剂和抗冻剂等；外掺料主要有火山灰、粉煤灰等工业废料或廉价的地方材料。

2. 混凝土制备

(1) 混凝土的施工配料 施工配料时应进行施工配合比换算，并保证材料称量准确。

混凝土设计配合比是根据完全干燥的砂、石集料制订的。但实际使用的砂、石集料一般都含有水分，而且含水量经常随气候条件发生变化。所以，在拌制时应及时测定砂、石集料的含水率，并进行施工配合比换算。

换算的原则是确保混凝土水灰比（ W/C ）不变。假定施工现场砂子和石子的含水率分别为 ω_s 和 ω_c ，则包括含水在内的材料实际重量为

$$\text{水泥 } C' = C;$$

$$\text{砂子 } S' = S(1 + \omega_s);$$

$$\text{石子 } G' = G(1 + \omega_c)。$$

混凝土中所需水的重量应扣除砂石中的含水， $W' = (W - S\omega_s - G\omega_c)$ 。

如果实验室配合比为：水泥：砂子：石子：水 = $C : S : G : W$ ，那么施工配合比应为：水泥：砂子：石子：水 = $C : S(1 + \omega_s) : G(1 + \omega_c) : (W - S\omega_s - G\omega_c)$ 。

求出混凝土的施工配合比后，根据工地现有的搅拌机的装料容量进行配制。



(2) 混凝土施工配制强度确定 混凝土制备之前按下式确定混凝土的施工配制强度, 以达到 95% 的保证率:

$$f_{cu,0} = f_{cu,k} + 1.645\sigma$$

式中 $f_{cu,0}$ ——混凝土的施工配制强度 (N/mm^2);

$f_{cu,k}$ ——设计的混凝土强度标准值 (N/mm^2);

σ ——施工单位的混凝土强度标准差 (N/mm^2)。

施工单位若近期无同一品种混凝土强度统计资料时, 对 C20 及 C20 以下等级的混凝土, σ 取 $4N/mm^2$; 对 C25 ~ C35 的混凝土, σ 取 $5N/mm^2$; 对 C35 以上的混凝土, σ 取 $6N/mm^2$ 。

(3) 混凝土搅拌机选择 混凝土搅拌机分为自落式和强制式两大类型。自落式搅拌机按搅拌筒的形状和卸料方式的不同, 可分为锥形反转出料式和锥形倾翻出料式两种类型, 强制式搅拌机分为立轴式和卧轴式两种。

立轴式搅拌机通过盘底部的卸料口卸料, 卸料迅速, 但卸料口密封不好, 水泥浆易漏掉, 所以立轴式搅拌机不宜于搅拌流动性大的混凝土。

卧轴式搅拌机适用范围广、搅拌时间短、搅拌质量好, 是目前国内外在大力发展的机型。

(4) 搅拌制度 为了拌制出均匀优质的混凝土, 除了合理的选择搅拌机的类型外, 还必须确定搅拌制度, 主要内容是搅拌机转速、混凝土搅拌时间和投料顺序。

3. 混凝土的运输

(1) 混凝土运输的基本要求

1) 混凝土应保持原有的均匀性, 不发生离析现象。

2) 混凝土运至浇筑地点, 其塌落度应符合浇筑时所要求的塌落度值。

3) 混凝土从搅拌机中卸出后, 应及早运至浇筑地点, 不得因运输时间过长而影响混凝土在初凝前浇筑完毕, 混凝土从搅拌机中卸出到浇筑完毕的延续时间不宜超过表 4-14 的规定。

表 4-14 混凝土的浇筑时间

(单位: min)

混凝土等级	气 温	
	$\leq 25^\circ\text{C}$	$> 25^\circ\text{C}$
$\leq \text{C30}$	120	90
$> \text{C30}$	90	60

(2) 混凝土运输方式 地面水平运输方式有混凝土搅拌运输车, 小型机动翻斗车, 双轮手推车; 楼面运输方式有双轮手推车, 小型机动翻斗车; 垂直运输



方式有塔式起重机、混凝土泵、快速提升斗和井架。

(3) 混凝土运输机具

1) 井架式升降机运输。井架式升降机俗称井架，由塔架、动力卷扬系统和料斗或平台等组成，是目前施工现场使用较普遍的混凝土垂直运输设备。

2) 塔式起重机运输。与井架一样，是施工现场的混凝土垂直运输设备，其效率比井架高。

3) 混凝土搅拌运输车运输。现代建筑施工中，现场搅拌的混凝土已越来越少，取而代之的是集中拌制的商品混凝土。混凝土搅拌运输车将商品混凝土运输到施工现场，运输过程中匀速搅拌，以防混凝土凝固。

4) 混凝土泵运输。泵送混凝土是指当混凝土从搅拌运输车中卸入混凝土泵的料斗中后，利用泵的压力将混凝土通过管道直接输送到浇筑地点的一种运输混凝土的方法，混凝土可同时完成水平运输和垂直运输工作。

泵送混凝土具有输送能力大、速度快、效率高、节省人力、连续工作的特点。适用于高层、超高层建筑、立交桥、水塔、烟囱、隧道等大型混凝土结构的施工。

泵送混凝土的设备由混凝土泵、输送管道和布料装置组成。

4. 混凝土成形

混凝土成形就是将混凝土拌合料浇筑在符合设计尺寸要求的模板内，加以捣实，使其具有良好的密实性，达到设计强度的要求。混凝土成形过程包括浇筑与捣实。

(1) 混凝土浇筑

1) 浇筑前的准备工作：

① 对模板及其支架进行检查，应确保标高、位置尺寸正确，强度、刚度、稳定性及严密性满足要求；模板中的垃圾、泥土和钢筋上的油污应加以清除；木模板应浇水润湿，但不允许留有积水。

② 对钢筋及预埋件应请工程监理人员共同检查钢筋的级别、直径、排放位置及保护层厚度是否符合设计和规范要求，并认真作好隐蔽工程记录。

③ 准备和检查材料、机具等；注意天气预报，不宜在雨雪天气浇筑混凝土。

④ 做好施工组织工作和技术、安全交底工作。

2) 浇筑工作的一般要求：

① 混凝土应在初凝前浇筑，浇筑前若有离析现象，必须重新拌和后才能浇筑。

② 浇筑时，混凝土的自由倾落高度应满足以下规定：对于素混凝土或少筋混凝土，由料斗进行浇筑时，不应超过2m；对竖向结构不应超过3m；配筋较密或不便捣实的结构不应超过60cm。



③ 浇筑竖向结构混凝土前，应先在底部浇入 50 ~ 100mm 厚与混凝土成分相同的水泥砂浆，以避免产生蜂窝麻面现象。

④ 混凝土浇筑时的坍落度应符合设计要求。

⑤ 为了使混凝土振捣密实，混凝土必须分层浇筑。

⑥ 为保证混凝土的整体性，浇筑工作应连续进行。当由于技术上或施工组织上原因必须间歇时，其间歇时间应尽可能缩短，并应在前层混凝土凝结之前，将次层混凝土浇筑完毕。间歇的最长时间应按所用水泥品种及混凝土条件确定。

⑦ 正确留置施工缝。施工缝位置应在混凝土浇筑之前确定，并宜留置在结构受剪力较小且便于施工的部位。柱应留水平缝；梁、板、墙应留垂直缝。

在施工缝处继续浇筑前，为解决新旧混凝土的结合问题，应对已硬化的施工缝表面进行处理。处理方法为清除表层、凿毛、用水冲净、铺水泥砂浆。

⑧ 混凝土初凝之后，终凝之前应防止振动。

⑨ 在混凝土浇筑过程中，应随时注意模板及其支架、钢筋、预埋件及预留孔洞的情况，当出现不正常的变形、位移时，应及时采取措施进行处理，以保证混凝土的施工质量。

⑩ 在混凝土浇筑过程中应及时认真填写施工记录。

(2) 混凝土的捣实 混凝土的捣实方法分人工捣实和机械捣实。

人工捣实是利用捣棍、插钎等用人力对混凝土进行夯插等来使混凝土成形密实的一种方法。

机械捣实的振动设备有插入式振动器、附着式振动器和平板式振动器。

插入式振动器又称内部振动器，其工作部分是一棒状空心圆柱体，内部装有偏心振子，在电动机带动下高速转动而产生高频微幅的振动，多用于振实梁、柱、墙、厚板和大体积混凝土结构等。振动棒各插点的布置方式有行列式和交错式。

附着式振动器又称外部振动器，使用时是利用螺栓或夹钳等将它固定在模板上，通过模板来将振动能量传递给混凝土，达到使混凝土密实的目的，适用于振捣截面较小而钢筋较密的柱、梁及墙等构件。

平板式振动器又称为表面振动器，将附着式振动器固定在一块底板上则成为平板式振动器，适用于捣实楼板、地坪、路面等平面面积大而厚度较小的混凝土结构构件。

5. 混凝土养护

(1) 标准养护 指混凝土在温度为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 90% 以上的潮湿环境或水中进行的养护。

(2) 自然养护 指在自然气候条件下 ($>5^\circ\text{C}$)，对混凝土采取相应的保湿、保温等措施所进行的养护。自然养护分为覆盖浇水养护和塑料薄膜保湿养护。



1) 覆盖浇水养护。在混凝土表面覆盖吸湿材料,采取人工浇水或蓄水措施,使混凝土表面保持潮湿状态的一种养护方法。所用的覆盖材料应具有较强的吸水保湿能力,常用的有麻袋、帆布、草帘、芒席、锯末等。

2) 塑料薄膜保湿养护。用防蒸发材料将混凝土表面予以密封,阻止混凝土中的水分蒸发,使混凝土保持或接近饱水状态,保证水泥水化反应正常进行的一种养护方法。塑料薄膜保湿养护分为塑料布养护和薄膜养护剂养护。

(3) 热养护 为了加速混凝土的硬化过程,对混凝土进行加热处理,将其置于较高温度条件下进行硬化的养护。热养护分为蒸汽室养护和热模养护。

6. 混凝土质量检查

混凝土质量检查包括施工中检查和施工后检查。

(1) 施工中检查 施工中检查主要是对混凝土拌制和浇筑过程中所用材料的质量及用量、搅拌地点和浇筑地点混凝土坍落度等的检查,在每一工作班内至少检查两次;当混凝土配合比由于外界影响有变动时,应及时检查;对混凝土的搅拌时间也应随时检查。

(2) 施工后检查 主要是对已完混凝土的外观质量检查及其强度检查。

1) 混凝土外观检查。混凝土结构件拆模后,应从外观上检查其表面有无麻面、蜂窝、孔洞、露筋、缺棱掉角、裂缝等缺陷,外形尺寸是否超过允许偏差值,若有应及时加以修正。

2) 混凝土强度检验。检验的目的一是作为评定结构或构件是否达到设计混凝土强度的依据,是混凝土质量的控制性指标,应采用标准试件的混凝土强度;二是为结构拆模、出池、出厂、吊装、张拉、放张及施工期间临时负荷确定混凝土的实际强度,应采用与结构构件同条件养护的标准尺寸试件的混凝土强度。

◆◆◆ 第三节 结构安装工程施工

一、起重机械

结构安装工程中常用的起重机械有桅杆式起重机、履带式起重机、汽车式起重机、轮胎式起重机、塔式起重机。

1. 桅杆式起重机

桅杆式起重机又称为拔杆或把杆,是最简单的起重设备。一般用木材或钢材制作。这类起重机制作简单、装拆方便,起重量大,不受施工场地限制。由于设有较多的缆风绳,移动困难。另外,其起重半径小,灵活性差。桅杆式起重机多用于构件较重、吊装工程比较集中、施工场地狭窄而又缺乏合适的大型起重机械时。



桅杆式起重机按其构造不同分为独脚拔杆、人字拔杆、悬臂拔杆、牵缆式桅杆起重机。

2. 履带式起重机

履带式起重机由于履带接地面积大，能在较差的地面上行驶，并能负载移动，原地回转，故多用于单层工业厂房及旱地桥梁等结构吊装。但由于自重较大，行走速度慢，远距离转移时需要其他车辆运载。

3. 汽车式起重机

汽车式起重机的优点是行驶速度快、转移迅速、对地面破坏小，特别适用于流动性大，经常变换地点的作业。但作业时稳定性差，起重时靠可伸缩的支腿落地。这种起重机不能负荷行驶。

4. 轮胎式起重机

与汽车式起重机相比其轮距较宽、稳定性好、车身短、转弯半径小、可在360°范围内工作。缺点是行驶时对路面要求较高，行驶速度较汽车式慢，不适于在松软泥泞的地面上工作。

5. 塔式起重机

塔式起重机按有无行走机构可分为固定式和移动式两种。前者固定在地面上或建筑物上，后者按其行走装置又可分为履带式、汽车式、轮胎式和轨道式四种；按其回转形式可分为上回转和下回转两种；按其变幅方式可分为水平臂架小车变幅和动臂变幅两种；按其安装形式可分为自升式、整体快速拆装式和拼装式三种。目前应用最广的是下回转、快速拆装、轨道式塔式起重机和能够一机四用（轨道式、固定式、附着式和内爬式）的自升塔式起重机。拼装式塔式起重机因拆装工作量大将逐渐淘汰。

塔式起重机的型号为“代号+起重力矩”，代号为“QT”或“QT×”，Q、T的含义为起重、塔式，×则表示不同的类型，有Z（自升式）、A（下回转式）、K（快速安装式）、G（固定式）、P（内爬式）、L（轮胎式）、Q（汽车式）、U（履带式）。

（1）下回转快速拆装塔式起重机 特点是结构简单，重心低，运转灵活，伸缩塔身可自行架设，速度快，效率高，采用整体拖运，转移方便，适用于砖混砌块结构和大板建筑的工业厂房、民用住宅的垂直运输作业。其主要型号有红旗 II-16、QT25、QTC40、QT60、QTK60、QT70。

（2）上回转塔式起重机 这种起重机采用液压顶升接高（自升）、水平臂小车变幅装置。通过更换辅助装置可改成固定式、轨道行走式、附着式、内爬式等。其主要型号有 TQ60/80、QT60/80、QTZ50、QTZ60、QTZ63、QT80A、QT80E、QTZ100、QTZ120、QTZ200、FO/23B、H3/36B。

TQ60/80 型是轨道行走、上回转、可变塔高（非自升）塔式起重机，曾经



被广泛，现逐渐被自升式代替。

QTZ63 型塔式起重机是水平臂架，小车变幅，上回转自升式塔式起重机，具有固定、附着、内爬等多种功能。独立式起升高度为 41m，附着式起升高度达 101m，可满足 32 层以下的高层建筑施工。该机最大起重臂长为 48m，额定起重力矩为 $617\text{kN} \cdot \text{m}$ ($63\text{t} \cdot \text{m}$)，最大额定起重量为 6t，作业范围大，工作效率高。

QT80 型是一种轨行、上回转自升塔式起重机，目前，生产厂家很多，在建筑施工中使用比较广泛。

QTZ100 型塔式起重机具有固定、附着、内爬等多种使用形式，独立式起升高度为 50m，附着式起升高度达 120m，采取可靠的附着措施可使起升高度达到 180m。该塔机基本臂长为 54m，额定起重力矩为 $1000\text{kN} \cdot \text{m}$ (约 $100\text{t} \cdot \text{m}$)，最大额定起重量为 8t；加长臂为 60m，可吊 1.2t，可以满足超高层建筑施工的需要。

FO/23B 型是由北京、四川、沈阳等建筑机械厂联合引进法国 POTAİN 公司生产技术的产品，起重臂可拼成 30m、35m、40m、45m、50m 等五种长度，并可组合成轨行、附着、固定、爬升等多种工作方式。

H3/36B 型是四川建筑机械厂引进法国 POTAİN 公司生产技术的产品，起重臂可拼装成 40~60m 五种长度，塔身采用内外两组结构，内塔身能上、下滑升，最大工作幅度为 60m，起重载荷可达 120kN，起重力矩可达 $2950\text{kN} \cdot \text{m}$ ，是目前国内生产的起重力矩最大的塔式起重机。

二、索具设备

构件安装中常用的吊装工具主要有卷扬机、滑轮组、钢丝绳、横吊梁。

1. 卷扬机

电动卷扬机主要由减速机、电动机、电磁抱闸、卷筒等部件组成。

在建筑施工中常用的电动卷扬机有快速 (JJK 型) 和慢速 (JJM 型) 两种。

快速 (JJK 型) 卷扬机主要用于垂直运输和打桩作业；慢速 (JJM 型) 卷扬机主要用于结构吊装、钢筋冷拉和预应力钢筋张拉作业。

2. 滑轮组

滑轮组由一定数量的定滑轮和动滑轮以及绳索组成。

滑轮组既能省力又可改变力的方向，它是起重机的重要组成部分。

通过滑轮组能用较小吨位的卷扬机，起吊较重的构件。

3. 钢丝绳

结构安装中常用的钢丝绳是先由若干根钢丝捻成股，再由若干股围绕绳芯捻成绳。常用钢丝绳一般为 $6\text{mm} \times 19\text{mm}$ 、 $6\text{mm} \times 37\text{mm}$ 、 $6\text{mm} \times 61\text{mm}$ 三种。



4. 吊具

在构件吊装过程中，常用的吊装工具有吊钩、吊索、卡环和横吊梁等。起重吊钩常用优质碳素钢材锻造后经退火处理而成，吊钩表面光滑无刻痕。吊索又称千斤绳，主要用于绑扎构件以便起吊，分为环状吊索和开口吊索两种，如图4-26a所示。

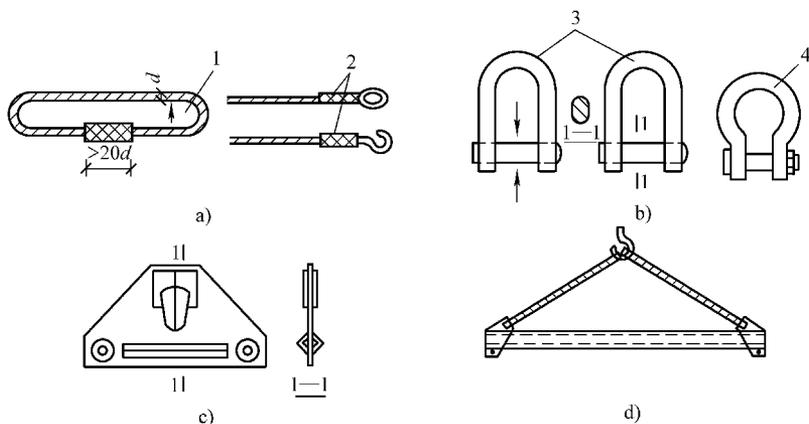


图4-26 吊具

a) 吊索 b) 卡环 c) 钢板横吊梁 d) 钢管横吊梁
1—环状吊索 2—开口吊索 3—螺栓式卡环 4—活络式卡环

卡环又称卸甲（由弯环和销子两部分组成），主要用于吊索之间或吊索与吊环之间的连接，分为螺栓式卡环和活络式卡环两种，如图4-26b所示。

横吊梁又称铁扁担，常用形式有钢板横吊梁和钢管横吊梁，如图4-26c和图4-26d所示。

钢板横吊梁是由3号钢钢板压制而成，一般用于吊装柱子。柱吊装采用直吊法时，用钢板横吊梁，使柱保持垂直，便于安装。

钢管横吊梁一般用于吊装屋架，钢管长6~12m。用钢管横吊梁吊装屋架可降低索具高度，减少吊索的水平分力对屋架的压力。

三、牛腿柱施工

1. 制作

(1) 制作方法 可在加工厂预制或现场制作，多在现场采用平卧重叠法制作。制作时其重叠层数不得超过3层，并应验算柱的底模强度，基座应平整坚实，待下层柱的混凝土强度达到 $5\text{N}/\text{mm}^2$ 后，方可浇筑其上层柱混凝土，两层之间应有隔离措施。

(2) 材料强度 钢筋和混凝土强度的等级必须满足设计要求，为此，钢筋



必须经过严格的进场检验，混凝土用料应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 中第 3.4.2 条有关耐久性的规定。

(3) 模板工程 按照施工图外形尺寸、预埋件数量及位置预先设计好模板。

(4) 钢筋工程 除了常规加工制作要求外，牛腿柱钢筋施工应特别注意以下几点：

1) 柱纵向受力钢筋连接接头应优先采用机械连接接头，也可采用闪光对焊连接接头。同一连接区段内纵向受力钢筋接头面积百分率不得大于 50%。

2) 矩形截面柱的箍筋末端应作 135°弯钩，弯钩末端平直段部分的长度地震区应不小于箍筋直径的 10 倍，非地震区应不小于箍筋直径的 5 倍，如图 4-27a 所示；I 形截面柱焊接箍筋形式如图 4-27b 所示。

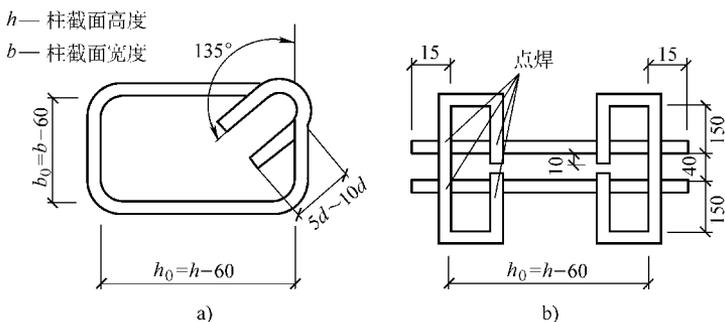


图 4-27 牛腿柱箍筋

3) 所有预埋件应先放入柱钢筋骨架内就位，然后再绑扎预埋件附近的箍筋，严禁将预埋件锚筋切断后插入钢筋骨架内的做法。

4) 吊环应采用 HPB300 级或 Q235 钢筋制作，禁止使用冷加工钢筋，埋入柱内长度不应小于 $30d$ ，并应焊接或绑扎在钢筋骨架上。

(5) 混凝土工程

1) 混凝土浇筑。浇筑过程中应加强振捣，确保混凝土的密实度，尤其是牛腿处钢筋较多，应特别注意。

2) 拆模强度要求。混凝土浇筑完成后应加强养护，拆模时间按照以下规定执行：侧模在混凝土强度能保证构件不变形，棱角完整时，方可拆除；底模在混凝土强度不低于设计的混凝土强度等级值的 75% 时，方可拆除。

所有预埋件的外露部分，均须涂防锈漆两道，再刷面漆两道。

2. 运输与堆放

在加工厂预制的牛腿柱，在运输与堆放时应注意以下几点：

1) 运输时，其混凝土强度应达到设计的混凝土强度等级值的 100%。

2) 运输时，必须侧向立放，垫好垫木，垫木分别设置在牛腿和下柱长度的



1/4 柱长处，并应绑牢，防止移动或倾倒；对无牛腿的柱，垫木设在距柱两端 1/4 柱长处，如图 4-28 所示。

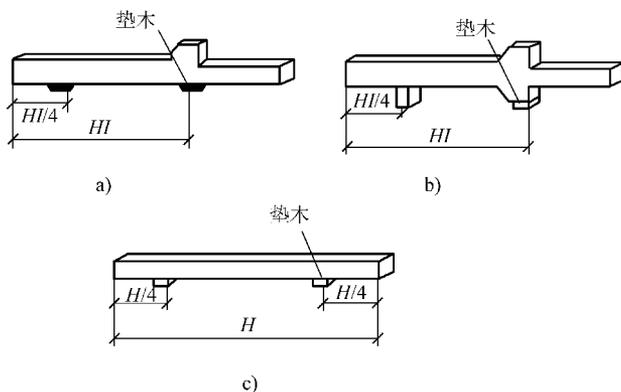


图 4-28 垫木的位置

a) 有牛腿边柱 b) 有牛腿中柱 c) 无牛腿边柱和中柱

3) 堆放柱子的场地应平整坚实，并具有排水措施。

4) 堆放时，必须侧向立放，柱与柱之间应以垫木隔开，堆垛两侧设置支架保持其稳定。

3. 安装

牛腿柱的现场安装程序是：弹线——绑扎——起吊（就位）——临时固定——校正——最后固定。

(1) 柱及基础弹线、杯底抄平

1) 弹线。柱子安装前，应在下列位置标注中心线：基础杯口顶面处四周、柱顶处及侧面、柱牛腿处，同时在柱身上弹出基础顶面线、地坪标高线、吊车轨道中心线，在杯形基础上弹出柱的吊装准线。

2) 杯底抄平。杯底抄平是对杯底标高进行的一次检查和调整，以保证柱吊装后牛腿顶面标高的准确。抄平时，用 1:2 水泥砂浆或细石混凝土将杯底抹平至标志处。柱基施工时，杯底标高控制值一般均要低于设计值 50mm。

(2) 柱的绑扎

1) 绑扎点数目与位置 中、小型柱一般采用一点绑扎，对牛腿柱，绑扎点一般在牛腿下 200mm 处。重型柱或配筋少而细长的柱（如抗风柱），为防止起吊过程中柱身断裂，需绑扎两点。两点原地翻身、一点

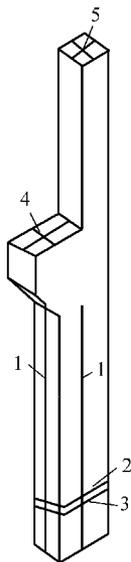


图 4-29 柱弹线图

1—柱中心线 2—基础顶面线
3—室内地坪线 4—牛腿面
中心线 5—柱顶中心线



起吊的绑扎点和吊点位置如图 4-30a 所示。

2) 绑扎方法。按柱起吊后柱身是否垂直，分为直吊法和斜吊法。

斜吊绑扎法当柱平卧起吊的抗弯强度满足要求时，可采用斜吊绑扎法，如图 4-30b 所示。起吊前柱不需要翻身，吊起后柱呈倾斜状态，起重钩可低于柱顶。

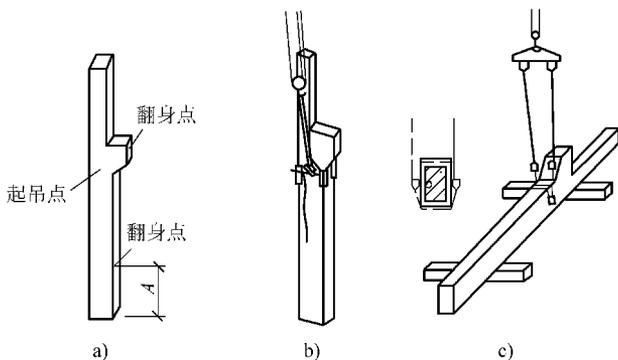


图 4-30 柱的绑扎点

a) 两点绑扎 b) 一点绑扎（斜吊法） c) 一点绑扎（直吊法）

当柱平卧起吊的抗弯强度不足时，需将柱由平放转为侧立再绑扎起吊，可采用直吊绑扎法，如图 4-30c 所示。起吊时，吊索分别在柱子两侧，吊钩在柱顶之上，吊起后柱呈垂直状态。

(3) 柱的吊升

1) 旋转法。柱吊升时，起重机边升钩边回转，使柱身绕柱脚（柱脚不动）旋转直到竖直，起重机将柱子吊离地面后稍微旋转起重臂使柱子处于基础正上方，然后将其插入基础杯口，如图 4-31 所示。采用旋转法时应确保柱基中心、柱脚中心、柱绑扎点“三点共弧”。

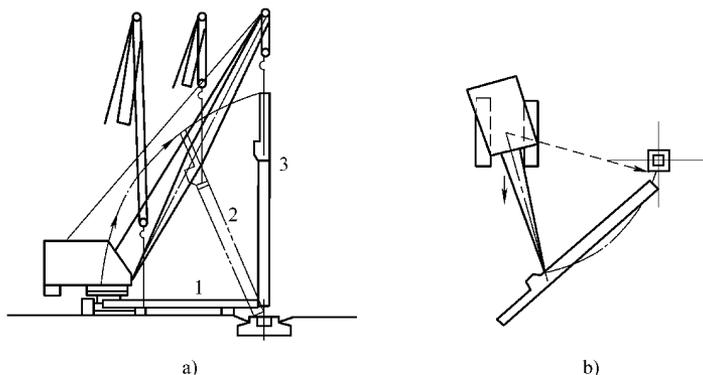


图 4-31 旋转法吊装柱

a) 旋转过程 b) 平面布置

1、2、3—旋转顺序



旋转法振动小，生产效率较高；对平面布置要求高，对起重机的机动性要求高，因而宜用自行式起重机。

2) 滑行法。柱吊升时，起重机只升钩不转臂，使柱脚沿地面滑行柱子逐渐直立，起重机将柱子吊离地面后稍微旋转起重臂使柱子处于基础正上方，然后将其插入基础杯口，如图 4-32 所示。采用滑行法时需设置托木、滚筒等。

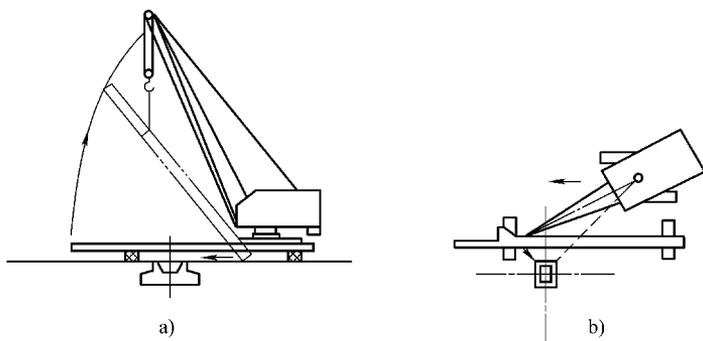


图 4-32 滑行法吊装柱
a) 滑行过程 b) 平面布置

滑行法振动大，对平面布置要求低，对起重机的机动性要求低，一般用于柱较重、较长而起重机在安全荷载下回转半径不够时，或现场狭窄无法按旋转法排放布置时，以及采用桅杆式起重机吊装柱时等情况。

3) 双机抬吊。当柱的重量较大，使用一台起重机无法吊装时，可以采用双机抬吊。

双机抬吊仍可使用旋转法（两点抬吊）和滑行法（一点抬吊）。

滑行法中，为了使柱身不受振动，又要避免在柱脚加设防护措施的繁琐，可在柱下端增设一台起重机，将柱脚递送到杯口上方，成为三机抬吊递送法。

(4) 柱的对位、临时固定

1) 直吊法。悬离杯底适当距离进行对位。

2) 斜吊法。可在柱脚接近杯底时，插入两个楔子，回转进行对位，8 个楔块，撬棍拨动柱脚，使柱基本保持垂直。

(5) 柱的矫正、最后固定

1) 柱的矫正包括平面位置、标高和垂直度的矫正。

标高矫正是在基础杯底抄平时进行；平面位置矫正在对位、临时固定时进行；垂直度校正在临时固定后进行。

2) 柱垂直度的矫正方法。当垂直偏差值较小时，可用敲打楔块的方法或用钢钎来纠正；当垂直偏差值较大时，可用千斤顶矫正法、钢管撑杆斜顶法及缆风绳矫正法。



3) 垂直偏差的允许值。柱高 $H \leq 5\text{m}$ 时为 5mm ；柱高 $H > 5\text{m}$ 时为 10mm ；柱高 $H \geq 10\text{m}$ 时为 $1/1000$ 柱高，且不大于 20mm 。

4) 柱的最后固定。用细石混凝土分两次浇筑。

四、屋架施工

1. 制作

1) 受力钢筋的混凝土保护层厚度除特别注明者外均为 25mm 。

2) 浇筑混凝土时须预留预应力筋孔道，孔道应平顺并与屋架下弦同时起拱；孔道的尺寸与位置应正确，定位应牢固，保证浇筑混凝土时不出现移位和变形。施工时，应设置井字形钢筋架固定管道，端部的预埋锚垫板应垂直于孔道中心线。在两端及跨中应设置灌浆孔或排气孔，其孔距不宜大于 12m ；灌浆孔及泌水管的孔径应能保证浆液畅通。孔道宜采用预埋金属螺旋管（波纹管）成形。螺旋管应密封好，接头严密且不得满浆，并有一定的轴向刚度。

3) 屋架平卧叠层生产时，叠层最多为 4 层，并应设置隔离层。下层屋架混凝土强度等级达到 C20 后，方可浇筑上层屋架。

4) 当混凝土强度达到设计强度的 100% 时，方可张拉预应力筋。叠层生产的屋架，应从上指下逐层张拉。

5) 屋架端部锚具下的预埋板，其位置与垂直度应准确，板面应平整。锚具安装时锚板应对中，夹片应击紧且缝隙均匀。

6) 预应力筋的锚具应进行封闭保护，要采取措施防止锚具腐蚀和遭受机械损伤。

7) 浇筑混凝土时，应特别注意屋架端部的密实性，石子粒径不宜大于 20mm 。

8) 预应力钢筋采用两端同步张拉的超张拉程序。应力从零开始张拉至 $1.030\sigma_{\text{con}}$ 。张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱。预应力钢筋张拉时，应保持孔道中心、锚具中心和千斤顶中心“三心一线”。

9) 预应力筋的孔道灌浆。

① 孔道灌浆宜在张拉预应力钢筋后立即进行，孔道内水泥浆应饱满、密实。

② 水泥浆应采用不低于 32.5MPa 级普通硅酸盐水泥配制的水泥浆。

③ 水泥浆中不得掺入氯化物或其他对预应力筋有腐蚀作用的外加剂。

④ 水泥浆的水灰比不应大于 0.45 ，搅拌后 3h 泌水率不宜大于 2% ，且不应大于 3% 。泌水应能在 24h 内全部重新被水泥浆吸收。为减少收缩，宜掺入高性能外加剂。掺量应经试验后确定。水泥浆宜采用机械拌制，应确保灌浆材料拌和均匀。

⑤ 水泥浆的抗压强度不应小于 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 。



⑥ 灌浆前孔道应湿润洁净；灌浆顺序宜先灌注下层孔道，并应缓慢均匀地进行，不得中断，排气应通顺，在灌满孔道封闭排气孔后，应继续加压至 0.5 ~ 0.7MPa，稳压 1 ~ 2min，稍后封闭灌浆孔。每榀屋架的全部孔道宜一次灌浆完成。

⑦ 孔道灌浆应在正温下进行，当室外温度低于 +5℃ 时，孔道灌浆应采取防冻保温措施。当室外温度高于 35℃ 时，宜在夜间灌浆。屋架拆模时，水泥浆强度不宜低于 15MPa，移动屋架时，水泥浆强度不宜低于 20MPa。

⑧ 孔道灌浆后应检查孔道内水泥浆的密实性。

⑨ 孔道灌浆后，端部锚具应用 C40 细石混凝土封闭。

10) 施工过程中应避免电火花损伤预应力筋；受损伤的预应力筋应予以更换；预应力筋应采用砂轮锯或切断机切断，不得采用电弧切割；在浇筑混凝土前，穿入孔道的预应力筋，宜采取防止锈蚀措施；锚固后的预应力筋外露部分宜采用机械方法切割，其外露长度不宜小于预应力筋直径的 15 倍，且不宜小于 30mm。外露预应力筋的保护层厚度：处于正常环境时，不应小于 20mm；处于易受腐蚀的环境时，不应小于 50mm。

11) 金属螺旋管的尺寸和性能应符合《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225—2007 的规定。金属螺旋管在使用前应进行外观检查，其内外表面应清洁，无锈蚀，不应有油污、孔洞和不规则的褶皱，咬口不应有开裂或脱扣。

12) 所有钢构件在制作检验合格后，应对其表面进行除锈和涂装，具体做法根据使用环境确定。涂装应采用与除锈方法相匹配的除锈底漆和面漆。涂装遍数、涂装厚度及涂装施工环境等应满足《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205—2001 中所规定的要求。当有防火、防腐要求时，还必须涂装具体工程设计所要求的防火，防腐涂料。

13) 预制阶段的屋架平面布置。屋架一般在跨内平卧叠浇预制，每叠 3 ~ 4 榀。布置的方式有正面斜向、正反斜向下正反纵向布置三种，如图 4-33 所示。每叠屋架间应留 1.0m 的间距以便于支模和浇筑混凝土，图中虚线表示预应力屋架抽管及穿筋所需的长度。正面斜向布置便于屋架扶直就位，应优先采用。

2. 运输与堆放

屋架存放及运输应呈垂直状态，并应设置临时支撑以防倾倒，扭曲。

3. 安装

屋架吊装的施工顺序是：绑扎——扶直就位——吊升——对位——临时固定——校正和最后固定。

(1) 屋架的绑扎 屋架在扶直就位和吊升两个施工过程中，绑扎点均应选在上弦节点处，左右对称。

绑扎吊索内力的合力作用点（绑扎中心）应高于屋架重心，这样屋架起吊

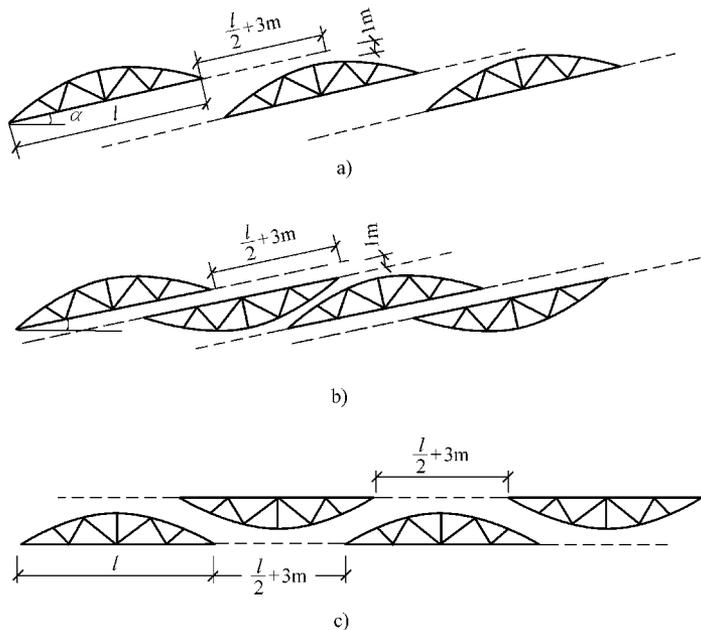


图 4-33 预制阶段的屋架平面布置

a) 正面斜向布置 b) 正反斜向布置 c) 正反纵向布置

后不宜转动或倾翻。

(2) 屋架的扶直与就位 钢筋混凝土屋架或预应力混凝土屋架一般均在施工现场平卧叠浇。因此，屋架在吊装前要扶直就位，即将平卧制作的屋架扶成竖立状态，然后吊放在预先设计好的地面位置上，准备起吊。

屋架的扶直方式有正向扶直和反向扶直。屋架的就位方式有同侧就位和异侧就位。

将叠浇预制的屋架扶直后，就位到吊装前的预定位置，布置的方式有以下 2 种：

1) 屋架斜向就位，如图 4-34 所示。

其就位位置的确定按以下步骤作图：

① 确定停机点：以屋架轴线的中点 M 为圆心，以 R 为半径画弧与开行路线交于 O 点， O 点即所求的停机点。

② 确定屋架就位范围：先定出范围线 $P-P$ 与 $Q-Q$ ，两线之中线 $H-H$ 即为屋架的中心线。 $P-P$ 线距柱边距离应不小于 200mm， $Q-Q$ 线取与开行路线相距为 $A+0.5m$ (A 为机尾长度)。

③ 确定屋架斜向就位位置：第二榀屋架 EF 的位置是以 O_2 为圆心，以 R 为半径画弧交 $H-H$ 于 G ， G 为屋架中心点，再以 G 为圆心，以 $1/2$ 屋架跨度为半径

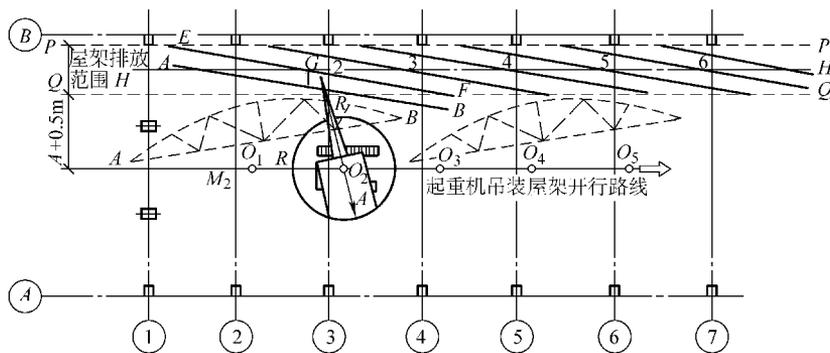


图 4-34 屋架斜向就位 (虚线表示屋架预制位置)

画弧交 $P-P$ 于 E , 交 $Q-Q$ 于 F , 连接 EF 即得屋架就位位置, 依此类推。此外第一榀屋架因有抗风柱的阻挡, 应退到第二榀屋架的附近就位。

2) 屋架纵向就位, 如图 4-35 所示。一般以 4 榀为一组靠柱边顺轴线就位, 屋架之间净距不小于 200mm, 并用铁丝及支撑拉紧撑牢; 每组屋架之间预留 3m 间距作为横向通道。为防止吊装过程中与安装好的屋架相碰, 每组屋架的就位中心线, 要安排在该组屋架倒数第二榀安装轴线之后约 2m 处。

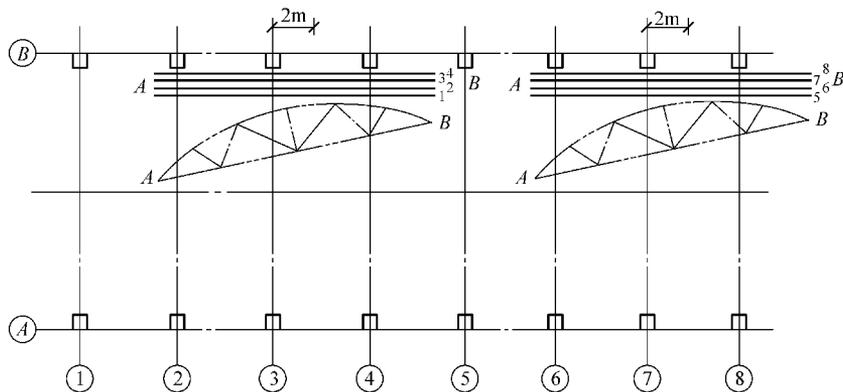


图 4-35 屋架纵向就位 (虚线表示屋架预制位置)

(3) 屋架的吊升、对位与临时固定 屋架的吊升方法有单机吊装和双机抬吊。双机抬吊仅在屋架重量较大, 一台起重机的吊装能力不能满足吊装要求的情况下采用。

屋架的对位以建筑物的定位轴线为准。

第一榀屋架的临时固定, 可用 4 根缆风绳从两边拉牢。第二榀屋架以及其后各榀屋架可用屋架校正器临时固定在前一榀屋架上。每榀屋架至少用两个屋架校



正器。

(4) 屋架的校正与最后固定 屋架垂直度的校正，用经纬仪或垂球检查，用屋架校正器或缆风绳校正。屋架校正完毕，立即用电焊固定。

五、钢筋混凝土烟囱施工要点

1. 烟囱基础

1) 烟囱基础的基坑挖好后，应由施工单位会同建设单位、设计单位等检查基坑中心的坐标、基底的尺寸和标高等是否符合设计要求；地基土质是否符合设计时所采用的勘探资料；地下水位状况以及其侵蚀性等。经检查验收后方可进行下道工序的施工。

2) 当基坑处于地下水位以下时，挖掘基坑前应根据水文地质情况，采取有效的降水或排水措施，并应采取防止地表水流入基坑的措施。基坑降水或排水措施，应持续至回填土完成到地下水位以上时方可停止。

3) 基底表面应平整。严禁用填土的办法找平基坑底面。在个别稍低于设计标高的低洼处，可在浇筑垫层混凝土时找平。

4) 基坑验收后，应立即进行基础施工。如停顿时间过长，应重新复查无误后方能进行施工。若基坑表面被水浸泡、扰动时，则必须将被浸泡、扰动的土除尽，并采取加厚垫层的办法，使其达到设计标高。在基土破坏比较严重的情况下，应由有关单位确定相应的补救措施。

5) 插入基础杯壁内的筒壁纵向钢筋，应按设计要求的位置、分组及插入深度等，准确地与基础钢筋绑扎或焊接牢固，并应有防止钢筋位移的措施。

6) 基础底板混凝土应连续一次浇筑完毕，环形或圆形板式基础的施工缝，可留在底板与环壁的连接处。

7) 基础完成后，应立即进行基础的验收和基坑的回填。回填土应分层仔细夯实，每层厚度不宜大于200mm。回填土宜稍高于地面，以利排水。回填土夯实后，再做排水护坡，其坡度不应小于2%。

8) 高度大于50m的烟囱，应在标高500mm处的筒身上埋设3~4个水准观测点，进行烟囱沉降观测。建筑在湿陷性黄土地基上的烟囱，不论其高度如何，均应埋设水准观测点，按规定进行观测。

2. 烟囱筒身施工

(1) 基本要求

1) 采用滑动模板施工时，筒壁的厚度不宜小于160mm；采用移置模板施工时，筒壁的厚度不宜小于140mm。

2) 滑动模板施工时，其滑升速度必须与混凝土的早期强度增长相适应，要求混凝土在脱模时不坍落、不拉裂，其脱模强度不得低于0.2MPa。



3) 拆除移置式模板时, 混凝土的强度不得低于 0.8MPa, 但烟道口等处的承重模板, 应在混凝土强度达到设计强度的 70% 后方可拆除。

(2) 模板

1) 筒身采用金属模板施工时, 每节高度为 2.5m; 当采用木模板施工时, 每节高度为 1.25m。

2) 安装后的滑动模板或移置式模板的几何中心, 对烟囱中心的偏差不应超过 5mm。

3) 安装移置模板时, 外模板应捆紧, 缝隙应堵严, 金属模板的下缘, 应同下一节混凝土搭接约 100mm, 以防漏浆或错台; 内模板应支顶牢固, 防止变形。

4) 滑动模板在安装前应涂刷脱模剂。在滑升过程中, 抽拔模板与收分模板之间的夹灰应及时清除。模板上口附着的灰浆, 在每次提升后也要及时清除。

5) 滑动模板在滑升中出现扭转时, 应及时进行纠正。其环向扭转值, 按筒壁外表面的弧长计算, 在任意 10m 高度内不得超过 100mm, 全高范围内不得超过 500mm。

6) 滑动模板中心偏移时, 应及时、逐渐地进行纠正。可利用工作台的倾斜度来纠正中心偏移, 但其倾斜度宜控制在 1% 以内。

(3) 钢筋

1) HPB300 级钢筋的末端应弯钩, HRB335 级钢筋的末端可不弯钩。钢筋的弯钩应背向保护层。

2) 采用绑扎接头时, 钢筋搭接长度应为钢筋直径的 40 倍; 采用焊接接头时, 应根据不同的焊接工艺, 遵循相应的技术规定进行。

3) 钢筋的接头应交错布置, 在同一连接区段内绑扎接头的根数不应多于钢筋总数的 25%; 焊接接头的根数不应多于钢筋总数的 50%; 连接区段长度为 $1.3l_f$ (l_f 为搭接长度)。

4) 纵向钢筋应沿筒壁圆周均匀布置, 变换纵向钢筋的直径或根数时, 应在筒壁的全圆周内均匀地进行。

5) 环向钢筋宜配置在纵向钢筋的外侧, 其间距的允许偏差为 20mm; 筒身环向钢筋的接头亦应交错布置, 每层垂直截面内的接头数量应不多于环向钢筋总数的 25%。

6) 钢筋保护层应用钢筋支承器或水泥砂浆垫块来保持, 沿模板周长每米长度内不少于 1 个, 钢筋保护层的偏差不得超过 +10mm 和 -5mm。

7) 高出模板的纵向钢筋应予以临时固定, 每层混凝土浇筑后, 在其上面至少应保持有一道绑扎好的环向钢筋。

8) 滑动模板支撑杆的长度宜为 3~5m, 第一批插入的支撑杆应有 4 种以上的不同长度, 相邻高差不得小于支撑杆直径的 20 倍。



9) 支撑杆的接头必须焊牢，支撑杆应与筒壁的环向钢筋间隔定位焊。环向钢筋应采用焊接接头。

10) 当利用支撑杆作为结构的受力钢筋时，应与设计单位商定，其接头强度应符合现行国家规范的规定。

(4) 混凝土

1) 宜选用同品种、同强度等级的普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，但平均气温低于 10°C 时，不宜选用矿渣硅酸盐水泥。

2) 每立方米混凝土的最大水泥用量不应超过 450kg ，水灰比不宜大于 0.5 ，混凝土宜掺用减水剂。

3) 混凝土中石子的粒径，不应超过筒壁厚度的 $1/5$ 和钢筋净距的 $3/4$ ，且最大粒径不应超过 60mm 。

4) 在筒壁顶部 10m 高的范围内和采用双滑或内砌外滑方法施工的环形悬臂，不宜采用石灰石作粗骨料。

5) 混凝土应沿筒壁周围均匀地分层浇筑，每层厚度为 $250\sim 300\text{mm}$ ，并用振捣器振捣密实。振捣时不得触动支撑杆、钢筋和模板，振捣器的插入深度不应超过前一层混凝土内 50mm 。

6) 筒壁施工时应尽量减少施工缝。在浇筑施工缝混凝土前，应先清除原有混凝土结合面处的松动石子，冲洗干净，再铺 $20\sim 30\text{mm}$ 厚的水泥砂浆（水泥砂浆所用的材料与灰砂比，应与混凝土的材料和灰砂比相同），然后方可继续浇筑上部混凝土。

7) 采用双滑方法施工时，应采取有效措施，以保证筒壁和内衬的厚度，并应防止筒壁混凝土与内衬特种混凝土相互渗透和混淆。

8) 浇筑混凝土时，每 5m 高度应取一组混凝土试块，以检验其 28d 龄期的强度。当材料或配合比变更时，则应另取混凝土试块。

9) 当混凝土脱模后，对其表面应及时进行修理，并浇水养护，保持经常湿润，其持续时间不应少于 7 昼夜。

10) 筒壁内外表面需要涂刷防腐涂料或航空标志时，应待混凝土表面干燥，在 20mm 深度内的含水率不大于 6% ，并将表面的浮灰和油污等清除干净后方可进行。

3. 烟囱内衬

1) 支承内衬的环形悬臂上表面应用 $1:2$ 水泥砂浆抹平，其水平偏差不得超过 20mm 。

2) 内衬应分层砌筑，不允许留直槎。砌体内的灰浆必须饱满。普通粘土砖水平灰缝的饱满度不得低于 80% ；粘土质耐火砖和耐酸砖水平灰缝的饱满度不得低于 90% 。垂直灰缝宜用挤浆和加浆方法使灰缝饱满。



3) 内衬厚度为 1/2 砖时, 应用顺砖砌筑, 互相交错半砖; 厚度为一砖时, 应用顶砖砌筑, 互相交错 1/4 砖。

4) 砌筑时应注意不要将泥浆或砖屑落入内衬与筒壁之间的空隙内。若空隙中需填隔热材料时, 应在内衬每砌好 4~5 层砖后填入一次。砌筑内衬时还要注意在内爬梯下面设置直通的孔隙, 孔隙高度约为 40mm。

5) 内衬的内表面均应勾缝, 内衬表面上的局部凸凹不平, 沿半径方向不得超过 30mm。

6) 耐酸胶泥、耐酸砂浆和耐酸混凝土的拌制、浇筑和养护, 均应在温度不低于 15℃ 的条件下进行。施工时必须采取防水、防雨和不受温度骤变影响的措施。

4. 烟囱附件

1) 砖烟囱的爬梯、围栏及其他埋设件, 应在筒壁砌筑过程中安装, 其埋设深度不应少于一砖长。

2) 钢筋混凝土烟囱的爬梯和信号台的埋设件, 应在浇筑混凝土前将其固定在筒壁外层钢筋的内部。爬梯埋设件位置的允许偏差为 20mm, 信号台埋设件位置的允许偏差为 10mm, 埋设件的丝扣应妥善保护, 勿使污损。

3) 烟囱的爬梯、信号台和钢箍等, 应在安装前将外露部分涂刷防锈剂, 安装后在连接处再补刷一遍。

4) 烟囱附件的螺栓应拧紧, 不得遗漏, 爬梯及其围栏应上下对正。

5) 烟囱避雷器和信号灯的零件应焊接牢固, 避雷器的接地极宜在基坑回填土时埋设。避雷器安装完后, 应检查接地电阻, 其数值不得大于设计要求。

复习思考题

1. 边坡开挖和浅基坑开挖有哪些要求?
2. 简述浅基坑、槽和管沟开挖施工要点。
3. 简述支护结构的类型。
4. 简述真空井点的施工要点。
5. 简述设备基础的特点。
6. 简述模板的组成与要求。
7. 简述钢筋加工安装的工艺流程。
8. 钢筋连接有哪几种方法? 各自的适用范围是什么?
9. 简述混凝土浇筑工作的一般要求。
10. 简述牛腿柱的施工要点。
11. 简述屋架吊装的施工顺序。

第五章

质量检查



培训学习目标 了解钢筋隐检的方法与步骤，能对初级工、中级工的施工质量进行跟踪检查；了解常见钢筋工程质量事故原因，能从技术层面分析处理钢筋工程中的质量事故并提出预防措施；了解“三检制”的方法与步骤，能组织施工班组进行自检、互检和交接检。

第一节 建筑工程施工质量检查与验收标准

一、建筑工程施工质量验收统一标准

1. 基本规定

1) 施工现场质量管理应有相应的施工技术标准，健全的质量管理体系、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。

2) 建筑工程应按下列规定进行施工质量控制：

① 建筑工程采用的主要材料、半成品、成品、建筑构配件、器具和设备应进行现场验收。凡涉及安全、功能的有关产品，应按各专业工程质量验收规范规定进行复验，并应经监理工程师（建设单位技术负责人）检查认可。

② 各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查。

③ 相关各专业工种之间，应进行交接检验，并形成记录。未经监理工程师（建设单位技术负责人）检查认可，不得进行下道工序施工。

3) 建筑工程施工质量应按下列要求进行验收：

① 建筑工程质量应符合本标准和相关专业验收规范的规定。

② 建筑工程施工应符合工程勘察、设计文件的要求。

③ 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。



- ④ 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行。
 - ⑤ 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知有关单位进行验收，并应形成验收文件。
 - ⑥ 涉及结构安全的试块、试件以及有关材料，应按规定进行见证取样检测。
 - ⑦ 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收。
 - ⑧ 对涉及结构安全和使用功能的重要分部工程应进行抽样检测。
 - ⑨ 承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质。
 - ⑩ 工程的观感质量应由验收人员通过现场检查，并应共同确认。
- 4) 检验批的质量检验，应根据检验项目的特点在下列抽样方案中进行选择：
- ① 计量、计数或计量-计数等抽样方案。
 - ② 一次、二次或多次抽样方案。
 - ③ 根据生产连续性和生产控制稳定性情况，尚可采用调整型抽样方案。
 - ④ 对重要的检验项目当可采用简易快速的检验方法时，可选用全数检验方案。
 - ⑤ 经实践检验有效的抽样方案。
- 5) 在制定检验批的抽样方案时，对生产方风险（或错判概率 α ）和使用方风险（或漏判概率 β ）可按下列规定采取：
- ① 主控项目：对应于合格质量水平的 α 和 β 均不宜超过5%。
 - ② 一般项目：对应于合格质量水平的 α 不宜超过5%， β 不宜超过10%。
- ## 2. 建筑工程质量验收的划分
- 建筑工程质量验收应划分为单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批。划分原则如下：
- (1) 单位工程
 - 1) 具备独立施工条件并能形成独立使用功能的建筑物及构筑物为一个单位工程。
 - 2) 建筑规模较大的单位工程，可将其能形成独立使用功能的部分为一个子单位工程。
 - (2) 分部工程
 - 1) 分部工程的划分应按专业性质、建筑部位确定。
 - 2) 当分部工程较大或较复杂时，可按材料种类、施工特点、施工程序、专业系统及类别等划分为若干分部工程。
 - (3) 分项工程
 - 1) 应按主要工种、材料、施工工艺、设备类别等进行划分。
 - 2) 分项工程可由一个或若干检验批组成，检验批可根据施工及质量控制和



专业验收需要按楼层、施工段、变形缝等进行划分。

室外工程可根据专业类别和工程规模划分单位（子单位）工程。

3. 建筑工程施工质量验收标准

(1) 建筑工程施工质量验收的合格标准

1) 检验批。主控项目和一般项目的质量经抽样检验合格；具有完整的施工操作依据、质量检查记录。

2) 分项工程。分部工程所含的检验批均应符合合格质量的规定；分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

3) 分部（子分部）工程。分部（子分部）工程所含工程的质量均应验收合格；质量控制资料应完整；地基与基础、主体结构 and 设备安装等分部工程有关安全及功能的检验和抽样检测结果应符合有关规定；观感质量验收应符合要求。

4) 单位（子单位）工程。单位（子单位）工程所含分部（子分部）工程的质量均应验收合格；质量控制资料应完整；单位（子单位）工程所含分部工程有关安全和功能的检测资料应完整；主要功能项目的抽查结果应符合相关专业质量验收规范的规定；观感质量验收应符合要求。

(2) 验收不合格的处理 当建筑工程质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

1) 经返工重做或更换器具、设备的检验批，应重新进行验收。

2) 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的检验批，应予以验收。

3) 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收。

4) 经返工重做或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

5) 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程、单位（子单位）工程，严禁验收。

4. 建筑工程质量验收程序和组织

1) 检验批及分项工程应由监理工程师（建设单位项目技术负责人）组织施工单位项目专业质量（技术）负责人等进行验收。

2) 分部工程应由总监理工程师（建设单位项目负责人）组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等进行验收；地基与基础、主体结构分部工程的勘察、设计单位工程项目负责人和施工单位技术、质量部门负责人也应参加相关分部工程验收。

3) 单位工程完工后，施工单位应自行组织有关人员进行检查评定，并向建



设单位提交工程验收报告。

4) 建设单位收到工程报告后, 应由建设单位(项目)负责人组织施工(含分包单位)、设计、监理等单位(项目)负责人进行单位(子单位)工程验收。

5) 单位工程有分包单位施工时, 分包单位对所承包的工程按本标准规定的程度检查评定, 总包单位应派人参加。分包工程完成后, 应将工程有关资料交总包单位。

6) 当参加验收各方对工程质量验收意见不一致时, 可请当地建设行政主管部门或工程质量监督机构协调处理。

7) 单位工程质量验收合格后, 建设单位应在规定时间内将工程竣工验收报告和有关文件, 报建设行政主管部门备案。

二、混凝土结构工程施工质量验收规范

钢筋工程的施工质量验收应按照《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002) 的相关规定进行。

1. 一般规定

1) 当钢筋的品种、级别或规格需作变更时, 应办理设计变更文件。

2) 在浇筑混凝土之前, 应进行钢筋隐蔽工程验收, 其内容包括:

① 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等。

② 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率等。

③ 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等。

④ 预埋件的规格、数量、位置等。

2. 原材料

(1) 主控项目

1) 钢筋进场时, 应按现行国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB 1499.2—2007 等的规定抽取试件作力学性能检验, 其质量必须符合有关标准的规定。

检查数量: 按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法: 检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

2) 对有抗震设防要求的框架结构, 其纵向受力钢筋的强度应满足设计要求; 当设计无具体要求时, 对一、二级抗震等级, 检验所得的强度实测值应符合下列规定:

钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25; 钢筋的屈服强度实测值与强度标准值的比值不应大于 1.3。

检查数量: 按进场的批次和产品抽样检验方案确定。

检验方法: 检查进场复验报告。



3) 当发现钢筋脆断、焊接性不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

检验方法：检查化学成分等专项检验报告。

(2) 一般项目 钢筋应平直、无损伤、表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检查数量：进场时和使用前全数检查。

检验方法：观察。

3. 钢筋加工

(1) 主控项目

1) 受力钢筋的弯钩和弯折应符合下列规定：

① HPB300 级钢筋末端应作 180° 弯钩，其弯弧内直径不应小于钢筋直径的 2.5 倍，弯钩的弯后平直部分长度不应小于钢筋直径的 3 倍。

② 当设计要求钢筋末端需作 135° 弯钩时，HRB335 级、HRB400 级钢筋的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 4 倍，弯钩的弯后平直部分长度应符合设计要求。

③ 钢筋作不大于 90° 的弯折时，弯折处的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 5 倍。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件。

检验方法：金属直尺检查。

2) 除焊接封闭式箍筋外，箍筋的末端应作弯钩，弯钩形式应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

① 箍筋弯钩的弯弧内直径除应满足受力钢筋的弯钩规定外，尚应不小于受力钢筋直径。

② 箍筋弯钩的弯折角度：对一般结构，不应小于 90° ；对有抗震等要求的结构，应为 135° 。

③ 箍筋弯后平直部分长度：对一般结构，不宜小于箍筋直径的 5 倍；对有抗震等要求的结构，不应小于箍筋直径的 10 倍。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件。

检验方法：金属直尺检查。

(2) 一般项目

1) 钢筋调直宜采用机械方法，也可采用冷拉方法。当采用冷拉方法调直钢筋时，HPB235、HPB300 级的钢筋的冷拉率不宜大于 4%，HRB335 级、HRB400 级 HRB500、HRBF335、HRBF400、HRBF500 和 RRB400 级钢筋的冷拉率不宜大于 1%。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件。

检验方法：观察，金属直尺检查。



- 2) 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求,其偏差应符合表 5-1 的规定。
 检查数量:按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不得少于 3 件。
 检验方法:金属直尺检查。

表 5-1 钢筋加工的允许偏差

项 目	允许偏差/mm
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	± 10
弯起钢筋的弯折位置	± 20
箍筋内净尺寸	± 5

4. 钢筋连接

(1) 主控项目

- 1) 纵向受力钢筋的连接方式应符合设计要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察。

- 2) 在施工现场,应按国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107—2010、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18—2012 的规定抽取钢筋机械连接接头、焊接接头试件作力学性能检验,其质量应符合有关规程的规定。

检查数量:按有关规程确定。

检验方法:检查产品合格证、接头力学性能试验报告。

(2) 一般项目

- 1) 钢筋的接头宜设置在受力较小处。同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,金属直尺检查。

- 2) 在施工现场,应按国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107—2010、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18—2012 的规定对钢筋机械连接接头、焊接接头的外观进行检查,其质量应符合有关规程的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察。

- 3) 当受力钢筋采用机械连接接头或焊接接头时,设置在同一构件内的接头宜相互错开。

纵向受力钢筋机械连接接头及焊接接头连接区段的长度为 $35d$ (d 为纵向受力钢筋的较大直径)且不小于 500mm,凡接头中点位于该连接区段长度内的接头均属于同一连接区段。同一连接区段内,纵向受力钢筋机械连接及焊接的接头面积百分率为该区段内有接头的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面



面积的比值。

同一连接区段内，纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

① 在受拉区不宜大于 50%。

② 接头不宜设置在有抗震设防要求的框架梁端、柱端的箍筋加密区；当无法避开时，对等强度高质量机械连接接头，不应大于 50%。

③ 直接承受动力荷载的结构构件中，不宜采用焊接接头；当采用机械连接接头时，不应大于 50%。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10% 且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

检验方法：观察，金属直尺检查。

4) 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开。绑扎搭接接头中钢筋的横向净距不应小于钢筋直径，且不应小于 25mm。

钢筋绑扎搭接接头连接区段的长度为 $1.3l_1$ (l_1 为搭接长度)，凡搭接接头中点位于该连接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段。同一连接区段内，纵向钢筋搭接接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值（见图 5-1）。

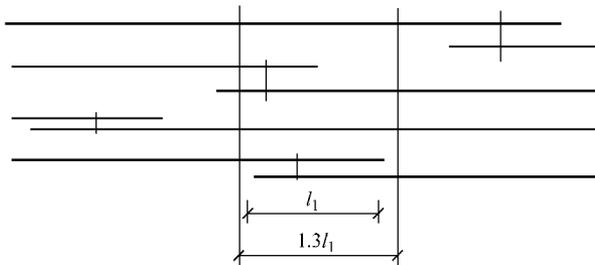


图 5-1 钢筋绑扎搭接接头连接区段及接头面积百分率

注：图中所示搭接接头同一连接区段内的搭接钢筋为两根，当各钢筋直径相同时，接头面积百分率为 50%。

同一连接区段内，纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合下列规定：

① 对梁类、板类及墙类构件，不宜大于 25%。

② 对柱类构件，不宜大于 50%。

③ 当工程中确有必要增大接头面积百分率时，对梁类构件，不应大于 50%；对其他构件，可根据实际情况放宽。



纵向受力钢筋绑扎搭接接头的最小搭接长度应符合表 5-2 的规定。

表 5-2 钢筋安装位置的允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差/mm	检验方法	
绑扎钢筋网	长、宽	±10	金属直尺检查	
	网眼尺寸	±20	金属直尺测量连续三档，取最大值	
绑扎钢筋骨架	长	±10	金属直尺检查	
	宽、高	±5	金属直尺检查	
受力钢筋	间距	±10	金属直尺测量两端、中间各一点	
	排距	±5	取最大值	
	保护层厚度	基础	±10	金属直尺检查
		柱、梁	±5	金属直尺检查
板、墙、壳		±3	金属直尺检查	
绑扎箍筋、横向钢筋间距		±20	金属直尺连续测量三档，取最大值	
钢筋弯起点位置		20	金属直尺检查	
预埋件	中心线位置	5	金属直尺检查	
	水平高差	+3, 0	金属直尺和塞尺检查	

注：1. 检查预埋件中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并测到其中的较大值。

2. 表中梁类、板类构件上部纵向受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90% 及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

检验方法：观察，金属直尺检查。

5) 在梁、柱类构件的纵向受力钢筋搭接长度范围内，应按设计要求配置箍筋。当设计无具体要求时，应符合下列规定：

① 箍筋直径不应小于搭接钢筋较大直径的 0.25 倍。

② 受拉搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍，且不应大于 100mm。

③ 受压搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍，且不应大于 200mm。

④ 当柱中纵向受力钢筋直径大于 25mm 时，应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内各设置两个箍筋，其间距宜为 50mm。



检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，就抽查构件数量的10%，且不少于3件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%，且不少于3间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度5m左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且均不少于3面。

检验方法：金属直尺检查。

5. 钢筋安装

(1) 主控项目 钢筋安装时，受力钢筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，金属直尺检查。

(2) 一般项目 钢筋安装位置的偏差应符合表5-2的规定。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的10%，且不少于3件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%，且不少于3间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度5m左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且均不少于3面。

第二节 施工质量检查

一、检查内容

1. 原材料、钢筋加工半成品的检查

(1) 原材料的检查 原材料进场，其钢筋、预埋件钢材、焊条、焊剂应该符合设计要求和有关现行执行标准的规定。通过材料出厂合格证和进厂（场）的试验报告单检验。

钢筋应平直，表面不得有裂纹、重皮、油污和锈斑、锈片；焊条和焊剂不得受潮、标识模糊不清或出现掉皮现象。其试验批次按有关规定进行，一般钢筋按20~60t/次进行试验或每批进厂（场）进行试验（同规格）。

(2) 钢筋加工半成品的检查

1) 冷拉钢筋和冷拔钢丝的力学性能必须符合现行有关规定，通过试验报告单进行检验。

2) 焊接接头和焊接制品的力学性能试验应符合现行有关规定，亦是通过试验报告来检验。

3) 钢筋和钢丝加工的外观检查及质量要求。调直钢筋表面不应有划伤和锤痕，冷拉钢筋表面不应有裂纹；冷拔钢丝表面不应有裂纹、斑痕；热墩钢筋夹具



处不应有烧伤；钢筋、钢丝镦头中心不应产生偏移。按班次逐批检验。

4) 钢筋、钢丝焊接的质量要求

① 钢筋、钢丝点焊。其周边两排不允许有脱点及漏点，中间部分不允许有连续两点的脱、漏点，不允许有错点伤筋，起弧蚀损。按班次逐批检验。

② 钢筋对焊。焊件接头处质量要求：接头中不得有氧化膜、未焊透和夹渣、缩孔；接头区域不得有裂缝及表面熔化和烧伤；接头偏移不得大于 $0.1d$ ，也不得大于 2mm 。对焊钢筋接头在构件中是完全和钢筋原材料同样受力，故其接头质量直接关系到结构的受力和安全。对焊工不可经常调换，每调换焊工时必须先焊试件，合格后方可施焊。通过观察及抗拉抗弯试验报告来检验。每 $100 \sim 200$ 个焊头为一批取试样做拉力和弯曲试验，有一根不合格，则从该批接头中取二倍试件做试验，仍有一根不合格则该批接头为不合格，需重新调整对焊。

③ 电弧焊。电弧焊钢筋接头在钢筋构件施工中也是经常采用的一种方法，接头方式一般有搭接单、双面焊和帮条单、双面焊，熔槽帮条焊，坡口焊，电渣压力焊等。其焊接质量要求：保持钢筋的同心度，焊缝的长、宽、高（厚）度。焊缝不得有裂纹、咬肉、气泡、夹渣、焊瘤过大等。观察和按批次取试件检验。钢筋、钢丝焊接的质量要求见表 5-3。

表 5-3 焊接允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检验方法
点焊	压入深度	热轧钢筋	卡尺量
		冷加工钢筋	
闪光接触对焊	钢筋轴线	折角	用刻槽直尺或塞尺量
		偏移	
电 弧 焊	帮条焊中心依稀（纵向）		尺寸
	两钢筋轴线	折角	用刻槽直尺或塞尺量
		偏移	
	焊缝厚度		尺寸
	焊缝宽度		
	焊缝长度		
	咬边深度		
焊缝表面夹渣 和气孔	2d 长度上	观察	
	直径		
预埋件规格尺寸		0, -5	尺寸

2. 钢筋绑扎的检查

在实施钢筋绑扎成形时，其质量要求无论是现场绑扎还是预制构件的钢筋绑



扎，均需遵照规范的规定执行。规范中对钢筋绑扎的弯起筋位置位移，箍筋间距、主筋的排距、分布筋的层距都有规定，对保护层厚度、预埋件的平整度、中心线的偏移等均有要求，在施工中应严格掌握，绑扎牢固，具体见表 5-4 ~ 表 5-5。

表 5-4 受拉钢筋的最小搭接长度

项次	钢筋种类	混凝土强度等级		
		C20 ~ 25	C30 ~ 35	C40
1	HPB235 级	35d	30d	25d
2	HRB335 级	45d	35d	30d
3	HRB400 级 HRB500 级	55d	40d	35d
4	冷拔低碳钢丝	≥300mm		

表 5-5 钢筋和钢丝加工尺寸的允许偏差

项次	项 目		允许偏差/mm	检 验 方 法
切断	用于墩头	调直机切断	±1	尺量
		切断机切断	±2	
	一般构件		±3 ~ 5	
弯折	弯起钢筋弯起点位置		±20	尺量
	箍筋内径尺寸		±5	
冷拉	拉长率	I 级钢	±1%	尺量
		II、III 级钢	±0.5%	
		IV 级钢	+0.2% ; 0%	
冷拔	≤φ4mm	非预应力钢丝直径	±0.1	卡尺量
		预应力钢丝直径	±0.08	
	>φ4mm	非预应力钢丝直径	±0.15	
		预应力钢丝直径	±0.1	
冷墩	同线钢丝有效长度极差		2	尺量
	墩头	直径	≥1.5d	卡尺量
		厚度	≥0.7d	
热墩	同级钢筋有效长度级差	长度大于 4.5m	3	尺量
		长度不大于 4.5m	2	
	墩头直径		≥1.5d	卡尺量



以上各表中一般为设计无要求时的执行标准，对设计有要求的需按设计要求执行。

对钢筋骨架特别是桥梁骨架的焊接不允许有漏焊。钢筋绑扎的缺扣率（漏绑率）不得大于总扣数的20%，且不可集中。

3. 预应力筋束的检查

对预应力筋（束）的检查只涉及钢筋工程施工过程及张拉的要求，也就是属钢筋工程负责部分的质量要求。

1) 预应力筋含钢丝、钢绞线、粗钢筋，进场检查与钢筋相同，生产厂家应提供出厂合格证及材质单；进厂（场）后应按要求批次进行取样试验，其批量大小按工程规定执行。表面检验同钢筋，其余按要求试验项目的试验报告单。

2) 所用的锚、夹具质量必须符合设计要求和规范的规定。对锚、夹具的锚固性能、硬度、锥度及探伤等试验，应抽10%试样送有检验资质的单位或监理指定的资质单位进行专门的检验，凭检验报告及出厂证件确定。

3) 对波纹管的检查。目前大部分预应力管道均采用大于预应力筋束1.5倍的波纹管成形。对波纹管的外观检查采用观察检查，无孔洞，无开裂（挤压口），无锈蚀即为合格。对其刚度检查：提起波纹管中部两端下垂基本一致，无咔咔的响声为合格。

4) 梁头锚固垫板及预留波纹管在钢筋和模板上的安装要求：

① 严格按设计坐标放线，先焊架立筋及管道架，再穿入管道，其中心线位置偏移不得大于5mm，且两端均应穿入梁头垫板中，尺量检查。

② 梁头垫板必须与模板钉牢，以防在穿束和浇筑混凝土时松动错位。

③ 预应力筋（束）的下料，应以管道实长+张拉工作量计算。

④ 预应力筋张拉必须按设计要求的控制应力和张拉程序执行。其建立预应力值与设计控制应力值应控制在 $\pm 6\%$ 之间。对照张拉记录与计算伸长值核定。

⑤ 绑扎钢筋与预应力管道发生冲突时适当移动非预应力筋。当必须切断钢筋时，切断后应采用其他方法恢复钢筋，特别是主筋的切断，必须恢复。

⑥ 张拉中断丝、滑丝率必须按设计要求执行，设计无要求时按规范执行。超规的断、滑丝束要抽出后更换。

4. 跟踪检查

对质量的检查应从钢筋工程施工开始时即引起重视，对初参加工作的职工和责任心不强的职工所做的工作，更应随时指导和检查。

每日工作前要对使用设备进行检查，如切断机刀片的松动，弯曲机齿轮箱的动转，操作者对芯轴的使用；对焊机级数与所焊钢筋的匹配，电焊机电流选择与所使用焊条的匹配等都应随时检查。焊接骨架的平台要稳固，所放骨架胎具要在与图样核对无误后方可实施骨架的焊接。对断料尺寸、钢筋弯曲加工尺寸要让操



作者随时进行测量修正。

在绑扎安装时一定要按图示间距位置放印摆放，对变形钢筋的使用不可随意乱放。钢筋的绑扎顺序一定要预先考虑设定，按步骤运料绑扎。

对预应力钢筋张拉质量的检查要随时进行，甚至人不离位，随时观察其变化。

要想得到好的施工质量，除对队伍的质量意识经常提醒外，施工技术的提高是必不可少的。配套的工具、配件则是操作者保证质量的先决条件，因此作为钢筋工程的领导或主持人应在实施施工前对所使用的机具设备、材料、加工数量有充分的了解，并给操作者准备好与各种设备相应配套的配件，这些配件包含：

- 1) 切断机刀片，固定刀片的螺栓。
- 2) 弯曲机轴、套、盘。
- 3) 焊机铜极、垫块、水箱等。
- 4) 预应力张拉所用切断设备、张拉千斤顶及油表油泵的配套及校验。
- 5) 绑扎钢筋所用架立筋的预先安排计算加工，预埋件的预先准备等。

二、质量“三检”

1. 工作方法

保证工程质量管理则是从班组开始，工序开始，因此班组在提高工程质量的工作中负有重要的责任。抓好班组质量管理建设，使人人提高质量意识，提高优质品率，降低消灭不合格品率，是保证工程质量，降低消耗，保证工程进度和提高企业效益的最佳途径。

在工程工序班组质量管理中贯彻 ISO 9000 系列质量管理标准，推行 TQC 活动，加强班组、工序间的自检、互检、交接验收检查，是消除隐患，减少事故，提高操作责任心，提高各工序、班组施工质量的主要方法。

钢筋工程在建筑工程结构中起着重要的作用，且在结构混凝土浇筑后无法检查。所以在钢筋工程施工中，质量的保证和检查更为重要。钢筋工程的质量检查如前所述，从原材料进场开始到钢筋加工中的一道道工序，一直到安装完成后的交接验收阶段，全部在钢筋工的质量负责期内。因此在任何工程中钢筋的受检期最长。

保证施工质量应如何做起？

1) 认真体会理解、贯彻和执行国家和企业的质量管理制度。落实岗位责任制，做到谁操作谁负责，出了质量事故可以查到具体人。

2) 仔细审阅图样，按图施工。负责人按图编制配料单，下发加工料牌；操作者按料牌尺寸认真检查料长实施加工，有条件时亦应持料牌与图样进行核对。

3) 把好原材料的检验关。原材料不合格会给工程造成隐患，不合格的钢筋



用在了主要受力结构中会造成产品突发性事故，甚至造成构筑物的垮塌，因此对原材料的原材化学分析、抗拉、抗弯、可焊性必须按规定做好试验并对试验报告存档。杜绝使用不合格的原材料。

4) 加强对原材料、半成品、成品的检查和管理，对合格的加以保护，不损坏不污染；对不合格的要分垛码放，及时逐级上报寻求处理意见，没得到处理意见前做到不错用。

5) 对所使用的机械设备如切断机、弯曲机、弯箍机、冷拔模、电焊机等，要在安装前进行试运行，对可能会造成加工质量问题的设备要先修理后使用，对经修理后仍不可使用的要报废。

6) 准确的量度是保证质量的一个重要方面。要严格执行国家计量法和本企业管理制度，对所使用的金属直尺、角度尺等勿乱摔乱砸，使之保持良好的量度状态。

7) 工程质量的管理是分级管理分级负责的，班组要对项目负责，项目要对分公司负责，分公司要对总公司负责。因此上级对工程质量管理的要求要及时下达，班组对每一时期或阶段的检查也要及时上报。

8) 质量的检查和评定是“三检”活动的必然，是达到保证质量、预防事故，使用户满意的保证措施。按国家或企业对某一工程质量检查时间、点数、项目的要求，标定的产品合格和优质标准进行产品质量的检查和评定，班组则据此结果对照 ISO 9000 系列标准，纳入 TQC 循环系列的质量控制中进行因果分析，进一步提高自身的质量达标能力。

9) 质量事故的管理。钢筋工程质量事故发生后，首先要分析原因、查明责任、确定性质、吸取教训。对于一般绑扣脱落，保护层垫块厚度、密度不足，错、漏放钢筋，可以更换补足；薄板钢筋弯钩外露，绑扣漏绑，预埋件位置不准等可以及时补救不致影响工程进度和返工的，一般报告项目技术主管或质量员，自行安排更正整理即可。对于已安装完毕方发现的问题（如骨架焊口严重裂纹；主筋位置错误，弯起钢筋弯曲处开裂；预应力筋管道曲线和锚垫板严重错位，漏放底部预埋件等），若无法就地补救，必须拆掉重新安装，造成人力工期较大损失的，则必须报告项目总工程师、项目经理甚至分公司经理进行其他方面的处理。而对于那些造成工程隐患，使工程必须降级使用或报废的事故，更应表逐级上报，并应由有关部门统计损失后做预处理。

工程质量评定计算统计方式：

$$\text{分项工程点合格率} = \frac{\text{合格总点数}}{\text{实测总点数}} \times 100\%$$

$$\text{工程质量合格率} = \frac{\text{统计期内评定为合格的项数}}{\text{统计期内参与评定的工程总项数}} \times 100\%$$



$$\text{工程质量优良率} = \frac{\text{统计期内评定为优良的项数}}{\text{统计期内参与评定的总项数}} \times 100\%$$

2. 质量“三检”的内容

了解钢筋工程质量内容、质量评定标准和质量检查的工作方法，通过对钢筋工程产品的自检、互检、交接验收制度，使钢筋工程质量落实到具体的人和每一道操作工序之中，逐步提高其操作方式和质量意识，使每个人都要在思想上对质量问题重视起来，视质量为企业的生命，视质量为自己工作稳定、创效增收的主要途径。

(1) 自检 即对自己所加工和安装的钢筋按质量要求进行检查，发现错误及时更正补救，将损失减少到最小限度。这种自我检查不应放在整个批量生产的末尾，而应在按图、按牌加工中和绑扎安装中随时进行，检查方法：当第一根钢筋弯曲成形后立即核对定尺定角，无误后再继续加工；一般加工箍筋 10~20 个为一组，将后加工的与第一个比齐码好，即自己作了检查。当码放第二组时用同样的方法重新量度，即作了自检。这样的码放也便于计数和查料。对大直径弯起钢筋亦可用此方法自检。但如果操作平台不稳时，则应增加量度成品的频率，每 3~5 根即作一次量度检查。

(2) 互检 即对影响自己工序质量的相邻工作进行检查核对，发现错误及时更正补救，然后进行该道工序的操作，并自查其质量是否符合质量标准。若在安装施工中，首先对所划摆放印记进行数量的检查核对，特别对弯起钢筋及预应力盘刹车固位置更要认真核对，无误后开始按号摆放主筋和箍筋，绑扎箍筋时对箍筋的合口应错开位置，以免造成箍筋间距不准的毛病，并在绑扎过程中随时对钢筋的顺直、平整及绑扣的松脱等进行检查，此时即进行了自检，又对钢筋加工的质量进行了互检。

对点焊和电弧焊的各种钢筋骨架和网片，虽在胎具中进行，但脱出胎具后亦应进行长、宽、高、弯起筋位置和网格的自检。第一片合格后，后焊之产品亦可用对正码放的方法进行自检，但对焊点和焊缝的质量则应逐片检查，对有问题的要分垛码放。在加工弯曲和焊接摆放钢筋时实质上就是对配筋、成形的互检。一般自检的概念是自己对自己产品的质量按质量要求进行检验，互检则是同工种不同工序之间的检查。钢筋的绑扎又可形成对模板、测量放线的互检。

(3) 交接检 即一个施工过程完成后，下一个施工过程开始之前，由项目技术负责人牵头，组织质量员、各工种负责人，会同监理工程师共同进行的质量验收。例如在钢筋工程绑扎安装完成后交给模板工序时，或模板安装完成后交给浇筑混凝土工序时所进行的验收就是交接检。交接检时对验收的结果要签字才能生效、进档，交接会签时共同签发混凝土浇筑开盘证。

3. 注意事项

1) 施工班组应经常开展质量意识教育。



2) 经常开展 QC 小组活动, 分析研究施工中的质量问题, 将事故消灭在萌芽中。

3) 自检必须贯彻在工程施工的始终, 切忌成批检查, 因为一旦发生事故会造成较大损失, 也随之会形成责任事故。

4) 安装完成后对后支模板等过程中会被碰撞损坏的部位, 一是要在交给木工前加固, 交接验收前做一次全面自检后再请示交接验收。

5) 对在交接验收时发现的质量问题要立即组织更改, 不要拖延, 以免忘记造成复检和损失。

6) 对出现的质量问题忌急躁, 应重视并作记录, 分析原因, 避免重出同样的事故。

◆◆◆ 第三节 钢筋工程质量事故分析与处理

一、钢筋工程质量事故类别与原因

1. 钢筋材质不合格

钢筋材质不合格主要是指达不到国家材料标准或设计要求, 主要表现在钢筋屈服强度和极限强度达不到国家标准的规定, 有裂纹, 焊接性不良, 拉伸试验的伸长率达不到国家标准的规定, 易脆断, 钢筋冷弯试验不合格及各种有害元素含量不符合国家标准的要求。一根材质不良钢筋从高处落下会断成数节。

钢筋材质不合格的原因主要有以下三个方面:

1) 钢筋流通领域复杂, 大量钢筋经过多次转手, 出厂证明与货源已经不一致, 加上从不同国家进口的钢筋, 其材质存在差异。

2) 进场后钢筋管理混乱, 不同品种的钢筋混杂存放。

3) 使用前未按规定抽查验收。

2. 钢筋加工制作差错

钢筋加工制作差错主要指受力钢筋的规格、级别用错, 钢筋下料计算错误或成形、切断尺寸长短不一, 钢筋锚固长度不足等。

造成钢筋加工制作差错的原因主要有以下三个方面:

1) 施工管理混乱, 没有严格的检查制度。

2) 操作工不经培训即上岗, 不懂钢筋的级别, 将钢筋强度等级弄错。

3) 工地没有配料单, 操作工责任心不强, 使下料长度失控, 时长时短。

3. 钢筋安装差错

(1) 纵向受力钢筋错位 纵向受力钢筋位置出现差错, 最常见的是梁、板



的上部受力钢筋（负弯矩区段）下移，如悬挑梁、板受力钢筋位置放错或下沉，使得构件受拉部位没有钢筋或钢筋不足，造成梁折断、裂缝或塌落；柱钢筋错位，不仅影响模板的安装，还影响柱的受力性能，严重者会使柱的承载能力降低影响结构的安全度。另外，钢筋位置出现差错还会使构件的钢筋保护层过大或过小，影响其耐久性。如肋梁楼盖中，主、次梁交接点处，由于钢筋数量较多，纵横交叉，如果各钢筋位置误差过大，会使得钢筋高出板面而露筋，节点处产生裂缝。

造成纵向受力钢筋错位的原因主要有以下四个方面：

1) 技术交底不明确，操作工不懂得一般结构知识，没有按图样要求施工，或乱改设计造成钢筋安装固定困难。

2) 钢筋安装工艺不当，固定措施不利或浇筑混凝土工艺不当，使钢筋在浇捣混凝土时移位。

3) 由于看错图样，计算错误，造成配料单错误，钢筋安装出现差错。

4) 施工操作不负责任，随意踩踏钢筋，缺乏技术管理、质量检验制度，管理不善。

(2) 漏筋、少筋 漏筋、少筋使结构构件受力主筋不足，造成严重开裂、局部破碎、刚度降低、构件垮塌，直接影响结构的安全性，是造成重大工程质量事故的重要原因之一。

造成漏筋、少筋的原因除了与上述“纵向受力钢筋错位”中所述原因外，另一个重要原因是一味追求经济效益，偷工减料。

(3) 箍筋制作、安装差错 箍筋制作的不规整，矩形截面拐角处不方正，或对角线不等，末端弯钩不符合要求；安装时箍筋接头位置没有相互错开，方向相同；或漏扎柱、梁交接处的箍筋；加密区箍筋间距、加密区箍筋加密长度不符合设计要求，影响结构的安全度和抗震性能。

箍筋制作、安装出现差错的原因主要有以下3个方面：

1) 箍筋制作时没有严格控制弯曲角度，尤其是末端弯钩长度、角度，不考虑构件的抗震、受扭等具体要求，结构知识贫乏仅按一般构件对待。

2) 施工中只注重纵向受力钢筋的质量检查，没有检查箍筋的接头位置、加密区长度、加密区箍筋间距等。

3) 遇到梁柱交接点处，受力钢筋纵横交叉较多，箍筋安装困难较大，有的操作人员就放弃不安装该处箍筋。

(4) 漏放构造钢筋 漏放梁、板构件中附加的构造钢筋，会导致构件裂缝宽度较大（超过规范规定值），影响正常使用。

造成构造钢筋漏放的原因主要是施工人员缺少基本的结构概念，对构造钢筋的作用没有认识。由于梁、板构件的实际受力情况与简化的受力计算模型之间存



在某些差异，例如简化支座形式的影响，还有温差的影响等，在设计计算中没有顾及到的这些因素对构件的实际影响，通常根据以往的工程经验附加各种构造钢筋。例如，板面的构造负筋，主要是防止板角处斜裂缝产生；主次梁连接处设置构造负筋，主要是防止连接处附近的主梁上产生竖向裂缝；梁截面较高时设置“腰筋”，主要是防止梁侧面竖向裂缝产生等。没有构造负筋承受实际存在的各种因素产生的内力，就会出现较宽的裂缝，而不能满足构件正常使用极限状态的要求。

4. 钢筋代换错误

施工时缺乏设计样图中要求的钢筋类别，往往需要进行钢筋代换。钢筋代换必须经过设计人员的同意并且进行代换计算，以保证钢筋的面积和强度，盲目代换或随意代换常常造成钢筋强度不足，酿成质量事故。

产生钢筋代换错误的原因主要是：

1) 不了解设计意图和钢材性能，仅考虑等面积代换或等强度代换，不考虑构件裂缝及变形的要求。

2) 随意代换，不经计算。

5. 钢筋连接缺陷

(1) 受力钢筋连接区段内接头过多 在构件的同一个截面上受力钢筋的接头过多，构件中形成薄弱环节，严重影响结构的可靠度，往往发生构件断裂、垮塌事故。造成钢筋连接区段内接头过多的原因主要有以下两个方面：

1) 实际施工中有关钢筋的技术交底不清楚。

2) 操作人员不熟悉规范，安装后不进行质量检验，或检验时发现问题因更换难度大，怕影响工程进度而不了了之。

(2) 钢筋焊接接头缺陷 钢筋在焊接连接接头处出现脆断、裂纹、未焊透、弯折等缺陷，这将直接影响构件的安全度。

造成钢筋焊接接头缺陷的原因主要有以下三个方面：

1) 当焊接工艺不当、焊接参数不合理、钢筋的含碳量高、焊接性差时，就会加重其脆性性能，形成焊接接头缺陷。

2) 焊接质量好坏与焊工的技术素质、身体素质、情绪等有直接关系，操作技工没有经过培训就上岗，对各项技术要求不清楚，技术不熟练，或者焊工的体力与情绪有波动都会影响焊接质量。

3) 质量管理力度不够，质检不认真细致，往往出现质量事故。

(3) 钢筋机械连接缺陷 钢筋的机械连接是通过连接件的机械咬合作用或钢筋端面的承压作用，将一根钢筋中的力传递到另一根钢筋的连接方法。常用的接头类型有套筒挤压连接、锥螺纹连接、直螺纹连接等形式，如图 5-2 和图 5-3 所示。常见的质量事故为挤压套筒长度、外径尺寸不足，有可见裂纹；锥（直）



螺纹套螺纹不足或损坏。

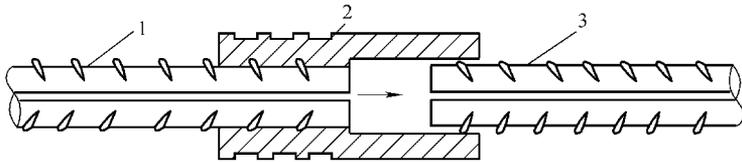


图 5-2 套筒挤压钢筋连接

1—已挤压的钢筋 2—钢套筒 3—未连接的钢筋

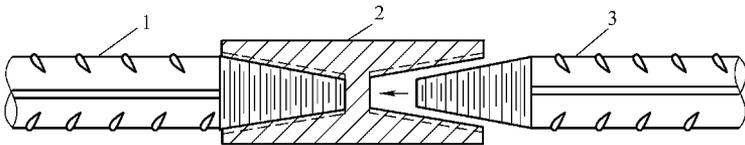


图 5-3 锥螺纹钢筋连接

1—已连接的钢筋 2—锥螺纹套筒 3—未连接的钢筋

产生钢筋机械连接缺陷的原因主要有以下 5 个方面：

- 1) 套筒质量不合格。
- 2) 套筒的尺寸、材料与挤压工艺不配套，或挤压操作方法不当，压力过大或过小。
- 3) 被连接钢筋伸入套筒内的长度不足。
- 4) 钢筋套丝前端头有翘曲不直；已加工好的丝扣没有保护好。
- 5) 施工、质检、操作等方面人员对新工艺不熟悉，检查不细或发现不了缺陷，使不合格产品流入施工现场。

6. 钢筋锈蚀

钢筋产生严重锈蚀、剥皮，使结构或构件出现纵向裂缝，甚至混凝土保护层剥落。

钢筋锈蚀的原因主要有以下 4 个方面：

- 1) 浇筑构件前，没有进行钢筋除锈处理。
- 2) 钢筋储存管理不当，造成钢筋锈蚀。
- 3) 混凝土振捣不密实。
- 4) 没有适当使用氯盐。

7. 钢筋脆断

钢筋脆断主要指低合金钢筋或进口钢筋在运输装卸或焊接过程中产生的脆断。产生的原因有以下 2 点：

- 1) 运输装卸方法不当，使钢筋承受了过大的冲击应力。



2) 对进口钢筋的性能了解不够, 焊接工艺不良或不适当使用点焊。

8. 预应力钢筋工程质量事故

(1) 预应力钢筋质量差, 制作、安装不符合要求 主要表现为预应力钢筋强度达不到设计要求, 或者表面有麻坑、锈蚀、机械损伤等, 使得预应力钢筋张拉时达不到要求的张拉应力值, 或预应力钢筋被拉断; 预应力筋用的锚具、夹具和连接器质量差, 使得预应力钢筋锚固后滑脱, 或者突然从固定端崩出, 发生严重事故。

产生的原因主要有以下三个方面:

1) 进场的钢材没有按规定认真检查, 使得质量低劣的钢材得以使用。

2) 钢材在储存、运输、制作、安装过程中, 没有采取有效的防护措施, 使其表面产生很薄的锈蚀层, 预应力钢筋尤其是预应力钢丝的直径较小, 很薄的一层表面锈蚀或者一个小麻坑, 就会削弱相当大的面积百分率, 引起强度的显著降低。

3) 锚具的加工精度差, 或夹片的硬度低, 无齿或齿太浅, 或锚环的材料质量差, 热处理不当, 硬度过高材料脆性大, 在张拉时或张拉后锚环炸裂, 硬度过低在张拉时或张拉后锚环易发生裂纹。

(2) 预应力钢筋张拉控制应力出现误差 预应力钢筋初始张拉力的大小直接影响预应力效果。张拉力过大使预拉区开裂, 出现过大的反拱; 张拉力过小, 则建立的预压应力过低, 构件过早开裂, 影响构件的正常使用和耐久性要求。

产生的原因主要有以下两个方面:

1) 预应力钢筋张拉控制应力计算有误。

2) 张拉设备的油表校验不及时, 读数不准确。

(3) 后张法预应力孔道留置不当 后张法预应力孔道弯曲, 导致预应力钢筋张拉后构件产生侧向弯曲, 或预制构件中抽芯钢管被粘牢拔不出来, 或转管、抽管时造成孔道破碎、裂缝和塌陷。

产生的原因主要有以下三个方面:

1) 采用钢管抽芯法时, 在混凝土浇筑完成后, 没有按规定的时间转动管道, 造成混凝土凝结后粘结钢管而拔不出来, 或者施工前钢管没有经过调直, 本身有弯曲; 抽管时弯背处孔道胀裂, 或者抽管拔芯时抽动方向偏差, 造成孔道局部破损; 抽管时间过早, 混凝土出现塌陷。

2) 采用胶管抽芯法时, 浇筑混凝土时芯管易走位, 使孔道变位弯曲。

3) 采用预埋波纹管成孔时因固定方法不当, 使波纹管上浮或下压造成弯曲。



二、钢筋工程质量事故处理方法与注意事项

1. 处理方法

钢筋工程质量事故的处理方法主要有以下几种：

(1) 补加遗漏钢筋 当钢筋遗漏或错位比较严重时，可在混凝土中钻孔补上所需钢筋，也可将混凝土保护层凿开，补上所需钢筋，然后喷射混凝土修复保护层。

(2) 增密箍筋 当纵向钢筋由于施工不当或其他原因产生弯折时，将严重影响构件的承载力和抗裂性能，此时可在纵向钢筋弯折处及其附近增密箍筋，其间距一般在 30mm 左右。

(3) 降级使用 对严重锈蚀或性能不良的钢筋，如果降级后仍能使用的，可降级使用；对因工程事故导致承载力下降或其他性能降低的预制构件，如果降级后仍能使用的，可降级使用。

(4) 焊接热处理 电弧焊可能会造成钢筋脆断，此时可用高温或中温回火或正火处理的方法改善焊点及附近区域的钢材性能。

(5) 更换钢筋 在浇筑混凝土前，如果发现钢筋有材质问题，可进行更换。

(6) 对结构或构件补强加固 当结构或构件因工程事故导致承载力下降时，可采用包筑混凝土、包贴钢板或增设预应力卸荷体系的方法予以加固。

(7) 试验分析 如果钢筋有疑问，应进行试验分析；对发生事故的结构或构件应进行理论分析和载荷试验。如果试验结果证明无须采取专门措施即可保证结构安全的，可不进行加固，但必须征得设计单位同意。

钢筋工程质量事故的处理方法见表 5-6。

表 5-6 钢筋工程质量事故处理方法选择

处理方法 事故类别	补 强	设密箍	加 固	降 级	试验分析	热处理	调 换
材质不良	△		△	△	☆		☆
漏筋、少筋	☆		☆	△	☆		
钢筋错位、弯折	△	△	△		☆		
钢筋脆断			△		☆	△	☆
钢筋锈蚀	△		☆	☆	△		

注：“☆”表示较为常用，“△”表示可以采用。

2. 注意事项

(1) 区分钢筋在结构中的作用 发生钢筋工程质量事故时要弄清钢筋的受力情况以及钢筋在结构中的作用，区分是受力筋还是构造筋或是仅在施工阶段所



需钢筋，并非所有钢筋都要进行加固补强。

(2) 注意发生钢筋事故的原因 例如钢筋脆断并非都是材质问题，不一定都需要进行调换。

(3) 以试验分析结果为前提 钢筋工程事故处理前，往往要对钢筋进行必要的试验，甚至还要进行载荷试验，一定要根据试验结果进行分析，然后决定采用哪种方法进行加固。

三、钢筋工程质量事故处理工程实例

1. 现浇板钢筋错位事故处理

(1) 事故概况 某现浇钢筋混凝土雨篷板，因施工人员不慎，将上部负钢筋踩踏下移，造成板顶部开裂。

(2) 事故处理 补放负钢筋，配筋与原设计相同。加浇一层 40mm 厚混凝土，如图 5-4 所示。

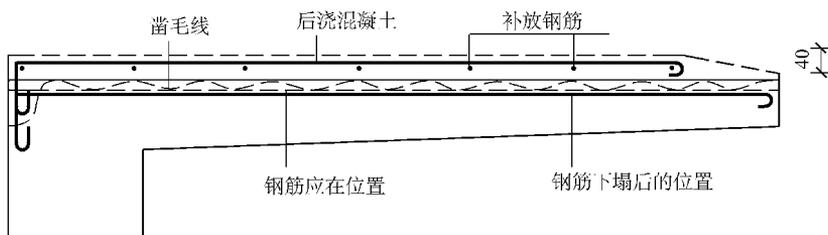


图 5-4 现浇板钢筋移位处理

(3) 施工要点

- 1) 板面凿毛，清洗干净。
- 2) 板下设置安全支架。

2. 钢筋横向裂缝事故处理

(1) 事故概况 某预制厂在生产非预应力空心板时，发现受力筋 $\phi 8$ 的弯钩处有横向裂缝，此时已有 3t 钢筋用到空心板中。

(2) 原因分析

1) 经查，该批钢材没有出厂证明，但仓库提供的试验报告中各项指标均达到 HPB300 级（I 级钢）钢筋标准。

2) 从弯钩有裂缝的钢筋中取样进行拉伸试验，结果没有明显的屈服台阶，伸长率也很低，且断裂前没有明显的颈缩现象。

3) 从没有裂缝的钢筋中取样进行拉伸试验，虽然其塑性和韧性较好，但大部分试件的极限强度达不到规范的要求，其屈服强度与极限强度非常接近。

4) 进一步做化学分析，结果见表 5-7。与标准值对比，C 含量明显偏高。



表 5-7 钢筋化学成分分析表/%

元 素	C	Si	Mn	S	P
试验数据	0.28	0.23	0.50	0.031	0.015
标准值	0.14 ~ 0.22	0.12 ~ 0.30	0.40 ~ 0.65	≤0.045	≤0.055

(3) 事故处理

1) 对尚未使用的钢筋降级使用，将 $\phi 8$ 当作 $\phi 6$ 使用。

2) 对已经生产的空心板降级使用，即降低其使用荷载或在板缝中配置钢筋网片并浇筑混凝土。

3. 钢筋脆断事故处理

对直径较大的Ⅱ、Ⅲ级钢筋时常发生脆断现象，究其原因可能是材质不良，有可能是制作工艺不当、装卸鲁莽或受到冲击等。

(1) 事故概况 某单厂 12m 跨薄腹梁，梁高 1.3m，主筋采用 5 $\phi 25$ ，其中两根为弯起钢筋，如图 5-5 所示。钢筋在运输过程中先后两次有 7 根发生脆断，断点均在 B 点。一次是撞在门柱上，一次是在卸车时发生的。当时已制作 210 根，脆断根数占 3.33%。



图 5-5 $\phi 25$ 弯起钢筋外形

(2) 原因分析

1) 检查钢筋出厂证明和进场检验报告，均没有问题。

2) 重新取样进行拉伸试验和冷弯试验，结果强度、伸长率甚至冷弯试验（弯心直径 60mm，比标准规定的 4d 小 40mm）各项指标均符合要求。

3) 对钢筋进行化学成分分析，结果也基本符合要求。

4) 经以上试验结果分析，与材质无关，应当是运输、装卸不当造成的。

(3) 事故处理

1) 改变运输、装卸方法，避免钢筋受到冲击或撞击。

2) 对已经制作好的钢筋，用放大镜查看弯折处是否有裂缝。如有裂缝，暂停使用。

3) 后续钢筋制作，起弯心直径应符合要求（4d）。

4. 现浇柱配筋不足事故处理

(1) 事故概况 山西某十层框剪结构，在施工进行到第五层时发现四、五两层的柱少配了 39%~66% 的钢筋。



(2) 原因分析 经调查分析,原来是将六层柱的配筋用到四、五两层的柱上,施工过程中及质量检查中又未能及时发现。由于柱在结构中属于主要承重构件,配筋严重不足,必须进行加固。

(3) 事故处理

1) 凿去四、五两层柱的保护层,露出四角主筋和箍筋。

2) 在原配筋外围放置加固纵筋和加固箍筋,四角加固纵筋分别为 $8 \Phi 28$ (内跨) 和 $4 \Phi 22$ (外跨),柱边中部放置 $4 \Phi 14$ 构造钢筋,加固箍筋为 $\Phi 8 @ 200$,如图 5-6 所示,安装完成后将接口焊牢。

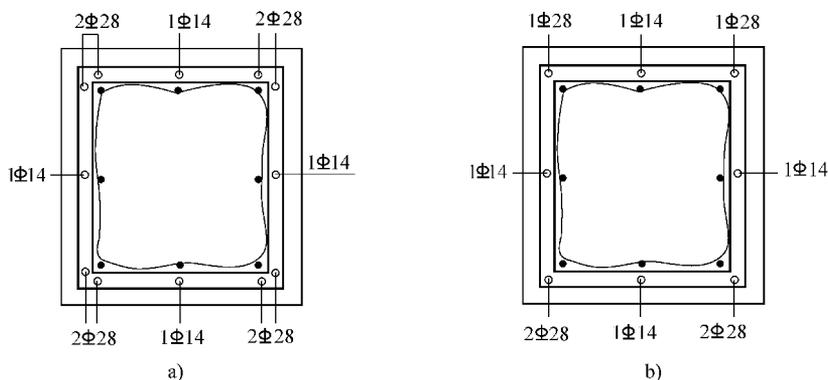


图 5-6 柱截面加固配筋

a) 内柱 b) 外柱

3) 加固纵筋从四层柱角伸入六层 1m 处锚固,四角加固纵筋与原纵筋焊牢,焊缝长度 190mm 焊缝间距 600mm,加固箍筋的接头焊成封闭式。

4) 浇筑比原设计高两级的细石混凝土。

(4) 施工注意事项

1) 先将与柱相连的横梁用支撑顶住。

2) 凿除混凝土保护层时,必须用小锤、小钢钎轻凿、轻拨,防止破坏柱内混凝土结构。

3) 加固纵筋采用 9m 长度的整根钢筋。施工过程中必须严格检查钢筋的品种、规格、尺寸以及焊缝的尺寸和间距。

4) 对凿开的混凝土进行清理,保持湿润 24h。

5) 浇筑混凝土应分批进行,每次支模高度不超过 800 ~ 900mm。

5. 纵筋弯折事故处理

(1) 事故概况 浙江某地一钢筋混凝土框架结构,施工中由于支模不牢,浇筑混凝土时柱模板产生偏移,致使柱纵筋错位外露。为保证柱纵筋保护层厚度,施工人员将纵筋在梁表面做成 s 形弯折,水平距离偏差达 50mm,坡度达



1/3。柱纵筋在梁表面处明显弯折，对结构安全构成很大威胁。

(2) 事故处理 经过反复研究，考虑到主体结构已经完成，返工重做损失较大，决定采用浙江建筑科学研究所的科研成果——矩形密箍加固法。具体做法是：在柱纵筋弯折处及附近区域用 $8\phi 8$ 箍筋将柱箍紧，再用30mm厚水泥砂浆抹实压平。

6. 粗钢筋电弧点焊脆断事故处理

(1) 事故概况 钢筋混凝土梁柱中大多数采用低合金Ⅱ、Ⅲ级钢筋或进口类似强度钢筋，主筋直径往往在20mm以上。为了固定钢筋，常常将主筋与箍筋进行电弧点焊（简称粗钢筋电弧点焊），由此而造成的粗钢筋脆断事故时有发生。冶金部建筑研究总院等单位对此做了大量的调查与试验，发现有电弧点焊脆断现象的钢筋有日本的SD35竹节钢，中国的Ⅲ级钢和原德国的中、高碳素钢等。

(2) 事故处理 产生脆断的主要原因是焊点热影响区脆硬组织使钢筋组织硬化。为防止已焊钢筋脆断，采用高温或中温回火或正火方法处理。

具体做法：用乙炔火焰大号焊炬烘烤钢筋点焊处，烘烤范围为以焊点为中心约60~100mm，回火温度控制在钢筋烘烤见红为宜（约420~620℃）。

经过处理后，焊接热影响区的硬度明显下降，金相组织基本恢复到与母材相同，冷弯性能也得到恢复。

复习思考题

1. 简述建筑工程施工质量验收的合格标准。
2. 当建筑工程质量不符合要求时，如何处理？
3. 在浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，简述验收的内容。
4. 钢筋进场时，应检查哪些项目？当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时如何处理？
5. 简述钢筋加工验收主控项目的基本内容。
6. 简述施工质量检查的主要内容。
7. 简述钢筋工程质量“三检”的主要内容。
8. 钢筋工程常见质量事故有哪几类？主要原因是什么？

第六章

施工管理



培训学习目标 了解班组管理基本知识，了解钢筋加工和安装安全知识和安全标准，能根据施工现场的具体情况提出相应的安全措施；了解钢筋加工机具的安全操作及管理、保养知识。

第一节 班组管理知识

一、班组管理概述

1. 班组管理的概念

由于建筑工程体积庞大，结构复杂，涉及的人员、材料和机具设备种类繁多，工程建设受到政策、资金、时间、市场及天气的影响大。为了保证工程建设的顺利进行，建设单位必须依据相关的法规法规和建设工程施工合同的要求，针对本单位的实际情况对施工项目进行系统周详的计划、组织和实施。建设单位的施工管理主要依靠各工程的项目部来完成。

施工班组的管理是工程项目管理的基层单位，应根据项目部的总体安排合理安排班组内部的各项工作，确保工程的质量和工期。

2. 班组管理的任务

钢筋班组管理的任务就是建立健全本班组的各项管理制度，针对项目部对工程的工期、成本、质量、安全等方面的计划和要求，合理本班组的质量管理计划、进度管理计划、安全管理计划，并采取积极有效、符合实际的管理措施认真落实。具体包括以下内容：

- 1) 确定合理的施工顺序并组织实施。



- 2) 确定合理的施工进度并组织实施。
- 3) 做好人力、材料、机械设备以及水、电等项目成本的控制工作。
- 4) 采取有效的劳动组织措施，保证工程持续施工。
- 5) 选择技术先进、经济合理的施工工艺和技术措施，保证钢筋工程的施工质量。

6) 制定并落实安全生产、文明施工的管理体系和管理措施。

3. 班组管理的工作内容

班组管理的工作内容，主要分为生产管理、技术管理、质量管理三个方面。

(1) 生产管理 包括施工组织管理、机具设备管理、材料管理、施工安全与文明施工管理规定等。

(2) 技术管理 包括施工技术管理、施工方案的编制、工料分析与计算、施工进度管理、成本核算管理等。

(3) 质量管理 包括工程质量管理体系、质量保证措施、消除质量通病的措施、钢筋工程验收与评定、成品保护管理、新技术应用、施工工法管理等内容。

二、施工进度管理

1. 概述

施工进度管理是施工技术管理的主要内容。在工程建设中，施工进度的控制与投资控制和质量控制一并称为“三大控制”，是工程建设监管的核心内容。在班组内部实行积极有效的施工进度管理是工程项目按期完成的必要保证。

施工进度管理的核心内容是施工进度计划的编制、落实、检查与调整。

2. 施工进度计划的主要作用

施工进度计划是指在选定施工方案的基础上，根据规定工期和各项资源供应条件，按照施工过程的合理施工顺序及组织施工的原则，用横道图或网络图，对单位工程从开始施工到工程竣工，全部施工过程的时间上和空间上的合理安排。其主要作用主要如下：

1) 安排单位工程的施工进度，保证按期完工。

2) 确定单位工程中各个施工过程的施工顺序、持续时间、相互衔接和合理配合关系。

3) 为编制季度、月、旬生产作业计划提供依据。

4) 为编制各种资源需要量计划和施工准备工作计划提供依据。

3. 施工进度计划的编制原则

1) 依据工程的实际情况和具体要求，合理确定施工顺序。一般来说先整体后部分、先地下后地上、先准备后施工。



- 2) 尽量采用施工流水作业的方法组织施工。
 - 3) 尽量采用网络图的形式,以明确各工序间的相互关系。
 - 4) 适当考虑雨季施工和季节性施工等因素对进度造成的影响。
- #### 4. 施工进度计划的编制程序与方法

(1) 划分施工过程

1) 施工过程划分的粗细度应根据施工进度计划的种类来确定。控制性施工进度计划较粗,一般按分部工程划分。例如开工前准备、打桩工程、基础工程、主体结构工程等。指导性施工进度计划较细,应将每个分部工程所包括的主要分项工程一一列出,起到指导施工的作用。例如混凝土分项工程按支模板、扎钢筋、浇注混凝土、混凝土养护进行划分。班组施工进度计划的施工过程比较简单,一般不再划分。

2) 施工过程的划分不宜太细,应将次要施工过程进行适当合并,突出主导施工过程。比如将基础防潮层合并到基础施工过程中,墙体砌筑时不分内墙、外墙、隔墙等,而合并为墙体砌筑一项。

3) 施工过程的划分应满足施工工艺性要求。现浇钢筋混凝土施工,一般可分为支模、扎筋、浇筑混凝土等施工过程,是合并还是分别列项,应视工程施工组织、工程量、结构性质等因素研究确定。一般情况下,现浇钢筋混凝土框架结构的施工应分别列项,而且可分得细一些。例如,绑扎柱钢筋、安装柱模板、浇捣柱混凝土,安装梁板模板、绑扎梁板钢筋、浇捣梁板混凝土、养护、拆模等施工过程。但在现浇钢筋混凝土工程量不大的工程对象上,一般不再分细,可合并为一项。如砖混结构工程,现浇雨篷、圈梁、厕所及盥洗室的现浇楼板等,即可列为一项,由施工班组的各工种互相配合施工。

施工过程的划分,应考虑所选择的施工方案。例如,厂房基础采用敞开式施工方案时,柱基础和设备基础可合并为一个施工过程;而采用封闭式施工方案时,则必须列出柱基础、设备基础这两个施工过程。

住宅建筑的水暖电等房屋设备安装是建筑工程的重要组成部分,应单独列项;工业厂房的各种机电等设备安装也要单独列项,但不必细分,可由专业队或设备安装单位单独编制其施工进度计划。土建施工进度计划中列出其施工过程,表明其与土建施工的配合关系。

4) 明确施工过程对施工进度的影响程度。

① 资源驱动施工过程。这类施工过程消耗资源,占用空间和时间,对工期起决定性的作用。

② 辅助性施工过程。这类施工过程消耗资源、时间,但不占用空间,也不占用工期,比如交通运输,场外构件加工或预制等,因而可以不列入施工进度计划。



③ 客观性施工过程。这类施工过程并不消耗资源，但要占用时间和空间，其工期主要受客观条件制约，比如混凝土的养护等，是否列入施工计划应根据具体情况决定。

施工过程的划分一旦确定，应按前述施工顺序列出施工过程的逻辑联系。

(2) 计算工程量 工程量应根据施工图样、工程量计算规则及相应的施工方法进行计算。

1) 计量单位。每个施工过程的工程量的计量单位应与采用的施工定额的计量单位相一致，例如，模板工程以 m^2 为计量单位；绑扎钢筋以 t 为计量单位；混凝土以 m^3 为计量单位等。这样，在计算劳动量、材料消耗量及机械台班量时就可直接套用施工定额，不必进行换算。

2) 施工方法。计算工程量时，应与实际采用的施工方法相一致。例如，挖土时是否放坡、是否加工作面？坡度和工作面尺寸是多少？开挖方式是单独开挖、条形开挖，还是整片开挖等。不同的开挖方式，土方量的计算相差很大。

3) 正确取用预算文件中的工程量。如果编制单位工程施工进度计划时，已编制出预算文件（施工图预算或施工预算），则工程量可从预算文件中抄出并汇总。例如，要确定施工进度计划中列出的“砌筑墙体”这一施工过程的工程量，可先分析它包括哪些施工内容，然后从预算文件中摘出这些施工内容的工程量，再将它们全部汇总即可求得。但是，施工进度计划中某些施工过程与预算文件的内容不同或有出入（如计量单位、计算规则、采用的定额等），则应根据施工实际情况加以修改、调整或重新计算。

(3) 套用施工定额 如果企业有自身施工定额，可套用本企业定额；如果没有，则套用施工定额（当地实际采用的劳动定额及机械台班定额），以确定劳动量和机械台班量。

在套用国家或当地颁发的定额时，应结合本单位工人的技术等级、实际操作水平，施工机械情况和施工现场条件等因素，确定定额的实际水平，使计算出来的劳动量、机械台班量符合实际需要；对一些采用新技术、新材料、新工艺或特殊施工方法的施工过程，如果定额中尚未编入，应参考类似施工过程的定额、经验资料，按实际情况确定。

(4) 计算劳动量及机械台班量

1) 劳动量的计算。劳动量也称劳动工日数。凡是采用手工操作为主的施工过程，其劳动量均可按下式计算：

$$P = \frac{Q_i}{S_i} \quad \text{或} \quad P = Q_i H_i$$

式中 P ——某施工过程所需劳动量（工日）；

Q_i ——该施工过程的工程量（ m^3 、 m^2 、 t ）；



S_i ——该施工过程采用的产量定额 ($\text{m}^3/\text{工日}$ 、 $\text{m}^2/\text{工日}$ 、 $\text{m}/\text{工日}$ 、 $\text{t}/\text{工日}$ 等)；

H_i ——该施工过程采用的时间定额 ($\text{工日}/\text{m}^3$ 、 $\text{工日}/\text{m}^2$ 、 $\text{工日}/\text{m}$ 、 $\text{工日}/\text{t}$ 等)。

例如，某混合结构工程基槽人工挖土量为 600m^3 ，查劳动定额得产量定额为 $3.5\text{m}^3/\text{工日}$ ，则完成基槽挖土所需的劳动量为

$$P = \frac{Q_i}{S_i} = \frac{600}{3.5} (\text{工日}) = 171 (\text{工日})$$

当某一施工过程由两个或两个以上的分项工程合并而成时，其总劳动量应按下式计算

$$P_{\text{总}} = \sum_{i=1}^n P_i = P_1 + P_2 + \cdots + P_n$$

例如，某钢筋混凝土基础工程，其支模板、绑扎钢筋、浇筑混凝土三个施工过程的工程量分别为 600m^2 、 5t 、 250m^3 ，查劳动定额其时间定额分别为 $0.253\text{工日}/\text{m}^2$ 、 $5.28\text{工日}/\text{t}$ 、 $0.388\text{工日}/\text{m}^3$ ，则完成钢筋混凝土基础所需劳动量为

$$P_{\text{模}} = 600 \times 0.253 (\text{工日}) = 151.8 (\text{工日})$$

$$P_{\text{筋}} = 5 \times 5.28 (\text{工日}) = 26.4 (\text{工日})$$

$$P_{\text{混凝土}} = 250 \times 0.388 (\text{工日}) = 97 (\text{工日})$$

$$P_{\text{基}} = P_{\text{模}} + P_{\text{筋}} + P_{\text{混}} = 151.8 + 26.4 + 97 (\text{工日}) = 275.2 (\text{工日})$$

当某一施工过程是由同一工种、但不同做法、不同材料的若干个分项工程合并组成时，应先计算其综合产量定额，再求其劳动量。

$$\bar{S}_i = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n P_i} = \frac{Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_i + \cdots + Q_n}{P_1 + P_2 + \cdots + P_i + \cdots + P_n} = \frac{Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_i + \cdots + Q_n}{\frac{Q_1}{S_1} + \frac{Q_2}{S_2} + \cdots + \frac{Q_i}{S_i} + \cdots + \frac{Q_n}{S_n}}$$

$$\bar{H}_i = \frac{1}{\bar{S}_i}$$

式中 \bar{S}_i ——某施工过程的综合产量定额 ($\text{m}^3/\text{工日}$ 、 $\text{m}^2/\text{工日}$ 、 $\text{m}/\text{工日}$ 、 $\text{t}/\text{工日}$ 等)；

\bar{H}_i ——某施工过程的综合时间定额 ($\text{工日}/\text{m}^3$ 、 $\text{工日}/\text{m}^2$ 、 $\text{工日}/\text{m}$ 、 $\text{工日}/\text{t}$ 等)；

$\sum Q_i$ ——总工程量 (m^3 、 m^2 、 m 、 t 等)；

$\sum P_i$ ——总劳动量 (工日)；

Q_i ——同一施工过程的第 i 个分项工程的工程量；

S_n ——与 Q_n 相对应的产量定额。



2) 机械台班量的计算。凡是采用机械为主的施工过程，可按下式计算其所需的机械台班数。

$$P_{\text{机械}} = \frac{Q_{\text{机械}}}{S_{\text{机械}}} \quad \text{或} \quad P_{\text{机械}} = Q_{\text{机械}} \times H_{\text{机械}}$$

式中 $P_{\text{机械}}$ ——某施工过程需要的机械台班数（台班）；

$Q_{\text{机械}}$ ——机械完成的工程量（ m^3 、t、件等）；

$S_{\text{机械}}$ ——机械的产量定额（ $\text{m}^3/\text{台班}$ 、t/台班等）；

$H_{\text{机械}}$ ——机械的时间定额（台班/ m^3 、台班/t等）。

在实际计算中 $S_{\text{机械}}$ 或 $H_{\text{机械}}$ 的采用应根据机械的实际情况、施工条件等因素考虑，结合实际确定，以便准确地计算需要的机械台班数。

例如，某工程基础挖土采用 W—100 型反铲挖土机挖土，挖方量为 2640m^3 ，经计算采用的机械台班产量为 $120\text{m}^3/\text{台班}$ ，则挖土机所需台班量为

$$P_{\text{机械}} = \frac{Q_{\text{机械}}}{S_{\text{机械}}} = \frac{2000}{120} (\text{台班}) = 16.7 (\text{台班})，\text{取 } 17 \text{ 个台班。}$$

(5) 计算确定施工过程的延续时间

1) 经验估算法。经验估算法也称三时估算法，即先估计出完成该施工过程的最乐观时间、最悲观时间和最可能时间三种施工时间，再按下式计算出该施工过程的延续时间。

$$T_i = \frac{A + 4B + C}{6}$$

式中 T_i ——某施工过程的延续时间；

A ——最乐观的时间估算（最短的时间）；

B ——最可能的时间估算（最正常的时间）；

C ——最悲观的时间估算（最长的时间）。

这种方法适用于新结构、新技术、新工艺、新材料等无定额可循的施工过程。

2) 定额计算法。这种方法是根据施工过程需要的劳动量或机械台班量，以及配备的劳动人数或机械台数，确定施工过程持续时间。其计算公式如下：

$$T_i = \frac{P_i}{B \times R_i}$$

$$T_{\text{机械}} = \frac{P_{\text{机械}}}{B_{\text{机械}} \times R_{\text{机械}}}$$

式中 T_i ——某手工操作为主的施工过程持续时间（天）；

P_i ——该施工过程所需的劳动量（工日）；

R_i ——该施工过程所配备的施工班组人数（人）；



B ——每天采用的工作班制（班）；

$T_{\text{机械}}$ ——某机械施工为主的施工过程的持续时间（天）；

$P_{\text{机械}}$ ——该施工过程所需的机械台班数（台班）；

$R_{\text{机械}}$ ——该施工过程所配备的机械台数（台）；

$B_{\text{机械}}$ ——每天采用的工作班数（台班）。

从上述公式可知，要计算确定某施工过程持续时间，除已确定的 P 或 $P_{\text{机械}}$ 外，还必须先确定 R 、 $R_{\text{机械}}$ 及 B 、 $B_{\text{机械}}$ 的数值。

要确定施工班组人数 R 或施工机械台班数 $R_{\text{机械}}$ ，除了考虑必须能获得或能配备的施工班组人数（特别是技术工人人数）或施工机械台数之外，在实际工作中，还必须结合施工现场的具体条件、最小工作面与最小劳动组合人数的要求以及机械施工的工作面大小、机械效率、机械必要的停歇维修与保养时间等因素考虑，才能符合实际可能和要求的施工班组人数及机械台数。

每天工作班制确定，当工期允许、劳动力和施工机械周转使用不紧迫、施工工艺上无连续施工要求时，通常采用一班制施工，在建筑业中往往采用 1.25 班即 10 小时。当工期较紧或为了提高施工机械的使用率及加快机械的周转使用，或工艺上要求连续施工时，某些施工项目可考虑二班甚至三班制施工。但采用多班制施工，必然增加有关设施及费用，因此，需慎重研究确定。

3) 计划倒排法。这种方法根据施工的工期要求，先确定施工过程的延续时间及工作班制，再确定施工班组人数 (R) 或机械台数 ($R_{\text{机械}}$)。计算公式如下：

$$R = \frac{P}{B \times T} \quad \text{或} \quad R_{\text{机械}} = \frac{P_{\text{机械}}}{B \times T_{\text{机械}}}$$

如果按上述两式计算出来的结果，超过了本部门现有的人数或机械台数，则要求有关部门进行平衡、调度及支持。或从技术上、组织上采取措施。如组织平行立体交叉流水施工，提高混凝土早期强度及采用多班组、多班制的施工等。

(6) 初排施工进度 以横道图为例，先安排主导施工过程的施工进度，然后再安排其余施工过程，应尽可能配合主导施工过程并最大限度地搭接，形成施工进度计划的初步方案。总的原则应使每个施工过程尽可能早地投入施工。

每个施工过程的施工进度线都应用横道粗实线段表示，初排时可用铅笔细线表示，待检查调整无误后再加粗。

每个施工过程的进度线所表示的时间（天）应与计算确定的延续时间一致。

每个施工过程的施工起止时间应根据施工工艺顺序及组织顺序确定。

(7) 检查与调整施工进度计划 施工进度计划初步方案编出后，应根据与业主和有关部门的要求、合同规定及施工条件等，先检查各施工过程之间的施工顺序是否合理、工期是否满足要求、劳动力等资源消耗是否均衡，然后再进行调整，直至满足要求，正式形成施工进度计划。总的要求是在合理的工期下尽可能



地使施工过程连续施工，这样便于资源的合理安排。

5. 保证进度计划完成的措施

- 1) 组织精干施工人员，配齐各工序管理人员。
- 2) 充分做好开工前准备工作。首先搞好图样会审工作，及时编制可行的施工进度计划。其次要及早做出材料、设备、工具需用量计划。
- 3) 保证生产施工与材料供应、钢筋工程施工与其他专业工种施工交叉配合同步。
- 4) 建立健全例会制度，加强与其他工种的协调，解决施工生产中的问题。
- 5) 利用网络计划及时调整施工计划，加强工期控制措施，尽量缩短施工时间。
- 6) 建立明确的激励机制，采取有效措施，充分调动施工人员的积极性。

三、劳动组织管理

1. 劳动力计划的编制

根据已经算出的工程量、劳动量和已经编制好的施工进度计划，综合考虑工程特点和工作面的大小，确定合理的劳动力进场计划。劳动力计划的格式见表6-1。

表 6-1 阶段投入劳动力计划 (单位：人/日)

工 种	阶段投入劳动力计划		
	基础	一层主体	二~六层主体
钢筋工	80	60	50

2. 劳动力组织管理实施措施

(1) 原则

- 1) 施工前要做好准备，做好劳动力的组织落实。
- 2) 制定劳动力组织计划时，要结合工程施工特点、工作面大小、工作素质高低等特点综合考虑确定。
- 3) 根据工程实际情况，及时调整计划，合理安排劳力，减少停工、怠工现象。

4) 安排好农忙、夜间、冬期和雨期劳动力组织工作。

(2) 农忙季节施工管理

- 1) 农忙季节可以适当提高工作工资，确保工人安心工作。
- 2) 施工前与班组长签订保证工期合同，制定提前完成计划奖励、拖后工期罚款的奖罚制度。
- 3) 对家中确有困难、技术过硬的人员，班组长负责协调，给予解决家庭实



际问题。

4) 工人在农忙期间,要严格遵守劳动纪律,对不遵守纪律的人员严肃处理。

(3) 夜间施工管理

1) 夜间尽量不安排施工,如需夜间施工,应作出妥善安排。

2) 夜间施工要做好照明、安全、质检等工作。

3) 夜间施工尽量减少噪声。

4) 施工技术人员负责值班,处理各种问题。

(4) 冬、雨期施工

1) 及时准备劳保用品,如厚手套、雨具等。

2) 合理安排作息时间,尽量避开雨、雪、大风等恶劣天气。

3) 完善保暖或避雨设施。

四、经济核算管理

作为施工企业最基层生产单位,施工班组的经济核算是企业核算的基础和重要组成部分。

1. 班组核算的内容

(1) 工程成本的构成 工程成本是指完成一定量的工程所消耗的各种直接费用和间接费用的总和。

1) 直接费用。包括人工费、材料费、机械使用费和其他费用。其他费用主要指现场经费,包括临时设施费和现场管理费。

2) 间接费用。包括企业管理费、财务费用和其他费用。企业管理费是指为组织和管理建筑安装施工所发生的各项经营管理费用,如工作人员工资、生产工人辅助工资、办公费、劳动保护费等。对班组而言,间接费主要指班组内部人员的工资和劳保费。

(2) 班组核算的内容

1) 人工成本。为完成一定量的产值或产量所发生的人工费支出的总额,主要考核人工利用和定额执行情况。

2) 材料成本。为完成一定量的产值或产量所耗用的各种材料费用的总和,主要考核材料使用和消耗情况。

3) 机械成本。为完成一定量工程的产量或产值所发生的机械使用费的总额,主要考核机械利用和使用状况。

2. 班组核算的基础工作

(1) 积累好原始记录 在工程施工生产过程中,各种原始记录是技术经济活动的首次直接记载,是考核的主要依据。与班组核算有关的原始记录主要有:



1) 材料方面的原始记录。一般有工程材料限额领料单、材料领用单、半成品委托加工单、材料退库单等。

2) 工程施工生产过程中的原始记录。一般有隐蔽工程记录、质量（安全）事故处理报告、设计、变更通知单等。

3) 劳动管理方面。包括施工任务书、工资资金分配表、考勤记录、停窝工记录等。

4) 机械设备方面。包括机械租赁合同、机械使用情况表等。

(2) 建立各种定额资料 定额是对班组评价施工生产活动好坏的尺度之一，因此班组必须建立下列各种定额资料：

1) 工程用料的消耗定额。完成一定量的工程所耗用的各种材料的标准数量。

2) 劳动定额。完成一定量的工程所需投入的人工数量。

3) 机械设备使用定额。完成一定工程量所需各种类型机械设备的台班数。

(3) 认真搞好计量工作 计量工作是班组进行核算的必要条件，班组在从事施工和生产活动中，离不开计量工作。

班组要有必要的计量工具和设有兼职计量员。计量员要有高度的工作责任感，使各项原始资料真实可靠、准确无误，保证经济核算工作的顺利进行。

3. 班组经济核算的方法

(1) 劳动效率 根据工程任务单，按表 6-2 要求下达任务，用验收单，表 6-3 核算结果，其核算结果就是实际的劳动效率。

(2) 材料消耗 班组按具体的工程对象签发材料定额（限额领料单），以实际耗用量为结果进行核算和比较。

(3) 机械费 班组核算，只做好台班即可，将实用台班数与预算台班数比较就是核算的结果。

班组核算得出的结果要进行对比分析、总结经验、不断改进，使班组管理水平真正提高一步。

表 6-2 工程任务单

工程任务单编号 _____	施工单位 _____		
工程名称 _____	施工班组 _____		
工程项目 _____			
签发日期 年 月 日			
施工期限	开 工	竣 工	工 期
计划			
实际			



表 6-3 验收单

定额 编号	分项工 程名称 及工作 内容	单位	时间 定额	定额 系数	计划		验 收				备 注	
					工程 量	定额 工日	工程 量	定额 工日	实用 工日	节约 工日		完成 (%)

签发及验收 审核及结算 接受任务 质量评定
 (工长)_____ (定额员)_____ (班组长)_____ (质检员)_____

五、施工技术管理

1. 实行技术交底制度

- 1) 技术交底内容一般分为图样交底、施工工艺交底、设计变更交底。
- 2) 钢筋班组长在接受上级技术人员交底后，将技术交底内容采取口头、文字、示范操作等方式向工人交代。

2. 选择合适的施工工艺和方法

在施工中，经常会遇到一个问题：可以通过多种方法完成一项工作。如粗直径钢筋的连接就有多种选择：电渣压力焊、锥螺纹连接、套筒挤压连接等方式。我们就必须综合考虑工程的施工特点、现有设备、资金、人员素质等因素，确定适合生产需要的施工工艺、方法。

3. 积极采用“新技术、新材料、新工艺、新设备”等四新技术，来确保工程质量，降低工程成本

4. 建立图样会审制度

在施工前，应由钢筋班组长召集有关技术骨干共同进行图样会审，找出图样中的错误，并对施工提出建议。

5. 搞好隐蔽验收工作

在钢筋工程进行隐蔽前（即浇筑混凝土前），应及时进行验收工作。认真填写资料，有关责任人应签章认可。

6. 坚持三检制度

钢筋施工中要坚持“自检、互检、交接检”的三检制度。

六、设备、材料管理

1. 设备管理

钢筋工程所需设备主要包括起重机、钢筋调直机、钢筋弯曲机、钢筋切断



机、电弧焊机、闪光对焊机、套筒挤压机等。

钢筋班组设备管理的任务是：

- 1) 制定机械设备进、出场计划并根据实际情况及时调整。
- 2) 建立机械设备台账、维修记录等技术档案。
- 3) 定期对设备进行维护保养，确保设备不“带病工作”。
- 4) 严格按照机械设备安全使用的规章制度操作，避免发生事故。

2. 材料管理

钢筋班组所用的材料主要是各种类型的钢筋和辅料。

钢筋班组材料管理的任务是：

- 1) 制定出钢筋等材料的购置、运输、储存、进场计划并落实执行。
- 2) 材料进场时，按品种、规格、炉号分批进行外观检查。
- 3) 材料进场后，应立即按规定取样送试验室检验。经检查、检验不合格的钢筋，坚决不得投入使用。
- 4) 钢筋应垫高堆放，上部搭设棚子遮雨、避光。

七、施工安全管理

安全生产与质量第一对建筑施工企业同等重要。建筑施工企业必须设有专门的安全生产职能部门，采用有力措施，强化职工的安全意识。建筑施工安全管理的主要任务有以下几个方面：

1. 强化安全法规常识

1) 工人上岗前必须签订劳动合同。《中华人民共和国劳动法》规定：“建立劳动关系应当订立劳动合同。劳动合同是劳动者与用人单位确立劳动关系、明确双方权利和义务的协议。”

2) 工人上岗前的“三级”安全教育。新进场的劳动者必须经过上岗前的“三级”安全教育，即公司教育、项目教育和班组教育。

3) 重新上岗、转岗应再次接受安全教育。转换工作岗位和离岗后重新上岗人员，必须得新经过三级安全教育后才允许上岗工作。

4) 必须佩戴上岗证。进入施工现场的人员，胸前都必须佩戴安全上岗证，证明已经受地安全生产教育，考试合格。

5) 特种作业人员必须经过专门安全培训并取得特种作业资格。特种作业是指对操作者本人和其他工种作业人员以及对周围设施的安全有重大危害因素的作业。

《劳动法》规定：“从事特种作业的劳动者，必须经过专门培训，并取得特种作业资格。”

- 6) 发生事故要立即报告。发生事故要立即向上级报告，不得隐瞒不报。



2. 加强劳动保护，确保施工安全

1) 进入施工现场必须正确戴好安全帽。

2) 凡直接从事带电作业的劳动者，必须穿绝缘鞋，戴绝缘手套，防止发生触电事故。从事电、气焊作业的电、气焊工人，必须戴电、气焊手套，穿绝缘鞋和使用护目镜及防护面罩。

3. 严格管理各类钢筋加工机械的安全操作（详见本章第二节）

4. 加强临时用电安全管理

1) 电气设备和线路必须绝缘良好。施工现场所有电气设备和线路的绝缘必须良好，接头不准裸露。当发现有接头裸露或破皮漏电时，应及时报告，不得擅自处理以免发生触电事故。

2) 用电设备要一机一闸，一漏一箱。施工现场的每台用电设备都应该有自己专用的开关箱，箱内刀闸（开关）及漏电保护器只能控制一台设备，不能同时控制两台或两台以上的设备，否则容易发生误操作事故。

3) 电动机械设备的检查。现场的电动机械设备包括：电锯、电刨、电钻、卷扬机、搅拌机、钢筋切断机、钢筋拉伸机等。为了确保运行的安全，作业前必须按规定进行检查，试运转；作业完，拉闸断电，锁好电闸箱，防止发生意外事故。

4) 施工现场安全电压照明。施工现场室内的照明线路与灯具的安装高度低于2.4m时，应采用36V安全电压。

施工现场使用的手持照明灯（行灯）的电压应采用36V安全电压。在36V电线上也严禁乱搭乱挂。

5. 加强高处作业安全管理

1) 遇到大雾，大雨和6级以上大风时，禁止高处作业。高处作业时，脚手板的宽度不得小于20cm。

2) 高处作业人员要经医生检查合格后才准上岗，作业人员在进行上下立体交叉作业时，不得在上下同一垂直面上作业。下层作业位置必须处于上层作业物体可能坠落范围之外，当不能满足时，上下层之间应设隔离防护层，下方操作人员必须戴安全帽。

6. 加强垂直运输设备的安全管理

1) 使用龙门架，井字架时运散料应装箱或装笼。运长料时，不得超出吊篮；在吊篮内立放时，应捆绑牢固，防止坠落伤人。

2) 外用电梯禁止超载运行。外用电梯为人、货两用电梯。限定载人数量及载物重量的标牌应悬挂在明显处，以便提醒乘梯人员及运送物料不得超限。同时，司机也要注意观察上人和上料情况，防止超载运行。

7. 抓好现场文明施工管理

施工现场应当实现科学管理，文明施工，安全生产，确保施工人员安全和



健康。

- 1) 施工现场必须严格执行安全交底制度。每道施工工序作业前，都要进行安全技术交底。
- 2) 钢筋等材料要分规格、种类堆放，不得侵占现场道路。
- 3) 施工现场危险位置应悬挂相应的“安全标志”。
- 4) 作业现场要做到活完场清、工完料净。
- 5) 注意环境整洁。

第二节 钢筋工程安全标准与措施

一、一般安全规定

1) 操作人员应经过专业培训、考核合格取得建设行政主管部门颁发的操作证后，方可持证上岗，学员应在专人指导下进行工作。

2) 操作人员在进入施工现场前，必须进行安全生产、安全技术措施和安全操作规程等方面的教育。

3) 操作人员在作业过程中，应集中精力正确操作，注意机械工况，不得擅自离开工作岗位或将机械交给其他无证人员操作。严禁无关人员进入作业区或操作室内。

4) 工作时，操作人员和配合作业人员必须按规定穿戴劳动保护用品，长发应束紧不得外露，高处作业时必须系安全带。

5) 搬运原材料、半成品、成品时要注意前后左右是否有人，防止触伤人。搬运带有弯钩的钢筋半成品时，要注意转弯，防止弯钩钩住电线、其他物品及人。

6) 钢筋、钢材、半成品等按规格品种分类堆放整齐，工作台要稳固，照明灯具应加网罩。

7) 各种钢筋机械应由熟悉机械构造和性能，操作方法的人员应按规程操作。操作前应检查机械有无异常现象，并必须先运转正常后再开始工作。操作过程中机械若需注油或检修，应停机并切断电源后进行。

8) 用点焊机、对焊机焊接时，要注意防火。

9) 夜间施工时，要有足够的照明设备和亮度。行灯照明必须有防护罩，并不得超过36V的安全电压；金属容器内行灯照明不得超过12V的安全电压。

10) 机械的安装应坚实稳固，保持水平位置。固定式机械应有可靠的基础；移动式机械作业时应紧固行走轮。



11) 机械不得带病运转, 运转中发现不正常时, 应先停机检查, 排除故障后方可使用。

12) 室外作业应设置机棚, 机棚应有堆放原料、半成品的场地。

13) 加工较长的钢筋时, 应有专人帮扶, 并听从操作人员指挥, 不得任意推拉。

14) 作业后, 应堆放好成品, 清理场地, 切断电源, 锁好开关箱, 做好钢筋加工机械的保养工作。

15) 现场使用的焊机应设有防水、防潮、防晒的机棚, 并应装设相应的消防器材。焊接场所应通风良好; 施焊现场 10m 范围内, 不得堆放油类、木材、氧气瓶、乙炔发生器等易燃、易爆物品。

16) 施工现场用电必须符合国家标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46—2005 的规定。

二、预制和绑扎安全操作规程

1) 用机械拉直钢筋, 卡头要卡牢, 地锚要结实牢固, 拉筋沿线 2m 区域内禁止行人。采用人工绞磨拉直钢筋, 不准用胸、肚接触绞磨推杠, 并缓慢松解, 不得一次松开。

2) 展开盘圆钢筋要一头卡牢, 防止回弹, 切断时要用脚踩紧。

3) 人工断料, 工具必须牢固。掌克子和打锤要站成斜角, 打锤应注意区域内的人物。切断小于 300mm 的短钢筋, 应用钳子夹牢, 禁止用手把扶, 并应在外侧设防护笼罩。

4) 手工弯曲钢筋时, 板子应夹牢, 拖平和握紧。脚要站稳, 用力不应过猛。弯曲钢筋时, 禁止非操作人员站在附近。尽量不在高空和脚手架上弯料作业, 若确实需要, 应加设安全设施。

5) 多人合运钢筋, 起、落、转、停动作要一致, 人工上下传送不得在同一垂直线上。钢筋堆放要稳、分散, 防止倾倒或塌落。

6) 绑扎立柱、墙体钢筋, 不得站在钢筋骨架上和攀登骨架上下。绑扎预应力钢筋时严禁用锤击或脚踩预应力钢筋。

7) 在高空、深坑绑扎钢筋和安装骨架, 必须搭设脚手架和马道。安装悬空结构的钢筋时, 要站在脚手架上操作, 不得站在模板或支撑上操作。

8) 绑扎高层建筑的圈梁、挑檐、外墙、边柱钢筋, 搭设外挂架及安全带, 绑扎时挂好安全带。在高空绑扎钢筋时应防止钩子及钢筋坠落伤人。

三、冷拉与张拉安全操作规程

1) 根据冷拉钢筋的直径, 合理选用卷扬机, 卷扬钢丝绳应经封闭式导向滑



轮并和被拉钢筋方向成直角。卷扬机的位置必须使操作人员能见到全部冷拉场地，距离冷拉中线不少于5m。

2) 冷拉场地在两端地锚外侧设置警戒区，装设防护栏杆及警告标志。严禁无关人员在此停留。操作人员在作业时必须离开钢筋至少2m以外。

3) 用配重控制的设备必须与滑轮匹配，并有指示起落的记号，没有指示记号时应有专人指挥。配重框提起时高度应限制在离地面300mm以内，配重架四周应有栏杆及警告标志。

4) 作业前，应检查冷拉夹具，夹齿必须完好，滑轮、拖拉小车润滑灵活，拉钩、地锚及防护装置均应齐全牢固，确认良好后，方可作业。

5) 卷扬机操作人员必须看到指挥人员发出信号，并待所有人员离开危险区后方可作业。冷拉应缓慢、均匀地进行，随时注意停车信号或见到有人进入危险区时，应立即停拉，并稍稍放松卷扬钢丝绳。

6) 用延伸率控制的装置，必须装明显的限位标志，并要有专人负责指挥。

7) 夜间工作照明设施，应设在张拉危险区外，若必须装设在场地上空时，其高度应超过5m，灯泡应加防护罩，导线不得用裸线。

8) 作业后，应放松卷扬钢丝绳，落下配重，切断电源，锁好电闸箱。

9) 冷拉和张拉钢筋要严格按照规定应力和伸长率进行，不得随便变更。无论拉伸或放松钢筋都应该缓慢均匀进行。发现液压泵、千斤顶、弹簧秤、锚卡具有异常应停止张拉。

10) 张拉钢筋，两端应设置防护挡板，钢筋张拉后要加以保护，禁止压重物或在上面行走。浇灌混凝土时，要防止直接冲击预应力钢筋。

11) 在测量钢筋的伸长度或加楔、拧紧螺栓时应站在钢筋两侧操作，并停止卷扬机或千斤顶拉伸操作，防止钢筋断裂，回弹伤人。采用电热张拉，若带电操作，应做好绝缘保护和防触电措施。

12) 进行冷拉或张拉工作，要有专人指挥。

四、除锈安全技术要求

1) 使用电动除锈机进行除锈时，传动带、钢丝刷等转动部分要设置防护罩，并须设有排尘装置（排尘罩或排尘管道），使用前应检查各装置是否处于良好和有效状态。

2) 操作时应将钢筋放平握紧，操作人员必须侧身送料，禁止在除锈机的正前方站人；钢筋与钢丝刷松紧程度要适当，避免过紧使钢丝刷损坏，或过松影响除锈效果；钢丝刷转动时不可在附近清锈尘；换钢丝刷时要认真检查，务必使更换的刷子固定牢固。



五、钢筋调直安全技术要求

- 1) 设备必须由专人负责,并持证上岗。
- 2) 作业中操作者不准离开机械过远,上盘、穿丝、引头切断时都必须停机进行。
- 3) 使用钢筋调直机调直钢筋时,每次工作前应用手转动飞轮,检查传动机构和工作装置,调整间隙,紧固螺栓,确认正常后,起动空运转,并应检查轴承无异响,齿轮啮合良好,运转正常后,方可作业。
- 4) 当钢筋送入后,手与曳轮应保持一定的距离,不得接近。
- 5) 送料前,应将不直的钢筋端头切除。导向筒前应安装一根 1m 长的钢管,钢筋应先穿过钢管再送入调直前端的导孔内。
- 6) 调直钢筋过程中,当发生钢筋跳出托盘导料槽,顶不到定长机构以及乱丝或钢筋脱架时,应及时按动限位开关,停止切断钢筋,待调整好后方准使用。
- 7) 每盘钢筋调直到末尾或调直短钢筋时,应手持套管护送钢筋到导向器和调直筒,以免当其自由甩动时发生伤人事故。
- 8) 调直模未固定、防护罩未盖好前,不准穿入钢筋,以防止开动机器后,调直模飞出伤人。作业中严禁打开各部防护罩并调整间隙。
- 9) 机械在运转过程中,不得调整滚筒,严禁戴手套操作,并严禁在机械运转过程中进行维修保养作业。
- 10) 已调直、切断的钢筋,应按规格、根数分成小捆堆放整齐,不准乱堆,以防因钢筋成分、性能不同而造成质量事故,作业完毕,必须切断电源。

六、钢筋切断安全技术要求

- 1) 使用钢筋切断机切断钢筋时,接送料的工作台面应和切刀下部保持水平,工作台的长度可根据加工材料长度确定。
- 2) 起动前,应检查并确认切刀无裂纹,刀架螺栓紧固,防护罩牢靠。然后用手转动皮带轮,检查齿轮啮合间隙,调整切刀间隙。起动后,应先空运转,检查各传动部分及轴承运转正常后,方可作业。
- 3) 机械未达到正常转速时,不得切料。切料时,应使用切刀的中,下部位,紧握钢筋对准刃口迅速投入,操作者应站在固定刀片一侧用力压住钢筋,应防止钢筋末端弹出伤人。严禁用两手分在刀片两边握住钢筋俯身送料。
- 4) 不得剪切直径及强度超过机械铭牌规定的钢筋和烧红的钢筋。一次切断多根钢筋时,其总截面积应在规定范围内。
- 5) 剪切低合金钢时,应更换高硬度切刀,剪切直径应符合机械铭牌规定。
- 6) 切断短料时,手和切刀之间的距离应保持在 150mm 以上,如手握端小于



400mm 时，应采用套管或夹具将钢筋短头压住或夹牢。

7) 运转中，严禁用手直接清除切刀附近的断头和杂物。钢筋摆动周围和切刀周围，不得停留非操作人员。

8) 液压传动式切断机作业前，应检查并确认液压油位及电动机旋转方向符合要求。启动后，应空载运转，松开放油阀，排净液压缸体内的空气，方可进行切筋。

9) 手动液压式切断机使用前，应将放油阀按顺时针方向旋紧，切割完毕后，应立即按逆时针方向旋松。作业中，手应持稳切断机，并戴好绝缘手套。

七、钢筋弯曲安全技术要求

1) 使用钢筋弯曲机弯曲钢筋时，工作台和弯曲机台面应保持水平，作业前应准备好各种芯轴及工具，检查并确认芯轴、挡铁轴、转盘等无裂纹和损伤，防护罩坚固可靠，空载运转正常后，方可作业。

2) 挡铁轴的直径和强度不得小于被弯钢筋的直径和强度。不直的钢筋不得在弯曲机上弯曲。

3) 作业时，应将钢筋需弯一端插入在转盘固定销的间隙内，另一端紧靠机身固定销，并用手压紧；应检查机身固定销并确认安放在挡住钢筋的一侧，方可开动。

4) 作业中，严禁更换轴芯、销子和变换角度以及调速，也不得进行清扫和加油。

5) 对超过机械铭牌规定直径的钢筋严禁进行弯曲。在弯曲未经冷拉或带有锈皮的钢筋时，应戴防护镜。

6) 在弯曲钢筋的作业半径内和机身不设固定销的一侧严禁站人。弯曲好的半成品，应堆放整齐，弯钩不得朝上。

7) 转盘换向时，应待停稳后进行。

八、焊接安全技术要求

1) 焊机导线应具有良好的绝缘，绝缘电阻不得小于 $1M\Omega$ ，不得将焊机导线放在高温物体附近。焊机导线和接地线不得搭在易燃、易爆和带有热源的物品上，接地线不得接在管道、机械设备和建筑物金属构架或轨道上，接地电阻不得大于 $4M\Omega$ ，严禁利用建筑物的金属结构、管道、轨道或其他金属物体搭接起来形成焊接回路。

2) 焊钳应有良好的绝缘和隔热能力。焊钳握柄必须绝缘良好，握柄与导线连结应牢靠，接触良好，连结处应采用绝缘布包好并不得外露。操作人员不得用



胳膊夹持焊钳。

3) 高空焊接或切割时, 必须系好安全带, 焊接周围和下方应采取防火措施, 并应有专人监护。

4) 雨天不得在露天焊接, 在潮湿地带作业时, 操作人员应站在铺有绝缘物品的地方, 并应穿绝缘鞋。

5) 下列作业情况时应先分断电源:

- ① 改变焊机接头。
- ② 更换焊件、改接二次回路。
- ③ 焊机转移作业地点。
- ④ 焊机检修。
- ⑤ 暂停工作或下班时。

6) 对焊机应安置在室内, 并应有可靠的接地或接零。当多台对焊机并列安装时, 相互间距不得小于 3m, 应分别接在不同相位的电网上, 并应分别有各自的刀型开关。导线的截面不应小于表 6-4 的规定。

表 6-4 导线截面

对焊机的额定功率/kVA	25	50	75	100	150	200	500
一次电压为 220V 时导线截面/mm ²	10	25	35	45	—	—	—
一次电压为 380V 时导线截面/mm ²	6	16	25	35	50	70	150

7) 点焊、对焊作业时, 必须开放冷却水, 排水温度不得超过 40℃, 排水量应根据温度调节。冬季施焊时, 室内温度不应低于 8℃; 作业后, 应放尽机内冷却水, 以免冻塞。

8) 对焊接接较长钢筋时, 应设置托架, 配合搬运钢筋的操作人员, 在焊接时应防止火花烫伤。

9) 对焊机闪光区应设挡板, 与焊接无关的人员不得入内。

九、钢筋气压焊接安全技术要求

1) 乙炔发生器、氧气瓶和焊炬相互间的距离不得小于 10m。当不满足上述要求时, 应采取隔离措施。同一地点有两个以上乙炔发生器时, 其相互间距不得小于 10m。

2) 氧气瓶应与其他易燃气瓶、油脂和其他易燃、易爆物品分别存放, 且不得同车运输。氧气瓶应有防振圈和安全帽, 不得倒置, 不得在强烈日光下曝晒, 不得用行车或吊车吊运氧气瓶。

3) 开启氧气瓶阀门时, 应采用专用工具, 动作应缓慢, 不得面对减压器, 压力表指针应灵敏正常。氧气瓶中的氧气不能全部用尽, 应留 49kPa 以上的剩余



压力。

4) 未安装减压器的氧气瓶严禁使用。

5) 安装减压器时，应先检查氧气瓶阀门接头，不得有油脂，并略开氧气瓶阀门吹除污垢，然后安装减压器，操作者不得正对氧气瓶阀门出气口，关闭氧气瓶阀门时，应先松开减压器的活门螺丝。

6) 点燃焊（割）炬时，应先开乙炔阀点火，再开氧气阀调整火焰，关闭时，应先关闭乙炔阀，再关闭氧气阀。

7) 在作业中，发现氧气瓶阀门失灵或损坏不能关闭时，应让瓶内的氧气自动放尽后，再进行拆卸修理。

8) 当乙炔发生器因漏气着火燃烧时，应立即将乙炔发生器朝安全方向推倒，并用黄沙扑灭火种，不得堵塞或拔出浮筒。

9) 乙炔软管（黑色）、氧气软管（红色）不得错装。使用中，当氧气软管着火时，不得折弯软管断气，应迅速关闭氧气阀门，停止供气。当乙炔软管着火时，应先关熄炬火，可采用弯折前面一段软管将火熄灭。

10) 冬季在露天施工，当软管和回火防止器冻结，时可用热水或在暖气设备下化冻。严禁用火焰烘烤。

11) 不得将橡胶软管背在背上操作。当焊枪内带有乙炔、氧气时不得放在金属管、槽、缸、箱内。

12) 氢氧并用时，应先开乙炔气，再开氢气，最后开氧气，再点燃。熄灭时，应先关氧气，再关氢气，最后关乙炔气。

13) 作业后，应卸下减压器，拧上气瓶安全帽，将软管卷起捆好，挂在室内干燥处，并将乙炔发生器卸压，放水后取出电石篮。剩余电石和电石滓，应分别放在指定的地方。

十、钢筋机械连接安全技术要求

1) 有下列情况之一时，应对挤压机的挤压力进行标定：

- ① 新挤压设备使用前。
- ② 旧挤压设备大修后。
- ③ 油压表受损或强烈振动后。
- ④ 套筒压痕异常且查不出其他原因时。
- ⑤ 挤压设备使用超过一年。
- ⑥ 挤压的接头数超过 5000 个。

2) 作业前检查挤压设备情况，应进行试压，符合要求后方可作业。

3) 在高空进行挤压操作时，必须遵守国家现行标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80—1991 的规定。



4) 高压胶管应防止负重拖拉、弯折和尖利物体地刻划, 以避免油管损坏引起喷油伤人。

5) 作业后, 应收拾好成品、套筒和压模, 清理场地, 切断电源, 锁好开关箱, 最后将挤压机和挤压钳放到指定地点。

十一、钢筋加工一般安全措施

1) 作业前必须检查机械设备、作业环境、照明设施等, 并试运行符合安全要求。作业人员必须经安全培训考试合格, 上岗作业。

2) 脚手架上不得集中码放钢筋, 应随使用随运送。

3) 操作人员必须熟悉钢筋机械的构造性能和用途, 并应按照清洁、调整、紧固、防腐、润滑的要求, 维修保养机械。

4) 机械运行中停电时, 应立即切断电源。收工时应按顺序停机, 拉闸, 销好闸箱门, 清理作业场所。电路故障必须由专业电工人员排除, 严禁非电工人员接、拆、修电气设备。

5) 操作人员作业时必须扎紧袖口, 理好衣角, 扣好衣扣, 严禁戴手套。

6) 机械明齿轮、皮带轮等高速运转部分, 必须安装防护罩或防护板。

7) 电动机械的电闸箱必须按规定安装漏电保护器, 并应灵敏有效。

8) 工作完毕后, 应用工具将铁屑、钢筋头清除, 严禁用手擦抹或嘴吹。切好的钢材、半成品必须按规格码放整齐。

十二、钢筋绑扎安装安全措施

1) 在高处 (2m 或 2m 以上)、深坑绑扎钢筋和安装钢筋骨架, 必须搭设脚手架或操作平台, 临边应搭设防护栏杆。

2) 绑扎立柱和墙体钢筋时, 不得站在钢筋骨架上或攀登骨架上下。

3) 绑扎在建施工工程的圈梁、挑梁、挑檐、外墙和边柱等钢筋时, 应站在脚手架或操作平台上作业。无脚手架必须搭设水平安全网。悬空大梁钢筋的绑扎, 必须站在满铺脚手板或操作平台上操作。

4) 绑扎基础钢筋时, 应设钢筋支架或马凳, 深基础或夜间施工应使用低压照明灯具。

5) 钢筋骨架安装, 下方严禁站人, 必须待骨架降落至楼、地面 1m 以内方准靠近, 就位支撑好, 方可摘钩。

6) 绑扎和安装钢筋, 不得将工具、箍筋或短钢筋随意放在脚手架或模板上。

7) 在高处楼层上拉钢筋或钢筋调向时, 必须事先观察运行上方或周围附近是否有高压线, 严防碰触。



十三、钢筋除锈机安全使用措施

- 1) 检查钢丝刷的固定螺栓有无松动，传动部分润滑和封闭式防护罩及排尘设备等完好情况。
- 2) 操作人员必须扎紧袖口，戴防尘口罩、手套和防护眼镜。
- 3) 严禁将弯钩成型的钢筋上机除锈。弯度过大的钢筋宜在基本调直后除锈。
- 4) 操作时应将钢筋放平，手握紧，侧身送料，严禁在除锈机正面站人。整根长钢筋除锈应由二人操作，互相配合。

十四、钢筋调直机安全使用措施

- 1) 调直机安装必须平稳，料架料槽应平直，对准导向筒、调直筒和下刀切孔的中心线。电机必须设可靠接零保护。
- 2) 按调直钢筋直径，选用调直块及速度。调直短于2m或直径大于9m的钢筋应低速进行。
- 3) 在调直块未固定，防护罩未盖好前不得穿入钢筋。作业中严禁打开防护罩及调整间隙。严禁戴手套操作。
- 4) 喂料前应将不直的料头切去，导向筒前应装一根1m长的钢管，钢筋必须先通过钢管再送入调直机前端的导孔内。当钢筋穿入后，手与压辊必须保持一定距离。
- 5) 机械上不准搁置工具、物件、避免振动落入机体。
- 6) 园盘钢筋放入圈梁架上要平稳，乱丝或钢筋脱架时，必须停机处理。
- 7) 已调直的钢筋，必须按规格、根数分成小捆，散乱钢筋应随时清理堆放整齐。

十五、钢筋切断机安全使用措施

- 1) 操作前必须检查切断机刀口，确定安装正确，刀片无裂纹，刀架螺栓紧固，防护罩牢靠，然后手搬动皮带轮检查齿轮啮合间隙，调整刀刃间隙，空运转正常后再进行操作。
- 2) 钢筋切断应在调直后进行，断料时要握紧钢筋。多根钢筋一次切断时，总截面应在规定范围内。
- 3) 切断钢筋，手与刀口的距离不得少于15cm。切断短料时，若手握端小于40cm时，应用套管或夹具将钢筋短头压住或夹住，严禁用手直接送料。
- 4) 机械运转中严禁用手直接清除刀口附近的断头和杂物。在钢筋摆动范围内和刀口附近，非操作人员不得停留。



5) 发现机械运转异常、刀片歪斜等,应立即停机检修。

十六、钢筋弯曲机安全使用措施

1) 工作台和弯曲工作盘应保持水平,操作前应检查芯轴、成形轴、挡铁轴、可变挡架有无裂纹或损坏,防护罩牢固可靠,经空运转确认正常后,方可作业。

2) 操作时要熟悉倒顺开关控制工作盘旋转的方向,钢筋放置要和挡架、工作盘旋转方向相配合,不得放反。

3) 改变工作盘旋转方向时必须在停机后进行,即从正转—停—反转,不得直接从正转—反转或反转—正转。

4) 弯曲机运转中严禁更换芯轴、成形轴和变换角度及调速,严禁在运转时加油或清扫。

5) 弯曲钢筋时,严禁违反该机对钢筋直径、根数及机械转速的使用规定。

6) 严禁在弯曲钢筋的作业半径内和机身不设固定销的一侧站人。弯曲好的钢筋应堆放整齐,弯钩不得朝上。

十七、钢筋冷拉安全技术措施

1) 根据冷拉钢筋的直径选择卷扬机。卷扬机出绳应经封闭式式导向滑轮和被拉钢筋方向成直角。卷扬机的位置必须使操作人员能见到全部冷拉场地,距冷拉中线不得少于5m。

2) 冷拉场地两端地锚以外应设置警戒区,装设防护挡板及警告标志,严禁非生产人员在冷拉线两端停留,跨越或触动冷拉钢筋。操作人员作业时必须离开冷拉钢筋2m以外。

3) 用配重控制的设备必须与滑轮匹配,并有指示起落的记号或设专人指挥。配重框提起的高度应限制在离地面300mm以内。配重架四周应设栏杆及警告标志。

4) 作业前应检查冷拉夹具夹齿是否完好,滑轮、拖拉小炮车应润滑灵活,拉钩、地锚及防护装置应齐全牢靠。确认后方可操作。

5) 每班冷拉完毕,必须将钢筋整理平直,不得相互乱压和单头挑出,未拉盘筋的引头应盘住,机具拉力部分均应放松。

6) 导向滑轮不得使用开口滑轮。维修或停机,必须切断电源、锁好箱门。

十八、对焊机安全使用措施

1) 对焊机应有可靠的接零保护。多台对焊机并列安装时,间距不得小于3m,并应接在不同的相线上,有各自的控制开关。



2) 作业前应进行检查,对焊机的压力机构应灵活,夹具必须牢固,气、液压系统应无泄漏,正常后方可施焊。

3) 焊接前应根据所焊钢筋截面,调整二次电压,不得焊接超过对焊机规定直径的钢筋。

4) 应定期磨光短路器上的接触点、电极,定期紧固二次电路全部连接螺栓。冷却水温度不得超过 40°C 。

5) 焊接较长钢筋时应设置托架,焊接时必须防止火花烫伤其他人员。在现场焊接竖向柱钢筋时,焊接后应确保焊接牢固后再松开夹具,进行下道工序。

十九、点焊机安全使用措施

1) 作业前必须清除上下两电极的油污。通电后检查机体外壳应无漏油。

2) 启动前,应首先接通控制线路的转向开关调整极数,然后接通水源、气源,最后接通电源。电极触头应保持光洁,漏电应立即更换。

3) 作业时气路、水冷系统应畅通。气体保持干燥。排水温度不得超过 40°C 。

4) 严禁加大引燃电路中的熔断器。当负载过小使引燃管内不能发生电弧时,不得闭合控制箱的引燃电路。

二十、钢筋气压焊安全措施

1) 供气装置的使用应严格遵照国家颁布的《气瓶安全监察规程》和《溶解乙炔气瓶安全监督规程》中有关规定执行。施焊作业应遵循《焊接与切割安全》(GB 9448—1999)中气焊安全规程的有关规定执行。氧气的工作压力不得超过 0.8MPa ,乙炔的工作压力不得超过 0.1MPa 。

2) 氧气瓶、乙炔瓶阀应保证严密不漏气,瓶上严禁粘油;氧气瓶工作前应开气吹掉污物,氧气表与瓶阀连接要紧密,以免跑气或脱落伤人。

3) 氧气瓶、乙炔瓶、氧气表、乙炔表及皮管有漏气时,要及时修理,符合要求后方可使用。压接设备要定期检查鉴定,有毛病的工具和设备不得使用。

4) 作业地点及下方,不得有易燃品、易爆炸品。施工现场使用氧气瓶、乙炔瓶、压接头钳时,三者的距离不得小于 10m ,如不能满足要求,应采取遮挡措施。不得将点燃的焊炬随意卧在模板或挂在钢筋上。

5) 每个氧气瓶、乙炔加压器只可装一把焊炬。安装夹具前要检查,若发现夹具、顶丝有裂缝和损坏要禁止使用,以免发生安全事故。

6) 焊炬火焰熄灭,或发生回火时,均应先关闭焊炬乙炔阀,再关闭氧气阀。



7) 施焊现场应设置消防设备, 如灭火器、消防龙头等, 但严禁使用四氯化碳灭火器。

8) 焊接操作人员应配戴气焊防目镜、手套、安全帽。雨雪天应有防滑措施。高空作业时, 脚手架要支设牢固, 并设护身栏。

二十一、钢筋闪光对焊安全措施

1) 对焊前, 应清除钢筋与电极表面的锈皮和污泥, 使电极接触良好, 以避免出现“打火”现象。

2) 对焊机的参数选择, 包括功率和二次电压应与对焊钢筋相适应, 电极冷却水的温度, 不得超过 40℃, 机身应保持接地良好。

3) 闪光火花飞溅的区域内, 要设置薄钢板或水泥石棉挡板防护装置, 在对焊机与操作人员之间, 可在机上装置活动套, 防止火花射灼操作人员。

4) 对焊完毕不应过早松开夹具; 焊接接头尚处在高温时避免抛掷, 同时不得往高温接头上浇水, 较长钢筋对接时应安放在台架上操作。

二十二、钢筋机械连接安全措施

1) 钢筋冷挤压连接安全措施

① 操作时不得硬拉电线和高压油管。

② 高压油管不得打死弯, 操作人员应避开高压胶管反弹方向, 以免伤人。

③ 液压系统中严禁混入杂质, 在装卸超高压软管时, 其端部要保管好, 不能带有灰尘砂土杂物。

④ 操作人员应戴安全帽和手套, 高空作业应戴安全带。

2) 钢筋直螺纹连接安全措施

① 参加施工的作业人员必须经过培训考核合格, 并经“三级”安全教育后方能上岗。

② 清除钢筋连接端头的浮锈、泥浆等, 钢筋端部的弯折要预矫直, 断料宜用砂轮切割机。

③ 操作前应对压圆设备及滚丝设备进行检查及试运转, 符合要求方能作业。

④ 操作人员不能硬拉压圆机的油管或用重物砸压油管, 尽可能避开高压胶管的反弹方向, 以防伤人。

复习思考题

1. 班组管理的任务是什么?



2. 班组管理的工作内容包括哪几个方面？
3. 简述施工进度计划的编制原则。
4. 简述施工进度计划的编制程序与方法。
5. 简述班组经济核算的主要内容。
6. 简述施工技术管理的主要内容。
7. 建筑施工安全管理的主要任务是什么？
8. 简述预制和绑扎安全操作规程。
9. 简述钢筋冷拉与张拉的安全操作规程。
10. 钢筋机械连接的安全技术要求有哪些？
11. 简述钢筋加工的一般安全措施。

第七章

技术培训



培训学习目标 了解技术培训的组织和方法，在熟练掌握钢筋加工操作的基础上能组织对初级工和中级工的操作技能培训。

第一节 技术培训的内容和要求

一、初级工技术培训的内容和要求

对初级工的技术培训包含建筑工程施工图、房屋构造、材料、钢筋混凝土基本知识、钢筋配置和绑扎的基本知识、钢筋的加工、钢筋的连接与锚固、钢筋的绑扎与安装以及质量与安全9个方面，详见表7-1。

表7-1 初级工技术培训的内容和要求

序号	项 目	内 容	要 求
1	建筑工程施工图	施工图的基本知识；钢筋混凝土柱、墙、梁、板图的识读；钢筋配料单的识读；钢筋试验报告单的识读	能识读简单的平面、剖面、断面图；能识读结构施工图中的柱、墙、梁、板图；能识读钢筋一般工程的钢筋配料单和钢筋试验报告单
2	房屋构造	民用建筑构造；工业建筑构造	了解民用及工业建筑主要构件的组成、名称及其作用；掌握民用建筑中的基础、柱墙、楼板、楼梯、阳台、屋面的构造要求；掌握工业建筑中单层工业厂房中的基础、柱、梁、屋架、屋面板、天窗架等主要构件的构造要求



(续)

序号	项 目	内 容	要 求
3	材料	钢筋的品种、断面面积与每米重量；钢筋的性能与检验；钢筋的保管、运输装卸与验收	了解钢筋的品种、规格；熟悉钢筋的性能、技术质量要求；掌握钢筋的保管、运输装卸与验收方法
4	钢筋混凝土基本知识	钢筋混凝土结构、预应力混凝土的基本概念；钢筋混凝土的保护层；钢筋在梁、板、柱、墙中的作用	了解钢筋在混凝土和预应力混凝土中的作用；掌握钢筋保护层厚度的设置要求；掌握钢筋配置、绑扎、搭接、弯钩倍数的规定
5	钢筋配置、绑扎的基本知识	板、梁、柱、基础、屋架、墙板的配筋构造	了解板、梁、柱、基础、屋架、墙板的配筋构造
6	钢筋的加工	钢筋的除锈、调直、切断、弯曲成形；钢筋的连接	学会钢筋的除锈、平直、切断和弯曲的操作方法，掌握相应的质量标准
7	钢筋的连接与锚固	接触对焊、电阻点焊、电弧焊、电渣压力焊，挤压连接、锥形螺纹钢筋连接、负温焊接，钢筋锚固的基本知识	了解钢筋连接的各种方法及其施工工艺；掌握点焊的操作方法；掌握挤压连接（带肋钢筋）的操作方法；掌握钢筋锚固的要求
8	钢筋的绑扎与安装	钢筋绑扎、安装的基本知识与方法	掌握钢筋绑扎与安装的基本知识；掌握钢筋绑扎、钢筋网、架安装操作方法
9	质量与安全	质量通病防治；质量检验；安全技术	掌握钢筋工程的质量评定标准；掌握钢筋在混凝土浇捣过程中一般缺陷的防治方法；懂得安全规程是国家对建筑工人安全健康的关怀，了解国家对建筑行业发布的生产安全规程；能严格遵守钢筋工的操作安全要求，做到安全生产

二、中级工技术培训的内容和要求（见表 7-2）

表 7-2 中级工技术培训的内容和要求

序号	项 目	内 容	要 求
1	制图	结构施工图的画法与步骤；钢筋布置图的画法	能绘制钢筋的一般施工图，如简支梁、板、抗风柱等；看懂肋形楼板、框架、烟囱等钢筋混凝土施工图



(续)

序号	项 目	内 容	要 求
2	建筑力学的一般理论知识	力的基本概念；力矩的概念及合力矩定理；建筑结构荷载；支座和支座反力；建筑结构计算简图；受力分析和受力图；梁的内力、强度和刚度计算；压杆稳定的基本概念	了解建筑力学的一般理论知识；了解简支梁内力、强度的计算方法
3	常见混凝土构件受力的基本知识	混凝土与钢筋的基本力学性能、常见混凝土构件受力分析	掌握混凝土与钢筋的基本力学性能；了解混凝土构件受力的情况
4	钢筋的计算与代换	钢筋根数和间距的计算；弯起钢筋长度的计算；斜向钢筋的计算；曲线状钢筋的计算；吊环的选用；钢筋的代换计算	掌握各种接头钢筋的计算方法；了解钢筋的代换计算方法
5	钢筋的连接	钢筋对焊、电渣压力焊工艺；挤压连接、锥螺纹连接工艺；钢筋的化学成分对焊接的影响；常见焊条的品种、规格和性能；焊接的技术质量要求	了解各种焊接的操作要求和质量标准；掌握常见焊条的规格和性能
6	钢筋的配料计算	钢筋下料长度的计算；大样图、配料单与料牌	掌握钢筋下料长度的计算方法和大样图的绘制方法；能编制一般钢筋的配料单
7	混凝土施工缝的留置和处理	施工缝的留设位置；在施工缝处继续浇筑混凝土的要求	掌握施工缝的留设位置；掌握在施工缝处继续浇筑混凝土的操作方法
8	钢筋的绑扎	钢筋绑扎的施工工艺；钢筋网、钢筋骨架的绑扎；冷轧扭钢筋的绑扎；预埋件的绑扎与固定	掌握大模板墙体钢筋、桩钢筋、现浇悬挑构件钢筋、浇框架板梁柱钢筋、现浇楼板钢筋、烟囱钢筋、双曲线冷却塔钢筋、冷轧扭钢筋的绑扎操作工艺
9	预应力钢筋的施工	预应力混凝土对原材料的要求；先张法施工；后张法施工；无粘结法施工；电热法施工	了解预应力混凝土对原材料的要求；掌握先张法和后张法的施工工艺；了解无粘结法和电热法张拉法的施工工艺



(续)

序号	项 目	内 容	要 求
10	班 组 管 理 知 识	班组管理的基本内容与任务；班组的施工（生产）管理、材料管理、安全管理、劳动定额管理和经济核算	了解班组管理的基本内容与任务，做好班组管理的基础工作；按照班组施工（生产）、材料、劳动定额、经济核算管理的要求，做好本职工作；遵守安全规程，做到安全生产
11	施 工 方 案 的 编 制 知 识	施工准备；施工方案的编制原则、基本内容和编制方法	了解编制施工方案前应做的准备工作；了解编制施工方案的基本原则、内容和应选用的施工方法
12	质 量 与 安 全	钢筋工程质量检验评定的标准与方法；常见质量通病的防治工作；安全技术规程	掌握钢筋工程质量检验评定的标准与方法；掌握常见质量通病的防治工作。遵守安全技术规程，做好安全生产
13	按 图 计 算 工 料	工料计算的步骤和方法	掌握工料计算的方法，能进行工料分析

对中级工的技术培训包含制图、建筑力学的一般理论知识、常见混凝土构件受力的基本知识、钢筋的计算与代换、钢筋的连接、钢筋的配料计算、混凝土施工缝的留置和处理、钢筋的绑扎、预应力钢筋的施工、班组管理知识、施工方案的编制知识、质量与安全以及按图计算工料等 13 个方面，详见表 7-2。

第二节 技术培训的方法

一、培训形式

建筑施工企业应对各类施工一线人员进行经常性的技术培训，包括岗前培训、新技术培训、技能操作比赛等。培训内容包括基本理论和知识、基本操作技能两方面。培训的形式有长期培训、短期培训、集中培训、个别培训、室内培训、现场培训等。

钢筋工的培训应区分级别，分别培训。初级工和中级工的培训由高级工、技师或职业大学的教师、企业技术人员进行。

二、培训大纲

钢筋工技术培训要有培训大纲，培训中严格按照大纲规定的内容组织培



训。大纲的制定应根据国家制定的《钢筋工国家职业标准》、各地建筑行政主管部门颁布的钢筋工职业能力标准，结合本单位的具体情况，组织专门人员编写。

以下是某企业的钢筋工培训大纲，可作为参考。

× × 建筑安装总公司钢筋工培训大纲

一、钢筋工理论培训

(一) 理论培训应掌握的内容

1. 钢筋工程施工图的识读
 - 1) 构件配筋图的识读。
 - 2) 平法施工图的识读。
2. 钢筋的技术性能、分类、鉴别与保管
 - 1) 钢筋的技术性能。
 - 2) 钢筋的分类。
 - 3) 钢筋的鉴别与保管。
3. 钢筋的配料
 - 1) 钢筋混凝土构件配筋的一般规定。
 - 2) 钢筋的配料单。
4. 钢筋的加工
 - 1) 钢筋的调直与除锈。
 - 2) 钢筋的切断。
 - 3) 钢筋的弯曲成形。
 - 4) 钢筋冷拉。
 - 5) 钢筋加工的质量要求。
5. 钢筋的绑扎与安装
 - 1) 钢筋绑扎的准备工作。
 - 2) 钢筋绑扎的操作方法及要点。
 - 3) 钢筋混凝土构件的绑扎与安装。
 - 4) 钢筋绑扎安装的质量要求。
6. 安全生产常识及法律法规
 - 1) 安全生产常识。
 - 2) 法律法规知识。
 - 3) 务工常识。
 - 4) 民工维权知识。

(二) 钢筋工理论培训课时分配表 (见表 7-3)。



表 7-3 钢筋工理论培训课时分配表

序号	课程内容	学 时	
		教师讲课	学员自学
1	钢筋工程施工图的识读	4	8
2	钢筋的技术性能、分类、鉴别与保管	8	16
3	钢筋的配料	8	24
4	钢筋的加工	8	16
5	钢筋的绑扎与安装	4	16
6	安全生产常识及法律法规	8	16
7	合计	40	96

二、钢筋工实训

（一）实训应掌握的内容

1. 基本知识

- 1) 熟悉钢筋的分类和识别各种钢筋。
- 2) 钢筋的检验。
- 3) 钢筋的保管。
- 4) 安全生产常识。

2. 平法标注的整体表示方法（04G101—1）

- 1) 熟悉平法标注施工图的代号及含义。
- 2) 熟悉柱平法标注表示方法。
- 3) 看懂施工现场柱平法施工图。
- 4) 熟悉剪力墙平法标注表示方法。
- 5) 看懂施工现场剪力墙平法施工图。
- 6) 熟悉梁平法标注表示方法。
- 7) 看懂施工现场梁平法施工图。
- 8) 非平法标注施工图（能按图编制钢筋配料单）。

3. 平法标注构造节点详图（04G101—1）

- 1) 能按平法标注图预留各种钢筋的锚固长度。
- 2) 熟练掌握各种钢筋的连接构造。
- 3) 掌握各种抗震钢筋的构造。
- 4) 掌握复杂构件的钢筋构造。

4. 钢筋的调直除锈

- 1) 人工操作的步骤及方法。
- 2) 机械操作的步骤及方法。



5. 钢筋的切断
 - 1) 人工切断的步骤及方法。
 - 2) 机构切断的步骤及方法。
 6. 钢筋的冷加工
 - 1) 掌握钢筋的冷拉步骤及方法。
 - 2) 掌握钢筋的冷拔步骤及方法。
 7. 钢筋机械连接
 - 1) 掌握钢筋套筒挤压接头。
 - 2) 掌握钢筋锥螺纹连接。
 8. 钢筋的弯曲成形
 - 1) 掌握手工弯曲的步骤及方法。
 - 2) 掌握机械弯曲的步骤及方法。
 9. 钢筋绑扎的基本操作方法
 - 1) 掌握各种钢筋绑扎方法。
 - 2) 掌握、了解各种绑扎工具的正确使用。
 10. 钢筋网、架的绑扎
 - 1) 掌握独立基础钢筋的绑扎。
 - 2) 掌握条形基础钢筋的绑扎。
 - 3) 掌握现浇柱钢筋的绑扎。
 - 4) 掌握大片钢筋网的预制。
 - 5) 掌握墙板钢筋的绑扎。
 - 6) 掌握肋形楼盖钢筋的绑扎。
 - 7) 掌握异形构件钢筋骨架。
 - 8) 掌握预制钢筋骨架。
 11. 钢筋网与钢筋骨架的安装
 - 1) 掌握绑扎钢筋网现骨架的安装。
 - 2) 掌握焊接钢筋网与钢筋骨架的安装。
- (二) 钢筋工实训课时分配表 (见表 7-4)。

表 7-4 钢筋工实训课时分配表

序号	课程内容	学 时	
		实训师傅讲课	学员自学
1	基本知识	8	16
2	平法标注的整体表示方法	32	40
3	平法标注构造节点详图	16	24



(续)

序号	课程内容	学时	
		实训师傅讲课	学员自学
4	钢筋调直除锈	8	16
5	钢筋的切断	8	16
6	钢筋的冷加工	8	16
7	钢筋机械连接	16	24
8	钢筋弯曲成型	16	24
9	钢筋绑扎的基本操作方法	8	16
10	钢筋网、架的绑扎	64	72
11	钢筋网与钢筋骨架的安装	16	24
12	合计	200	288

三、理论培训教案写法

担任钢筋工理论的教师应像学校的教师一样，认真备课，编制教案。教案的格式应根据培训的形式确定。常用多媒体讲课时应制作课件，配以声响、动画。

教案的内容应紧扣培训大纲，结合本单位的一些具体工程实例。要了解培训对象的兴趣、思想状况、学习方法及原有的知识技能的水平，因人施教。要制定教学进度计划、课时计划、实习计划等。

课时计划是一堂课的计划，应根据本次教学内容，确定教学重点和难点，确定课时的结构，分配教学进程中各个步骤的时间；考虑教学方法的运用，教具准备与使用方法，板书级别；最后写出课时计划。一个完整的课时计划必须包括以下几个项目：题目、教学目的、课时类型、教学方法、教具、教学进程、备注。

课堂讲授部分应包含各级别职工的应知部分、实际操作的（应会）操作要领部分、设备使用和维护保养知识等。

实际操作（应会）部分情况比较复杂，如有些初级钢筋工进厂就开始从事某项工作，他们因长期操作而熟练掌握的这些技能，那些从未操作过的高级钢筋工不一定具备。因此为达到受训者熟悉、掌握钢筋工程各工序操作的目的，可以临时进行工作调动和安排，必要时甚至要请长年工作在一线的钢筋施工人员进行实际操作的教学。

对加工车间成员与现场施工人员的培训，为了使其熟悉本岗以外工作的操



作,可采取分组轮换到各岗位的形式(2~4人为一小组),由原设备操作者进行现场(某设备前)讲解和实际操作的演练教学,授课人在旁指导,直至每个人对设备熟悉、操作熟练为止。

对现场安装人员的培训,可采取长年车间加工者分期分批到现场与钢筋绑扎安装者共同工作,进行实地教学讲解和操作。当参训人员较多时,可两地同时进行实际操作培训。

对在施工现场完成钢筋工程全过程的人员培训,应随时随地进行,以达到全员技能普遍提高的目的。

对于短期培训一般是基于某种需要,进行有针对性的培训或复习。如工序的改变,特殊工种取证的需要,级别晋升取证的需要,工程性质的改变引起的加工安装要求的转变,由于工程设计采用新材料引起的技术和设备的改变等。这些培训有的不需准备教案,需准备教案也是根据实际情况来进行的,其目的都是提高受训者的技能。短期培训一般人数较少,水平不会相差太多,需要的时间也较短。

工序的改变的培训只需把参训者准备进入的工序的各注意事项(如质量、安全注意事项)、设备维护与保养知识、操作方法讲清楚即可;再实际进行操作,讲解操作要领、质量与安全控制措施,就可以让参训者独立操作了。如果参训者在长期培训时已经过这方面的培训,则可免去这一过程。

特殊工种的取证培训由发证权力单位负责,用人单位在本单位职工取证前只需进行实际操作的帮助即可。

级别晋升的取证培训,应按有关级别晋升的规定和基本要求尽量缩小范围,由于受训者都已具有了一定的技能水平,因此只要普遍有所提高,做到“证与能”相符就可以了。

有些工程的结构性质不同,若施工人员的原加工安装习惯无法适应工程的要求,则要搞短期培训。培训者应仔细对比图样各方面要求与原施工习惯的不同点,全面认真地记录比较、仔细讲解、示范操作,必须引起每个操作者的足够重视,使其心中有数;还要让班组长、质量员、安全员有更高的重视程度和更强的责任感。另外,为了彻底改变原有习惯,班组长、质量员和安全员还应经常检查操作情况。

对因新材料引起的技术和设备上的改变,或因新技术新设备引起的各种施工技术的变异,培训者首先要对这些新设备、新技术、新材料有明确的理解和了解,然后对这三新的材性、物性和技术含量进行整理,编制教案,逐条逐项地讲解和示范。

根据需要可对初、中级钢筋工进行分级培训。分级培训应进行系统性的理论知识和实际操作的培训。其教案的编制应根据国家对各级别员工的应知应会要



求，结合本地区、本企业的具体情况分别进行系统性准备，采用逐步升级的办法，参考本书、其他钢筋工种的技术书籍及有关钢筋的各种《规范》、《规定》等进行编制。

四、培训环节

1. 上课

教学工作以上课为中心环节。上好课的具体要求是：目标明确、重点突出、内容正确、方法得当、表达清晰、组织严密、课堂气氛热烈。

明确目标指教师上课时明白这节课要让学生掌握哪些知识和技能，养成什么样的行为方式和品格，学会什么方法等。重点突出是指在一节课上教师要把精力主要放在重要内容的教学上，不要对所有的任务平均使用精力。内容正确是指教师传授的知识和技能是科学的、确凿的、符合逻辑和规范的。方法得当是指教师根据教学任务、内容和学生的特点选择较佳的方法进行教学。

2. 作业的检查与批改

作业是结合教学内容，要求学生独立完成的各种类型练习。通过作业的检查批改，教师可及时发现学生知识或技能缺陷，加以纠正，并做出评价和对学生的进一步学习提出建议。

3. 课外辅导

课外辅导是在课堂教学规定时间之外，教师对学生的辅导。包括解答难题，给学习有困难的学生实习，指导学习方法。还可以为有兴趣的学生提供课外辅导和帮助，指导学生的实践和社会服务性活动等。

4. 学习成绩考查与评定

学习成绩的考查与评定是以测验、考试或考查的形式定量地评定学生个人的能力级别结果。通过对学生学习成绩的测量和评价，可以检查教学的完成情况与实际效果，从中取得反馈信息，进一步改善教学，提高质量。

5. 注意事项

1) 对各种培训的时间均应与单位领导部门协商统一安排，以免影响工程施工进度。

2) 对实际操作培训应先做出材料消耗计划报领导及材料部门批准，尽量在施工淡季用未加工完的材料，加工能用的钢筋，减少材料的消耗，降低培训费用。

3) 培训者应将资料知识与实践经验毫无保留地写入教案中，以期达到共同提高的目的，对有较长期工作经验者的培训更应如此，不要怕受训者超过自己。



五、培训教学方法

1. 讲授法

讲授法是教师运用口头语言向学生传授知识和指导学生进行学习的方法。这种方法的特点是教师以适当的知识材料通过语言工具呈现给学生，学生通过听讲的形式把教师所提供的知识材料与自己原有的有关经验和知识联系起来加以理解、赋予新的意义并保持在记忆中。

课堂讲授的具体要求有：明确的目的性；要保证科学性；要理论联系实际。

2. 问答法

问答法又称“答办法”、“谈话法”，是教师根据学生实际的经验和知识基础，提出问题并引导学生积极思考、回答问题、得出结论，从而巩固已获得新知识的教学方法。

运用问答法的基本要求有：

(1) 课前充分准备 教师除深入钻研教材和了解学生外，要定好谈话的主要问题，对学生的回答要估计到可能发生的多种情况，并预先考虑到如何引导学生沿着正确的思路回答。

(2) 精心设计问题 问题应提在教学内容的要害处，也就是在教材的重点、难点和容易混淆和忽略的地方。

(3) 提问要面向全体学生 教师应向全体学生发问，使所有学生都积极思考并有回答问题的机会。

(4) 营造轻松的课堂气氛 教师提问时态度要和蔼，学生回答时要认真倾听，并根据回答情况给以赞许或补充。

3. 讨论法

讨论法又称“辩论法”，是在教师引导下，学生集体与教师一起围绕着一一定的问题，经过认真充分的准备后在课堂上或小组里各抒己见、互相启发、取长补短以独立获取知识和培养智能的教学方法。

正确运用讨论法的基本要求是：

- 1) 选择好讨论的课题。
- 2) 设计好讨论课的结构。
- 3) 灵活引导与控制。
- 4) 注意小组讨论的成员组合和环境。

4. 参观法

参观法也称“现场教学法”，是指教师根据教学要求组织学生到课外、校外的现场，观察各种事物和现象以获得知识的一种教学方法。



◆◆◆ 第三节 技术培训实训实例

● 训练 初级工技术培训教案编写案例

一、题目

根据《初级工》培训教材和相应的国家职业标准编写第3章第1节的技术培训教案。

二、条件

1) 接受培训的为刚毕业的技校学生，共30人。有一定的理论知识，但没有任何实践经验。

2) 培训地点在公司培训部，有投影仪。

3) 之前，学生已接受了4次共16学时的培训，培训内容为建筑力学和建筑识图（《初级工》教材的第1章和第2章）。

4) 本次培训的培训内容为《初级工》培训教材的第3章第1节——钢筋常识，培训时间为2学时，90分钟。

三、要求

1) 依据国家职业标准和教材的相关内容编写本次培训的教案。

2) 知识点全面、重点突出。

3) 用Word文档编写可演示的电子教案，有丰富的插图（照片或CAD图稿）。

4) 编写时间为4h。

四、编写步骤及注意事项

1) 熟悉教材内容。对教材相关内容的熟悉，重点在平时的学习和知识的积累。

2) 对照职业标准，找出重点。凡标准中涵盖的知识点一定要逐个找出，教案中应突出这些重点。对那些非重点和一般性的知识，根据学生的具体情况可简要叙述甚至删减。

3) 根据学生具体情况（结合平时的了解），找出难点。所谓“难点”，应是学生的难点，事先应充分了解学生的学习、理解、接受和掌握的情况，真正找出“难点”，重点讲解，以达到培训的目的。

4) 列写提纲。

5) 制作照片、绘制CAD图。照片、图片的制作、收集、整理重点是在平时。



- 6) 输入文字、表格。
- 7) 输入图片。根据具体情况可制作成带声音、视频、动化的演示文稿。
- 8) 检查、校对、试讲。
- 9) 完成。

复习思考题

1. 简述初级工技术培训的内容和要求。
2. 中级工技术培训的内容和要求与初级工有何不同?
3. 技术培训的形式又哪些? 培训时可采取哪些教学方法?

试 题 库

知识要求试题

一、判断题（对的画√，错的画×）

1. 混凝土保护层厚度是指钢筋中心线至混凝土表面的距离。 ()
2. 对设计使用年限为 100 年的结构，在一类环境中的混凝土保护层厚度应按表中的规定增加 40%。 ()
3. 钢筋基本锚固长度，取决于钢筋强度及混凝土抗拉强度，并与钢筋外形有关。 ()
4. 当 HRB335、HRB400 和 RRB400 级钢筋的直径大于 25mm 时，其锚固长度应乘以修正系数 1.1。 ()
5. 当钢筋在混凝土施工过程中易受扰动（如滑模施工）时，其锚固长度应乘以修正系数 1.25。 ()
6. HPB300 钢筋为受拉时，其末端应做成 180°弯钩，弯钩平直段长度不应小于 $3d$ 。 ()
7. 当采取机械锚固措施时，包括附加锚固端头在内的锚固长度可为 $0.7l_a$ 或 l_{aE} 。 ()
8. 钢筋接头宜设置在受力较小处，且尽量设在同一根钢筋上。 ()
9. 当受拉钢筋的直径大于 28mm 及受压钢筋的直径大于 32mm 时，宜采用绑扎搭接接头。 ()
10. 轴心受拉及小偏心受拉杆件（如桁架和拱的拉杆）的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接接头。 ()
11. 直接承受动力荷载的结构构件中，其纵向受拉钢筋不得采用绑扎搭接接头。 ()
12. 钢筋机械连接与焊接接头连接区段的长度为 $35d$ （ d 为纵向受力钢筋的较小直径），且不小于 500mm。 ()
13. 直接承受动力荷载的结构构件，其纵向钢筋不宜采用焊接接头。 ()



14. 在梁、柱类构件的纵向受力钢筋搭接长度范围内不必设置箍筋。()
15. 受拉搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍, 且不应大于 100mm。()
16. 受压搭接区段的箍筋的间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍, 且不应大于 200mm。()
17. 当柱中纵向受力钢筋直径大于 25mm 时, 应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内各设置两个箍筋, 其间距宜为 50mm。()
18. 按平法设计绘制的施工图, 一般由各类结构构件的平法施工图和标准构件详图两大部分构成。()
19. 梁板式筏基的板厚不应小于 400mm, 且板厚与板格的最小跨度之比不宜小于 1/20。()
20. 对 12 层以上建筑的梁板式筏基, 其板厚与最大双向板格的短边净跨之比不应小于 1/14, 且板厚不应小于 500mm。()
21. 平板式筏基的板厚应满足受冲切承载力的要求, 板厚不宜小于 300mm。()
22. 梁板式筏基底板的和基础梁的配筋除满足计算要求外, 纵横方向的底部配筋尚应有 1/2 ~ 1/3 贯通全跨, 且其配筋率不应小于 0.15%。()
23. 梁板式筏基底板的和基础梁的顶部钢筋应按计算配筋全部贯通。()
24. 平板式筏基柱下板带中, 在柱宽及其两侧各 0.5 倍板厚且不大于 1/4 板跨的有效宽度范围内, 其钢筋配置量不应小于钢筋数量的一半。()
25. 平板式筏基柱下板带中, 顶部钢筋应按计算配筋全部贯通。()
26. 12 Φ 14@150/250 (6), 表示箍筋为 HRB335 级钢筋, 直径为 12mm, 从梁端到跨内, 间距 150mm 设置 14 道, 其余间距为 250mm, 均为 6 肢箍。()
27. B4 Φ 25; T7 Φ 25 表示梁的顶部配置 4 Φ 25 的贯通纵筋, 梁的底部配置 7 Φ 25 的贯通纵筋。()
28. 当梁底部或顶部贯通纵筋多于一排时, 用斜线 “/” 将各排纵筋自上而下分开。()
29. G8 Φ 16, 表示梁的两个侧面共配置 8 Φ 16 的纵筋构造钢筋, 每侧各配置 4 Φ 16。()
30. G6 Φ 16 + 4 Φ 16, 表示梁腹板高度 h_w 较高侧面配置 6 Φ 16, 另一侧面配置 4 Φ 16 纵向构造钢筋。()
31. 板底部与顶部贯通纵筋集中标注的位置为各板区的第一跨。()
32. 箱形基础底板钢筋的间距不应小于 150mm, 一般宜取 200 ~ 300mm。()
33. 箱形基础支座非贯通钢筋应伸出支座外不小于 1/6 短跨长度。()
34. 墙体内应设置双层双向钢筋, 竖向和水平钢筋的直径不应小于 10mm,



- 间距不应大于 200mm。 ()
35. 屋架与柱顶连接节点方案，在非抗震设计及抗震设防烈度为 6、7 度时，采用焊接节点。 ()
36. 屋面板与屋架上弦预埋件的焊接点不得少于三条，天沟板则必须焊接四条。 ()
37. 在伸缩缝、防震缝及山墙处柱中心线与横向定位轴线的距离为 600mm，其余柱的中心线均与横向定位轴线重合。 ()
38. 柱的箍筋 $\phi 6$ 可用牌号为 Q235 的 $\phi 6.5$ 代替。 ()
39. 对抗震设防烈度为 6、7、8 度，场地类别为 I、II、III（不含 8 度）时，只能采用同时配有纵筋和环筋的纵环筋砖烟囱。 ()
40. 钢筋混凝土烟囱的高度应 $\geq 100\text{m}$ 。 ()
41. 单筒钢筋混凝土烟囱一般用于火力发电厂的高大烟囱。 ()
42. 一个只有顶板、底板和两侧腹板的箱梁称为单箱单室箱梁。 ()
43. 单项（位）工程施工组织设计由项目工程师负责编制。 ()
44. 施工组织设计应做到内容齐全，步骤清晰，层次分明，充分反映工程特点，有明确的工程质量保证措施。 ()
45. 工程概况和施工特点分析包括工程建设概况、工程建设地点特征、建筑设计概况、施工条件和工程施工特点分析五方面内容。 ()
46. 施工条件是指施工现成的水、电、道路及场地的“三通一平”情况，现场临时设施及周围环境，当地交通运输条件，预制构件生产及供应情况，施工企业机械、设备和劳动力的落实情况，劳动组织形式和内部承包方式等。 ()
47. 施工方案的选择是单位工程施工组织设计中的重要环节，是决定整个工程全局的关键。 ()
48. 施工方案选择的恰当与否，将直接影响到单位工程的施工效率、进度安排、施工质量、施工安全、工期长短。 ()
49. 确定施工顺序的基本原则是先地上后地下、先主体后围护、先建筑后结构、先土建后设备。 ()
50. 施工方法和施工机械选择是施工方案中的关键问题。 ()
51. 单位工程施工进度计划必须用横道图表示。 ()
52. 各项资源需用量计划包括材料需用量计划、劳动力需用量计划、构件和加工半成品需用量计划、施工机具需要量计划和运输计划。 ()
53. 施工总平面图应根据施工现场的实际情况，在建筑总平面图上进行绘制，对不同的施工阶段应分别绘制。 ()
54. 施工总平面图的绘制步骤是：确定起重机的数量及位置——布置搅拌站、加工场、材料仓库及露天堆场——布置道路——布置其他临时建筑及水电



- 管线。 ()
55. 施工管理措施主要包括质量措施、安全文明施工与环保措施、资源管理措施、风险防范措施等。 ()
56. 施工组织方式有依次施工、平行施工和流水施工三种。 ()
57. 流水施工也称顺序施工。 ()
58. 流水施工的主要参数有工艺参数、空间参数和时间参数三种。 ()
59. 流水施工的空间参数包括工作面和施工段。 ()
60. 每个施工段内要有足够的工作面,以保证相应数量的工人、主导施工机械的生产效率,满足合理劳动组织的要求。 ()
61. 施工段的界限应尽可能与结构界限(如沉降缝、伸缩缝等)相吻合,或设在对建筑结构整体性影响小的部位,以保证建筑结构的整体性。 ()
62. 流水施工的时间参数包括流水节拍、流水步距和流水施工工期等。 ()
63. 相邻的两个施工过程相继开始施工的最小间隔时间,称为流水步距。 ()
64. 定额就是规定的额度和限度,即标准或尺度。 ()
65. 劳动消耗定额,简称劳动定额,是完成一定的合格产品(工程实体或劳务)规定活劳动消耗的数量标准。 ()
66. 劳动定额的主要表现形式是时间定额,但同时也表现为产量定额。 ()
67. 施工定额是施工企业内部的定额,也称生产定额。 ()
68. 劳动定额也称人工定额,是指在正常施工条件下完成一定数量的合格产品或完成一定数量的工作所必须的劳动消耗标准。 ()
69. 实体消耗材料是指在工程施工中一次性消耗并直接构成工程实体的材料,如砖、砂、石、钢筋、水泥等。 ()
70. 周转性材料是指在施工中多次使用而逐渐消耗的工具型材料。如脚手架、模板、支架、挡土板等。 ()
71. 构成产品实体的材料用量称为材料净耗量;不可避免的施工废料和操作损耗称为材料损耗量。 ()
72. 很多企业缺乏自己的施工定额。 ()
73. 施工定额并不是施工企业的商业机密,应作为社会资源进行共享。 ()
74. 企业在组织和指挥施工生产时是按照施工作业计划通过下达施工任务书和限额领料单来实现的。 ()
75. 施工定额应保持长期的稳定,不能经常修订。 ()
76. 钢筋工程应区别现浇构件、预制构件、加工厂预制构件、预应力构件、点焊网片以及不同规格分别计算。 ()
77. 计算钢筋工程量时,预应力和非预应力钢筋工程量合并按设计长度计



- 算，按非预应力钢筋定额执行。（ ）
78. 箍筋末端作 135° 弯钩，弯钩平直部分的长度 $\geq 5d$ ，有抗震要求时 $\geq 10d$ 。（ ）
79. 弯起钢筋弯终点外应留有锚固长度，在受拉区不应小于 $20d$ ，在受压区不应小于 $10d$ 。（ ）
80. 钢材的密度是 7850kN/m^3 。（ ）
81. 技术交底是指在工程开工前，由上级技术负责人就施工中的有关技术问题向执行者进行交待的工作，是施工企业技术管理的一项重要环节与制度。（ ）
82. 技术交底的目的是，在于把设计要求、技术要领、施工措施等贯彻落实到基层直至操作工人，从而保证工程的质量和施工进度。（ ）
83. 技术交底的制定与施工组织设计和施工方案的要求无关。（ ）
84. 交底必须在正式施工前认真做好。在工程施工过程中，应反复检查技术交底的落实情况，加强监督，确保工程质量。（ ）
85. 技术交底只有当签字齐全后方可生效。技术交底应发至施工班组。（ ）
86. 影响建筑工程质量的因素可归纳为 4M1E 因素。（ ）
87. 工程质量控制按实施主体的不同分为自控主体和监控主体。自控主体指政府部门和监理单位，监控主体指勘察设计单位、施工单位。（ ）
88. 全面质量管理的程序一般分为四个阶段，即计划（Plan）、实施（Do）、检查（Check）和处理（Action），简称 PDCA 循环。（ ）
89. 基础工程是建筑工程的先行工程，属于地下工程，又属于隐蔽工程。（ ）
90. 挖方上边缘至土堆坡脚的距离，当土质干燥密实时，不得小于 5m ；当土质松软时，不得小于 3m 。（ ）
91. 场地边坡开挖应采取沿等高线自上而下，分层、分段依次进行，在边坡上采取多台阶同时进行机械开挖时，上台阶应比下台阶开挖进深不少于 30m 。（ ）
92. 基坑边缘堆置土方和建筑材料，或沿挖方边缘移动运输工具和机械，一般应距基坑上部边缘不少于 2m ，堆置高度不应超过 1.5m 。（ ）
93. 基坑开挖完成后，应及时清底、验槽，减少暴露时间，防止暴晒和雨水浸刷破坏地基土的原状结构。（ ）
94. 基坑开挖应尽量防止对地基土的扰动。（ ）
95. 在地下水位以下挖土，应在基坑（槽）四侧或两侧挖好临时排水沟和集水井，或采用井点降水，将水位降低至坑、槽底以下 500mm ，以利挖方进行。（ ）
96. 降水工作应持续到主体工程施工完成。（ ）
97. 雨季施工时，基坑槽应一次性开挖完成，完成后一次性浇筑垫层。（ ）
98. 基坑开挖时，应对平面控制桩、水准点、基坑平面位置、水平标高、边坡坡度等经常复测检查。（ ）



99. 基坑挖完后应进行验槽, 作好记录, 如发现地基土质与地质勘探报告、设计要求不符时, 应与有关人员研究及时处理。 ()

100. 一般来说, 深度不大的大面积基坑开挖, 宜采用推土机或装载机推土、装土, 用自卸汽车运土。 ()

101. 大面积基础群基坑底标高不一, 机械开挖次序一般采取先整片挖至平均标高, 然后再挖个别较深部位。 ()

102. 机械开挖应由浅而深, 基底及边坡应预留一层 150 ~ 300mm 厚土层用人工清底、修坡、找平, 以保证基底标高和边坡坡度正确, 避免超挖和土层遭受扰动。 ()

103. 基坑工程包括勘测、支护结构的设计和施工、基坑土方工程的开挖和运输、控制地下水位、基坑土方开挖过程中的工程监测和环境保护等。 ()

104. 开挖深度大于 7m, 周围环境无特别要求的基坑为三级基坑。 ()

105. 水泥土挡墙式, 依靠其本身自重和刚度保护坑壁, 一般不设支撑。 ()

106. 排桩与板墙式, 通常由围护墙、支撑 (或土层锚杆) 及防渗帷幕等组成。 ()

107. 排水明沟宜布置在拟建建筑基础边 0.4m 以外, 沟边缘离开边坡坡脚应不小于 0.3m。 ()

108. 排水明沟的底面应比挖土面低 0.3 ~ 0.4m。 ()

109. 井点管为直径 38 ~ 110mm 的钢管, 长度 5 ~ 7m, 管下端配有滤管和管尖。 ()

110. 集水总管一般用直径 75 ~ 110mm 的钢管分节连接, 每节长 4m, 每隔 0.8 ~ 1.6m 设一个连接井点管的接头。 ()

111. 截水是指利用截水帷幕切断基坑外的地下水流入基坑内部。通常采用注浆、旋喷法、深层搅拌水泥土桩挡墙等作为截水帷幕。 ()

112. 日本是钢板桩的生产大国。 ()

113. 深层搅拌水泥土桩墙, 是采用水泥作为固化剂, 通过特制的深层搅拌机械, 在地基深处将软土和水泥强制搅拌形成水泥土, 利用水泥和软土之间所产生的一系列物理-化学反应, 使软土硬化成整体性的并有一定强度的挡土、防渗墙。 ()

114. 水泥土墙可采用不同品种的水泥, 如普通硅酸盐水泥、矿渣水泥、火山灰水泥及其他品种的水泥, 一般工程中以强度等级 32.5 的普硅酸盐水泥为宜。 ()

115. 在水泥土墙中采用湿法工艺施工时注浆量较易控制, 成桩质量较为稳定, 桩体均匀性好。 ()

116. “逆作法”施工, 根据地下一层的顶板结构封闭还是敞开, 分为“封闭



- 式逆作法”和“敞开式逆作法”。 ()
117. 现浇整体式钢筋混凝土结构的主要施工程序为测量放线——支模板——绑扎钢筋——浇注混凝土——养护——拆模板。 ()
118. 模板工程是混凝土结构构件成型的重要组成部分，其用工量约占钢筋混凝土工程总用工量的50%。 ()
119. 模板系统由模板和支撑两部分组成。 ()
120. 按模板材料分，有木模板、钢木模板、钢模板、钢竹模板、胶合板模板、塑料模板、玻璃钢模板和铝合金模板。 ()
121. 承重模板的混凝土强度应在其表面及棱角不致因拆模而受损坏时，方可拆除。 ()
122. 非承重模板应在混凝土强度达到所规定的强度时，方能拆除。 ()
123. 普通模板的拆除顺序为先承重模板，后非承重模板；先侧板，后底板。 ()
124. 钢筋的加工一般在钢筋车间或工地的钢筋加工棚进行。 ()
125. 钢筋加工、安装的过程包括冷拉、冷拔、调直、除锈、剪切、镦头、弯曲、焊接、绑扎等。 ()
126. 钢筋的除锈方法有手工除锈、电动机械除锈以及喷砂除锈、酸洗除锈等。 ()
127. 在钢筋锈蚀不太严重而对除锈要求又不太高的情况下，粗钢筋通过锤击调直或调直机调直，细钢筋通过冷拉调直，均可达到调直除锈的目的。 ()
128. 手工调直主要用于小型工程或工地现场的钢筋加工。 ()
129. 钢丝可以采用夹轮牵引调直，也可以采用蛇形管调直。 ()
130. 钢筋调直机械一般具有除锈、调直和切断三项功能，并能一次操作完成。 ()
131. 直径10mm以下的HPB235级盘圆钢筋，可采用卷扬机拉直。 ()
132. 冷拉时，HPB300级钢筋的冷拉率不宜大于4%，HRB335级、HRB400级及RRB400级冷拉率不宜大于1%。 ()
133. 断线钳可切断钢丝及6mm以下的钢筋。 ()
134. 钢筋弯曲成型的操作顺序是划线——试弯——弯曲成形。 ()
135. 弯制箍筋一般采用钢筋弯曲机。 ()
136. 弯制纵筋和弯起钢筋采用四头弯筋机。 ()
137. 绑扎连接是钢筋连接的主要形式，主要用于箍筋的绑扎、搭接钢筋的绑扎和交叉钢筋的绑扎。 ()
138. 搭接钢筋的绑扎点位置在搭接范围中心点及两端，共计三点。 ()
139. 梁、柱箍筋的绑扎点位置在箍筋弯钩叠合处。 ()



140. 板和墙的钢筋网，除外围两行钢筋的相交点应全部扎牢外，中间部分交叉点可相隔交错扎牢。 ()
141. 双向受力的钢筋必须将钢筋交叉点全部绑扎。 ()
142. 钢筋绑扎接头宜设置在受力较大处。 ()
143. 基础底板采用双层钢筋网时，在上层钢筋网下面应设置钢筋撑脚或混凝土撑脚，以保证钢筋位置正确。 ()
144. 钢筋的弯钩应朝上，不要倒向一边；但双层钢筋网的上层钢筋弯钩应朝下。 ()
145. 独立柱基础短边钢筋应放在长边钢筋的下面。 ()
146. 柱中的竖向钢筋搭接时，角部钢筋的弯钩应与模板成 45° 。 ()
147. 柱中的竖向钢筋搭接时，中间钢筋的弯钩应与模板成 90° 。 ()
148. 柱钢筋的绑扎，应在模板安装前进行。 ()
149. 墙的钢筋，可在基础钢筋绑扎之后浇筑混凝土前插入基础内。 ()
150. 纵向受力钢筋采用双层排列时，两排钢筋之间应垫以直径 $\geq 25\text{mm}$ 的短钢筋，以保持其设计距离。 ()
151. 板、次梁与主梁交叉处，板的钢筋在上，次梁的钢筋居中，主梁的钢筋在下；当有圈梁或垫梁时，主梁的钢筋在上。 ()
152. 点焊设备主要有单头点焊机和钢筋焊接网成型机。 ()
153. 点焊过程可分为预压、通电、锻压三个阶段。 ()
154. 闪光对焊的焊接工艺应根据钢筋品种、直径、焊机功率、施焊部位等因素选用。 ()
155. 钢筋电阻点焊是将两根钢筋安放成交叉叠接形式，压紧于两电极之间，利用电阻热熔化母材金属，加压形成焊点的一种压焊方法。 ()
156. 电弧焊主要用于钢筋接头、钢筋骨架焊接、装配式结构接头的焊接、钢筋与钢板的焊接及各种钢结构焊接。 ()
157. 电弧焊的主要设备为交流弧焊机，采用的焊条应符合现行国家标准《碳钢焊条》(GB 5117—1995) 或《低合金钢焊条》(GB 5118—1995) 的规定。 ()
158. 帮条焊适用于 HPB300、HRB335、HRB400、HRB500、HRBF335、HRBF400、HRBF500、RRB400 级钢筋，分单面焊、双面焊两种。 ()
159. 搭接焊接头的钢筋需事先将端部进行弯折，使两段钢筋焊接后仍维持其轴线位于一条直线上。 ()
160. 窄间隙焊适用于直径 16mm 及以上钢筋的现场水平连接。 ()
161. 熔槽帮条焊适用于直径 20mm 及以上钢筋的现场安装焊接。 ()
162. 电渣压力焊适用于供电条件差、电压不稳、雨季或防火要求高的



- 场合。 ()
163. 钢筋机械连接的接头质量稳定可靠，不受钢筋化学成分的影响，人为因素的影响小，操作简便，施工速度快，且不受气候条件影响，无污染、无火灾隐患，施工安全。 ()
164. 植筋施工主要用于工程结构的加固和旧混凝土的连接。 ()
165. 混凝土搅拌时应根据设计配合比进行配料。 ()
166. 卧轴式搅拌机适用范围广、搅拌时间短、搅拌质量好，是目前国内外在大力发展的机型。 ()
167. 混凝土搅拌制度的主要内容是搅拌机转速、混凝土搅拌时间和投料顺序。 ()
168. 混凝土在运输工程中应保持原有的均匀性，不发生离析现象。 ()
169. 井架，由塔架、动力卷扬系统和料斗或平台等组成，是目前施工现场使用较普遍的混凝土垂直运输设备。 ()
170. 混凝土浇筑前，木模板应浇水润湿，但不允许留有积水。 ()
171. 混凝土应在初凝前浇筑，浇筑前若有离析现象，须重新拌合后才能浇筑。 ()
172. 为了使混凝土振捣密实，混凝土必须一次浇筑，不能分层。 ()
173. 施工缝位置应在混凝土浇筑之前确定，并宜留置在结构受剪力较小且便于施工的部位。 ()
174. 混凝土振动设备有插入式振动器、附着式振动器、平板式振动器。 ()
175. 自然养护是指在自然气候条件下（高于5℃），对混凝土采取相应的保湿、保温等措施所进行的养护。 ()
176. 自然养护分为覆盖浇水养护和塑料薄膜保湿养护。 ()
177. 汽车式起重机的优点是行驶速度快、转移迅速、对地面破坏小。特别适用于流动性大，经常变换地点的作业。 ()
178. 塔式起重机可分为自升式、整体快速拆装式和拼装式三种。 ()
179. 吊装工具主要有卷扬机、滑轮组、钢丝绳、横吊梁。 ()
180. 滑轮组由一定数量的定滑轮和动滑轮以及绳索组成。 ()
181. 吊索又称千斤绳，主要用于绑扎构件以便起吊，分为环状吊索和开口吊索两种。 ()
182. 钢板横吊梁是由3号钢钢板压制而成，一般用于吊装柱子。 ()
183. 钢管横吊梁一般用于吊装屋架，钢管长6~12m。 ()
184. 吊环应采用HPB300级或Q235钢筋制作，禁止使用冷加工钢筋。 ()
185. 中、小型柱一般采用一点绑扎，对牛腿柱，绑扎点一般在牛腿下200mm处。 ()



186. 屋架平卧迭层生产时, 迭层最多为 4 层, 并应设置隔离层。 ()
187. 施工现场质量管理应有相应的施工技术标准, 健全的质量管理体系、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。 ()
188. 建筑工程采用的主要材料、半成品、成品、建筑构配件、器具和设备均应进行现场验收, 并按各专业工程质量验收规范规定进行复验, 并应经监理工程师 (建设单位技术负责人) 检查认可。 ()
189. 相关各专业工种之间, 应进行交接检验, 并形成记录。 ()
190. 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行。 ()
191. 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位自行验收, 并应形成验收文件。 ()
192. 涉及结构安全的试块、试件以及有关材料, 应按规定进行见证取样检测。 ()
193. 检验批的质量无需按照主控项目和一般项目验收。 ()
194. 对涉及结构安全和使用功能的重要分部工程应进行抽样检测。 ()
195. 承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质。 ()
196. 工程的观感质量应由验收人员通过现场检查, 并应共同确认。 ()
197. 建筑工程质量验收应划分为单位 (子单位) 工程、分部 (子分部) 工程、分项工程和检验批。 ()
198. 分部工程的划分应按专业性质、建筑部位确定。 ()
199. 检验批的合格标准为主控项目和一般项目的质量经抽样检验合格; 具有完整的施工操作依据、质量检查记录。 ()
200. 当建筑工程质量不符合要求, 经返工重做或更换器具、设备的检验批, 应重新进行验收。 ()
201. 当建筑工程质量不符合要求, 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的检验批, 应予以验收。 ()
202. 当建筑工程质量不符合要求, 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求, 但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批, 可予以验收。 ()
203. 当建筑工程质量不符合要求, 经返工重做或加固处理的分项、分部工程, 虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求, 可按技术处理方案和协商文件进行验收。 ()
204. 当建筑工程质量不符合要求, 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程、单位 (子单位) 工程, 严禁验收。 ()
205. 单位工程完工后, 施工单位应自行组织有关人员进行检查评定, 并向建设单位提交工程验收报告。 ()
206. 建设单位收到工程报告后, 应由建设单位 (项目) 负责人组织施



工（含分包单位）、设计、监理等单位（项目）负责人进行单位（子单位）工程验收。（ ）

207. 单位工程质量验收合格后，建设单位应在规定时间内将工程竣工验收报告和有关文件，报建设行政主管部门备案。（ ）

208. 钢筋进场检验的方法是检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。（ ）

209. 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。（ ）

210. HPB235 级钢筋末端应作 180° 弯钩，其弯弧内直径不应小于钢筋直径的 2.5 倍，弯钩的弯后平直部分长度不应小于钢筋直径的 5 倍。（ ）

211. 当设计要求钢筋末端需作 135° 弯钩时，HRB335 级、HRB400 级钢筋的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 4 倍。（ ）

212. 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开。绑扎搭接接头中钢筋的横向净距不应小于钢筋直径，且不应小于 25mm。（ ）

213. 同一连接区段内，纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，对梁类、板类及墙类构件，不宜大于 25%。（ ）

214. 同一连接区段内，纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，对柱类构件，不宜大于 50%。（ ）

215. 同一连接区段内，纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，当工程中确有必要增大接头面积百分率时，对梁类构件，不应大于 50%。（ ）

216. 当柱中纵向受力钢筋直径大于 25mm 时，应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内各设置两个箍筋，其间距宜为 50mm。（ ）

217. 班组管理的工作内容，主要分为生产管理、技术管理、质量管理几个方面。（ ）

218. 工程成本是指完成一定量的工程所消耗的各种直接费和间接费的总和。（ ）

219. 特种作业人员必须经过专门安全培训并取得特种作业资格。（ ）

220. 用机械拉直钢筋，卡头要卡牢，地锚要结实牢固，拉筋沿线 2m 区域内禁止行人。（ ）

221. 展开盘圆钢筋要一头卡牢，防止回弹，切断时要用脚踩紧。（ ）

222. 切断小于 300mm 的短钢筋，应用钳子夹牢，禁止用手把扶，并应在外侧设防护笼罩。（ ）

223. 绑扎立柱、墙体钢筋，不得站在钢筋骨架上和攀登骨架上下。（ ）

224. 卷扬机操作人员必须看到指挥人员发出信号，并待所有人员离开危险



区后方可作业。 ()

225. 夜间工作照明设施, 应设在张拉危险区外, 若必须装设在场地上空时, 其高度应超过 5m, 灯泡应加防护罩, 导线不得用裸线。 ()

226. 使用钢筋弯曲机弯曲钢筋时, 工作台和弯曲机台面应保持水平, 作业前应准备好各种芯轴及工具, 检查并确认芯轴、挡铁轴、转盘等无裂纹和损伤, 防护罩坚固可靠, 空载运转正常后, 方可作业。 ()

227. 脚手架上可以码放钢筋, 但应分散堆放。 ()

228. 机械运行中停电时, 应立即切断电源。收工时应按顺序停机, 拉闸, 销好闸箱门, 清理作业场所。 ()

229. 电路故障必须由专业电工排除, 严禁非电工接、拆、修电气设备。 ()

230. 在高处 (2m 或 2m 以上)、深坑绑扎钢筋和安装钢筋骨架, 必须搭设脚手架或操作平台, 临边应搭设防护栏杆。 ()

231. 钢筋骨架安装, 下方严禁站人, 必须待骨架降落至楼、地面 1m 以内方准靠近, 就位支撑好, 方可摘钩。 ()

232. 绑扎和安装钢筋, 不得将工具、箍筋或短钢筋随意放在脚手架或模板上。 ()

233. 切断钢筋, 手与刀口的距离不得少于 100cm。 ()

234. 操作时要熟悉倒顺开关控制工作盘旋转的方向, 钢筋放置要和挡架、工作盘旋转方向相配合, 不得放反。 ()

235. 弯曲机运转中严禁更换芯轴、成型轴和变换角度及调速, 严禁在运转时加油或清扫。 ()

236. 钢筋闪光对焊前, 应清除钢筋与电极表面的锈皮和污泥, 使电极接触良好, 以避免出现“打火”现象。 ()

237. 对焊完毕不应过早松开夹具; 焊接接头尚处在高温时避免抛掷, 同时不得往高温接头上浇水, 较长钢筋对接时应安放在台架上操作。 ()

238. 拼装式塔式起重机在现阶段应用十分普遍。 ()

二、选择题 (将正确答案的序号填入括号内)

(一) 单选题

1. 室内正常环境是指 () 类环境。

A. 一 B. 二 a C. 二 b D. 三

2. 在一类环境下 C30 混凝土中, 当箍筋的直径为 8mm 时, 梁主筋最小保护层厚度为 ()。

A. 15mm B. 25mm C. 28mm D. 33mm

3. 在一类环境下 C25 混凝土中, 当箍筋的直径为 8mm 时, 柱主筋最小保护



层厚度为（ ）。

- A. 15mm B. 25mm C. 28mm D. 33mm

4. 在一类环境下 C30 混凝土中，板和墙外层钢筋最小保护层厚度为（ ）。

- A. 15mm B. 25mm C. 30mm D. 40mm

5. 基础中纵向受力钢筋最小保护层厚度为（ ）。

- A. 15mm B. 25mm C. 30mm D. 40mm

6. 在一类环境下 C25 混凝土中，板、墙、壳中外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于（ ）。

- A. 10mm B. 15mm C. 20mm D. 25mm

7. 梁、柱中的箍筋和构造钢筋的混凝土保护层厚度不应小于（ ）。

- A. 10mm B. 15mm C. 20mm D. 25mm

8. 在受拉钢筋锚固长度计算公式 $l_a = \alpha \frac{f_y}{f_t} d$ 中， α 为钢筋外形系数，对光面钢筋其取值为（ ）。

- A. 0.13 B. 0.14 C. 0.15 D. 0.16

9. 在受拉钢筋锚固长度计算公式 $l_a = \alpha \frac{f_y}{f_t} d$ 中， α 为钢筋外形系数，对带筋钢筋其取值为（ ）。

- A. 0.13 B. 0.14 C. 0.15 D. 0.16

10. 在受拉钢筋锚固长度计算公式 $l_a = \alpha \frac{f_y}{f_t} d$ 中， α 为钢筋外形系数，对螺旋肋钢丝其取值为（ ）。

- A. 0.13 B. 0.14 C. 0.15 D. 0.16

11. 在任何情况下，受拉钢筋的锚固长度不得小于（ ）。

- A. 200mm B. 250mm C. 300mm D. 350mm

12. 采用机械锚固措施时，锚固长度范围内的箍筋不应少于（ ）个，其直径不应小于纵向钢筋直径的 0.25 倍，其间距不应大于纵向钢筋直径的 5 倍。

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

13. 直径大于（ ）以上的钢筋，应优先采用焊接接头或机械连接接头。

- A. 6mm B. 8mm C. 10mm D. 12mm

14. 对梁、板、墙类构件，同一连接区段内，纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率不宜大于（ ）。

- A. 15% B. 25% C. 50% D. 75%

15. 对柱类构件，同一连接区段内，纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率不宜大于（ ）。



- A. 15% B. 25% C. 50% D. 75%
16. 梁、柱、剪力墙中的箍筋和拉筋的弯钩平直部分不应小于 $10d$ ，并不小于 ()。
- A. 50mm B. 75mm C. 100mm D. 150mm
17. 钢筋混凝土筏形基础的混凝土强度等级不应低于 ()。
- A. C20 B. C25 C. C30 D. C40
18. 筏形基础的钢筋间距不应小于 150mm，宜为 200 ~ 300mm，受力钢筋直径不宜小于 ()。
- A. 8mm B. 10mm C. 12mm D. 14mm
19. 对梁板式筏形基础，梁顶与板顶一平时称为 ()。
- A. 高板位 B. 中板位 C. 低板位 D. 一平板位
20. 对梁板式筏形基础，梁底与板底一平时称为 ()。
- A. 高板位 B. 中板位 C. 低板位 D. 一平板位
21. 对梁板式筏形基础，板在梁的中部时称为 ()。
- A. 高板位 B. 中板位 C. 低板位 D. 一平板位
22. JZL 为 () 的代号。
- A. 基础主梁 B. 基础次梁
C. 梁板筏基础平板 D. 柱下板带
23. LPB 为 () 的代号。
- A. 基础主梁 B. 基础次梁
C. 梁板筏基础平板 D. 柱下板带
24. ZXB 为 () 的代号。
- A. 基础主梁 B. 基础次梁
C. 梁板筏基础平板 D. 柱下板带
25. JZL7 (5B) 表示第 7 号基础主梁，5 跨，()。
- A. 两端有外伸 B. 一端有外伸
C. 两端均无外伸 D. B 端有外伸
26. 箱形基础的高度不应小于基础长边长度的 ()，并不宜小于 3m。
- A. 1/10 B. 1/15 C. 1/20 D. 1/25
27. 上弦支撑的代号为 ()。
- A. XC B. SC C. CC D. GX
28. 钢系杆的代号为 ()。
- A. XC B. SC C. CC D. GX
29. 当采用 HRB335 级钢筋时，柱的全部纵筋的最小配筋率为 ()。
- A. 0.6% B. 0.8% C. 1.0% D. 1.5%



30. 某厂房柱的编号为 BZ8b32-8F，下列对 BZ 解释正确的是（ ）。
A. 边柱 B. 中柱 C. 抗风柱 D. 牛腿柱
31. 某厂房柱的编号为 BZ8b32-8F，下列解释中正确的是（ ）。
A. 32 是配筋型号，8F 是柱模板号
B. 32 是柱模板号，8F 是配筋型号
C. 32 是柱模板号，8F 是下柱配筋型号
D. 32 是上柱配筋型号，8F 是柱模板号
32. 烟囱的编号形式为 YC80/1.7-0.35-X-150-Y，80 表示（ ）。
A. 烟囱高度 B. 烟囱上口内径
C. 基本风压 D. 地基承载力
33. 分项最细、子项目最多的一种定额称为（ ）。
A. 预算定额 B. 概算定额 C. 概算指标 D. 施工定额
34. 钢筋工程时间定额的单位是（ ）。
A. 工日/m B. 工日/m² C. 工日/m³ D. 工日/t
35. 1.5 砖墙的墙厚尺寸为（ ）m。
A. 0.178 B. 0.365 C. 0.49 D. 0.615
36. 已知机械台班消耗定额为 $\frac{0.25}{52}13$ ，那么，塔吊台班产量定额为（ ）根/台班。
A. 52 B. 13 C. 0.25 D. 4
37. 低合金钢筋两端采用螺杆锚具时，预应力钢筋按预留孔道长度（ ）计算。
A. -350mm B. +350mm C. +300mm D. 直接
38. 低合金钢筋一端采用墩头插片，另一端采用螺杆锚具时，预应力钢筋按预留孔道长度（ ）计算。
A. -350mm B. +350mm C. +300mm D. 直接
39. 低合金钢筋采用后张混凝土自锚时，预应力钢筋按预留孔道长度（ ）计算。
A. -350mm B. +350mm C. +300mm D. 直接
40. 梁高 1.8m，当采用曲线张拉时，后张法预应力钢丝束、钢绞线计算长度按直线长度乘以系数（ ）。
A. 1.015 B. 1.025 C. 1.02 D. 1.035
41. 弯起角度为 30°时，弯起钢筋净长 = （ ）。
A. $L - 2c + 2 \times 0.268H'$ B. $L - 2c + 2 \times 0.414H'$
C. $L - 2c + 2 \times 0.577H'$ D. $L - 2c + 2 \times 0.115H'$



42. 弯起角度为 45° 时, 弯起钢筋净长 = ()。
- A. $L - 2c + 2 \times 0.268H'$ B. $L - 2c + 2 \times 0.414H'$
 C. $L - 2c + 2 \times 0.577H'$ D. $L - 2c + 2 \times 0.115H'$
43. 45° 弯钩的钢筋弯曲调整值为 ()。
- A. $0.5d$ B. $0.85d$ C. $2d$ D. $2.5d$
44. 60° 弯钩的钢筋弯曲调整值为 ()。
- A. $0.5d$ B. $0.85d$ C. $2d$ D. $2.5d$
45. 90° 弯钩的钢筋弯曲调整值为 ()。
- A. $0.5d$ B. $0.85d$ C. $2d$ D. $2.5d$
46. 135° 弯钩的钢筋弯曲调整值为 ()。
- A. $0.5d$ B. $0.85d$ C. $2d$ D. $2.5d$
47. 坡高在 5m 以内的密实碎石土的边坡坡度允许值为 ()。
- A. 1:0.35 ~ 1:0.50 B. 1:0.50 ~ 1:0.75
 C. 1:0.75 ~ 1:1.00 D. 1:1.00 ~ 1:1.25
48. 坡高在 5m 以内的硬塑黏性土的边坡坡度允许值为 ()。
- A. 1:0.35 ~ 1:0.50 B. 1:0.50 ~ 1:0.75
 C. 1:0.75 ~ 1:1.00 D. 1:1.00 ~ 1:1.25
49. 对密实、中密的砂子和碎石类土 (充填物为砂土), 基坑 (槽) 和管沟不加支撑时的容许深度为 () m。
- A. 1.00 B. 1.25 C. 1.50 D. 2.00
50. 对硬塑、可塑的粉质粘土及粉土, 基坑 (槽) 和管沟不加支撑时的容许深度为 () m。
- A. 1.00 B. 1.25 C. 1.50 D. 2.00
51. 对硬塑、可塑的粘土和碎石类土 (充填物为黏性土), 基坑 (槽) 和管沟不加支撑时的容许深度为 () m。
- A. 1.00 B. 1.25 C. 1.50 D. 2.00
52. 对坚硬的粘土, 基坑 (槽) 和管沟不加支撑时的容许深度为 () m。
- A. 1.00 B. 1.25 C. 1.50 D. 2.00
53. 基坑、槽每边的宽度应比基础宽 () cm, 以便于设置支撑加固结构。
- A. 10 ~ 15 B. 15 ~ 20 C. 20 ~ 30 D. 30 ~ 50
54. 浅基坑、槽和管沟开挖时, 挖土应自上而下水平分段分层进行, 每层 () 左右。
- A. 0.3m B. 0.5m C. 0.8m D. 1.2m
55. 一级基坑围护结构墙顶位移监控值为 ()。



- A. 3cm B. 6cm C. 8cm D. 10cm
56. 二级基坑围护结构墙顶位移监控值为（ ）。
- A. 3cm B. 6cm C. 8cm D. 10cm
57. 三级基坑围护结构墙顶位移监控值为（ ）。
- A. 3cm B. 6cm C. 8cm D. 10cm
58. 在基坑的两侧或四周设置排水明沟，在基坑四角或每隔（ ）设置集水井，使基坑渗出的地下水通过排水明沟汇集于集水井内，然后用水泵将其排出基坑外。
- A. 10~20m B. 20~30m C. 30~40m D. 40~50m
59. 当基坑宽度小于6m，且降水深度不超过（ ）时，可采用单排井点，布置在地下水上游一侧。
- A. 3m B. 4m C. 5m D. 6m
60. 井点管的埋设可用射水法、钻孔法和冲孔法成孔，井孔直径不宜大于300mm，孔深宜比滤管底深（ ）m。
- A. 0.5~1.0 B. 1.0~2.0 C. 2.0~3.0 D. 3.0~4.0
61. HPB235级钢筋的冷拉率不宜大于（ ）。
- A. 1% B. 2% C. 3% D. 4%
62. 夏季浇筑混凝土C25，混凝土从搅拌机中卸出到浇筑完毕的延续时间不宜超过（ ）min。
- A. 60 B. 90 C. 120 D. 180
63. 冬季浇筑混凝土C25，混凝土从搅拌机中卸出到浇筑完毕的延续时间不宜超过（ ）min。
- A. 60 B. 90 C. 120 D. 180
64. 浇筑竖向结构混凝土前，应先在底部浇入（ ）mm厚与混凝土成分相同的水泥砂浆，以避免产生蜂窝麻面现象。
- A. 50~100 B. 100~200 C. 200~300 D. 300~50
65. 标准养护指混凝土在温度为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 和相对湿度为（ ）以上的潮湿环境或水中进行的养护。
- A. 60% B. 70% C. 80% D. 90%
66. “QT”为（ ）起重机的型号。
- A. 履带式 B. 汽车式 C. 塔式 D. 轮胎式
67. 吊环埋入柱内长度不应小于（ ），并应焊接或绑扎在钢筋骨架上。
- A. 20d B. 30d C. 40d D. 50d
68. 屋架平卧叠层生产时，叠层最多为（ ）层。
- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5



69. 后张法预应力屋架，孔道灌浆后，端部锚具应用 C40 细石混凝土封闭。
 A. C20 B. C30 C. C40 D. C50
70. 箍筋内净尺寸的加工允许偏差为 ()。
 A. ± 5 B. ± 10 C. ± 15 D. ± 20
71. 受力钢筋顺长度方向全长净尺寸的加工允许偏差为 ()。
 A. ± 5 B. ± 10 C. ± 15 D. ± 20
72. 弯起钢筋弯折位置的加工允许偏差为 ()。
 A. ± 5 B. ± 10 C. ± 15 D. ± 20
73. 高处作业时，脚手板的宽度不得小于 () cm。
 A. 20 B. 30 C. 40 D. 50
74. 在地震设防区，天然地基上的箱形基础或筏形基础其埋深不宜小于建筑物高度的 ()。
 A. 1/10 B. 1/15 C. 1/18 D. 1/20
75. 内爬式起重机的代号是 ()。
 A. Z B. P C. L D. U
76. 下回转式起重机的代号是 ()。
 A. Z B. P C. A D. U
77. QTZ100 是某种塔式起重机的型号，“100”指的是 ()。
 A. 起重量 B. 起重高度 C. 起重力矩 D. 回转半径

(二) 多选题

1. 下列环境中，属于二 a 环境类别的有 ()。
 A. 室内正常环境
 B. 非严寒和非寒冷地区的露天环境
 C. 室内潮湿环境
 D. 与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
2. 钢筋和混凝土之间的结锚固作用由 () 等几部分组成。
 A. 胶结力 B. 摩阻力
 C. 咬合力 D. 机械锚固力
3. 当符合下列条件之一时，钢筋基本锚固长度应进行修正：()
 A. 直径 $> 25\text{mm}$ 的带筋钢筋
 B. 环氧树脂涂层带筋钢筋
 C. 钢筋在混凝土施工过程中易受扰动
 D. 抗震地区，当实际配筋面积大于设计计算配筋面积时
4. 钢筋连接方式，可分为 () 等几种。
 A. 绑扎连接 B. 焊接 C. 机械连接 D. 锚固连接



5. 柱下板带与跨中板带的集中标注的内容有（ ）。
 - A. 编号
 - B. 底部与顶部贯通纵筋
 - C. 截面尺寸
 - D. 底部附加非贯通纵筋
6. 预应力混凝土折线型屋架的（ ）均为现浇混凝土杆件。
 - A. 上弦杆
 - B. 下弦杆
 - C. 腹杆
 - D. 端杆
7. 屋架与柱顶连接节点方案，在（ ）时，采用焊接节点。
 - A. 非抗震设计
 - B. 6度设防
 - C. 7度设防
 - D. 8度设防
8. 《05G335》的适用范围包括（ ）。
 - A. 6度的各类场地
 - B. 7度的各类场地
 - C. 8度的Ⅰ~Ⅲ类场地
 - D. 9度的Ⅰ类场地
9. 《05G335》的适用环境包括（ ）。
 - A. 一类
 - B. 二类
 - C. 三类
 - D. 四类
10. 遇有（ ）等情况时，根据《05G335》选用柱子时应采取相应措施后方可使用。
 - A. 处于侵蚀性介质的环境、柱子表面温度高于 100℃，或有生产热源且柱子表面温度经常高于 60℃的厂房
 - B. 设有柔性下弦拉杆的屋架，对排架产生跨变影响的厂房
 - C. 大面积堆料或有较大振动设备对柱不利的厂房
 - D. 修建在湿陷性黄土、冻土、膨胀土地区等特殊地基上的厂房
11. 下列钢筋中可以用作吊环的有（ ）。
 - A. 未经冷拉的 HPB300
 - B. 未经冷拉的 Q235
 - C. 未经冷拉的 HRB335
 - D. 未经冷拉的 RRB400
12. 在制定钢筋混凝土工程的施工方法时应考虑的内容有（ ）等。
 - A. 模板类型及支模方法
 - B. 钢筋的加工、绑扎和焊接方法
 - C. 选择混凝土的制备方案
 - D. 确定施工缝的留设位置
13. 在制定结构吊装工程的施工方法时应考虑的内容有（ ）等。
 - A. 选择吊装机械的型号和数量
 - B. 确定吊装方法、顺序，布置吊车行驶路线
 - C. 流水施工的组织
 - D. 考虑构件的运输、装卸、堆放方法
14. 施工准备工作计划的内容有（ ）等。
 - A. 技术准备
 - B. 现场准备

技能要求试题

一、流水施工组织

1. 考件图样

某工程流水节拍一览表				
施工过程 \ 施工段	I	II	III	IV
A	5	4	2	3
B	5	6	6	4
C	4	4	5	6
D	3	2	2	4
E	6	6	6	6
F	5	5	4	4

技术要求:

	名称	
	材料	

2. 准备要求

图样、计算纸、铅笔、计算器、三角板。

3. 考核内容

(1) 条件

- 1) 考件图样为某工程流水节拍一览表。
- 2) 无施工搭接，无技术和组织间歇。
- 3) 工期尽量提前。

(2) 要求

- 1) 计算各施工过程的流水步距。
- 2) 计算总工期。
- 3) 画出流水施工进度计划横道图。

(3) 时间 时间为1h。

4. 评分标准 (每超过1分钟扣2分, 每提前2分钟加1分, 最高加5分)



序号	作业项目	考核内容	配分	评分标准	考核记录	扣分	得分
1	流水步距	计算公式	3 * 5	公式正确			
		计算过程	7 * 5	数字代入正确, 结果正确			
2	工期	计算公式	5	公式正确			
		计算结果	5	结果正确			
3	进度计划表	绘制正确	30	表格内容完整, 线条长短正确			
		图面整洁	10	图面干净、整洁			
4	合计		100				

二、施工方案编制

1. 条件

1) 某工程为四幢五层混合结构住宅, 基础采用钢筋混凝土条形基础。

2) 基础工程分挖基槽、打垫层、支模板、绑扎钢筋、浇筑混凝土、养护、回填土七个施工过程, 每一幢作为一个流水段组织流水施工。

3) 七个施工过程在每一个流水段上的作业时间分别是 3、1、3、3、2、3、2 天。垫层浇筑完毕后续有 2 天的技术间隙。

4) 基础工程的计划工期为 32 天。

2. 准备要求

图纸、计算纸、铅笔、计算器、《施工手册》、教材等相关资料。

3. 考核内容

1) 试组织该基础工程的流水施工, 计算流水步距和流水工期, 绘制基础工程施工施工进度计划表。

2) 编制钢筋工程的施工方案。

① 工艺流程。

② 人员配备。

③ 材料选择与检验。

④ 钢筋配料, 包括配料顺序与下料长度计算。

⑤ 钢筋加工。

⑥ 钢筋安装。

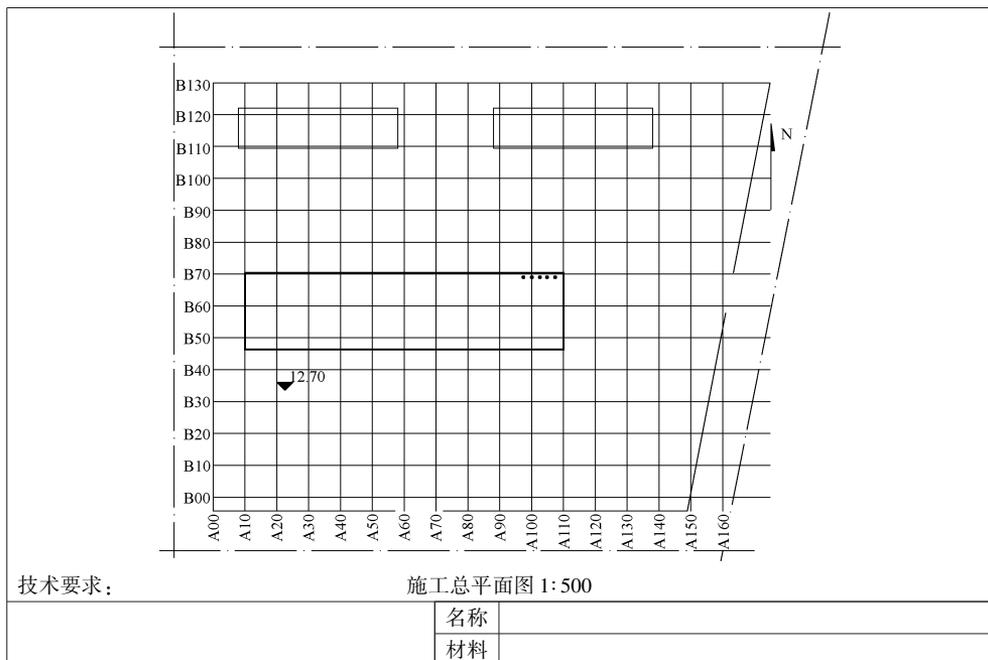
⑦ 质量保证措施。

3) 时间。时间为 3h。



三、施工总平面图绘制

1. 考件图样



2. 准备要求

图纸、图版、铅笔、丁字尺、三角板、计算器、《施工手册》、教材等相关资料。

3. 考核内容

(1) 条件

- 1) 新建工程为一幢五层框架结构办公楼，地面以上高度 19m。
- 2) 上部结构为现浇整体式框架结构，填充墙为空心砖。基础已经施工完毕。

3) 主体工程的计划工期为 60 天。

(2) 要求

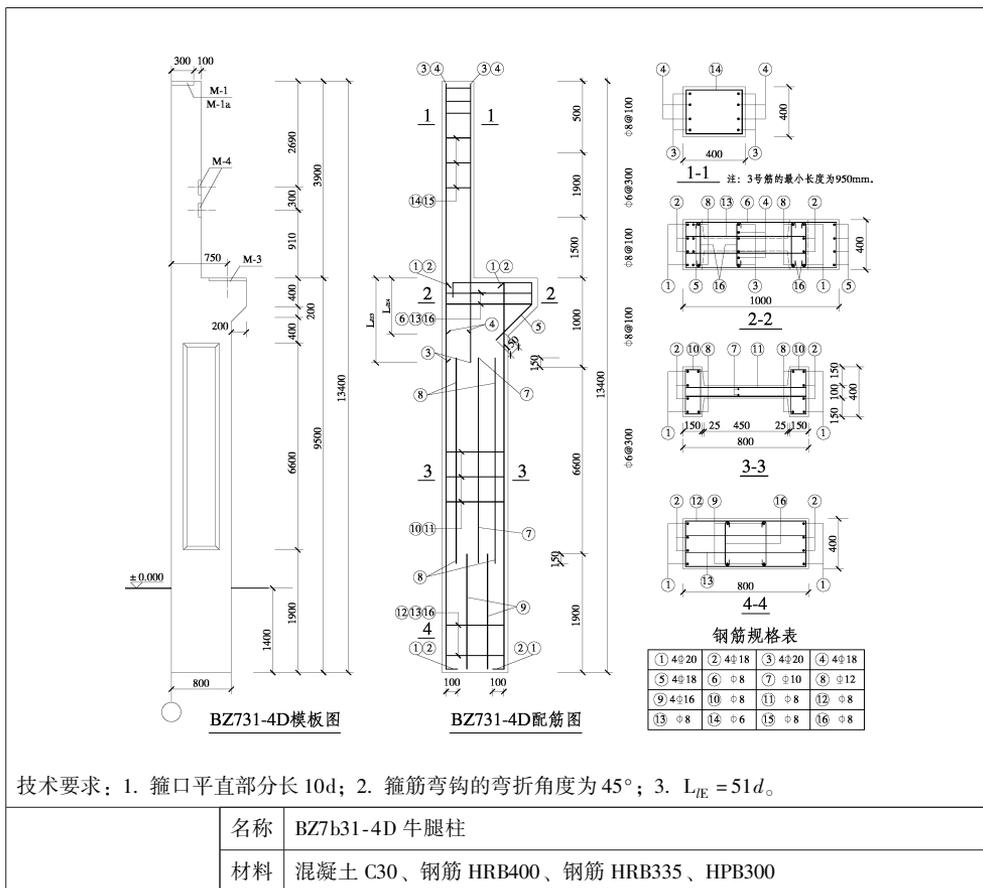
- 1) 首先选择塔吊的型号。
- 2) 布置搅拌机及砂、石、水泥堆场。
- 3) 布置钢筋加工车间、木工车间等。
- 4) 布置临时道路及水电管线及消防设施等。
- 5) 绘制施工总平面图。

(3) 时间 时间为 1h。



四、牛腿柱钢筋配料

1. 考件图样



2. 准备要求

- 1) 工具：三角板、计算纸、铅笔、计算器、钢笔。
- 2) 熟悉钢筋下料长度计算方法和规则。
- 3) 资料准备：《施工手册》、教材等相关资料。

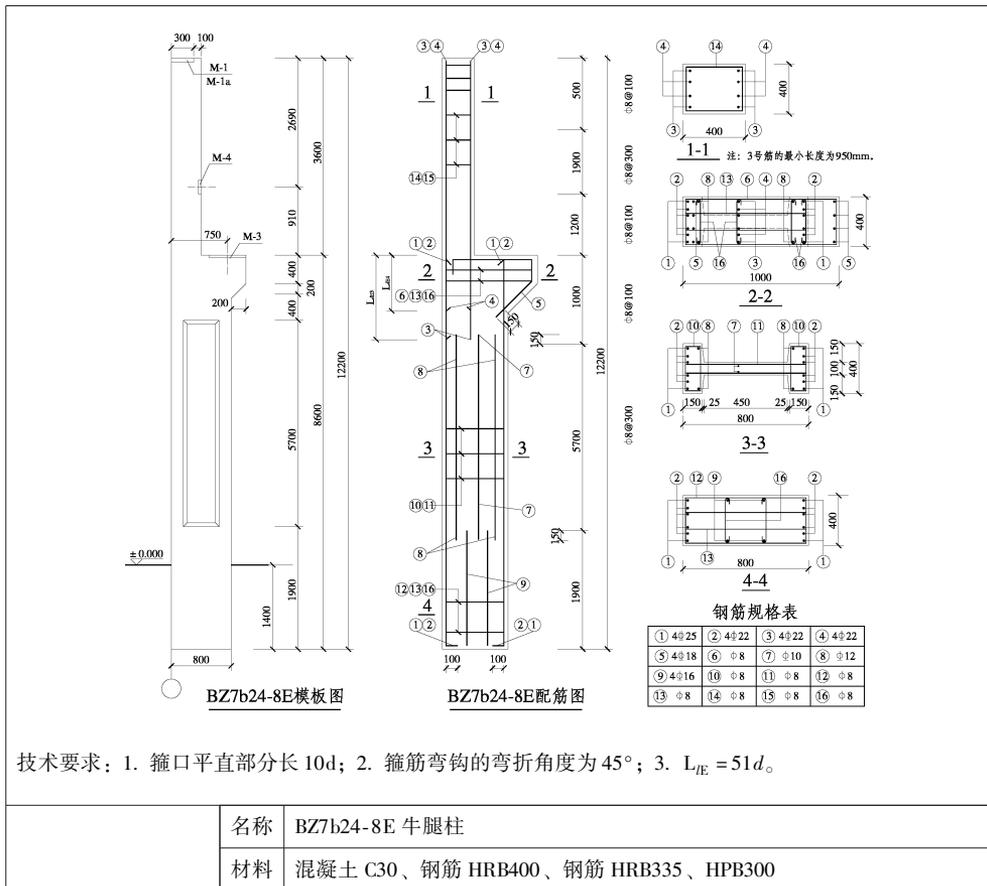
3. 考核内容

- 1) 根据考件图样绘制①~④钢筋大样，比例 1:20。
- 2) 绘制①~⑯钢筋简图，计算①~⑯钢筋下料长度。
- 3) 编制钢筋配料单（①~⑯钢筋）。
- 4) 时间。时间为 4h。



五、BZ7b24-8E 牛腿柱钢筋配料

1. 考件图样



2. 准备要求

- 1) 工具：三角板、计算纸、铅笔、计算器、钢笔。
- 2) 熟悉钢筋下料长度计算方法和规则。
- 3) 资料准备：《施工手册》、教材等相关资料。

3. 考核内容

- 1) 根据考件图样绘制⑤~⑩钢筋大样，比例 1:20。
- 2) 绘制①~⑯钢筋简图，计算①~⑯钢筋下料长度。
- 3) 编制钢筋配料单（①~⑯钢筋）。
- 4) 时间。时间为 4h。

模拟试卷样例

知识要求试题（100分）

一、判断题（对画“√”，错画“×”，每小题1分，共20分）

1. 钢筋基本锚固长度，取决于钢筋强度及混凝土抗拉强度，并与钢筋外形有关。（ ）
2. 当钢筋在混凝土施工过程中易受扰动（如滑模施工）时，其锚固长度应乘以修正系数1.25。（ ）
3. 轴心受拉及小偏心受拉杆件（如桁架和拱的拉杆）的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接接头。（ ）
4. 直接承受动力荷载的结构构件，其纵向钢筋不宜采用焊接接头。（ ）
5. 梁板式筏基的板厚不应小于400mm，且板厚与板格的最小跨度之比不宜小于1/20。（ ）
6. 平板式筏基的板厚应满足受冲切承载力的要求，板厚不宜小于300mm。（ ）
7. B4 Φ 25；T7 Φ 25 表示梁的顶部配置4 Φ 25 的贯通纵筋，梁的底部配置7 Φ 25 的贯通纵筋。（ ）
8. G6 Φ 16 + 4 Φ 16，表示梁腹板高度 h_w 较高侧面配置6 Φ 16，另一侧面配置4 Φ 16 纵向构造钢筋。（ ）
9. 柱的箍筋 ϕ 6 可用牌号为 Q235 的 ϕ 6.5 代替。（ ）
10. 工程概况和施工特点分析包括工程建设概况、工程建设地点特征、建筑设计概况、施工条件和工程施工特点分析五方面内容。（ ）
11. 单位工程施工进度计划必须用横道图表示。（ ）
12. 定额就是规定的额度和限度，即标准或尺度。（ ）
13. 施工定额并不是施工企业的商业机密，应作为社会资源进行共享。（ ）
14. 技术交底是指在工程开工前，由上级技术负责人就施工中的有关技术问题向执行者进行交待的工作，是施工企业技术管理的一项重要环节与制度。（ ）
15. 挖方上边缘至土堆坡脚的距离，当土质干燥密实时，不得小于5m；当土质松软时，不得小于3m。（ ）
16. 开挖深度大于7m，周围环境无特别要求的基坑为三级基坑。（ ）
17. 截水是指利用截水帷幕切断基坑外的地下水流入基坑内部。通常采用注



浆、旋喷法、深层搅拌水泥土桩挡墙等作为截水帷幕。（ ）

18. 现浇整体式钢筋混凝土结构的主要施工程序为测量放线——支模板——绑扎钢筋——浇注混凝土——养护——拆模板。（ ）

19. 非承重模板应在混凝土强度达到所规定的强度时，方能拆除。（ ）

20. 为了使混凝土振捣密实，混凝土必须一次浇筑，不能分层。（ ）

二、选择题（将正确答案的序号写在各题的括号内，每小题1分，共80分）

（一）单选题（每小题2分，共60分）

1. 室内正常环境是指（ ）类环境。

- A. 一 B. 二 a C. 二 b D. 三

2. 梁主筋最小保护层厚度为（ ）。

- A. 15mm B. 25mm C. 30mm D. 40mm

3. 在受拉钢筋锚固长度计算公式 $l_a = \alpha \frac{f_y}{f_t} d$ 中， α 为钢筋外形系数，对光面钢筋其取值为（ ）。

- A. 0.13 B. 0.14 C. 0.15 D. 0.16

4. 在任何情况下，受拉钢筋的锚固长度不得小于（ ）。

- A. 200mm B. 250mm C. 300mm D. 350mm

5. 采用机械锚固措施时，锚固长度范围内的箍筋不应少于（ ）个，其直径不应小于纵向钢筋直径的0.25倍，其间距不应大于纵向钢筋直径的5倍。

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

6. 直径大于（ ）以上的钢筋，应优先采用焊接接头或机械连接接头。

- A. 6mm B. 8mm C. 10mm D. 12mm

7. 对柱类构件，同一连接区段内，纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率不宜大于（ ）。

- A. 15% B. 25% C. 50% D. 75%

8. 梁、柱、剪力墙中的箍筋和拉筋的弯钩平直部分不应小于 $10d$ ，并不小于（ ）。

- A. 50mm B. 75mm C. 100mm D. 150mm

9. 钢筋混凝土筏形基础的混凝土强度等级不应低于（ ）。

- A. C20 B. C25 C. C30 D. C40

10. 筏形基础的钢筋间距不应小于150mm，宜为200~300mm，受力钢筋直径不宜小于（ ）。

- A. 8mm B. 10mm C. 12mm D. 14mm

11. 对梁板式筏形基础，梁顶与板顶一平时称为（ ）。

- A. 高板位 B. 中板位 C. 低板位 D. 一平板位



- A. -350mm B. +350mm C. +300mm D. 直接
25. 弯起角度为 45° 时，弯起钢筋净长 = ()。
- A. $L - 2c + 2 \times 0.268H'$ B. $L - 2c + 2 \times 0.414H'$
 C. $L - 2c + 2 \times 0.577H'$ D. $L - 2c + 2 \times 0.115H'$
26. 45° 弯钩的钢筋弯曲调整值为 ()。
- A. $0.5d$ B. $0.85d$ C. $2d$ D. $2.5d$
27. 坡高在 5m 以内的硬塑黏性土的边坡坡度允许值为 ()。
- A. 1:0.35 ~ 1:0.50 B. 1:0.50 ~ 1:0.75
 C. 1:0.75 ~ 1:1.00 D. 1:1.00 ~ 1:1.25
28. 对密实、中密的砂子和碎石类土（充填物为砂土），基坑（槽）和管沟不加支撑时的容许深度为 () m。
- A. 1.00 B. 1.25 C. 1.50 D. 2.00
29. HPB300 级钢筋的冷拉率不宜大于 ()。
- A. 1% B. 2% C. 3% D. 4%
30. 夏季浇注混凝土 C25，混凝土从搅拌机中卸出到浇筑完毕的延续时间不宜超过 () min。
- A. 60 B. 90 C. 120 D. 180

(二) 多选题（每小题 2 分，共 20 分。每答对 1 项得 0.5 分，全对得 2 分，有错误选项不得分。）

- 钢筋和混凝土之间的结锚固作用由 () 等几部分组成。

A. 胶结力 B. 摩阻力
 C. 咬合力 D. 机械锚固力
- 当符合下列条件之一时，钢筋基本锚固长度应进行修正：()

A. 直径 $> 25\text{mm}$ 的 HRB335、HRB400 和 RRB400 级钢筋
 B. HRB335，HRB400 和 RRB400 级环氧树脂涂层钢筋
 C. 钢筋在混凝土施工过程中易受扰动
 D. 钢筋在锚固区的混凝土保护层厚度大于钢筋直径的 3 倍且配有箍筋
- 钢筋连接方式，可分为 () 等几种。

A. 绑扎搭接 B. 焊接 C. 机械连接 D. 锚固连接
- 柱下板带与跨中板带的集中标注的内容有 ()。

A. 编号 B. 底部与顶部贯通纵筋
 C. 截面尺寸 D. 底部附加非贯通纵筋
- 预应力混凝土折线型屋架的 () 均为现浇混凝土杆件。

A. 上弦杆 B. 下弦杆 C. 腹杆 D. 端杆
- 下列材料中属于周转性材料的有 ()。

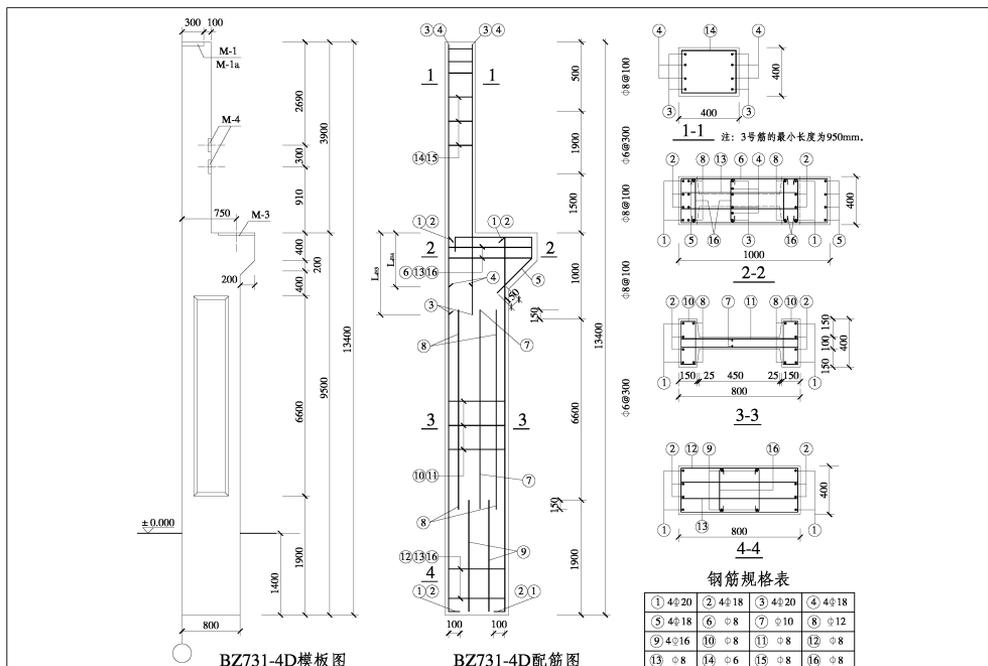


- A. 挡土板 B. 模板 C. 支架 D. 脚手架
7. 实体消耗性材料消耗定额的制定方法有 ()。
- A. 现场观测法 B. 试验室试验法
C. 统计分析法 D. 理论计算法
8. 技术交底的形式可采用 () 等。
- A. 书面交底 B. 会议交底 C. 样板交底 D. 岗位交底
9. 模板工程中的支撑有 () 几种。
- A. 卡具及柱箍 B. 支柱
C. 桁架 D. 钢筋
10. 手工除锈的方法有 () 等。
- A. 钢丝刷擦锈 B. 砂堆擦锈
C. 机油除锈 D. 麻袋砂包擦锈

技能要求试题样例 (100 分)

牛腿柱钢筋配料

1. 考件图样



技术要求: 1. 箍口平直部分长 $10d$; 2. 箍筋弯钩的弯折角度为 45° ; 3. $L_{1E} = 51d$ 。

名称	BZ7b31-4D 牛腿柱
材料	混凝土 C30、钢筋 HRB400、钢筋 HRB335、HPB235



2. 准备要求

- 1) 工具：三角板、计算纸、铅笔、计算器、钢笔。
- 2) 熟悉钢筋下料长度计算方法和规则。
- 3) 资料准备：《施工手册》、教材等相关资料。

3. 考核内容

- 1) 根据考件图样绘制①~④钢筋大样，比例 1:20。
- 2) 绘制①~⑩钢筋简图，计算①~⑩钢筋下料长度。
- 3) 编制钢筋配料单（①~⑩钢筋）。
- 4) 时间 时间为4h。

4. 评分标准（每超过1分钟扣1分，每提前2分钟加1分，最高加20分）

序号	作业项目	考核内容	配分	评分标准	考核记录	扣分	得分
1	钢筋放样	形状	2 * 4	外形正确，包括弯起角度			
		精度	3 * 4	根据施工图精确绘制			
2	钢筋简图	形状	10	公式正确			
		各部分尺寸	10	标注正确			
3	下料长度计算	公式	10	公式正确，保护层厚度正确，弯曲调整值正确			
		数据代入	15	数据代入正确			
		结果	5	结果正确			
4	钢筋配料单	绘制正确	25	表格内容完整，填写正确			
		图面整洁	5	图面干净、整洁			
5	合计		100				

答案部分

知识要求试题

一、判断题

- | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. × | 2. √ | 3. √ | 4. √ | 5. × | 6. √ | 7. √ | 8. × | 9. × |
| 10. √ | 11. √ | 12. × | 13. √ | 14. × | 15. √ | 16. √ | 17. √ | 18. √ |
| 19. × | 20. × | 21. × | 22. √ | 23. √ | 24. √ | 25. √ | 26. × | 27. × |
| 28. √ | 29. √ | 30. √ | 31. √ | 32. √ | 33. × | 34. √ | 35. √ | 36. √ |
| 37. √ | 38. √ | 39. √ | 40. × | 41. × | 42. √ | 43. √ | 44. √ | 45. √ |
| 46. √ | 47. √ | 48. √ | 49. × | 50. √ | 51. × | 52. √ | 53. √ | 54. √ |
| 55. √ | 56. √ | 57. × | 58. √ | 59. √ | 60. √ | 61. √ | 62. √ | 63. √ |
| 64. √ | 65. √ | 66. √ | 67. √ | 68. √ | 69. √ | 70. √ | 71. √ | 72. √ |
| 73. × | 74. √ | 75. × | 76. √ | 77. × | 78. √ | 79. √ | 80. × | 81. √ |
| 82. √ | 83. × | 84. √ | 85. √ | 86. √ | 87. × | 88. √ | 89. √ | 90. × |
| 91. √ | 92. √ | 93. √ | 94. √ | 95. √ | 96. × | 97. × | 98. √ | 99. √ |
| 100. √ | 101. √ | 102. × | 103. √ | 104. × | 105. √ | 106. √ | 107. √ | 108. √ |
| 109. √ | 110. √ | 111. √ | 112. √ | 113. √ | 114. √ | 115. √ | 116. √ | 117. √ |
| 118. √ | 119. √ | 120. √ | 121. × | 122. × | 123. × | 124. √ | 125. √ | 126. √ |
| 127. √ | 128. √ | 129. √ | 130. √ | 131. √ | 132. √ | 133. √ | 134. √ | 135. × |
| 136. × | 137. √ | 138. √ | 139. √ | 140. √ | 141. √ | 142. × | 143. √ | 144. √ |
| 145. × | 146. √ | 147. √ | 148. √ | 149. √ | 150. √ | 151. √ | 152. √ | 153. √ |
| 154. √ | 155. √ | 156. √ | 157. √ | 158. √ | 159. √ | 160. √ | 161. √ | 162. × |
| 163. √ | 164. √ | 165. × | 166. √ | 167. √ | 168. √ | 169. √ | 170. √ | 171. √ |
| 172. × | 173. √ | 174. √ | 175. √ | 176. √ | 177. √ | 178. √ | 179. √ | 180. √ |
| 181. √ | 182. √ | 183. √ | 184. √ | 185. √ | 186. √ | 187. √ | 188. × | 189. √ |
| 190. √ | 191. × | 192. √ | 193. × | 194. √ | 195. √ | 196. √ | 197. √ | 198. √ |
| 199. √ | 200. √ | 201. √ | 202. √ | 203. √ | 204. √ | 205. √ | 206. √ | 207. √ |
| 208. √ | 209. √ | 210. × | 211. √ | 212. √ | 213. √ | 214. √ | 215. √ | 216. √ |



217. √ 218. √ 219. √ 220. √ 221. √ 222. √ 223. √ 224. √ 225. √
 226. √ 227. × 228. √ 229. √ 230. √ 231. √ 232. √ 233. × 234. √
 235. √ 236. √ 237. √ 238. ×

二、选择题

(一) 单选题

1. A 2. C 3. D 4. A 5. D 6. C 7. B 8. D 9. B
 10. A 11. A 12. C 13. D 14. B 15. C 16. B 17. C 18. C
 19. A 20. C 21. B 22. A 23. C 24. D 25. A 26. C 27. B
 28. D 29. A 30. A 31. B 32. A 33. D 34. D 35. B 36. A
 37. A 38. D 39. B 40. B 41. A 42. B 43. A 44. B 45. C
 46. D 47. A 48. D 49. A 50. B 51. C 52. D 53. B 54. A
 55. A 56. B 57. C 58. C 59. D 60. A 61. D 62. B 63. C
 64. A 65. D 66. C 67. B 68. B 69. C 70. A 71. B 72. D
 73. A 74. B 75. B 76. C 77. C

(二) 多选题

1. BCD 2. ABC 3. ABCD 4. ABC 5. ABC 6. ABD
 7. ABC 8. ABC 9. AB 10. ABCD 11. AB 12. ABCD
 13. ABD 14. ABCD 15. ABC 16. ACD 17. ABCD 18. AD
 19. AB 20. BCD 21. ABCD 22. ABCD 23. ABCD 24. ABCD
 25. ACD 26. AD 27. BCD 28. ABCD 29. AB 30. BCD
 31. ABC 32. ABD 33. ABCD 34. ABC 35. ACDFH 36. ABD
 37. BD 38. AC 39. ACD 40. ABCD 41. BCD 42. AB
 43. B 44. BCD 45. AB 46. BCD 47. ABD

模拟试卷样例

一、判断题

1. √ 2. × 3. √ 4. √ 5. × 6. × 7. × 8. √ 9. √
 10. √ 11. × 12. √ 13. × 14. √ 15. × 16. × 17. √ 18. √
 19. × 20. ×

二、选择题

(一) 单选题

1. A 2. B 3. B 4. B 5. C 6. D 7. C 8. B 9. C



10. C 11. A 12. A 13. A 14. C 15. B 16. A 17. B 18. A
19. D 20. D 21. B 22. A 23. A 24. D 25. B 26. A 27. D
28. A 29. D 30. B

(二) 多选题

1. ABCD 2. ABCD 3. ABC 4. ABC 5. ABD 6. ABCD
7. ABCD 8. ABCD 9. ABC 10. ABD

参 考 文 献

- [1] 04G101—3 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（筏形基础）[M]. 北京：中国计划出版社，2006.
- [2] 04G101—1 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土框架、剪力墙、框架-剪力墙、框支剪力墙结构）[M]. 北京：中国计划出版社，2006.
- [3] 04G415—1 预应力混凝土折线型屋架（预应力钢筋为钢绞线跨度 18~30m）[M]. 北京：中国建筑标准设计研究院，2005.
- [4] 05G212 钢筋混凝土烟囱 [M]. 北京：中国计划出版社，2006.
- [5] 05G335 单层工业厂房钢筋混凝土柱 [M]. 北京：中国计划出版社，2007.
- [6] 陈青来. 钢筋混凝土结构平法设计与施工规则 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2007.
- [7] 建筑结构构造资料集：中 [M]. 2 版. 北京：中国建筑工业出版社，2008.
- [8] JGJ 6—2011 高层建筑箱形与筏形基础技术规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2011.
- [9] GB 50007—2011 建筑地基基础设计规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2011.
- [10] GB 50011—2010 建筑抗震设计规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2010.
- [11] JGJ 18—2012 钢筋焊接及验收规程 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2012.
- [12] JGJ 107—2010 钢筋机械连接通用技术规程 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2010.
- [13] JGJ 95—2011 冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2011.
- [14] 《建筑施工手册》编写组. 建筑施工手册：缩印本 [M]. 4 版. 北京：中国建筑工业出版社，2003.
- [15] 建筑专业《职业技能鉴定教材》编审委员会. 钢筋工：中级 [M]. 北京：中国劳动社会保障出版社，1999.
- [16] GB 50300—2001 建筑工程施工质量验收统一标准 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2001.
- [17] GB 50204—2002 混凝土结构工程施工质量验收规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2002.
- [18] 汪绯. 建筑工程质量事故的分析与处理 [M]. 北京：化学工业出版社，2006.
- [19] GB 50010—2010 混凝土结构设计规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2010.

读者信息反馈表

亲爱的读者：

您好！感谢您购买《钢筋工（高级）第2版》（闫成德 编）一书。为了更好地为您服务，我们希望了解您的需求以及对我社教材的意见和建议，愿这小小的表格在我们之间架起一座沟通的桥梁。另外，如果您在培训中选用了本教材，我们将免费为您提供与本教材配套的电子课件。

姓 名		所在单位名称	
性 别		所从事工作（或专业）	
通信地址		邮 编	
办公电话		移动电话	
E-mail		QQ	
1. 您选择图书时主要考虑的因素（在相应项后面画√） 出版社（ ） 内容（ ） 价格（ ） 其他：_____			
2. 您选择我们图书的途径（在相应项后面画√） 书目（ ） 书店（ ） 网站（ ） 朋友推介（ ） 其他：_____			
希望我们与您经常保持联系的方式： <input type="checkbox"/> 电子邮件信息 <input type="checkbox"/> 定期邮寄书目 <input type="checkbox"/> 通过编辑联络 <input type="checkbox"/> 定期电话咨询			
您关注（或需要）哪些类图书和教材： _____			
您对本书的意见和建议（欢迎您指出本书的疏漏之处）：			
您近期的著书计划：			

请联系我们——

地 址 北京市西城区百万庄大街 22 号 机械工业出版社技能教育分社

邮 编 100037

社长电话 (010)88379083 88379080

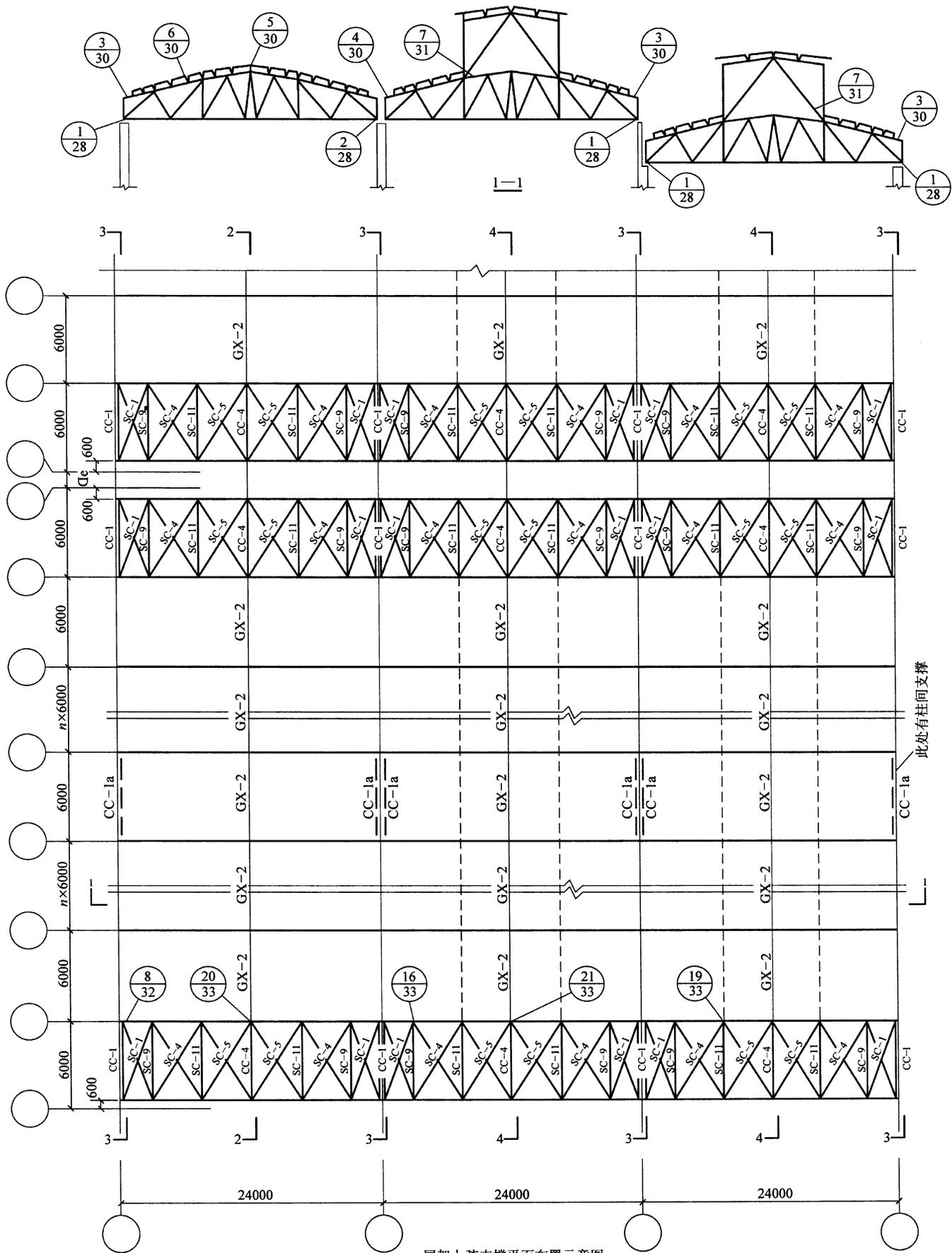
传 真 (010)68329397

营销编辑 (010)88379534 88379535

免费电子课件索取方式：

网上下载 www.cmpedu.com

邮箱索取 jnfs@cmpbook.com



屋架上弦支撑平面布置示意图

图 1-20 上弦支撑平面布置图

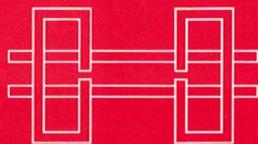


领你入门 帮你取证踏上理想之岗
教你技能 助你成功步入人才殿堂

- ▶ 覆盖面广——多工种多层次 任你选
- ▶ 实用性强——重专业重技能 上手快
- ▶ 编排科学——分级别分领域 易培训
- ▶ 检测便捷——题库试卷答案 全具备



更多职业技能培训、
鉴定教材，请关注：
机工技能教育



咨询热线

机械工业出版社技能教育分社

社长电话：(010)88379083 88379080

传 真：(010)68329397

营销编辑：(010)88379534 88379535

QQ 476472813



免费电子课件索取方式：

网上下载：www.cmpedu.com

邮箱索取：jnfs@cmpbook.com

Q Q索取：476472813

地址：北京市百万庄大街22号

邮政编码：100037

电话服务

社服务中心：010-88361066

销售一部：010-68326294

销售二部：010-88379649

读者购书热线：010-88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-47210-0

上架指导：工业技术 / 建筑工程 / 建筑施工

ISBN 978-7-111-47210-0



9 787111 472100 >

定价：35.00元