



建设工程常用图表手册系列

JIANSHI GONGCHENG CHANGYONG TUBIAO SHOUCHE XILIE



混凝土工程 常用图表手册

HUNNINGTU GONGCHENG
CHANGYONG TUBIAO SHOUCHE

◎ 经东风 主编

- 数据资料 全面详实
- 图表索引 形式新颖
- 查阅检索 方便快捷
- 一书在手 工作好帮手！



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

建设工程常用图表手册系列

混凝土工程常用图表手册

经东风 主编



机械工业出版社

本书依据《混凝土结构设计规范》(GB/T 50010—2010)、《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666—2011)等国家现行标准编写。主要内容包
括名词术语、荷载、承载能力极限状态计算、混凝土结构构件抗震计算及
设计、模板分项工程、钢筋分项工程、预应力分项工程、混凝土分项工程
等。

本书是广大土木工程技术人员必备的常用小型工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土工程常用图表手册/经东风主编. —北京: 机械工业出版社,
2013. 3

(建设工程常用图表手册系列)

ISBN 978-7-111-41341-7

I. ①混… II. ①经… III. ①混凝土工程—图表
IV. ①TU755-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 020137 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: 闫云霞 责任编辑: 闫云霞

版式设计: 霍永明 责任校对: 闫玥红

封面设计: 张 静 责任印制:

印刷厂印刷

2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.25 印张 · 349 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-41341-7

定价: 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 封面防伪标均为盗版

编 委 会

主 编 经东风

参 编 (按姓氏笔画排序)

于忠波 王 乔 白雅君 刘 嫣

孙晓冬 李晓楠 张 鹏 胡文荟

高 驰 梁海涛 董 浩 葛勤智

前 言

随着我国基本建设事业的发展，建筑业的发展迅速，施工技术不断进步，一些新技术、新材料、新工艺不断涌现。混凝土工程是建筑施工中的主导工种，无论在人力、物力消耗和对工期的影响方面都占非常重要的地位。作为一名混凝土专业技术人员，应该掌握大量的常用混凝土工程图表资料，因此我们编写了这本《混凝土工程常用图表手册》。

本书分为名词术语、荷载、承载能力极限状态计算、混凝土结构构件抗震计算及设计、模板分项工程、钢筋分项工程、预应力分项工程、混凝土分项工程八章。以国家现行规范、标准及常用设计图表资料为依据。本书的内容特色如下：

1. 数据资料全面，是您必备的数据专家

本书数据表格翔实，全面准确，以满足混凝土专业技术人员的职业需求为准则，以提高混凝土专业技术人员的工作效率为前提，是广大混凝土专业技术人员必备的常用小型工具书。

2. 查找方式便捷

本书采用了两种查阅办法：直观目录法——目录层次清晰；直接索引法——图表索引方便快捷，能够令读者快捷地查阅所需参考数据，为我所用。

由于编者的学识和经验所限，虽尽心尽力，但书中仍难免存在疏漏或未尽之处，恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

目 录

前言

1 名词术语	1
2 荷载	6
2.1 荷载和荷载效应组合	6
2.2 楼面和屋面活荷载	7
2.3 起重机荷载	10
2.4 雪荷载	11
2.5 风荷载	14
2.6 温度作用	48
3 承载能力极限状态计算	49
3.1 正截面承载力计算	49
3.2 斜截面承载力计算	56
3.3 扭曲截面承载力计算	59
3.4 受冲切承载力计算	61
3.5 局部受压承载力计算	63
4 混凝土结构构件抗震计算及设计	66
4.1 地震作用计算	66
4.2 构件的抗震设计	72
4.3 结构构件的基本规定	80
5 模板分项工程	87
5.1 组合钢模板	87
5.2 大模板	102
5.3 滑动模板	111
5.4 胶合板	129
5.5 木模板	131
6 钢筋分项工程	140
6.1 材料	140
6.2 机具设备	145
6.3 施工技术	156
7 预应力分项工程	161
7.1 预应力筋材料	161
7.2 预应力筋的张拉和放张	172
7.3 无粘结预应力施工	173
7.4 现浇预应力施工	174
8 混凝土分项工程	177
8.1 原材料要求	177
8.2 配合比设计	188
8.3 混凝土的养护	193
8.4 泵送混凝土的施工	202
图表索引	209
参考文献	221

1 名词术语

混凝土结构常用名词术语见表 1-1。

表 1-1 混凝土结构常用名词术语

序号	术语	英文名称	含义
1	混凝土结构	concrete structure	以混凝土为主制成的结构,包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等
2	素混凝土结构	plain concrete structure	无筋或不配置受力钢筋的混凝土结构
3	普通钢筋	steel bar	用于混凝土结构构件中的各种非预应力筋的总称
4	预应力筋	prestressing tendon and/or bar	用于混凝土结构构件中施加预应力的钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋等的总称
5	钢筋混凝土结构	reinforced concrete structure	配置受力普通钢筋的混凝土结构
6	预应力混凝土结构	prestressed concrete structure	配置受力的预应力筋,通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土结构
7	现浇混凝土结构	cast-in-situ concrete structure	在现场原位支模并整体浇筑而成的混凝土结构
8	装配式混凝土结构	precast concrete structure	由预制混凝土构件或部件装配、连接而成的混凝土结构
9	装配整体式混凝土结构	assembled monolithic concrete structure	由预制混凝土构件或部件通过钢筋、连接件或施加预应力加以连接,并在连接部位浇筑混凝土而形成整体受力的混凝土结构
10	叠合构件	composite member	由预制混凝土构件(或既有混凝土结构构件)和后浇混凝土组成,以两阶段成形的整体受力结构构件
11	深受弯构件	deep flexural member	跨高比小于 5 的受弯构件
12	深梁	deep beam	跨高比小于 2 的简支单跨梁或跨高比小于 2.5 的多跨连续梁
13	先张法预应力混凝土结构	pretensioned prestressed concrete structure	在台座上张拉预应力筋后浇筑混凝土,并通过放张预应力筋由粘接传递而建立预应力的混凝土结构
14	后张法预应力混凝土结构	post-tensioned prestressed concrete structure	浇筑混凝土并达到规定强度后,通过张拉预应力筋并在结构上锚固而建立预应力的混凝土结构
15	无粘接预应力混凝土结构	unbonded prestressed concrete structure	配置与混凝土之间可保持相对滑动的无粘接预应力筋的后张法预应力混凝土结构
16	有粘接预应力混凝土结构	bonded prestressed concrete structure	通过灌浆或与混凝土直接接触使预应力筋与混凝土之间相互粘接而建立预应力的混凝土结构
17	结构缝	structural joint	根据结构设计需求而采取的分割混凝土结构间隔的总称

(续)

序号	术语	英文名称	含义
18	混凝土保护层	concrete cover	结构构件中钢筋外边缘至构件表面范围用于保护钢筋的混凝土, 简称保护层
19	锚固长度	anchorage length	受力钢筋依靠其表面与混凝土的粘接作用或端部构造的挤压作用而达到设计承受应力所需的长度
20	钢筋连接	splice reinforcement	通过绑扎搭接、机械连接、焊接等方法实现钢筋之间内力传递的构造形式
21	配筋率	ratio of reinforcement	混凝土构件中配置的钢筋面积(或体积)与规定的混凝土截面面积(或体积)的比值
22	剪跨比	ratio of shear span to effective depth	截面弯矩与剪力 and 有效高度乘积的比值
23	横向钢筋	transverse reinforcement	垂直于纵向受力钢筋的箍筋或间接钢筋
24	缺陷	defect	建筑工程施工质量中不符合规定要求的检验项或检验点, 按其程度可分为严重缺陷和一般缺陷
25	严重缺陷	serious defect	对结构构件的受力性能或安装使用性能有决定性影响的缺陷
26	一般缺陷	common defect	对结构构件的受力性能或安装使用性能无决定性影响的缺陷
27	施工缝	construction joint	在混凝土浇筑过程中, 因设计要求或施工需要分段浇筑而在先、后浇筑的混凝土之间所形成的接缝
28	结构性能检验	inspection of structural performance	针对结构构件的承载力、挠度、裂缝控制性能等各项指标所进行的检验
29	冷轧带肋钢筋	cold-rolled ribbed steel wires and bars	热轧圆盘条经冷轧后, 在其表面带有沿长度方向均匀分布的三面或两面横肋的钢筋
30	高延性冷轧带肋钢筋	cold-rolled ribbed steel wires and bars with improved elongation	经回火热处理, 具有较高伸长率的冷轧带肋钢筋
31	冷轧带肋钢筋混凝土结构	concrete structures reinforced with cold-rolled ribbed steel wires and bars	配置受力冷轧带肋钢筋的混凝土结构
32	冷轧扭钢筋	cold-rolled and twisted bars	低碳钢热轧圆盘条经专用钢筋冷轧扭机调直、冷轧并冷扭(或冷滚)一次成形具有规定截面形式和相应节距的连续螺旋状钢筋(代号 CTB)
33	节距	pitch	冷轧扭钢筋截面位置沿钢筋轴线旋转变化[Ⅰ型为1/2周期(180°), Ⅱ型为1/4周期(90°), Ⅲ型为1/3周期(120°)]的前进距离
34	轧扁厚度	rolled thickness	冷轧扭钢筋成形后, 矩形截面较小边尺寸
35	标志直径	marked diameter	冷轧扭钢筋加工前原材料(母材)的公称直径(d)

(续)

序号	术语	英文名称	含义
36	公称横截面面积	nominal sectional area	按冷轧扭钢筋原材料公称直径和规定面缩率计算的平均横截面面积
37	预应力冷轧扭钢筋混凝土结构	prestressed concrete of cold-rolled and twisted bars structure	由配置受力的预应力冷轧扭钢筋, 通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土结构
38	钢筋机械连接	rebar mechanical splicing	通过钢筋与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至另一根钢筋的连接方法
39	接头抗拉强度	tensile strength of splice	接头试件在拉伸试验过程中所达到的最大拉应力值
40	接头残余变形	residual deformation of splice	接头试件按规定的加载制度加载并卸载后, 在规定标距内所测得的变形
41	接头试件的最大力总伸长率	total elongation of splice sample at maximum tensile force	接头试件在最大力下在规定标距内测得的总伸长率
42	机械连接接头长度	length of mechanical splice	接头连接件长度加连接件两端钢筋横截面变化区段的长度
43	丝头	threaded sector	钢筋端部的螺纹区段
44	普通混凝土	ordinary concrete	干表观密度为 2000 ~ 2800kg/m ³ 的混凝土
45	干硬性混凝土	stiff concrete	拌和物坍落度小于 10mm 且须用维勃稠度 (s) 表示其稠度的混凝土
46	塑性混凝土	plastic concrete	拌和物坍落度为 10 ~ 90mm 的混凝土
47	流动性混凝土	flowing concrete	拌和物坍落度为 100 ~ 150mm 的混凝土
48	大流动性混凝土	high flowing concrete	拌和物坍落度不低于 160mm 的混凝土
49	抗渗混凝土	impermeable concrete	抗渗等级不低于 P6 的混凝土
50	抗冻混凝土	frost - resistant concrete	抗冻等级不低于 F50 的混凝土
51	高强混凝土	high strength concrete	强度等级不低于 C60 的混凝土
52	泵送混凝土	pumped concrete	可在施工现场通过压力泵及输送管道进行浇筑的混凝土
53	大体积混凝土	mass concrete	体积较大的、可能由胶凝材料水化热引起的温度应力导致有害裂缝的结构混凝土
54	胶凝材料	binder	混凝土中水泥和活性矿物掺和料的总称
55	胶凝材料用量	binder content	每立方米混凝土中水泥用量和活性矿物掺和料用量之和
56	水胶比	water-binder ratio	混凝土中用水量与胶凝材料用量的质量比
57	矿物掺和料掺量	percentage of mineral admixture	混凝土中矿物掺和料用量占胶凝材料用量的质量百分比
58	外加剂掺量	percentage of chemical admixture	混凝土中外加剂用量相对于胶凝材料用量的质量百分比

(续)

序 号	术 语	英 文 名 称	含 义
59	天然砂	natural sand	由自然条件作用而形成的,公称粒径小于5.00mm的岩石颗粒。按其产源不同,可分为河砂、海砂、山砂
60	人工砂	artificial sand	岩石经除土开采、机械破碎、筛分而成的,公称粒径小于5.00mm的岩石颗粒
61	混合砂	mixed sand	由天然砂与人工砂按一定比例组合而成的砂
62	碎石	crushed stone	由天然岩石或卵石经破碎、筛分而得的,公称粒径大于5.00mm的岩石颗粒
63	卵石	gravel	由自然条件作用形成的,公称粒径大于5.00mm的岩石颗粒
64	含泥量	dust content	砂、石中公称粒径小于80 μm 颗粒的含量
65	砂的泥块含量	clay lump content in sands	砂中公称粒径大于1.25mm,经水洗、手捏后变成小于630 μm 的颗粒的含量
66	石的泥块含量	clay lump content in stones	石中公称粒径大于5.00mm,经水洗、手捏后变成小于2.50mm的颗粒的含量
67	石粉含量	crusher dust content	人工砂中公称粒径小于80 μm ,且其矿物组成和化学成分与被加工母岩相同的颗粒含量
68	表观密度	apparent density	骨料颗粒单位体积(包括内封闭孔隙)的质量
69	紧密密度	tight density	骨料按规定方法颠实后单位体积的质量
70	规程密度	bulk density	骨料在自然规程状态下单位体积的质量
71	坚固性	soundness	骨料在气候、环境变化或其他物理因素作用下抵抗破裂的能力
72	轻物质	light material	砂中表观密度小于2000 kg/m^3 的物质
73	针、片状颗粒	elongated and flaky particle	凡岩石颗粒的长度大于该颗粒所属粒级的平均粒径2.4倍者为针状颗粒;厚度小于平均粒径0.4倍者为片状颗粒。平均粒径是指该粒级上、下限粒径的平均值
74	压碎值指标	crushing value index	人工砂、碎石或卵石抵抗压碎的能力
75	碱活性骨料	alkali-active aggregate	能在一定条件下与混凝土中的碱发生化学反应导致混凝土产生膨胀、开裂甚至破坏的骨料
76	轻骨料	lightweight aggregate	规程密度不大于1100 kg/m^3 的轻粗骨料和规程密度不大于1200 kg/m^3 的轻细骨料的总称。用于承重结构的轻骨料按品种可分为页岩陶粒、粉煤灰陶粒、黏土陶粒,自燃煤矸石、火山渣(浮石)轻骨料等;按外形可分为圆球形、普通形和碎石形轻骨料
77	轻骨料混凝土	lightweight aggregate concrete	用轻粗骨料、普通砂或轻细骨料、胶凝材料和水配制而成的干表观密度不大于1950 kg/m^3 的混凝土,按细骨料品种可分为砂轻混凝土和全轻混凝土

(续)

序 号	术 语	英文名称	含 义
78	砂轻混凝土	sand-lightweight aggregate concrete	由普通砂或部分轻砂作细骨料配制而成的轻骨料混凝土
79	全轻混凝土	all-lightweight aggregate concrete	由轻砂作细骨料配制而成的轻骨料混凝土
80	混凝土干表观密度	dry apparent density of concrete	硬化后的轻骨料混凝土单位体积的烘干质量
81	混凝土湿表观密度	apparent density of fresh concrete	轻骨料混凝土拌和物经捣实后单位体积的质量
82	轻骨料混凝土结构	lightweight aggregate concrete structure	以轻骨料混凝土为主制成的结构, 包括轻骨料素混凝土结构、钢筋轻骨料混凝土结构和预应力轻骨料混凝土结构等

2 荷 载

2.1 荷载和荷载效应组合

(1) 建筑结构荷载的制定依据、应用范围、分类见表 2-1。

表 2-1 建筑结构荷载的制定依据、应用范围、分类

项 目	规 定
建筑结构荷载的制定依据	(1) 应符合安全适用、经济合理的要求 (2) 根据《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2001) 规定的原则制定
荷载和温度作用的应用范围	(1) 适用于建筑工程的结构设计 (2) 适用于直接作用的荷载 (3) 间接作用(如地基变形、混凝土收缩和徐变、焊接变形、温度变化及地震等引起的作用) 应按有关规范的规定
荷载分类	(1) 永久荷载(恒荷载), 例如结构自重(自重是指材料自身重量产生的荷载, 即重力)、土压力、预应力等 (2) 可变荷载(活荷载), 例如楼面活荷载、屋面活荷载和积灰荷载、起重机荷载、风荷载、雪荷载、温度作用等 (3) 偶然荷载, 例如爆炸力、撞击力等

(2) 在承载能力极限状态下的荷载基本组合效应设计值应符合表 2-2 的规定。

表 2-2 在承载能力极限状态下的荷载基本组合效应设计值

组 合	荷载基本组合的效应设计值 S_d 取最不利值确定
由可变荷载控制的 效应设计值	$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \gamma_{Q1} \gamma_{L1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \psi_{ci} S_{Qik} \quad (2-1)$ <p>式中 γ_{Gj}——第 j 个永久荷载的分项系数 γ_{Qi}——第 i 个可变荷载的分项系数, 其中 γ_{Q1} 为可变荷载 Q_1 的分项系数 γ_{Li}——第 i 个可变荷载考虑设计使用年限的调整系数, 其中 γ_{L1} 为可变荷载 Q_1 考虑设计使用年限的调整系数 S_{Gjk}——按永久荷载标准值 G_{jk} 计算的荷载效应值 S_{Qik}——按可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值, 其中 S_{Q1k} 为诸可变荷载效应中起控制作用者 ψ_{ci}——可变荷载 Q_i 的组合值系数 m——参与组合的永久荷载数 n——参与组合的可变荷载数</p>
由永久荷载控制的 效应设计值	$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \psi_{ci} S_{Qik} \quad (2-2)$ <p>式中符号含义见式 (2-1) 注释</p>

注: 1. 基本组合中的效应设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

2. 当对 S_{Q1k} 无法明显判断时, 应轮流以各可变荷载效应为 S_{Q1k} , 选其中最不利的荷载组合效应设计值。

(3) 楼面和屋面活荷载考虑设计使用年限的调整系数 γ_L 应按表 2-3 采用。

表 2-3 楼面和屋面活荷载考虑设计使用年限的调整系数 γ_L

结构设计使用年限/年	5	50	100
γ_L	0.9	1.0	1.1

注：1. 当设计使用年限不为表中数值时，调整系数 γ_L 可按线性内插确定。

2. 对于荷载标准值可控制的活荷载，设计使用年限调整系数 γ_L 取 1.0。

(4) 荷载偶然组合的效应设计值 S_d 应按表 2-4 采用。

表 2-4 荷载偶然组合的效应设计值 S_d

组 合	荷载偶然组合的效应设计值 S_d
用于承载能力极限状态计算的效应设计值	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + S_{Ad} + \psi_{11} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{qi} S_{Qik} \quad (2-3)$ <p>式中 S_{Ad}——按偶然荷载设计值 A_d 计算的荷载效应值 ψ_{11}——第 1 个可变荷载的频遇值系数 ψ_{qi}——第 i 个可变荷载的准永久值系数</p>
用于偶然事件发生后受损结构整体稳固性验算的效应设计值	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + \psi_{11} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{qi} S_{Qik} \quad (2-4)$ <p>注：组合中的设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况</p>

(5) 各种组合的计算应按表 2-5 采用。

表 2-5 各种组合的计算

组 合	荷载效应组合的设计值 S_d 采用
标准组合	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{ci} S_{Qik} \quad (2-5)$
频遇组合	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + \psi_{11} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{qi} S_{Qik} \quad (2-6)$
准永久组合	$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + \sum_{i=1}^n \psi_{qi} S_{Qik} \quad (2-7)$

注：组合中的设计值仅适用于荷载与荷载效应线性的情况。

2.2 楼面和屋面活荷载

1. 民用建筑楼面均布活荷载

民用建筑楼面均布活荷载的标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数的取值，不应小于表 2-6 的规定。

表 2-6 民用建筑楼面均布活荷载的标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数

项次	类别	标准值/(kN/m ²)	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
1	(1) 住宅、宿舍、旅馆、办公楼、 医院病房、托儿所、幼儿园	2.0	0.7	0.5	0.4
	(2) 试验室、阅览室、会议室、 医院门诊室	2.0	0.7	0.6	0.5
2	教室、食堂、餐厅、一般资料档 案室	2.5	0.7	0.6	0.5
3	(1) 礼堂、剧场、影院、有固定 座位的看台	3.0	0.7	0.5	0.3
	(2) 公共洗衣房	3.0	0.7	0.6	0.5
4	(1) 商店、展览厅、车站、港口、 机场大厅及其旅客等候室	3.5	0.7	0.6	0.5
	(2) 无固定座位的看台	3.5	0.7	0.5	0.3
5	(1) 健身房、演出舞台	4.0	0.7	0.6	0.5
	(2) 运动场、舞厅	4.0	0.7	0.6	0.4
6	(1) 书库、档案库、贮藏室	5.0	0.9	0.9	0.8
	(2) 密集柜书库	12.0			
7	通风机房、电梯机房	7.0	0.9	0.9	0.8
8	汽车通道及客车停车库： (1) 单向板楼盖（板跨不小于 2m）和双向板楼盖（板跨不小于 3m×3m） 客车	4.0	0.7	0.7	0.6
	消防车	35.0	0.7	0.5	0.0
	(2) 双向板楼盖（板跨不小于 6m×6m）和无梁楼盖（柱网不小于 6m×6m） 客车	2.5	0.7	0.7	0.6
	消防车	20.0	0.7	0.5	0.0
9	厨房： (1) 一般情况	2.0	0.7	0.6	0.5
	(2) 餐厅	4.0	0.7	0.7	0.7
10	浴室、卫生间、盥洗室	2.5	0.7	0.6	0.5
11	走廊、门厅： (1) 宿舍、旅馆、医院病房、托 儿所、幼儿园、住宅	2.0	0.7	0.5	0.4
	(2) 办公楼、餐厅、医院门诊部	2.5	0.7	0.6	0.5
	(3) 教学楼及其他可能出现人员 密集的情况	3.5	0.7	0.5	0.3

(续)

项 次	类 别	标准值/(kN/m ²)	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
12	楼梯:				
	(1) 多层住宅	2.0	0.7	0.5	0.4
	(2) 其他	3.5	0.7	0.5	0.3
13	阳台:				
	(1) 一般情况	2.5	0.7	0.6	0.5
	(2) 可能出现人员密集的情况	3.5			

注: 1. 本表所给各项活荷载适用于一般使用条件, 当使用荷载较大、情况特殊或有专门要求时, 应按实际情况采用。

- 第6项书库活荷载中, 当书架高度大于2m时, 书库活荷载尚应按每米书架高度不小于2.5kN/m²确定。
- 第8项中的客车活荷载只适用停放载人少于9人的客车; 消防车活荷载是适用于满载总重为300kN的大型车辆; 当不符合本表的要求时, 应将车轮的局部荷载按结构效应的等效原则, 换算为等效均布荷载。
- 第8项消防车活荷载, 当双向板楼盖板跨介于3m×3m~6m×6m之间时, 应按跨度线性插值确定。常用板跨消防车活荷载覆土厚度折减系数不应小于《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)附录B规定的值。
- 第12项楼梯活荷载, 对预制楼梯踏步平板, 尚应按1.5kN集中荷载验算。
- 本表各项荷载不包括隔墙自重和二次装修荷载。对固定隔墙的自重应按永久荷载考虑, 当隔墙位置可灵活自由布置时, 非固定隔墙的自重应取不小于1/3的每延米长墙厚(kN/m)作为楼面活荷载的附加值(kN/m²)计入, 且附加值不应小于1.0kN/m²。

2. 屋面活荷载

房屋建筑的屋面, 其水平投影面上的屋面均布活荷载的标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数的取值, 不应小于表2-7的规定。

表 2-7 屋面均布活荷载标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数

项 次	类 别	标准值/(kN/m ²)	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
1	不上人的屋面	0.5	0.7	0.5	0
2	上人的屋面	2.0	0.7	0.5	0.4
3	屋顶花园	3.0	0.7	0.6	0.5
4	屋顶运动场地	3.0	0.7	0.6	0.4

注: 1. 不上人的屋面, 当施工或维修荷载较大时, 应按实际情况采用; 对不同结构应按有关设计规范的规定采用, 但不得低于0.3kN/m²。

- 上人的屋面, 当兼作其他用途时, 应按相应楼面活荷载采用。
- 对于因屋面排水不畅、堵塞等引起的积水荷载, 应采取构造措施加以防止; 必要时, 应按积水的可能深度确定屋面活荷载。
- 屋顶花园活荷载不包括花圃土石等材料自重。

3. 屋面积灰荷载

设计生产中有大量排灰的厂房及其邻近建筑时, 对于具有一定除尘设施和保证清灰制度的机械、冶金、水泥等的厂房屋面, 其水平投影面上的屋面积灰荷载, 应分别按表2-8和表2-9采用。

表 2-8 屋面积灰荷载

项次	类别	标准值/(kN/m ²)			组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
		屋面无 挡风板	屋面有挡风板				
			挡风板内	挡风板外			
1	机械厂铸造车间 (冲天炉)	0.50	0.75	0.30	0.9	0.9	0.8
2	炼钢车间 (氧气转炉)	—	0.75	0.30			
3	锰、铬铁合金车间	0.75	1.00	0.30			
4	硅、钨铁合金车间	0.30	0.50	0.30			
5	烧结室、一次混合室	0.50	1.00	0.20			
6	烧结厂通廊及其他 车间	0.30	—	—			
7	水泥厂有灰源车间 (窑房、磨房、联合贮 库、烘干房、破碎房)	1.00	—	—			
8	水泥厂无灰源车间(空 气压缩机组、机修间、 材料库、配电站)	0.50	—	—			

- 注：1. 表中的积灰均布荷载，仅应用于屋面坡度 α 不大于 25° ；当 α 大于 45° 时，可不考虑积灰荷载；当 α 在 $25^\circ \sim 45^\circ$ 范围内时，可按插值法取值。
2. 清灰设施的荷载另行考虑。
3. 对第 1~4 项的积灰荷载，仅应用于距烟囱中心 20m 半径范围内的屋面；当邻近建筑在该范围内时，其积灰荷载对第 1、3、4 项应按车间屋面无挡风板的采用，对第 2 项应按车间屋面挡风板外的采用。

表 2-9 高炉邻近建筑的屋面积灰荷载

高炉容积	标准值/(kN/m ²)			组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
	屋面离高炉距离/m					
	≤50	100	200			
<255	0.50	—	—	1.0	1.0	1.0
255~620	0.75	0.30	—			
>620	1.00	0.50	0.30			

- 注：1. 表 2-8 中的注 1 和注 2 也适用本表。
2. 当邻近建筑屋面离高炉距离为表内中间值时，可按插入法取值。

2.3 起重机荷载

(1) 计算排架时，多台起重机的竖向荷载和水平荷载的标准值，应乘以表 2-10 中规定的折减系数。

表 2-10 多台起重机的荷载折减系数

参与组合的起重机台数	起重机工作级别	
	A1~A5	A6~A8
2	0.9	0.95

(续)

参与组合的起重机台数	起重机工作级别	
	A1 ~ A5	A6 ~ A8
3	0.85	0.90
4	0.8	0.85

注：对于多层起重机的单跨或多跨厂房，计算排架时，参与组合的起重机台数及荷载的折减系数，应按实际情况考虑。

(2) 起重机荷载的组合值系数、频遇值系数及准永久值系数可按表 2-11 中的规定采用。

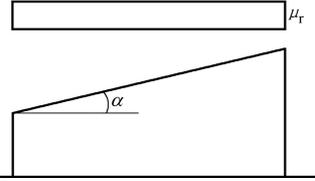
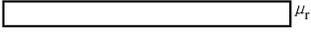
表 2-11 起重机荷载的组合值系数、频遇值系数及准永久值系数

起重机工作级别	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
软钩起重机			
工作级别 A1 ~ A3	0.7	0.6	0.5
工作级别 A4、A5	0.7	0.7	0.6
工作级别 A6、A7	0.7	0.7	0.7
硬钩起重机及工作级别 A8 的软钩起重机	0.95	0.95	0.95

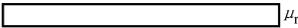
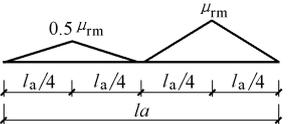
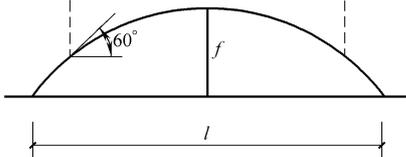
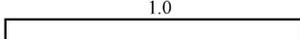
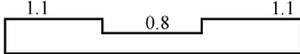
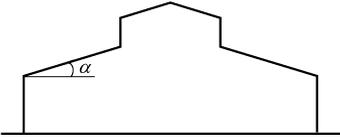
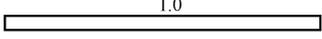
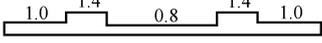
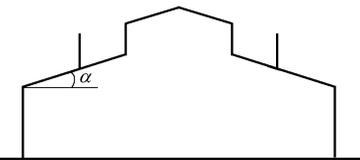
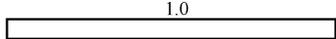
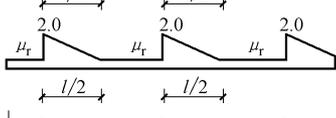
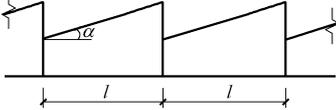
2.4 雪荷载

屋面积雪分布系数应根据不同类别的屋面形式，按表 2-12 采用。

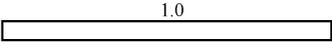
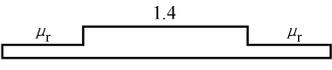
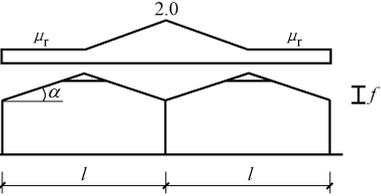
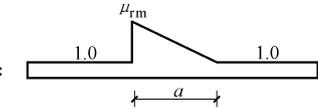
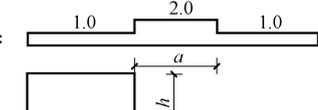
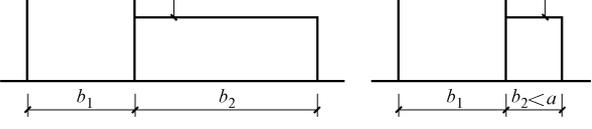
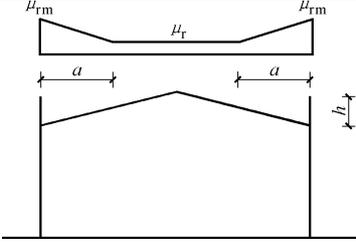
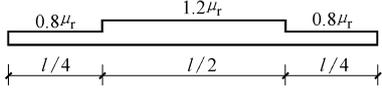
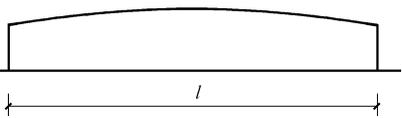
表 2-12 屋面积雪分布系数

项 次	类 别	屋面形式及积雪分布系数 μ_r																		
1	单跨单坡屋面	 <table border="1" data-bbox="561 1368 1177 1452"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>$\leq 25^\circ$</th> <th>30°</th> <th>35°</th> <th>40°</th> <th>45°</th> <th>50°</th> <th>55°</th> <th>$\geq 60^\circ$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>μ_r</td> <td>1.0</td> <td>0.85</td> <td>0.7</td> <td>0.55</td> <td>0.4</td> <td>0.25</td> <td>0.1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	α	$\leq 25^\circ$	30°	35°	40°	45°	50°	55°	$\geq 60^\circ$	μ_r	1.0	0.85	0.7	0.55	0.4	0.25	0.1	0
α	$\leq 25^\circ$	30°	35°	40°	45°	50°	55°	$\geq 60^\circ$												
μ_r	1.0	0.85	0.7	0.55	0.4	0.25	0.1	0												
2	单跨双坡屋面	<p>均匀分布的情况  μ_r</p> <p>不均匀分布的情况  $0.75\mu_r$ $1.25\mu_r$</p>  <p>μ_r按第 1 项规定采用</p>																		

(续)

项次	类别	屋面形式及积雪分布系数 μ_r
3	拱形屋面	<p>均匀分布的情况 </p> <p>不均匀分布的情况 </p> <p>$\mu_r = l / (8f)$ ($0.4 \leq \mu_r \leq 1.0$)</p> <p></p> <p>$\mu_{rm} = 0.2 + 10f/l$ ($\mu_{rm} \leq 2.0$)</p>
4	带天窗的坡屋面	<p>均匀分布的情况 </p> <p>不均匀分布的情况 </p> <p></p>
5	带天窗有挡风板的坡屋面	<p>均匀分布的情况 </p> <p>不均匀分布的情况 </p> <p></p>
6	多跨单坡屋面 (锯齿形屋面)	<p>均匀分布的情况 </p> <p>不均匀分布的情况 1 </p> <p>不均匀分布的情况 2 </p> <p></p>

(续)

项 次	类 别	屋面形式及积雪分布系数 μ_r
7	双跨双坡或拱形屋面	<p>均匀分布的情况 </p> <p>不均匀分布的情况 1 </p> <p>不均匀分布的情况 2 </p> <p>μ_r按第1或3项规定采用</p>
8	高低屋面	<p>情况 1: </p> <p>情况 2: </p> <p></p> <p>$a=2h, (4m < a < 8m)$</p> <p>$\mu_{rm}=(b_1+b_2)/2h, (2.0 \leq \mu_{rm} \leq 4.0)$</p>
9	有女儿墙及其他凸起物的屋面	<p></p> <p>$a=2h$</p> <p>$\mu_{rm}=1.5h/s_0, (1.0 \leq \mu_{rm} \leq 2.0)$</p>
10	大跨屋面 ($l > 100m$)	<p></p> <p></p> <p>还应同时考虑第2项、第3项的积雪分布</p>

- 注: 1. 第2项单跨双坡屋面, 仅当坡度 α 在 $20^\circ \sim 30^\circ$ 范围时, 可采用不均匀分布情况。
 2. 第4、5项只适用于坡度 α 不大于 25° 的一般工业厂房屋面。
 3. 第7项双跨双坡或拱形屋面, 当 α 不大于 25° 或 f/l 不大于 0.1 时, 只采用均匀分布情况。
 4. 多跨屋面的积雪分布系数, 可参照第7项的规定采用。

2.5 风荷载

(1) 风荷载标准值 w_k 的计算方法见表 2-13。

表 2-13 风荷载标准值 w_k 的计算方法

计算公式	说 明
当计算主要受力结构时 $w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0$ (2-8)	式中 w_k ——风荷载标准值 (kN/m^2) β_z ——高度 z 处的风振系数 μ_s ——风荷载体型系数 μ_z ——风压高度变化系数 w_0 ——基本风压 (kN/m^2) β_{gz} ——高度 z 处的阵风系数 μ_{s1} ——风荷载局部体型系数
当计算围护结构时 $w_k = \beta_{gz} \mu_{s1} \mu_z w_0$ (2-9)	

(2) 对于高层建筑、高耸结构以及对风荷载比较敏感的其他结构，基本风压的取值应适当提高，并由有关的结构设计规范具体规定。其他情况见表 2-14，但不得小于 $0.3\text{kN}/\text{m}^2$ 。

表 2-14 全国各城市的雪压、风压和基本气温

省市名	城 市 名	海拔高度 /m	风压/ (kN/m^2)			雪压/ (kN/m^2)			基本气温/ $^{\circ}\text{C}$		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
北京	北京市	54.0	0.30	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45	-13	36	II
天津	天津市	3.3	0.30	0.50	0.60	0.25	0.40	0.45	-12	35	II
	塘沽	3.2	0.40	0.55	0.65	0.20	0.35	0.40	-12	35	II
上海	上海	2.8	0.40	0.55	0.60	0.10	0.20	0.25	-4	36	III
重 庆	重庆	259.1	0.25	0.40	0.45				1	37	III
	奉节	607.3	0.25	0.35	0.45	0.20	0.35	0.40	-1	35	III
	梁平	454.6	0.20	0.30	0.35				-1	36	III
	万县	186.7	0.20	0.35	0.45				0	38	III
	涪陵	273.5	0.20	0.30	0.35				1	37	III
	金佛山	1905.9				0.35	0.50	0.60	-10	25	II
河 北	石家庄市	80.5	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-11	36	II
	蔚县	909.5	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-24	33	II
	邢台市	76.8	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40	-10	36	II
	丰宁	659.7	0.30	0.40	0.45	0.15	0.25	0.30	-22	33	II
	围场	842.8	0.35	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35	-23	32	II
	张家口市	724.2	0.35	0.55	0.60	0.15	0.25	0.30	-18	34	II
	怀来	536.8	0.25	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25	-17	35	II

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
河 北	承德	377.2	0.30	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	-19	35	II
	遵化	54.9	0.30	0.40	0.45	0.25	0.40	0.50	-18	35	II
	青龙	227.2	0.25	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-19	34	II
	秦皇岛市	2.1	0.35	0.45	0.50	0.15	0.25	0.30	-15	33	II
	霸县	9.0	0.25	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	-14	36	II
	唐山市	27.8	0.30	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-15	35	II
	乐亭	10.5	0.30	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	-16	31	II
	保定市	17.2	0.30	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-12	36	II
	饶阳	18.9	0.30	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-14	36	II
	沧州市	9.6	0.30	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	—	—	II
	黄骅	6.6	0.30	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	-13	36	II
南宫市	27.4	0.25	0.35	0.40	0.15	0.25	0.30	-13	37	II	
山 西	太原市	778.3	0.30	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	-16	34	II
	右玉	1345.8	—	—	—	0.20	0.30	0.35	-29	31	II
	大同市	1067.2	0.35	0.55	0.65	0.15	0.25	0.30	-22	32	II
	河曲	861.5	0.30	0.50	0.60	0.20	0.30	0.35	-24	35	II
	五寨	1401.0	0.30	0.40	0.45	0.20	0.25	0.30	-25	31	II
	兴县	1012.6	0.25	0.45	0.55	0.20	0.25	0.30	-19	34	II
	原平	828.2	0.30	0.50	0.60	0.20	0.30	0.35	-19	34	II
	离石	950.8	0.30	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35	-19	34	II
	阳泉市	741.9	0.30	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-13	34	II
	榆社	1041.4	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-17	33	II
	隰县	1052.7	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-16	34	II
	介休	743.9	0.25	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	-15	35	II
	临汾市	449.5	0.25	0.40	0.45	0.15	0.25	0.30	-14	37	II
	长治县	991.8	0.30	0.50	0.60	—	—	—	-15	32	
运城市	376.0	0.30	0.45	0.50	0.15	0.25	0.30	-11	38	II	
阳城	659.5	0.30	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35	-12	34	II	
内 蒙 古	呼和浩特市	1063.0	0.35	0.55	0.60	0.25	0.40	0.45	-23	33	II
	额右旗拉布达林	581.4	0.35	0.50	0.60	0.35	0.45	0.50	-41	30	I
	牙克石市图里河	732.6	0.30	0.40	0.45	0.40	0.60	0.70	-42	28	I
	满洲里	661.7	0.50	0.65	0.70	0.20	0.30	0.35	-35	30	I
	海拉尔	610.2	0.45	0.65	0.75	0.35	0.45	0.50	-38	30	I
鄂伦春小二沟	286.1	0.30	0.40	0.45	0.35	0.50	0.55	-40	31	I	

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
内 蒙 古	新巴尔虎右旗	554.2	0.45	0.60	0.65	0.25	0.40	0.45	-32	32	I
	新巴尔虎左旗 阿木古朗	642.0	0.40	0.55	0.60	0.25	0.35	0.40	-34	31	I
	牙克石市博克图	739.7	0.40	0.55	0.60	0.35	0.55	0.65	-31	28	I
	扎兰屯市	306.5	0.30	0.40	0.45	0.35	0.55	0.65	-28	32	I
	科右翼前旗阿尔山	1027.4	0.35	0.50	0.55	0.45	0.60	0.70	-37	27	I
	科右翼前旗索伦	501.8	0.45	0.55	0.60	0.25	0.35	0.40	-30	31	I
	乌兰浩特	274.7	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35	-27	32	I
	东乌珠穆沁旗	838.7	0.35	0.55	0.65	0.20	0.30	0.35	-33	32	I
	额济纳旗	940.5	0.40	0.60	0.70	0.05	0.10	0.15	-23	39	II
	额济纳旗拐子湖	960.0	0.45	0.55	0.60	0.05	0.10	0.10	-23	39	II
	阿左旗巴彦毛道	1328.1	0.40	0.55	0.60	0.10	0.15	0.20	-23	35	II
	阿拉善右旗	1510.1	0.45	0.55	0.60	0.05	0.10	0.10	-20	35	II
	二连浩特	964.7	0.55	0.65	0.70	0.15	0.25	0.30	-30	34	II
	那仁宝力格	1181.6	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35	-33	31	I
	达茂旗满都拉	1225.2	0.50	0.75	0.85	0.15	0.20	0.25	-25	34	II
	阿巴嘎旗	1126.1	0.35	0.50	0.55	0.30	0.45	0.50	-33	31	I
	苏尼特左旗	1111.4	0.40	0.50	0.55	0.25	0.35	0.40	-32	33	I
	乌拉特后旗海力素	1509.6	0.45	0.50	0.55	0.10	0.15	0.20	-25	33	II
	苏尼特右旗朱日和	1150.8	0.50	0.65	0.75	0.15	0.20	0.25	-26	33	II
	乌拉特中旗海流图	1288.0	0.45	0.60	0.65	0.20	0.30	0.35	-26	33	II
	百灵庙	1376.6	0.50	0.75	0.85	0.25	0.35	0.40	-27	32	II
	四子王旗	1490.1	0.40	0.60	0.70	0.30	0.45	0.55	-26	30	II
	化德	1482.7	0.45	0.75	0.85	0.15	0.25	0.30	-26	29	II
	杭锦后旗陕坝	1056.7	0.30	0.45	0.50	0.15	0.20	0.25	—	—	II
	包头市	1067.2	0.35	0.55	0.60	0.15	0.25	0.30	-23	34	II
	集宁市	1419.3	0.40	0.60	0.70	0.25	0.35	0.40	-25	30	II
	阿拉善左旗吉兰泰	1031.8	0.35	0.50	0.55	0.05	0.10	0.15	-23	37	II
	临河市	1039.3	0.30	0.50	0.60	0.15	0.25	0.30	-21	35	II
鄂托克旗	1380.3	0.35	0.55	0.65	0.15	0.20	0.20	-23	33	II	
东胜市	1460.4	0.30	0.50	0.60	0.25	0.35	0.40	-21	31	II	
阿腾席连	1329.3	0.40	0.50	0.55	0.20	0.30	0.35	—	—	II	
巴彦浩特	1561.4	0.40	0.60	0.70	0.15	0.20	0.25	-19	33	II	
西乌珠穆沁旗	995.9	0.45	0.55	0.60	0.30	0.40	0.45	-30	30	I	

(续)

省市名	城 市 名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
内 蒙 古	扎鲁特鲁北	265.0	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35	-23	34	II
	巴林左旗林东	484.4	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35	-26	32	II
	锡林浩特	989.5	0.40	0.55	0.60	0.20	0.40	0.45	-30	31	I
	林西	799.0	0.45	0.60	0.70	0.25	0.40	0.45	-25	32	I
	开鲁	241.0	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35	-25	34	II
	通辽	178.5	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35	-25	33	II
	多伦	1245.4	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35	-28	30	I
	翁牛特旗乌丹	631.8				0.20	0.30	0.35	-23	32	II
	赤峰	571.1	0.30	0.55	0.65	0.20	0.30	0.35	-23	33	II
	敖汉旗宝国图	400.5	0.40	0.50	0.55	0.25	0.40	0.45	-23	33	II
辽 宁	沈阳	42.8	0.40	0.55	0.60	0.30	0.50	0.55	-24	33	I
	章武	79.4	0.35	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35	-22	33	II
	阜新	144.0	0.40	0.60	0.70	0.25	0.40	0.45	-23	33	II
	开原	98.2	0.30	0.45	0.50	0.35	0.45	0.55	-27	33	I
	清原	234.1	0.25	0.40	0.45	0.45	0.70	0.80	-27	33	I
	朝阳	169.2	0.40	0.55	0.60	0.30	0.45	0.55	-23	35	II
	建平叶柏寿	421.7	0.30	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	-22	35	II
	黑山	37.5	0.45	0.65	0.75	0.30	0.45	0.50	-21	33	II
	锦州	65.9	0.40	0.60	0.70	0.30	0.40	0.45	-18	33	II
	鞍山	77.3	0.30	0.50	0.60	0.30	0.45	0.55	-18	34	II
	本溪	185.2	0.35	0.45	0.50	0.40	0.55	0.60	-24	33	I
	抚顺章党	118.5	0.30	0.45	0.50	0.35	0.45	0.50	-28	33	I
	桓仁	240.3	0.25	0.30	0.35	0.35	0.50	0.55	-25	32	I
	绥中	15.3	0.25	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	-19	33	II
	兴城	8.8	0.35	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35	-19	32	II
	营口	3.3	0.40	0.65	0.75	0.30	0.40	0.45	-20	33	II
	盖县熊岳	20.4	0.30	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	-22	33	II
	本溪县草河口	233.4	0.25	0.45	0.55	0.35	0.55	0.60	—	—	I
	岫岩	79.3	0.30	0.45	0.50	0.35	0.50	0.55	-22	33	II
	宽甸	260.1	0.30	0.50	0.60	0.40	0.60	0.70	-26	32	
丹东	15.1	0.35	0.55	0.65	0.30	0.40	0.45	-18	32	II	
瓦房店	29.3	0.35	0.50	0.55	0.20	0.30	0.35	-17	32	II	
新金县皮口	43.2	0.35	0.50	0.55	0.20	0.30	0.35			II	
庄河	34.8	0.35	0.50	0.55	0.25	0.35	0.40	-19	32	II	

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
辽宁	大连	91.5	0.40	0.65	0.75	0.25	0.40	0.45	-13	32	II
	长春市	236.8	0.45	0.65	0.75	0.30	0.45	0.50	-26	32	I
吉林	白城	155.4	0.45	0.65	0.75	0.15	0.20	0.25	-29	33	II
	乾安	146.3	0.35	0.45	0.55	0.15	0.20	0.23	-28	33	II
	前郭尔罗斯	134.7	0.30	0.45	0.50	0.15	0.25	0.30	-28	33	II
	通榆	149.5	0.35	0.50	0.55	0.15	0.25	0.30	-28	33	II
	长岭	189.3	0.30	0.45	0.50	0.15	0.20	0.25	-27	32	II
	扶余市三岔河	196.6	0.40	0.60	0.70	0.25	0.35	0.40	-29	32	II
	双辽	114.9	0.35	0.50	0.55	0.20	0.30	0.35	-27	33	I
	四平	164.2	0.40	0.55	0.60	0.20	0.35	0.40	-24	33	II
	磐石县烟筒山	271.6	0.30	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	-31	31	I
	吉林市	183.4	0.40	0.50	0.55	0.30	0.45	0.50	-31	32	I
	蛟河	295.0	0.30	0.45	0.50	0.50	0.75	0.85	-31	32	I
	敦化市	523.7	0.30	0.45	0.50	0.30	0.50	0.60	-29	30	I
	梅河口	339.9	0.30	0.40	0.45	0.30	0.45	0.50	-27	32	I
	桦甸	263.8	0.30	0.40	0.45	0.40	0.65	0.75	-33	32	I
	靖宇	549.2	0.25	0.35	0.40	0.40	0.60	0.70	-32	31	I
	扶松县东岗	774.2	0.30	0.45	0.55	0.80	1.15	1.30	-27	30	I
	延吉	176.8	0.35	0.50	0.55	0.35	0.55	0.65	-26	32	I
	通辽	402.9	0.30	0.50	0.60	0.50	0.80	0.90	-27	32	I
	浑江市临江	332.7	0.20	0.30	0.30	0.45	0.70	0.80	-27	33	I
	集安	177.7	0.20	0.30	0.35	0.45	0.70	0.80	-26	33	I
长白	1016.7	0.35	0.45	0.50	0.40	0.60	0.70	-28	29	I	
黑龙江	哈尔滨	142.3	0.35	0.55	0.70	0.30	0.45	0.50	-31	32	I
	漠河	296.0	0.25	0.35	0.40	0.60	0.75	0.85	-42	30	I
	塔河	357.4	0.25	0.30	0.35	0.50	0.65	0.75	-38	30	I
	新林	494.6	0.25	0.35	0.40	0.50	0.65	0.75	-40	29	I
	呼玛	177.4	0.30	0.50	0.60	0.45	0.60	0.70	-40	31	I
	加格达奇	371.7	0.25	0.35	0.40	0.45	0.65	0.70	-38	30	I
	黑河	166.4	0.35	0.50	0.55	0.60	0.75	0.85	-35	31	I
	嫩江	242.2	0.40	0.55	0.60	0.40	0.55	0.60	-39	31	I
	孙吴	234.5	0.40	0.60	0.70	0.45	0.60	0.70	-40	31	I
	北安	269.7	0.30	0.50	0.60	0.40	0.55	0.60	-36	31	I
克山	234.6	0.30	0.45	0.50	0.30	0.50	0.55	-34	31	I	

(续)

省市名	城 市 名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
黑 龙 江	富裕	162.4	0.30	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	-34	32	I
	齐齐哈尔	145.9	0.35	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45	-30	32	I
	海伦	239.2	0.35	0.55	0.65	0.30	0.40	0.45	-32	31	I
	明水	249.2	0.35	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45	-30	31	I
	伊春	240.9	0.25	0.35	0.40	0.50	0.65	0.75	-36	31	I
	鹤岗	227.9	0.30	0.40	0.45	0.45	0.65	0.70	-27	31	I
	富锦	64.2	0.30	0.45	0.50	0.40	0.55	0.60	-30	31	I
	泰来	149.5	0.30	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35	-28	33	I
	绥化	179.6	0.35	0.55	0.65	0.35	0.50	0.60	-32	31	I
	安达	149.3	0.35	0.55	0.65	0.20	0.30	0.35	-31	32	I
	铁力	210.5	0.25	0.35	0.40	0.50	0.75	0.85	-34	31	I
	佳木斯	81.2	0.40	0.65	0.75	0.60	0.85	0.95	-30	32	I
	依兰	100.1	0.45	0.65	0.75	0.30	0.45	0.50	-29	32	
	宝清	83.0	0.30	0.40	0.45	0.55	0.85	1.00	-30	31	I
	通河	108.6	0.35	0.50	0.55	0.50	0.75	0.85	-33	32	I
	尚志	189.7	0.35	0.55	0.60	0.40	0.55	0.60	-32	32	I
	鸡西	233.6	0.40	0.55	0.65	0.45	0.65	0.75	-27	32	I
	虎林	100.2	0.35	0.45	0.50	0.95	1.40	1.60	-29	31	I
	牡丹江	241.4	0.35	0.50	0.55	0.50	0.75	0.85	-28	32	I
	绥芬河	496.7	0.40	0.60	0.70	0.60	0.75	0.85	-30	29	I
山 东	济南	51.6	0.30	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35	-9	36	II
	德州	21.2	0.30	0.45	0.50	0.20	0.35	0.40	-11	36	II
	惠民	11.3	0.40	0.50	0.55	0.25	0.35	0.40	-13	36	II
	寿光县羊角沟	4.4	0.30	0.45	0.50	0.15	0.25	0.30	-11	36	II
	龙口	4.8	0.45	0.60	0.65	0.25	0.35	0.40	-11	35	II
	烟台	46.7	0.40	0.55	0.60	0.30	0.40	0.45	-8	32	II
	威海	46.6	0.45	0.65	0.75	0.30	0.50	0.60	-8	32	II
	荣城市成山头	47.7	0.60	0.70	0.75	0.25	0.40	0.45	-7	30	II
	莘县朝城	42.7	0.35	0.45	0.50	0.25	0.35	0.40	-12	36	II
	泰安市泰山	1533.7	0.65	0.85	0.95	0.40	0.55	0.60	-16	25	II
	泰安市	128.8	0.30	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-12	33	II
	淄博市张店	34.0	0.30	0.40	0.45	0.30	0.45	0.50	-12	36	II
	沂源	304.5	0.30	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-13	35	II
潍坊	44.1	0.30	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	-12	36	II	

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
山 东	莱阳	30.5	0.30	0.40	0.45	0.15	0.25	0.30	-13	35	II
	青岛	76.0	0.45	0.60	0.70	0.15	0.20	0.25	-9	33	II
	海阳	65.2	0.40	0.55	0.60	0.10	0.15	0.15	-10	33	II
	荣城市石岛	33.7	0.40	0.55	0.65	0.10	0.15	0.15	-8	31	II
	菏泽	49.7	0.25	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	-10	36	II
	兖州	51.7	0.25	0.40	0.45	0.25	0.35	0.45	-11	36	II
	营县	107.4	0.25	0.35	0.40	0.20	0.35	0.40	-11	35	II
	临沂	87.9	0.30	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	-10	35	II
日照	16.1	0.30	0.40	0.45	—	—	—	-8	33		
江 苏	南京	8.9	0.25	0.40	0.45	0.40	0.65	0.75	-6	37	II
	徐州	41.0	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	-8	35	II
	赣榆	2.1	0.30	0.45	0.50	0.25	0.35	0.40	-8	35	II
	盱眙	34.5	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-7	36	II
	淮阴	17.5	0.25	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	-7	35	II
	射阳	2.0	0.30	0.40	0.45	0.15	0.20	0.25	-7	35	III
	镇江	26.5	0.30	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	—	—	III
	无锡	6.7	0.30	0.45	0.50	0.30	0.40	0.45	—	—	III
	泰州	6.6	0.25	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	—	—	III
	连云港	3.7	0.35	0.55	0.65	0.25	0.40	0.45	—	—	II
	盐城	3.6	0.25	0.45	0.55	0.20	0.35	0.40	—	—	III
	高邮	5.4	0.25	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-6	36	III
	东台	4.3	0.30	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	-6	36	III
	南通	5.3	0.30	0.45	0.50	0.15	0.25	0.30	-4	36	III
	启东县吕泗	5.5	0.35	0.50	0.55	0.10	0.20	0.25	-4	35	III
常州	4.9	0.25	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-4	37	III	
溧阳	7.2	0.25	0.40	0.45	0.30	0.50	0.55	-5	37	III	
吴县东山	17.5	0.30	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45	-5	36	III	
浙 江	杭州	41.7	0.30	0.45	0.50	0.30	0.45	0.50	-4	38	III
	临安县天目山	1505.9	0.55	0.75	0.85	1.00	1.60	1.85	-11	28	II
	平湖县乍浦	5.4	0.35	0.45	0.50	0.25	0.35	0.40	-5	36	III
	慈溪	7.1	0.30	0.45	0.50	0.25	0.35	0.40	-4	37	III
	嵊泗	79.6	0.85	1.30	1.55	—	—	—	-2	34	
	嵊泗县嵊山	124.6	1.00	1.65	1.95	—	—	—	0	30	
舟山	35.7	0.50	0.85	1.00	0.30	0.50	0.60	-2	35	III	

(续)

省市名	城 市 名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
浙 江	金华	62.6	0.25	0.35	0.40	0.35	0.55	0.65	-3	39	Ⅲ
	嵊县	104.3	0.25	0.40	0.50	0.35	0.55	0.65	-3	39	Ⅲ
	宁波	4.2	0.30	0.50	0.60	0.20	0.30	0.35	-3	37	Ⅲ
	象山石浦	128.4	0.75	1.20	1.45	0.20	0.30	0.35	-2	35	Ⅲ
	衢州	66.9	0.25	0.35	0.40	0.30	0.50	0.60	-3	38	Ⅲ
	丽水	60.8	0.20	0.30	0.35	0.30	0.45	0.50	-3	39	Ⅲ
	龙泉	198.4	0.20	0.30	0.35	0.35	0.55	0.65	-2	38	Ⅲ
	临海市括苍山	1383.1	0.60	0.90	1.05	0.45	0.65	0.75	-8	29	Ⅲ
	温州	6.0	0.35	0.60	0.70	0.25	0.35	0.40	0	36	Ⅲ
	椒江市洪家	1.3	0.35	0.55	0.65	0.20	0.30	0.35	-2	36	Ⅲ
	椒江市下大陈	86.2	0.95	1.45	1.75	0.25	0.35	0.40	-1	33	Ⅲ
玉环县坎门	95.9	0.70	1.20	1.45	0.20	0.35	0.40	0	34	Ⅲ	
瑞安市北麂	42.3	1.00	1.80	2.20	—	—	—	2	33	Ⅲ	
安 徽	合肥	27.9	0.25	0.35	0.40	0.40	0.60	0.70	-6	37	Ⅱ
	砀山	43.2	0.25	0.35	0.40	0.25	0.40	0.45	-9	36	Ⅱ
	亳州	37.7	0.25	0.45	0.55	0.25	0.40	0.45	-8	37	Ⅱ
	宿县	25.9	0.25	0.40	0.50	0.25	0.40	0.45	-8	36	Ⅱ
	寿县	22.7	0.25	0.35	0.40	0.30	0.50	0.55	-7	35	Ⅱ
	蚌埠	18.7	0.25	0.35	0.40	0.30	0.45	0.55	-6	36	Ⅱ
	滁县	25.3	0.25	0.35	0.40	0.30	0.50	0.60	-6	36	Ⅱ
	六安	60.5	0.20	0.35	0.40	0.35	0.55	0.60	-5	37	Ⅱ
	霍山	68.1	0.20	0.35	0.40	0.45	0.65	0.75	-6	37	Ⅱ
	巢湖	22.4	0.25	0.35	0.40	0.30	0.45	0.50	-5	37	Ⅱ
	安庆	19.8	0.25	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-3	36	Ⅲ
	宁国	89.4	0.25	0.35	0.40	0.30	0.50	0.55	-6	38	Ⅲ
	黄山	1840.4	0.50	0.70	0.80	0.35	0.45	0.50	-11	24	Ⅲ
	黄山市	142.7	0.25	0.35	0.40	0.30	0.45	0.50	-3	38	Ⅲ
阜阳	30.6				0.35	0.55	0.60	-7	36	Ⅱ	
江 西	南昌	46.7	0.30	0.45	0.55	0.30	0.45	0.50	-3	38	Ⅲ
	修水	146.8	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.50	-4	37	Ⅲ
	宜春	131.3	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-3	38	Ⅲ
	吉安	76.4	0.25	0.30	0.35	0.25	0.35	0.45	-2	38	Ⅲ
	宁冈	263.1	0.20	0.30	0.35	0.30	0.45	0.50	-3	38	Ⅲ
	遂川	126.1	0.20	0.30	0.35	0.30	0.45	0.55	-1	38	Ⅲ

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
江西	赣州	123.8	0.20	0.30	0.35	0.20	0.35	0.40	-0	38	Ⅲ
	九江	36.1	0.25	0.35	0.40	0.30	0.40	0.45	-2	38	Ⅲ
	庐山	1164.5	0.40	0.55	0.60	0.60	0.95	1.05	-9	29	Ⅲ
	波阳	40.1	0.25	0.40	0.45	0.35	0.60	0.70	-3	38	Ⅲ
	景德镇	61.5	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	-3	38	Ⅲ
	樟树	30.4	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-3	38	Ⅲ
	贵溪	51.2	0.20	0.30	0.35	0.35	0.50	0.60	-2	38	Ⅲ
	玉山	116.3	0.20	0.30	0.35	0.35	0.55	0.65	-3	38	Ⅲ
	南城	80.8	0.25	0.30	0.35	0.20	0.35	0.40	-3	37	Ⅲ
	广昌	143.8	0.20	0.30	0.35	0.30	0.45	0.50	-2	38	Ⅲ
寻乌	303.9	0.25	0.30	0.35				-0.3	37		
福建	福州	83.8	0.40	0.70	0.85				3	37	
	邵武	191.5	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40	-1	37	Ⅲ
	崇安县七仙山	1401.9	0.55	0.70	0.80	0.40	0.60	0.70	-5	28	Ⅲ
	浦城	276.9	0.20	0.30	0.35	0.35	0.55	0.65	-2	37	Ⅲ
	建阳	196.9	0.25	0.35	0.40	0.35	0.50	0.55	-2	38	Ⅲ
	建瓯	154.9	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	0	38	Ⅲ
	福鼎	36.2	0.35	0.70	0.90				1	37	
	泰宁	342.9	0.20	0.30	0.35	0.30	0.50	0.60	-2	37	Ⅲ
	南平	125.6	0.20	0.35	0.45				2	38	
	福鼎县台山	106.6	0.75	1.00	1.10				4	30	
	长汀	310.0	0.20	0.35	0.40	0.15	0.25	0.30	-0	36	Ⅲ
	上杭	197.9	0.25	0.30	0.35				2	36	
	永安	206.0	0.25	0.40	0.45				2	38	
	龙岩	342.3	0.20	0.35	0.45				3	36	
	德化县九仙山	1653.5	0.60	0.80	0.90	0.25	0.40	0.50	-3	25	Ⅲ
	屏南	896.5	0.20	0.30	0.35	0.25	0.45	0.50	-2	32	Ⅲ
平潭	32.4	0.75	1.30	1.60				4	34		
崇武	21.8	0.55	0.85	1.05				5	33		
厦门	139.4	0.50	0.80	0.95				5	35		
东山	53.3	0.80	1.25	1.45				7	34		
陕西	西安	397.5	0.25	0.35	0.40	0.20	0.25	0.30	-9	37	Ⅱ
	榆林	1057.5	0.25	0.40	0.45	0.20	0.25	0.30	-22	35	Ⅱ
	吴旗	1272.6	0.25	0.40	0.50	0.15	0.20	0.20	-20	33	Ⅱ

(续)

省市名	城 市 名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
陕 西	横山	1111.0	0.30	0.40	0.45	0.15	0.25	0.30	-21	35	II
	绥德	929.7	0.30	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-19	35	II
	延安	957.8	0.25	0.35	0.40	0.15	0.25	0.30	-17	34	II
	长武	1206.5	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-15	32	II
	洛川	1158.3	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	-15	32	II
	铜川	978.9	0.20	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25	-12	33	II
	宝鸡	612.4	0.20	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25	-8	37	II
	武功	447.8	0.20	0.35	0.40	0.20	0.25	0.30	-9	37	II
	华阴县华山	2064.9	0.40	0.50	0.55	0.50	0.70	0.75	-15	25	II
	略阳	794.2	0.25	0.35	0.40	0.10	0.15	0.15	-6	34	III
	汉中	508.4	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-5	34	III
	佛坪	1087.7	0.25	0.35	0.45	0.15	0.25	0.30	-8	33	III
	商州	742.2	0.25	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-8	35	II
	镇安	693.7	0.20	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-7	36	III
	石泉	484.9	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-5	35	III
安康	290.8	0.30	0.45	0.50	0.10	0.15	0.20	-4	37	III	
甘 肃	兰州	1517.2	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.20	-15	34	II
	吉河德	966.5	0.45	0.55	0.60	—	—	—	—	—	II
	安西	1170.8	0.40	0.55	0.60	0.10	0.20	0.25	-22	37	II
	酒泉	1477.2	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35	-21	33	II
	张掖	1482.7	0.30	0.50	0.60	0.05	0.10	0.15	-22	34	II
	武威	1530.9	0.35	0.55	0.65	0.15	0.20	0.25	-20	33	II
	民勤	1367.0	0.40	0.50	0.55	0.05	0.10	0.10	-21	35	II
	乌鞘岭	3045.1	0.35	0.40	0.45	0.35	0.55	0.60	-22	21	II
	景泰	1630.5	0.25	0.40	0.45	0.10	0.15	0.20	-18	33	II
	靖远	1398.2	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-18	33	II
	临夏	1917.0	0.20	0.30	0.35	0.15	0.25	0.30	-18	30	II
	临洮	1886.6	0.20	0.30	0.35	0.30	0.50	0.55	-19	30	II
	华家岭	2450.6	0.30	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	-17	24	II
	环县	1255.6	0.20	0.30	0.35	0.15	0.25	0.30	-18	33	II
	平凉	1346.6	0.25	0.30	0.35	0.15	0.25	0.30	-14	32	II
西峰镇	1421.0	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-14	31	II	
玛曲	3471.4	0.25	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-23	21	II	
夏河县合作	2910.0	0.25	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-23	24	II	

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
甘 肃	武都	1079.1	0.25	0.35	0.40	0.05	0.10	0.15	-5	35	Ⅲ
	天水	1141.7	0.20	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25	-11	34	Ⅱ
	马宗山	1962.7	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-25	32	Ⅱ
	敦煌	1139.0	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-20	37	Ⅱ
	玉门	1526.0	—	—	—	0.15	0.20	0.25	-21	33	Ⅱ
	金塔县鼎新	1177.4	—	—	—	0.05	0.10	0.15	-21	36	Ⅱ
	高台	1332.2	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-21	34	Ⅱ
	山丹	1764.6	—	—	—	0.15	0.20	0.25	-21	32	Ⅱ
	永昌	1976.1	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-22	29	Ⅱ
	榆中	1874.1	—	—	—	0.15	0.20	0.25	-19	30	Ⅱ
	会宁	2012.2	—	—	—	0.20	0.30	0.35	—	—	Ⅱ
岷县	2315.0	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-19	27	Ⅱ	
宁 夏	银川	1111.4	0.40	0.65	0.75	0.15	0.20	0.25	-19	34	Ⅱ
	惠农	1091.0	0.45	0.65	0.70	0.05	0.10	0.10	-20	35	Ⅱ
	陶乐	1101.6	—	—	—	0.05	0.10	0.10	-20	35	Ⅱ
	中卫	1225.7	0.30	0.45	0.50	0.05	0.10	0.15	-18	33	Ⅱ
	中宁	1183.3	0.30	0.35	0.40	0.10	0.15	0.20	-18	34	Ⅱ
	盐池	1347.8	0.30	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	-20	34	Ⅱ
	海源	1854.2	0.25	0.35	0.40	0.25	0.40	0.45	-17	30	Ⅱ
	同心	1343.9	0.20	0.30	0.35	0.10	0.10	0.15	-18	34	Ⅱ
	固原	1753.0	0.25	0.35	0.40	0.30	0.40	0.45	-20	29	Ⅱ
西吉	1916.5	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.20	-20	29	Ⅱ	
青 海	西宁	2261.2	0.25	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25	-19	29	Ⅱ
	茫崖	3138.5	0.30	0.40	0.45	0.05	0.10	0.10	—	—	Ⅱ
	冷湖	2733.0	0.40	0.55	0.60	0.05	0.10	0.10	-26	29	Ⅱ
	祁连县托勒	3367.0	0.30	0.40	0.45	0.20	0.25	0.30	-32	22	Ⅱ
	祁连县野牛沟	3180.0	0.30	0.40	0.45	0.15	0.20	0.20	-31	21	Ⅱ
	祁连县	2787.4	0.30	0.35	0.40	0.10	0.15	0.15	-25	25	Ⅱ
	格尔木市小灶火	2767.0	0.30	0.40	0.45	0.05	0.10	0.10	-25	30	Ⅱ
	大柴旦	3173.2	0.30	0.40	0.45	0.10	0.15	0.15	-27	26	Ⅱ
	德令哈市	2981.5	0.25	0.35	0.40	0.10	0.15	0.20	-22	28	Ⅱ
	刚察	3301.5	0.25	0.35	0.40	0.20	0.25	0.30	-26	21	Ⅱ
门源	2850.0	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.30	-27	24	Ⅱ	
格尔木	2807.6	0.30	0.40	0.45	0.10	0.20	0.25	-21	29	Ⅱ	

(续)

省市名	城 市 名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
青 海	都兰县诺木洪	2790.4	0.35	0.50	0.60	0.05	0.10	0.10	-22	30	II
	都兰	3191.1	0.30	0.45	0.55	0.20	0.25	0.30	-21	26	II
	乌兰县茶卡	3087.6	0.25	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25	-25	25	II
	共和县恰卜恰	2835.0	0.25	0.35	0.40	0.10	0.15	0.20	-22	26	II
	贵德	2237.1	0.25	0.30	0.35	0.05	0.10	0.10	-18	30	II
	民和	1813.9	0.20	0.30	0.35	0.10	0.10	0.15	-17	31	II
	唐古拉山五道梁	4612.2	0.35	0.45	0.50	0.20	0.25	0.30	-29	17	I
	兴海	3323.2	0.25	0.35	0.40	0.15	0.20	0.20	-25	23	II
	同德	3289.4	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-28	23	II
	泽库	3662.8	0.25	0.30	0.35	0.20	0.40	0.45	—	—	II
	格尔木市托托河	4533.1	0.40	0.50	0.55	0.25	0.35	0.40	-33	19	I
	治多	4179.0	0.25	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	—	—	I
	杂多	4066.4	0.25	0.35	0.40	0.20	0.25	0.30	-25	22	II
	曲麻菜	4231.2	0.25	0.35	0.40	0.15	0.25	0.30	-28	20	I
	玉树	3681.2	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-20	24.4	II
	玛多	4272.3	0.30	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	-33	18	I
	称多县清水河	4415.4	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	-33	17	I
	玛沁县仁峡姆	4211.1	0.30	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-33	18	I
	达日县吉迈	3967.5	0.25	0.35	0.40	0.20	0.25	0.30	-27	20	I
	河南	3500.0	0.25	0.40	0.45	0.20	0.25	0.30	-29	21	II
久治	3628.5	0.20	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	-24	21	II	
昂欠	3643.7	0.25	0.30	0.35	0.10	0.20	0.25	-18	25	II	
班玛	3750.0	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-20	22	II	
新 疆	乌鲁木齐	917.9	0.40	0.60	0.70	0.65	0.90	1.00	-23	34	I
	阿勒泰	735.3	0.40	0.70	0.85	1.20	1.65	1.85	-28	32	I
	阿拉山口	284.8	0.95	1.35	1.55	0.20	0.25	0.25	-25	39	I
	克拉玛依	427.3	0.65	0.90	1.00	0.20	0.30	0.35	-27	38	I
	伊宁	662.5	0.40	0.60	0.70	1.00	1.40	1.55	-23	35	I
	昭苏	1851.0	0.25	0.40	0.45	0.65	0.85	0.95	-23	26	I
	达坂城	1103.5	0.55	0.80	0.90	0.15	0.20	0.20	-21	32	I
	巴音布鲁克	2458.0	0.25	0.35	0.40	0.55	0.75	0.85	-40	22	I
	吐鲁番	34.5	0.50	0.85	1.00	0.15	0.20	0.25	-20	44	II
	阿克苏	1103.8	0.30	0.45	0.50	0.15	0.25	0.30	-20	36	II
	库车	1099.0	0.35	0.50	0.60	0.15	0.20	0.30	-19	36	II

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
新疆	库尔勒	931.5	0.30	0.45	0.50	0.15	0.20	0.30	-18	37	II
	乌恰	2175.7	0.25	0.35	0.40	0.35	0.50	0.60	-20	31	II
	喀什	1288.7	0.35	0.55	0.65	0.30	0.45	0.50	-17	36	II
	阿合奇	1984.9	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	-21	31	II
	皮山	1375.4	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-18	37	II
	和田	1374.6	0.25	0.40	0.45	0.10	0.20	0.25	-15	37	II
	民丰	1409.3	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.15	-19	37	II
	安的河	1262.8	0.20	0.30	0.35	0.05	0.05	0.05	-23	39	II
	于田	1422.0	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.15	-17	36	II
	哈密	737.2	0.40	0.60	0.70	0.15	0.25	0.30	-23	38	II
	哈巴河	532.6	—	—	—	0.70	1.00	1.15	-26	33.6	I
	吉木乃	984.1	—	—	—	0.85	1.15	1.35	-24	31	I
	福海	500.9	—	—	—	0.30	0.45	0.50	-31	34	I
	富蕴	807.5	—	—	—	0.95	1.35	1.50	-33	34	I
	塔城	534.9	—	—	—	1.10	1.55	1.75	-23	35	I
	和布克塞尔	1291.6	—	—	—	0.25	0.40	0.45	-23	30	I
	青河	1218.2	—	—	—	0.90	1.30	1.45	-35	31	I
	托里	1077.8	—	—	—	0.55	0.75	0.85	-24	32	I
	北塔山	1653.7	—	—	—	0.55	0.65	0.70	-25	28	I
	温泉	1354.6	—	—	—	0.35	0.45	0.50	-25	30	I
	精河	320.1	—	—	—	0.20	0.30	0.35	-27	38	I
	乌苏	478.7	—	—	—	0.40	0.55	0.60	-26	37	I
	石河子	442.9	—	—	—	0.50	0.70	0.80	-28	37	I
	蔡家湖	440.5	—	—	—	0.40	0.50	0.55	-32	38	I
	奇台	793.5	—	—	—	0.55	0.75	0.85	-31	34	I
	巴仑台	1752.5	—	—	—	0.20	0.30	0.35	-20	30	II
	七角井	873.2	—	—	—	0.05	0.10	0.15	-23	38	II
	库米什	922.4	—	—	—	0.10	0.15	0.15	-25	38	II
	焉耆	1055.8	—	—	—	0.15	0.20	0.25	-24	35	II
	拜城	1229.2	—	—	—	0.20	0.30	0.35	-26	34	II
轮台	976.1	—	—	—	0.15	0.20	0.30	-19	38	II	
吐尔格特	3504.4	—	—	—	0.40	0.55	0.65	-27	18	II	
巴楚	1116.5	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-19	38	II	
柯坪	1161.8	—	—	—	0.05	0.10	0.15	-20	37	II	

(续)

省市名	城 市 名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
新 疆	阿拉尔	1012.2	—	—	—	0.05	0.10	0.10	-20	36	II
	铁干里克	846.0	—	—	—	0.10	0.15	0.15	-20	39	II
	若羌	888.3	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-18	40	II
	塔吉克	3090.9	—	—	—	0.15	0.25	0.30	-28	28	II
	莎车	1231.2	—	—	—	0.15	0.20	0.25	-17	37	II
	且末	1247.5	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-20	37	II
	红柳河	1700.0	—	—	—	0.10	0.15	0.15	-25	35	II
河 南	郑州	110.4	0.30	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45	-8	36	II
	安阳	75.5	0.25	0.45	0.55	0.25	0.40	0.45	-8	36	II
	新乡	72.7	0.30	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35	-8	36	II
	三门峡	410.1	0.25	0.40	0.45	0.15	0.20	0.25	-8	36	II
	卢氏	568.8	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-10	35	II
	孟津	323.3	0.30	0.45	0.50	0.30	0.40	0.50	-8	35	II
	栾川	750.1	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-9	34	II
	许昌	66.8	0.30	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	-8	36	II
	开封	72.5	0.30	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35	-8	36	II
	西峡	250.3	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-6	36	II
	南阳	129.2	0.25	0.35	0.40	0.30	0.45	0.50	-7	36	II
	宝丰	136.4	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	-8	36	II
	西华	52.6	0.25	0.45	0.55	0.30	0.45	0.50	-8	37	II
	驻马店	82.7	0.25	0.40	0.45	0.30	0.45	0.50	-8	36	II
	信阳	114.5	0.25	0.35	0.40	0.35	0.55	0.65	-6	36	II
	商丘	50.1	0.20	0.35	0.45	0.30	0.45	0.50	-8	36	II
	固始	57.1	0.20	0.35	0.40	0.35	0.55	0.65	-6	36	II
湖 北	武汉	23.3	0.25	0.35	0.40	0.30	0.50	0.60	-5	37	II
	勋县	201.9	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-3	37	II
	房县	434.4	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-7	35	III
	老河口	90.0	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40	-6	36	II
	枣阳	125.5	0.25	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	-6	36	II
	巴东	294.5	0.15	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-2	38	III
	钟祥	65.8	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40	-4	36	II
	麻城	59.3	0.20	0.35	0.45	0.35	0.55	0.65	-4	37	II
	恩施	457.1	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-2	36	III
绿葱坡	1819.3	0.30	0.35	0.40	0.65	0.95	1.10	-10	26	III	

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
湖北	五峰	908.4	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40	-5	34	Ⅲ
	宜昌	133.1	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-3	37	Ⅲ
	荆州	32.6	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-4	36	Ⅱ
	天门	34.1	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.45	-5	36	Ⅱ
	来凤	459.5	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-3	35	Ⅲ
	嘉鱼	36.0	0.20	0.35	0.45	0.25	0.35	0.40	-3	37	Ⅲ
	英山	123.8	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-5	37	Ⅲ
湖南	黄石	19.6	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	-3	38	Ⅲ
	长沙	44.9	0.25	0.35	0.40	0.30	0.45	0.50	-3	38	Ⅲ
	桑植	322.2	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40	-3	36	Ⅲ
	石门	116.9	0.25	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40	-3	36	Ⅲ
	南县	36.0	0.25	0.40	0.50	0.30	0.45	0.50	-3	36	Ⅲ
	岳阳	53.0	0.25	0.40	0.45	0.35	0.55	0.65	-2	36	Ⅲ
	吉首	206.6	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-2	36	Ⅲ
	沅陵	151.6	0.20	0.30	0.35	0.20	0.35	0.40	-3	37	Ⅲ
	常德	35.0	0.25	0.40	0.50	0.30	0.50	0.60	-3	36	Ⅱ
	安化	128.3	0.20	0.30	0.35	0.30	0.45	0.50	-3	38	Ⅱ
	沅江	36.0	0.25	0.40	0.45	0.35	0.55	0.65	-3	37	Ⅲ
	平江	106.3	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-4	37	Ⅲ
	芷江	272.2	0.20	0.30	0.35	0.25	0.35	0.45	-3	36	Ⅲ
	雪峰山	1404.9	—	—	—	0.50	0.75	0.85	-8	27	Ⅱ
	邵阳	248.6	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-3	37	Ⅲ
	双峰	100.0	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-4	38	Ⅲ
	南岳	1265.9	0.60	0.75	0.85	0.50	0.75	0.85	-8	28	Ⅲ
	通道	397.5	0.25	0.30	0.35	0.15	0.25	0.30	-3	35	Ⅲ
	武岗	341.0	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-3	36	Ⅲ
	零陵	172.6	0.25	0.40	0.45	0.15	0.25	0.30	-2	37	Ⅲ
衡阳	103.2	0.25	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40	-2	38	Ⅲ	
道县	192.2	0.25	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25	-1	37	Ⅲ	
郴州	184.9	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-2	38	Ⅲ	
广东	广州	6.6	0.30	0.50	0.60				6	36	
	南雄	133.8	0.20	0.30	0.35				1	37	
	连县	97.6	0.20	0.30	0.35				2	37	
	韶关	69.3	0.20	0.35	0.45				2	37	

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
广 东	佛岗	67.8	0.20	0.30	0.35				4	36	
	连平	214.5	0.20	0.30	0.35				2	36	
	梅县	87.8	0.20	0.30	0.35				4	37	
	广宁	56.8	0.20	0.30	0.35				4	36	
	高要	7.1	0.30	0.50	0.60				6	36	
	河源	40.6	0.20	0.30	0.35				5	36	
	惠阳	22.4	0.35	0.55	0.60				6	36	
	五华	120.9	0.20	0.30	0.35				4	36	
	汕头	1.1	0.50	0.80	0.95				6	35	
	惠来	12.9	0.45	0.75	0.90				7	35	
	南澳	7.2	0.50	0.80	0.95				9	32	
	信宜	84.6	0.35	0.60	0.70				7	36	
	罗定	53.3	0.20	0.30	0.35				6	37	
	台山	32.7	0.35	0.55	0.65				6	35	
	深圳	18.2	0.45	0.75	0.90				8	35	
	汕尾	4.6	0.50	0.85	1.00				7	34	
	湛江	25.3	0.50	0.80	0.95				9	36	
	阳江	23.3	0.45	0.75	0.90				7	35	
	电白	11.8	0.45	0.70	0.80				8	35	
	上川岛	21.5	0.75	1.05	1.20				8	35	
徐闻	67.9	0.45	0.75	0.90				10	36		
广 西	南宁	73.1	0.25	0.35	0.40				6	36	
	桂林	164.4	0.20	0.30	0.35				1	36	
	柳州	96.8	0.20	0.30	0.35				3	36	
	蒙山	145.7	0.20	0.30	0.35				2	36	
	贺山	108.8	0.20	0.30	0.35				2	36	
	百色	173.5	0.25	0.45	0.55				5	37	
	靖西	739.4	0.20	0.30	0.35				4	32	
	桂平	42.5	0.20	0.30	0.35				5	36	
	梧州	114.8	0.20	0.30	0.35				4	36	
	龙舟	128.8	0.20	0.30	0.35				7	36	
	灵山	66.0	0.20	0.30	0.35				5	35	
	玉林	81.8	0.20	0.30	0.35				5	36	
东兴	18.2	0.45	0.75	0.90				8	34		

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
广西	北海	15.3	0.45	0.75	0.90				7	35	
	涠洲岛	55.2	0.70	1.10	1.30				9	34	
海南	海口	14.1	0.45	0.75	0.90				10	37	
	东方	8.4	0.55	0.85	1.00				10	37	
	儋县	168.7	0.40	0.70	0.85				9	37	
	琼中	250.9	0.30	0.45	0.55				8	36	
	琼海	24.0	0.50	0.85	1.05				10	37	
	三亚	5.5	0.50	0.85	1.05				14	36	
	陵水	13.9	0.50	0.85	1.05				12	36	
	西沙岛	4.7	1.05	1.80	2.20				18	35	
	珊瑚岛	4.0	0.70	1.10	1.30				16	36	
四川	成都	506.1	0.20	0.30	0.35	0.10	0.10	0.15	-1	34	Ⅲ
	石渠	4200.0	0.25	0.30	0.35	0.35	0.50	0.60	-28	19	Ⅱ
	若尔盖	3439.6	0.25	0.30	0.35	0.30	0.40	0.45	-24	21	Ⅱ
	甘孜	3393.5	0.35	0.45	0.50	0.30	0.50	0.55	-17	25	Ⅱ
	都江堰	706.7	0.20	0.30	0.35	0.15	0.25	0.30	—	—	Ⅲ
	绵阳	470.8	0.20	0.30	0.35				-3	35	
	雅安	627.6	0.20	0.30	0.35	0.10	0.20	0.20	0	34	Ⅲ
	资阳	357.0	0.20	0.30	0.35				1	33	
	康定	2615.7	0.30	0.35	0.40	0.30	0.50	0.55	-10	23	Ⅱ
	汉源	795.9	0.20	0.30	0.35				2	34	
	九龙	2987.3	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.20	-10	25	Ⅲ
	越西	1659.0	0.25	0.30	0.35	0.15	0.25	0.30	-4	31	Ⅲ
	昭觉	2132.4	0.25	0.30	0.35	0.25	0.35	0.40	-6	28	Ⅲ
	雷波	1474.9	0.20	0.30	0.40	0.20	0.30	0.35	-4	29	Ⅲ
	宜宾	340.8	0.20	0.30	0.35				2	35	
	盐源	2545.0	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-6	27	Ⅲ
	西昌	1590.9	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-1	32	Ⅲ
	会理	1787.1	0.20	0.30	0.35				-4	30	
	万源	674.0	0.20	0.30	0.35	0.05	0.10	0.15	-3	35	Ⅲ
	阆中	382.6	0.20	0.30	0.35				-1	36	
巴中	358.9	0.20	0.30	0.35				-1	36		
达县	310.4	0.20	0.35	0.45				0	37		
遂宁	278.2	0.20	0.30	0.35				0	36		

(续)

省市名	城 市 名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
四 川	南充	309.3	0.20	0.30	0.35				0	36	
	内江	347.1	0.25	0.40	0.50				0	36	
	泸州	334.8	0.20	0.30	0.35				1	36	
	叙永	377.5	0.20	0.30	0.35				1	36	
	德格	3201.2				0.15	0.20	0.25	-15	26	Ⅲ
	巴达	3893.9				0.30	0.40	0.45	-24	21	Ⅲ
	道孚	2957.2				0.15	0.20	0.25	-16	28	Ⅲ
	阿坝	3275.1				0.25	0.40	0.45	-19	22	Ⅲ
	马尔康	2664.4				0.15	0.25	0.30	-12	29	Ⅲ
	红原	3491.6				0.25	0.40	0.45	-26	22	Ⅱ
	小金	2369.2				0.10	0.15	0.15	-8	31	Ⅱ
	松潘	2850.7				0.20	0.30	0.35	-16	26	Ⅱ
	新龙	3000.0				0.10	0.15	0.15	-16	27	Ⅱ
	理唐	3948.9				0.35	0.50	0.60	-19	21	Ⅱ
	稻城	3727.7				0.20	0.30	0.30	-19	23	Ⅲ
峨眉山	3047.4				0.40	0.55	0.60	-15	19	Ⅱ	
贵 州	贵阳	1074.3	0.20	0.30	0.35	0.10	0.20	0.25	-3	32	Ⅲ
	威宁	2237.5	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	-6	26	Ⅲ
	盘县	1515.2	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.45	-3	30	Ⅲ
	桐梓	972.0	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.20	-4	33	Ⅲ
	习水	1180.2	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-5	31	Ⅲ
	毕节	1510.6	0.20	0.30	0.35	0.15	0.25	0.30	-4	30	Ⅲ
	遵义	843.9	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.20	-2	34	Ⅲ
	湄潭	791.8				0.15	0.20	0.25	-3	34	Ⅲ
	思南	416.3	0.20	0.30	0.35	0.10	0.20	0.25	-1	36	Ⅲ
	铜仁	279.7	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-2	37	Ⅲ
	黔西	1251.8	0.00	0.00	0.00	0.15	0.20	0.25	-4	32	Ⅲ
	安顺	1392.9	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-3	30	Ⅲ
	凯里	720.3	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.25	-3	34	Ⅲ
	三穗	610.5	0.00	0.00	0.00	0.20	0.30	0.35	-4	34	Ⅲ
	兴仁	1378.5	0.20	0.30	0.35	0.20	0.35	0.40	-2	30	Ⅲ
罗甸	440.3	0.20	0.30	0.35				1	37		
独山	1013.3	—	—	—	0.20	0.30	0.35	-3	32	Ⅲ	
榕江	285.7	—	—	—	0.10	0.15	0.20	-1	37	Ⅲ	

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
云 南	昆明	1891.4	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-1	28	Ⅲ
	德钦	3485.0	0.25	0.35	0.40	0.60	0.90	1.05	-12	22	Ⅱ
	贡山	1591.3	0.20	0.30	0.35	0.45	0.75	0.90	-3	30	Ⅱ
	中甸	3276.1	0.20	0.30	0.35	0.50	0.80	0.90	-15	22	Ⅱ
	维西	2325.6	0.20	0.30	0.35	0.45	0.65	0.75	-6	28	Ⅲ
	昭通	1949.5	0.25	0.35	0.40	0.15	0.25	0.30	-6	28	Ⅲ
	丽江	2393.2	0.25	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35	-5	27	Ⅲ
	华坪	1244.8	0.30	0.45	0.55				-1	35	
	会泽	2109.5	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	-4	26	Ⅲ
	腾冲	1654.6	0.20	0.30	0.35				-3	27	
	泸水	1804.9	0.20	0.30	0.35				1	26	
	保山	1653.5	0.20	0.30	0.35				-2	29	
	大理	1990.5	0.45	0.65	0.75				-2	28	
	元谋	1120.2	0.25	0.35	0.40				2	35	
	楚雄	1772.0	0.20	0.35	0.40				-2	29	
	沾益	1898.7	0.25	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	-1	28	Ⅲ
	瑞丽	776.6	0.20	0.30	0.35				3	32	
	景东	1162.3	0.20	0.30	0.35				1	32	
	玉溪	1636.7	0.20	0.30	0.35				-1	30	
	宜良	1532.1	0.25	0.45	0.55				1	28	
	泸西	1704.3	0.25	0.30	0.35				-2	29	
	孟定	511.4	0.25	0.40	0.45				-5	32	
	临沧	1502, 4	0.20	0.30	0.35				0	29	
	澜沧	1054.8	0.20	0.30	0.35				1	32	
	景洪	552.7	0.20	0.40	0.50				7	35	
	思茅	1302.1	0.25	0.45	0.50				3	30	
	元江	400.9	0.25	0.30	0.35				7	37	
	勐腊	631.9	0.20	0.30	0.35				7	34	
江城	1119.5	0.20	0.40	0.50				4	30		
蒙自	1300.7	0.25	0.35	0.45				3	31		
屏边	1414.1	0.20	0.40	0.35				2	28		
文山	1271.6	0.20	0.30	0.35				3	31		
广南	1249.6	0.25	0.35	0.40				-0	31		

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/℃		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
西 藏	拉萨	3658.0	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.20	-13	27	Ⅲ
	班戈	4700.0	0.35	0.55	0.65	0.20	0.25	0.30	-22	18	Ⅰ
	安多	4800.0	0.45	0.75	0.90	0.25	0.40	0.45	-28	17	Ⅰ
	那曲	4507.0	0.30	0.45	0.50	0.30	0.40	0.45	-25	19	Ⅰ
	日喀则	3836.0	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.15	-17	25	Ⅲ
	泽当	3551.7	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.15	-12	26	Ⅲ
	隆子	3860.0	0.30	0.45	0.50	0.10	0.15	0.20	-18	24	Ⅲ
	索县	4022.8	0.30	0.40	0.50	0.20	0.25	0.30	-23	22	Ⅰ
	昌都	3306.0	0.20	0.30	0.35	0.15	0.20	0.20	-15	27	Ⅱ
	林芝	3000.0	0.25	0.35	0.45	0.10	0.15	0.15	-9	25	Ⅲ
	葛尔	4278.0	—	—	—	0.10	0.15	0.15	-27	25	Ⅰ
	改则	4414.9	—	—	—	0.20	0.30	0.35	-29	23	Ⅰ
	普兰	3900.0	—	—	—	0.50	0.70	0.80	-21	25	Ⅰ
	申扎	4672.0	—	—	—	0.15	0.20	0.20	-22	19	Ⅰ
	当雄	4200.0	—	—	—	0.30	0.45	0.50	-23	21	Ⅱ
	尼木	3809.4	—	—	—	0.15	0.20	0.25	-17	26	Ⅲ
	聂拉木	3810.0	—	—	—	2.00	3.30	3.75	-13	18	Ⅰ
	定日	4300.0	—	—	—	0.15	0.25	0.30	-22	23	Ⅱ
	江孜	4040.0	—	—	—	0.10	0.10	0.15	-19	24	Ⅲ
	错那	4280.0	—	—	—	0.60	0.90	1.00	-24	16	Ⅲ
帕里	4300.0	—	—	—	0.95	1.50	1.75	-23	16	Ⅱ	
丁青	3873.1	—	—	—	0.25	0.35	0.40	-17	22	Ⅱ	
波密	2736.0	—	—	—	0.25	0.35	0.40	-9	27	Ⅲ	
察隅	2327.6	—	—	—	0.35	0.55	0.65	-4	29	Ⅲ	
台 湾 地 区	台北	8.0	0.40	0.70	0.85						
	新竹	8.0	0.50	0.80	0.95						
	宜兰	9.0	1.10	1.85	2.30						
	台中	78.0	0.50	0.80	0.90						
	花莲	14.0	0.40	0.70	0.85						
	嘉义	20.0	0.50	0.80	0.95						
	马公	22.0	0.85	1.30	1.55						
	台东	10.0	0.65	0.90	1.05						
	冈山	10.0	0.55	0.80	0.95						
恒春	24.0	0.70	1.05	1.20							

(续)

省市名	城市名	海拔高度 /m	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)			基本气温/°C		雪荷载准 永久值系 数分区
			重现期/年			重现期/年			最低	最高	
			10	50	100	10	50	100			
台湾 地区	阿里山	2406.0	0.25	0.35	0.40						
	台南	14.0	0.60	0.85	1.00						
香港 地区	香港	50.0	0.80	0.90	0.95						
	横澜岛	55.0	0.95	1.25	1.40						
澳门 地区	澳门	57.0	0.75	0.85	0.90						

注：表中数据“—”表示该城市没有气象资料。

(3) 对于平坦或稍有起伏的地形，风压高度变化系数应根据地面粗糙度类别（见表 2-15），按表 2-16 确定。

表 2-15 地面粗糙度类别

类 别	范 围
A 类	指近海海面和海岛、海岸、湖岸及沙漠地区
B 类	指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇
C 类	指有密集建筑群的城市市区
D 类	指有密集建筑群且房屋较高的城市市区

表 2-16 风压高度变化系数 μ_z

离地面或海平面 高度/m	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.09	1.00	0.65	0.51
10	1.28	1.00	0.65	0.51
15	1.42	1.13	0.65	0.51
20	1.52	1.23	0.74	0.51
30	1.67	1.39	0.88	0.51
40	1.78	1.52	1.00	0.60
50	1.89	1.62	1.10	0.69
60	1.97	1.71	1.20	0.77
70	2.05	1.79	1.28	0.84
80	2.12	1.87	1.36	0.91
90	2.18	1.93	1.43	0.98
100	2.23	2.00	1.50	1.04
150	2.46	2.25	1.79	1.33
200	2.64	2.46	2.03	1.58
250	2.78	2.63	2.24	1.81

(续)

离地面或海平面 高度/m	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
300	2.91	2.77	2.43	2.02
350	2.91	2.91	2.60	2.22
400	2.91	2.91	2.76	2.40
450	2.91	2.91	2.91	2.58
500	2.91	2.91	2.91	2.74
≥550	2.91	2.91	2.91	2.91

(4) 对于远海海面和海岛的建筑物或构筑物，风压高度变化系数除可按 A 类粗糙度类别由表 2-16 确定外，还应考虑表 2-17 中给出的修正系数。

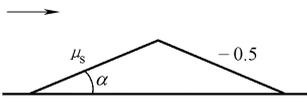
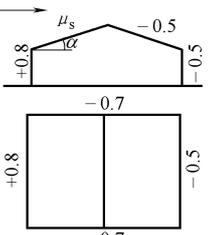
表 2-17 远海海面和海岛的修正系数 η

距海岸距离/km	η
< 40	1.0
40 ~ 60	1.0 ~ 1.1
60 ~ 100	1.1 ~ 1.2

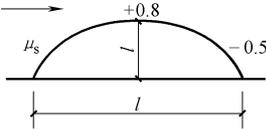
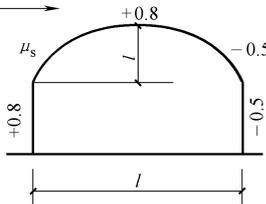
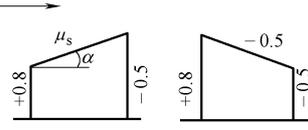
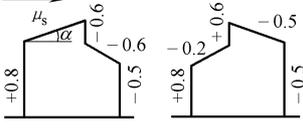
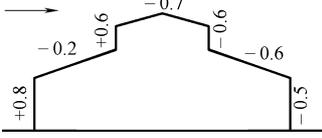
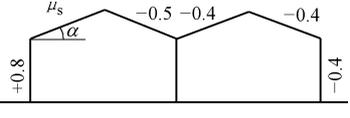
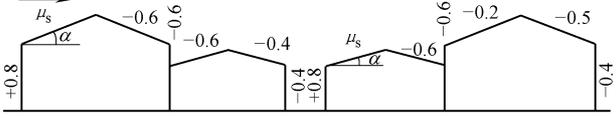
(5) 房屋和构筑物的风荷载体型系数，可按下列规定采用：

- 1) 房屋和构筑物与表 2-18 中的体型类同时，可按表 2-18 的规定采用。
- 2) 房屋和构筑物与表 2-18 中的体型不同时，可按类似体型的风洞试验资料采用；当无资料时，宜由风洞试验确定。
- 3) 对于重要且体型复杂的房屋和构筑物，应由风洞试验确定。

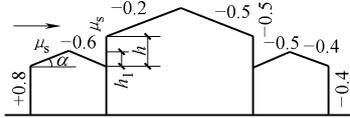
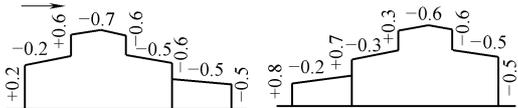
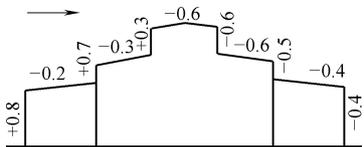
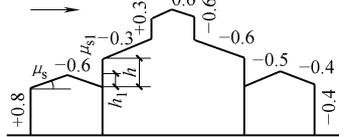
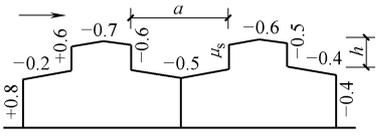
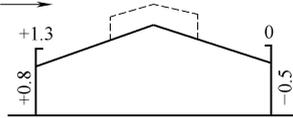
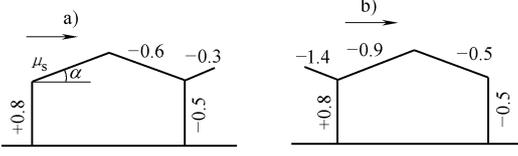
表 2-18 风荷载体型系数

项 次	类 别	体型及体型系数 μ_s								
1	封闭式落地双坡屋面	 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>μ_s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0°</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>+0.2</td> </tr> <tr> <td>≥60°</td> <td>+0.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：中间值按线性插值法计算</p>	α	μ_s	0°	0	30°	+0.2	≥60°	+0.8
α	μ_s									
0°	0									
30°	+0.2									
≥60°	+0.8									
2	封闭式双坡屋面	 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>μ_s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤15°</td> <td>-0.6</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>≥60°</td> <td>+0.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：中间值按线性插值法计算</p>	α	μ_s	≤15°	-0.6	30	0	≥60°	+0.8
α	μ_s									
≤15°	-0.6									
30	0									
≥60°	+0.8									

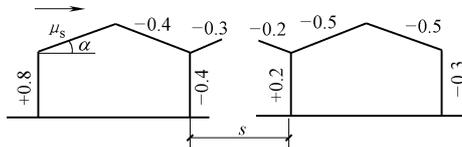
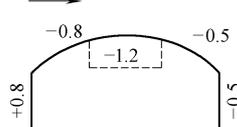
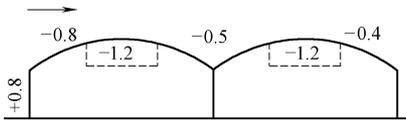
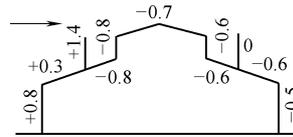
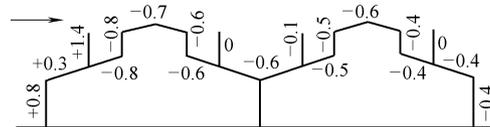
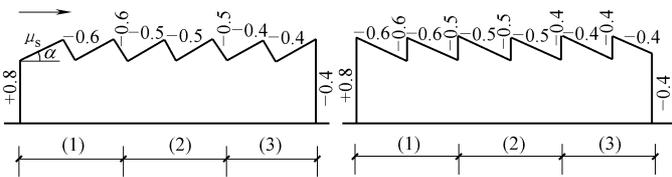
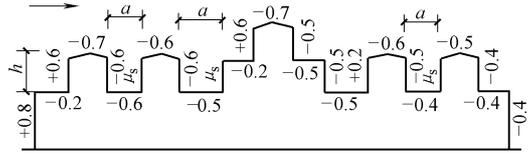
(续)

项次	类别	体型及体型系数 μ_s								
3	封闭式落地拱形屋面	 <table border="1" data-bbox="940 297 1164 493"> <thead> <tr> <th>f/l</th> <th>μ_s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>+0.1</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>+0.2</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>+0.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>注: 中间值按线性插值法计算</p>	f/l	μ_s	0.1	+0.1	0.2	+0.2	0.5	+0.6
f/l	μ_s									
0.1	+0.1									
0.2	+0.2									
0.5	+0.6									
4	封闭式拱形屋面	 <table border="1" data-bbox="907 584 1215 780"> <thead> <tr> <th>f/l</th> <th>μ_s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>-0.8</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>+0.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>注: 中间值按线性插值法计算</p>	f/l	μ_s	0.1	-0.8	0.2	0	0.5	+0.6
f/l	μ_s									
0.1	-0.8									
0.2	0									
0.5	+0.6									
5	封闭式单坡屋面	 <p>注: 迎风坡面的 μ_s 按第 2 项采用</p>								
6	封闭式高低双坡屋面	 <p>注: 迎风坡面的 μ_s 按第 2 项采用</p>								
7	封闭式带天窗双坡屋面	 <p>注: 带天窗的拱形屋面可按照本图采用</p>								
8	封闭式双跨双坡屋面	 <p>注: 迎风坡面的 μ_s 按第 2 项采用</p>								
9	封闭式不等高不等跨的双跨双坡屋面	 <p>注: 迎风坡面的 μ_s 按第 2 项采用</p>								

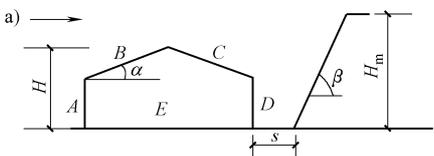
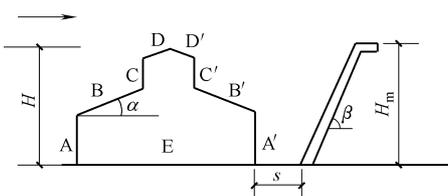
(续)

项 次	类 别	体型及体型系数 μ_s
10	封闭式不等高不等跨的三跨双坡屋面	 <p>注: 1. 迎风坡面的 μ_s 按第2项采用 2. 中跨上部迎风墙面的 μ_{s1} 按下式采用: $\mu_{s1} = 0.6(1 - 2h_1/h)$ 当 $h_1 = h$, 取 $\mu_{s1} = -0.6$</p>
11	封闭式带天窗带坡的双坡屋面	
12	封闭式带天窗带双坡的双坡屋面	
13	封闭式不等高不等跨且中跨带天窗的三跨双坡屋面	 <p>注: 1. 迎风坡面的 μ_s 按第2项采用 2. 中跨上部迎风墙面的 μ_{s1} 按下式采用: $\mu_{s1} = 0.6(1 - 2h_1/h)$ 当 $h_1 = h$, 取 $\mu_{s1} = -0.6$</p>
14	封闭式带天窗的双坡双坡屋面	 <p>注: 迎风面第2跨的天窗面的 μ_s 下列规定采用: 当 $a \leq 4h$, 取 $\mu_s = 0.2$ 当 $a > 4h$, 取 $\mu_s = 0.6$</p>
15	封闭式带女儿墙的双坡屋面	 <p>注: 当屋面坡度不大于 15° 时, 屋面上的体型系数可按无女儿墙的屋面采用</p>
16	封闭式带雨篷的双坡屋面	 <p>注: 迎风坡面的 μ_s 按第2项采用</p>

(续)

项次	类别	体型及体型系数 μ_s
17	封闭式对立两个带雨篷的双坡屋面	 <p data-bbox="700 480 1021 539">注: 1. 本图适用于 s 为 $8\text{m} \sim 20\text{m}$ 范围内 2. 迎风坡面的 μ_s 按第2项采用</p>
18	封闭式带下沉天窗的双坡屋面或拱形屋面	
19	封闭式带下沉天窗的双跨双坡或拱形屋面	
20	封闭式带天窗挡风板的坡屋面	
21	封闭式带天窗挡风板的双跨双坡屋面	
22	封闭式锯齿形屋面	 <p data-bbox="574 1430 1092 1479">注: 1. 迎风坡面的 μ_s 按第2项采用 2. 齿面增多或减少时, 可均匀地在(1),(2),(3)三个区段内调节</p>
23	封闭式复杂多跨屋面	 <p data-bbox="714 1695 979 1803">注: 天窗面得 μ_s 按下列规定采用: 当 $a \leq 4h$ 时, 取 $\mu_s = 0.2$ 当 $a > 4h$ 时, 取 $\mu_s = 0.6$</p>

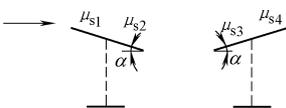
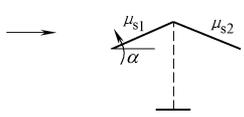
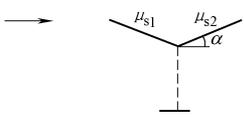
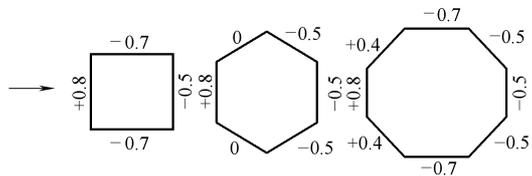
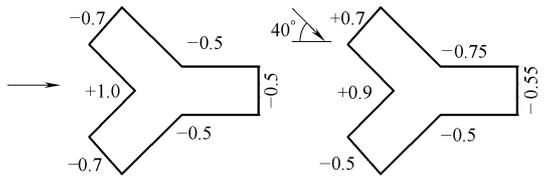
(续)

项 次	类 别	体型及体型系数 μ_s																																																																
24	靠山封闭式双坡屋面	 <p>本图适用于 $H_m/H \geq 2$ 及 $s/H = 0.2 \sim 0.4$ 的情况</p> <p>体型系数 μ_s 按下表采用:</p> <table border="1" data-bbox="539 578 1211 1019"> <thead> <tr> <th>β</th> <th>α</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">30°</td> <td>15°</td> <td>+0.9</td> <td>-0.4</td> <td>0</td> <td>+0.2</td> <td>-0.2</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>+0.9</td> <td>+0.2</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> <td>-0.3</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>+1.0</td> <td>+0.7</td> <td>-0.4</td> <td>-0.2</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">60°</td> <td>15°</td> <td>+1.0</td> <td>+0.3</td> <td>+0.4</td> <td>+0.5</td> <td>+0.4</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>+1.0</td> <td>+0.4</td> <td>+0.3</td> <td>+0.4</td> <td>+0.2</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>+1.0</td> <td>+0.8</td> <td>-0.3</td> <td>0</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">90°</td> <td>15°</td> <td>+1.0</td> <td>+0.5</td> <td>+0.7</td> <td>+0.8</td> <td>+0.6</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>+1.0</td> <td>+0.6</td> <td>+0.8</td> <td>+0.9</td> <td>+0.7</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>+1.0</td> <td>+0.9</td> <td>-0.1</td> <td>+0.2</td> <td>-0.4</td> </tr> </tbody> </table>	β	α	A	B	C	D	E	30°	15°	+0.9	-0.4	0	+0.2	-0.2	30°	+0.9	+0.2	-0.2	-0.2	-0.3	60°	+1.0	+0.7	-0.4	-0.2	-0.5	60°	15°	+1.0	+0.3	+0.4	+0.5	+0.4	30°	+1.0	+0.4	+0.3	+0.4	+0.2	60°	+1.0	+0.8	-0.3	0	-0.5	90°	15°	+1.0	+0.5	+0.7	+0.8	+0.6	30°	+1.0	+0.6	+0.8	+0.9	+0.7	60°	+1.0	+0.9	-0.1	+0.2	-0.4
		β	α	A	B	C	D	E																																																										
30°	15°	+0.9	-0.4	0	+0.2	-0.2																																																												
	30°	+0.9	+0.2	-0.2	-0.2	-0.3																																																												
	60°	+1.0	+0.7	-0.4	-0.2	-0.5																																																												
60°	15°	+1.0	+0.3	+0.4	+0.5	+0.4																																																												
	30°	+1.0	+0.4	+0.3	+0.4	+0.2																																																												
	60°	+1.0	+0.8	-0.3	0	-0.5																																																												
90°	15°	+1.0	+0.5	+0.7	+0.8	+0.6																																																												
	30°	+1.0	+0.6	+0.8	+0.9	+0.7																																																												
	60°	+1.0	+0.9	-0.1	+0.2	-0.4																																																												
25	靠山封闭式带天窗的双坡屋面	 <p>本图适用于 $H_m/H \geq 2$ 及 $s/H = 0.2 \sim 0.4$ 的情况</p> <p>体型系数 μ_s 按下表采用:</p> <table border="1" data-bbox="546 1313 1169 1499"> <thead> <tr> <th>β</th> <th>ABCD</th> <th>E</th> <th>A'B'C'D'</th> <th>F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15°</td> <td>-0.8</td> <td>+0.9</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>-0.9</td> <td>+0.9</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>-0.9</td> <td>+0.9</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> </tr> </tbody> </table>	β	ABCD	E	A'B'C'D'	F	15°	-0.8	+0.9	-0.2	-0.2	30°	-0.9	+0.9	-0.2	-0.2	60°	-0.9	+0.9	-0.2	-0.2																																												
β	ABCD	E	A'B'C'D'	F																																																														
15°	-0.8	+0.9	-0.2	-0.2																																																														
30°	-0.9	+0.9	-0.2	-0.2																																																														
60°	-0.9	+0.9	-0.2	-0.2																																																														

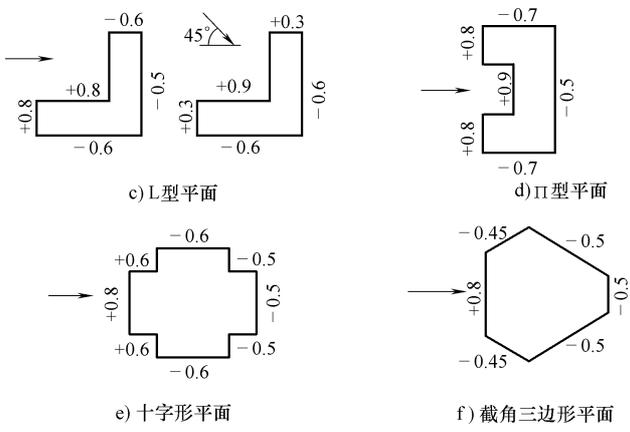
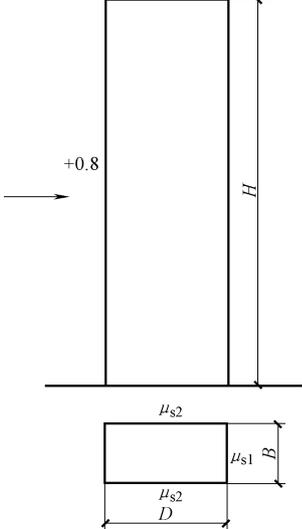
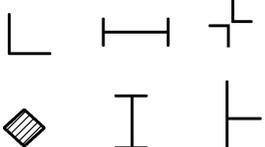
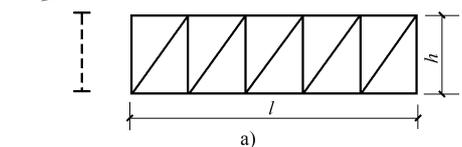
(续)

项次	类别	体型及体型系数 μ_s																																								
25	靠山封闭式带天窗的双坡屋面	<p>体型系数 μ_s 按下表采用:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>β</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>D'</th> <th>C'</th> <th>B'</th> <th>A'</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30°</td> <td>+0.9</td> <td>+0.2</td> <td>-0.6</td> <td>-0.4</td> <td>-0.3</td> <td>-0.3</td> <td>-0.3</td> <td>-0.2</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>+0.9</td> <td>+0.6</td> <td>+0.1</td> <td>+0.1</td> <td>+0.2</td> <td>+0.2</td> <td>+0.2</td> <td>+0.4</td> <td>+0.1</td> </tr> <tr> <td>90°</td> <td>+1.0</td> <td>+0.8</td> <td>+0.6</td> <td>+0.2</td> <td>+0.6</td> <td>+0.6</td> <td>+0.6</td> <td>+0.8</td> <td>+0.8</td> </tr> </tbody> </table>	β	A	B	C	D	D'	C'	B'	A'	E	30°	+0.9	+0.2	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.5	60°	+0.9	+0.6	+0.1	+0.1	+0.2	+0.2	+0.2	+0.4	+0.1	90°	+1.0	+0.8	+0.6	+0.2	+0.6	+0.6	+0.6	+0.8	+0.8
β	A	B	C	D	D'	C'	B'	A'	E																																	
30°	+0.9	+0.2	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.5																																	
60°	+0.9	+0.6	+0.1	+0.1	+0.2	+0.2	+0.2	+0.4	+0.1																																	
90°	+1.0	+0.8	+0.6	+0.2	+0.6	+0.6	+0.6	+0.8	+0.8																																	
26	单面开敞式双坡屋面	<p>a) 开口迎风 b) 开口背风</p> <p>注: 迎风坡面的 μ_s 按第2项采用</p>																																								
27	双面开敞及四面开敞式双坡屋面	<p>a) 两端有山墙 b) 四面开敞</p> <p>体型系数 μ_s</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>μ_{s1}</th> <th>μ_{s2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\leq 10^\circ$</td> <td>-1.3</td> <td>-0.7</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>+1.6</td> <td>+0.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>注: 1. 中间值按线性插值法计算 2. 本图屋面对风作用敏感, 风压时正时负, 设计时应考虑 μ_s 值变号的情况 3. 纵向风荷载对屋面所引起的总水平力 当 $\alpha \geq 30^\circ$ 时, 为 $0.05Aw_h$ 当 $\alpha < 30^\circ$ 时, 为 $0.10Aw_h$ A 为屋面的水平投影面积, w_h 为屋面高度 h 处的风压 4. 当室内堆放物品或房屋处于山坡时, 屋面吸力应增大, 可按第26项 a) 采用</p>	α	μ_{s1}	μ_{s2}	$\leq 10^\circ$	-1.3	-0.7	30°	+1.6	+0.4																															
α	μ_{s1}	μ_{s2}																																								
$\leq 10^\circ$	-1.3	-0.7																																								
30°	+1.6	+0.4																																								
28	前后纵墙半开敞双坡屋面	<p>a)</p> <p>注: 1. 迎风坡面的 μ_s 按第2项采用 2. 本图适用于墙的上部集中开敞面积 $\geq 10\%$ 且 $< 50\%$ 的房屋 3. 当开敞面积达 50% 时, 背风墙面的系数改为 -1.1</p>																																								

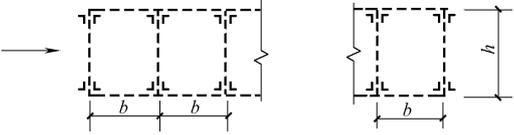
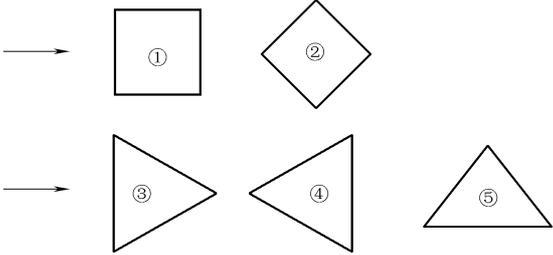
(续)

项 次	类 别	体型及体型系数 μ_s																								
29	单坡及双坡顶盖	 <table border="1" data-bbox="525 441 1211 578"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>μ_{s1}</th> <th>μ_{s2}</th> <th>μ_{s3}</th> <th>μ_{s4}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\leq 10^\circ$</td> <td>-1.3</td> <td>-0.5</td> <td>+1.3</td> <td>+0.5</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>-1.4</td> <td>-0.6</td> <td>+1.4</td> <td>+0.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>注:中间值按线性插值法计算</p> <p>b)</p>  <p>体型系数按第27项采用</p> <p>c)</p>  <table border="1" data-bbox="672 1048 1071 1185"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>μ_{s1}</th> <th>μ_{s2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\leq 10^\circ$</td> <td>+1.0</td> <td>+0.7</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>-1.6</td> <td>-0.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>注:1.中间值按线性插值法计算 2.b),c)应考虑第27项注2和注3</p>	α	μ_{s1}	μ_{s2}	μ_{s3}	μ_{s4}	$\leq 10^\circ$	-1.3	-0.5	+1.3	+0.5	30°	-1.4	-0.6	+1.4	+0.6	α	μ_{s1}	μ_{s2}	$\leq 10^\circ$	+1.0	+0.7	30°	-1.6	-0.4
		α	μ_{s1}	μ_{s2}	μ_{s3}	μ_{s4}																				
$\leq 10^\circ$	-1.3	-0.5	+1.3	+0.5																						
30°	-1.4	-0.6	+1.4	+0.6																						
α	μ_{s1}	μ_{s2}																								
$\leq 10^\circ$	+1.0	+0.7																								
30°	-1.6	-0.4																								
30	封闭式房屋和构筑物	 <p>a) 正多边形(包括矩形)平面</p>  <p>b) Y型平面</p>																								

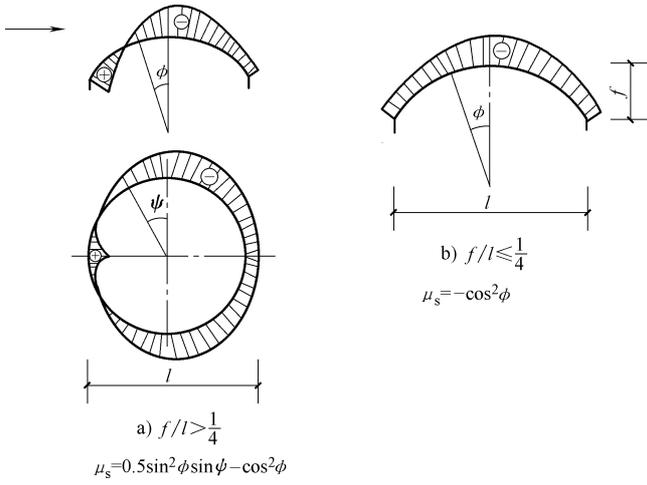
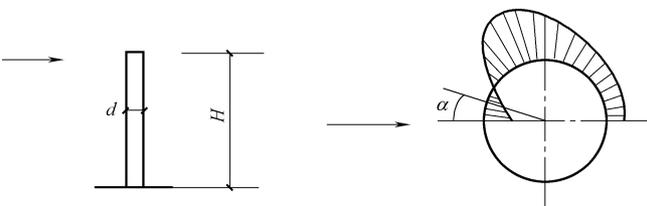
(续)

项次	类别	体型及体型系数 μ_s															
30	封闭式房屋和构筑物	 <p>c) L型平面</p> <p>d) I型平面</p> <p>e) 十字形平面</p> <p>f) 截角三角形平面</p>															
31	高度超过 45m 的矩形截面高层建筑	 <table border="1" data-bbox="889 970 1197 1107"> <tr> <td>D/B</td> <td>≤ 1</td> <td>1.2</td> <td>2</td> <td>≥ 4</td> </tr> <tr> <td>μ_{s1}</td> <td>-0.6</td> <td>-0.5</td> <td>-0.4</td> <td>-0.3</td> </tr> <tr> <td>μ_{s2}</td> <td colspan="4">-0.7</td> </tr> </table>	D/B	≤ 1	1.2	2	≥ 4	μ_{s1}	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	μ_{s2}	-0.7			
D/B	≤ 1	1.2	2	≥ 4													
μ_{s1}	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3													
μ_{s2}	-0.7																
32	各种截面的杆件	 <p>$\mu_s = +1.3$</p>															
33	桁架	 <p>a)</p> <p>单榀桁架的体型系数</p> $\mu_{st} = \phi \mu_s$ <p>式中 μ_s——桁架构件的体型系数，对型钢杆件按第 32 项采用，对圆管杆件按第 37b) 项采用</p> <p>ϕ——桁架的挡风系数，$\phi = A_n/A$</p>															

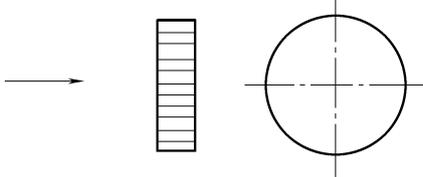
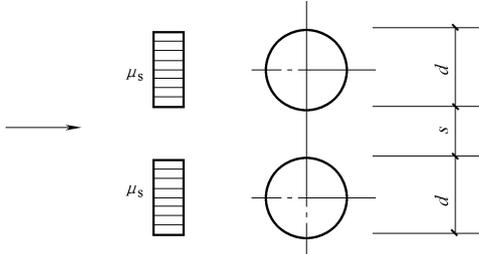
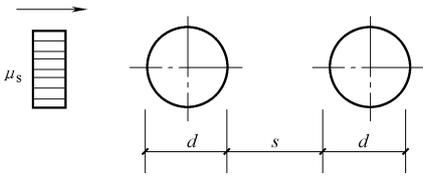
(续)

项 次	类 别	体型及体型系数 μ_s																																			
33	桁架	<p>A_n——桁架杆件和节点挡风的净投影面积 A——桁架的轮廓面积, $A = hl$</p>  <p>b) n 榑平行桁架的整体体型系数</p> $\mu_{stw} = \mu_{st} \frac{1 - \eta^n}{1 - \eta}$ <p>式中 μ_{st}——单榑桁架的体型系数 η——系数, 按下表采用</p> <table border="1" data-bbox="613 727 1127 985"> <thead> <tr> <th>ϕ \ b/h</th> <th>≤ 1</th> <th>2</th> <th>4</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 0.1</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>0.85</td> <td>0.90</td> <td>0.93</td> <td>0.97</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>0.66</td> <td>0.75</td> <td>0.80</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>0.50</td> <td>0.60</td> <td>0.67</td> <td>0.73</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>0.33</td> <td>0.45</td> <td>0.53</td> <td>0.62</td> </tr> <tr> <td>0.6</td> <td>0.15</td> <td>0.30</td> <td>0.40</td> <td>0.50</td> </tr> </tbody> </table>	ϕ \ b/h	≤ 1	2	4	6	≤ 0.1	1.00	1.00	1.00	1.00	0.2	0.85	0.90	0.93	0.97	0.3	0.66	0.75	0.80	0.85	0.4	0.50	0.60	0.67	0.73	0.5	0.33	0.45	0.53	0.62	0.6	0.15	0.30	0.40	0.50
ϕ \ b/h	≤ 1	2	4	6																																	
≤ 0.1	1.00	1.00	1.00	1.00																																	
0.2	0.85	0.90	0.93	0.97																																	
0.3	0.66	0.75	0.80	0.85																																	
0.4	0.50	0.60	0.67	0.73																																	
0.5	0.33	0.45	0.53	0.62																																	
0.6	0.15	0.30	0.40	0.50																																	
34	独立墙壁及围墙																																				
35	塔架	 <p>(1) 角钢塔架整体计算时的体型系数 μ_s。按下表采用</p> <table border="1" data-bbox="609 1511 1127 1809"> <thead> <tr> <th rowspan="3">挡风系数 ϕ</th> <th colspan="3">方形</th> <th rowspan="3">三角形 风向 ③④⑤</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">风向①</th> <th colspan="2">风向②</th> </tr> <tr> <th>单角钢</th> <th>组合角钢</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 0.1</td> <td>2.6</td> <td>2.9</td> <td>3.1</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>2.4</td> <td>2.7</td> <td>2.9</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>2.2</td> <td>2.4</td> <td>2.7</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>2.0</td> <td>2.2</td> <td>2.4</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>1.9</td> <td>1.9</td> <td>2.0</td> <td>1.6</td> </tr> </tbody> </table>	挡风系数 ϕ	方形			三角形 风向 ③④⑤	风向①	风向②		单角钢	组合角钢	≤ 0.1	2.6	2.9	3.1	2.4	0.2	2.4	2.7	2.9	2.2	0.3	2.2	2.4	2.7	2.0	0.4	2.0	2.2	2.4	1.8	0.5	1.9	1.9	2.0	1.6
挡风系数 ϕ	方形			三角形 风向 ③④⑤																																	
	风向①	风向②																																			
		单角钢	组合角钢																																		
≤ 0.1	2.6	2.9	3.1	2.4																																	
0.2	2.4	2.7	2.9	2.2																																	
0.3	2.2	2.4	2.7	2.0																																	
0.4	2.0	2.2	2.4	1.8																																	
0.5	1.9	1.9	2.0	1.6																																	

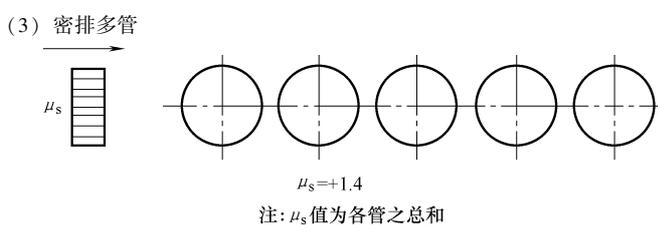
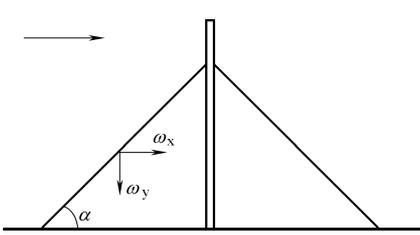
(续)

项次	类别	体型及体型系数 μ_s																																																								
35	塔架	<p>(2) 管子及圆钢塔架整体计算时的体型系数 μ_s :</p> <p>当 $\mu_s w_0 d^2$ 不大于 0.002 时, μ_s 按角钢塔架的 μ_s 值乘以 0.8 采用</p> <p>当 $\mu_s w_0 d^2$ 不大于 0.015 时, μ_s 按角钢塔架的 μ_s 值乘以 0.6 采用</p> <p>注: 中间值按线性插值法计算</p>																																																								
36	旋转壳顶	 <p>a) $f/l > \frac{1}{4}$ $\mu_s = 0.5 \sin^2 \phi \sin \psi - \cos^2 \phi$</p> <p>b) $f/l \leq \frac{1}{4}$ $\mu_s = -\cos^2 \phi$</p> <p>式中, ψ——平面角 ϕ——仰角</p>																																																								
37	圆截面构筑物 (包括烟囱、塔桅等)	<p>(1) 局部计算时表面分布的体型系数</p>  <table border="1" data-bbox="574 1283 1155 1803"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>$H/\alpha \geq 25$</th> <th>$H/\alpha = 7$</th> <th>$H/\alpha = 1$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0°</td><td>+1.0</td><td>+1.0</td><td>+1.0</td></tr> <tr><td>15°</td><td>+0.8</td><td>+0.8</td><td>+0.8</td></tr> <tr><td>30°</td><td>+0.1</td><td>+0.1</td><td>+0.1</td></tr> <tr><td>45°</td><td>-0.9</td><td>-0.8</td><td>-0.7</td></tr> <tr><td>60°</td><td>-1.9</td><td>-1.7</td><td>-1.2</td></tr> <tr><td>75°</td><td>-2.5</td><td>-2.2</td><td>-1.5</td></tr> <tr><td>90°</td><td>-2.6</td><td>-2.2</td><td>-1.7</td></tr> <tr><td>105°</td><td>-1.9</td><td>-1.7</td><td>-1.2</td></tr> <tr><td>120°</td><td>-0.9</td><td>-0.8</td><td>-0.7</td></tr> <tr><td>135°</td><td>-0.7</td><td>-0.6</td><td>-0.5</td></tr> <tr><td>150°</td><td>-0.6</td><td>-0.5</td><td>-0.4</td></tr> <tr><td>165°</td><td>-0.6</td><td>-0.5</td><td>-0.4</td></tr> <tr><td>180°</td><td>-0.6</td><td>-0.5</td><td>-0.4</td></tr> </tbody> </table>	α	$H/\alpha \geq 25$	$H/\alpha = 7$	$H/\alpha = 1$	0°	+1.0	+1.0	+1.0	15°	+0.8	+0.8	+0.8	30°	+0.1	+0.1	+0.1	45°	-0.9	-0.8	-0.7	60°	-1.9	-1.7	-1.2	75°	-2.5	-2.2	-1.5	90°	-2.6	-2.2	-1.7	105°	-1.9	-1.7	-1.2	120°	-0.9	-0.8	-0.7	135°	-0.7	-0.6	-0.5	150°	-0.6	-0.5	-0.4	165°	-0.6	-0.5	-0.4	180°	-0.6	-0.5	-0.4
α	$H/\alpha \geq 25$	$H/\alpha = 7$	$H/\alpha = 1$																																																							
0°	+1.0	+1.0	+1.0																																																							
15°	+0.8	+0.8	+0.8																																																							
30°	+0.1	+0.1	+0.1																																																							
45°	-0.9	-0.8	-0.7																																																							
60°	-1.9	-1.7	-1.2																																																							
75°	-2.5	-2.2	-1.5																																																							
90°	-2.6	-2.2	-1.7																																																							
105°	-1.9	-1.7	-1.2																																																							
120°	-0.9	-0.8	-0.7																																																							
135°	-0.7	-0.6	-0.5																																																							
150°	-0.6	-0.5	-0.4																																																							
165°	-0.6	-0.5	-0.4																																																							
180°	-0.6	-0.5	-0.4																																																							

(续)

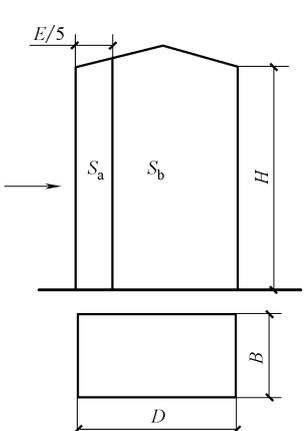
项 次	类 别	体型及体型系数 μ_s																																		
37	圆截面构筑物 (包括烟囱、塔桅等)	<p>注：表中数值适用于 $\mu_z w_0 d^2$ 大于 0.015 的表面光滑情况，其中 w_0 以 kN/m^2 计，d 以 m 计</p> <p>(2) 整体计算时的体型系数</p>  <table border="1" data-bbox="581 603 1155 799"> <thead> <tr> <th>$\mu_z w_0 d^2$</th> <th>表面情况</th> <th>$H/d \geq 25$</th> <th>$H/d = 7$</th> <th>$H/d = 1$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">≥ 0.015</td> <td>$\Delta \approx 0$</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>$\Delta = 0.02d$</td> <td>0.9</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>$\Delta = 0.08d$</td> <td>1.2</td> <td>1.0</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>≤ 0.002</td> <td></td> <td>1.2</td> <td>0.8</td> <td>0.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：中间值按线性插值法计算；Δ 为表面凸出高度</p>	$\mu_z w_0 d^2$	表面情况	$H/d \geq 25$	$H/d = 7$	$H/d = 1$	≥ 0.015	$\Delta \approx 0$	0.6	0.5	0.5	$\Delta = 0.02d$	0.9	0.8	0.7	$\Delta = 0.08d$	1.2	1.0	0.8	≤ 0.002		1.2	0.8	0.7											
		$\mu_z w_0 d^2$	表面情况	$H/d \geq 25$	$H/d = 7$	$H/d = 1$																														
≥ 0.015	$\Delta \approx 0$	0.6	0.5	0.5																																
	$\Delta = 0.02d$	0.9	0.8	0.7																																
	$\Delta = 0.08d$	1.2	1.0	0.8																																
≤ 0.002		1.2	0.8	0.7																																
38	架空管道	<p>本图适用于 $\mu_z w_0 d^2 \geq 0.015$ 的情况</p> <p>(1) 上下双管</p>  <table border="1" data-bbox="595 1270 1145 1362"> <thead> <tr> <th>s/d</th> <th>≤ 0.25</th> <th>0.5</th> <th>0.75</th> <th>1.0</th> <th>1.5</th> <th>2.0</th> <th>≥ 3.0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>μ_s</td> <td>+1.2</td> <td>+0.9</td> <td>+0.75</td> <td>+0.7</td> <td>+0.65</td> <td>+0.63</td> <td>+0.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 前后双管</p>  <table border="1" data-bbox="595 1642 1145 1734"> <thead> <tr> <th>s/d</th> <th>≤ 0.25</th> <th>0.5</th> <th>1.5</th> <th>3.0</th> <th>4.0</th> <th>6.0</th> <th>8.0</th> <th>≥ 10.0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>μ_s</td> <td>+0.68</td> <td>+0.86</td> <td>+0.94</td> <td>+0.99</td> <td>+1.08</td> <td>+1.11</td> <td>+1.14</td> <td>+1.20</td> </tr> </tbody> </table> <p>表列 μ_s 值为前后两管之和，其中前管为 0.6</p>	s/d	≤ 0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	≥ 3.0	μ_s	+1.2	+0.9	+0.75	+0.7	+0.65	+0.63	+0.6	s/d	≤ 0.25	0.5	1.5	3.0	4.0	6.0	8.0	≥ 10.0	μ_s	+0.68	+0.86	+0.94	+0.99	+1.08	+1.11	+1.14	+1.20
		s/d	≤ 0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	≥ 3.0																											
μ_s	+1.2	+0.9	+0.75	+0.7	+0.65	+0.63	+0.6																													
s/d	≤ 0.25	0.5	1.5	3.0	4.0	6.0	8.0	≥ 10.0																												
μ_s	+0.68	+0.86	+0.94	+0.99	+1.08	+1.11	+1.14	+1.20																												

(续)

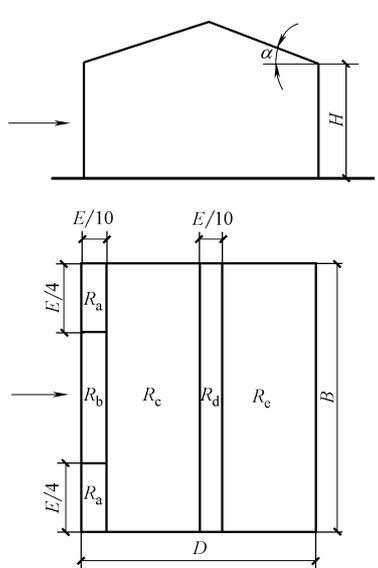
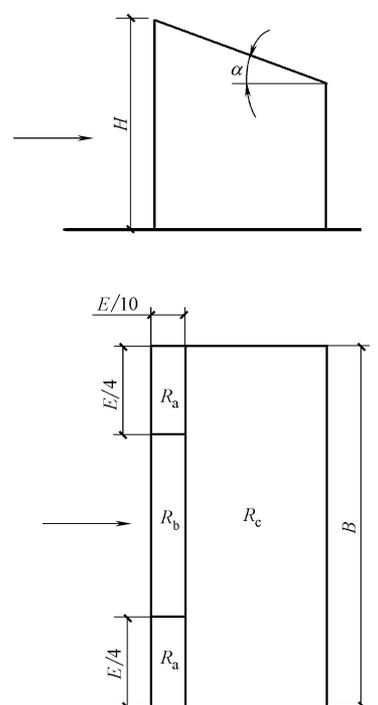
项次	类别	体型及体型系数 μ_s																																				
38	架空管道	<p>(3) 密排多管</p>  <p>$\mu_s = +1.4$ 注: μ_s 值为各管之总和</p>																																				
39	拉索	 <p>风荷载水平分量 ω_x 的体型系数 μ_{sx} 及垂直分量 ω_y 的体型系数 μ_{sy} 按下表采用:</p> <table border="1" data-bbox="630 842 1092 1068"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>μ_{sx}</th> <th>μ_{sy}</th> <th>α</th> <th>μ_{sx}</th> <th>μ_{sy}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0°</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>50°</td> <td>0.60</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>10°</td> <td>0.05</td> <td>0.05</td> <td>60°</td> <td>0.85</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>20°</td> <td>0.10</td> <td>0.10</td> <td>70°</td> <td>1.10</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>0.20</td> <td>0.25</td> <td>80°</td> <td>1.20</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>40°</td> <td>0.35</td> <td>0.40</td> <td>90°</td> <td>1.25</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	α	μ_{sx}	μ_{sy}	α	μ_{sx}	μ_{sy}	0°	0	0	50°	0.60	0.40	10°	0.05	0.05	60°	0.85	0.40	20°	0.10	0.10	70°	1.10	0.30	30°	0.20	0.25	80°	1.20	0.20	40°	0.35	0.40	90°	1.25	0
α	μ_{sx}	μ_{sy}	α	μ_{sx}	μ_{sy}																																	
0°	0	0	50°	0.60	0.40																																	
10°	0.05	0.05	60°	0.85	0.40																																	
20°	0.10	0.10	70°	1.10	0.30																																	
30°	0.20	0.25	80°	1.20	0.20																																	
40°	0.35	0.40	90°	1.25	0																																	

(6) 封闭式矩形平面房屋的墙面及屋面可按表 2-19 的规定采用。

表 2-19 封闭式矩形平面房屋的局部体型系数

项次	类别	体型及局部体型系数											
1	封闭式矩形平面房屋的墙面	 <table border="1" data-bbox="826 1411 1176 1597"> <thead> <tr> <th colspan="2">迎风面</th> <th>1.0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">侧面</td> <td>S_a</td> <td>-1.4</td> </tr> <tr> <td>S_b</td> <td>-1.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">背风面</td> <td>-0.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>注: E 应取 $2H$ 和迎风宽度 B 中较小者</p>	迎风面		1.0	侧面	S_a	-1.4	S_b	-1.0	背风面		-0.6
迎风面		1.0											
侧面	S_a	-1.4											
	S_b	-1.0											
背风面		-0.6											

(续)

项 次	类 别	体型及局部体型系数																																									
2	封闭式矩形平面房屋的双坡屋面	<div style="display: flex; align-items: center;">  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">α</th> <th>≤ 5</th> <th>15</th> <th>30</th> <th>≥ 45</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">R_a</td> <td>$H/D \leq 0.5$</td> <td>-1.8 +0</td> <td>-1.4 +0.2</td> <td>-1.5</td> <td>-0</td> </tr> <tr> <td>$H/D \geq 1.0$</td> <td>-2.5 +0</td> <td>-2.0 +0.2</td> <td>+0.7</td> <td>+0.7</td> </tr> <tr> <td colspan="2">R_b</td> <td>-1.8 +0</td> <td>-1.5 +0.2</td> <td>-1.5 +0.7</td> <td>-0 +0.7</td> </tr> <tr> <td colspan="2">R_c</td> <td>-1.2 +0</td> <td>-0.6 +0.2</td> <td>-0.3 +0.4</td> <td>-0 +0.6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">R_d</td> <td>-0.6 +0.2</td> <td>-1.5 +0</td> <td>-0.5 +0</td> <td>-0.3 +0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">R_e</td> <td>-0.6 +0</td> <td>-0.4 +0</td> <td>-0.4 +0</td> <td>-0.2 +0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p style="margin-left: 20px;">注: 1. E 应取 $2H$ 和迎风宽度 B 中较小者 2. 中间值可按线性插值法计算 (应对相同符号项插值) 3. 同时给出两个值的区域应分别考虑正负压的作用</p>	α		≤ 5	15	30	≥ 45	R_a	$H/D \leq 0.5$	-1.8 +0	-1.4 +0.2	-1.5	-0	$H/D \geq 1.0$	-2.5 +0	-2.0 +0.2	+0.7	+0.7	R_b		-1.8 +0	-1.5 +0.2	-1.5 +0.7	-0 +0.7	R_c		-1.2 +0	-0.6 +0.2	-0.3 +0.4	-0 +0.6	R_d		-0.6 +0.2	-1.5 +0	-0.5 +0	-0.3 +0	R_e		-0.6 +0	-0.4 +0	-0.4 +0	-0.2 +0
α		≤ 5	15	30	≥ 45																																						
R_a	$H/D \leq 0.5$	-1.8 +0	-1.4 +0.2	-1.5	-0																																						
	$H/D \geq 1.0$	-2.5 +0	-2.0 +0.2	+0.7	+0.7																																						
R_b		-1.8 +0	-1.5 +0.2	-1.5 +0.7	-0 +0.7																																						
R_c		-1.2 +0	-0.6 +0.2	-0.3 +0.4	-0 +0.6																																						
R_d		-0.6 +0.2	-1.5 +0	-0.5 +0	-0.3 +0																																						
R_e		-0.6 +0	-0.4 +0	-0.4 +0	-0.2 +0																																						
3	封闭式矩形平面房屋的单坡屋面	<div style="display: flex; align-items: center;">  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>≤ 5</th> <th>15</th> <th>30</th> <th>≥ 45</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R_a</td> <td>-2.5</td> <td>-2.8</td> <td>-2.3</td> <td>-1.2</td> </tr> <tr> <td>R_b</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-1.5</td> <td>-0.5</td> </tr> <tr> <td>R_c</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> <td>-0.8</td> <td>-0.5</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p style="margin-left: 20px;">注: 1. E 取 $2H$ 和迎风宽度 B 中较小者 2. 中间值可按线性插值法计算 3. 迎风坡面可参考第 2 项取值</p>	α	≤ 5	15	30	≥ 45	R_a	-2.5	-2.8	-2.3	-1.2	R_b	-2.0	-2.0	-1.5	-0.5	R_c	-1.2	-1.2	-0.8	-0.5																					
α	≤ 5	15	30	≥ 45																																							
R_a	-2.5	-2.8	-2.3	-1.2																																							
R_b	-2.0	-2.0	-1.5	-0.5																																							
R_c	-1.2	-1.2	-0.8	-0.5																																							

(7) 计算围护构件（包括门窗）风荷载时的阵风系数应按表 2-20 确定。

表 2-20 阵风系数 β_{gz}

离地面高度/m	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.65	1.70	2.05	2.40
10	1.60	1.70	2.05	2.40
15	1.57	1.66	2.05	2.40
20	1.55	1.63	1.99	2.40
30	1.53	1.59	1.90	2.40
40	1.51	1.57	1.85	2.29
50	1.49	1.55	1.81	2.20
60	1.48	1.54	1.78	2.14
70	1.48	1.52	1.75	2.09
80	1.47	1.51	1.73	2.04
90	1.46	1.50	1.71	2.01
100	1.46	1.50	1.69	1.98
150	1.43	1.47	1.63	1.87
200	1.42	1.45	1.59	1.79
250	1.41	1.43	1.57	1.74
300	1.40	1.42	1.54	1.70
350	1.40	1.41	1.53	1.67
400	1.40	1.41	1.51	1.64
450	1.40	1.41	1.50	1.62
500	1.40	1.41	1.50	1.60
550	1.40	1.41	1.50	1.59

2.6 温度作用

计算结构或构件的温度作用效应时，应采用材料的线 [膨] 胀系数 α_T 。常用材料的线 [膨] 胀系数可按表 2-21 采用。

表 2-21 常用材料的线 [膨] 胀系数 α_T

材 料	线 [膨] 胀系数 α_T ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
轻骨料混凝土	7
普通混凝土	10
砌体	6 ~ 10
钢、锻铁、铸铁	12
不锈钢	16
铝、铝合金	24

3 承载力极限状态计算

3.1 正截面承载力计算

(1) 纵向受拉钢筋屈服与受压区混凝土破坏同时发生时的相对界限受压区高度 ξ_b 应按表 3-1 中的公式计算。

表 3-1 相对界限受压区高度 ξ_b

项 目	计 算 公 式	公 式 注 释
钢筋混凝土 构件	$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{f_y}{E_s \varepsilon_{cu}}} \quad (3-1)$	ξ_b ——相对界限受压区高度，取 x_b/h_0 E_s ——钢筋弹性模量 σ_{p0} ——受拉区纵向预应力筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力 ε_{cu} ——非均匀受压时的混凝土极限压应变 β_1 ——系数 f_y ——普通钢筋抗拉强度设计值
	$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{0.002}{\varepsilon_{cu}} + \frac{f_y}{E_s \varepsilon_{cu}}} \quad (3-2)$	
预应力混凝土构件	$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{0.002}{\varepsilon_{cu}} + \frac{f_y - \sigma_{p0}}{E_s \varepsilon_{cu}}} \quad (3-3)$	

注：当截面受拉区内配置有不同种类或不同预应力值的钢筋时，受弯构件的相对界限受压区高度应分别计算，并取其较小值。

(2) 纵向钢筋应力的计算方法应按表 3-2 的规定确定。

表 3-2 纵向钢筋应力的计算方法

项 目	计 算 公 式	公 式 注 释
普通钢筋	$\sigma_{si} = E_s \varepsilon_{cu} \left(\frac{\beta_1 h_{0i}}{x} - 1 \right) \quad (3-4)$ 或 $\sigma_{si} = \frac{f_y}{\xi_b - \beta_1} \left(\frac{x}{h_{0i}} - \beta_1 \right) \quad (3-5)$	h_{0i} ——第 i 层纵向钢筋截面重心至截面受压边缘的距离 x ——等效矩形应力图形的混凝土受压区高度 σ_{si} 、 σ_{pi} ——第 i 层纵向普通钢筋、预应力筋的应力，正值代表拉应力，负值代表压应力

(续)

项 目	计算公式	公式注释
预应力筋	$\sigma_{pi} = E_s \varepsilon_{cu} \left(\frac{\beta_1 h_{0i}}{x} - 1 \right) + \sigma_{p0i} \quad (3-6)$ <p>或</p> $\sigma_{pi} = \frac{f_y - \sigma_{p0i}}{\xi_b - \beta_1} \left(\frac{x}{h_{0i}} - \beta_1 \right) + \sigma_{p0i} \quad (3-7)$	σ_{p0i} ——第 <i>i</i> 层纵向预应力筋截面重心处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力 E_s ——钢筋弹性模量 ε_{cu} ——非均匀受压时的混凝土极限压应变 β_1 ——系数 f_y ——普通钢筋抗拉强度设计值 ξ_b ——相对界限受压区高度，取 x_b/h_0

(3) 各部件的正截面受弯承载力计算方法应符合表 3-3 的规定。

表 3-3 各部件正截面受弯承载力计算方法

项 目	计算公式	公式注释
矩形截面或翼缘位于受拉边的倒 T 形截面 (图 3-1)	$M \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') - (\sigma_{p0}' - f_{py}') A_p' (h_0 - a_p') \quad (3-8)$ <p>混凝土受压区高度应按下列公式确定：</p> $\alpha_1 f_c b x = f_y A_s - f_y' A_s' + f_{py} A_p + (\sigma_{p0}' - f_{py}') A_p' \quad (3-9)$	M ——弯矩设计值 α_1 ——系数 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值 A_s, A_s' ——受拉区、受压区纵向普通钢筋的截面面积 A_p, A_p' ——受拉区、受压区纵向预应力筋的截面面积 σ_{p0}' ——受压区纵向预应力筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力 b ——矩形截面的宽度或倒 T 形截面的腹板宽度 h_0 ——截面有效高度
翼缘位于受压区的 T 形、I 形截面 (图 3-2)	$M \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + \alpha_1 f_c (b_f' - b) h_f' \left(h_0 - \frac{h_f'}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') - (\sigma_{p0}' - f_{py}') A_p' (h_0 - a_p') \quad (3-10)$ <p>混凝土受压区高度应按下列公式确定：</p> $\alpha_1 f_c [b x + (b_f' - b) h_f'] = f_y A_s - f_y' A_s' + f_{py} A_p + (\sigma_{p0}' - f_{py}') A_p' \quad (3-11)$	a_s', a_p' ——受压区纵向普通钢筋合力点、预应力筋合力点至截面受压边缘的距离 a' ——受压区全部纵向钢筋合力点至截面受压边缘的距离 h_f' ——T 形、I 形截面受压区的翼缘高度 b_f' ——T 形、I 形截面受压区的翼缘计算宽度 x ——等效矩形应力图形的混凝土受压区高度 f_y, f_y' ——普通钢筋抗拉、抗压强度设计值 f_{py}, f_{py}' ——预应力筋抗拉、抗压强度设计值

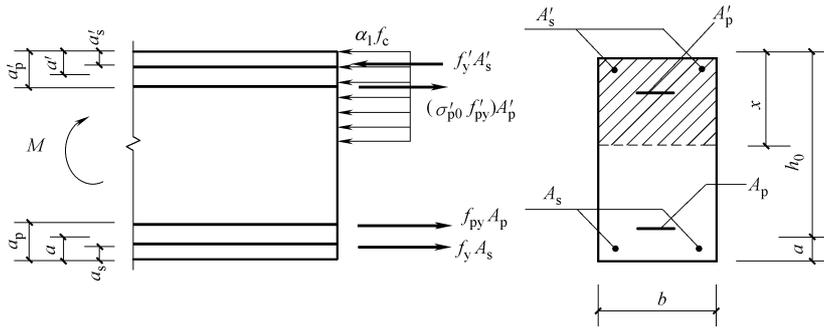


图 3-1 矩形截面受弯构件正截面受弯承载力计算

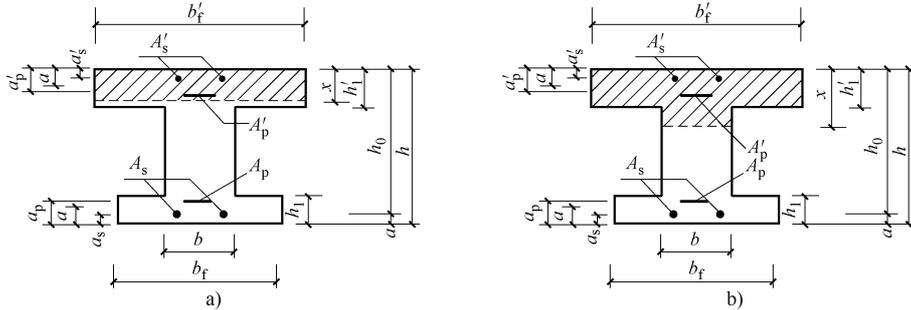


图 3-2 I 形截面受弯构件受压区高度位置

a) $x \leq h'_f$ b) $x > h'_f$

(4) 各部件的正截面受压承载力计算方法应符合表 3-4 的规定。

表 3-4 各部件正截面受压承载力计算方法

项 目	计算公式	公式注释
钢筋混凝土轴心受压构件	$N \leq 0.9 \varphi (f_c A + f'_y A'_s) \quad (3-12)$	N ——轴向压力设计值 φ ——钢筋混凝土构件的稳定系数, 按表 3-5 采用 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值 A ——构件截面面积 A'_s ——全部纵向钢筋的截面面积 f'_y ——普通钢筋抗拉、抗压强度设计值
		f_{yv} ——间接钢筋的抗拉强度设计值 A_{cor} ——构件的核心截面面积: 间接钢筋内表面范围内的混凝土面积 A_{ss0} ——螺旋式或焊接环式间接钢筋的换算截面面积 d_{cor} ——构件的核心截面直径: 间接钢筋内表面之间的距离 A_{ss1} ——螺旋式或焊接环式单根间接钢筋的截面面积 s ——间接钢筋沿构件轴线方向的间距 α ——间接钢筋对混凝土约束的折减系数: 当混凝土强度等级不超过 C50 时, 取 1.0, 当混凝土强度等级为 C80 时, 取 0.85, 其间按线性内插法确定
配置的螺旋式或焊接环式间接钢筋 (图 3-4)	$N \leq 0.9 (f_c A_{cor} + f'_y A'_s + 2\alpha f_{yv} A_{ss0}) \quad (3-13)$ $A_{ss0} = \frac{\pi d_{cor} A_{ss1}}{s} \quad (3-14)$	

(续)

项 目	计算公式	公式注释
矩形截面偏心受压构件 (图 3-5)	$N \leq \alpha_1 f_c b x + f'_y A'_s - \sigma_s A_s - (\sigma'_{p0} - f'_{py}) A'_p - \sigma_p A_p \quad (3-15)$ $Ne \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) - (\sigma'_{p0} - f'_{py}) A'_p (h_0 - a'_p) \quad (3-16)$ $e = e_i + \frac{h}{2} - a \quad (3-17)$ $e_i = e_0 + e_a \quad (3-18)$	e ——轴向压力作用点至纵向受拉普通钢筋和受拉预应力筋的合力点的距离 σ_s 、 σ_p ——受拉边或受压较小边的纵向普通钢筋、预应力筋的应力 e_i ——初始偏心距 a ——纵向受拉普通钢筋和受拉预应力筋的合力点至截面近边缘的距离 e_0 ——轴向压力对截面重心的偏心距 e_a ——附加偏心距
I 形截面偏心受压构件	<p>(1) 当受压高度 x 不大于 h'_f 时, 应按宽度为受压翼缘计算宽度 b'_f 的矩形截面计算</p> <p>(2) 当受压区高度 x 大于 h'_f 时 (图 3-6)</p> $N \leq \alpha_1 f_c [bx + (b'_f - b)h'_f] + f'_y A'_s - (\sigma'_{p0} - f'_{py}) A'_p - \sigma_p A_p \quad (3-19)$ $Ne \leq \alpha_1 f_c \left[bx \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + (b'_f - b)h'_f \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right) \right] + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) - (\sigma'_{p0} - f'_{py}) A'_p (h_0 - a'_p) \quad (3-20)$	h'_f ——T 形、I 形截面受压区的翼缘高度 b'_f ——T 形、I 形截面受压区的翼缘计算宽度其余同上
沿截面腹部均匀配置纵向普通钢筋的矩形、T 形或 I 形截面钢筋混凝土偏心受压构件 (图 3-7)	$N \leq \alpha_1 f_c [\xi b h_0 + (b'_f - b)h'_f] + f'_y A'_s - \sigma_s A_s + N_{sw} \quad (3-21)$ $Ne \leq \alpha_1 f_c \left[\xi (1 - 0.5\xi) h_0^2 + (b'_f - b)h'_f \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right) \right] + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) + M_{sw} \quad (3-22)$ $N_{sw} = \left(1 + \frac{\xi - \beta_1}{0.5\beta_1 \omega} \right) f_{yw} A_{sw} \quad (3-23)$ $M_{sw} = \left[0.5 - \left(\frac{\xi - \beta_1}{\beta_1 \omega} \right)^2 \right] f_{yw} A_{sw} h_{sw} \quad (3-24)$	A_{sw} ——沿截面腹部均匀配置的全部纵向普通钢筋截面面积 f_{yw} ——沿截面腹部均匀配置的纵向钢筋强度设计值 N_{sw} ——沿截面腹部均匀配置的纵向钢筋所承担的轴向压力, 当 ξ 大于 β_1 时, 取为 β_1 进行计算 M_{sw} ——沿截面腹部均匀配置的纵向钢筋的内力对 A_s 重心的力矩, 当 ξ 大于 β_1 时, 取为 β_1 进行计算 ω ——均匀配置纵向钢筋区段的高度 h_{sw} 与截面有效高度 h_0 的比值 (h_{sw}/h_0), 宜取 h_{sw} 为 $(h_0 - a'_s)$ 其他符号同前

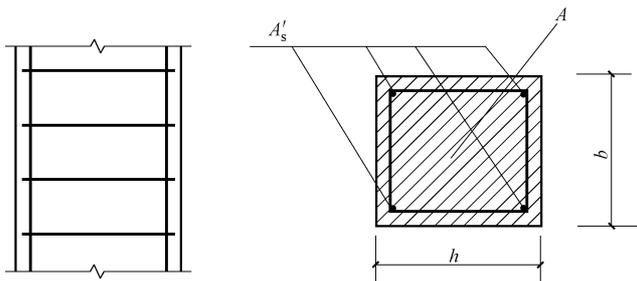


图 3-3 配置箍筋的钢筋混凝土轴心受压构件

(5) 钢筋混凝土轴心受压构件的稳定系数见表 3-5。

表 3-5 钢筋混凝土轴心受压构件的稳定系数

l_0/b	≤ 8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
l_0/d	≤ 7	8.5	10.5	12	14	15.5	17	19	21	22.5	24
l_0/i	≤ 28	35	42	48	55	62	69	76	83	90	97
φ	1.00	0.98	0.95	0.92	0.87	0.81	0.75	0.70	0.65	0.60	0.56
l_0/b	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
l_0/d	26	28	29.5	31	33	34.5	36.5	38	40	41.5	43
l_0/i	104	111	118	125	132	139	146	153	160	167	174
φ	0.52	0.48	0.44	0.40	0.36	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

注：1. l_0 为构件的计算长度，对钢筋混凝土柱可按表 3-6、表 3-7 的规定取用。

2. b 为矩形截面的短边尺寸， d 为圆形截面的直径， i 为截面的最小回转半径。

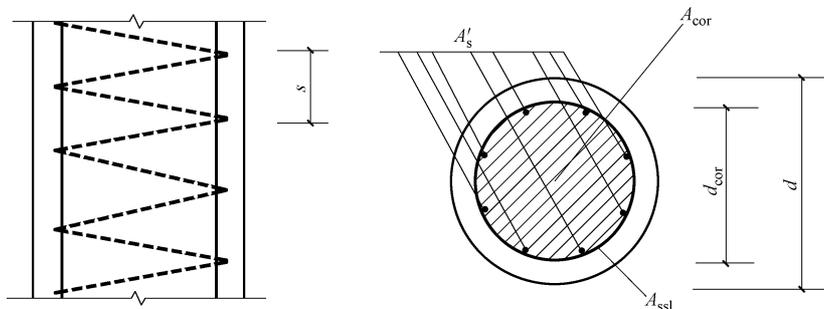


图 3-4 配置螺旋式间接钢筋的钢筋混凝土轴心受压构件

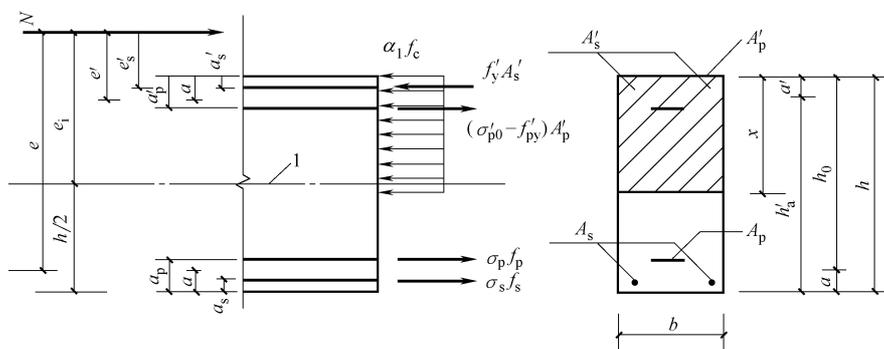


图 3-5 矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力计算

1—截面重心轴

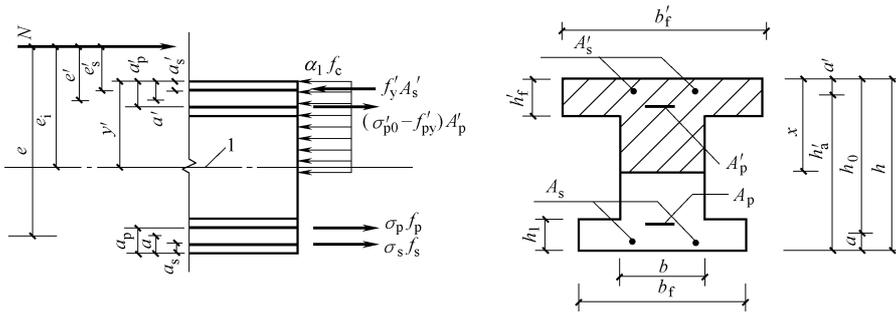


图 3-6 I 形截面偏心受压构件正截面受压承载力计算

1—截面重心轴

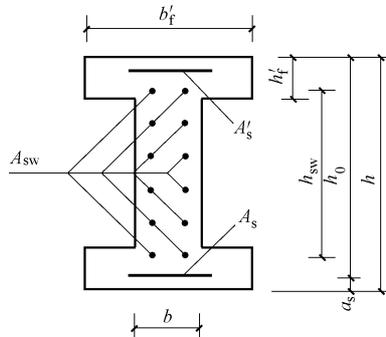


图 3-7 沿截面腹部均匀配筋的 I 形截面

(6) 轴心受压和偏心受压柱的计算长度 l_0 可按下列规定确定：

1) 刚性屋盖单层房屋排架柱、露天吊车柱和栈桥柱，其计算长度 l_0 可按表 3-6 取用。

表 3-6 刚性屋盖单层房屋排架柱、露天吊车柱和栈桥柱的计算长度

柱的类别		l_0		
		排架方向	垂直排架方向	
			有柱间支撑	无柱间支撑
无起重机房屋柱	单跨	$1.5H$	$1.0H$	$1.2H$
	两跨及多跨	$1.25H$	$1.0H$	$1.2H$
有起重机房屋柱	上柱	$2.0H_u$	$1.25H_u$	$1.5H_u$
	下柱	$1.0H_l$	$0.8H_l$	$1.0H_l$
露天吊车柱和栈桥柱		$2.0H_l$	$1.0H_l$	—

注：1. 表中 H 为从基础顶面算起的柱子全高； H_l 为从基础顶面至装配式吊车梁底面或现浇式吊车梁顶面的柱子下部高度； H_u 为从装配式吊车梁底面或从现浇式吊车梁顶面算起的柱子上部高度。

2. 表中有起重机房屋排架柱的计算长度，当计算中不考虑起重机荷载时，可按无起重机房屋柱的计算长度采用，但上柱的计算长度仍可按有起重机房屋采用。

3. 表中有起重机房屋排架柱的上柱在排架方向的计算长度，仅适用于 H_u/H_l 不小于 0.3 的情况，当 H_u/H_l 小于 0.3 时，计算长度宜采用 $2.5H_u$ 。

2) 一般多层房屋中梁柱为刚接的框架结构，各层柱的计算长度 l_0 可按表 3-7 取用。

表 3-7 框架结构各层柱的计算长度

楼盖类别	柱的类别	l_0
现浇楼盖	底层柱	$1.0H$
	其余各层柱	$1.25H$
装配式楼盖	底层柱	$1.25H$
	其余各层柱	$1.5H$

注：表中 H 为底层柱从基础顶面到一层楼盖顶面的高度；对其他各层柱为上下两层楼盖顶面之间的高度。

(7) 各部件的正截面受拉承载力计算方法应符合表 3-8 的规定。

表 3-8 各部件正截面受拉承载力计算方法

项 目	计算 公式	式 中
轴心受拉构件	$N \leq f_y A_s + f_{py} A_p$ (3-25)	N ——轴向拉力设计值 A_s 、 A_p ——纵向普通钢筋、预应力筋的全部截面面积
矩形截面 (图 3-8)	$Ne \leq f_y A'_s (h_0 - a'_s) + f_{py} A'_p (h_0 - a'_p)$ (3-26) $Ne' \leq f_y A_s (h'_0 - a_s) + f_{py} A_p (h'_0 - a_p)$ (3-27)	f_y 、 f_{py} ——普通钢筋、预应力筋抗拉强度设计值 A_s 、 A'_s ——受拉区、受压区纵向普通钢筋的截面面积 A_p 、 A'_p ——受拉区、受压区纵向预应力筋的截面面积 a'_s 、 a'_p ——受压区纵向普通钢筋合力点、预应力筋合力点至截面受压边缘的距离 x ——等效矩形应力图形的混凝土受压区高度 α_1 ——系数 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值 σ'_{p0} ——受压区纵向预应力筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力 b ——矩形截面的宽度或倒 T 形截面的腹板宽度 h_0 ——截面有效高度
	大偏 心 受 拉 构 件	$N \leq f_y A_s + f_{py} A_p - f'_y A'_s + (\sigma'_{p0} - f'_{py}) A'_p - \alpha_1 f_c b x$ (3-28) $Ne \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) - (\sigma'_{p0} - f'_{py}) A'_p (h_0 - a'_p)$ (3-29)

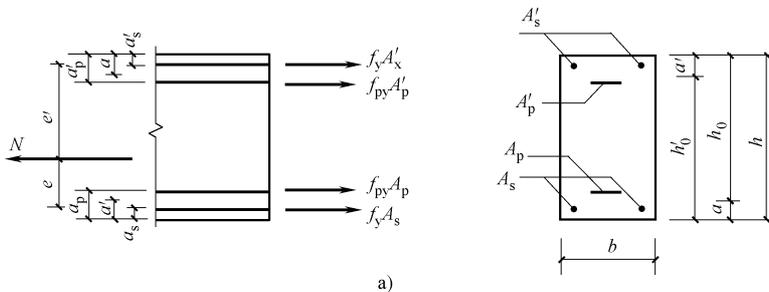


图 3-8 矩形截面偏心受拉构件正截面受拉承载力计算

a) 小偏心受拉构件

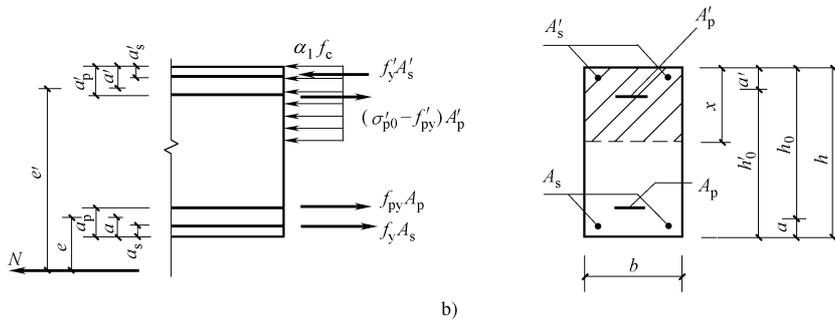


图 3-8 矩形截面偏心受拉构件正截面受拉承载力计算 (续)

b) 大偏心受拉构件

3.2 斜截面承载力计算

(1) 矩形、T形和I形截面受弯构件的受剪截面应符合表3-9的规定。

表 3-9 矩形、T形和I形截面受弯构件的受剪截面

项 目	计算公式	公式注释
当 $h_w/b \leq 4$ 时	$V \leq 0.25\beta_c f_c b h_0$ (3-30)	V ——构件斜截面上的最大剪力设计值 β_c ——混凝土强度影响系数：当混凝土强度等级不超过C50时， β_c 取1.0；当混凝土强度等级为C80时， β_c 取0.8；其间按线性内插法确定
当 $h_w/b \geq 6$ 时	$V \leq 0.2\beta_c f_c b h_0$ (3-31)	b ——矩形截面的宽度，T形截面或I形截面的腹板宽度 h_0 ——截面的有效高度 h_w ——截面的腹板高度：矩形截面，取有效高度；T形截面，取有效高度减去翼缘高度；I形截面，取腹板净高
当 $4 < h_w/b < 6$ 时	按线性内插法确定	

注：1. 对T形或I形截面的简支受弯构件，当有实践经验时，式(3-30)中的系数可改用0.3。

2. 对受拉边倾斜的构件，当有实践经验时，其受剪截面的控制条件可适当放宽。

(2) 各部件的斜截面受剪承载力的计算方法应符合表3-10的规定。

表 3-10 各部件斜截面受剪承载力的计算方法

项 目	计算公式	公式注释
不配置箍筋和弯起钢筋的一般板类受弯构件	$V \leq 0.7\beta_h f_t b h_0$ (3-32)	β_h ——截面高度影响系数：当 h_0 小于800mm时，取800mm；当 h_0 大于2000mm时，取2000mm
	$\beta_h = \left(\frac{800}{h_0}\right)^{1/4}$ (3-33)	

(续)

项 目	计算公式	公式注释
仅配置箍筋的矩形、 T形和 I 形截面 受弯构件	$V \leq V_{cs} + V_p \quad (3-34)$ $V_{cs} = \alpha_{cv} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-35)$ $V_p = 0.05 N_{p0} \quad (3-36)$	<p>V_{cs}——构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值</p> <p>V_p——由预加力所提高的构件受剪承载力设计值</p> <p>α_{cv}——斜截面混凝土受剪承载力系数，对于一般受弯构件取 0.7；对集中荷载作用下（包括作用有多种荷载，其中集中荷载对支座截面或节点边缘所产生的剪力值占总剪力的 75% 以上的情况）的独立梁，取 α_{cv} 为 $\frac{1.75}{\lambda + 1}$，λ 为计算截面的剪跨比，可取 λ 等于 a/h_0，当 λ 小于 1.5 时，取 1.5，当 λ 大于 3 时，取 3，a 取集中荷载作用点至支座截面或节点边缘的距离</p> <p>A_{sv}——配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积，即 nA_{sv1}，此处，n 为在同一个截面内箍筋的肢数，A_{sv1} 为单肢箍筋的截面面积</p> <p>s——沿构件长度方向的箍筋间距</p> <p>f_{yv}——箍筋的抗拉强度设计值</p> <p>N_{p0}——计算截面上混凝土法向预应力等于零时的预加力；当 N_{p0} 大于 $0.3f_c A_0$ 时，取 $0.3f_c A_0$，此处，A_0 为构件的换算截面面积</p>
配置箍筋和弯起钢筋的矩形、T形和 I 形截面受弯构件	$V \leq V_{cs} + V_p + 0.8f_{yv} A_{sb} \sin \alpha_s + 0.8f_{py} A_{pb} \sin \alpha_p \quad (3-37)$	<p>V——配置弯起钢筋处的剪力设计值</p> <p>V_p——由预加力所提高的构件受剪承载力设计值</p> <p>A_{sb}、A_{pb}——同一平面内的弯起普通钢筋、弯起预应力筋的截面面积</p> <p>α_s、α_p——斜截面上弯起普通钢筋、弯起预应力筋的切线与构件纵轴线的夹角</p>
受拉边倾斜的矩形、 T形和 I 形截面 受弯构件 (图 3-9)	$V \leq V_{cs} + V_{sp} + 0.8f_y A_{sb} \sin \alpha_s \quad (3-38)$	<p>M——构件斜截面受压区末端的弯矩设计值</p> <p>V_{cs}——构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值</p> <p>V_{sp}——构件截面上受拉边倾斜的纵向非预应力和预应力受拉钢筋的合力设计值在垂直方向的投影；对钢筋混凝土受弯构件，其值不应大于 $f_y A_s \sin \beta$；对预应力混凝土受弯构件，其值不应大于 $(f_{py} A_p + f_y A_s) \sin \beta$，且不应小于 $\sigma_{pe} A_p \sin \beta$</p>

(续)

项 目	计算公式	公式注释
受拉边倾斜的矩形、T形和I形截面受弯构件 (图 3-9)	$V_{sp} = \frac{M - 0.8 \left(\sum f_{yv} A_{sv} z_{sv} + \sum f_y A_{sb} z_{sb} \right)}{z + c \tan \beta} \tan \beta \quad (3-39)$	z_{sv} ——同一截面内箍筋的合力至斜截面受压区合力点的距离 z_{sb} ——同一弯起平面内的弯起普通钢筋的合力至斜截面受压区合力点的距离 z ——斜截面受拉区始端处纵向受拉钢筋合力的水平分力至斜截面受压区合力点的距离,可近似取为 $0.9h_0$ β ——斜截面受拉区始端处倾斜的纵向受拉钢筋的倾角 c ——斜截面的水平投影长度,可近似取为 h_0
矩形、T形和I形截面的钢筋混凝土偏心受压构件	$V \leq \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + 0.07N \quad (3-40)$	λ ——偏心受压构件计算截面的剪跨比,取为 $M / (Vh_0)$ N ——与剪力设计值 V 相应的轴向压力设计值,当大于 $0.3f_c A$ 时,取 $0.3f_c A$,此处, A 为构件的截面面积
矩形、T形和I形截面的钢筋混凝土偏心受拉构件	$V \leq \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 - 0.2N \quad (3-41)$	N ——与剪力设计值 V 相应的轴向拉力设计值 λ ——计算截面的剪跨比
钢筋混凝土剪力墙在偏心受压时	$V \leq \frac{1}{\lambda - 0.5} \left(0.5f_t b h_0 + 0.13N \frac{A_w}{A} \right) + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-42)$	N ——与剪力设计值 V 相应的轴向压力设计值,当 N 大于 $0.2f_c b h$ 时,取 $0.2f_c b h$ A ——剪力墙的截面面积 A_w ——T形、I形截面剪力墙腹板的截面面积,对矩形截面剪力墙,取为 A A_{sh} ——配置在同一水平截面内的水平分布钢筋的全部截面面积 s_v ——水平分布钢筋的竖向间距 λ ——计算截面的剪跨比,取为 $M / (Vh_0)$;当 λ 小于 1.5 时,取 1.5,当 λ 大于 2.2 时,取 2.2;此处, M 为与剪力设计值 V 相应的弯矩设计值;当计算截面与墙底之间的距离小于 $h_0/2$ 时, λ 可按距墙底 $h_0/2$ 处的弯矩值与剪力值计算
钢筋混凝土剪力墙在偏心受拉时	$V \leq \frac{1}{\lambda - 0.5} \left(0.5f_t b h_0 - 0.13N \frac{A_w}{A} \right) + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-43)$ <p>当上式右边的计算值小于 $f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$ 时,取等于 $f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$</p>	N ——与剪力设计值 V 相应的轴向拉力设计值 λ ——计算截面的剪跨比
剪力墙洞口连梁	$V \leq 0.7f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-44)$	—

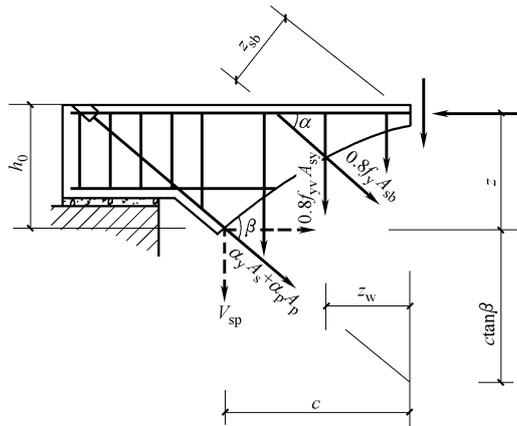


图 3-9 受拉边倾斜的受弯构件的斜截面受剪承载力计算

3.3 扭曲截面承载力计算

(1) 受扭构件的截面受扭塑性抵抗矩可按表 3-11 规定计算。

表 3-11 受扭构件的截面受扭塑性抵抗矩

项 目	计算公式	公式注释
矩形截面	$W_t = \frac{b^2}{6}(3h - b)$ (3-45)	b 、 h ——矩形截面的短边尺寸、长边尺寸
T 形和 I 形截面	腹板 $W_{tw} = \frac{b^2}{6}(3h - b)$ (3-46)	$W_t = W_{tw} + W'_{tf} + W_{tf}$ b 、 h ——截面的腹板宽度、截面高度 b'_f 、 b_f ——截面受压区、受拉区的翼缘宽度 h'_f 、 h_f ——截面受压区、受拉区的翼缘高度
	受压翼缘 $W'_{tf} = \frac{h_f^2}{2}(b'_f - b)$ (3-47)	
	受拉翼缘 $W_{tf} = \frac{h_f^2}{2}(b_f - b)$ (3-48)	
箱形截面	$W_t = \frac{b_h^2}{6}(3h_h - b_h) - \frac{(b_h - 2t_w)^2}{6}[3h_w - (b_h - 2t_w)]$ (3-49)	b_h 、 h_h ——箱形截面的短边尺寸、长边尺寸

(2) 各构件的受扭承载力计算方法应符合表 3-12 的规定。

表 3-12 各构件的受扭承载力计算方法

项 目	计算公式	公式注释
矩形截面 纯扭构件	$T \leq 0.35f_t W_t + 1.2\sqrt{\zeta}f_{yv} \frac{A_{stl}A_{cor}}{s}$ (3-50)	ζ ——受扭的纵向钢筋与箍筋的配筋强度比值， ζ 值不应小于 0.6，当 ζ 大于 1.7 时，取 1.7 A_{stl} ——受扭计算中取对称布置的全部纵向普通钢筋截面面积 A_{stl} ——受扭计算中沿截面周边配置的箍筋单肢截面面积 f_{yv} ——受扭箍筋的抗拉强度设计值 A_{cor} ——截面核心部分的面积，取为 $b_{cor}h_{cor}$ ，此处， b_{cor} 、 h_{cor} 为箍筋内表面范围内截面核心部分的短边、长边尺寸 u_{cor} ——截面核心部分的周长，取 $2(b_{cor} + h_{cor})$
	$\zeta = \frac{f_y A_{stl} s}{f_{yv} A_{stl} u_{cor}}$ (3-51)	

(续)

项 目		计算公式	公式注释
T形和I形 截面纯扭 构件	腹板	$T_w = \frac{W_w}{W_t} T \quad (3-52)$	T_w ——腹板所承受的扭矩设计值 T'_t 、 T_t ——受压翼缘、受拉翼缘所承受的 扭矩设计值
	受压 翼缘	$T'_t = \frac{W'_t}{W_t} T \quad (3-53)$	
	受拉 翼缘	$T_t = \frac{W_t}{W_t} T \quad (3-54)$	
箱形截面钢筋混凝土 纯扭构件		$T \leq 0.35\alpha_h f_t W_t + 1.2\sqrt{\xi} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-55)$ $\alpha_h = 2.5t_w/b_h \quad (3-56)$	α_h ——箱形截面壁厚影响系数, 当 α_h 大 于 1.0 时, 取 1.0
在轴向压力和扭矩共 同作用下的矩形截面 钢筋混凝土构件		$T \leq \left(0.35f_t + 0.07 \frac{N}{A}\right) W_t + 1.2\sqrt{\xi} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-57)$	N ——与扭矩设计值 T 相应的轴向压力设计 值, 当 N 大于 $0.3f_c A$ 时, 取 $0.3f_c A$
在轴向拉力和扭矩共 同作用下的矩形截面 钢筋混凝土构件		$T \leq \left(0.35f_t - 0.2 \frac{N}{A}\right) W_t + 1.2\sqrt{\xi} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-58)$	N ——与扭矩设计值相应的轴向拉力设计 值, 当 N 大于 $1.75f_t A$ 时, 取 $1.75f_t A$

(3) 各构件的受剪扭承载力计算方法应符合表 3-13 的规定。

表 3-13 各构件的受剪扭承载力计算方法

项 目		计算公式	公式注释
剪力和扭 矩共同作 用下的矩 形截面剪 扭构件	一般剪扭 构件	受剪承载力 $V \leq (1.5 - \beta_t)(0.7f_t b h_0 + 0.05N_{p0}) + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-59)$ $\beta_t = \frac{1.5}{1 + 0.5 \frac{VW_t}{Tbh_0}} \quad (3-60)$ 受扭承载力 $T \leq \beta_t \left(0.35f_t + 0.05 \frac{N_{p0}}{A_0}\right) W_t + 1.2\sqrt{\xi} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-61)$	A_{sv} ——受剪承载力所需的箍筋截面面积 β_t ——一般剪扭构件混凝土受扭承载力降 低系数: 当 β_t 小于 0.5 时, 取 0.5; 当 β_t 大于 1.0 时, 取 1.0
	集中荷载 作用下的 独立剪扭 构件	受剪承载力 $V \leq (1.5 - \beta_t) \left(\frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + 0.05N_{p0}\right) + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-62)$ $\beta_t = \frac{1.5}{1 + 0.2(\lambda + 1) \frac{VW_t}{Tbh_0}} \quad (3-63)$ 受扭承载力 $T \leq \beta_t \left(0.35f_t + 0.05 \frac{N_{p0}}{A_0}\right) W_t + 1.2\sqrt{\xi} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-64)$	λ ——计算截面的剪跨比 β_t ——集中荷载作用下剪扭构件混凝土受 扭承载力降低系数: 当 β_t 小于 0.5 时, 取 0.5; 当 β_t 大于 1.0 时, 取 1.0

(续)

项 目	计算公式	公式注释
箱形截面 钢筋混凝土 土剪扭 构件	受剪承载力 $V \leq 0.7(1.5 - \beta_t) f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-65)$	β_t ——一般剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数: 当 β_t 小于 0.5 时, 取 0.5; 当 β_t 大于 1.0 时, 取 1.0, 但式中的 W_t 应代之以 $\alpha_h W_t$ α_h ——箱形截面壁厚影响系数, 当 α_h 大于 1.0 时, 取 1.0 ζ ——受扭的纵向钢筋与箍筋的配筋强度比值, ζ 值不应小于 0.6, 当 ζ 大于 1.7 时, 取 1.7
	受扭承载力 $T \leq 0.35 \alpha_h \beta_t f_t W_t + 1.2 \sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-66)$	
集中荷载 作用下的 独立剪扭 构件	受剪承载力 $V \leq (1.5 - \beta_t) \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-67)$	β_t ——集中荷载作用下剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数: 当 β_t 小于 0.5 时, 取 0.5; 当 β_t 大于 1.0 时, 取 1.0, 但式中的 W_t 应代之以 $\alpha_h W_t$
	受扭承载力 $T \leq 0.35 \alpha_h \beta_t f_t W_t + 1.2 \sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-68)$	
轴向压力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下的钢筋混凝土矩形截面框架柱	受剪承载力 $V \leq (1.5 - \beta_t) \left(\frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + 0.07N \right) + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-69)$	λ ——计算截面的剪跨比 ζ ——受扭的纵向钢筋与箍筋的配筋强度比值, ζ 值不应小于 0.6, 当 ζ 大于 1.7 时, 取 1.7 β_t ——剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数: 当 β_t 小于 0.5 时, 取 0.5; 当 β_t 大于 1.0 时, 取 1.0 A_{sv} ——受剪承载力所需的箍筋截面面积 N ——与剪力、扭矩设计值 V 、 T 相应的轴向拉力设计值
	受扭承载力 $T \leq \beta_t \left(0.35 f_t + 0.07 \frac{N}{A} \right) W_t + 1.2 \sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-70)$	
轴向拉力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下的钢筋混凝土矩形截面框架柱	受剪承载力 $V \leq (1.5 - \beta_t) \left(\frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 - 0.2N \right) + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (3-71)$	β_t ——剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数: 当 β_t 小于 0.5 时, 取 0.5; 当 β_t 大于 1.0 时, 取 1.0 A_{sv} ——受剪承载力所需的箍筋截面面积 N ——与剪力、扭矩设计值 V 、 T 相应的轴向拉力设计值
	受扭承载力 $T \leq \beta_t \left(0.35 f_t - 0.2 \frac{N}{A} \right) W_t + 1.2 \sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{stl} A_{cor}}{s} \quad (3-72)$	

3.4 受冲切承载力计算

在局部荷载或集中反力作用下, 下列各部件的受冲切承载力计算方法应符合表 3-14 的规定。

表 3-14 各部件受冲切承载力计算方法

项 目	计算公式	公式注释
不配置箍筋或弯起钢筋的板 (图 3-10)	$F_l \leq (0.7 \beta_h f_t + 0.25 \sigma_{pc, m}) \eta u_m h_0 \quad (3-73)$ 式 (3-73) 中的系数 η , 应按下列两个公式计算, 并取其中较小值	F_l ——局部荷载设计值或集中反力设计值; 板柱节点, 取柱所承受的轴向压力设计值的层间差值减去柱顶冲切破坏锥体范围内板所承受的荷载设计值; 当有不平衡弯矩时, 其集中反力设计值 F_l 应以等效集中反力设计值 $F_{l,eq}$ 代替

(续)

项 目	计算公式	公式注释
不配置箍筋或弯起钢筋的板 (图 3-10)	$\eta_1 = 0.4 + \frac{1.2}{\beta_s} \quad (3-74)$ $\eta_2 = 0.5 + \frac{\alpha_s h_0}{4u_m} \quad (3-75)$	β_h ——截面高度影响系数: 当 h 不大于 800mm 时, 取 β_h 为 1.0; 当 h 不小于 2000mm 时, 取 β_h 为 0.9, 其间按线性内插法取用 $\sigma_{pc,m}$ ——计算截面周长上两个方向混凝土有效预压应力按长度的加权平均值, 其值宜控制在 1.0~3.5N/mm ² 范围内 u_m ——计算截面的周长, 取距离局部荷载或集中反力作用面积周边 $h_0/2$ 处板垂直截面的最不利周长 h_0 ——截面有效高度, 取两个方向配筋的截面有效高度平均值 η_1 ——局部荷载或集中反力作用面积形状的影响系数 η_2 ——计算截面周长与板截面有效高度之比的影响系数 β_s ——局部荷载或集中反力作用面积为矩形时的长边与短边尺寸的比值, β_s 不宜大于 4; 当 β_s 小于 2 时取 2; 对圆形冲切面, β_s 取 2 α_s ——柱位置影响系数: 中柱, α_s 取 40; 边柱, α_s 取 30; 角柱, α_s 取 20
可配置箍筋或弯起钢筋	受冲切截面 $F_l \leq 1.2f_t \eta u_m h_0 \quad (3-76)$ 配置箍筋、弯起钢筋时的受冲切承载力 $F_l \leq (0.5f_t + 0.25\sigma_{pc,m}) \eta u_m h_0 + 0.8f_{yv} A_{svu} + 0.8f_y A_{sbu} \sin\alpha \quad (3-77)$	f_{yv} ——箍筋的抗拉强度设计值 A_{svu} ——与呈 45° 冲切破坏锥体斜截面相交的全部箍筋截面面积 A_{sbu} ——与呈 45° 冲切破坏锥体斜截面相交的全部弯起钢筋截面面积 α ——弯起钢筋与板底面的夹角
矩形截面柱的阶形基础 (图 3-11)	柱与基础交接处 $F_l \leq 0.7\beta_h f_t b_m h_0 \quad (3-78)$ $b_m = \frac{b_1 + b_b}{2} \quad (3-79)$ 柱与基础变阶处 $F_l = p_s A \quad (3-80)$	h_0 ——柱与基础交接处或基础变阶处的截面有效高度, 取两个方向配筋的截面有效高度平均值 p_s ——按荷载效应基本组合计算并考虑结构重要性系数的基础底面地基反力设计值 (可扣除基础自重及其上的土重), 当基础偏心受力时, 可取用最大的地基反力设计值 A ——考虑冲切荷载时取用的多边形面积 (图 3-11 中的阴影面积 ABCDEF) b_1 ——冲切破坏锥体最不利一侧斜截面的上边长; 当计算柱与基础交接处的受冲切承载力时, 取柱宽; 当计算基础变阶处的受冲切承载力时, 取上阶宽 b_b ——柱与基础交接处或基础变阶处的冲切破坏锥体最不利一侧斜截面的下边长, 取 $b_1 + 2h_0$

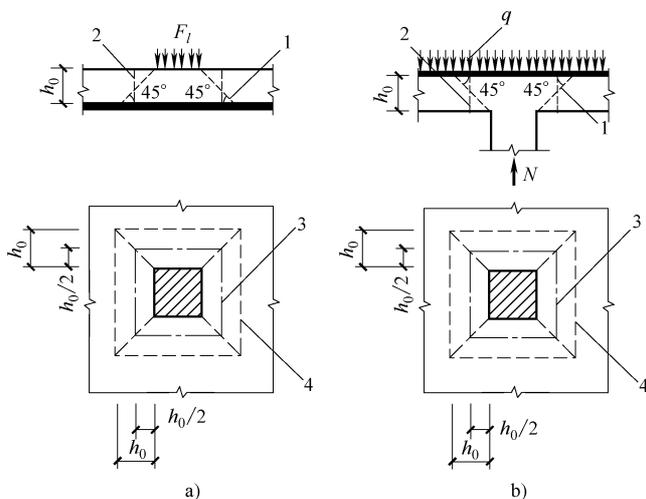


图 3-10 板受冲切承载力计算

a) 局部荷载作用下 b) 集中反力作用下

1—冲切破坏锥体的斜截面 2—计算截面 3—计算截面的周长 4—冲切破坏锥体的底面线

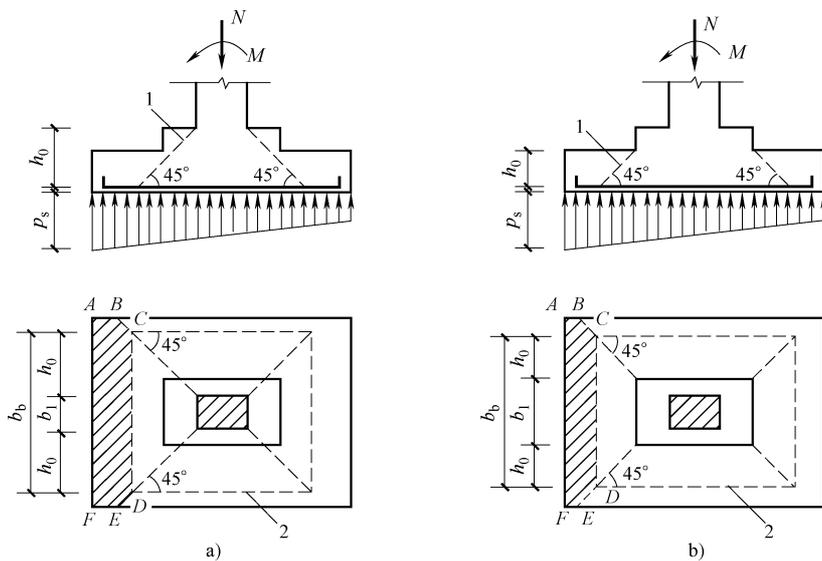


图 3-11 计算阶形基础的受冲切承载力截面位置

a) 柱与基础交接处 b) 基础变阶处

1—冲切破坏锥体最不利一侧的斜截面 2—冲切破坏锥体的底面线

3.5 局部受压承载力计算

下列各构件的局部受压承载力计算方法应符合表 3-15 的规定。

表 3-15 各构件的局部受压承载力计算方法

项 目	计算公式	公式注释
配置间接钢筋 的混凝土结构 构件	$F_l \leq 1.35\beta_c\beta_l f_c A_{ln} \quad (3-81)$ $\beta_l = \sqrt{\frac{A_b}{A_l}} \quad (3-82)$	<p>F_l——局部受压面上作用的局部荷载或局部压力设计值</p> <p>f_c——混凝土轴心抗压强度设计值；在后张法预应力混凝土构件的张拉阶段验算中，可根据相应阶段的混凝土立方体抗压强度 f_{cu} 值按相关规定以线性内插法确定</p> <p>β_c——混凝土强度影响系数：当混凝土强度等级不超过 C50 时，β_c 取 1.0；当混凝土强度等级为 C80 时，β_c 取 0.8；其间按线性内插法确定</p> <p>β_l——混凝土局部受压时的强度提高系数</p> <p>A_l——混凝土局部受压面积</p> <p>A_{ln}——混凝土局部受压净面积；对后张法构件，应在混凝土局部受压面积中扣除孔道、凹槽部分的面积</p> <p>A_b——局部受压的计算底面积</p>
配置方格网式 或螺旋式间接 钢筋 (图 3-12)	$F_l \leq 0.9(\beta_c\beta_l f_c + 2\alpha\rho_v\beta_{cor}f_{yv})A_{ln} \quad (3-83)$ <p>当为方格网式配筋时（图 3-12a），钢筋网两个方向上单位长度内钢筋截面面积的比值不宜大于 1.5，其体积配筋率 ρ_v 应按下式计算：</p> $\rho_v = \frac{n_1 A_{s1} l_1 + n_2 A_{s2} l_2}{A_{cor} s} \quad (3-84)$ <p>当为螺旋式配筋时（图 3-12b），其体积配筋率 ρ_v 应按下式计算：</p> $\rho_v = \frac{4A_{ss1}}{d_{cor} s} \quad (3-85)$	<p>β_{cor}——配置间接钢筋的局部受压承载力提高系数，可按式（3-82）计算，但公式中 A_b 应代之以 A_{cor}，且当 A_{cor} 大于 A_b，取 A_b</p> <p>α——间接钢筋对混凝土约束的折减系数：当混凝土强度等级不超过 C50 时，取 1.0，当混凝土强度等级为 C80 时，取 0.85，其间按线性内插法确定</p> <p>f_{yv}——间接钢筋的抗拉强度设计值</p> <p>A_{cor}——方格网式或螺旋式间接钢筋内表面范围内的混凝土核心面积，其重心应与 A_l 的重心重合，计算中仍按同心、对称的原则取值</p> <p>ρ_v——间接钢筋的体积配筋率</p> <p>n_1、A_{s1}——方格网沿 l_1 方向的钢筋根数、单根钢筋的截面面积</p> <p>n_2、A_{s2}——方格网沿 l_2 方向的钢筋根数、单根钢筋的截面面积</p> <p>A_{ss1}——单根螺旋式间接钢筋的截面面积</p> <p>d_{cor}——螺旋式间接钢筋内表面范围内的混凝土截面直径</p> <p>s——方格网式或螺旋式间接钢筋的间距，宜取 30~80mm</p>

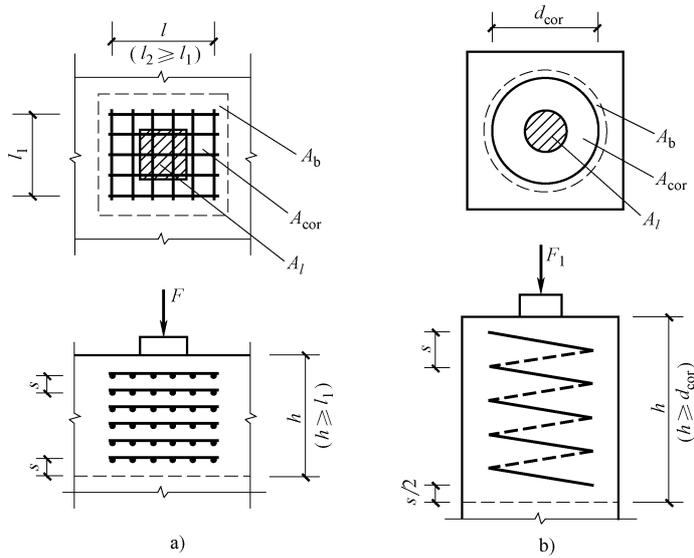


图 3-12 局部受压区的间接钢筋

a) 方格式配筋 b) 螺旋式配筋

 A_l —混凝土局部受压面积 A_b —局部受压的计算底面积 A_{cor} —方格式或螺旋式间接钢筋内表面范围内的混凝土核心面积

4 混凝土结构构件抗震计算及设计

4.1 地震作用计算

1. 水平地震作用的计算方法

(1) 水平地震作用计算方法的选用见表 4-1。

表 4-1 水平地震作用计算方法的选用

计算方法		适用条件	
		房高 H	其他条件
1	底部剪力法	$\leq 40\text{m}$	以剪切变形为主且质量和刚度沿高度分布比较均匀的结构, 以及近似于单质点体系的结构
2	振型分解反应谱法	不限	不满足底部剪力法应用条件的结构
3	多遇地震作用下的弹性时程分析法 (上述两法的补充计算)	不限 $> 100\text{m}$ $> 80\text{m}$ $> 60\text{m}$	特别不规则的建筑、甲类建筑 8 度 I、II 类场地和 7 度 8 度 III、IV 类场地 9 度

注: 采用时程分析法进行多遇地震作用下的补充计算, 当取三组加速度时程曲线输入时, 计算结果宜取时程法的包络值和振型分解反应谱法的较大值; 当取七组及七组以上的时程曲线时, 计算结果可取时程法的平均值和振型分解反应谱法的较大值。

(2) 时程分析所用地震加速度时程的最大值可按表 4-2 采用。

表 4-2 时程分析所用地震加速度时程的最大值 (单位: cm/s^2)

地震影响	6 度	7 度	8 度	9 度
多遇地震	18	35 (55)	70 (110)	140
罕遇地震	125	220 (310)	400 (510)	620

注: 括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 $0.15g$ 和 $0.30g$ 的地区。

2. 水平地震影响系数

水平地震影响系数最大值应按表 4-3 采用; 特征周期应根据场地类别和设计地震分组按表 4-4 采用, 计算罕遇地震作用时, 特征周期应增加 0.05s 。

表 4-3 水平地震影响系数最大值

地震影响	6 度	7 度	8 度	9 度
多遇地震	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)	0.32
罕遇地震	0.28	0.50 (0.72)	0.90 (1.20)	1.40

注: 括号中数值分别用于设计基本地震加速度为 $0.15g$ 和 $0.30g$ 的地区。

表 4-4 特征周期值

(单位: s)

设计地震分组	场地类别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
第一组	0.20	0.25	0.35	0.45	0.65
第二组	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75
第三组	0.30	0.35	0.45	0.65	0.90

建筑结构地震影响系数曲线 (图 4-1) 的阻尼调整和形状参数应符合表 4-5 的规定。

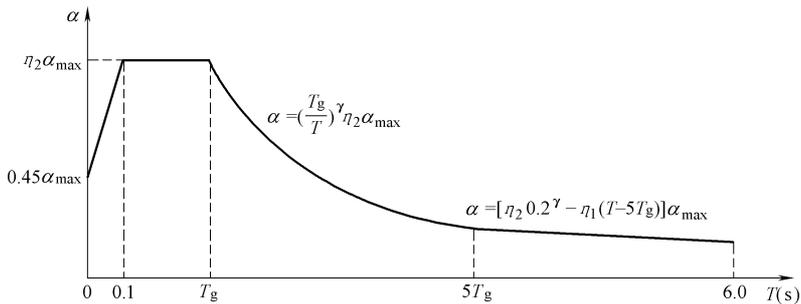


图 4-1 地震影响系数曲线

α —地震影响系数 α_{\max} —地震影响系数最大值 η_1 —直线下降段的下降斜率调整系数 γ —衰减指数
 T_g —特征周期 η_2 —阻尼调整系数 T —结构自振周期

表 4-5 地震影响系数曲线的阻尼调整和形状参数

名称	取值规定
地震影响系数曲线	<p>除有专门规定外, 建筑结构的阻尼比应取 0.05, 地震影响系数曲线的阻尼调整系数应按 1.0 采用, 形状参数应符合下列规定:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 直线上段, 周期小于 0.1s 的区段 (2) 水平段, 自 0.1s 至特征周期区段, 应取最大值 (α_{\max}) (3) 曲线下段, 自特征周期至 5 倍特征周期区段, 衰减指数应取 0.9 (4) 直线下段, 自 5 倍特征周期至 6s 区段, 下降斜率调整系数应取 0.02
地震影响系数曲线的阻尼调整和形状参数	<p>当建筑结构的阻尼比按有关规定不等于 0.05 时, 地震影响系数曲线的阻尼调整系数和形状参数应符合下列规定:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 曲线下段的衰减指数应按下式确定: $\gamma = 0.9 + \frac{0.05 - \zeta}{0.3 + 6\zeta} \quad (4-1)$ 式中 γ—曲线下段的衰减指数 ζ—阻尼比 (2) 直线下段的下降斜率调整系数应按下式确定: $\eta_1 = 0.02 + \frac{0.05 - \zeta}{4 + 32\zeta} \quad (4-2)$ 式中 η_1—直线下段的下降斜率调整系数, 小于 0 时取 0 (3) 阻尼调整系数应按下式确定: $\eta_2 = 1 + \frac{0.05 - \zeta}{0.08 + 1.6\zeta} \quad (4-3)$ 式中 η_2—阻尼调整系数, 当小于 0.55 时, 应取 0.55

3. 多层钢筋混凝土和钢结构房屋的顶部附加地震作用系数

多层钢筋混凝土和钢结构房屋的顶部附加地震作用系数见表 4-6。

表 4-6 顶部附加地震作用系数

T_g/s	$T_1 > 1.4T_g$	$T_1 \leq 1.4T_g$
$T_g \leq 0.35$	$0.08T_1 + 0.07$	0.0
$0.35 < T_g \leq 0.55$	$0.08T_1 + 0.01$	
$T_g > 0.55$	$0.08T_1 - 0.02$	

注： T_1 为结构基本自振周期。

4. 振型分解反应谱法计算水平地震作用标准值

振型分解反应谱法计算水平地震作用标准值见表 4-7。

表 4-7 振型分解反应谱法计算水平地震作用标准值

项 目	计算公式	公式注释
不进行扭转耦联计算的 结构	$F_{ji} = \alpha_j \gamma_j X_{ji} G_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (4-4)$	式中 F_{ji} —— j 振型 i 质点的水平地震作用标准值 α_j ——相应于 j 振型自振周期的地震影响系数 X_{ji} —— j 振型 i 质点的水平相对位移 γ_j —— j 振型的参与系数
	$\gamma_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ji} G_i}{\sum_{i=1}^n X_{ji}^2 G_i} \quad (4-5)$	
水平地震作用效应	$S_{Ek} = \sqrt{\sum S_j^2} \quad (4-6)$	式中 S_{Ek} ——水平地震作用标准值的效应（弯矩、剪力、轴向力和变形等） S_j —— j 振型水平地震作用标准值的效应，可只取前 2~3 个振型，当基本自振周期大于 1.5s 或房屋高宽比大于 5 时，振型个数应适当增加
需估计水平地震作用扭转影响的 结构	$F_{xji} = \alpha_j \gamma_j X_{ji} G_i$ $F_{yji} = \alpha_j \gamma_j Y_{ji} G_i \quad (i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m)$ $F_{\varphi ji} = \alpha_j \gamma_j r_i^2 \varphi_{ji} G_i \quad (4-7)$ <p>j振型 i层的水平地震作用标准值，应按下列公式确定：</p>	式中 F_{xji} 、 F_{yji} 、 $F_{\varphi ji}$ —— j 振型 i 层的 x 方向、 y 方向和转角方向的地震作用标准值 X_{ji} 、 Y_{ji} —— j 振型 i 层质心在 x 、 y 方向的水平相对位移 φ_{ji} —— j 振型 i 层的相对扭转角 r_i —— i 层转动半径，可取 i 层绕质心的转动惯量除以该层质量的商的正二次方根 γ_j ——计入扭转的 j 振型的参与系数

(续)

项 目	计算公式	公式注释
需估计水平地震作用的扭转影响的结构	$S_{E_k} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \rho_{jk} S_j S_k} \quad (4-8)$	式中 S_{E_k} ——地震作用标准值的扭转效应 S_j 、 S_k —— j 、 k 振型地震作用标准值的效应，可取前 9~15 个振型 ζ_j 、 ζ_k —— j 、 k 振型的阻尼比 ρ_{jk} —— j 振型与 k 振型的耦合系数 λ_T —— k 振型与 j 振型的自振周期比
	$\rho_{jk} = \frac{8 \sqrt{\zeta_j \zeta_k} (\zeta_j + \lambda_T \zeta_k) \lambda_T^{1.5}}{(1 - \lambda_T^2)^2 + 4 \zeta_j \zeta_k (1 + \lambda_T^2) \lambda_T + 4 (\zeta_j^2 + \zeta_k^2) \lambda_T^2} \quad (4-9)$	
双向水平地震作用的扭转效应	$S_{E_k} = \sqrt{S_x^2 + (0.85 S_y)^2} \quad (4-10)$ 或 $S_{E_k} = \sqrt{S_y^2 + (0.85 S_x)^2} \quad (4-11)$	式中 S_x 、 S_y —— x 向、 y 向单向水平地震作用的扭转效应

5. 竖向地震作用计算

(1) 9 度时的高层建筑，其竖向地震作用标准值应按下列公式确定（计算简图见图 4-2）；楼层的竖向地震作用效应可按各构件承受的重力荷载代表值的比例分配，并宜乘以增大系数 1.5。

$$F_{E_{vk}} = \alpha_{v_{\max}} G_{eq} \quad (4-12)$$

$$F_{vi} = \frac{G_i H_i}{\sum G_j H_j} F_{E_{vk}} \quad (4-13)$$

式中 $F_{E_{vk}}$ ——结构竖向地震作用标准值；

F_{vi} ——质点 i 的竖向地震作用标准值；

$\alpha_{v_{\max}}$ ——竖向地震影响系数的最大值，可取水平地震影响系数最大值的 65%；

G_{eq} ——结构等效总重力荷载，可取其重力荷载代表值的 75%。

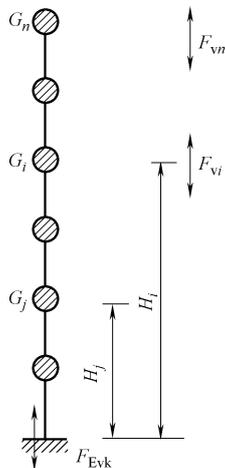


图 4-2 结构竖向地震作用计算简图

(2) 跨度、长度小于《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)第5.1.2条第5款规定且规则的平板型网架屋盖和跨度大于24m的屋架、屋盖横梁及托架的竖向地震作用标准值,宜取其重力荷载代表值和竖向地震作用系数的乘积;竖向地震作用系数可按表4-8采用。

表4-8 竖向地震作用系数

结构类型	烈度	场地类别		
		I	II	III、IV
平板型网架、钢屋架	8	可不计算(0.10)	0.08(0.12)	0.10(0.15)
	9	0.15	0.15	0.20
钢筋混凝土屋架	8	0.10(0.15)	0.13(0.19)	0.13(0.19)
	9	0.20	0.25	0.25

注:括号中数值用于设计基本地震加速度为0.30g的地区。

6. 截面抗震验算

(1) 结构构件的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合,应按下列式计算:

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (4-14)$$

式中 S ——结构构件内力组合的设计值,包括组合的弯矩、轴向力和剪力设计值等;

γ_G ——重力荷载分项系数,一般情况应采用1.2,当重力荷载效应对构件承载能力有利时,不应大于1.0;

γ_{Eh} 、 γ_{Ev} ——水平、竖向地震作用分项系数,应按表4-9采用;

γ_w ——风荷载分项系数,应采用1.4;

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应,可按《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)第5.1.3条采用,但有起重机时,尚应包括悬吊物重力标准值的效应;

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应,尚应乘以相应的增大系数或调整系数;

S_{Evk} ——竖向地震作用标准值的效应,尚应乘以相应的增大系数或调整系数;

S_{wk} ——风荷载标准值的效应;

ψ_w ——风荷载组合值系数,一般结构取0.0,风荷载起控制作用的建筑应采用0.20

注:《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)一般略去表示水平方向的下标。

表4-9 地震作用分项系数

地震作用	γ_{Eh}	γ_{Ev}
仅计算水平地震作用	1.3	0.0
仅计算竖向地震作用	0.0	1.3
同时计算水平与竖向地震作用(水平地震为主)	1.3	0.5
同时计算水平与竖向地震作用(竖向地震为主)	0.5	1.3

(2) 结构构件的截面抗震验算,应采用下列设计表达式:

$$S \leq R / \gamma_{RE} \quad (4-15)$$

式中 γ_{RE} ——承载力抗震调整系数,除另有规定外,应按表4-10采用;

R ——结构构件承载力设计值。

表 4-10 承载力抗震调整系数

材 料	结 构 构 件	受 力 状 态	γ_{RE}
钢	柱, 梁, 支撑, 节点板件, 螺栓, 焊缝	强度	0.75
	柱, 支撑	稳定	0.80
砌体	两端均有构造柱、芯柱的抗震墙	受剪	0.9
	其他抗震墙	受剪	1.0
混凝土	梁	受弯	0.75
	轴压比小于 0.15 的柱	偏压	0.75
	轴压比不小于 0.15 的柱	偏压	0.80
	抗震墙	偏压	0.85
	各类构件	受剪、偏拉	0.85

(3) 当仅计算竖向地震作用时, 各类结构构件承载力抗震调整系数均应采用 1.0。

7. 抗震变形验算

(1) 表 4-11 所列各类结构应进行多遇地震作用下的抗震变形验算, 其楼层内最大的弹性层间位移应符合下式要求:

$$\Delta u_e \leq [\theta_e] h \quad (4-16)$$

式中 Δu_e ——多遇地震作用标准值产生的楼层内最大的弹性层间位移; 计算时, 除以弯曲变形为主的高层建筑外, 可不扣除结构整体弯曲变形; 应计入扭转变形, 各作用分项系数均应采用 1.0; 钢筋混凝土结构构件的截面刚度可采用弹性刚度;

$[\theta_e]$ ——弹性层间位移角限值, 宜按表 4-11 采用;

h ——计算楼层层高。

表 4-11 弹性层间位移角限值

结 构 类 型	$[\theta_e]$
钢筋混凝土框架	1/550
钢筋混凝土框架-抗震墙、板柱-抗震墙、框架-核心筒	1/800
钢筋混凝土抗震墙、筒中筒	1/1000
钢筋混凝土框支层	1/1000
多、高层钢结构	1/250

(2) 结构薄弱层(部位)弹塑性层间位移的简化计算, 宜符合下列要求:

1) 结构薄弱层(部位)的位置可按下列情况确定:

① 楼层屈服强度系数沿高度分布均匀的结构, 可取底层。

② 楼层屈服强度系数沿高度分布不均匀的结构, 可取该系数最小的楼层(部位)和相对较小的楼层, 一般不超过 2~3 处。

③ 单层厂房, 可取上柱。

2) 弹塑性层间位移可按下列公式计算:

$$\Delta u_p = \eta_p \Delta u_e \quad (4-17)$$

或

$$\Delta u_p = \mu \Delta u_y = \frac{\eta_p}{\xi_y} \Delta u_y \quad (4-18)$$

式中 Δu_p ——弹塑性层间位移；

Δu_y ——层间屈服位移；

μ ——楼层延性系数；

Δu_e ——罕遇地震作用下按弹性分析的层间位移；

η_p ——弹塑性层间位移增大系数，当薄弱层（部位）的屈服强度系数不小于相邻层（部位）该系数平均值的0.8时，可按表4-12采用；当不大于该平均值的0.5时，可按表内相应数值的1.5倍采用；其他情况可采用内插法取值；

ξ_y ——楼层屈服强度系数。

表 4-12 弹塑性层间位移增大系数

结构类型	总层数 n 或部位	ξ_y		
		0.5	0.4	0.3
多层均匀框架结构	2~4	1.30	1.40	1.60
	5~7	1.50	1.65	1.80
	8~12	1.80	2.00	2.20
单层厂房	上柱	1.30	1.60	2.00

(3) 结构薄弱层（部位）弹塑性层间位移应符合下式要求：

$$\Delta u_p \leq [\theta_p] h \quad (4-19)$$

式中 $[\theta_p]$ ——弹塑性层间位移角限值，可按表4-13采用；对钢筋混凝土框架结构，当轴压比小于0.40时，可提高10%；当柱子全高的箍筋构造比《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）第6.3.9条规定的体积配箍率大30%时，可提高20%，但累计不超过25%；

h ——薄弱层楼层高度或单层厂房上柱高度。

表 4-13 弹塑性层间位移角限值

结构类型	$[\theta_p]$
单层钢筋混凝土柱排架	1/30
钢筋混凝土框架	1/50
底部框架砌体房屋中的框架抗震墙	1/100
钢筋混凝土框架-抗震墙、板柱-抗震墙、框架-核心筒	1/100
钢筋混凝土抗震墙、筒中筒	1/120
多、高层钢结构	1/50

4.2 构件的抗震设计

(1) 房屋建筑混凝土结构构件的抗震设计，应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。混凝土结构的抗震等级应按表4-14确定。

表 4-14 混凝土结构的抗震等级

结构类型		设防烈度										
		6		7			8			9		
框架结构	高度/m	≤24	>24	≤24		>24	≤24		>24	≤24		
	普通框架	四	三	三	二	二	一	—				
	大跨度框架	三		二			一			—		
框架-剪力墙结构	高度/m	≤60	>60	<24	>24 且≤60	>60	<24	>24 且≤60	>60	≤24	>24 且≤50	
	框架	四	三	四	三	二	三	二	一	二	一	
	剪力墙	三		三	二		二	一		—		
剪力墙结构	高度/m	≤80	>80	≤24	>24 且≤80	>80	≤24	>24 且≤80	>80	≤24	24~60	
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一	二		
部分框支剪力墙结构	高度/m	≤80	>80	≤24	>24 且≤80	>80	≤24	>24 且≤80	—		—	
	剪力墙	一般部位	四	三	四	三	二	三			二	—
		加强部位	三	二	三	二	一	二			一	
	框支层框架	二		二		一	一					
筒体结构	框架-核心筒	框架	三		二			一			—	
		核心筒	二		二			一			—	
	筒中筒	内筒	三		二			一			—	
		外筒	三		二			一			—	
板柱-剪力墙结构	高度/m	≤35	>35	≤35		>35	≤35		>35	—		
	板柱及周边框架	三	二	二		二	一					
	剪力墙	二	二	二		一	二	一				
单层厂房结构	铰接排架	四		三			二			—		

注：1. 建筑场地为 I 类时，除 6 度设防烈度外应允许按表内降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施，但相应的计算要求不应降低。

2. 接近或等于高度分界时，应允许结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级。

3. 大跨度框架是指跨度不小于 18m 的框架。

4. 表中框架结构不包括异形柱框架。

5. 房屋高度不大于 60m 的框架-核心筒结构按框架-剪力墙结构的要求设计时，应按表中框架-剪力墙结构确定抗震等级。

(2) 框架梁的钢筋配置应符合下列规定：

1) 纵向受拉钢筋的配筋率不应小于表 4-15 规定的数值。

表 4-15 框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋百分率 (%)

抗震等级	梁中位置	
	支 座	跨 中
一级	0.40 和 $80f_t/f_y$ 中的较大值	0.30 和 $65f_t/f_y$ 中的较大值
二级	0.30 和 $65f_t/f_y$ 中的较大值	0.25 和 $55f_t/f_y$ 中的较大值
三、四级	0.25 和 $55f_t/f_y$ 中的较大值	0.20 和 $45f_t/f_y$ 中的较大值

2) 框架梁梁端截面的底部和顶部纵向受力钢筋截面面积的比值, 除按计算确定外, 一级抗震等级不应小于 0.5; 二、三级抗震等级不应小于 0.3。

3) 梁端箍筋的加密区长度、箍筋最大间距和箍筋最小直径, 应按表 4-16 采用; 当梁端纵向受拉钢筋配筋率大于 2% 时, 表中箍筋最小直径应增大 2mm。

表 4-16 框架梁梁端箍筋加密区的构造要求

抗震等级	加密区长度/mm	箍筋最大间距/mm	最小直径/mm
一级	2 倍梁高和 500 中的较大值	纵向钢筋直径的 6 倍, 梁高的 1/4 和 100 中的最小值	10
二级	1.5 倍梁高和 500 中的较大值	纵向钢筋直径的 8 倍, 梁高的 1/4 和 100 中的最小值	8
三级		纵向钢筋直径的 8 倍, 梁高的 1/4 和 150 中的最小值	8
四级		纵向钢筋直径的 8 倍, 梁高的 1/4 和 150 中的最小值	6

注: 箍筋直径大于 12mm、数量不少于 4 肢且肢距不大于 150mm 时, 一、二级的最大间距应允许适当放宽, 但不得大于 150mm。

(3) 框架柱和框支柱的钢筋配置, 应符合下列要求:

1) 框架柱和框支柱中全部纵向受力钢筋的配筋百分率不应小于表 4-17 规定的数值, 同时, 每一侧的配筋百分率不应小于 0.2; 对 IV 类场地上较高的高层建筑, 最小配筋百分率应按表中数值增加 0.1 采用。

表 4-17 柱全部纵向受力钢筋最小配筋百分率 (%)

柱类型	抗震等级			
	一 级	二 级	三 级	四 级
中柱、边柱	0.9(1.0)	0.7(0.8)	0.6(0.7)	0.5(0.6)
角柱、框支柱	1.1	0.9	0.8	0.7

注: 1. 表中括号内数值用于框架结构的柱。

2. 采用 335MPa 级、400MPa 级纵向受力钢筋时, 应分别按表中数值增加 0.1 和 0.05 采用。

3. 当混凝土强度等级为 C60 以上时, 应按表中数值增加 0.1 采用。

2) 框架柱和框支柱上、下两端箍筋应加密, 加密区的箍筋最大间距和箍筋最小直径应符合表 4-18 的规定。

表 4-18 柱端箍筋加密区的构造要求

抗震等级	箍筋最大间距/mm	箍筋最小直径/mm
一级	纵向钢筋直径的 6 倍和 100 中的较小值	10
二级	纵向钢筋直径的 8 倍和 100 中的较小值	8
三级	纵向钢筋直径的 8 倍和 150 (柱根 100) 中的较小值	8
四级	纵向钢筋直径的 8 倍和 150 (柱根 100) 中的较小值	6 (柱根 8)

注：柱根是指底层柱下端的箍筋加密区范围。

3) 框支柱和剪跨比不大于 2 的框架柱应在柱全高范围内加密箍筋，且箍筋间距应符合表 4-18 中一级抗震等级的要求。

4) 一级抗震等级框架柱的箍筋直径大于 12mm 且箍筋肢距不大于 150mm 及二级抗震等级框架柱的直径不小于 10mm 且箍筋肢距不大于 200mm 时，除底层柱下端外，箍筋间距允许采用 150mm；四级抗震等级框架柱剪跨比不大于 2 时，箍筋直径不应小于 8mm。

(4) 一、二、三、四级抗震等级的各类结构的框架柱、框支柱，其轴压比不宜大于表 4-19 规定的限值。对 IV 类场地上较高的高层建筑，柱轴压比限值应适当减小。

表 4-19 柱轴压比限值

结构体系	抗震等级			
	一 级	二 级	三 级	四 级
框架结构	0.65	0.75	0.85	0.90
框架-剪力墙结构、筒体结构	0.75	0.85	0.90	0.95
部分框支剪力墙结构	0.60	0.70	—	

注：1. 轴压比是指柱地震作用组合的轴向压力设计值与柱的全截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积之比。

2. 当混凝土强度等级为 C65、C70 时，轴压比限值宜按表中数值减小 0.05；混凝土强度等级为 C75、C80 时，轴压比限值宜按表中数值减小 0.10。

3. 表内限值适用于剪跨比大于 2、混凝土强度等级不高于 C60 的柱；剪跨比不大于 2 的柱轴压比限值应降低 0.05；剪跨比小于 1.5 的柱，轴压比限值应专门研究并采取特殊构造措施。

4. 沿柱全高采用井字复合箍，且箍筋间距不大于 100mm、肢距不大于 200mm、直径不小于 12mm，或沿柱全高采用复合螺旋箍，且螺距不大于 100mm、肢距不大于 200mm、直径不小于 12mm，或沿柱全高采用连续复合矩形螺旋箍，且螺旋净距不大于 80mm、肢距不大于 200mm、直径不小于 10mm 时，轴压比限值均可按表中数值增加 0.10。

5. 当柱截面中部设置由附加纵向钢筋形成的芯柱，且附加纵向钢筋的总截面面积不少于柱截面面积的 0.8% 时，轴压比限值可按表中数值增加 0.05；此项措施与注 4 的措施同时采用时，轴压比限值可按表中数值增加 0.15，但箍筋的配箍特征值 λ_v 仍应按轴压比增加 0.10 的要求确定。

6. 调整后的柱轴压比限值不应大于 1.05。

(5) 柱箍筋加密区箍筋的体积配筋率，应符合下列规定：

$$\rho_v \geq \lambda_v \frac{f_c}{f_{yv}} \quad (4-20)$$

式中 ρ_v ——柱箍筋加密区的体积配筋率，按《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 第 6.6.3 条的规定计算，计算中应扣除重叠部分的箍筋体积；

- f_{yv} ——箍筋抗拉强度设计值；
 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；当强度等级低于 C35 时，按 C35 取值；
 λ_v ——最小配箍特征值，按表 4-20 采用。

表 4-20 柱箍筋加密区的箍筋最小配箍特征值 λ_v

抗震等级	箍筋形式	轴压比								
		≤0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.05
一级	普通箍、复合箍	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.23		
	螺旋箍、复合或连续复合矩形螺旋箍	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21		
二级	普通箍、复合箍	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.22	0.24
	螺旋箍、复合或连续复合矩形螺旋箍	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.22
三、四级	普通箍、复合箍	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.22
	螺旋箍、复合或连续复合矩形螺旋箍	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20

- 注：1. 普通箍是指单个矩形箍筋或单个圆形箍筋；螺旋箍是指单个螺旋箍筋；复合箍是指由矩形、多边形、圆形箍筋或拉筋组成的箍筋；复合螺旋箍是指由螺旋箍与矩形、多边形、圆形箍筋或拉筋组成的箍筋；连续复合矩形螺旋箍是指全部螺旋箍为同一根钢筋加工成的箍筋。
 2. 在计算复合螺旋箍的体积配筋率时，其中非螺旋箍筋的体积应乘以系数 0.8。
 3. 混凝土强度等级高于 C60 时，箍筋宜采用复合箍、复合螺旋箍或连续复合矩形螺旋箍，当轴压比不大于 0.6 时，其加密区的最小配箍特征值宜按表中数值增加 0.02；当轴压比大于 0.6 时，宜按表中数值增加 0.03。

(6) 箍筋加密区内的箍筋最大间距为 100mm；箍筋的直径应符合表 4-21 的规定。

表 4-21 铰接排架柱箍筋加密区的箍筋最小直径 (单位：mm)

加密区区段	抗震等级和场地类别					
	一 级	二 级	二 级	三 级	三 级	四 级
	各类场地	Ⅲ、Ⅳ类场地	Ⅰ、Ⅱ类场地	Ⅲ、Ⅳ类场地	Ⅰ、Ⅱ类场地	各类场地
一般柱顶、柱根区段	8 (10)		8		6	
角柱柱顶	10		10		8	
吊车梁、牛腿区段 有支撑的柱根区段	10		8		8	
有支撑的柱根区段 柱变位受约束的部位	10		10		8	

注：表中括号内数值用于柱根。

(7) 梁和柱的纵向受力钢筋在节点区的锚固和搭接如图 4-3 所示。

(8) 对于一、二级抗震等级的连梁，当洞口连梁截面宽度不小于 250mm 时，可采用交叉斜筋配筋 (图 4-4)；当连梁截面宽度不小于 400mm 时，可采用集中对角斜筋配筋 (图 4-5) 或角暗撑配筋 (图 4-6)。

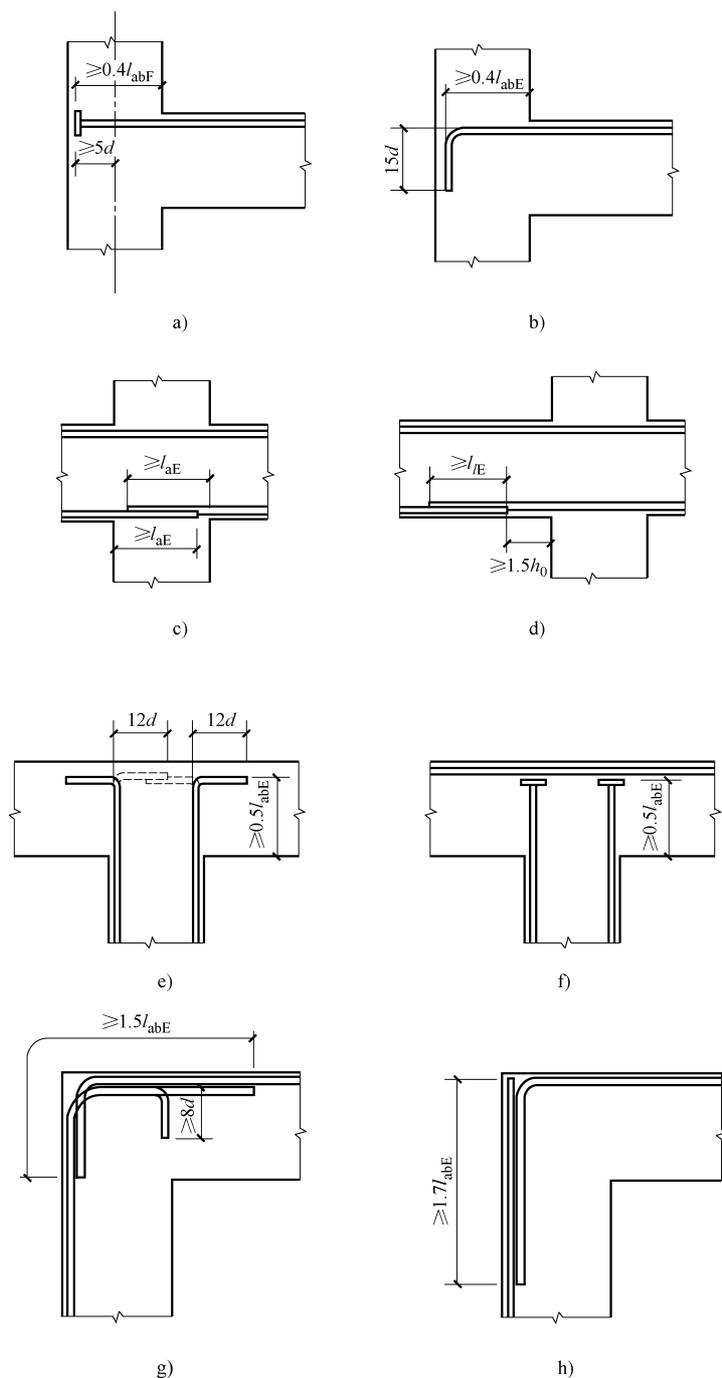


图 4-3 梁和柱的纵向受力钢筋在节点区的锚固和搭接

- a) 中间层端节点梁筋加锚头（锚板）锚固 b) 中间层端节点梁筋 90° 弯折锚固 c) 中间层中间节点梁筋在节点内直锚固
 d) 中间层中间节点梁筋在节点外搭接 e) 顶层中间节点柱筋 90° 弯折锚固 f) 顶层中间节点柱筋加锚头（锚板）锚固
 g) 钢筋在顶层端节点外侧和梁端顶部弯折搭接 h) 钢筋在顶层端节点外侧直线搭接

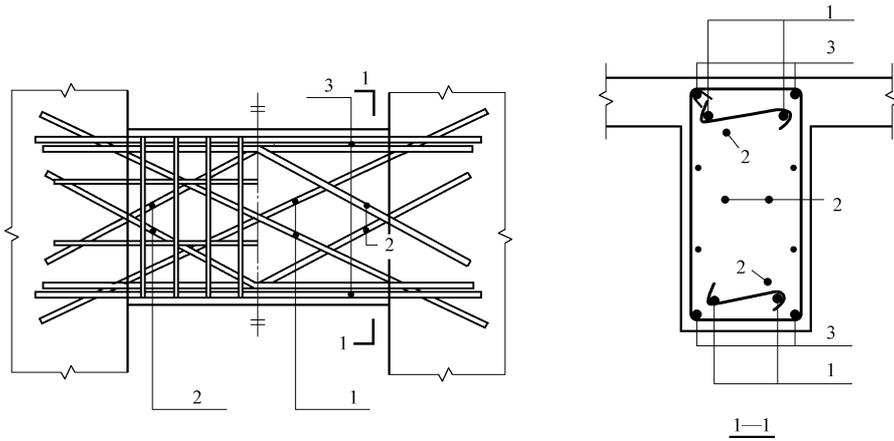


图 4-4 交叉斜筋配筋连梁

1—对角斜筋 2—折线筋 3—纵向钢筋

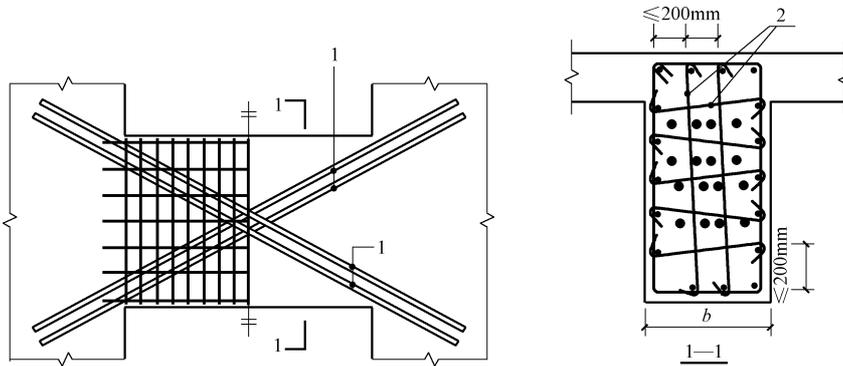


图 4-5 集中对角斜筋配筋连梁

1—对角斜筋 2—拉筋

注： b 为梁宽。

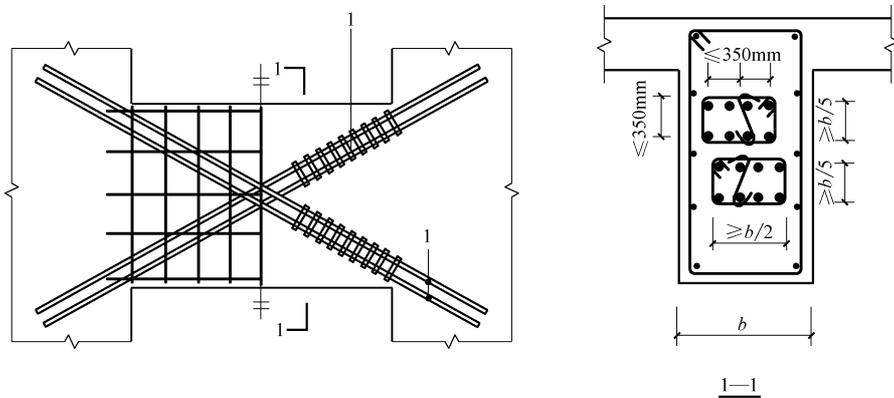


图 4-6 对角暗撑配筋连梁

1—对角暗撑

注： b 为梁宽。

(9) 一、二、三级抗震等级的剪力墙，其底部加强部位的墙肢轴压比不宜超过表 4-22 的限值。

表 4-22 剪力墙轴压比限值

抗震等级(设防烈度)	一级(9度)	一级(7、8度)	二级、三级
轴压比限值	0.4	0.5	0.6

注：剪力墙肢轴压比指在重力荷载代表值作用下墙的轴压力设计值与墙的全截面面积和混凝土轴心抗压强度设计值乘积的比值。

(10) 剪力墙设置构造边缘构件的最大轴压比见表 4-23。

表 4-23 剪力墙设置构造边缘构件的最大轴压比

抗震等级(设防烈度)	一级(9度)	一级(7、8度)	二级、三级
轴压比	0.1	0.2	0.3

(11) 剪力墙端部设置的约束边缘构件（暗柱、端柱、翼墙和转角墙）如图 4-7 所示。

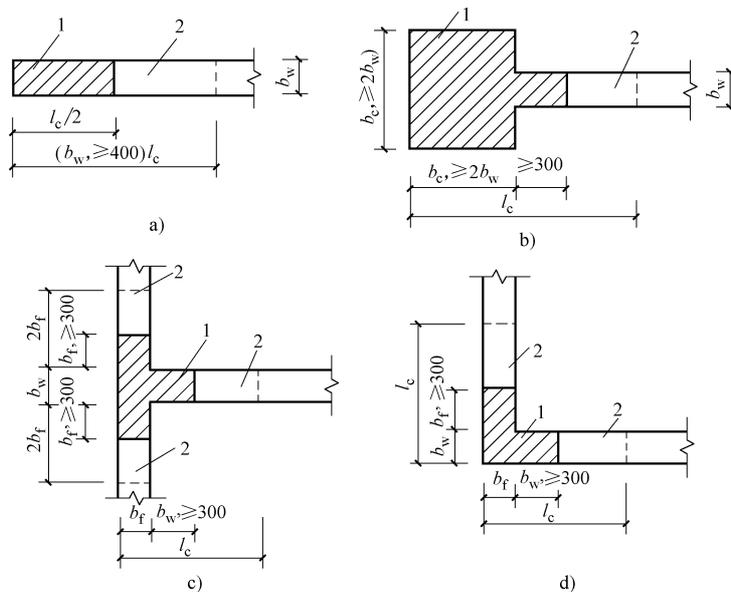


图 4-7 剪力墙的约束边缘构件 (mm)

a) 暗柱 b) 端柱 c) 翼墙 d) 转角墙

1—配箍特征值为 λ_v 的区域 2—配箍特征值为 $\lambda_v/2$ 的区域

(12) 约束边缘构件沿墙肢的长度 l_c 及配箍特征值 λ_v 宜满足表 4-24 的要求。

表 4-24 约束边缘构件沿墙肢的长度 l_c 及配箍特征值 λ_v

抗震等级(设防烈度)	一级(9度)		一级(7、8度)		二级、三级	
	≤ 0.2	> 0.2	≤ 0.3	> 0.3	≤ 0.4	> 0.4
轴压比	≤ 0.2	> 0.2	≤ 0.3	> 0.3	≤ 0.4	> 0.4
λ_v	0.12	0.20	0.12	0.20	0.12	0.20

(续)

抗震等级(设防烈度)		一级(9度)		一级(7、8度)		二级、三级	
l_c/mm	暗柱	$0.20h_w$	$0.25h_w$	$0.15h_w$	$0.20h_w$	$0.15h_w$	$0.20h_w$
	端柱、翼墙或转角墙	$0.15h_w$	$0.20h_w$	$0.10h_w$	$0.15h_w$	$0.10h_w$	$0.15h_w$

- 注: 1. 两侧翼墙长度小于其厚度3倍时, 视为无翼墙剪力墙; 端柱截面边长小于墙厚2倍时, 视为无端柱剪力墙。
2. 约束边缘构件沿墙肢长度 l_c 除满足本表的要求外, 且不宜小于墙厚和400mm; 当有端柱、翼墙或转角墙时, 尚不应小于翼墙厚度或端柱沿墙肢方向截面高度加300mm。
3. h_w 为剪力墙的墙肢截面高度。

(13) 剪力墙端部设置的构造边缘构件(暗柱、端柱、翼墙和转角墙)的范围, 应按图4-8确定, 构造边缘构件的纵向钢筋除应满足计算要求外, 尚应符合表4-25的要求。

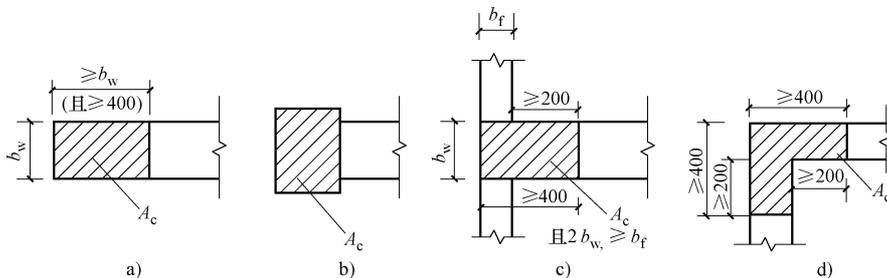


图4-8 剪力墙的构造边缘构件

a) 暗柱 b) 端柱 c) 翼墙 d) 转角墙

注: 图中尺寸单位为mm。

表4-25 构造边缘构件的构造配筋要求

抗震等级	底部加强部位			其他部位		
	纵向钢筋最小配筋量(取较大值)	箍筋、拉筋		纵向钢筋最小配筋量(取较大值)	箍筋、拉筋	
		最小直径/mm	最大间距/mm		最小直径/mm	最大间距/mm
一	$0.01A_c$, $6\Phi 16$	8	100	$0.008A_c$, $6\Phi 14$	8	150
二	$0.008A_c$, $6\Phi 14$	8	150	$0.006A_c$, $6\Phi 12$	8	200
三	$0.006A_c$, $6\Phi 12$	6	150	$0.005A_c$, $4\Phi 12$	6	200
四	$0.005A_c$, $4\Phi 12$	6	200	$0.004A_c$, $4\Phi 12$	6	250

- 注: 1. A_c 为图4-8中所示的阴影面积。
2. 对其他部位, 拉筋的水平间距不应大于纵向钢筋间距的2倍, 转角处宜设置箍筋。
3. 当端柱承受集中荷载时, 应满足框架柱的配筋要求。

4.3 结构构件的基本规定

1. 板

- (1) 现浇钢筋混凝土板的厚度不应小于表4-26规定的数值。

表 4-26 现浇钢筋混凝土板的最小厚度

(单位: mm)

板的类别		最小厚度
单向板	屋面板	60
	民用建筑楼板	60
	工业建筑楼板	70
	行车道下的楼板	80
双向板		80
密肋楼盖	面板	50
	肋高	250
悬臂板(根部)	悬臂长度不大于 500mm	60
	悬臂长度 1200mm	100
无梁楼板		150
现浇空心楼盖		200

(2) 混凝土板中配置抗冲切箍筋或弯起钢筋的布置如图 4-9 所示。

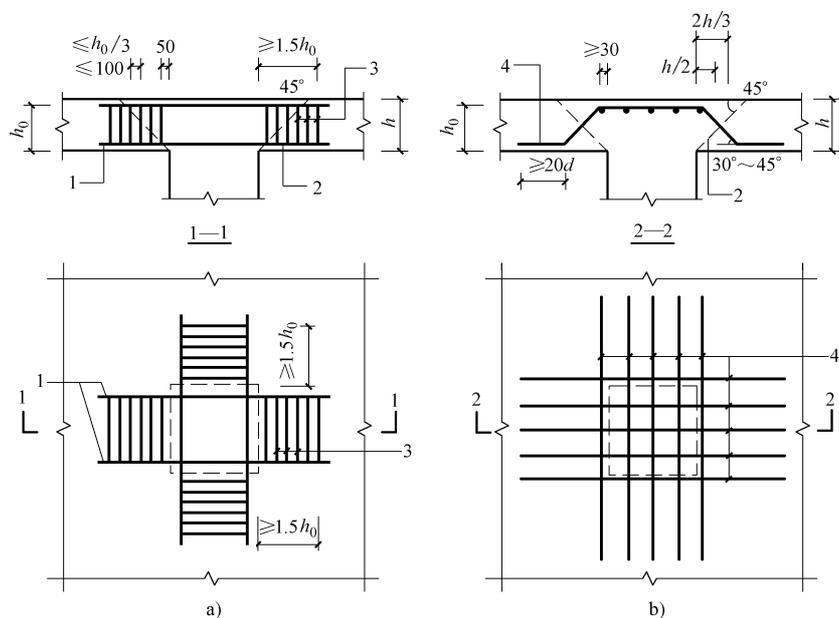


图 4-9 板中抗冲切钢筋布置 (mm)

a) 用箍筋作抗冲切钢筋 b) 用弯起钢筋作抗冲切钢筋
1—架立钢筋 2—冲切破坏锥面 3—箍筋 4—弯起钢筋

(3) 板柱节点可采用带柱帽或托板的结构形式, 其结构如图 4-10 所示。

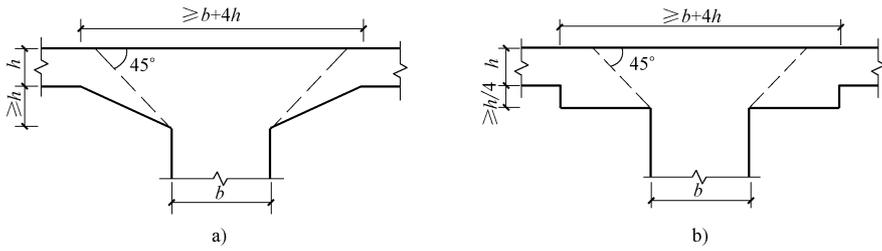


图 4-10 带柱帽或托板的板柱结构

a) 柱帽 b) 托板

b —柱截面宽度 h —板的厚度

2. 梁

(1) 在混凝土梁的受拉区中，弯起钢筋弯起点与弯矩图的关系如图 4-11 所示。

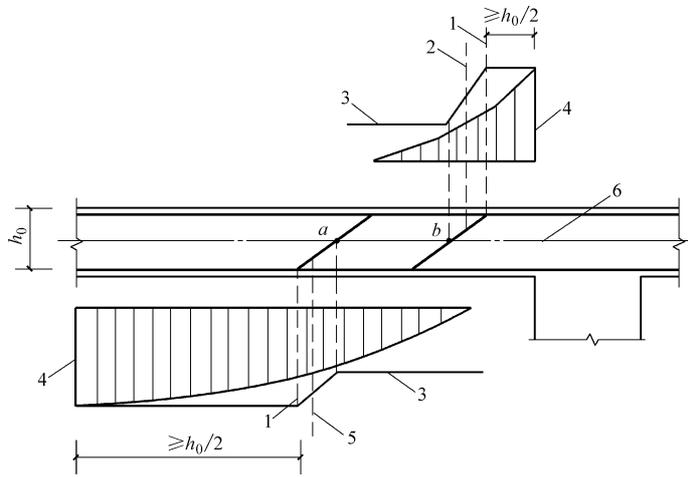


图 4-11 弯起钢筋弯起点与弯矩图的关系

1—受拉区的弯起点 2—按计算不需要钢筋“ b ”的截面 3—正截面受弯承载力图

4—按计算充分利用钢筋“ a ”或“ b ”强度的截面 5—按计算不需要钢筋“ a ”的截面 6—梁中心线

(2) 梁截面高度范围内有集中荷载作用时附加横向钢筋的布置如图 4-12 所示。

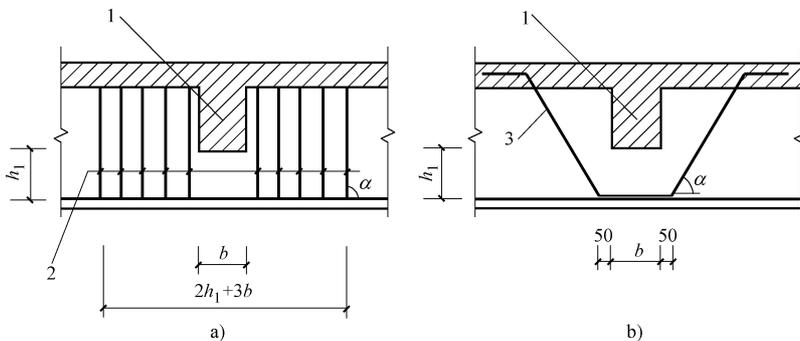


图 4-12 梁截面高度范围内有集中荷载作用时附加横向钢筋的布置

a) 附加箍筋 b) 附加吊筋

1—传递集中荷载的位置 2—附加箍筋 3—附加吊筋

(3) 折梁的内折角处的配筋如图 4-13 所示。

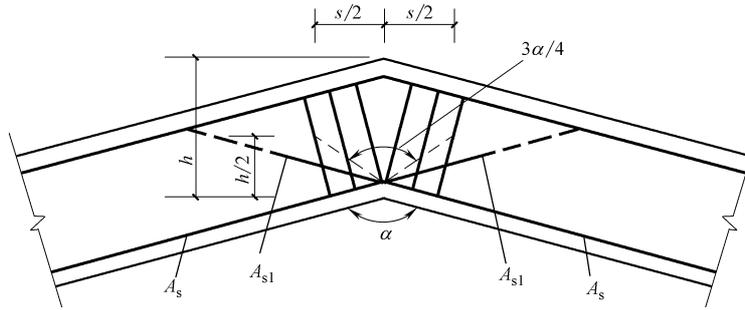


图 4-13 折梁的内折角处的配筋

(4) 配置表层钢筋网片的构造要求如图 4-14 所示。

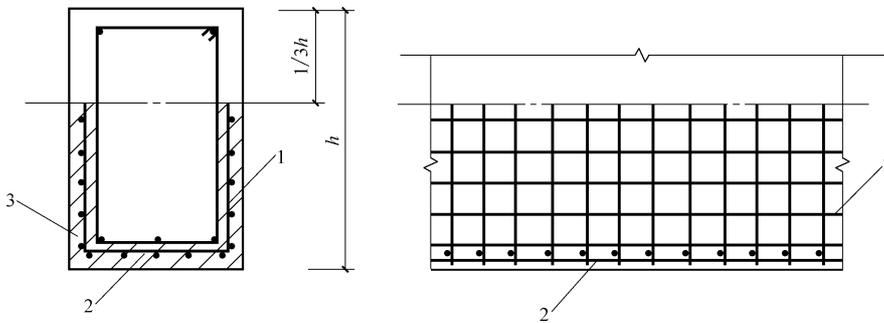


图 4-14 配置表层钢筋网片的构造要求

1—梁侧表层钢筋网片 2—梁底表层钢筋网片 3—配置网片钢筋区域
 h —梁高

3. 梁柱节点

(1) 梁上部纵向钢筋在中间层端节点内的锚固如图 4-15 所示。

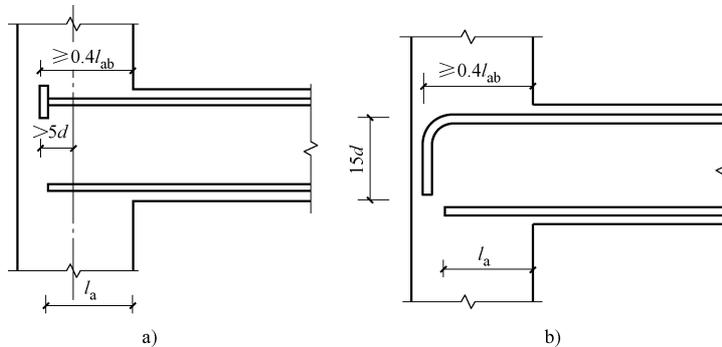


图 4-15 梁上部纵向钢筋在中间层端节点内的锚固

a) 钢筋端部加锚头锚固 b) 钢筋末端 90°弯折锚固

(2) 梁下部纵向钢筋在中间节点或中间支座范围的锚固与搭接如图 4-16 所示。

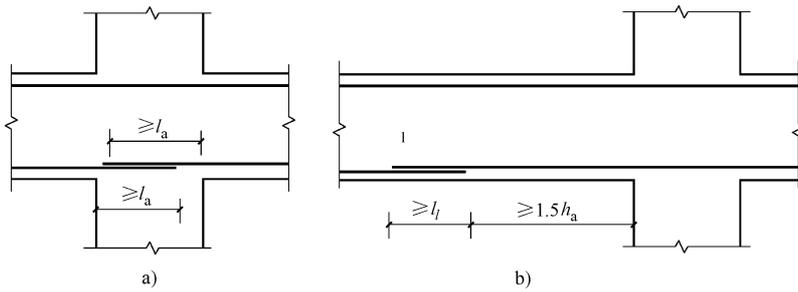


图 4-16 梁下部纵向钢筋在中间节点或中间支座范围的锚固与搭接
 a) 下部纵向钢筋在节点中直线锚固 b) 下部纵向钢筋在节点或支座范围外的搭接

(3) 顶层节点中柱纵向钢筋在节点内的锚固如图 4-17 所示。

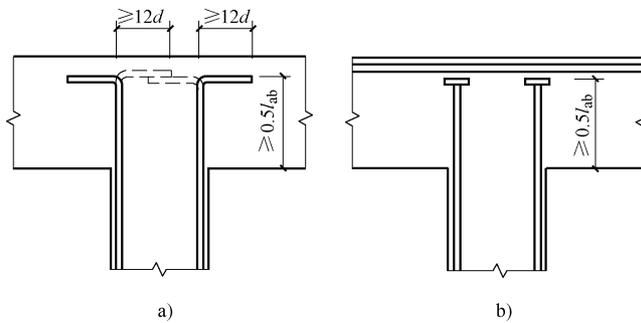


图 4-17 顶层节点中柱纵向钢筋在节点内的锚固
 a) 柱纵向钢筋 90° 弯折锚固 b) 柱纵向钢筋端头加锚板锚固

(4) 顶层端节点梁、柱纵向钢筋在节点内的锚固与搭接如图 4-18 所示。

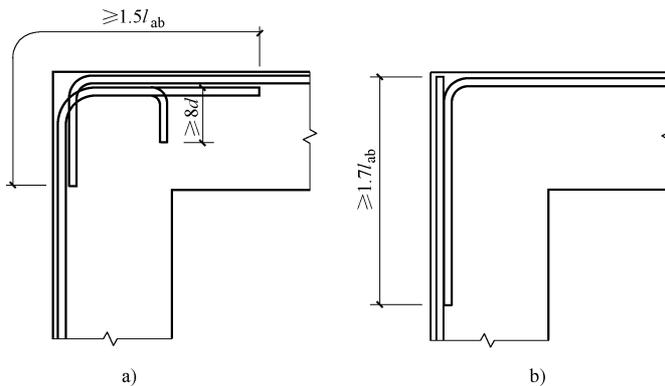


图 4-18 顶层端节点梁、柱纵向钢筋在节点内的锚固与搭接
 a) 搭接接头沿顶层端节点外侧及梁端顶部布置 b) 搭接接头沿节点外侧直线布置

4. 牛腿

牛腿的外形及钢筋配置如图 4-19 所示。

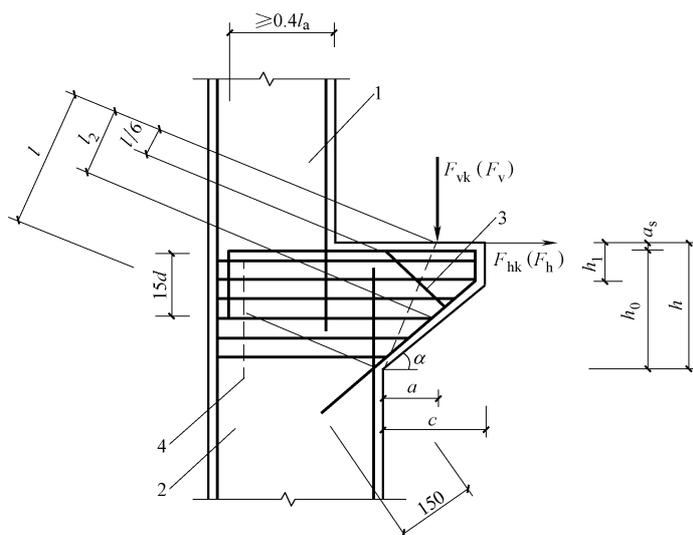


图 4-19 牛腿的外形及钢筋配置 (mm)

1—上柱 2—下柱 3—弯起钢筋 4—水平箍筋

5. 深受弯构件

(1) 单跨深梁的钢筋配置如图 4-20 所示。

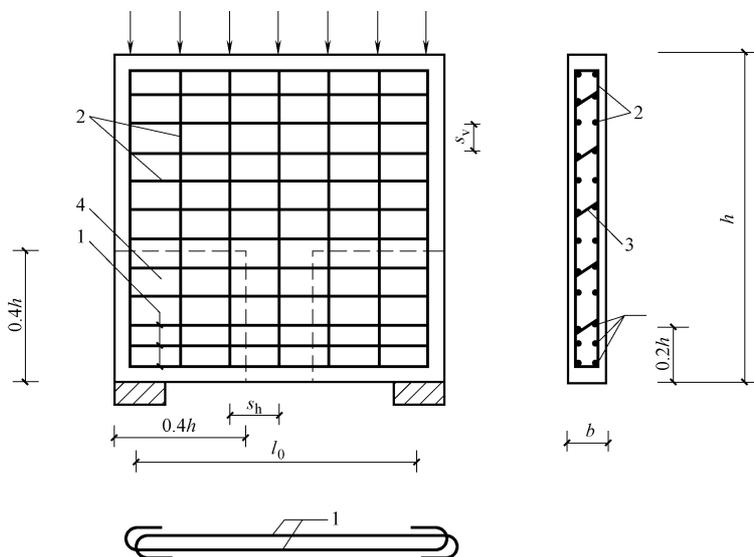


图 4-20 单跨深梁的钢筋配置

1—下部纵向受拉钢筋及弯折锚固 2—水平及竖向分布钢筋 3—拉筋 4—拉筋加密区

(2) 连续深梁的钢筋配置如图 4-21 所示。

(3) 连续深梁中间支座截面纵向受拉钢筋在不同高度范围内的分配比例如图 4-22 所示。

(4) 深梁承受集中荷载作用时的附加吊筋如图 4-23 所示。

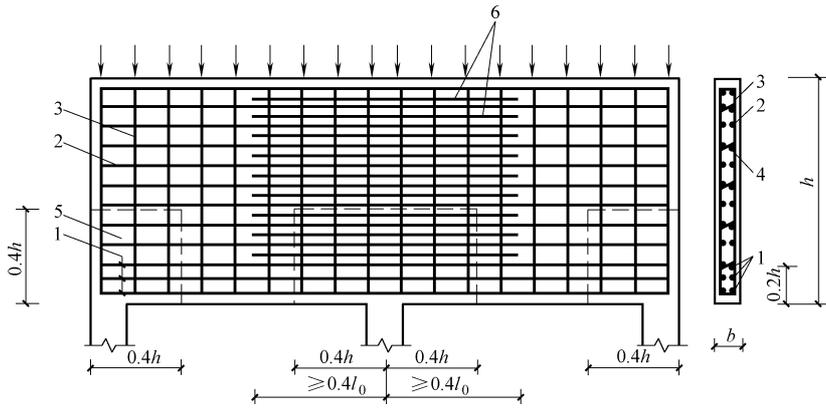


图 4-21 连续深梁的钢筋配置

1—下部纵向受拉钢筋 2—水平分布钢筋 3—竖向分布钢筋 4—拉筋
5—拉筋加密区 6—支座截面上部的附加水平钢筋

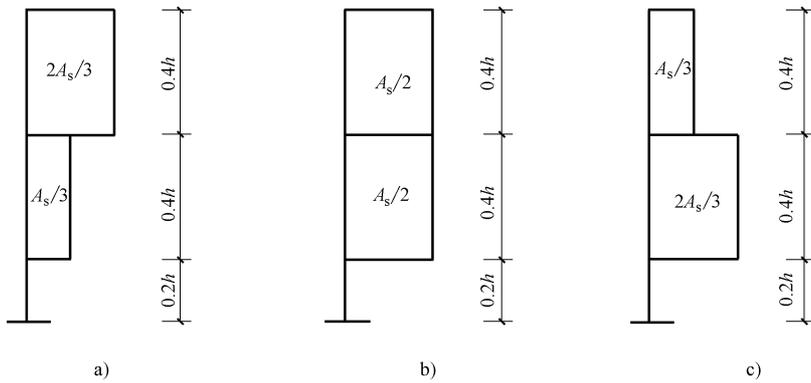


图 4-22 连续深梁中间支座截面纵向受拉钢筋在不同高度范围内的分配比例

a) $1.5 < l_0/h \leq 2.5$ b) $1 < l_0/h \leq 1.5$ c) $l_0/h \leq 1$

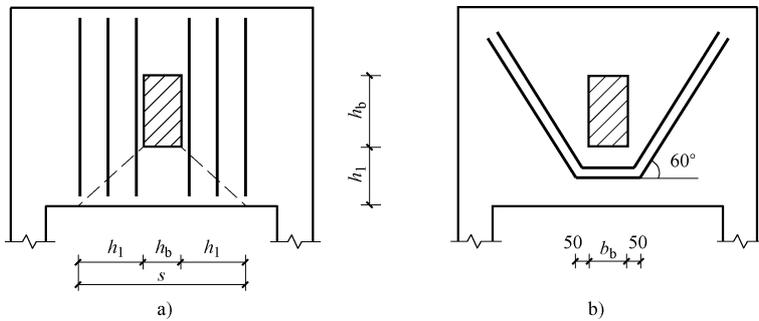


图 4-23 深梁承受集中荷载作用时的附加吊筋 (mm)

a) 竖向吊筋 b) 斜向吊筋

5 模板分项工程

5.1 组合钢模板

1) 钢模板的规格应符合表 5-1 的要求。

表 5-1 钢模板规格

(单位: mm)

名称		宽度	长度	肋高
平面模板		600、550、500、450、400、350、300、250、200、150、100	1800、1500、 1200、900、750、 600、450	55
阴角模板		150 × 150、100 × 150		
阳角模板		100 × 100、50 × 50		
连接角模		50 × 50		
倒棱模板	角棱模板	17、45	1500、1200、 900、750、 600、450	
	圆棱模板	R25、R35		
梁腋模板		50 × 150、50 × 100		
柔性模板		100		
搭接模板		75		
双曲可调模板		300、200	1500、900、600	
变角可调模板		200、160		
嵌补模板	平面嵌板	200、150、100	300、200、150	
	阴角模板	150 × 150、100 × 150		
	阳角嵌板	100 × 100、50 × 50		
	连接角模	50 × 50		

2) 连接件应符合配套使用、装拆方便、操作安全的要求, 连接件的规格应符合表 5-2 的要求。

表 5-2 连接件规格

(单位: mm)

名称		规格
U 形卡		φ12
L 形插销		φ12、l = 345
钩头螺栓		φ12、l = 205、180
紧固螺栓		φ12、l = 180
对拉螺栓		M12、M14、M16、T12、T14、T16、T18、T20
扣件	3 形扣件	26 型、12 型
	蝶形扣件	26 型、18 型

3) 支承件均应设计成工具式, 其规格应符合表 5-3 的要求。

表 5-3 支承件规格

(单位: mm)

名 称		规 格
钢楞	圆钢管型	$\phi 48 \times 3.5$
	矩形钢管型	$\square 80 \times 40 \times 2.0, \square 100 \times 50 \times 3.0$
	轻型槽钢型	$[80 \times 40 \times 3.0, [100 \times 50 \times 3.0$
	内卷边槽钢型	$[80 \times 40 \times 15 \times 3.0, [100 \times 50 \times 20 \times 3.0$
	轧制槽钢型	$[80 \times 43 \times 5.0$
柱箍	角钢型	$L 75 \times 50 \times 5$
	槽型钢	$[80 \times 43 \times 5, [100 \times 48 \times 5.3$
	圆钢管型	$\phi 48 \times 3.5$
钢支柱	C-18 型	$l = 1812 \sim 3112$
	C-22 型	$l = 2212 \sim 3512$
	C-27 型	$l = 2712 \sim 4012$
早拆柱头		$l = 600、500$
四管支柱	GH-125 型	$l = 1250$
	GH-150 型	$l = 1500$
	GH-175 型	$l = 1750$
	GH-200 型	$l = 2000$
	GH-300 型	$l = 3000$
平面可调桁架		330×1990
曲面可变桁架		247×2000
		247×3000
		247×4000
		247×5000
		247×6000
钢管支架		$\phi 48 \times 3.5, l = 2000 \sim 6000$
门式支架		宽度 $b = 1200, 900$
碗扣式支架		立柱 $l = 3000、2400、1800、1200、900、600$
方塔式支架		宽度 $b = 1200、1000、900$, 高度 $h = 1300、1000$
梁卡具	YJ 型	断面小于 600×500
	圆钢管型	断面小于 700×500

4) 组合钢模板钢材的品种和规格应符合表 5-4 的规定。

表 5-4 组合钢模板的钢材品种和规格

(单位: mm)

名 称	钢 材 品 种	规 格
钢模板	Q235 钢板	$\delta = 2.5、2.75$
U 形卡	Q235 圆钢	$\phi 12$

(续)

名 称		钢 材 品 种	规 格
L形插销、紧固螺栓、钩头螺栓		Q235 圆钢	$\phi 12$
扣件		Q235 钢板	$\delta = 2.5、3.0、4.0$
对拉螺栓		Q235 圆钢	M12、M14、M16、T12、T14、T16、T18、T20
钢楞	圆钢管	Q235 钢管	$\phi 48 \times 3.5$
	矩形钢管	Q235 钢管	$\square 80 \times 40 \times 2.0$ $\square 100 \times 50 \times 3.0$
	轻型槽钢	Q235 钢板	$\square 80 \times 40 \times 3.0$ $\square 100 \times 50 \times 3.0$
	内卷边槽钢	Q235 钢板	$\square 80 \times 40 \times 15 \times 3.0$ $\square 100 \times 50 \times 20 \times 3.0$
	轧制槽钢	Q235 槽钢	$\square 80 \times 43 \times 5.0$
钢箍	角钢	Q235 角钢	$\angle 75 \times 50 \times 5.0$
	轧制槽钢	Q235 槽钢	$\square 80 \times 43 \times 5.0$ $\square 100 \times 48 \times 5.3$
	圆钢管	Q235 钢管	$\phi 48 \times 3.5$
钢支柱		Q235 钢管	$\phi 48 \times 2.5、\phi 60 \times 2.5$
四管支柱		Q235 钢管	$\phi 48 \times 3.5$
		Q235 钢板	$\delta = 8$
门式支架		Q235 钢管	$\phi 48 \times 3.5、\phi 48 \times 2.5$ (低合金钢管)
碗扣式支架		Q235 钢管	$\phi 48 \times 3.5、\phi 48 \times 2.5$ (低合金钢管)
方塔式支架		Q235 钢管	$\phi 48 \times 3.5、\phi 48 \times 2.5$ (低合金钢管)

注：1. 有条件时，应用 $\phi 48 \times 2.5$ 低合金钢管替代 $\phi 48 \times 3.5$ Q235 钢管。

2. 对拉螺栓宜采用工具式对拉螺栓。

3. 宽度 $b \geq 400$ mm 的钢模板宜采用 $\delta \geq 2.75$ mm 的钢板制作。

5) 组成模板结构的钢模板、钢楞和支柱应采用组合荷载验算其刚度，其容许挠度应符合表 5-5 的规定。

表 5-5 钢模板及配件的容许挠度

(单位: mm)

部 件 名 称	容 许 挠 度	部 件 名 称	容 许 挠 度
钢模板的面积	1.5	柱箍	$b/500$
单块钢模板	1.5	桁架	$l/1000$
钢楞	$l/500$	支承系统累计	4.0

注：l 为计算跨度，b 为柱宽。

6) 钢模板规格编码表见表 5-6。

表 5-6 钢模板规格编码表

(单位: mm)

模板名称		模板长度						
		450		600		750		
		代号	尺寸	代号	尺寸	代号	尺寸	
平面 模板 代号 P	宽度	600	P6004	600 × 450	P6006	600 × 600	P6007	600 × 750
		550	P5504	550 × 450	P5506	550 × 600	P5507	550 × 750
		500	P5004	500 × 450	P5006	500 × 600	P5007	500 × 750
		450	P4504	450 × 450	P4506	450 × 600	P4507	450 × 750
		400	P4004	400 × 450	P4006	400 × 600	P4007	400 × 750
		350	P3504	350 × 450	P3506	350 × 600	P3507	350 × 750
		300	P3004	300 × 450	P3006	300 × 600	P3007	300 × 750
		250	P2504	250 × 450	P2506	250 × 600	P2507	250 × 750
		200	P2004	200 × 450	P2006	200 × 600	P2007	200 × 750
		150	P1504	150 × 450	P1506	150 × 600	P1507	150 × 750
	100	P1004	100 × 450	P1006	100 × 600	P1007	100 × 750	
阴角模板 (代号 E)		E1504	150 × 150 × 450	E1506	150 × 150 × 600	E1507	150 × 150 × 750	
		E1004	100 × 150 × 450	E1006	100 × 150 × 600	E1007	100 × 150 × 750	
阳角模板 (代号 Y)		Y1004	100 × 100 × 450	Y1006	100 × 100 × 600	Y1007	100 × 100 × 750	
		Y0504	50 × 50 × 450	Y0506	50 × 50 × 600	Y0507	50 × 50 × 750	
连接角模 (代号 J)		J0004	50 × 50 × 450	J0006	50 × 50 × 600	J0007	50 × 50 × 750	
倒棱 模板	角棱模板 (代号 JL)	JL1704	17 × 450	JL1706	17 × 600	JL1707	17 × 750	
		JL4504	45 × 450	JL4506	45 × 600	JL4507	45 × 750	
	圆棱模板 (代号 YL)	YL2004	20 × 450	YL2006	20 × 600	YL2007	20 × 750	
		YL3504	35 × 450	YL3506	35 × 600	YL3507	35 × 750	
梁腋模板 (代号 IY)		IY1004	100 × 50 × 450	IY1006	100 × 50 × 600	IY1007	100 × 50 × 750	
		IY1504	150 × 50 × 450	IY1506	150 × 50 × 600	IY1507	150 × 50 × 750	
柔性模板 (代号 Z)		Z1004	100 × 450	Z1006	100 × 600	Z1007	100 × 750	
搭接模板 (代号 D)		D7504	75 × 450	D7506	75 × 600	D7507	75 × 750	
双曲可调模板 (代号 T)		—	—	T3006	300 × 600	—	—	
		—	—	T2006	200 × 600	—	—	
变角可调模板 (代号 B)		—	—	B2006	200 × 600	—	—	
		—	—	B1606	160 × 600	—	—	

(续)

模板名称		模板长度								
		900		1200		1500		1800		
		代号	尺寸	代号	尺寸	代号	尺寸	代号	尺寸	
平面 模板 代号 P	宽度	600	P6009	600 × 900	P6012	600 × 1200	P6015	600 × 1500	P6018	600 × 1800
		550	P5509	550 × 900	P5512	550 × 1200	P5515	550 × 1500	P5518	550 × 1800
		500	P5009	500 × 900	P5012	500 × 1200	P5015	500 × 1500	P5018	500 × 1800
		450	P4509	450 × 900	P4512	450 × 1200	P4515	450 × 1500	P4518	450 × 1800
		400	P4009	400 × 900	P4012	400 × 1200	P4015	400 × 1500	P4018	400 × 1800
		350	P3509	350 × 900	P3512	350 × 1200	P3515	350 × 1500	P3518	350 × 1800
		300	P3009	300 × 900	P3012	300 × 1200	P3015	300 × 1500	P3018	300 × 1800
		250	P2509	250 × 900	P2512	250 × 1200	P2515	250 × 1500	P2518	250 × 1800
		200	P2009	200 × 900	P2012	200 × 1200	P2015	200 × 1500	P2018	200 × 1800
		150	P1509	150 × 900	P1512	150 × 1200	P1515	150 × 1500	P1518	150 × 1800
	100	P1009	100 × 900	P1012	100 × 1200	P1015	100 × 1500	P1018	100 × 1800	
阴角模板 (代号 E)		E1509	150 × 150 × 900	E1512	150 × 150 × 1200	E1515	150 × 150 × 1500	E1518	150 × 150 × 1800	
		E1009	100 × 150 × 900	E1012	100 × 150 × 1200	E1015	100 × 150 × 1500	E1018	100 × 150 × 1800	
阳角模板 (代号 Y)		Y1009	100 × 100 × 900	Y1012	100 × 100 × 1200	Y1015	100 × 100 × 1500	Y1018	100 × 100 × 1800	
		Y0509	50 × 50 × 900	Y0512	50 × 50 × 1200	Y0515	50 × 50 × 1500	Y0518	50 × 50 × 1800	
连接角模 (代号 J)		J0009	50 × 50 × 900	J0012	50 × 50 × 1200	J0015	50 × 50 × 1500	J0018	50 × 50 × 1800	
倒棱 模板	角棱模板 (代号 JL)	JL1709	17 × 900	JL1712	17 × 1200	JL1715	17 × 1500	JL1718	17 × 1800	
		JL4509	45 × 900	JL4512	45 × 1200	JL4515	45 × 1500	JL4518	45 × 1800	
	圆棱模板 (代号 YL)	YL2009	20 × 900	YL2012	20 × 1200	YL2015	20 × 1500	YL2018	20 × 1800	
		YL3509	35 × 900	YL3512	35 × 1200	YL3515	35 × 1500	YL3518	35 × 1800	
梁腋模板 (代号 IY)		IY1009	100 × 50 × 900	IY1012	100 × 50 × 1200	IY1015	100 × 50 × 1500	IY1018	100 × 50 × 1800	
		IY1509	150 × 50 × 900	IY1512	150 × 50 × 1200	IY1515	150 × 50 × 1500	IY1518	150 × 50 × 1800	
柔性模板 (代号 Z)		Z1009	100 × 900	Z1012	100 × 1200	Z1015	100 × 1500	Z1018	100 × 1800	
搭接模板 (代号 D)		D7509	75 × 900	D7512	75 × 1200	D7515	75 × 1500	D7518	75 × 1800	
双曲可调模板 (代号 T)		T3009	300 × 900	T3012	300 × 1200	T3015	300 × 1500	T3018	300 × 1800	
		T2009	200 × 900	T2012	200 × 1200	T2015	200 × 1500	T2018	200 × 1800	
变角可调模板 (代号 B)		B2009	200 × 900	B2012	200 × 1200	B2015	200 × 1500	B2018	200 × 1800	
		B1609	160 × 900	B1612	160 × 1200	B1615	160 × 1500	B1618	160 × 1800	

7) 平面模板截面如图 5-1 所示, 其特征值见表 5-7。

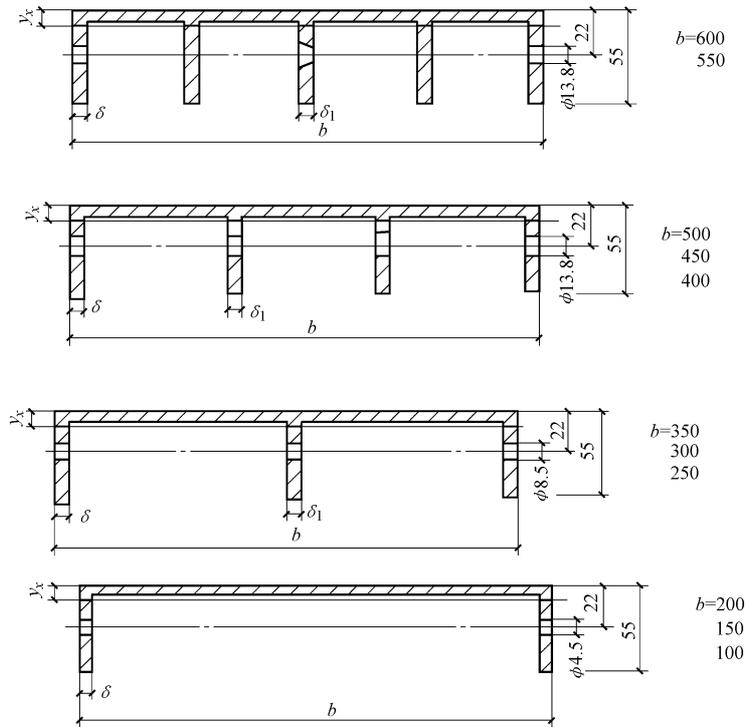


图 5-1 平面模板截面

表 5-7 平面模板截面特征

模板宽度 b/mm	600		550		500		450		400		350	
板面厚度 δ/mm	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.75
肋板厚度 δ_1/mm	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.75
净截面面积 A/cm^2	24.56	22.55	23.06	21.17	19.58	17.98	18.08	16.60	16.58	15.23	13.94	12.80
中性轴位置 y_x/cm	0.98	0.97	1.03	1.02	0.96	0.95	1.02	1.01	1.09	1.08	1.00	0.99
净截面惯性矩 J_x/cm^4	58.87	54.30	59.59	55.06	47.50	43.82	46.43	42.83	45.20	41.69	35.11	32.38
净截面抵抗矩 W_x/cm^3	13.02	11.98	13.33	12.29	10.46	9.63	10.36	9.54	10.25	9.43	7.80	7.18
模板宽度 b/mm	300		250		200		150		100			
板面厚度 δ/mm	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50	2.75	2.50
肋板厚度 δ_1/mm	2.75	2.50	2.75	2.50	—	—	—	—	—	—	—	—
净截面面积 A/cm^2	11.42	10.40	10.05	9.15	7.61	6.91	6.24	5.69	4.86	4.44		
中性轴位置 y_x/cm	1.08	0.96	1.20	1.07	1.08	0.96	1.27	1.14	1.54	1.43		
净截面惯性矩 J_x/cm^4	36.30	26.97	29.89	25.98	20.85	17.98	19.37	16.91	17.19	15.25		
净截面抵抗矩 W_x/cm^3	8.21	5.94	6.95	5.86	4.72	3.96	4.58	3.88	4.34	3.75		

8) 钢模板配件规格及截面特征见表 5-8 ~ 表 5-14。

表 5-8 柱箍截面特征

规格/mm		夹板长度/mm	截面积/cm ²	惯性矩/cm ⁴	截面抵抗矩/cm ³	适用柱宽范围/mm
扁钢	-60×6	790	3.60	10.80	3.60	250~500
角钢	└75×50×5	1068	6.12	34.86	6.83	250~750
槽钢	┌80×43×5	1340	10.24	101.30	25.30	500~1000
	┌100×48×5.3	1380	12.74	198.30	39.70	500~1200
圆钢管	φ48×3.5	1200	4.89	12.10	5.08	300~700
	φ51×3.5	1200	5.22	14.81	5.81	300~700

表 5-9 对拉螺栓承载能力

螺栓直径/mm	螺纹内径/mm	净面积/mm ²	容许拉力/kN
M12	10.11	76	12.90
M14	11.84	105	17.80
M16	13.84	144	24.50
T12	9.50	71	12.05
T14	11.50	104	17.65
T16	13.50	143	24.27
T18	15.50	189	32.08
T20	17.50	241	40.91

表 5-10 扣件容许荷载

(单位: kN)

项 目	型 号	容 许 荷 载
蝶形扣件	26 型	26
	18 型	18
3 形扣件	26 型	26
	12 型	12

表 5-11 钢桁架截面特征

项 目	杆 件 名 称	杆件规格/mm	毛截面积 A/cm ²	杆件长度 l/mm	惯性矩 I/cm ⁴	回转半径 r/mm
平面可调桁架	上弦杆	└63×6	7.2	600	27.19	1.94
	下弦杆	└63×6	7.2	1200	27.19	1.94
	腹杆	└36×4	2.72	876	3.3	1.1
		└36×4	2.72	639	3.3	1.1
曲面可变桁架	内外弦杆	14×4	2×1=2	250	4.93	1.57
	腹杆	φ18	2.54	277	0.52	0.45

表 5-12 钢支柱截面特征

项 目	直径/mm		壁厚/mm	截面积 A/cm^2	惯性矩 I/cm^4	回转半径 r/cm
	外 径	内 径				
插管	48	43	2.5	3.57	9.28	1.61
		41	3.5	4.89	12.19	1.58
套管	60	55	2.5	4.52	18.7	2.03
		53	3.5	6.21	24.88	2.00

表 5-13 四管支柱截面特性

管柱规格/mm	四管中心距/mm	截面积/ cm^2	惯性矩/ cm^4	截面抵抗矩/ cm^3	回转半径/cm
$\phi 48 \times 3.0$	200	19.57	2005.35	121.24	10.12
$\phi 48 \times 3.0$	200	16.96	1739.06	105.34	10.13

表 5-14 钢楞截面特性

规 格	截面积/ cm^2	惯性矩/ cm^4	截面抵抗矩/ cm^3	
圆钢管	$\phi 48 \times 3.0$	4.24	10.78	4.49
	$\phi 48 \times 3.5$	4.89	12.19	5.08
	$\phi 51 \times 3.5$	5.22	14.81	5.81
矩形钢管	$\square 60 \times 40 \times 2.5$	4.57	21.88	7.29
	$\square 80 \times 40 \times 2.0$	4.52	37.13	9.28
	$\square 100 \times 50 \times 3.0$	8.54	112.12	22.42
轻型槽钢	$\square 80 \times 40 \times 3.0$	4.50	43.92	10.98
	$\square 100 \times 50 \times 3.0$	5.70	88.52	12.20
内卷边槽钢	$\square 80 \times 40 \times 15 \times 3.0$	5.08	48.92	12.23
	$\square 100 \times 50 \times 20 \times 3.0$	6.58	100.28	20.06
轧制槽钢	$\square 80 \times 43 \times 5.0$	10.24	101.30	25.30

9) 组合钢模板面积、质量换算表见表 5-15。

表 5-15 组合钢模板面积、质量换算表

代 号	尺寸/(宽/mm × 长/mm × 高/mm)	每块面积/ m^2	每块质量/kg		每平方米质量/kg	
			$\delta = 2.5$	$\delta = 2.75$	$\delta = 2.5$	$\delta = 2.75$
P6018	600 × 1800 × 55	1.0800	—	38.69	—	35.82
P6015	600 × 1500 × 55	0.9000	—	32.47	—	36.08
P6012	600 × 1200 × 55	0.7200	—	26.19	—	36.38
P6009	600 × 900 × 55	0.5400	—	20.04	—	37.11
P6007	600 × 750 × 55	0.4500	—	16.56	—	36.80
P6006	600 × 600 × 55	0.3600	—	13.74	—	38.17

(续)

代 号	尺寸/(宽/mm × 长/mm × 高/mm)	每块面积/m ²	每块质量/kg		每平方米质量/kg	
			$\delta = 2.5$	$\delta = 2.75$	$\delta = 2.5$	$\delta = 2.75$
P6004	600 × 450 × 55	0.2700	—	10.30	—	38.15
P5518	550 × 1800 × 55	0.9900	—	36.35	—	36.72
P5515	550 × 1500 × 55	0.8250	—	30.45	—	36.91
P5512	550 × 1200 × 55	0.6600	—	24.62	—	37.30
P5509	550 × 900 × 55	0.4950	—	18.78	—	37.94
P5507	550 × 750 × 55	0.4125	—	16.14	—	39.13
P5506	550 × 600 × 55	0.3300	—	12.83	—	38.88
P5504	550 × 450 × 55	0.2475	—	9.64	—	38.95
P5018	500 × 1800 × 55	0.9000	—	31.59	—	35.10
P5015	500 × 1500 × 55	0.7500	—	26.72	—	35.63
P5012	500 × 1200 × 55	0.6000	—	21.76	—	36.27
P5009	500 × 900 × 55	0.4500	—	16.53	—	36.73
P5007	500 × 750 × 55	0.3750	—	14.25	—	38.00
P5006	500 × 600 × 55	0.3000	—	11.40	—	38.00
P5004	500 × 450 × 55	0.2250	—	8.55	—	38.00
P4518	450 × 1800 × 55	0.8100	—	29.59	—	36.53
P4515	450 × 1500 × 55	0.6750	—	24.78	—	36.71
P4512	450 × 1200 × 55	0.5400	—	20.06	—	37.15
P4509	450 × 900 × 55	0.4050	—	15.31	—	37.80
P4507	450 × 750 × 55	0.3375	—	12.67	—	37.54
P4506	450 × 600 × 55	0.2700	—	10.52	—	38.96
P4504	450 × 450 × 55	0.2025	—	7.85	—	38.77
P4018	400 × 1800 × 55	0.7200	—	27.04	—	37.56
P4015	400 × 1500 × 55	0.6000	—	22.68	—	37.80
P4012	400 × 1200 × 55	0.4800	—	18.34	—	38.21
P4009	400 × 900 × 55	0.3600	—	13.96	—	38.78
P4007	400 × 750 × 55	0.3000	—	11.96	—	39.87
P4006	400 × 600 × 55	0.2400	—	9.60	—	40.00
P4004	400 × 450 × 55	0.1800	—	7.17	—	39.83
P3518	350 × 1800 × 55	0.6300	—	22.84	—	36.25
P3515	350 × 1500 × 55	0.5250	—	19.14	—	36.46
P3512	350 × 1200 × 55	0.4200	—	15.45	—	36.79
P3509	350 × 900 × 55	0.3150	—	11.77	—	37.37
P3507	350 × 750 × 55	0.2625	—	10.30	—	39.24
P3506	350 × 600 × 55	0.2100	—	8.07	—	38.42

(续)

代 号	尺寸/(宽/mm × 长/mm × 高/mm)	每块面积/m ²	每块质量/kg		每平方米质量/kg	
			$\delta = 2.5$	$\delta = 2.75$	$\delta = 2.5$	$\delta = 2.75$
P3504	350 × 450 × 55	0.1575	—	6.05	—	38.41
P3018	300 × 1800 × 55	0.5400	18.44	20.29	34.15	37.57
P3015	300 × 1500 × 55	0.4500	15.63	17.19	34.73	38.20
P3012	300 × 1200 × 55	0.3600	12.61	13.87	35.03	38.53
P3009	300 × 900 × 55	0.2700	9.61	10.57	35.59	39.15
P3007	300 × 750 × 55	0.2250	7.95	8.75	35.33	38.89
P3006	300 × 600 × 55	0.1800	6.61	7.27	36.72	40.39
P3004	300 × 450 × 55	0.1350	4.96	5.46	36.74	40.44
P2518	250 × 1800 × 55	0.4500	16.21	17.83	36.02	39.62
P2515	250 × 1500 × 55	0.3750	13.79	15.17	36.77	40.45
P2512	250 × 1200 × 55	0.3000	11.13	12.24	37.10	40.80
P2509	250 × 900 × 55	0.2250	8.47	9.32	37.64	41.42
P2507	250 × 750 × 55	0.1875	7.01	7.71	37.39	41.12
P2506	250 × 600 × 55	0.1500	5.81	6.39	38.73	42.60
P2504	250 × 450 × 55	0.1125	4.36	4.80	38.76	42.67
P2018	200 × 1800 × 55	0.3600	12.33	13.57	34.25	37.69
P2015	200 × 1500 × 55	0.3000	10.42	11.46	34.73	38.20
P2012	200 × 1200 × 55	0.2400	8.41	9.25	35.04	38.54
P2009	200 × 900 × 55	0.1800	6.41	7.05	35.61	39.17
P2007	200 × 750 × 55	0.1500	5.31	5.84	35.40	38.93
P2006	200 × 600 × 55	0.1200	4.41	4.85	36.75	40.42
P2004	200 × 450 × 55	0.0900	3.31	3.64	36.78	40.44
P1518	150 × 1800 × 55	0.2700	10.18	11.21	37.70	41.52
P1515	150 × 1500 × 55	0.2250	8.58	9.44	38.13	41.96
P1512	150 × 1200 × 55	0.1800	6.92	7.61	38.45	42.28
P1509	150 × 900 × 55	0.1350	5.27	5.80	39.04	42.96
P1507	150 × 750 × 55	0.1125	4.37	4.81	38.84	42.76
P1506	150 × 600 × 55	0.0900	3.62	3.98	40.22	44.22
P1504	150 × 450 × 55	0.0675	2.71	2.98	40.15	44.15
P1018	100 × 1800 × 55	0.1800	7.95	8.76	44.17	48.67
P1015	100 × 1500 × 55	0.1500	6.74	7.41	44.93	49.40
P1012	100 × 1200 × 55	0.1200	5.44	5.98	45.33	49.83
P1009	100 × 900 × 55	0.0900	4.13	4.54	45.89	50.44
P1007	100 × 750 × 55	0.0750	3.43	3.77	45.73	50.27
P1006	100 × 600 × 55	0.0600	2.82	3.10	47.00	51.67

(续)

代 号	尺寸/(宽/mm × 长/mm × 高/mm)	每块面积/m ²	每块质量/kg		每平方米质量/kg	
			$\delta = 2.5$	$\delta = 2.75$	$\delta = 2.5$	$\delta = 2.75$
P1004	100 × 450 × 55	0.0450	2.12	2.33	47.11	51.78
E1518	150 × 1800 × 150	0.5400	16.32	18.06	30.22	33.45
E1515	150 × 1500 × 150	0.4500	13.68	15.16	30.40	33.69
E1512	150 × 1200 × 150	0.3600	11.04	12.26	30.67	34.06
E1509	150 × 900 × 150	0.2700	8.40	9.34	31.11	34.59
E1507	150 × 750 × 150	0.2250	6.96	7.77	30.93	34.53
E1506	150 × 600 × 150	0.1800	5.76	6.46	32.00	35.89
E1504	150 × 450 × 150	0.1350	4.32	4.87	32.00	36.07
E1018	100 × 1800 × 150	0.4500	14.14	15.65	31.42	34.78
E1015	100 × 1500 × 150	0.3750	11.85	13.13	31.60	35.01
E1012	100 × 1200 × 150	0.3000	9.55	10.61	31.83	35.37
E1009	100 × 900 × 150	0.2250	7.26	8.07	32.27	35.87
E1007	100 × 750 × 150	0.1875	6.02	6.71	32.11	35.79
E1006	100 × 600 × 150	0.1500	4.97	5.44	33.13	36.27
E1004	100 × 450 × 150	0.1125	3.73	4.20	33.16	37.33
Y1018	100 × 1800 × 100	0.3600	12.85	14.56	35.69	40.45
Y1015	100 × 1500 × 100	0.3000	10.79	12.29	35.97	40.97
Y1012	100 × 1200 × 100	0.2400	8.73	9.72	36.38	40.50
Y1009	100 × 900 × 100	0.1800	6.67	7.46	37.06	41.45
Y1007	100 × 750 × 100	0.1500	5.63	6.19	37.53	41.27
Y1006	100 × 600 × 100	0.1200	4.61	5.19	38.42	43.25
Y1004	100 × 450 × 100	0.0900	3.46	3.92	38.44	43.56
Y0518	50 × 1800 × 50	0.1800	8.49	9.41	47.17	52.28
Y0515	50 × 1500 × 50	0.1500	7.12	7.90	47.47	52.67
Y0512	50 × 1200 × 50	0.1200	5.76	6.40	48.00	53.33
Y0509	50 × 900 × 50	0.0900	4.39	4.90	48.78	54.44
Y0507	50 × 750 × 50	0.0750	3.64	4.07	48.53	54.27
Y0506	50 × 600 × 50	0.0600	3.02	3.40	50.33	56.67
Y0504	50 × 450 × 50	0.0450	2.27	2.56	50.44	56.89
J0018	50 × 1800 × 50	—	3.95	4.34	—	—
J0015	50 × 1500 × 50	—	3.33	3.66	—	—
J0012	50 × 1200 × 50	—	2.67	2.94	—	—
J0009	50 × 900 × 50	—	2.02	2.23	—	—
J0007	50 × 750 × 50	—	1.68	1.85	—	—
J0006	50 × 600 × 50	—	1.36	1.50	—	—
J0004	50 × 450 × 50	—	1.02	1.13	—	—

10) 组合钢模板的用途见表 5-16。

表 5-16 组合钢模板的用途

组合钢模板		用 途
钢模板	平面模板	用于基础、墙体、梁、柱和板等各种结构的平面部位 (图 5-2)
	阴角模板	用于墙体和各种构件的内角及凹角的转角部位 (图 5-3)
	阳角模板	用于柱、梁及墙体等外角及凸角的转角部位 (图 5-4)
	连接角模	用于柱、梁及墙体等外角及凸角的转角部位 (图 5-5)
	倒棱模板	用于柱、梁及墙体等阳角的倒棱部位。倒棱模板有角棱模板和圆棱模板 (图 5-6)
	梁腋模板	用于暗渠、明渠、沉箱及高架结构等梁腋部位 (图 5-7)
	柔性模板	用于圆形筒壁、曲面墙体等结构部位
	搭接模板	用于调节 50mm 以内的拼装模板尺寸 (图 5-8)
	双曲可调模板	用于构筑物曲面部位 (图 5-9)
	变角可调模板	用于展开面为扇形或梯形的构筑物的结构部位 (图 5-10)
	嵌补模板	用于梁、板、墙、柱等结构的接头部位
连接件	U 形卡	用于钢模板纵横向自由拼接, 将相邻钢模板夹紧固定的主要连接件 (图 5-11)
	L 形插销	用作增强钢模板纵向拼接刚度, 保证接缝处板面平整 (图 5-12)
	钩头螺栓	用作钢模板与内外钢楞之间的连接固定 (图 5-13)
	紧固螺栓	用作紧固内、外钢楞, 增强拼接模板的整体固定 (图 5-14)
	扣件	用作钢楞与钢模板或钢楞之间的紧固连接, 与其他配件一起将钢模板拼装连接成整体, 扣件应与相应的钢楞配套使用。按钢楞的不同形状, 分别采用碟形扣件和 3 形扣件, 扣件的刚度应与配套螺栓的强度相适应 (图 5-15 和图 5-16)
	对拉螺栓	用作拉结两竖向侧模板, 保持两侧模板的间距, 承受混凝土侧压力和其他荷重, 确保模板有足够的刚度和强度 (图 5-17)
支承件	钢楞	用于支承钢模板和加强其整体刚度。钢楞材料有圆钢管、矩形钢管和内卷边槽钢等形式
	柱箍	用于支承和夹紧模板, 其形式应根据柱模尺寸、侧压力大小等因素来选择 (图 5-18)
	钢支柱	用于承受水平模板传递的竖向模板, 支柱有单管支柱、四管支柱等多种形式 (图 5-19 和图 5-20)
	早拆柱头	用于梁和模板的支撑柱头, 以及模板早拆 (图 5-21)
	斜撑	用于承受单侧模板的侧向荷载和调整竖向支模的垂直度
	桁架	有平面可调和曲面可变式两种, 平面可调桁架用于支承楼板、梁平面构件的模板, 曲面可变桁架支承曲面构件的模板 (图 5-22 和图 5-23)
	钢管支架	用作梁、楼板及平台等模板支架、外脚手架等
	门式支架	用作梁、楼板及平台等模板支架、内外脚手架和移动脚手架等 (图 5-24)
	碗扣式支架	用作梁、楼板及平台等模板支架、外脚手架和移动脚手架等 (图 5-25)
方塔式支架	用作梁、楼板及平台等模板支架等 (图 5-26)	

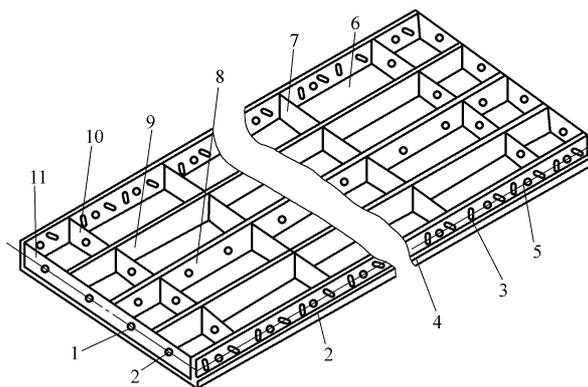


图 5-2 平面模板

- 1—插销孔 2—U形卡孔 3—凸鼓 4—凸棱 5—边肋 6—主板 7—无孔横肋
8—有孔纵肋 9—无孔纵肋 10—有孔横肋 11—端肋

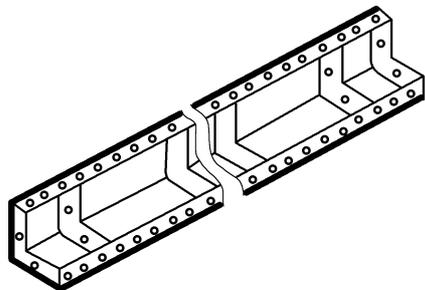


图 5-3 阴角模板

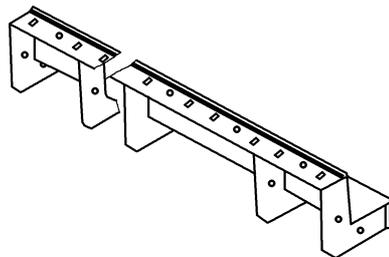


图 5-4 阳角模板

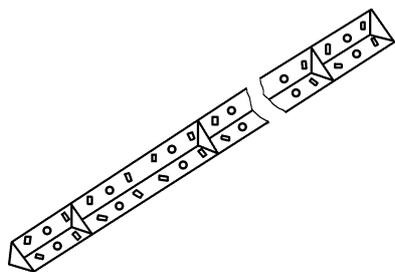


图 5-5 连接角模

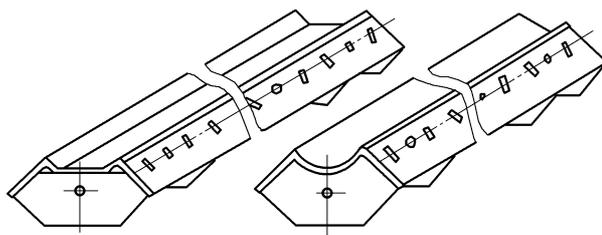


图 5-6 倒棱模板

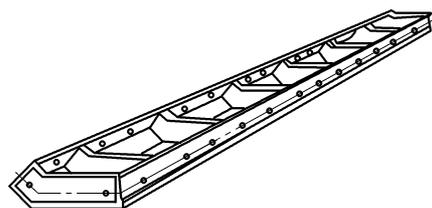


图 5-7 梁腋模板

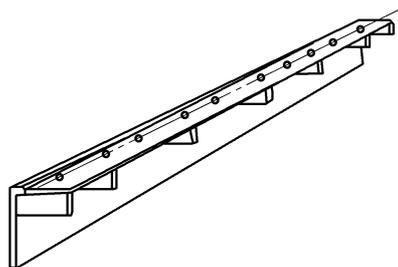


图 5-8 搭接模板

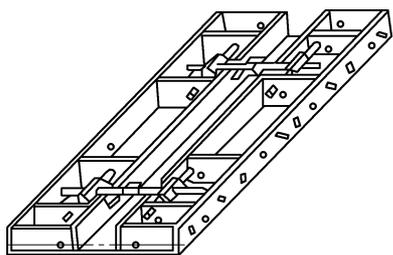


图 5-9 双曲可调模板

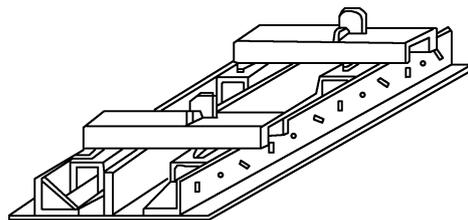


图 5-10 变角可调模板

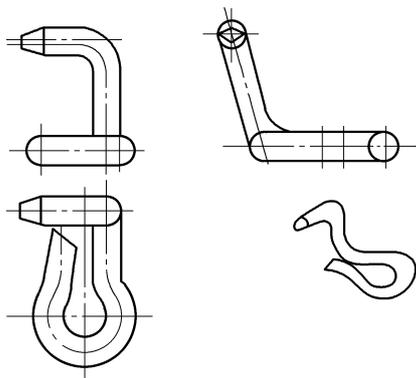


图 5-11 U形卡

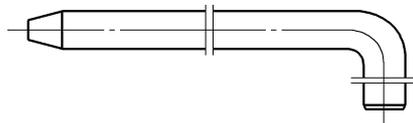


图 5-12 L形插销

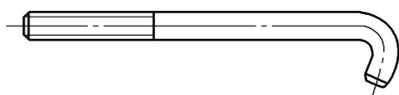


图 5-13 钩头螺栓

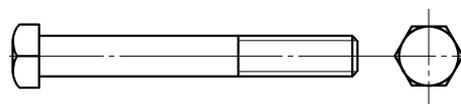


图 5-14 紧固螺栓

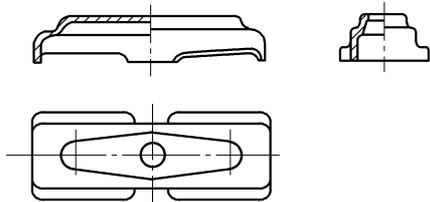


图 5-15 碟形扣件

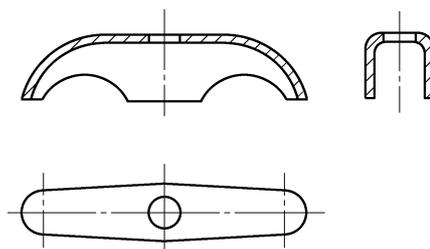


图 5-16 3形扣件

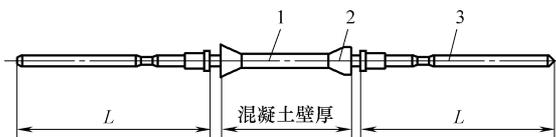


图 5-17 对拉螺栓

1—内拉杆 2—顶帽 3—外拉杆

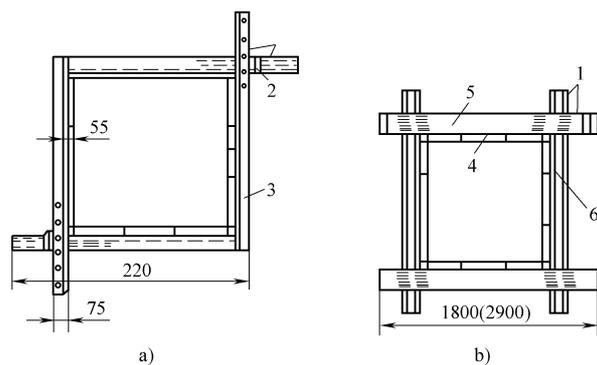


图 5-18 柱箍

a) 角钢型 b) 型钢型

1—插销 2—限位器 3—夹板 4—模板 5—型钢 A 6—型钢 B



图 5-19 钢支柱

1—顶板 2—插管 3—插销 4—转盘 5—套管 6—底板

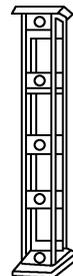


图 5-20 四管支柱

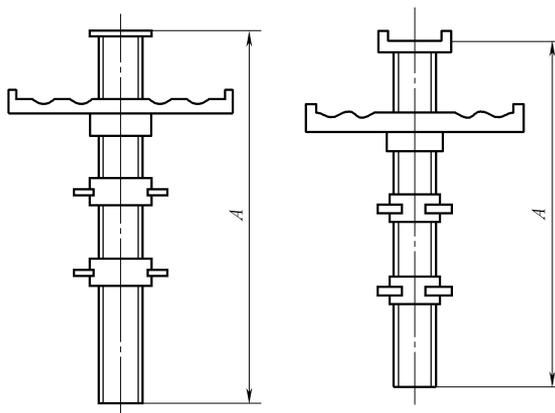


图 5-21 早拆柱头

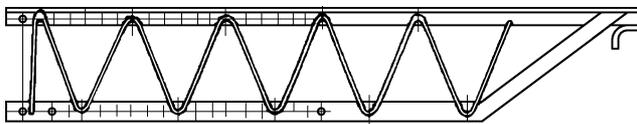


图 5-22 平面可调桁架

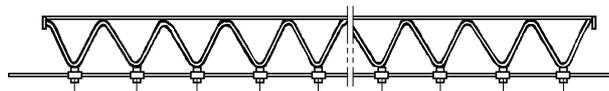


图 5-23 曲面可变桁架

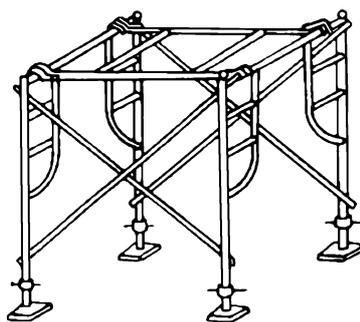


图 5-24 门式支架

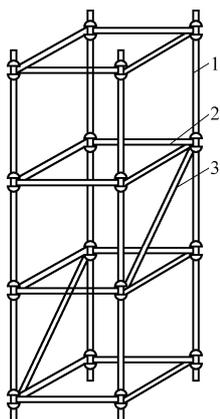


图 5-25 碗扣式支架

1—立杆 2—横杆 3—斜杆

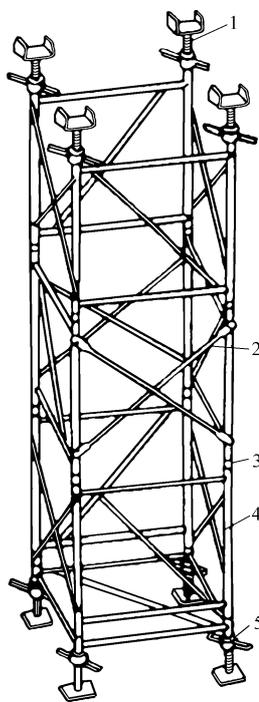


图 5-26 方塔式支架

1—顶托 2—交叉斜撑 3—连接棒 4—标准架 5—底座

5.2 大模板

1. 桁架式大模板

桁架式大模板是我国最早采用的工业化模板。由面板、支撑桁架和操作平台组成，如图 5-27 所示。

2. 组合式大模板

(1) 组合式大模板是目前常用的一种模板形式。该模板由面板系统、支撑系统、操作平台系统及连接件等组成，如图 5-28 所示。

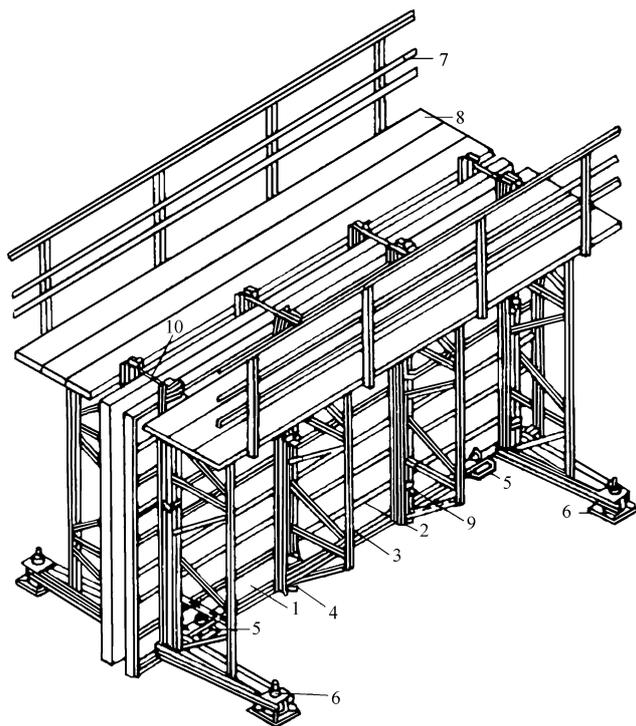


图 5-27 桁架式大模板构造示意

1—面板 2—水平肋 3—支撑桁架 4—竖肋 5—水平调整装置 6—垂直调整装置
7—栏杆 8—脚手板 9—穿墙螺栓 10—固定卡具

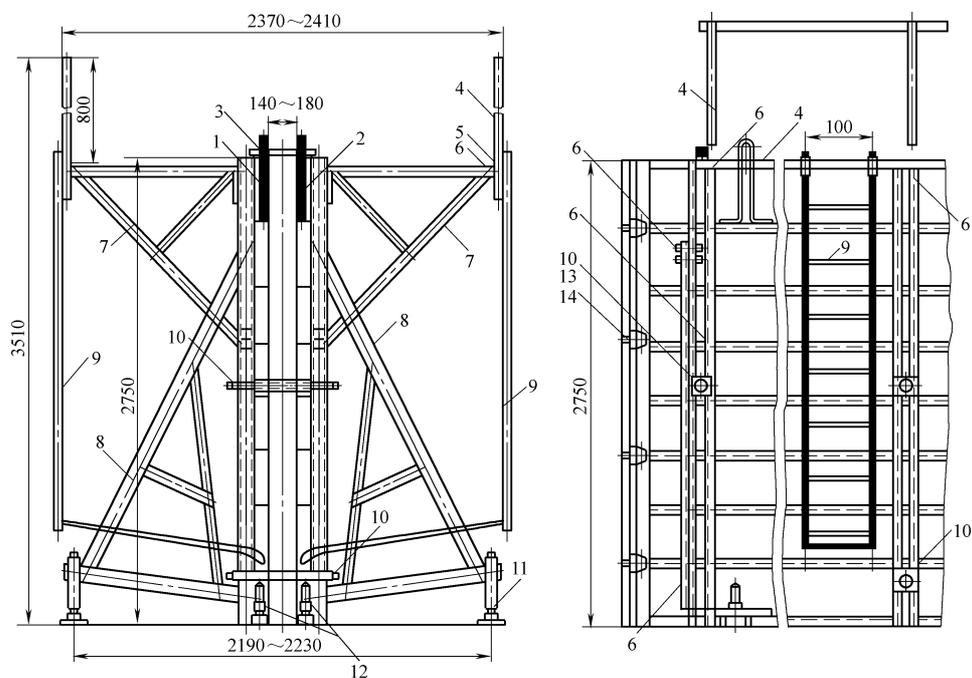


图 5-28 大模板构造

1—反向模板 2—正向模板 3—上口卡板 4—活动护身栏 5—爬梯横担 6—螺栓连接 7—操作平台斜撑
8—支撑架 9—爬梯 10—穿墙螺栓 11—地脚螺栓 12—地脚 13—反活动角模 14—正活动角模

(2) 面板系统由面板、横肋和竖肋以及竖向（或横向）背楞（龙骨）所组成，如图 5-29 所示。

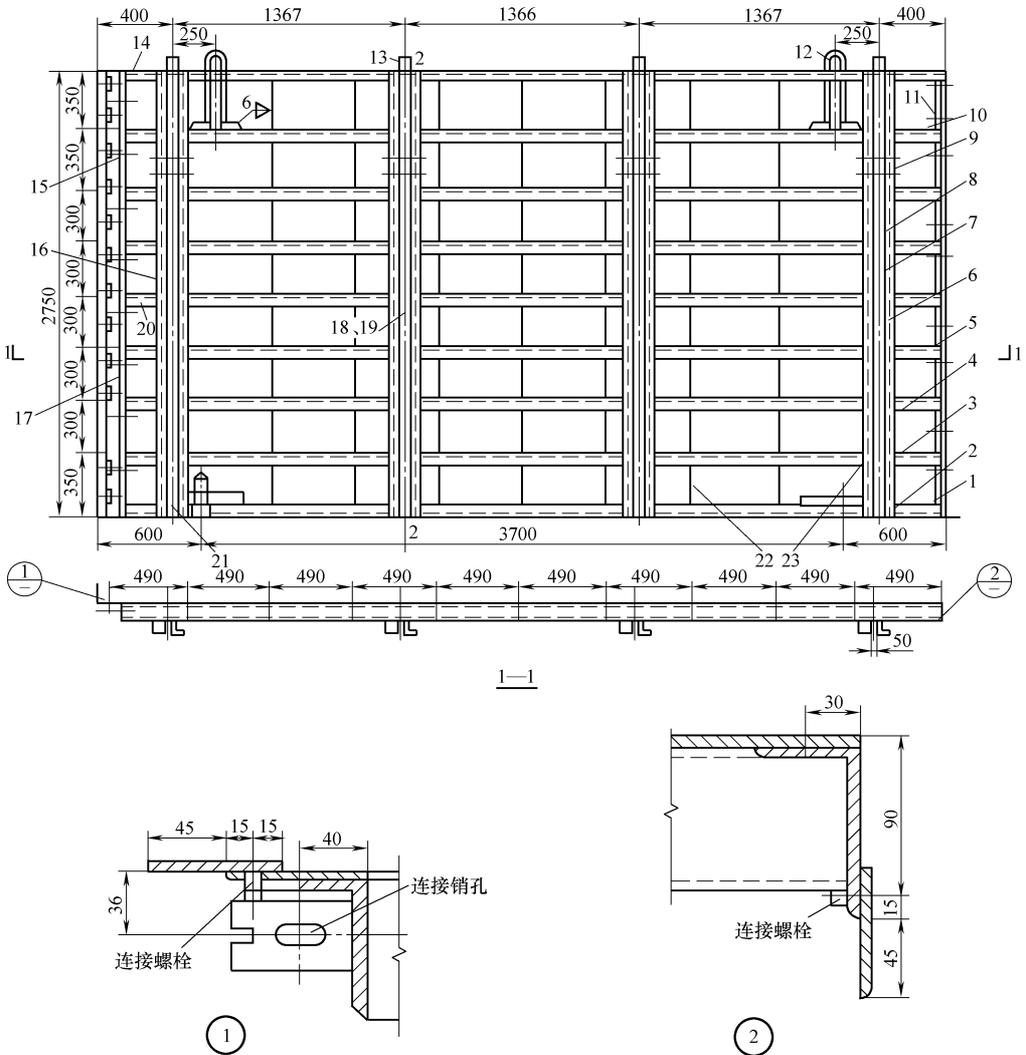


图 5-29 组合大模板面板系统构造

1—面板 2—底横肋（横龙骨） 3、4、5—横肋（横龙骨） 6、7—竖肋（竖龙骨） 8、9、22、23—小肋（扁钢竖肋）
10、17—拼缝扁钢 11、15—角龙骨 12—吊环 13—上卡板 14—顶横龙骨 16—撑板钢筋 18—螺母
19—垫圈 20—沉头螺钉 21—地脚螺栓

(3) 支撑系统由三角支架和地脚螺栓组成，三角支架用角钢和槽钢焊接而成，如图 5-30 所示。三角支架下端横向槽钢的端部设置一个地脚螺栓，如图 5-31 所示。

(4) 穿墙螺栓是承受混凝土侧压力、加强板面结构的刚度、控制模板间距（即墙体厚度）的重要配件，它把墙体两侧大模板连接为一体，其构造如图 5-32 所示。

(5) 上口卡子设置于模板顶端，与穿墙螺栓上下对直，其作用与穿墙螺栓相同。如图 5-33 所示。

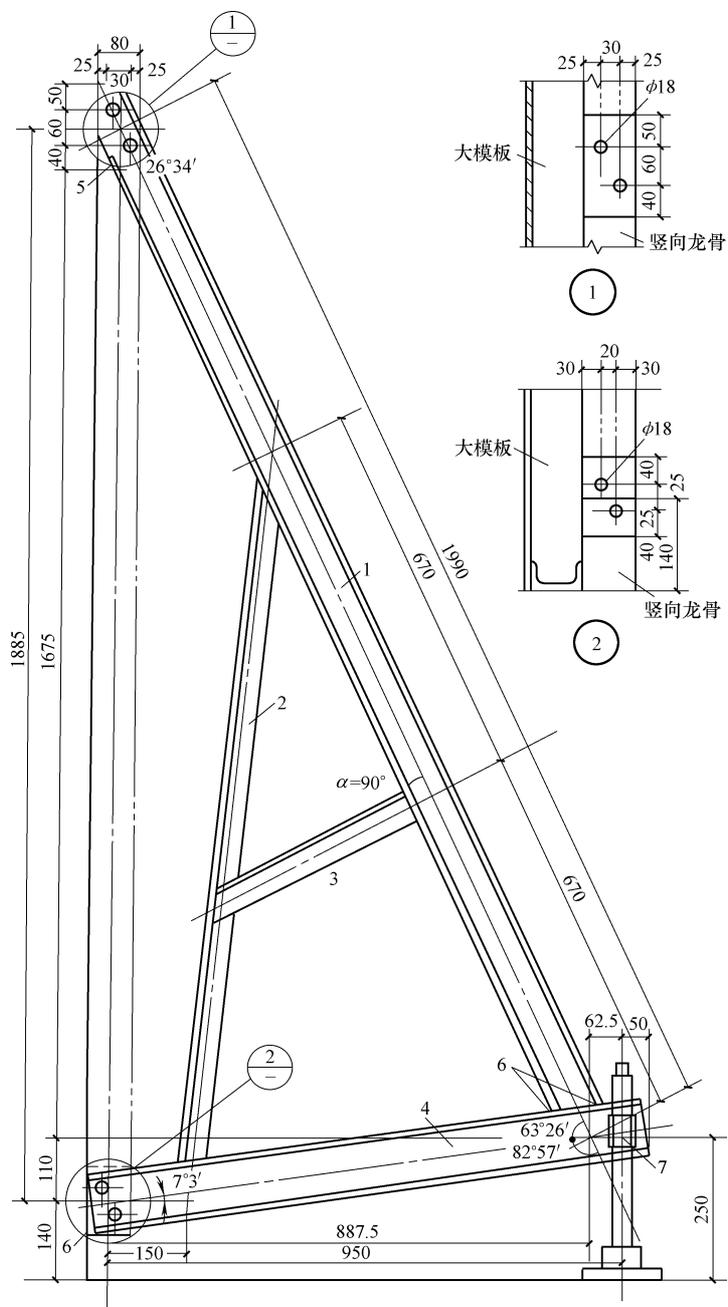


图 5-30 支撑架

1—槽钢 2、3—角钢 4—下部横杆槽钢 5—上加强板 6—下加强板 7—地脚螺栓

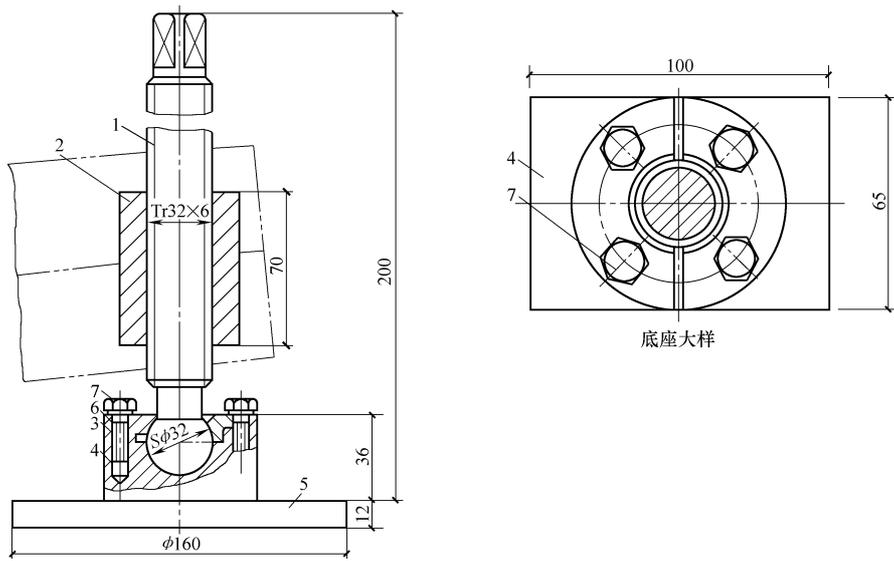


图 5-31 支撑架地脚螺栓

1—螺杆 2—螺母 3—盖板 4—底座 5—底盘 6—弹簧垫圈 7—螺钉

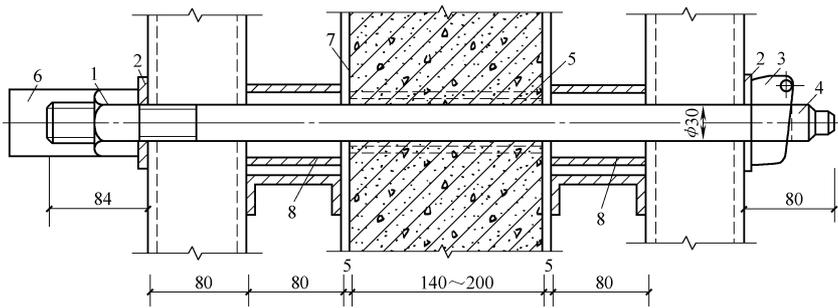


图 5-32 穿墙螺栓构造

1—螺母 2—垫板 3—板销 4—螺杆 5—塑料套管 6—螺纹保护套 7—模板 8—加强管

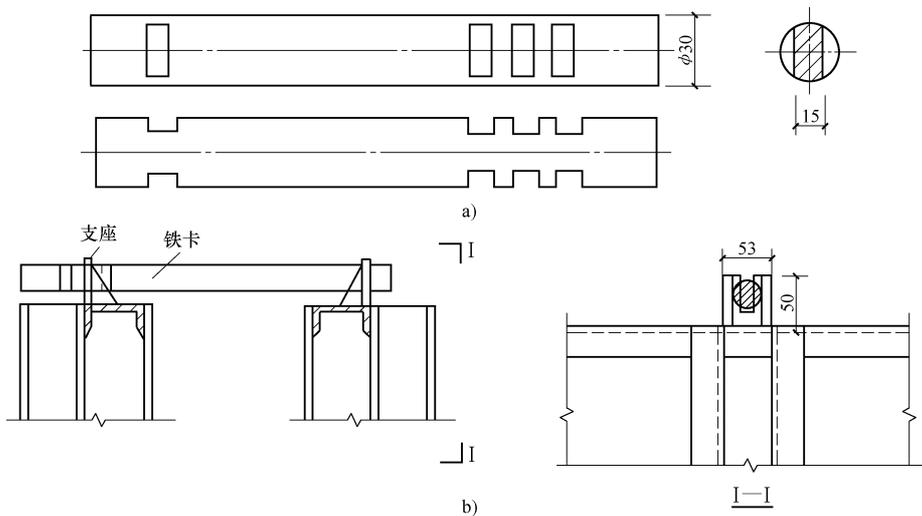


图 5-33 上口卡子

a) 铁卡子大样 b) 支座大样

(6) 组合式大模板模数条的拼接如图 5-34 所示。

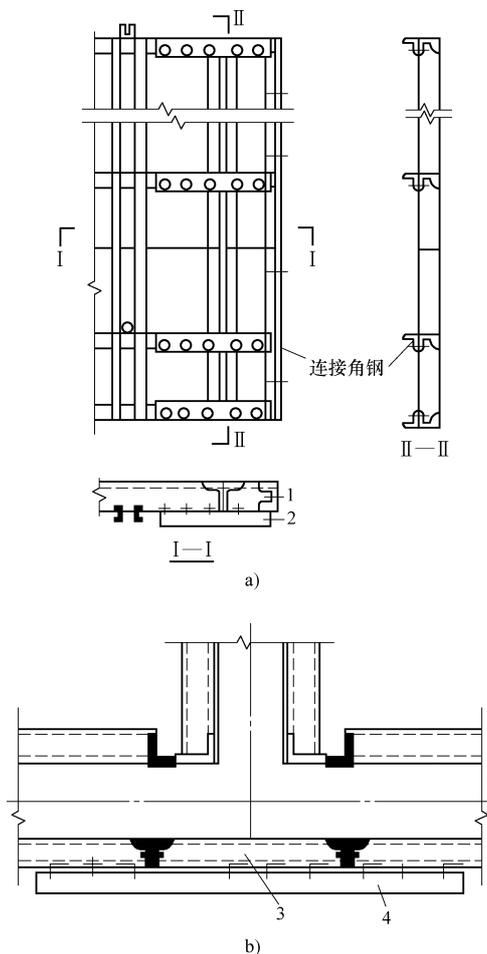


图 5-34 组合式大模板模数条的拼接

a) 平面模板拼接 b) 丁字墙节点模板拼接

1—窄板 2—连接角钢 $L50 \times 5$ 3—丁字墙堵头板 4—连接角钢 $L50 \times 5$, $l=940$

3. 拼装式大模板

(1) 拼装式大模板是将面板、骨架、支撑系统全部采用螺栓或销钉连接固定组装成的大模板，如图 5-35 所示。

(2) 组合钢模拼装大模板如图 5-36 所示。

(3) 大模板背面用钢管作支架和操作平台，其间的连接可以采用钢管扣件，如图 5-37 所示。

(4) 为了避免在组合钢模板上随意钻穿墙螺栓孔，可在水平龙骨位置处，用 $C10$ 轻型槽钢或 10cm 宽的组合钢模板作水平向穿墙螺栓连接带，其缝隙用环氧树脂胶泥嵌缝，如图 5-38 所示。

(5) 纵横墙之间的模板连接，用 $L160 \times 8$ 角钢做成角模，来解决纵横墙同时浇筑混凝土的问题，如图 5-39 所示。

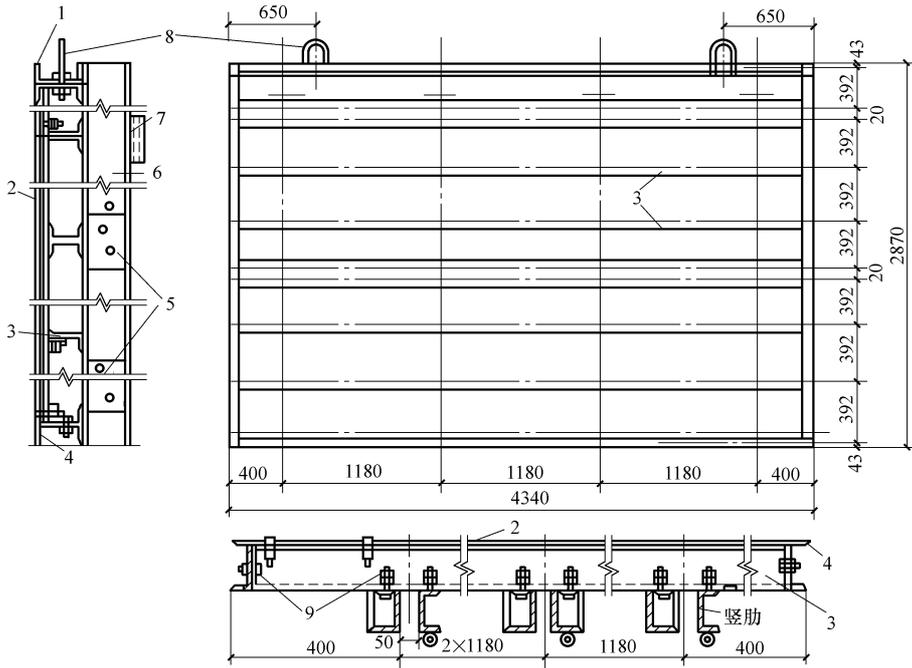


图 5-35 拼装式大模板

- 1—[边框 2—多层胶合板 3—横肋 [8 4—[10 边框 5—三角架连接板 6—竖肋 [10
7—平台架插管 8—吊钩 9—M16 螺栓

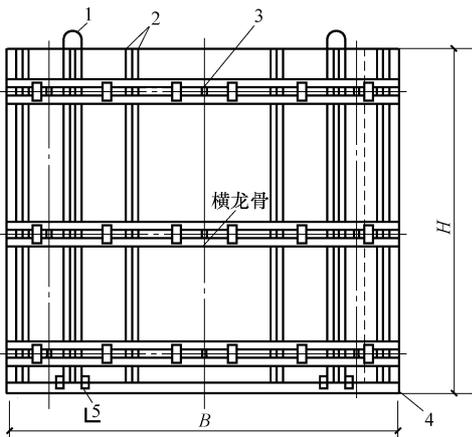


图 5-36 组合钢模拼装大模板

- 1—吊环 2—竖肋 3—穿墙螺栓
4—下口角钢 5—L40×4

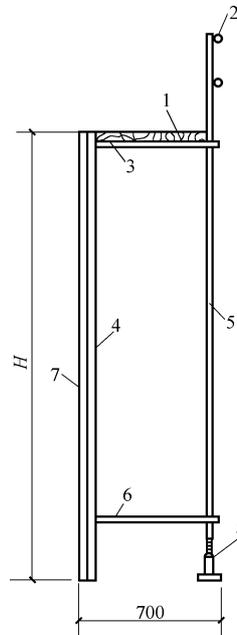


图 5-37 支架平台示意图

- 1—操作平台 2—16 圆钢护身栏 3—φ48 架管
4—2φ48 架管 5—φ48 直顶柱 2 道 6—φ48 架管
7—组合小钢模 8—可调支腿

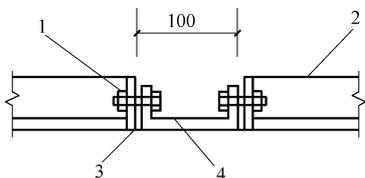


图 5-38 轻型C10补缝

1—连接螺栓 2—小钢模
3—环氧胶泥刮平 4—C10 (轻型)

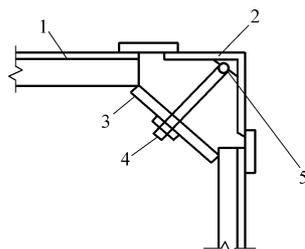


图 5-39 角模与大模板组合示意图

1—大模板 2—L160×160×8角模 3—卡板 t12 4—M12 钩头螺栓
5—φ15 钢管 $l=20$ 6—四边涂防水封边漆二度 7—双面覆膜层防水胶合板

(6) 钢框胶合板模板拼装的大模板板面结构如图 5-40 所示。

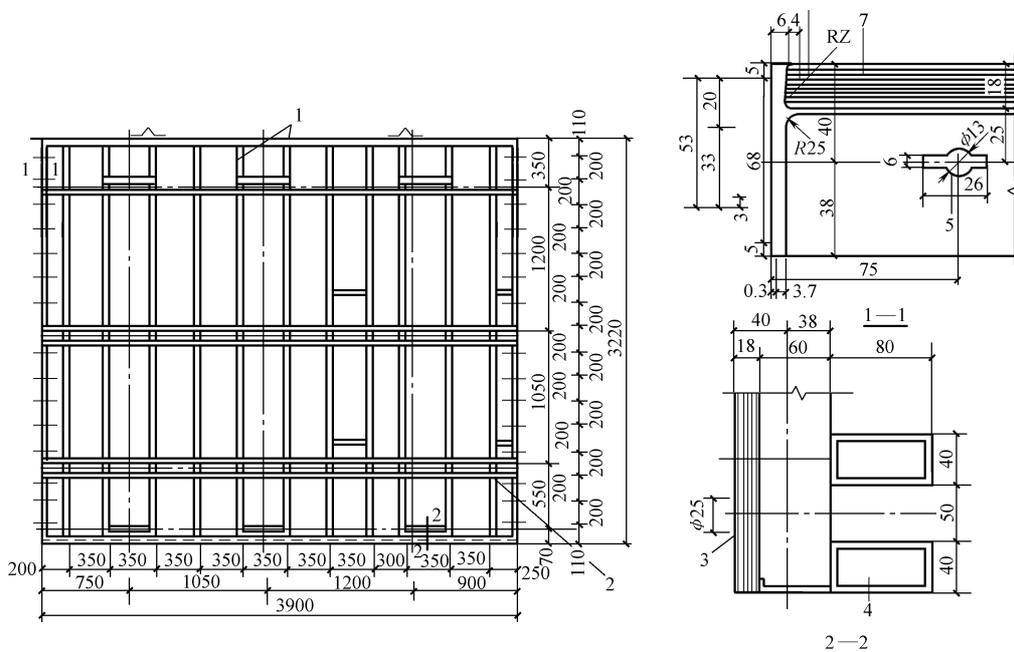


图 5-40 钢框胶合板模板拼装的大模板

1—40×60 薄壁方钢 2—横向龙骨 60×80 薄壁方钢 3—φ25 拉杆孔 4—40×80 方管
5—销子孔 6—四边涂防水封边漆二度 7—双面覆膜层防水胶合板

(7) 角模用钢板制成, 尺寸为 150mm×150mm, 上下设数道加劲肋, 与开间方向的大模板用螺栓连接固定在一起, 另一侧与进深方向的大模板采用伸缩式搭接连接, 见图 5-41。

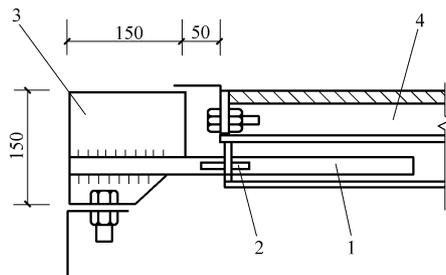


图 5-41 角模断面图

1—活动拉杆 2—销孔 3—角模 4—钢框胶合板模板

(8) 模板的支撑采用门形架，其构造见图 5-42 所示。

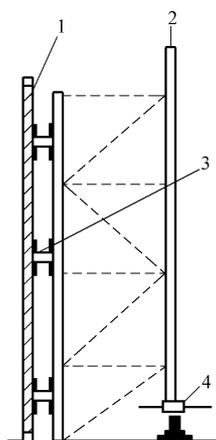


图 5-42 支撑门形架

1—钢框胶合板模板 2—门形架 3—拉接横梁 4—可调支座

4. 大模板安装质量标准

(1) 整体式大模板的制作允许偏差与检验方法应符合表 5-17 的要求。

表 5-17 整体式大模板制作允许偏差与检验方法

项 目	允许偏差/mm	检 验 方 法
模板高度	± 3	卷尺量检查
模板长度	-2	卷尺量检查
模板板面对角线差	≤ 3	卷尺量检查
板面平整度	2	2m 靠尺及塞尺量检查
相邻面板拼缝高低差	≤ 0.5	平尺及塞尺量检查
相邻面板拼缝间隙	≤ 0.8	塞尺量检查

(2) 拼装式大模板的组拼允许偏差与检验方法应符合表 5-18 的要求。

表 5-18 拼装式大模板组拼允许偏差与检验方法

项 目	允许偏差/mm	检 验 方 法
模板高度	± 3	卷尺量检查
模板长度	-2	卷尺量检查
模板板面对角线差	≤ 3	卷尺量检查
板面平整度	2	2m 靠尺及塞尺量检查
相邻面板拼缝高低差	≤ 1	平尺及塞尺量检查
相邻面板拼缝间隙	≤ 1	塞尺量检查

(3) 大模板安装允许偏差及检验方法应符合表 5-19 的规定。

表 5-19 大模板安装允许偏差及检验方法

项 目	允许偏差/mm	检 验 方 法
轴线位置	4	尺量检查
截面内部尺寸	±2	尺量检查
层高垂直度	全高≤5m	线坠及尺量检查
	全高>5m	线坠及尺量检查
相邻模板板面高低差	2	平尺及塞尺量检查
表面平整度	<4	20m 内上口拉直线尺量检查下口按模板定位线为基准检查

5.3 滑动模板

1. 滑模装置的组成

滑模装置主要由模板系统、操作平台系统、液压系统以及施工精度控制系统和水、电配套系统等部分组成，如图 5-43 所示。

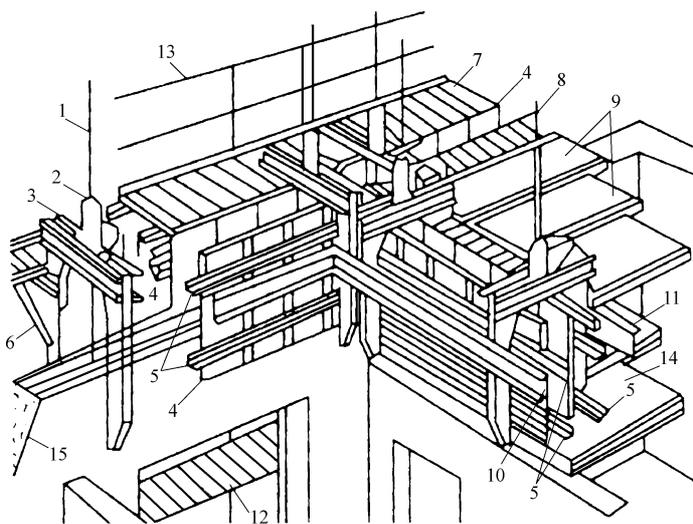


图 5-43 滑模装置示意图

1—支撑杆 2—液压千斤顶 3—提升架 4—模板 5—围圈 6—外挑三角架 7—外挑操作平台 8—固定操作平台
9—活动操作平台 10—内围梁 11—外围梁 12—吊脚手架 13—栏杆 14—楼板 15—混凝土墙体

2. 模板系统

(1) 图 5-44 为一般墙体钢模板。也可采用组合模板改装。当施工对象的墙体尺寸变化不大时，宜采用围圈与模板组合成一体“围圈组合大模板”（图 5-45）。图 5-46 为烟囱钢模板，主要用于圆锥形变截面工程。

(2) 围圈又称作围檩。其主要作用是使模板保持组装的平面形状，并将模板与提升架连接成一个整体。其构造如图 5-47 所示。

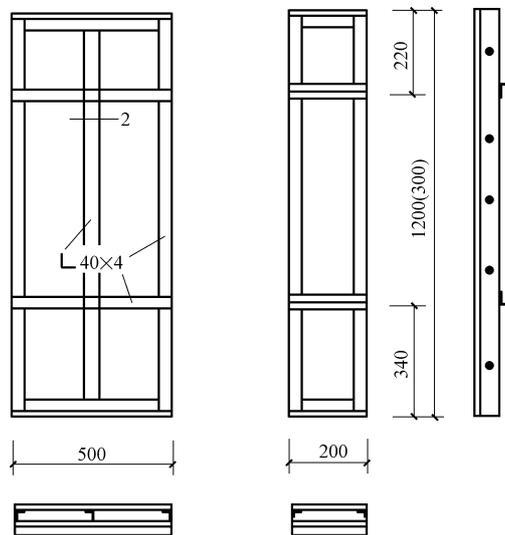


图 5-44 一般墙体钢模板

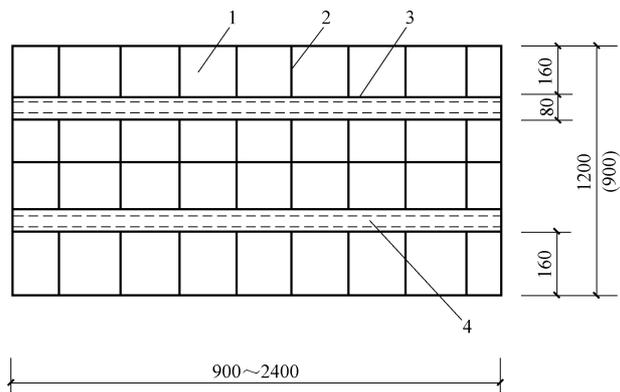


图 5-45 围圈组合大模板

1—4mm 厚钢板 2—6mm 厚、80mm 宽肋板 3—8 号槽钢上围圈 4—8 号槽钢下围圈

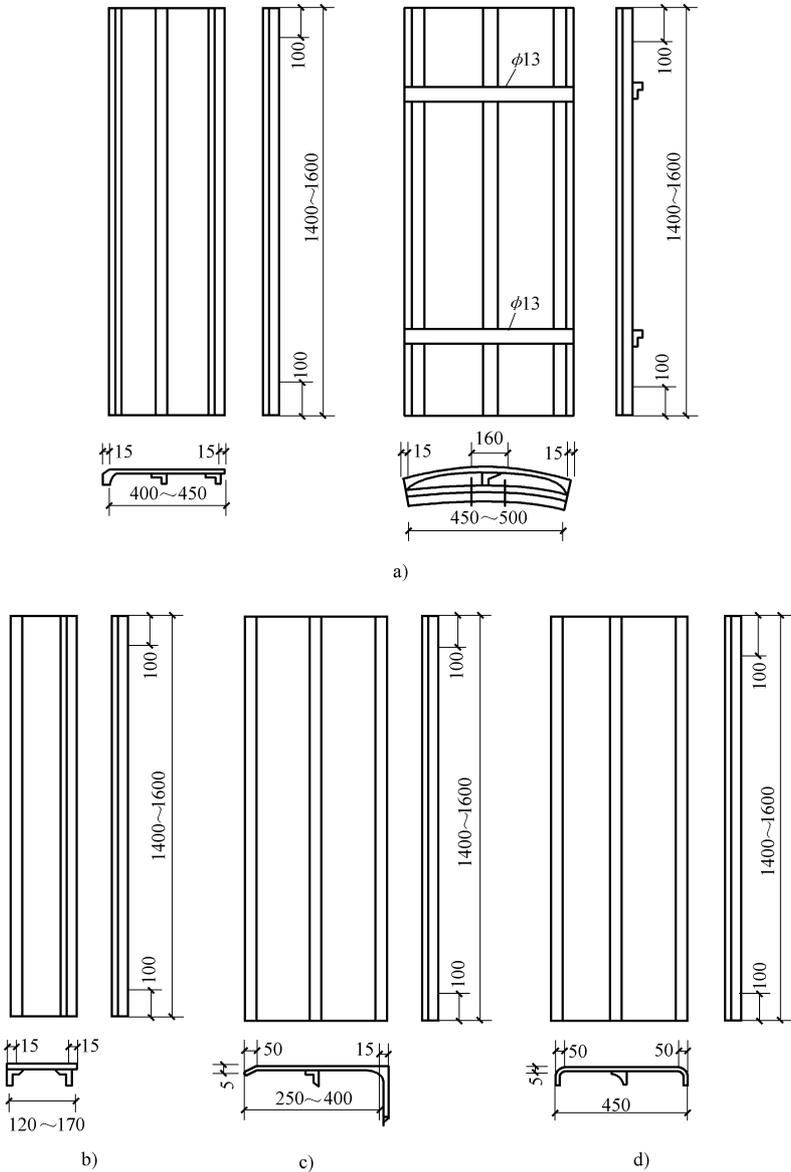


图 5-46 烟囱钢模板

a) 内外固定模板 b) 内外活动模板 c) 单侧收分模板 d) 双侧收分模板

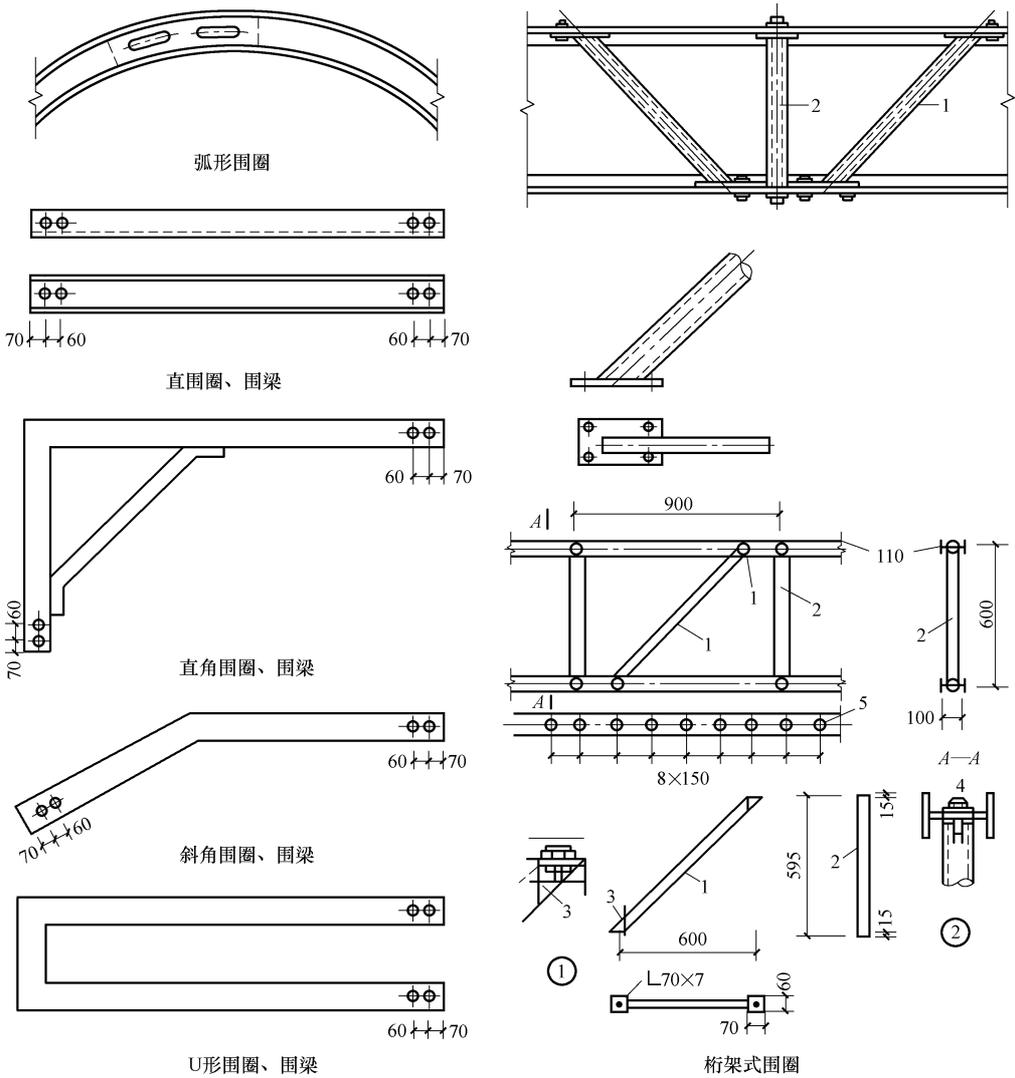


图 5-47 围圈构造示意图

1—斜腹杆 ($\phi 48 \times 3.5$) 2—竖腹杆 ($\phi 48 \times 3.5$) 3—肋板 4—M18 螺栓 5— $\phi 19$ 螺孔

(3) 模板与围圈的连接，一般采用挂在围圈上的方式，当采用横卧工字钢作围圈时，可用双爪钩将模板与围圈钩牢，并用顶紧螺栓调节位置，如图 5-48 所示。

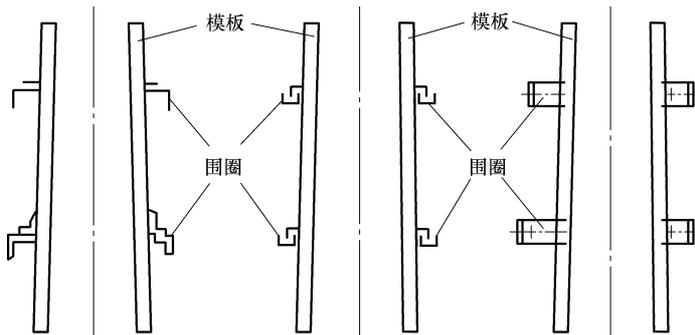


图 5-48 模板与围圈的连接

(4) 提升架又称作千斤顶架。它是安装千斤顶并与围圈、模板连接成整体的主要构件。提升架的立面构造形式，一般可分为单横梁“ Γ ”形，双横梁的“开”形或单立柱的“ Γ ”形等几种，如图 5-49 所示；提升架的平面布置形式，一般可分为“ Γ ”形、“ Υ ”形、“ \times ”形、“ \square ”形和“ \square ”形等几种，如图 5-50 所示。

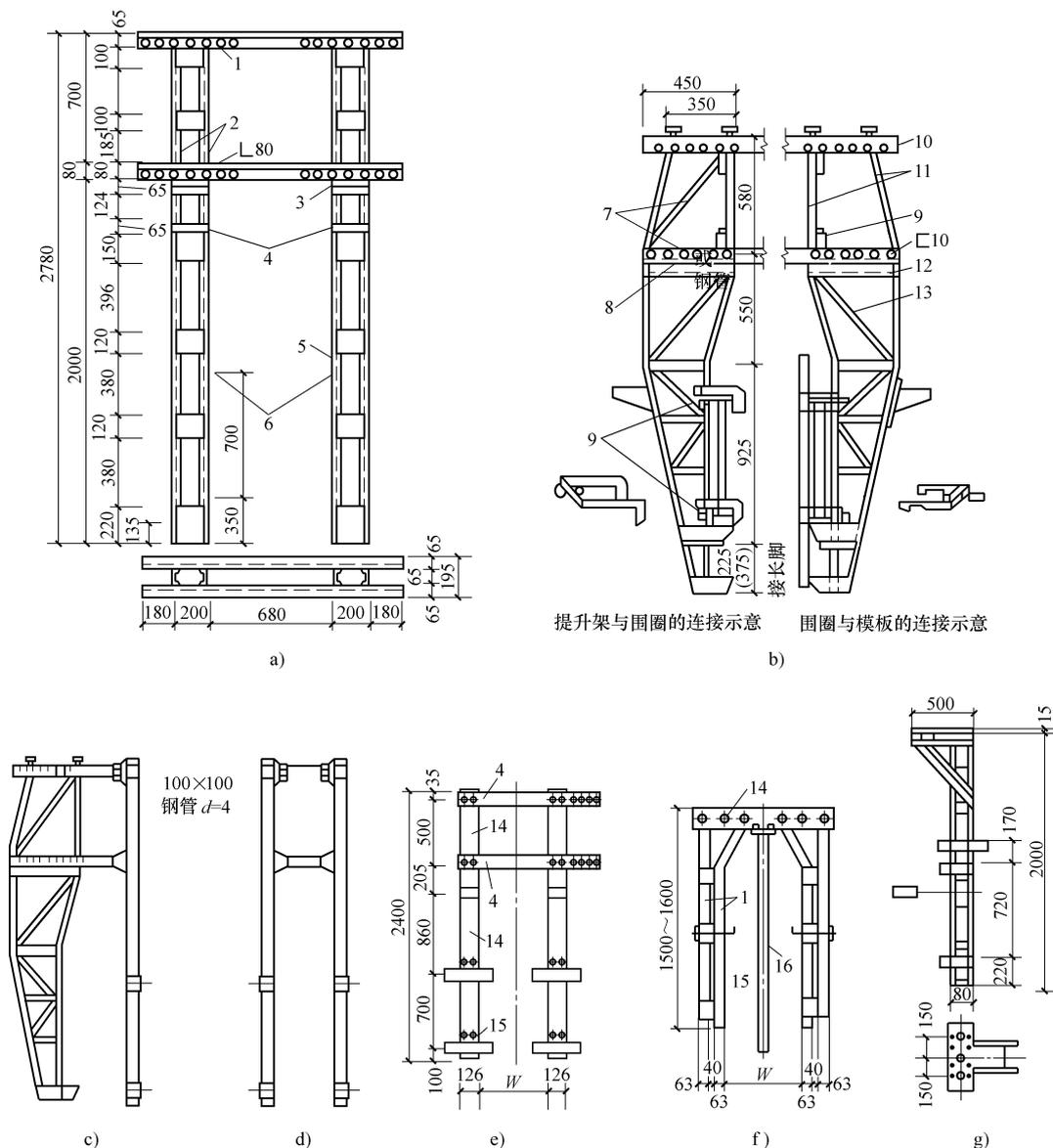


图 5-49 提升架立面构造图

a) 开形提升架 b) 钳形提升架 c) 转角处提升架 d) 十字交叉处提升架
e) 变截面提升架 f) Γ 形提升架 g) Γ 形提升架

1— $\text{L}65 \times 5$ 2—M18 锁扣螺栓 3— $\text{C}65$ 4— $\text{L}65 \times 5$ 5— $\text{C}65$ 6— 70×5 7— $\phi 50 \times 30$ 钢管
8— $\phi 50 \times 70$ 钢管 9—顶紧螺栓 10— $\text{C}10$ 11— $\phi 50 \times 50$ 或 $\phi 50 \times 30$ 钢管 12— -10×50
13— $\phi 10 \times 30$ 钢管 14— $\text{C}12-6$ 15—支托 16—套管

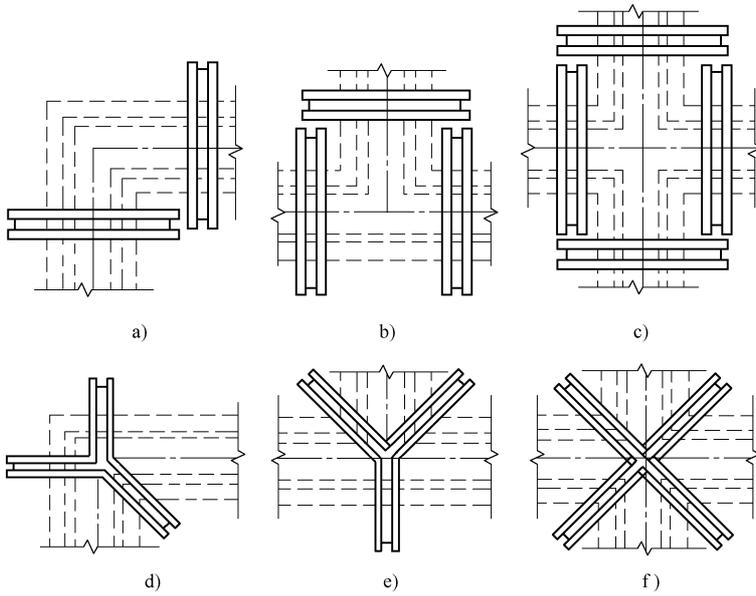


图 5-50 提升架平面布置图

- a) “I”形提升架 b) L形墙用“Y”形提升架 c) “口”形提升架
- d) “口”形提升架 e) T形墙用“Y”形提升架 f) “X”形提升架

(5) 对于变形缝双墙、圆弧形墙壁交叉处或厚墙壁等摩阻力及局部荷载较大的部位，可采用双千斤顶提升架。双千斤顶提升架可沿横梁布置，如图 5-51 所示；也可垂直于横梁布置，如图 5-52 所示。

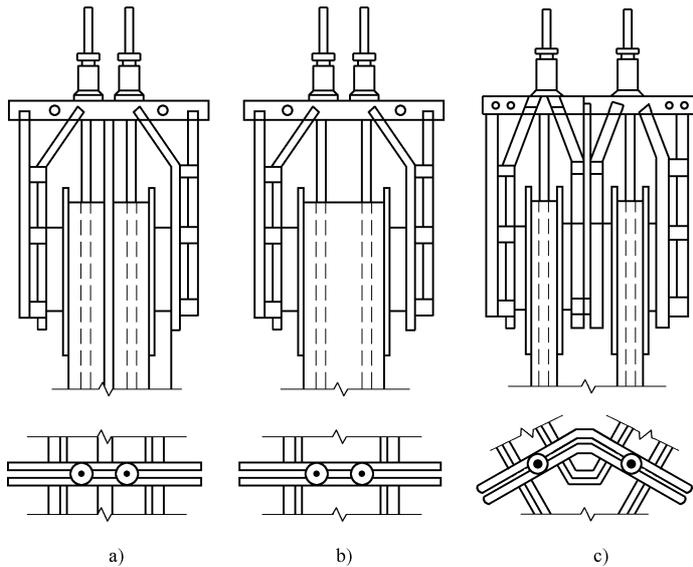


图 5-51 双千斤顶提升架示意（沿横梁布置）

- a) 用于变形缝双墙 b) 用于厚墙体 c) 用于转角墙体

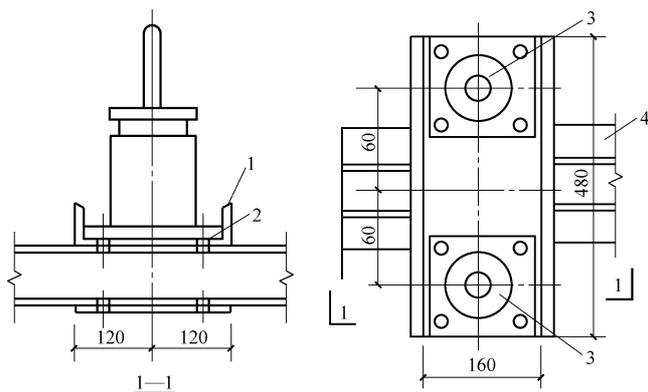


图 5-52 双千斤顶提升架示意(垂直于横梁布置)

1—[24 2—底盘 160×160 3—千斤顶 4—提升架横梁

(6) 用于变截面结构的提升架, 其立柱上应设有调整内外模板间距和倾斜度的装置, 如图 5-53 所示。

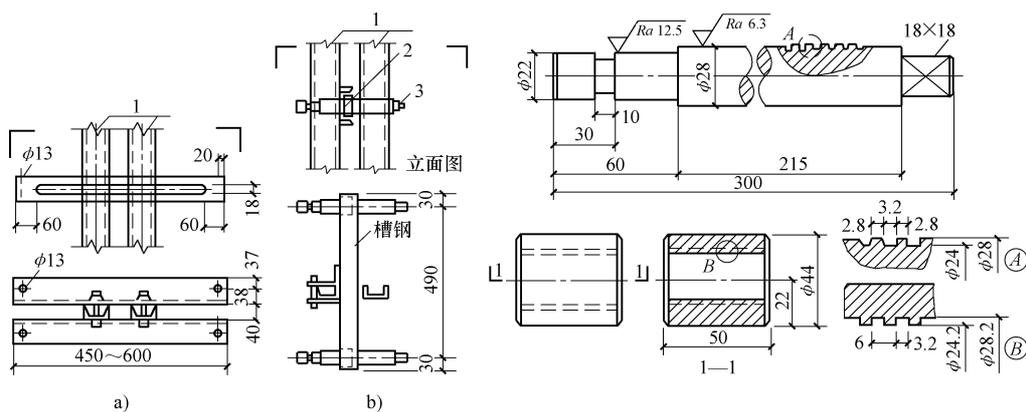


图 5-53 围圈调整装置与顶紧装置

a) 固定围圈调整装置 b) 活动围圈调整装置

1—提升架 2—螺母 3—方牙螺杆

(7) 在框架结构框架柱部位的提升架, 可采取纵横梁“井”字式布置, 在提升架上可布置几台千斤顶, 其荷载分配必须均匀, 如图 5-54 所示。

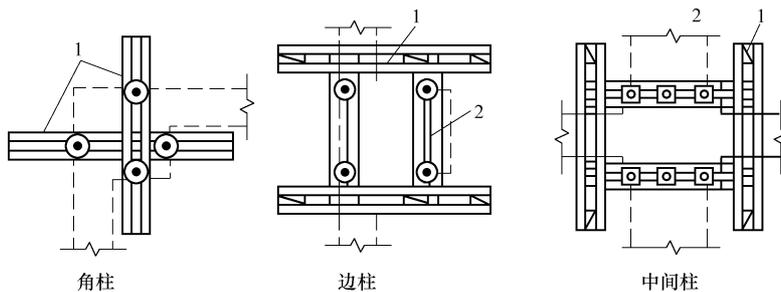


图 5-54 框架柱提升架与千斤顶布置

1—提升架 2—扁担 2[10

3. 操作平台系统

(1) 按结构平面形状的不同, 操作平台的平面可组装成矩形、圆形等各种形状, 如图 5-55、图 5-56 所示。

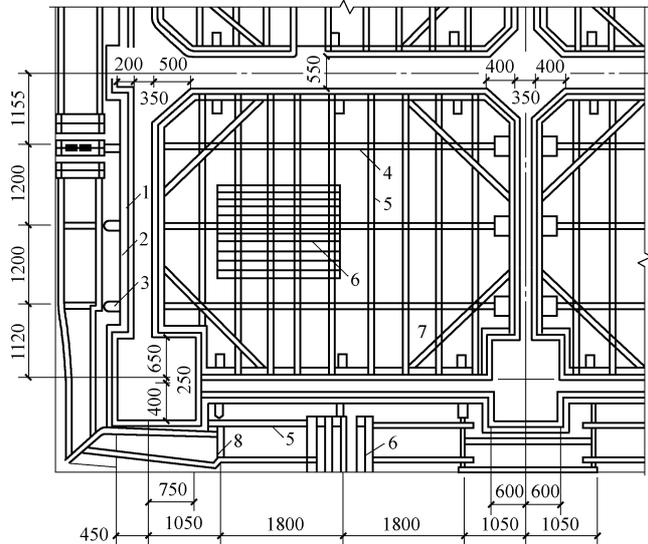


图 5-55 矩形操作平台平面构造图

1—模板 2—围圈 3—提升架 4—承重桁架 5—楞木 6—平台板 7—围圈斜撑 8—三角挑架

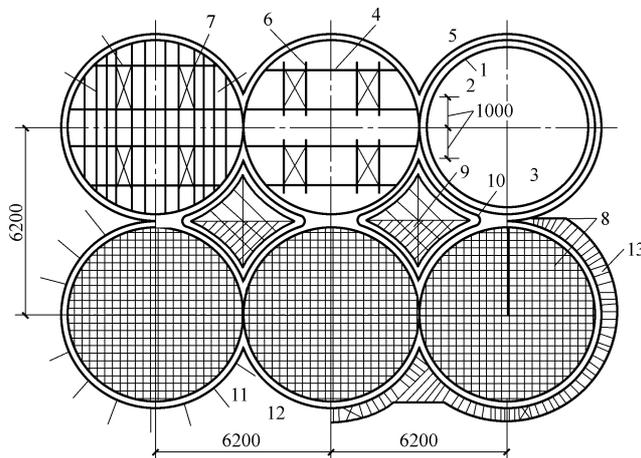


图 5-56 圆形操作平台平面构造图

1—模板 2—围圈 3—提升架 4—平台桁架 5—桁架支托 6—桁架支撑 7—楞木 8—平台板
9—星仓平台板 10—千斤顶 11—人孔 12—三角挑架 13—外挑平台

(2) 按施工工艺要求的不同, 操作平台板可采用固定式或活动式。对于逐层空滑楼板并进施工工艺, 操作平台板宜采用活动式, 以便揭开平台板后, 进行现浇或预制楼板的施工, 如图 5-57 所示。

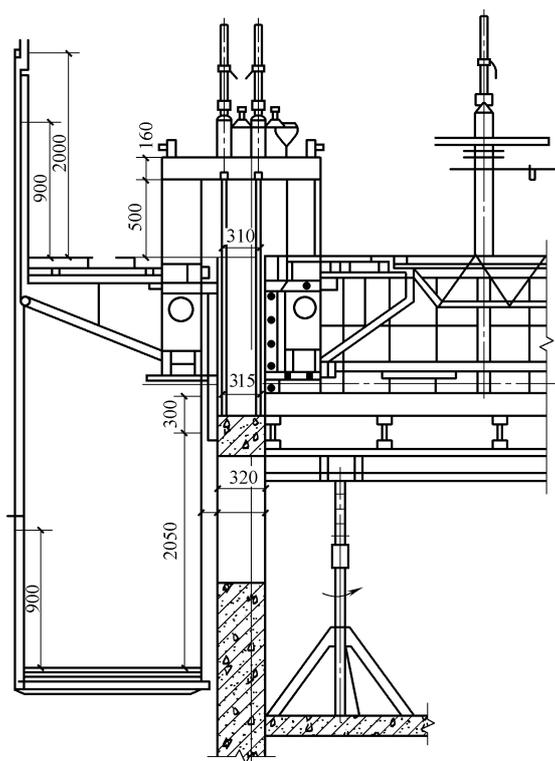


图 5-57 活动平台板吊开后施工楼板

(3) 操作平台分为主操作平台和上辅助平台（料台）两种，一般只设置主操作平台。上辅助平台的承重桁架（或大梁）的支柱，大多支承于提升架的顶部，如图 5-58 所示。设置上辅助平台时，应特别注意其结构稳定性。

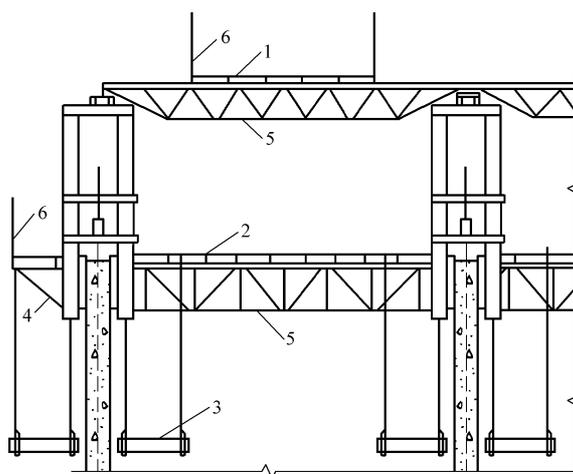


图 5-58 操作平台剖面示意图

1—上辅助平台 2—主操作平台 3—吊脚手架 4—三角挑架 5—承重桁架 6—防护栏杆

(4) 主操作平台一般分为内操作平台和外操作平台两部分。内操作平台通常由承重桁架（或梁）与平台辅板组成，承重桁架（或梁）的两端可支承于提升架的立柱上，亦可通过托架支承于上下围圈上，如图 5-59 所示。

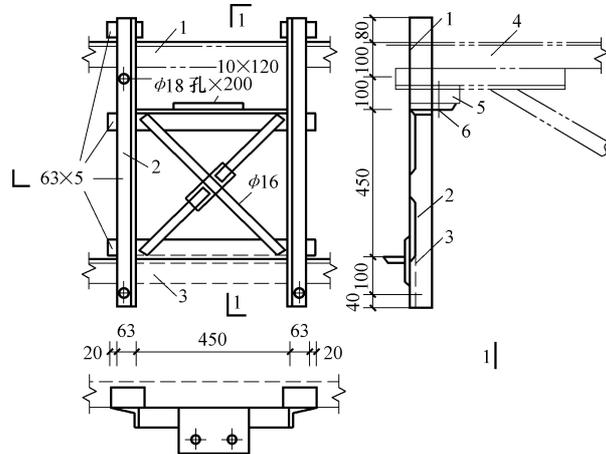


图 5-59 托架构造图

1—上围圈 2—托架 3—下围圈 4—承重桁架 5—桁架端部垫木 6—连接螺栓

(5) 吊脚手架又称下辅助平台或吊架。根据安装部位不同，一般分为内、外两种吊脚手架。内吊脚手架可挂在提升架和操作平台的桁架上，外吊脚手架可挂在提升架和外挑三角架上，如图 5-60 所示。

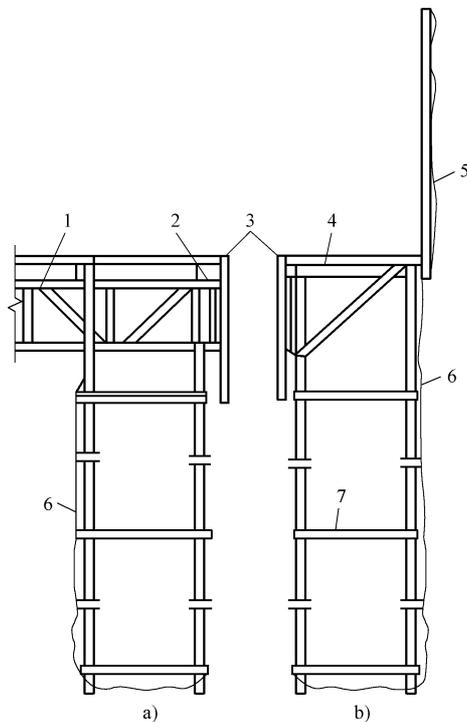


图 5-60 吊脚手架

1—桁架 2—围圈 3—模板 4—外挑三角架 5—栏杆 6—安全网 7—横楞

4. 液压提升系统

液压提升系统主要由支承杆、液压千斤顶、液压控制台和油路等部分组成。

(1) 支承杆又称爬杆、千斤顶杆或钢筋轴等。它支承着作用于千斤顶的全部荷载。支承杆的连接方法，常用的有3种：螺纹连接、榫接和剖口焊接，如图5-61所示。

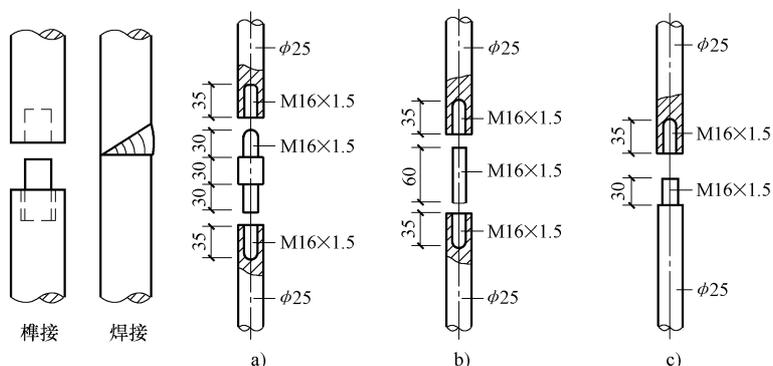


图 5-61 支承杆的连接

a) 双母螺纹连接 b) 双母螺纹连接 c) 公母螺纹连接

(2) 工具式支承杆的底部，一般用套靴或钢垫板支承，如图5-62所示。

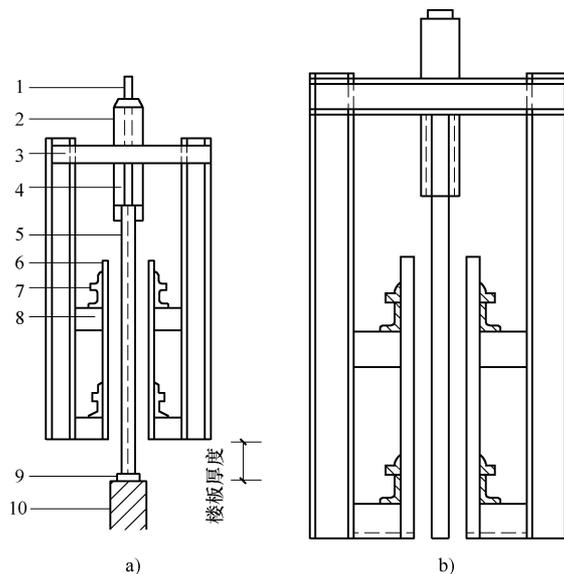


图 5-62 工具式支承杆回收装置

a) 活动套管伸出至楼板底部墙体 b) 活动套管缩回，下端与模板下口相平

1—支承杆 2—松卡式千斤顶 3—提升架 4—套筒 5—活动套筒

6—模板 7—围圈 8—支托 9—钢垫板 10—混凝土墙板

(3) 工具式支承杆的拔出，一般采用人工用管钳、双作用液压千斤顶、倒置液压千斤顶或杠杆式拔杆器。杠杆式拔杆器示意如图5-63所示。

(4) 支承杆的加固一般可采用方木、钢管、拼装柱盒及假柱等方法，如图5-64所示。

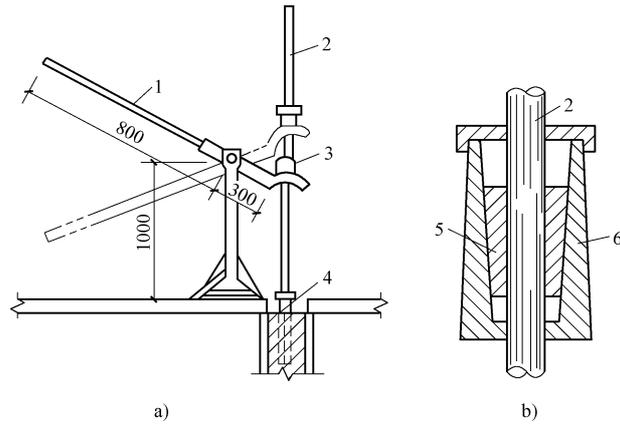


图 5-63 杠杆式拔杆器

a) 工作图 b) 夹杆盒

1—杠杆 2—工具式支承杆 3—上夹杆盒（拔杆用） 4—下夹杆盒（保险用） 5—夹块 6—夹杆盒外壳

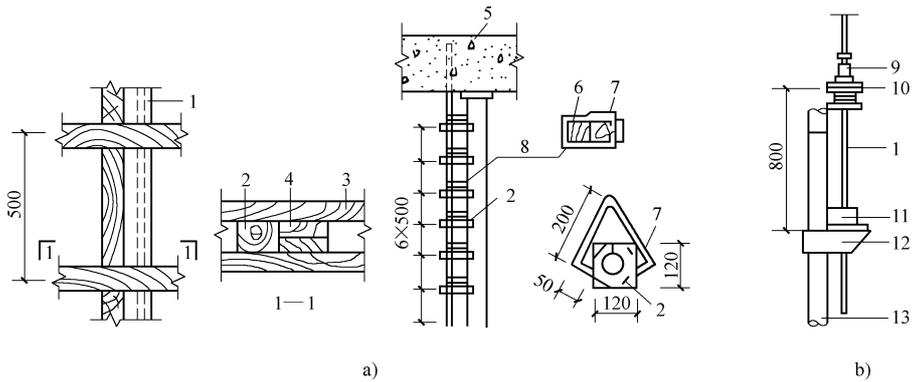


图 5-64 支承杆的加固

a) 方木加固 b) 钢管加固 c) 柱盒加固 (0、1、2、3 为先后拼装顺序) d) 假柱加固

1—支承架 2—木枋 3—横拉木 4—木夹板 5—梁 6—支承杆 7—钢筋箍 8—垫木 9—千斤顶
10—提升架横梁 11—传力夹具 12—传力牛腿 13—圆钢管 14—半只柱盒 15—楔子
16—挡板 17—假柱 18—夹层

(5) 对于梁跨中部位的成组脱空支承杆，也可采用扣件式钢管脚手架组成支柱进行加固，如图 5-65 所示。

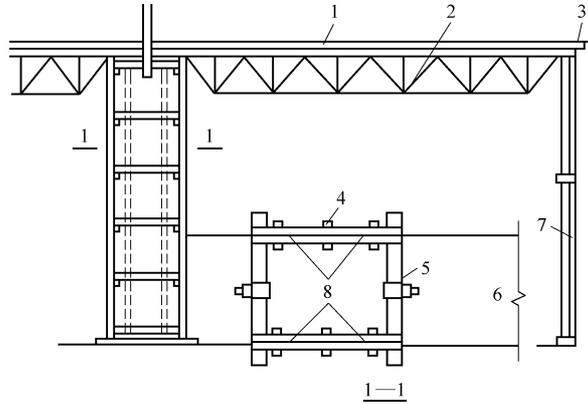


图 5-65 梁跨中成组支承杆加固

1—梁底模 2—梁桁架 3—梁端 4—夹紧支承杆螺栓 5—钢管扣件 6—大梁 7—支柱 8—支承杆

(6) 液压千斤顶又称穿心式液压千斤顶或爬升器。目前国内生产的滑模液压千斤顶型号主要有滚珠卡具 GYD-35 型 (图 5-66)、GSD-35 型 (图 5-67)、QGYD-60 型 (图 5-68) 和楔块卡具 OYD-35 型、QYD-60 型、QYD-100 型、松卡式 SQD-90-35 型和混合式 QGYD-60 型等型号。

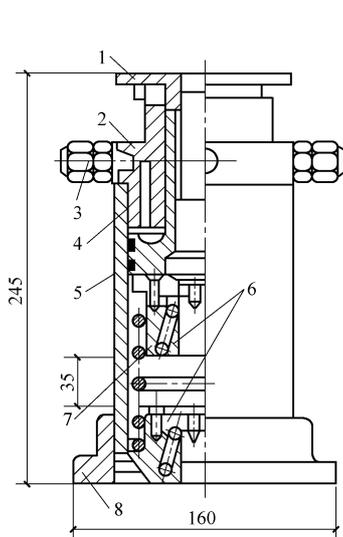


图 5-66 GYD-35 型千斤顶

1—行程调节帽 2—缸盖 3—油嘴 4—缸筒
5—活塞 6—卡头 7—弹簧 8—底座

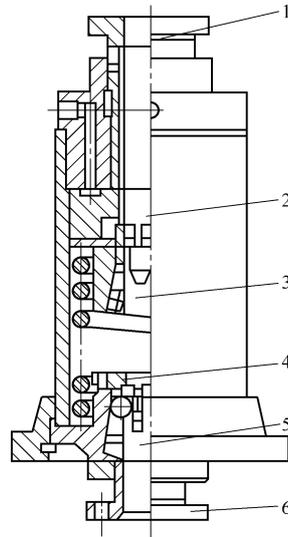


图 5-67 GSD-35 型松卡式千斤顶

1—上卡头松卡螺栓 2—上压筒 3—上卡头
4—下压筒 5—下卡头 6—下卡头松卡螺栓

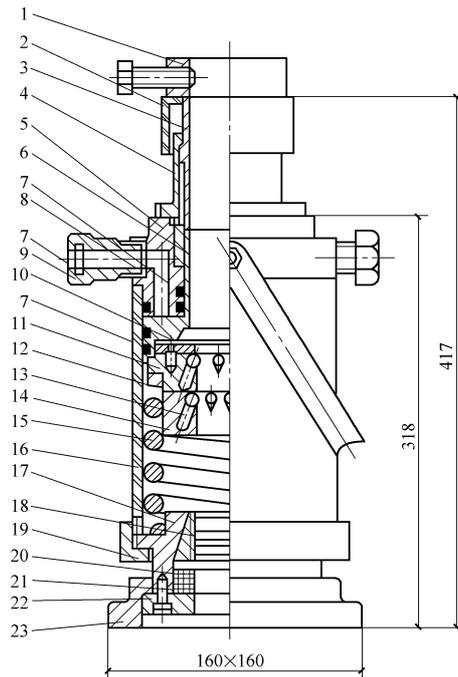


图 5-68 QGYD-60 型液压千斤顶

- 1—限位挡环 2—防尘帽 3—限位管 4—套筒 5—缸盖 6—活塞 7—密封圈 8—垫圈 9—油嘴 10—卡头盖
 11—上卡头体 (I) 12—滚珠 13—小弹簧 14—上卡头体 (II) 15—回油弹簧 16—缸筒 17—下卡头体
 18—楔块 19—连接螺母 20—支架 21—楔块弹簧 22—夹紧垫圈 23—底座

5. 液压控制台

(1) 液压控制台是液压传动系统的控制中心，是液压滑模的心脏。主要由电动机、齿轮液压泵、换向阀、溢流阀、液压分配器和油箱等组成，如图 5-69 所示。

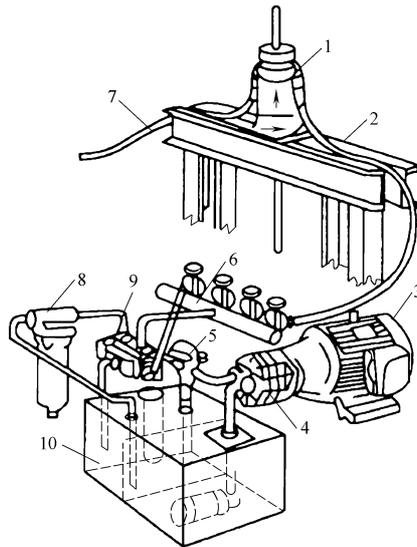


图 5-69 液压传动系统示意图

- 1—液压千斤顶 2—提升架 3—电动机 4—齿轮液压泵 5—溢流阀 6—液压分配器
 7—油管 8—滤油器 9—换向阀 10—油箱

(2) 齿轮泵的工作原理如图 5-70 所示。电磁换向阀的工作原理如图 5-71 所示。

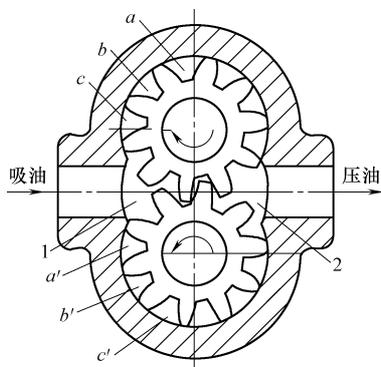


图 5-70 齿轮泵工作原理图

1—吸油腔 2—压油腔 a、b、c、a'、b'、c'—齿间

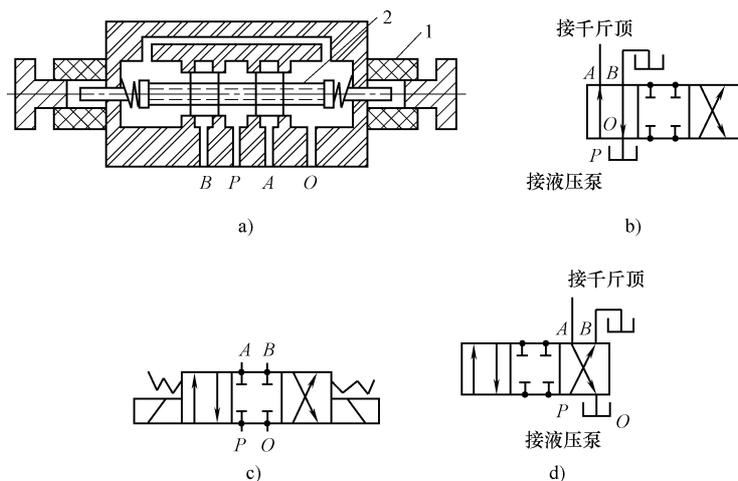


图 5-71 电磁换向阀工作原理图

a) 阀芯在中间位置 b) 三位四通电磁换向阀简图 c) 阀芯推向右侧 d) 阀芯推向左侧

1—电磁铁 2—阀芯

6. 油路系统

(1) 油路系统是连接控制台到千斤顶的液压通路，主要由油管、管接头、液压分配器和截止阀等元、器件组成。油路的布置一般采取分级方式，即：从液压控制台通过主管到分油器，从分油器经分油管到支分油器，从支分油器经胶管到千斤顶，如图 5-72 所示。

(2) 钢管接头可采用卡套式管接头，如图 5-73 所示。

(3) 截止阀又叫针形阀，用于调节管路及千斤顶的液体流量，控制千斤顶的升差。一般设置于分油器上或千斤顶与管路连接处。截止阀的构造如图 5-74 所示。

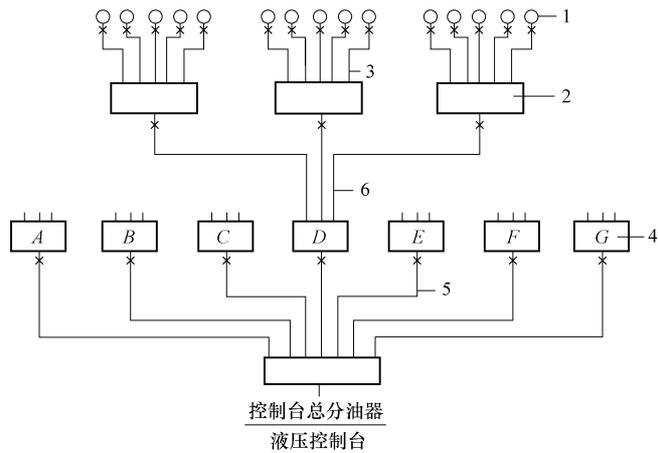


图 5-72 油路布置示意图

1—千斤顶 2—支油器 3—支油管 4—分油器 5—主管 6—分油管

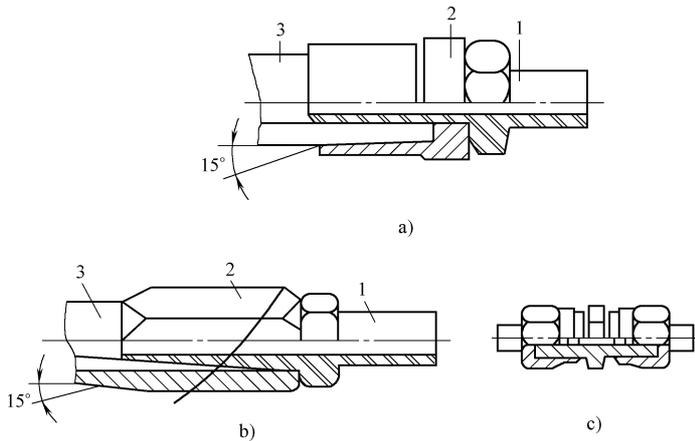


图 5-73 胶管接头与钢管接头

a) 扣压式胶管接头 b) 可拆式胶管接头 c) 卡套式钢管接头
1—B 型接头芯 2—接头外套 3—胶管

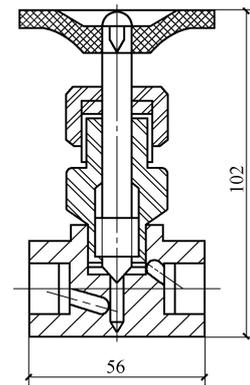


图 5-74 截止阀构造

7. 滑模装置的组装

(1) 滑模装置各种构件的制作应符合现行国家标准的有关规定，其允许偏差应符合表 5-20 的规定。其构件表面，除支承杆及接触混凝土的模板表面外，均应刷防锈涂料。

表 5-20 构件制作的允许偏差

(单位: mm)

名称	内容	允许偏差
钢模板	高度	±1
	宽度	-0.7~0
	表面平整度	±1
	侧面平直度	±1
	连接孔位置	±0.5

(续)

名 称	内 容	允许偏差
围圈	长度	-5
	弯曲长度 $\leq 3\text{m}$	± 2
	弯曲长度 $> 3\text{m}$	± 4
	连接孔位置	± 0.5
提升架	高度	± 3
	宽度	± 3
	围圈支托位置	± 2
	连接孔位置	± 0.5
支承杆	弯曲	$< (1/1000)L$
	$\phi 25$ 圆钢 直径	$-0.5 \sim +0.5$
	$\phi 48 \times 3.5$ 钢管 直径	$-0.2 \sim +0.5$
	椭圆度公差	$-0.25 \sim +0.25$
	对接焊缝凸出母材	$< +0.25$

注： L 为支承杆加工长度。

(2) 滑模装置组装的允许偏差应满足表 5-21 的规定。

表 5-21 滑模装置组装的允许偏差 (单位: mm)

内 容		允许偏差
模板结构轴线与相应结构轴线位置		3
围圈位置偏差	水平方向	3
	垂直方向	3
提升架的垂直偏差	平面内	3
	平面外	2
安放千斤顶的提升架横梁相对标高偏差		5
考虑倾斜度后模板尺寸的偏差	上口	-1
	下口	+2
千斤顶位置安装的偏差	提升架平面内	5
	提升架平面外	5
圆模直径、方模边长的偏差		$-2 \sim +3$
相邻两块模板平面平整偏差		1.5

(3) 混凝土入模时的坍落度应符合表 5-22 的规定。

表 5-22 混凝土入模时的坍落度 (单位: cm)

结构种类	坍 落 度	
	非泵送混凝土	泵送混凝土
墙板、梁、柱	50 ~ 70	100 ~ 160
配筋密集的结构 (筒体结构及细长柱)	60 ~ 90	120 ~ 180
配筋特密结构	90 ~ 120	140 ~ 200

注: 采用人工捣实时, 非泵送混凝土的坍落度可适当增大。

(4) 当门、窗框采用预先安装时, 门、窗和衬框(或衬模)的总宽度, 应比模板上口尺寸小 5~10mm。安装应有可靠的固定措施, 偏差应满足表 5-23 的规定。

表 5-23 门、窗框安装的允许偏差 (单位: mm)

项 目	允许偏差	
	钢 门 窗	铝合金(或塑钢)门窗
中心线位移	5	5
框正、侧面垂直度	3	2
框对角线长度		
≤2000mm	5	2
>2000mm	6	3
框的水平度	3	1.5

(5) 轨道安装的允许偏差应符合表 5-24 的规定。

表 5-24 轨道安装的允许偏差 (单位: mm)

项 目	允许偏差	
	溢 流 面	其 他
标高	-2	±5
轨距	±3	±3
轨道中心线	3	3

(6) 复合壁滑模施工的壁厚允许偏差应符合表 5-25 的规定。

表 5-25 复合壁滑模施工的壁厚允许偏差 (单位: mm)

项 目	壁厚允许偏差		
	混凝土强度较高的壁	混凝土强度较低的壁	总 壁 厚
允许偏差	-5 ~ +10	-10 ~ +5	-5 ~ +8

(7) 抽孔滑模施工允许偏差应符合表 5-26 的规定。

表 5-26 抽孔滑模施工允许偏差

项 目	管或孔的直径偏差	芯管安装位置偏差	管中心垂直度偏差	芯管的长度偏差	芯管的锥度范围
允许偏差	±3mm	<10mm	<2‰	±10mm	0~0.2%

(8) 滑模施工工程混凝土结构的允许偏差应符合表 5-27 的规定。

表 5-27 滑模施工工程混凝土结构的允许偏差 (单位: mm)

项 目		允许偏差
轴线间的相对位移		5
圆形筒体结构	半径	≤5m
		>5m

(续)

项 目			允许偏差
标高	每层	高层	±5
		多层	±10
	全高		±30
垂直度	每层	层高小于或等于5m	5
		层高大于5m	层高的0.1%
	全高	高度小于10m	10
		高度大于或等于10m	高度的0.1%，不得大于30
墙、柱、梁、壁截面尺寸偏差			+8，-5
表面平整（2m靠尺检查）		抹灰	8
		不抹灰	5
门窗洞口及预留洞口位置偏差			15
预埋件位置偏差			20

5.4 胶合板

混凝土结构所用的胶合板模板有木质胶合板和竹胶合板两类。

1. 木胶合板模板

(1) 混凝土模板用胶合板的规格尺寸应符合表 5-28 的规定。

表 5-28 混凝土模板用胶合板的规格尺寸

(单位：mm)

幅面尺寸				厚 度
模 数 制		非 模 数 制		
宽 度	长 度	宽 度	长 度	
—	—	915	1830	≥12 ~ <15 ≥15 ~ <18 ≥18 ~ <21 ≥21 ~ <24
900	1800	1220	1830	
1000	2000	915	2135	
1200	2400	1220	2440	
—	—	1250	2600	

注：其他规格尺寸由供需双方协议。

(2) 各等级混凝土模板用胶合板出厂时的物理力学性能应符合表 5-29 的规定。

表 5-29 各等级混凝土模板用胶合板物理力学性能指标值

项 目	单 位	厚度/mm			
		≥12 ~ <15	≥15 ~ <18	≥18 ~ <21	≥21 ~ <24
含水率		6% ~ 14%			
胶合强度	MPa	≥0.70			

(续)

项 目		单 位	厚度/mm			
			≥12 ~ <15	≥15 ~ <18	≥18 ~ <21	≥21 ~ <24
静曲强度	顺纹	MPa	≥50	≥45	≥40	≥35
	横纹		≥30	≥30	≥30	≥25
弹性模量	顺纹	MPa	≥6000	≥6000	≥5000	≥5000
	横纹		≥4500	≥4500	≥4000	≥4000
浸渍剥离性能		—	浸渍胶膜纸贴面与胶合板表层上的每一边累计剥离长度不超过 25mm			

2. 竹胶合板模板

(1) 竹胶合板断面构造, 如图 5-75 所示。

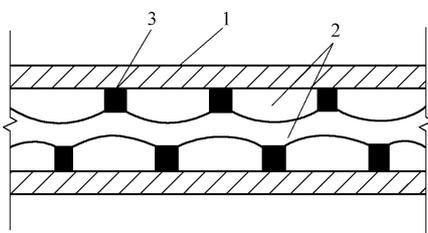


图 5-75 竹胶合板断面示意

1—竹席或薄木片表板 2—竹帘芯板 3—胶粘剂

(2) 幅面规格按表 5-30 规定。如经供需双方协议, 可不受表 5-30 的限制。

表 5-30 竹材胶合板幅面尺寸

(单位: mm)

长 度	宽 度	长 度	宽 度
1830	915	2135	915
2000	1000	2440	1220

(3) 各类竹材胶合板的厚度偏差均不得超过表 5-31 规定。

表 5-31 竹材胶合板厚度允许偏差

(单位: mm)

厚度公称尺寸	A 类			B 类	
	优 等 品	一 等 品	合 格 品	一 等 品	合 格 品
12	±0.5	±0.8	±1.1	±0.9	±1.2
15	±0.6	±0.9	±1.2	±1.0	±1.3
18	±0.7	±1.0	±1.3	±1.1	±1.4

(4) A 类竹材胶合板的物理力学性能应符合表 5-32 的规定。

表 5-32 A 类竹材胶合板物理力学性能指标

项 目			单 位	75 型	65 型	55 型
含水率				5% ~ 14%		
静曲强度 不小于	干状	纵向	MPa	90	80	70
		横向		60	55	50
	湿状	纵向		70	65	60
		横向		50	45	40
弹性模量 不小于	干状	纵向		7.5×10^3	6.5×10^3	5.5×10^3
		横向		5.5×10^3	4.5×10^3	3.5×10^3
	湿状	纵向		6.0×10^3	5.0×10^3	4.0×10^3
		横向		4.0×10^3	3.5×10^3	3.0×10^3
胶合性能			—	无完全脱离		
吸水厚度膨胀率				$\leq 5\%$		
表面耐磨（磨耗值）			mg/100r	≤ 70		
表面耐龟裂			—	≤ 1 级		

(5) B 类竹材胶合板的物理力学性能应符合表 5-33 的规定。

表 5-33 B 类竹材胶合板物理力学性能指标

项 目			单 位	70 型	60 型	50 型
含水率				5% ~ 14%		
静曲强度 不小于	干状	纵向	MPa	90	70	50
		横向		50	40	25
	湿状	纵向		70	55	40
		横向		45	35	20
弹性模量 不小于	干状	纵向		7.0×10^3	6.0×10^3	5.0×10^3
		横向		4.0×10^3	3.5×10^3	2.5×10^3
	湿状	纵向		6.0×10^3	5.0×10^3	4.0×10^3
		横向		3.5×10^3	3.0×10^3	2.0×10^3
胶合性能			—	无完全脱离		
吸水厚度膨胀率				$\leq 8\%$		

注：纵向指平行于板长方向，横向指垂直于板长方向。

5.5 木模板

1. 木模板组成

木模板由平面模板和配件等组成。平面模板直接与混凝土接触，配件则支承平面模板使其稳固。

(1) 定型模板和拼板模板示意如图 5-76 所示。

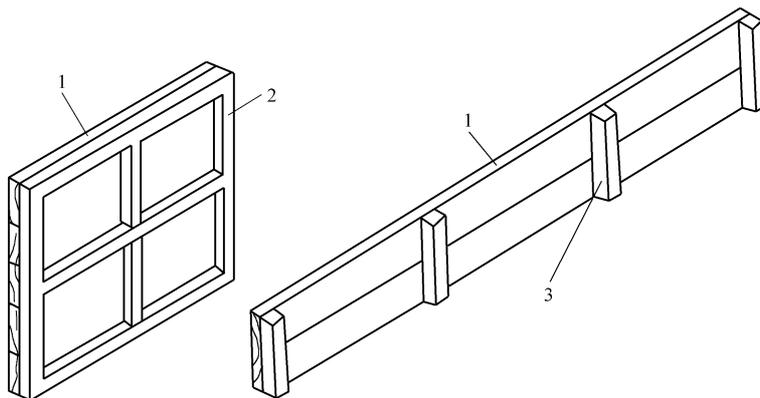


图 5-76 定型模板和拼板模板示意

1—木板 2—木框 3—木档

(2) 配件包括顶撑、柱箍、搁栅、托木、夹木、斜撑、横担、牵杠、拉杆、搭头木、垫板、木楔、木桩等。木顶撑及钢顶撑的立面如图 5-77 所示；钢柱箍和钢木柱箍平面图如图 5-78 所示。

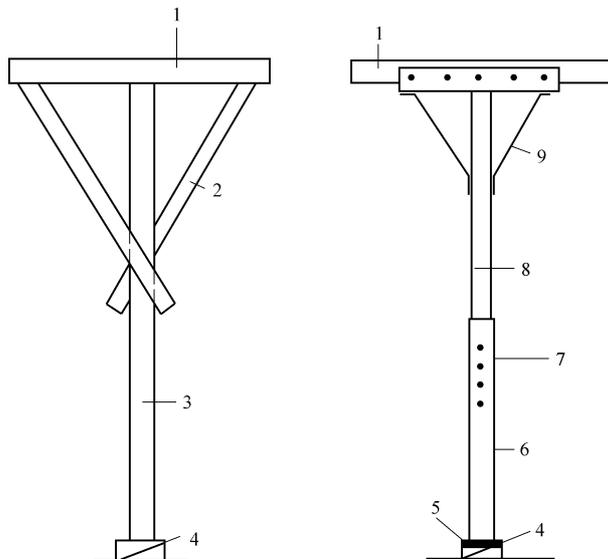


图 5-77 木顶撑与钢顶撑立面图

1—帽木 100×100 方木 2—斜撑 75×50 方木 3—立柱 100×100 方木或 $\phi 120$ 原木 4—木楔 5—底座
6—外管 $\phi 63$ 钢管 7—销子 $\phi 12$ 8—内管 $\phi 50$ 钢管 9—斜撑 $\phi 12$ 圆钢

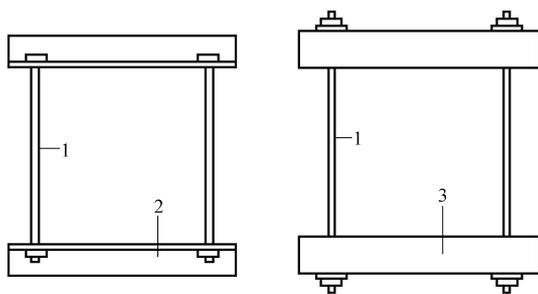


图 5-78 钢柱箍和钢木柱箍平面图

1—螺栓 2—角钢 3—方木

2. 预制柱木模板

预制柱木模板由底板、侧板、横担、托木、夹木、木楔、垫板、搭头木等组成。其剖面如图 5-79 所示。

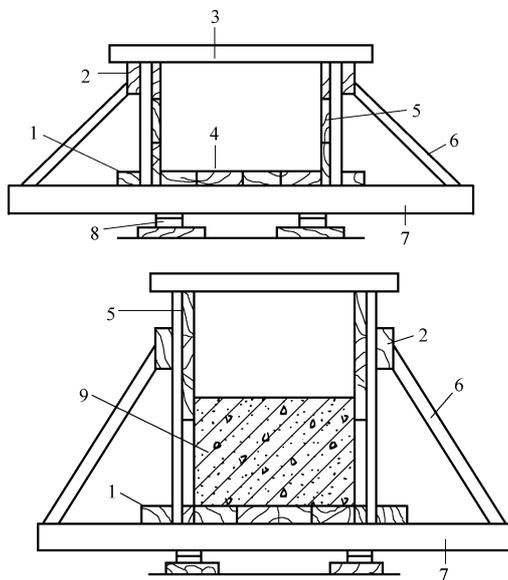


图 5-79 预制柱木模板剖面图

1—夹木 2—托木 3—搭头木 4—底板 5—侧板 6—斜撑 7—横担 8—木楔 9—已浇筑钢筋混凝土柱

3. 预制 I 形柱木模板

预制 I 形柱木模板由底板、侧板、上芯模、下芯模、横担、托木、夹木、斜撑、搭头木、木楔、垫板等组成。其剖面如图 5-80 所示。

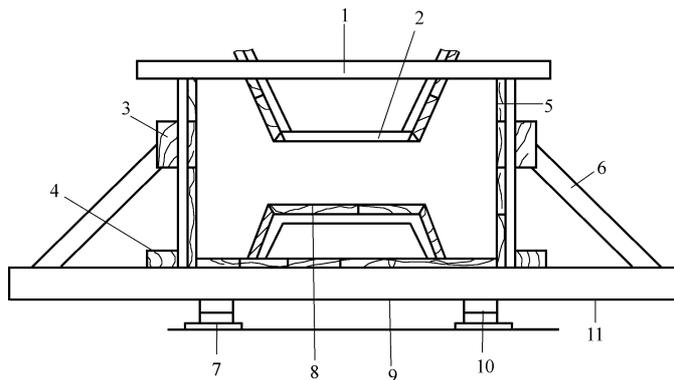


图 5-80 预制 I 形柱木模板剖面图

1—搭头木 2—上芯模 3—托木 4—夹木 5—侧板 6—斜撑 7—垫板 8—下芯模 9—底板 10—木楔 11—横担

4. 预制 T 形梁木模板

预制 T 形梁木模板由底板、侧板、立档、托木、夹木、横担、木楔、垫板、斜撑、搭头木等组成。其剖面如图 5-81 所示。

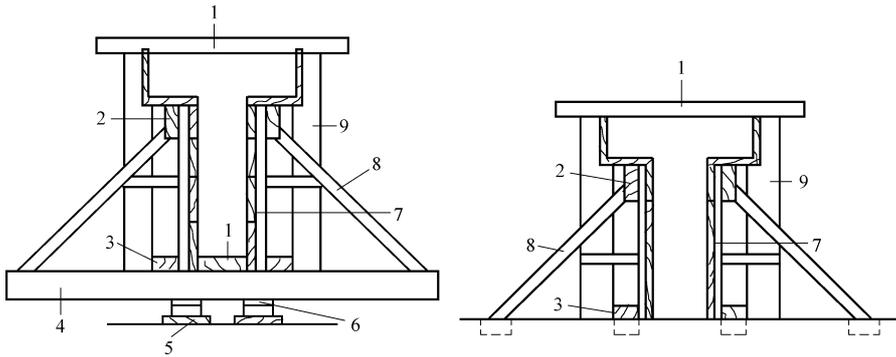


图 5-81 预制 T 形梁木模板

1—搭头木 2—托木 3—夹木 4—横担 5—垫板 6—木楔 7—侧板 8—斜撑 9—立档

5. 预制薄腹梁木模板

预制薄腹梁木模板由底板、侧板、上芯模、下芯模、托木、夹木、横担、斜撑、搭头木、木楔、垫板等组成。其剖面如图 5-82 所示。

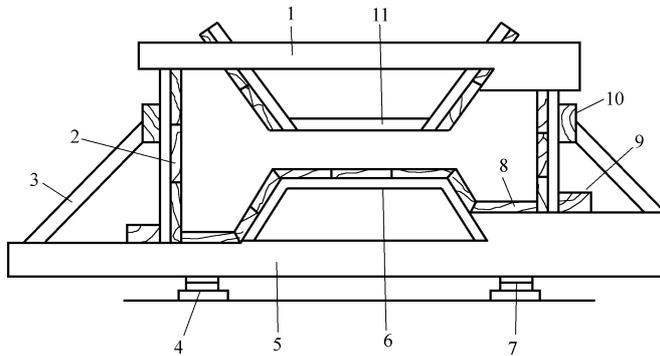


图 5-82 预制薄腹梁木模板

1—搭头木 2—侧板 3—斜撑 4—垫板 5—横担 6—下芯模 7—木楔 8—底板 9—夹木 10—托木 11—上芯模

6. 基础木模板

混凝土基础的形式有带形基础、有地梁带形基础、阶形基础、杯形基础等，图 5-83 所示是混凝土基础四种形式的立体示意。

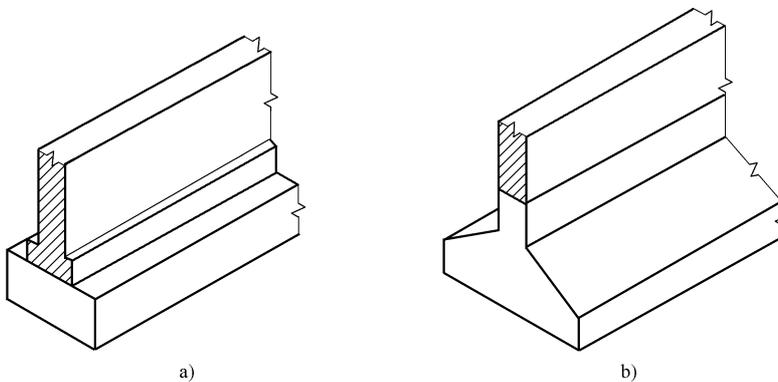


图 5-83 混凝土基础形式

a) 带形基础 b) 有地梁带形基础

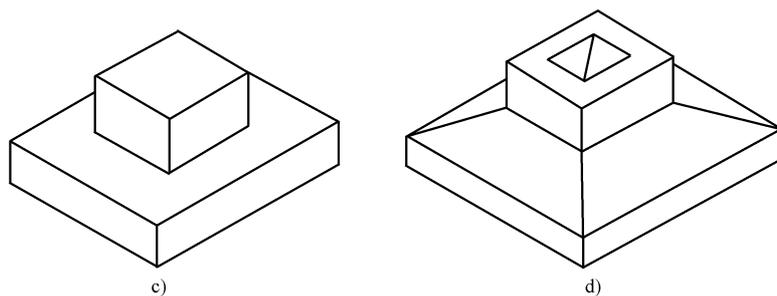


图 5-83 混凝土基础形式 (续)

c) 阶形基础 d) 杯形基础

带形基础木模板如图 5-84 所示。

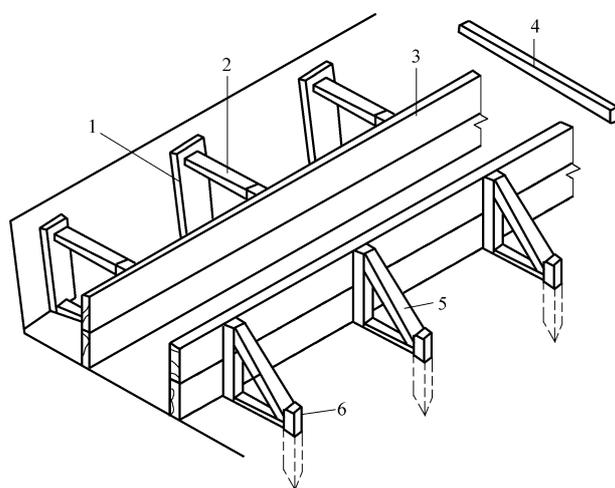


图 5-84 带形基础木模板

1—垫板 2—平撑 3—侧板 4—搭头木 5—斜撑 6—木桩

有地梁带形基础木模板如图 5-85 所示。

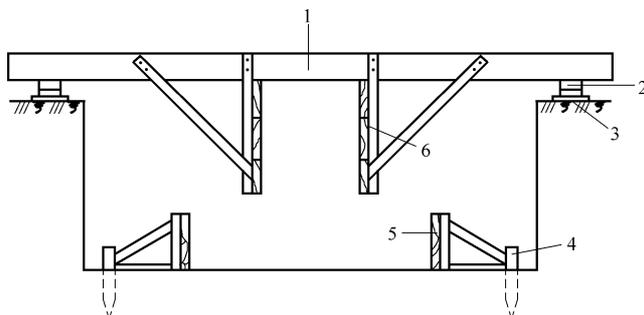


图 5-85 有地梁带形基础木模板

1—横担 2—木楔 3—垫板 4—木桩 5—下阶侧板 6—地梁侧板

阶形基础木模板如图 5-86 所示。

杯形基础木模板如图 5-87 所示。

7. 墙木模板

墙木模板由侧板、立档、牵杠、夹木、斜撑、木桩等组成。如图 5-88 所示。

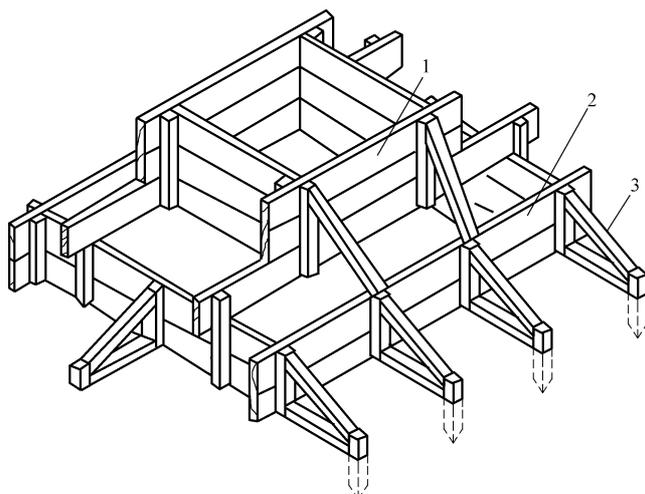


图 5-86 阶形基础木模板

1—上阶侧板 2—下阶侧板 3—斜撑

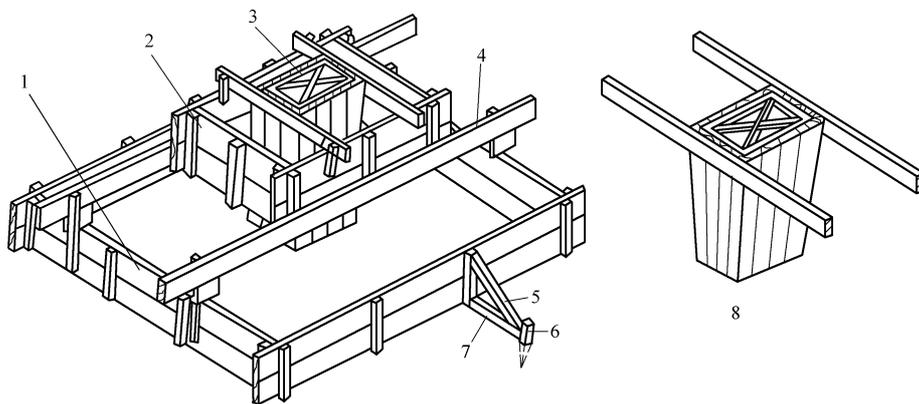


图 5-87 杯形基础木模板

1—下阶侧板 2—上阶侧板 3—杯口模 4—桥杠 5—斜撑 6—楔 7—平撑 8—杯口模

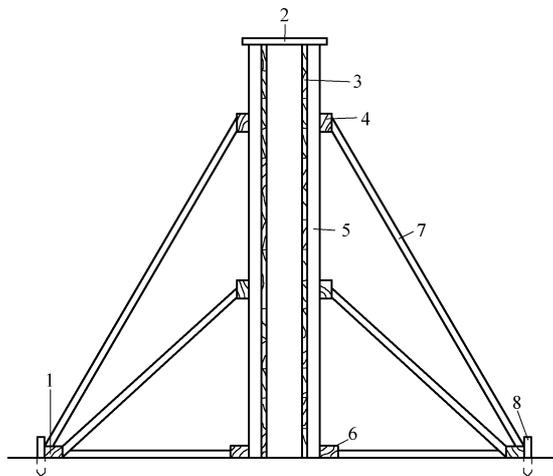


图 5-88 墙木模板

1—落地牵杠 2—搭头木 3—侧板 4—牵杠 5—立档 6—夹木 7—斜撑 8—木桩

8. 柱木模板

矩形柱木模板由侧板、底盘、柱箍等组成。侧板有两种做法，一种是两面用竖向拼板模板，另两面钉横向木板，如图 5-89 所示；另一种是四面都用竖向拼板模板，如图 5-90 所示。

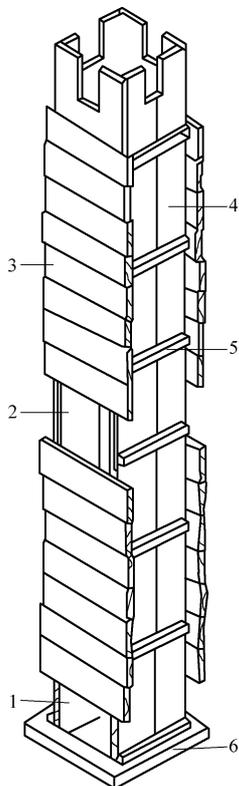


图 5-89 矩形柱木模板之一

1—清理口 2—浇灌口 3—横向板 4—竖向板 5—木档 6—底盘

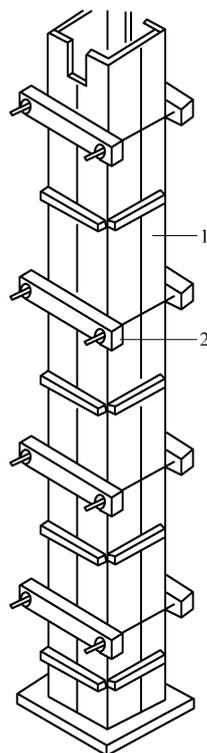


图 5-90 矩形柱木模板之二

1—柱侧板 2—柱箍

9. 梁木模板

矩形独立梁木模板由侧板、底板、托木、夹木、斜撑、顶撑、搭头木等组成。其剖面如图 5-91 所示。

10. 圈梁木模板

圈梁木模板由横担、侧板、托木、夹木、斜撑、搭头木等组成，其剖面及外立面如图 5-92 所示。

11. 过梁木模板

过梁木模板由侧板、底板、托木、夹木、顶撑、搭头木等组成。其剖面及外立面如图 5-93 所示。

12. 肋形楼板木模板

肋形楼板木模板由梁底板、梁侧板、搁栅、楼板底板、托木、夹木、顶撑、拉杆、木楔、垫板等组成。其剖面如图 5-94 所示。

13. 楼梯木模板

楼梯木模板由平台梁底板、平台梁侧板、平台底板、梯段底板、搁栅、托木、夹木、顶

撑、外帮板、反三角、拉杆、木楔、垫板、踏步侧板、木档等组成。图 5-95 所示是双跑楼梯（底层到二层之间）木模板的剖面。

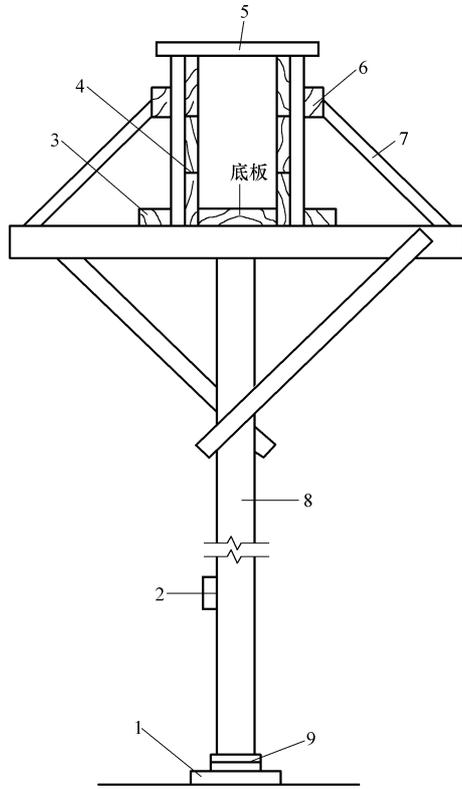


图 5-91 独立矩形梁木模板

- 1—垫板 2—拉杆 3—夹木 4—侧板 5—搭头木 6—托木 7—斜撑 8—顶撑 9—木楔

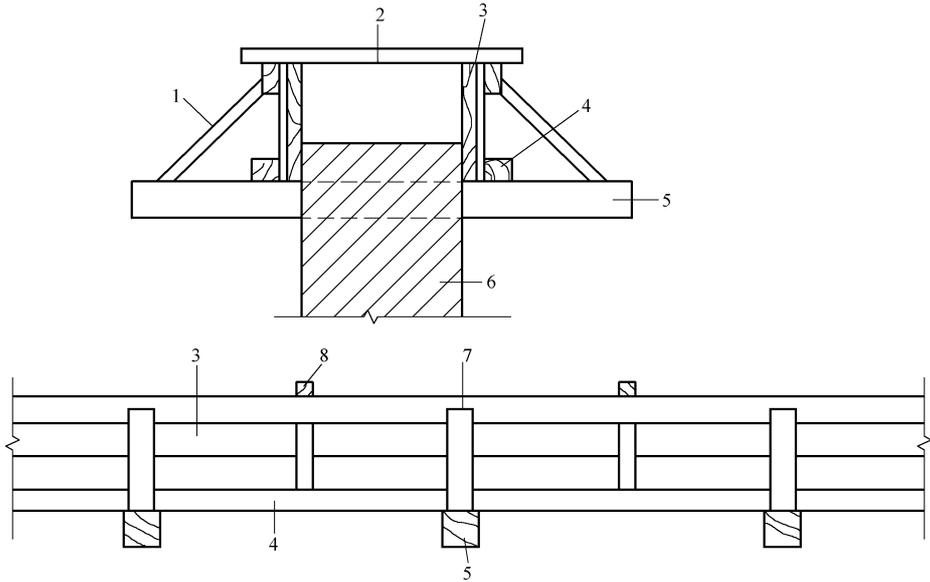


图 5-92 圈梁木模板

- 1—支撑 2—搭头木 3—圈梁侧板 4—夹木 5—横担 6—墙体 7—支撑 8—搭头木

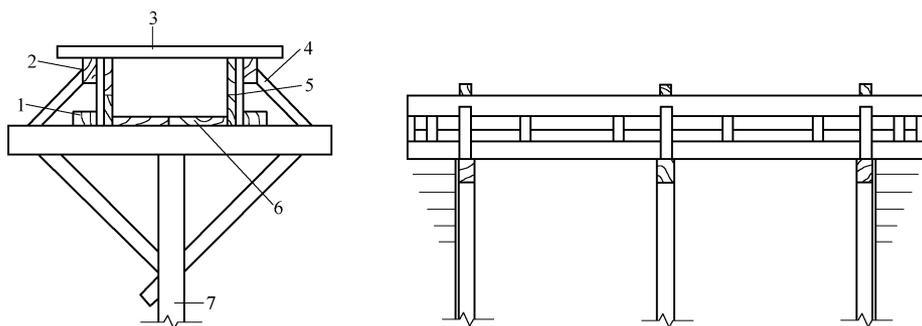


图 5-93 过梁木模板

1—夹木 2—托木 3—搭头木 4—斜撑 5—过梁侧板 6—过梁底板 7—顶撑

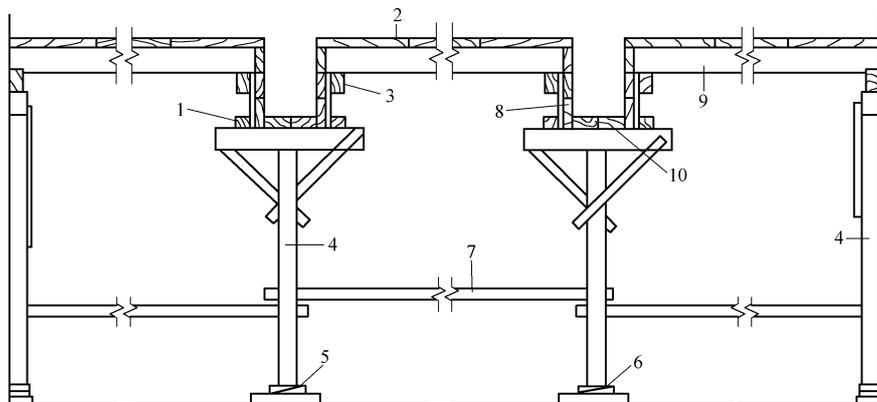


图 5-94 肋形楼板木模板

1—夹木 2—楼板底板 3—托木 4—顶撑 5—木楔 6—垫板 7—拉杆 8—梁侧板 9—搁栅 10—梁底板

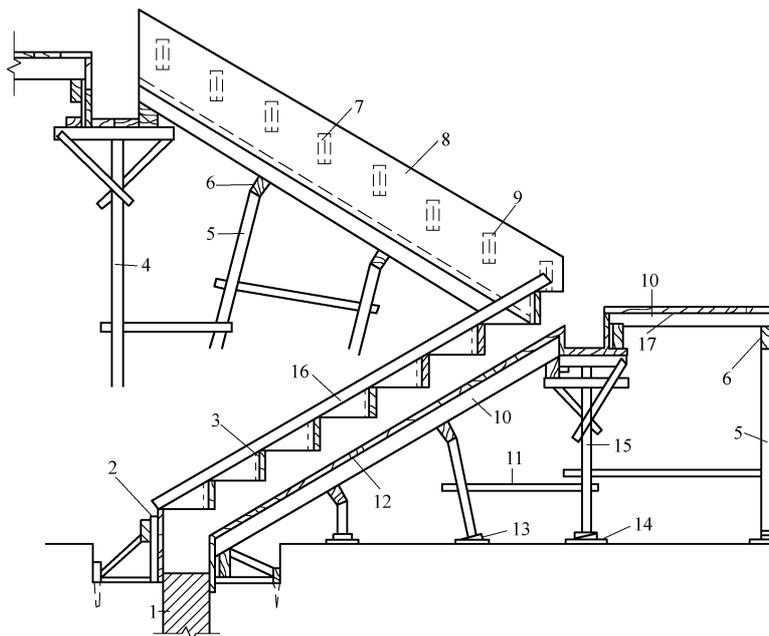


图 5-95 楼梯木模板剖面

1—基础 2—底梁侧板 3—踏步侧板 4—顶撑 5—牵杠撑 6—牵杠 7—踏步侧板 8—外帮板 9—木档
10—搁栅 11—拉杆 12—梯段底板 13—木楔 14—垫板 15—顶撑 16—反三角 17—平台板底板

6 钢筋分项工程

6.1 材料

1. 热轧带肋钢筋

(1) 热轧带肋钢筋的规格见图 6-1 和表 6-1。

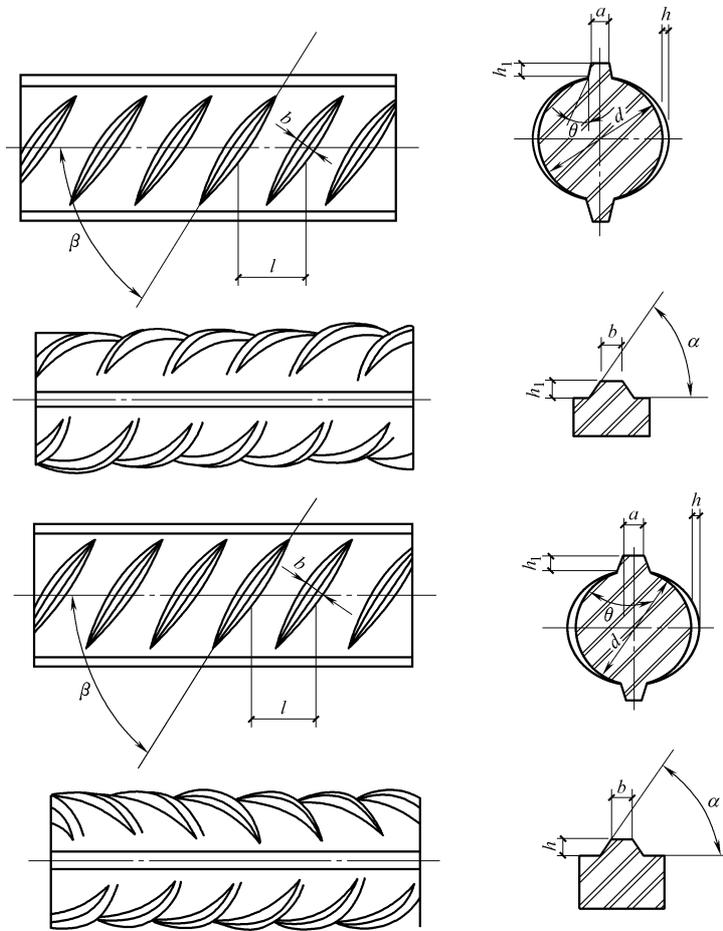


图 6-1 热轧带肋钢筋表面及截面形状

d —钢筋内径 α —横肋斜角 h —横肋高度 β —横肋与轴线夹角 h_1 —纵肋高度
 θ —纵肋斜角 a —纵肋顶宽 l —横肋间距 b —横肋顶宽

表 6-1 公称横截面面积与理论重量

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论重量/(kg/m)	实际重量与理论重量的偏差(%)
6	28.27	0.222	±7
8	50.27	0.395	
10	78.54	0.617	
12	113.1	0.888	
14	153.9	1.21	±5
16	201.1	1.58	
18	254.5	2.00	
20	314.2	2.47	
22	380.1	2.98	
25	490.9	3.85	±4
28	615.8	4.83	
32	804.2	6.31	
36	1018	7.99	
40	1257	9.87	
50	1964	15.42	

注：本表中理论重量按密度为 7.85g/cm³ 计算。

(2) 钢筋牌号及化学成分和碳当量（熔炼分析）应符合表 6-2 的规定。根据需要，钢中还可加入 V、Nb、Ti 等元素。

表 6-2 钢材的化学成分

牌 号	化学成分（质量分数）（%），不大于					
	C	Si	Mn	P	S	Ceq
HRB335 HRBF335	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.52
HRB400 HRBF400						0.54
HRB500 HRBF500						0.55

(3) 热轧带肋钢筋的力学性能见表 6-3。

表 6-3 热轧带肋钢筋的力学性能

牌 号	公称直径 d /mm	弯芯直径/mm	R_{eL} /MPa	R_m /MPa	A (%)	A_{gt} (%)
			不 小 于			
HRB335 HRBF335	6~25	$3d$	335	455	17	7.5
	28~40	$4d$				
	>40~50	$5d$				
HRB400 HRBF400	6~25	$4d$	400	540	16	
	28~40	$5d$				
	>40~50	$6d$				
HRB500 HRBF500	6~25	$6d$	500	630	15	
	28~40	$7d$				
	>40~50	$8d$				

2. 余热处理钢筋

(1) 余热处理钢筋的公称横截面面积与理论重量见表 6-4。

表 6-4 余热处理钢筋公称横截面面积与理论重量

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论重量/(kg/m)	实际重量与理论重量的偏差(%)
8	50.27	0.395	±7
10	78.54	0.617	
12	113.1	0.888	
14	153.9	1.21	±5
16	201.1	1.58	
18	254.5	2.00	
20	314.2	2.47	
22	380.1	2.98	±4
25	490.9	3.85	
28	615.8	4.83	
32	804.2	6.31	
36	1018	7.99	
40	1257	9.87	

注：本表中理论重量按密度为 7.85g/cm³ 计算。

(2) 钢的牌号及化学成分（熔炼分析）应符合表 6-5 的规定。

表 6-5 钢的牌号及化学成分

表面形状	钢筋级别	强度代号	牌 号	化学成分(%)				
				C	Si	Mn	P	S
月牙肋	Ⅲ	KL 400	20MnSi	0.17~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60	不大于	
							0.045	0.045

(3) 钢筋的力学性能和工艺性能应符合表 6-6 的规定。当冷弯试验时，受弯曲部位外表面不得产生裂纹。

表 6-6 钢筋的力学性能和工艺性能

表面形状	钢筋级别	强度等级代号	公称直径/mm	屈服点 σ_s	抗拉强度 σ_b	伸长率 δ_5	冷弯 d —弯芯直径 a —钢筋公称直径
				/MPa	/MPa	(%)	
月牙肋	Ⅲ	KL400	8~25	400	600	14	$90^\circ d = 3a$ $90^\circ d = 4a$
			28~40				

3. 冷轧带肋钢筋

(1) 冷轧带肋钢筋用盘条的参考牌号和化学成分见表 6-7。

表 6-7 冷轧带肋钢筋用盘条的参考牌号和化学成分

钢筋牌号	盘条牌号	化学成分 (%)					
		C	Si	Mn	V、Ti	S	P
CRB550	Q215	0.09 ~ 0.15	≤0.30	0.25 ~ 0.55	—	≤0.050	≤0.045
CRB650	Q235	0.14 ~ 0.22	≤0.30	0.30 ~ 0.65	—	≤0.050	≤0.045
CRB800	24MnTi	0.19 ~ 0.27	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.60	Ti: 0.01 ~ 0.05	≤0.045	≤0.045
	20MnSi	0.17 ~ 0.25	0.40 ~ 0.80	1.20 ~ 1.60	—	≤0.045	≤0.045
CRB970	41MnSiV	0.37 ~ 0.45	0.60 ~ 1.10	1.00 ~ 1.40	V: 0.05 ~ 0.12	≤0.045	≤0.045
	60	0.57 ~ 0.65	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	—	≤0.035	≤0.035
CRB1170	70Ti	0.66 ~ 0.70	0.17 ~ 0.37	0.60 ~ 1.00	Ti: 0.01 ~ 0.05	≤0.045	≤0.045
	70	0.67 ~ 0.75	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	—	≤0.035	≤0.035

(2) 钢筋的力学性能和工艺性能应符合表 6-8 的规定。当进行弯曲试验时，受弯曲部位表面不得产生裂纹。反复弯曲试验的弯曲半径应符合表 6-9 的规定。

表 6-8 冷轧带肋钢筋的力学性能和工艺性能

牌号	σ_b /MPa 不小于	伸长率 (%) 不小于		弯曲试验 180°	反复弯曲 次数	松弛率 初始应力 $\sigma_{con} = 0.7\sigma_b$	
		δ_{10}	δ_{100}			1000h (%) 不大于	10h (%) 不大于
CRB550	550	8.0	—	$D = 3d$	—	—	—
CRB650	650	—	4.0	—	3	8	5
CRB800	800	—	4.0	—	3	8	5
CRB970	970	—	4.0	—	3	8	5
CRB1170	1170	—	4.0	—	3	8	5

注：表中 D 为弯心直径， d 为钢筋公称直径。

表 6-9 反复弯曲试验的弯曲半径

(单位：mm)

钢筋公称直径	4	5	6
弯曲半径	10	15	15

4. 冷轧扭钢筋

(1) 冷轧扭钢筋强度标准值应按表 6-10 采用。

表 6-10 冷轧扭钢筋强度标准值

强度级别	型 号	符 号	钢筋直径/mm	f_{yk} 或 f_{ptk}
CTB550	I	Φ^T	6.5、8、10、12	550
	II		6.5、8、10、12	550
	III		6.5、8、10	550
CTB650	III		6.5、8、10	650

(2) 冷轧扭钢筋抗拉（压）强度设计值和弹性模量应按表 6-11 采用。

表 6-11 冷轧扭钢筋抗拉（压）强度设计值和弹性模量（单位：N/mm²）

强度级别	型 号	符 号	$f_y (f'_y)$ 或 $f_{py} (f'_{py})$	弹性模量 E_s
CRB550	I	Φ^T	360	1.9×10^5
	II		360	1.9×10^5
	III		360	1.9×10^5
CRB650	III		430	1.9×10^5

(3) 冷轧扭钢筋的截面控制尺寸、节距应符合表 6-12 的规定。

表 6-12 冷轧扭钢筋的截面控制尺寸、节距

强度级别	型 号	标志直径 d/mm	截面控制尺寸/mm 不小于				节距 l_1/mm 不大于
			轧扁厚度 t_1	正方形边长 a_1	外圆直径 d_1	内圆直径 d_2	
CTB550	I	6.5	3.7	—	—	—	75
		8	4.2	—	—	—	95
		10	5.3	—	—	—	110
		12	6.2	—	—	—	150
	II	6.5	—	5.40	—	—	30
		8	—	6.50	—	—	40
		10	—	8.10	—	—	50
		12	—	9.60	—	—	80
	III	6.5	—	—	6.17	5.67	40
		8	—	—	7.59	7.09	60
		10	—	—	9.49	8.89	70
	CTB650	III	6.5	—	—	6.00	5.50
8			—	—	7.38	6.88	50
10			—	—	9.22	8.67	70

(4) 冷轧扭钢筋的公称横截面面积和理论质量应符合表 6-13 的规定。

表 6-13 冷轧扭钢筋的公称横截面面积和理论质量

强度级别	型 号	标志直径 d/mm	公称横截面面积 A_s/mm^2	理论质量/(kg/m)
CTB550	I	6.5	29.50	0.232
		8	45.30	0.356
		10	68.30	0.536
		12	96.14	0.755
	II	6.5	29.20	0.229
		8	42.30	0.332
		10	66.10	0.519
		12	92.74	0.728
	III	6.5	29.86	0.234
		8	45.24	0.355
		10	70.69	0.555

(续)

强度级别	型号	标志直径 d/mm	公称横截面面积 A_s/mm^2	理论质量/(kg/m)
CTB650	III	6.5	28.20	0.221
		8	42.73	0.335
		10	66.76	0.524

(5) 冷轧扭钢筋力学性能和工艺性能应符合表 6-14 的规定。

表 6-14 冷轧扭钢筋的力学性能和工艺性能指标

强度级别	型号	抗拉强度 σ_b /(N/mm ²)	伸长率 A (%)	180°弯曲试验 (弯心直径 = $3d$)	应力松弛率 (%) (当 $\sigma_{\text{con}} = 0.7f_{\text{ptk}}$)	
					10h	1000h
CTB550	I	≥ 550	$A_{11.3} \geq 4.5$	受弯曲部位钢筋表面 不得产生裂纹	—	—
	II	≥ 550	$A \geq 10$		—	—
	III	≥ 550	$A \geq 12$		—	—
CTB650	III	≥ 650	$A_{100} \geq 4$		≤ 5	≤ 8

注: 1. d 为冷轧扭钢筋标志直径。

2. A 、 $A_{11.3}$ 分别表示以标距 $5.65\sqrt{S_0}$ 或 $11.3\sqrt{S_0}$ (S_0 为试样原始截面面积) 的试样拉断伸长率, A_{100} 表示标距为 100mm 的试样拉断伸长率。

3. σ_{con} 为预应力钢筋张拉控制应力; f_{ptk} 为预应力冷轧扭钢筋抗拉强度标准值。

6.2 机具设备

1. 钢筋冷拉机

(1) 卷扬机式钢筋冷拉机构造如图 6-2 所示。

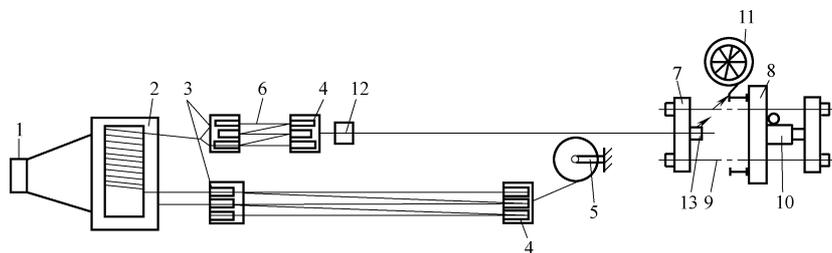


图 6-2 卷扬机式钢筋冷拉机构造示意图

1—地锚 2—卷扬机 3—定滑轮组 4—动滑轮组 5—导向滑轮 6—钢丝绳 7—活动横梁 8—固定横梁
9—传力杆 10—测力器 11—放盘架 12—前夹具 13—后夹具

(2) 阻力轮式钢筋冷拉机构造如图 6-3 所示。

(3) 液压式钢筋冷拉机构造如图 6-4 所示。

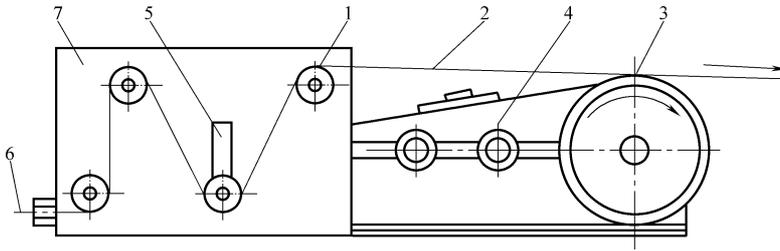


图 6-3 阻力轮式钢筋冷拉机构示意图

1—阻力轮 2—钢筋 3—绞轮 4—变速箱 5—调节槽 6—钢筋 7—支承架

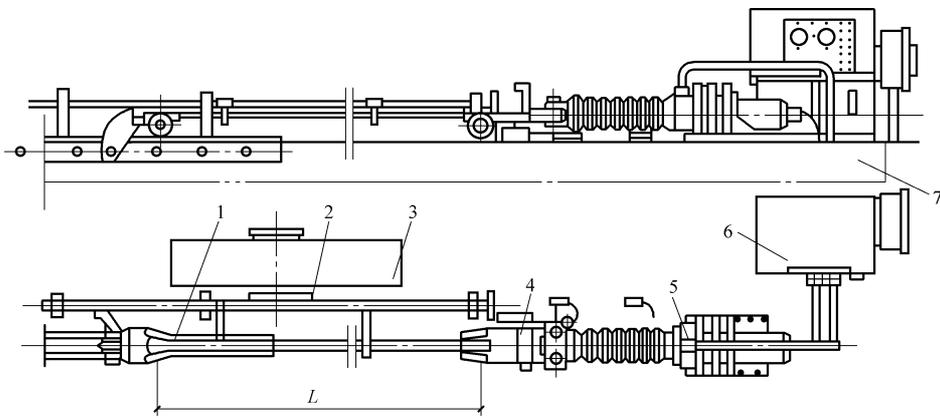


图 6-4 液压式钢筋冷拉机构示意图

1—尾端挂钩夹具 2—翻料架 3—装料小车 4—前端夹具 5—液压张拉缸 6—泵阀控制器 7—混凝土基座

2. 钢筋冷拔机

(1) 立式钢筋冷拔机构造如图 6-5 所示。

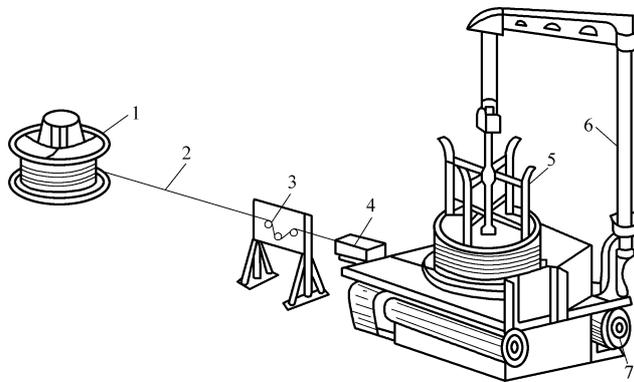


图 6-5 立式钢筋冷拔机构造示意图

1—盘料架 2—钢筋 3—阻力轮 4—拔丝模 5—卷筒 6—支架 7—电动机

(2) 卧式钢筋冷拔机构造如图 6-6 所示。

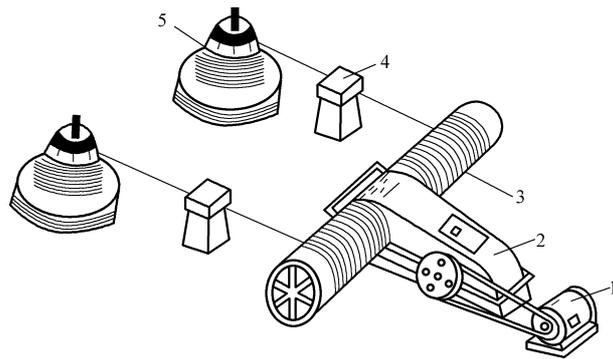


图 6-6 卧式钢筋冷拔机构造示意图

1—电动机 2—减速器 3—卷筒 4—拔丝模盒 5—承料架

3. 冷轧带肋钢筋成形机

冷轧带肋钢筋成形机是由对焊机、放线架、除锈机、润滑机、冷轧带肋钢筋成形机、拉拔机、应力消除机构、收线机及电器操作控制系统等组成的生产线，如图 6-7 所示。

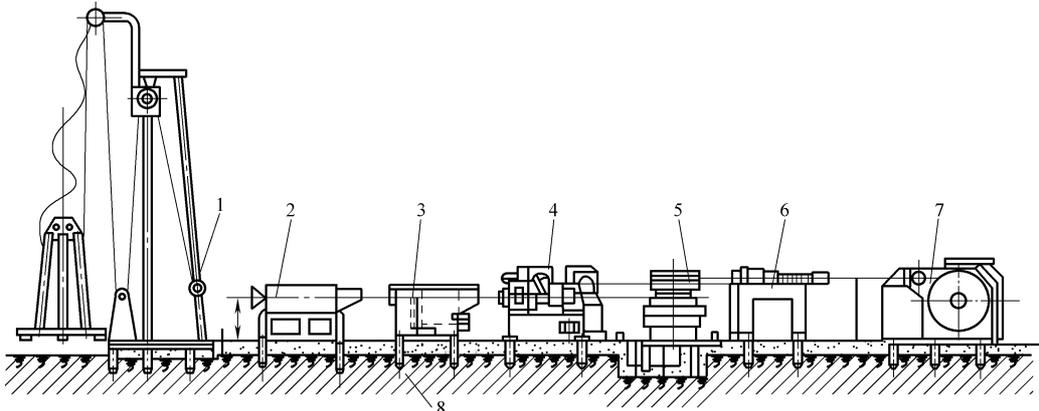


图 6-7 冷轧带肋钢筋生产线结构示意图

1—放线架 2—除锈机 3—润滑机 4—冷轧机 5—拉拔机 6—应力消除机构 7—收线机 8—操作控制系统

4. 钢筋冷轧扭机

(1) 冷轧扭机是用于冷轧扭钢筋的专用设备，它是由放盘架、调直机构、冷轧机构、冷却润滑装置、定尺切断机构、下料架以及电动机、变速器等组成，如图 6-8 所示。

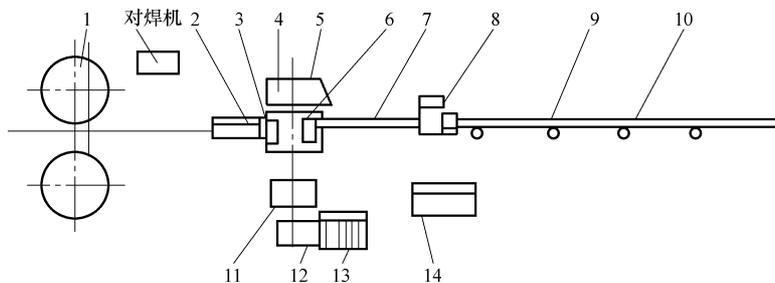


图 6-8 钢筋冷轧扭机构造

1—放盘架 2—调直机构 3、7—导向架 4—冷轧机构 5—冷却、润滑装置 6—冷扭机构 8—定尺切断机构
9—下料架 10—定位开关 11、12—变速器 13—电动机 14—操作控制台

(2) 冷轧机构是由机架、轧辊、螺母、轴向压板、调整螺钉等组成,如图 6-9 所示。扭转头的作用是把轧扁的钢筋扭成连续的螺旋状钢筋。它是由支承架、转盘、压盖、扭转辊、中心套、支承嘴等组成,其构造如图 6-10 所示。

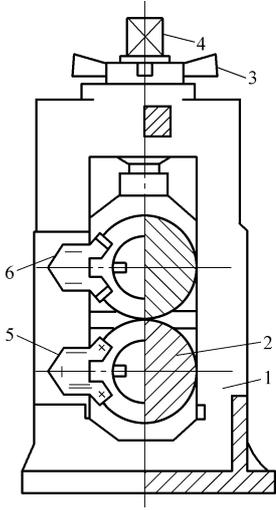


图 6-9 冷轧机构示意图
1—机架 2—轧辊 3—螺母 4—压下螺丝
5—轴向压板 6—调整螺栓

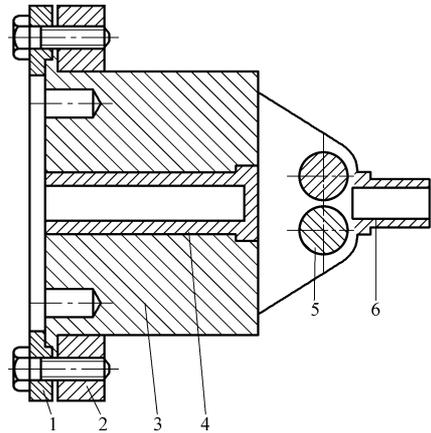


图 6-10 冷扭机构扭转头示意图
1—压盖 2—支承架 3—扭转盘 4—中心套
5—扭转辊 6—支承嘴

5. 钢筋切断机

(1) 卧式钢筋切断机构造如图 6-11 所示。

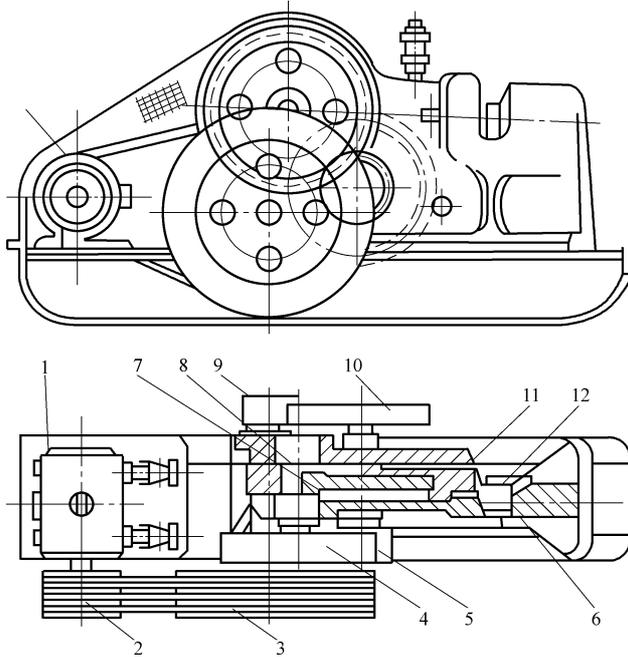


图 6-11 卧式钢筋切断机构造示意图
1—电动机 2、3—V带 4、5、9、10—减速齿化 6—固定刀片 7—连杆 8—曲柄轴 11—滑块 12—活动刀片

(2) 立式钢筋切断机构造如图 6-12 所示。

(3) 电动液压式钢筋切断机构造如图 6-13 所示。

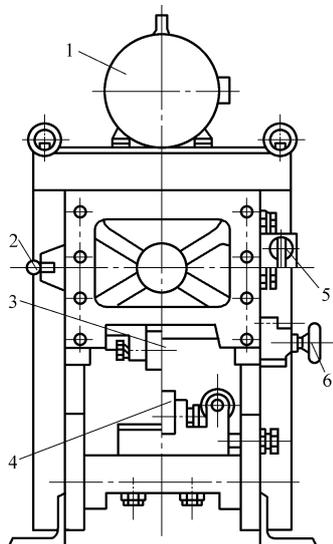


图 6-12 立式钢筋切断机构造示意图

1—电动机 2—离合器操纵杆
3—动刀片 4—固定刀片
5—电气开关 6—压料机构

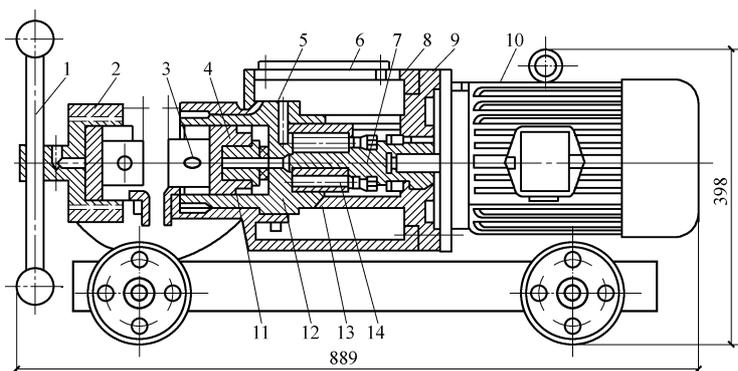


图 6-13 电动液压式钢筋切断机构造示意图

1—手柄 2—支座 3—主刀片 4—活塞 5—放油阀 6—观察玻璃
7—偏心轴 8—油箱 9—连接架 10—电动机 11—皮碗
12—液压缸体 13—液压泵缸 14—柱塞

(4) 手动液压钢筋切断机构造如图 6-14 所示。

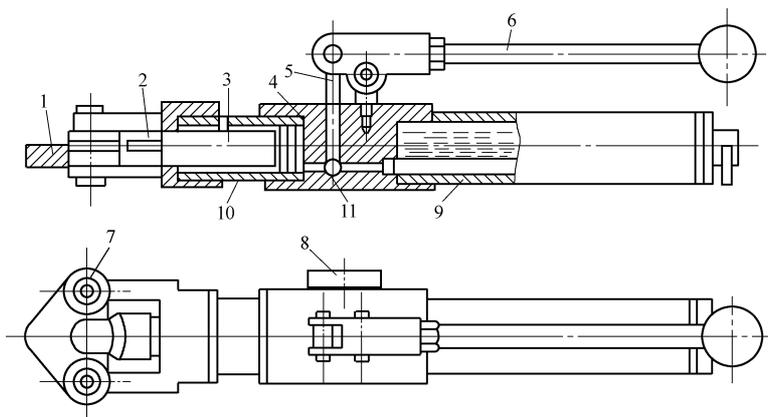


图 6-14 手动液压钢筋切断机构造示意图

1—滑轨 2—刀片 3—活塞 4—缸体 5—柱塞 6—压杆 7—拔销
8—放油阀 9—贮油筒 10—回位弹簧 11—吸油阀

(5) 钢筋切断机技术性能见表 6-15。

表 6-15 钢筋切断机技术性能

机械符号	GQ40	GQ40B	GQ50	DYQ32B
钢筋直径/mm	6~40	6~40	6~40	6~32
每分钟切断次数	40	40	30	—
切断力/kN	—	—	—	320
工作压力/(N/mm)	—	—	—	45.5
电动机功率/kW	3.0	3.0	5.5	3.0
外形尺寸(长×宽×高)/mm	1150×430×750	1200×490×570	1600×690×915	900×340×380
机重/kg	600	450	950	145

6. 钢筋弯曲机

(1) 蜗轮蜗杆式钢筋弯曲机构造如图 6-15 所示。

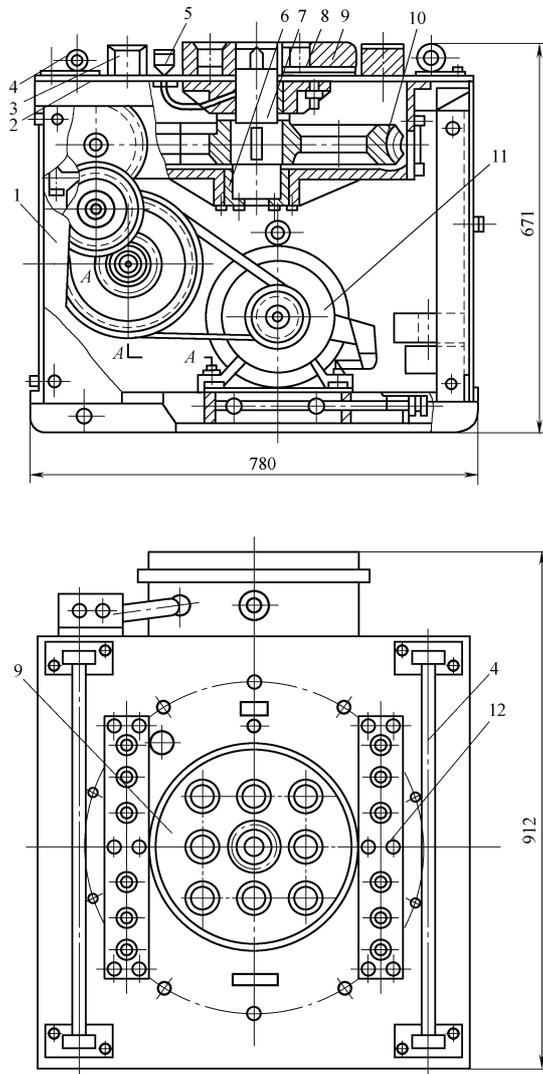


图 6-15 蜗轮蜗杆式钢筋弯曲机构造示意图

- 1—机架 2—工作台 3—插座 4—滚轴 5—油杯 6—蜗轮箱 7—工作主轴
8—立轴承 9—工作盘 10—蜗轮 11—电动机 12—孔眼条板

(2) 齿轮式钢筋弯曲机构造如图 6-16 所示。

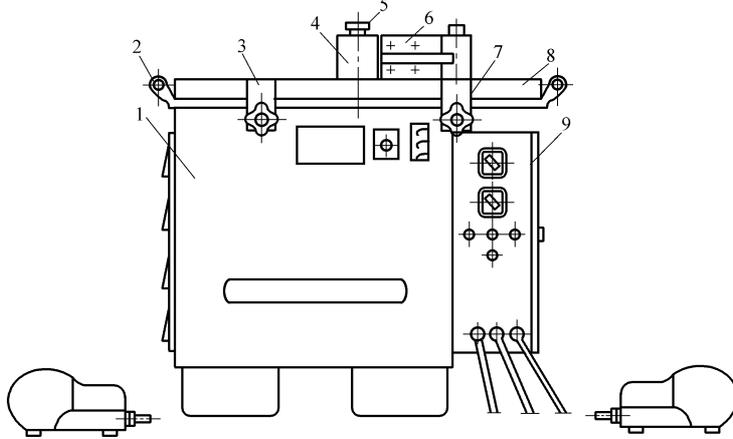


图 6-16 齿轮式钢筋弯曲机构造示意图

1—机架 2—滚轴 3、7—紧固手柄 4—转轴 5—调节手轮 6—夹持器 8—工作台 9—控制配电箱

(3) 钢筋弯箍机构造如图 6-17 所示。

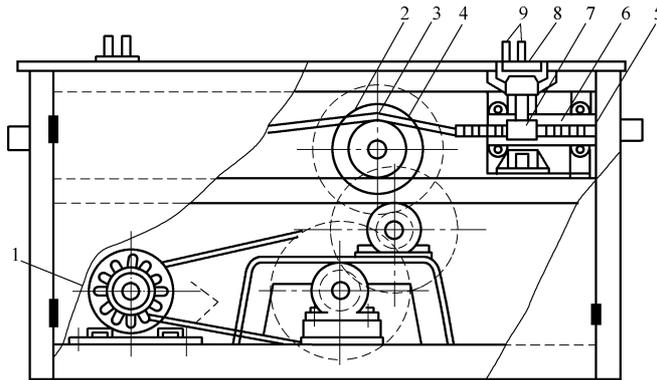


图 6-17 钢筋弯箍机构造示意图

1—电动机 2—偏心圆盘 3—偏心铰 4—连杆 5—齿条 6—滑道 7—正齿条 8—工作盘 9—心轴和成形轴

(4) 液压式钢筋切断弯曲机构造如图 6-18 所示。

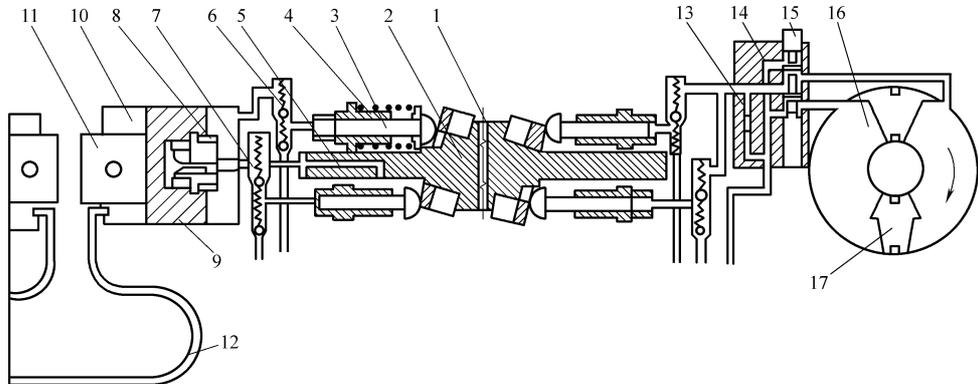


图 6-18 液压式钢筋切断弯曲机构造示意图

1—双头电动机(略) 2—轴向偏心泵轴 3—油泵柱塞 4—弹簧 5—中心油孔 6、7—进油阀 8—中心阀柱
9—切断活塞 10—油缸 11—切刀 12—板弹簧 13—限压阀 14—分配阀体 15—滑阀 16—回转油缸 17—回转叶片

(5) 钢筋弯曲机技术性能见表 6-16。

表 6-16 钢筋弯曲机技术性能

弯曲机类型	GW32	GW40	GW40A	GW50
钢筋直径/mm	6~32	6~40	6~40	25~50
弯曲速度/(r/min)	10/20	5	0	2.5
电动机功率/kW	2.2	3.0	3.0	4.0
外形尺寸(长×宽×高)/mm	875×615×945	1360×740×865	1050×760×828	1450×760×800
重量/kg	340	400	450	580

7. 钢筋对焊机

钢筋对焊机的构造如图 6-19 所示，其主要技术性能见表 6-17。

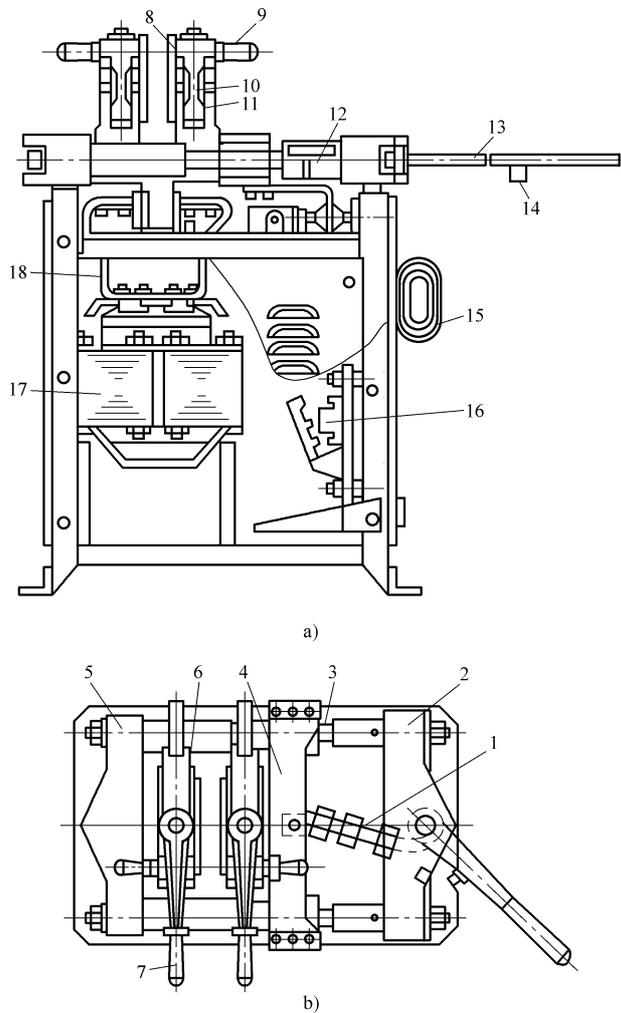


图 6-19 对焊机构造示意图

a) 立面图 b) 顶视图

- 1—调节螺钉 2—导轨架 3—导轮 4—滑动平板 5—固定平板 6—左电极 7—旋紧手柄 8—护板 9—套钩
 10—右电极 11—夹紧臂 12—行程标尺 13—操纵杆 14—接触器按钮 15—分级开关
 16—交流接触器 17—焊接变压器 18—铜引线

表 6-17 钢筋对焊机主要技术性能

项 目		型 号	UN ₁ —25	UN ₁ —75	UN ₁ —100
传动方式			杠杆加压式	杠杆加压式	杠杆加压式
额定容量/kVA			25	75	100
初级电压/V			220/380	220/380	380
负载持续率 (%)			20	20	20
次级电压调节范围/V			1.75 ~ 3.52	3.52 ~ 7.04	4.5 ~ 7.6
次级电压调节级数/级			8	8	8
最大顶锻力/N		弹簧加压	1500	3000	40000
		杠杆加压	10000		
钳口最大距离/mm			50	80	80
最大送料行程/mm		弹簧加压	15	0	40 ~ 50
		杠杆加压	20		
焊件最大 截面面积 /mm ²	低碳钢	弹簧加压	120	600	1000
		杠杆加压	320		
	铜	150			
	黄铜	200			
	铝	200			
焊接生产率/(次/h)			110	75	20 ~ 30
冷却水消耗量/(L/h)			120	200	200
整机重量/kg			275	445	465
外形尺寸 (长×宽×高)/mm			1335×480×1300	152×550×1080	1580×550×1150

8. 钢筋点焊机

图 6-20 为杠杆弹簧式点焊机的外形结构，其主要技术性能见表 6-18。

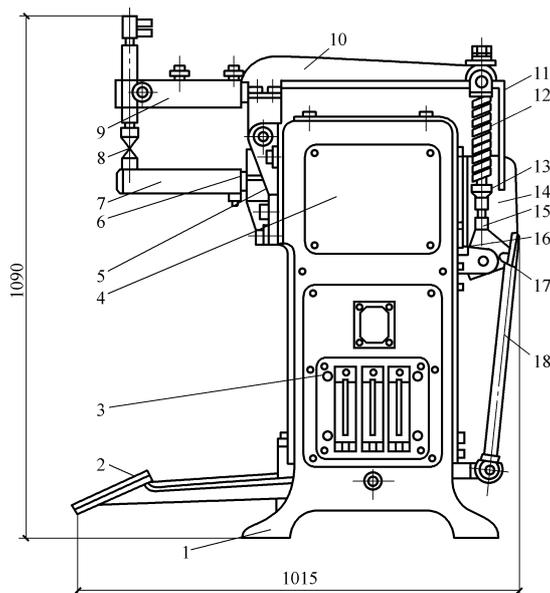


图 6-20 杠杆弹簧式点焊机外形结构

1—基础螺栓 2—踏脚 3—分级开关 4—变压器 5—夹座 6—下夹块 7—下电极臂 8—电极 9—上电极臂
10—压力臂 11—指示板 12—压簧 13—调节螺母 14—开关罩 15—转块 16—滚柱 17—三角形联杆 18—联杆

表 6-18 钢筋点焊机主要技术性能

产品名称 型号		短臂点焊机		长臂点焊机	
		DN ₁ —25	DN ₁ —75	DN ₃ —75	DN ₃ —100
项目					
传动方式		杠杆弹簧式	电动凸轮式	气压传动式	气压传动式
额定容量/kVA		25	75	75	100
额定电压/V		220/380	220/380	380	380
额定暂载率(%)		20	20	20	20
初级额定电流/A		114/66	341/197	198	263
每小时焊点数/(点/h)		600	3000	3600	3600
次级电压/V		1.76~3.52	3.52~7.04	3.33~6.66	3.65~7.3
次级电压调节级数/级		8	8(9)	8	8
电极臂有效伸长距离/mm		250	350	800	800
上电极	工作行程/mm	20	20	20	20
	辅助行程/mm			80	80
电极间最大压力/N		1550	3500	4000	5500
电极臂间距离/mm		125	160		
冷却水消耗量/(L/h)		120	300	400	700
整机质量/kg		240	455	800	850
外形尺寸(长×宽×高)/mm		1015×510×1090	1030×640×1300	1610×700×1500	1610×700×1500
配用控制箱型号				KD ₃ -600	KD ₃ -1200

9. 竖向钢筋电渣压力焊机

(1) 竖向钢筋电渣压力焊机主机构造如图 6-21 所示, 控制箱如图 6-22 所示。竖向钢筋电渣压力焊机的接线图如图 6-23 所示。

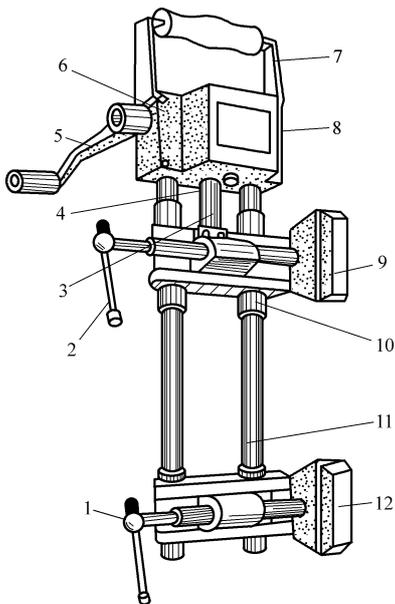


图 6-21 竖向钢筋电渣压力焊机主机构造简图

1—夹紧顶杆 2—小手把 3—触杆 4—升降螺杆 5—手柄 6—齿轮箱
7—提梁 8—操作盒 9—上夹钳 10—导套 11—导柱 12—下夹钳

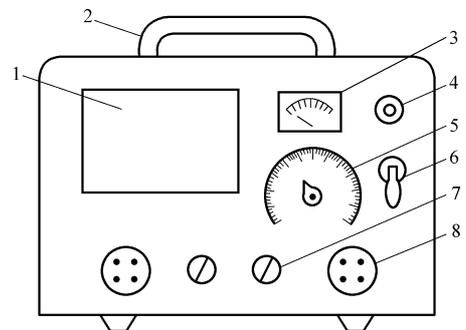


图 6-22 控制箱正面布置图

1—参数表 2—提把 3—电压表 4—指示灯 5—定时器
6—电源开关 7—熔断器 8—电缆插座

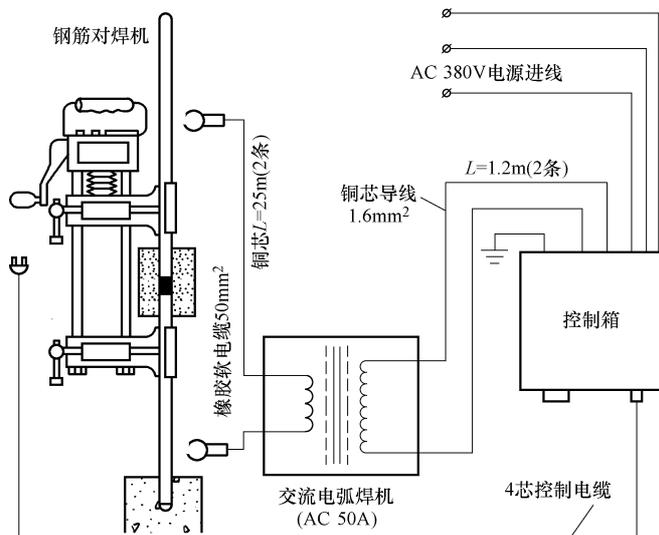


图 6-23 竖向钢筋电渣压力焊机接线图

(2) 电渣压力焊焊接参数应包括焊接电流、焊接电压和通电时间，采用 HJ 431 焊剂时，宜符合表 6-19 的规定。

表 6-19 电渣压力焊焊接参数

钢筋直径/mm	焊接电流/A	焊接电压/V		焊接通电时间/s	
		电弧过程 $U_{2.1}$	电渣过程 $U_{2.2}$	电弧过程 t_1	电渣过程 t_2
12	160 ~ 180	35 ~ 45	18 ~ 22	9	2
14	200 ~ 220			12	3
16	200 ~ 250			14	4
18	250 ~ 300			15	5
20	300 ~ 350			17	5
22	350 ~ 400			18	6
25	400 ~ 450			21	6
28	500 ~ 550			24	6
32	600 ~ 650			27	7

10. 钢筋气压焊机

钢筋气压焊机由供气（氧气和乙炔气）装置、加热器、加压器、压接器等 4 部分组成，如图 6-24 所示。

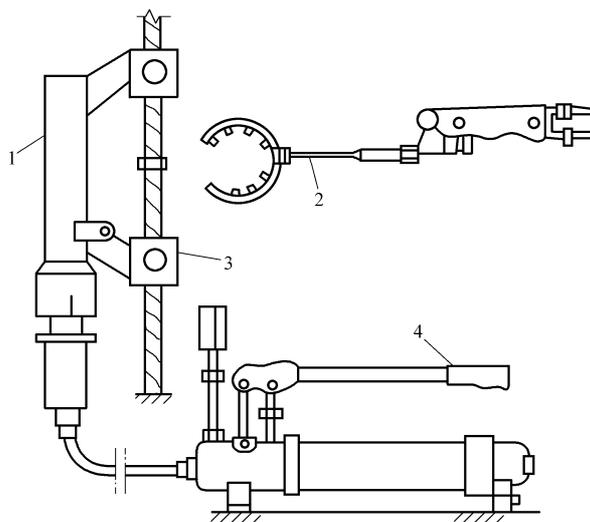


图 6-24 气压焊机组成

1—压接机 2—加热器 3—焊接夹具 4—加压器

6.3 施工技术

1. 钢筋加工

(1) 钢筋冷拉控制应力及最大冷拉率见表 6-20。

表 6-20 钢筋冷拉控制应力及最大冷拉率

钢筋级别	冷拉控制应力/(N/mm ²)	最大冷拉率(%)
HPB235 $d \leq 12$	280	10
HRB335	$d \leq 25$	5.5
	$d = 28 \sim 40$	
HRB400 $d = 8 \sim 40$	500	5
HRB500 $d = 10 \sim 28$	700	4

注：此表适用于控制应力法冷拉钢筋。

(2) 测定冷拉率时钢筋的冷拉应力见表 6-21。

表 6-21 测定冷拉率时钢筋的冷拉应力

钢筋级别	冷拉应力/(N/mm ²)
HPB235 $d \leq 12$	310
HRB335	$d \leq 25$
	$d = 28 \sim 40$
HRB400 $d = 8 \sim 40$	530
HRB500 $d = 10 \sim 28$	730

注：如钢筋强度偏高，平均冷拉率低于 1% 时，仍应按 1% 进行冷拉。

(3) 钢丝冷拔道次参考见表 6-22。

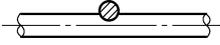
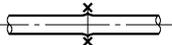
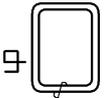
表 6-22 钢丝冷拔道次参考表

钢丝直径 /mm	盘条直径 /mm	冷拔总面 缩率 (%)	冷拔次数和拔后直径/mm					
			第一道	第二道	第三道	第四道	第五道	第六道
Φ3.0	Φ6.5	78.7	5.5	4.6	4.0	3.5	3.0	—
			5.7	5.0	4.5	4.5	3.5	3.0
Φ4.0	Φ6.5	62.2	5.5	4.6	4.0	—	—	—
			5.7	5.0	4.5	4.0	—	—
Φ5.0	Φ8	61	6.5	5.7	5.0	—	—	—
			7.0	6.3	5.7	5.0	—	—

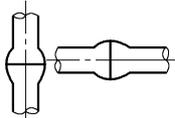
2. 钢筋焊接

(1) 钢筋焊接时, 各种焊接方法的适用范围见表 6-23 的规定。

表 6-23 钢筋焊接方法的适用范围

焊接方法		接头形式	适用范围		
			钢筋牌号	钢筋直径/mm	
电阻点焊			HPB300	6 ~ 16	
			HRB335 HRBF335	6 ~ 16	
			HRB400 HRBF400	6 ~ 16	
			CRB550	5 ~ 12	
闪光对焊			HPB300	8 ~ 22	
			HRB335 HRBF335	8 ~ 32	
			HRB400 HRBF400	8 ~ 32	
			HRB500 HRBF500	10 ~ 32	
			RRB400	10 ~ 32	
箍筋闪光对焊			HPB300	6 ~ 16	
电弧焊		双面焊	HPB300	6 ~ 22	
			HRB335 HRBF335	6 ~ 40	
			HRB400 HRBF400	6 ~ 40	
			HRB500 HRBF500	6 ~ 40	
		单面焊	HPB300	6 ~ 22	
			HRB335 HRBF335	6 ~ 40	
			HRB400 HRBF400	6 ~ 40	
			HRB500 HRBF500	6 ~ 40	
		搭接焊	双面焊	HPB300	6 ~ 22
				HRB335 HRBF335	6 ~ 40
HRB400 HRBF400	6 ~ 40				
HRB500 HRBF500	6 ~ 40				
单面焊	HPB300	6 ~ 22			
	HRB335 HRBF335	6 ~ 40			
	HRB400 HRBF400	6 ~ 40			
	HRB500 HRBF500	6 ~ 40			

(续)

焊接方法		接头形式	适用范围	
			钢筋牌号	钢筋直径/mm
电弧焊	熔槽帮条焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	20~22 20~40 20~40 20~40
	坡口焊	平焊	HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	18~40 18~40 18~40 18~40
		立焊	HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	18~40 18~40 18~40 18~45
	钢筋与钢板搭接焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	8~40 8~40 8~40 8~40
	窄间隙焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400	16~40 16~40 16~40
	预埋件 钢筋	角焊	HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	6~25 6~25 6~25 6~25
		穿孔塞焊	HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	20~25 20~25 20~25 20~25
		埋弧压力焊 埋弧螺柱焊	HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	6~25 6~25 6~25 6~25
	电渣压力焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	12~32 12~32 12~32 12~32
	气压焊	固态		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500
熔态		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500		12~40 12~40 12~40 12~40

注：1. 电阻点焊时，适用范围的钢筋直径指两根不同直径钢筋交叉叠接中较小钢筋的直径。

2. 电弧焊含焊条电弧焊和 CO₂ 气体保护电弧焊。

3. 在生产中，对于有较高要求的抗震结构用钢筋，在牌号后加 E（例如：HRB400E，HRBF400E）可参照同级钢筋施焊。

4. 生产中，如果有 HPB235 钢筋需要进行焊接时，可参考采用 HPB300 钢筋的焊接工艺参数。

(2) 连续闪光焊所能焊接的钢筋上限直径，应根据焊机容量、钢筋牌号等具体情况而定，并应符合表 6-24 的规定。

表 6-24 连续闪光焊钢筋上限直径

焊机容量/(kV·A)	钢筋牌号	钢筋直径/mm
160 (150)	HPB300	22
	HRB335 HRBF335	22
	HRB400 HRBF400	20
	HRB500 HRBF500	20
100	HPB300	20
	HRB335 HRBF335	20
	HRB400 HRBF400	18
	HRB500 HRBF500	16
80 (75)	HPB300	16
	HRB335 HRBF335	14
	HRB400 HRBF400	12

注：对于有较高要求的抗震结构用钢筋在牌号后加 E（例如：HRB400E、HRBF400E），可参照同级别钢筋进行闪光对焊。

(3) 钢筋帮条长度见表 6-25。

表 6-25 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	$\geq 4d$
HPB235 \ HRB335 HRBF335 \ HRB400 HRBF400 \ HRB500 HRBF500 \ HRB400	单面焊	$\geq 10d$
	双面焊	$\geq 5d$

注： d 为主筋直径（mm）。

(4) 钢筋电弧焊接头尺寸偏差及缺陷允许值应符合表 6-26 的规定。

表 6-26 钢筋电弧焊接头尺寸偏差及缺陷允许值

名称	单位	接头形式		
		帮条焊	搭接焊 钢筋与钢板搭接焊	坡口焊窄间隙焊 熔槽帮条焊
帮条沿接头中心线的纵向偏移	mm	$0.3d$	—	—
接头处弯折角度	°	3	3	3
接头处钢筋轴线的偏移	mm	$0.1d$	$0.1d$	$0.1d$
焊缝宽度	mm	$+0.1d$	$+0.1d$	—
焊缝长度	mm	$-0.3d$	$-0.3d$	—
横向咬边深度	mm	0.5	0.5	0.5
在长 $2d$ 焊缝表面上的气孔及夹渣	数量	个	2	2
	面积	mm ²	6	6
在全部焊缝表面上的气孔及夹渣	数量	个	—	—
	面积	mm ²	—	—

注： d 为钢筋直径（mm）。

3. 钢筋机械连接

(1) 钢筋接头应根据抗拉强度、残余变形以及高应力和大变形条件下反复拉压性能的差异,分为三个性能等级,见表 6-27。

表 6-27 钢筋接头性能等级

性能等级	要 求
I 级	接头抗拉强度等级被连接钢筋的实际抗拉强度或不小于 1.10 倍钢筋抗拉强度标准值,残余变形小并具有高延性及反复拉压性能
II 级	接头抗拉强度不小于被连接钢筋抗拉强度标准值,残余变形较小并具有高延性及反复拉压性能
III 级	接头抗拉强度不小于被连接钢筋屈服强度标准值的 1.25 倍,残余变形较小并具有一定的延性及反复拉压性能

(2) I 级、II 级、III 级钢筋接头的抗拉强度必须符合表 6-28 的规定。

表 6-28 钢筋接头的抗拉强度

接头等级	I 级	II 级	III 级
抗拉强度	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$ 断于钢筋 或 $f_{mst}^0 \geq 1.10f_{stk}$ 断于接头	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$	$f_{mst}^0 \geq 1.25f_{yk}$

(3) I 级、II 级、III 级钢筋接头的变形性能应符合表 6-29 的规定。

表 6-29 钢筋接头的变形性能

接头等级		I 级	II 级	III 级
单向拉伸	残余变形/mm	$u_0 \leq 0.10 (d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.14 (d > 32)$	$u_0 \leq 0.14 (d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.16 (d > 32)$	$u \leq 0.14 (d \leq 32)$ $u \leq 0.16 (d > 32)$
	最大力总伸长率 (%)	$A_{sgt} \geq 6.0$	$A_{sgt} \geq 6.0$	$A_{sgt} \geq 3.0$
高应力反复拉压	残余变形/mm	$u_{20} \leq 0.3$	$u_{20} \leq 0.3$	$u_{20} \leq 0.3$
大变形反复拉压	残余变形/mm	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$	$u_4 \leq 0.6$

注:当频遇荷载组合下,构件中钢筋应力明显高于 $0.6f_{yk}$ 时,设计部门可对单向拉伸残余变形 u_0 的加载峰值提出调整要求。

(4) 直螺纹钢筋接头安装后应用扭力扳手校核拧紧扭矩,拧紧扭矩值应符合表 6-30 的规定。

表 6-30 直螺纹接头安装时的最小拧紧扭矩值

钢筋直径/mm	≤16	18~20	22~25	28~32	36~40
拧紧扭矩/(N·m)	100	200	260	320	360

(5) 锥螺纹钢筋接头安装时应用扭力扳手拧紧,拧紧扭矩值应符合表 6-31 的规定。

表 6-31 锥螺纹接头安装时的拧紧扭矩值

钢筋直径/mm	≤16	18~20	22~25	28~32	36~40
拧紧扭矩/(N·m)	100	180	240	300	360

7 预应力分项工程

7.1 预应力筋材料

1. 预应力钢筋混凝土用钢丝

(1) 螺旋肋钢丝外形如图 7-1 所示。三面刻痕钢丝外形如图 7-2 所示。

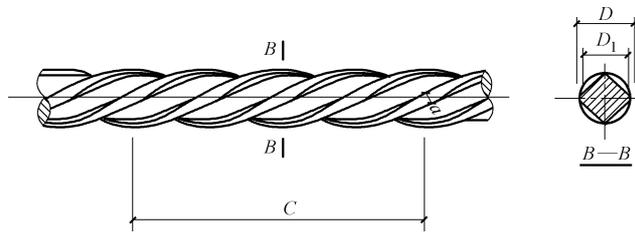


图 7-1 螺旋肋钢丝外形示意图

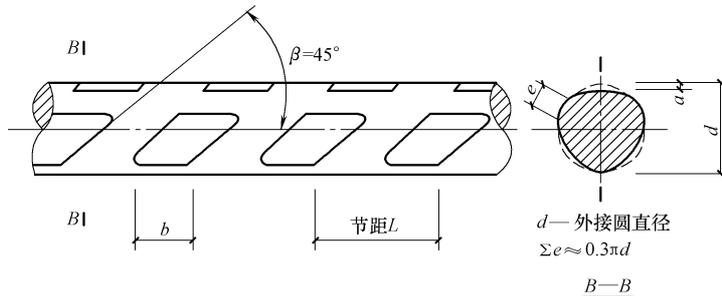


图 7-2 三面刻痕钢丝外形示意图

(2) 光圆钢丝的尺寸及允许偏差应符合表 7-1 的规定。每米质量参见表 7-1，计算钢丝每米参考质量时钢的密度为 7.85g/cm^3 。

表 7-1 光圆钢丝尺寸及允许偏差、每米参考重量

公称直径 d_n/mm	直径允许偏差/ mm	公称横截面积 S_n/mm^2	每米参考重量/ (g/m)
3.00	± 0.04	7.07	55.5
4.00		12.57	98.6
5.00	± 0.05	19.63	154
6.00		28.27	222
6.25		30.68	241
7.00		38.48	302
8.00	± 0.06	50.26	394
9.00		63.62	499
10.00		78.54	616
12.00		113.1	888

(3) 螺旋肋钢丝的尺寸及允许偏差应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 螺旋肋钢丝的尺寸及允许偏差

公称直径 d_n /mm	螺旋肋数 量/条	基圆尺寸		外轮廓尺寸		单肋尺寸	螺旋肋导程 C /mm	
		基圆直径 D_1 /mm	允许偏差 /mm	外轮廓直径 D /mm	允许偏差 /mm	宽度 a /mm		
4.00	4	3.85	±0.05	4.25	±0.05	0.90 ~ 1.30	24 ~ 30	
4.80	4	4.60		5.10		±0.10	1.30 ~ 1.70	28 ~ 36
5.00	4	4.80		5.30			1.60 ~ 2.00	30 ~ 38
6.00	4	5.80		6.30			30 ~ 40	30 ~ 40
6.25	4	6.00		6.70				
7.00	4	6.73		7.46	±0.10	1.80 ~ 2.20	35 ~ 45	
8.00	4	7.75		8.45		2.00 ~ 2.40	40 ~ 50	
9.00	4	8.75		9.45		2.10 ~ 2.70	42 ~ 52	
10.00	4	9.75		10.45		2.50 ~ 3.00	45 ~ 58	

(4) 三面刻痕钢丝的尺寸及允许偏差应符合表 7-3 的规定。

表 7-3 三面刻痕钢丝尺寸及允许偏差

公称直径 d_n /mm	刻痕深度		刻痕长度		节距	
	公称深度 a /mm	允许偏差/mm	公称长度 b /mm	允许偏差/mm	公称节距 L /mm	允许偏差/mm
≤5.00	0.12	±0.05	3.5	±0.05	5.5	±0.05
>5.00	0.15		5.0		8.0	

注：公称直径指横截面积等同于光圆钢丝横截面积时所对应的直径。

(5) 冷拉钢丝的力学性能应符合表 7-4 的规定。

表 7-4 冷拉钢丝的力学性能

公称直径 d_n /mm	抗拉强度 σ_b /MPa 不小于	规定非比例 伸长应力 $\sigma_{10.2}$ /MPa 不小于	最大力下 总伸长率 ($L_0=200$ mm) δ_{gt} (%) 不小于	弯曲次数/ (次/180°) 不小于	弯曲 半径 R /mm	断面收缩 率 ψ (%) 不小于	每 210mm 扭距的扭 转次数 n 不小于	初始应力相当于 70% 公称抗拉强度时, 1000h 后应力 松弛率 r (%) 不大于
3.00	1470	1100	1.5	4	7.5	—	—	8
4.00	1570	1180		4	10	35	8	
	1670	1250		4	15		8	
5.00	1770	1330	1.5	5	15	30	7	8
6.00	1470	1100						
7.00	1570	1180						
	1670	1250						
8.00	1770	1330	5	20	5			

(6) 消除应力的光圆及螺旋肋钢丝的力学性能应符合表 7-5 的规定。

表 7-5 消除应力光圆及螺旋肋钢丝的力学性能

公称直径 d_n /mm	抗拉强度 σ_b /MPa 不小于	规定非比例 伸长应力 $\sigma_{P0.2}$ /MPa 不小于		最大力下 总伸长率 ($L_0 = 200$ mm) δ_{gt} (%) 不小于	弯曲次数 /(次/180°) 不小于	弯曲 半径 R /mm	应力松弛性能					
							初始应力 相当于公称 抗拉强度 的百分数 (%)	1000h 后应力 松弛率 r (%) 不大于				
		WLR	WNR					WLR	WNR			
4.00	1470	1290	1250	3.5	3	10	60	1.0	4.5			
	1570	1380	1330									
4.80	1670	1470	1410		4	15						
	1770	1560	1500									
5.00	1860	1640	1580		4	15						
	1470	1290	1250									
6.00	1570	1380	1330		4	20	70	2.0	8			
	1670	1470	1410									
7.00	1770	1560	1500		4	20						
	1470	1290	1250									
8.00	1570	1380	1330		4	20				80	4.5	12
	1670	1470	1410									
9.00	1770	1560	1500	4	25							
	1470	1290	1250									
10.00	1470	1290	1250	4	25							
12.00						4	30					

(7) 消除应力的刻痕钢丝的力学性能应符合表 7-6 的规定。

表 7-6 消除应力的刻痕钢丝的力学性能

公称直径 d_n /mm	抗拉强度 σ_b /MPa 不小于	规定非比例 伸长应力 $\sigma_{P0.2}$ /MPa 不小于		最大力下 总伸长率 ($L_0 = 200$ mm) δ_{gt} (%) 不小于	弯曲次数 /(次/180°) 不小于	弯曲半径 R /mm	应力松弛性能			
							初始应力 相当于公称 抗拉强度 的百分数 (%)	1000h 后应力 松弛率 r (%) 不大于		
		WLR	WNR					WLR	WNR	
≤ 5.0	1470	1290	1250	3.5	3	15	60	1.5	4.5	
	1570	1380	1330							
	1670	1470	1410							
	1770	1560	1500							
	1860	1640	1580							
> 5.0	1470	1290	1250			20	80	70	2.5	8
	1570	1380	1330							
	1670	1470	1410							
	1770	1560	1500							
	1860	1640	1580							

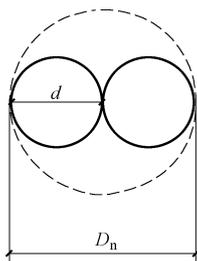
2. 预应力钢筋混凝土用钢绞线

(1) 钢绞线按结构分为 5 类。其代号为：

- 用两根钢丝捻制的钢绞线 1×2
 用三根钢丝捻制的钢绞线 1×3
 用三根刻痕钢丝捻制的钢绞线 $1 \times 3 \text{ I}$
 用七根钢丝捻制的标准型钢绞线 1×7
 用七根钢丝捻制又经模拔的钢绞线 $(1 \times 7) \text{ C}$

(2) 1×2 结构钢绞线的尺寸及允许偏差、每米参考质量应符合表 7-7 的规定。

表 7-7 1×2 结构钢绞线尺寸及允许偏差、每米参考质量

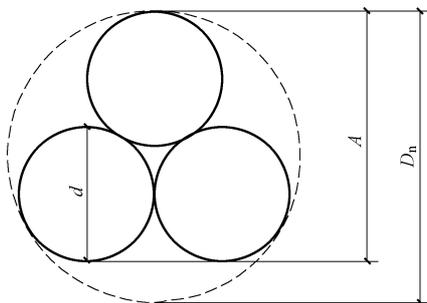


1×2 结构钢绞线外形示意图

钢绞线结构	公称直径		钢绞线直径 允许偏差/mm	钢绞线参考截面 面积 S_n/mm^2	每米钢绞线参考 质量/(g/m)
	钢绞线直径 D_n/mm	钢丝直径 d/mm			
1×2	5.00	2.50	+0.15	9.82	77.1
	5.80	2.90	-0.05	13.2	104
	8.00	4.00	+0.25 -0.10	25.1	197
	10.00	5.00		39.3	309
	12.00	6.00		56.5	444

(3) 1×3 结构钢绞线的尺寸及允许偏差、每米参考质量应符合表 7-8 的规定。

表 7-8 1×3 结构钢绞线尺寸及允许偏差、每米参考质量



1×3 结构钢绞线外形示意图

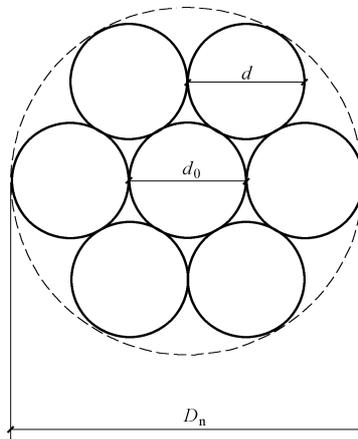
钢绞线 结构	公称直径		钢绞线测量 尺寸 A/mm	测量尺寸 A 允许偏差/mm	钢绞线参考截 面面积 S_n/mm^2	每米钢绞线参考 质量/(g/m)
	钢绞线直径 D_n/mm	钢丝直径 d/mm				
1×3	6.20	2.90	5.41	+0.15	19.8	155
	6.50	3.00	5.60	-0.05	21.2	166

(续)

钢绞线结构	公称直径		钢绞线测量尺寸 A/mm	测量尺寸 A 允许偏差/ mm	钢绞线参考截面面积 S_n/mm^2	每米钢绞线参考质量/ (g/m)
	钢绞线直径 D_n/mm	钢丝直径 d/mm				
1 × 3	8.60	4.00	7.46	+0.20 -0.10	37.7	296
	8.74	4.05	7.56		38.6	303
	10.80	5.00	9.33		58.9	462
	12.90	6.00	11.2		84.8	666
1 × 3 I	8.74	4.05	7.56		38.6	303

(4) 1 × 7 结构钢绞线的尺寸及允许偏差、每米参考质量应符合表 7-9 的规定。

表 7-9 1 × 7 结构钢绞线尺寸及允许偏差、每米参考质量



1 × 7 结构钢绞线外形示意图

钢绞线结构	公称直径 D_n/mm	直径允许偏差/ mm	钢绞线参考截面面积 S_n/mm^2	每米钢绞线参考质量/ (g/m)	中心钢丝直径 d_0 加大范围 (%) 不小于
1 × 7	9.50	+0.30	54.8	430	2.5
	11.10	-0.15	74.2	582	
	12.70	+0.40 -0.20	98.7	775	
	15.20		140	1101	
	15.70		150	1178	
	17.80		191	1500	
	21.60		285	2237	
(1 × 7) C	12.70	+0.40 -0.20	112	890	
	15.20		165	1295	
	18.00		223	1750	

(5) 1 × 2 结构钢绞线的力学性能应符合表 7-10 的规定。

表 7-10 1×2 结构钢绞线的力学性能

钢绞线结构	钢绞线公称直径 D_n /mm	抗拉强度 R_m /MPa 不小于	整根钢绞线的最大力 F_m /kN 不小于	规定非比例延伸力 $F_{p0.2}$ /kN 不小于	最大力总伸长率 ($L_0 \geq 400\text{mm}$) A_{gt} (%) 不小于	应力松弛性能		
						初始负荷相当于公称最大力的百分数 (%)	1000h 后应力松弛率 r (%) 不大于	
1×2	5.00	1570	15.4	13.9	对所有规格	对所有规格	对所有规格	
		1720	16.9	15.2				
		1860	18.3	16.5				
		1960	19.2	17.3				
	5.80	1570	20.7	18.6		3.5	60	1.0
		1720	22.7	20.4				
		1860	24.6	22.1				
		1960	25.9	23.3				
	8.00	1470	36.9	33.2			70	2.5
		1570	39.4	35.5				
		1720	43.2	38.9				
		1860	46.7	42.0				
		1960	49.2	44.3				
	10.00	1470	57.8	52.0			80	4.5
		1570	61.7	55.5				
		1720	67.6	60.8				
		1860	73.1	65.8				
		1960	77.0	69.3				
	12.00	1470	83.1	74.8				
		1570	88.7	79.8				
1720		97.2	87.5					
1860		105	94.5					

注：规定非比例延伸力 $F_{p0.2}$ 值不小于整根钢绞线公称最大力 F_m 的 90%。

(6) 1×3 结构钢绞线的力学性能应符合表 7-11 的规定。

表 7-11 1×3 结构钢绞线的力学性能

钢绞线结构	钢绞线公称直径 D_n /mm	抗拉强度 R_m /MPa 不小于	整根钢绞线的最大力 F_m /kN 不小于	规定非比例延伸力 $F_{p0.2}$ /kN 不小于	最大力总伸长率 ($L_0 \geq 400$ mm) A_{gt} (%) 不小于	应力松弛性能				
						初始负荷相当于公称最大力的百分数 (%)	1000h 后应力松弛率 r (%) 不大于			
1×3	6.20	1570	31.1	28.0	对所有规格	对所有规格	对所有规格			
		1720	34.1	30.7						
		1860	36.8	33.1						
		1960	38.8	34.9						
	6.50	1570	33.3	30.0				3.5	60	1.0
		1720	36.5	32.9						
		1860	39.4	35.5						
		1960	41.6	37.4						
	8.60	1470	55.4	49.9					70	2.5
		1570	59.2	53.3						
		1720	64.8	58.3						
		1860	70.1	63.1						
		1960	73.9	66.5						
	8.74	1570	60.6	54.5					80	4.5
		1670	64.5	58.1						
		1860	71.8	64.6						
	10.80	1470	86.6	77.9				113		120
		1570	92.5	83.3						
		1720	101	90.9						
		1860	110	99.0						
		1960	115	104						
	12.90	1470	125	113				131		142
		1570	133	120						
		1720	146	131						
1860		158	142							
1960		166	149							
1×3 I	8.74	1570	60.6	54.5	64.6					
		1670	64.5	58.1						
		1860	71.8	64.6						

注：规定非比例延伸力 $F_{p0.2}$ 值不小于整根钢绞线公称最大力 F_m 的 90%。

(7) 1×7 结构钢绞线的力学性能应符合表 7-12 的规定。

表 7-12 1×7 结构钢绞线的力学性能

钢绞线结构	钢绞线公称直径 D_n/mm	抗拉强度 R_m/MPa 不小于	整根钢绞线的最大力 F_m/kN 不小于	规定非比例延伸力 $F_{p0.2}/\text{kN}$ 不小于	最大力总伸长率 ($L_0 \geq 400\text{mm}$) A_{gt} (%) 不小于	应力松弛性能				
						初始负荷相当于公称最大力的百分数 (%)	1000h 后应力松弛率 r (%) 不大于			
1×7	9.50	1720	94.3	84.9	对所有规格	对所有规格	对所有规格			
		1860	102	91.8						
		1960	107	96.3						
	11.10	1720	128	115				3.5	60	1.0
		1860	138	124						
		1960	145	131						
	12.70	1720	170	153						
		1860	184	166						
		1960	193	174						
	15.20	1470	206	185						
		1570	220	198						
		1670	234	211						
		1720	241	217						
		1860	260	234						
		1960	274	247						
	15.70	1770	266	239						
		1860	279	251						
	17.80	1720	327	294						
		1860	353	318						
	21.60	1770	504	454						
1860		530	477							
(1×7)C	12.70	1860	208	187						
	15.20	1820	300	270						
	18.00	1720	384	346						

注：规定非比例延伸力 $F_{p0.2}$ 值不小于整根钢绞线公称最大力 F_m 的 90%。

3. 预应力钢筋混凝土用螺纹钢筋

(1) 钢筋的公称截面面积与理论重量见表 7-13。

表 7-13 钢筋的公称截面面积与理论重量

公称直径/mm	公称截面面积/mm ²	有效截面系数	理论截面面积/mm ²	理论重量/(kg/m)
18	254.5	0.95	267.9	2.11
25	490.9	0.94	522.2	4.10
32	804.2	0.95	846.5	6.65
40	1256.6	0.95	1322.7	10.34
50	1963.5	0.95	2066.8	16.28

(2) 钢筋外形采用螺纹状无纵肋且钢筋两侧螺纹在同一螺旋线上, 其外形如图 7-3 所示。

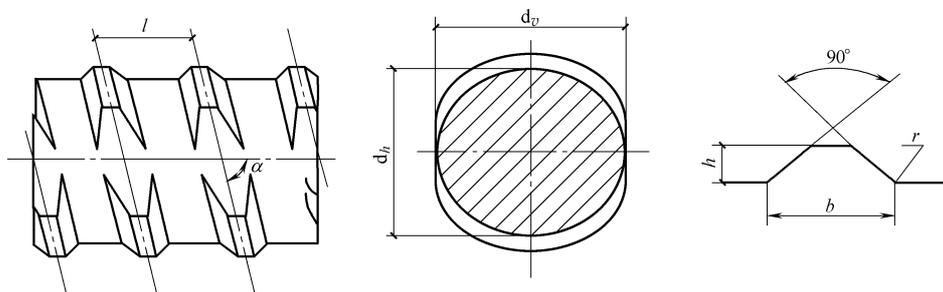


图 7-3 钢筋表面及截面形状

d_h —基圆直径 d_v —基圆直径 h —螺纹高 b —螺纹底宽

l —螺距 r —螺纹根弧 α —导角

(3) 钢筋外形尺寸及允许偏差应符合表 7-14 的规定。

表 7-14 钢筋外形尺寸及允许偏差

公称直径/mm	基圆直径/mm				螺纹高/mm		螺纹底宽/mm		螺距/mm		螺纹根弧 r /mm	导角 α
	d_h		d_v		h		b		l			
	公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差		
18	18.0	±0.4	18.0	+0.4 -0.8	1.2	±0.3	4.0	±0.5	9.0	±0.2	1.0	80°42'
25	25.0		25.0	+0.4 -0.8	1.6		6.0		12.0	±0.3	1.5	81°19'
32	32.0	0.5	32.0	+0.4 -1.2	2.0	±0.4	7.0		16.0		2.0	80°40'
40	40.0	±0.6	40.0	+0.5 -1.2	2.5	±0.5	8.0	±0.4	20.0	±0.4	2.5	80°29'
50	50.0		50.0	+0.5 -1.2	3.0	+0.5 -1.0	9.0		24.0		2.5	81°19'

注: 螺纹底宽允许偏差属于轧辊设计参数。

(4) 钢筋的力学性能应符合表 7-15 的规定。

表 7-15 钢筋的力学性能

级 别	屈服强度 R_{eL} /MPa	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 A (%)	最大力下总伸长率 A_{gt} (%)	应力松弛性能	
	不 小 于				初始应力	1000h 后应力松弛率 V_r (%)
PSB785	785	980	7	3.5	0.8 R_{eL}	≤3
PSB830	830	1030	6			
PSB930	930	1080	6			
PSB1080	1080	1230	6			

注: 无明显屈服时, 用规定非比例延伸强度 ($R_{p0.2}$) 代替。

4. 预应力混凝土用钢棒

(1) 按钢棒表面形状分为光圆钢棒、螺旋槽钢棒、螺旋肋钢棒、带肋钢棒四种。如图 7-4 ~ 图 7-6。

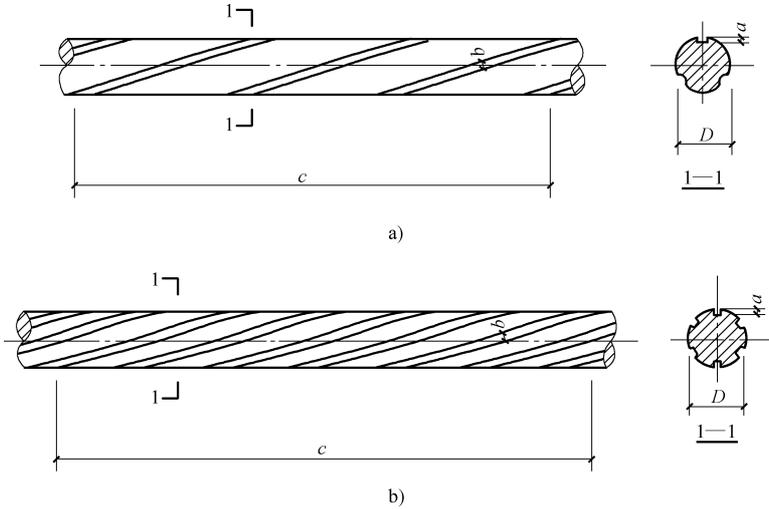


图 7-4 螺旋槽钢棒外形示意图

a) 3 条螺旋槽钢棒外形示意图 b) 6 条螺旋槽钢棒外形示意图

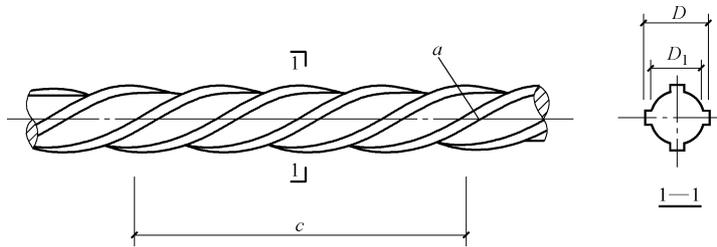


图 7-5 螺旋肋钢棒外形示意图

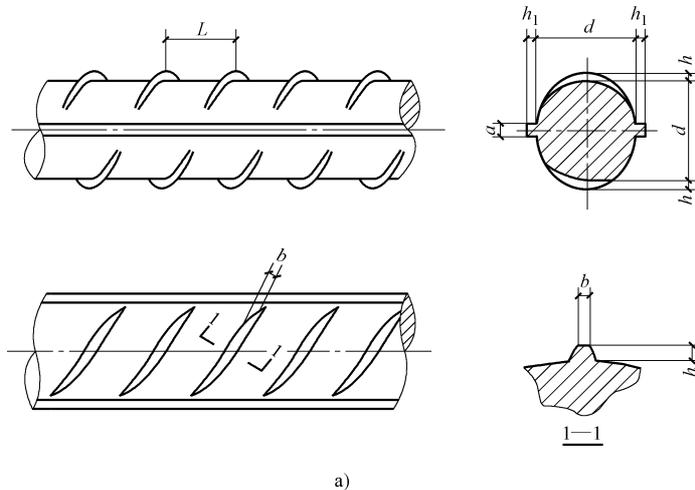


图 7-6 带肋钢棒外形示意图

a) 有纵肋带肋钢棒

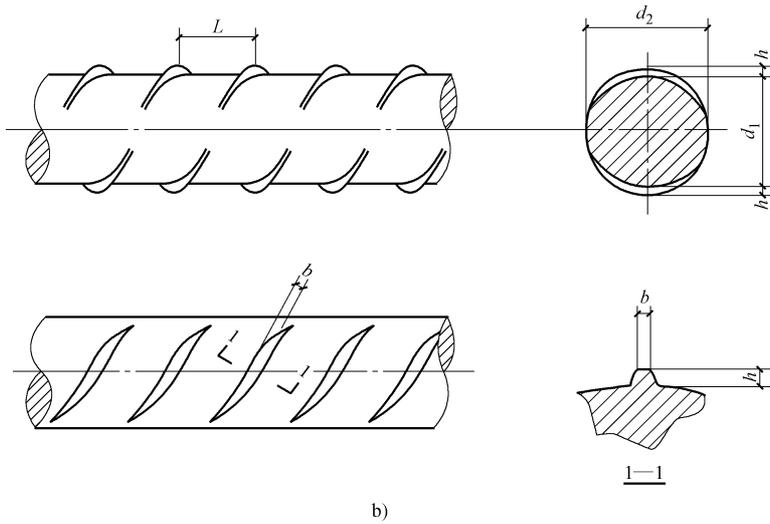


图 7-6 带肋钢棒外形示意图 (续)

b) 无纵肋带肋钢棒

(2) 钢棒的公称直径、横截面积、重量及性能应符合表 7-16 的规定。

表 7-16 钢棒的公称直径、横截面积、重量及性能

表面形状类型	公称直径 D_n/mm	公称横截面积 S_n/mm^2	横截面积 S/mm^2		每米参考重量 $/(g/m)$	抗拉强度 R_m/MPa 不小于	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}/MPa$ 不小于	弯曲性能			
			最小	最大				性能要求	弯曲半径/mm		
光圆	6	28.3	26.8	29.0	222	对所有规格钢棒	对所有规格钢棒	反复弯曲不小于 4 次 180°	15		
	7	38.5	36.3	39.5	302				20		
	8	50.3	47.5	51.5	394				20		
	10	78.5	74.1	80.4	616				25		
	11	95.0	93.1	97.4	746			弯曲 $160^\circ \sim 180^\circ$ 后弯曲处无裂纹	弯芯直径为钢棒公称直径的 10 倍		
	12	113	106.8	115.8	887						
	13	133	130.3	136.3	1044						
	14	154	145.6	157.8	1209						
螺旋槽	7.1	40	39.0	41.7	314			1080	930	—	
	9	64	62.4	66.5	502			1230	1080		
	10.7	90	87.5	93.6	707			1420	1280		
	12.6	125	121.5	129.9	981			1570	1420		
螺旋肋	6	28.3	26.8	29.0	222			对所有规格钢棒	对所有规格钢棒	反复弯曲不小于 4 次 180°	15
	7	38.5	36.3	39.5	302						20
	8	50.3	47.5	51.5	394						20
	10	78.5	74.1	80.4	616						25
	12	113	106.8	115.8	888	弯曲 $160^\circ \sim 180^\circ$ 后弯曲处无裂纹	弯芯直径为钢棒公称直径的 10 倍				
	14	154	145.6	157.8	1209						

(续)

表面形状类型	公称直径 D_n/mm	公称横截面积 S_n/mm^2	横截面积 S/mm^2		每米参考重量 $/(g/m)$	抗拉强度 R_m/MPa 不小于	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}/\text{MPa}$ 不小于	弯曲性能	
			最小	最大				性能要求	弯曲半径/mm
带肋	6	28.3	26.8	29.0	222	对所有规格钢棒 1080 1230 1420 1570	对所有规格钢棒 930 1080 1280 1420	—	
	8	50.3	47.5	51.5	394				
	10	78.5	74.1	80.4	616				
	12	113	106.8	115.8	887				
	14	154	145.6	157.8	1209				
	16	201	190.2	206.0	1578				

7.2 预应力筋的张拉和放张

(1) 预应力筋的张拉控制应力应符合表 7-17 的规定。

表 7-17 张拉控制应力限值

钢筋种类	张拉方法
消除应力钢丝、钢绞线	$0.75f_{ptk}$
中强度预应力钢丝	$0.70f_{ptk}$
预应力螺纹钢筋	$0.85f_{pyk}$

注: f_{ptk} 为预应力筋极限强度标准值; f_{pyk} 为预应力螺纹钢筋屈服强度标准值。

(2) 张拉端锚具变形和预应力筋内缩值应符合表 7-18 的规定。

表 7-18 张拉端锚具变形和预应力筋内缩值 a (单位: mm)

锚具类别		a
支承式锚具(钢丝束锚头锚具等)	螺母缝隙	1
	每块后加垫板的缝隙	1
夹片式锚具	有顶压时	5
	无顶压时	6~8

注: 1. 表中的锚具变形和预应力筋内缩值也可根据实测数据确定。

2. 其他类型的锚具变形和预应力筋内缩值应根据实测数据确定。

(3) 预应力筋放张方法, 可采用千斤顶放张、楔块放张、螺杆传力架或砂箱等工具放张, 如图 7-7 所示。

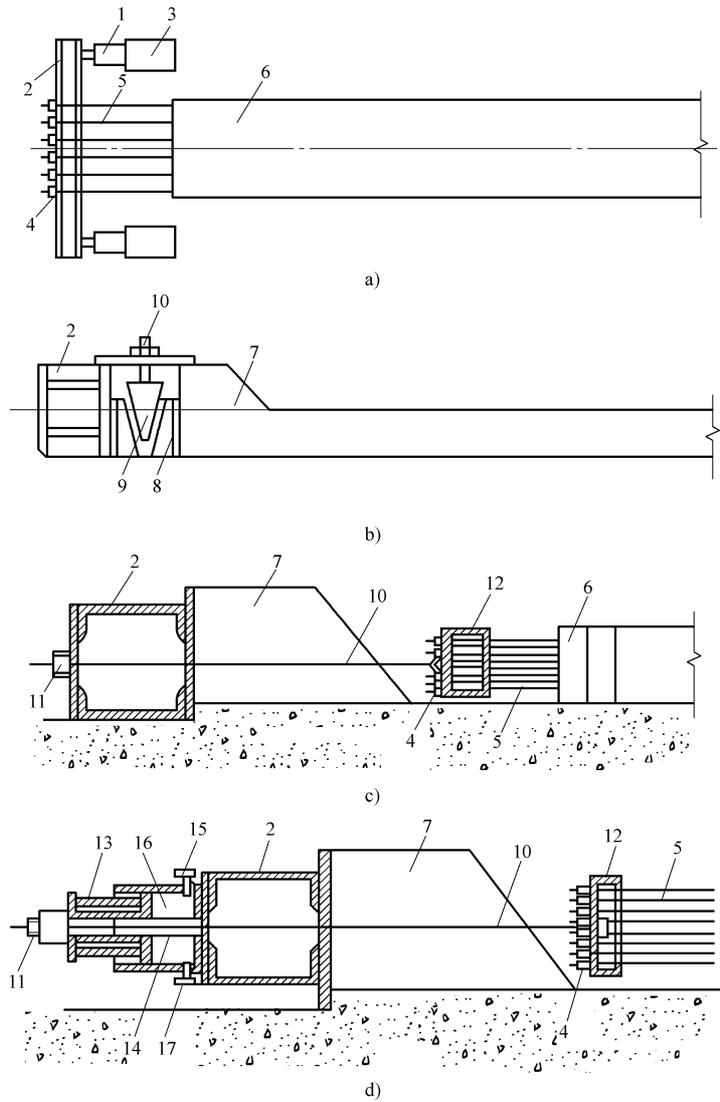


图 7-7 预应力筋放张方法

- a) 千斤顶放张 b) 楔块放张 c) 螺杆传力架放张 d) 砂箱放张
 1—千斤顶 2—横梁 3—承力支架 4—夹具 5—预应力筋 6—构件 7—台座
 8—钢楔座 9—钢楔 10—螺杆 11—螺母 12—传力架 13—活塞
 14—套筒 15—进砂口 16—砂箱 17—出砂口

7.3 无粘结预应力施工

(1) 根据不同耐火极限的要求，无粘结预应力筋的混凝土保护层最小厚度应符合表 7-19 及表 7-20 的规定。

表 7-19 板的混凝土保护层最小厚度 (单位: mm)

约束条件	耐火极限/h			
	1	1.5	2	3
简支	25	30	40	55
连续	20	20	25	30

表 7-20 梁的混凝土保护层最小厚度 (单位: mm)

约束条件	梁 宽	耐火极限/h			
		1	1.5	2	3
简支	$200 \leq b < 300$	45	50	65	采取特殊措施
简支	≥ 300	40	45	50	65
连续	$200 \leq b < 300$	40	40	45	50
连续	≥ 300	40	40	40	45

注: 如耐火等级较高, 当混凝土保护层厚度不能满足表列要求时, 应使用防火涂料。

(2) 一般民用建筑采用的无粘结预应力混凝土梁板结构, 其跨高比可按表 7-21 的规定采用。

表 7-21 无粘结预应力混凝土梁板结构的跨高比选用范围

构件类别		跨 高 比	
		连 续	简 支
单向板		40 ~ 45	35 ~ 40
柱支承双向板	无托板	40 ~ 45	—
	带平托板	45 ~ 50	—
周边支承双向板		45 ~ 50	40 ~ 45
柱支承双向密肋板		30 ~ 35	—
框架梁		15 ~ 22	12 ~ 18
次梁		20 ~ 25	16 ~ 20
扁梁		20 ~ 25	18 ~ 22
井字梁		20 ~ 25	

注: 1. 外挑的悬臂板, 其跨高比不宜大于 15。

2. 周边支承双向板的跨高比, 宜按柱网的短向跨度计; 柱支承双向板的跨高比, 宜按柱网的长向跨度计。

3. 扁梁的宽度不宜大于柱宽加 1.5 倍梁高, 梁高宜大于板厚度的 2 倍。

4. 无粘结预应力混凝土用于工业建筑 (含仓库) 或荷载较大的梁板时, 表中所列跨高比宜按荷载情况适当减小。

5. 当有工程实践经验并经验算符合设计要求时, 表中跨高比可适当放宽。

7.4 现浇预应力施工

(1) 在编制多层现浇预应力混凝土框架结构施工方案时, 首先应安排好框架梁混凝土施工和预应力张拉两道工序之间的顺序关系。

根据大量工程实践归纳为三种施工顺序：“逐层浇筑、逐层张拉”，“数层浇筑、顺向张拉”，“数层浇筑、逆向张拉”等，其具体的施工顺序如图 7-8 ~ 图 7-10 所示。

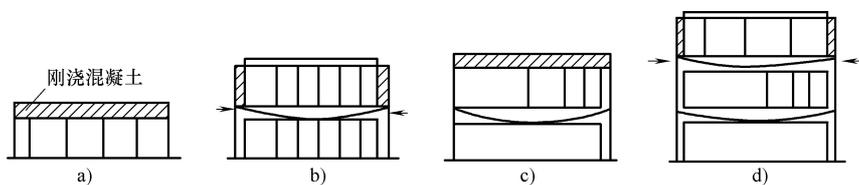


图 7-8 “逐层浇筑、逐层张拉”施工顺序

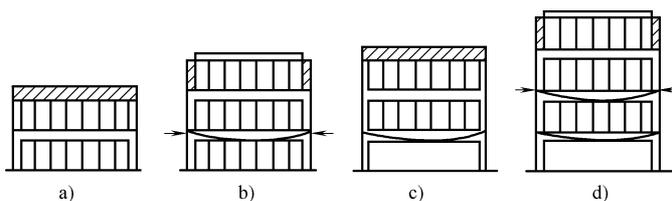


图 7-9 “数层浇筑、顺向张拉”施工顺序

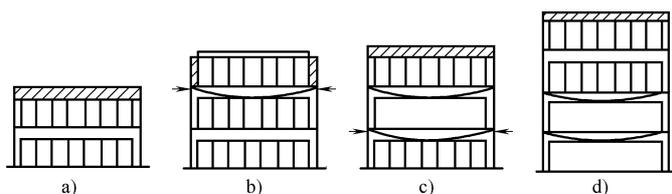


图 7-10 “数层浇筑、逆向张拉”施工顺序

(2) 张拉端位于柱顶部的施工过程如图 7-11 所示。

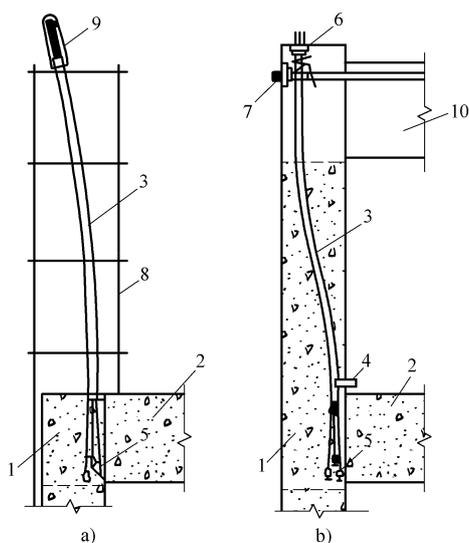


图 7-11 张拉端位于柱顶部的施工过程

1—柱 2—梁 3—预应力筋与波纹管组件 4—灌浆管 5—压花锚具 6、7—张拉端锚垫板 8—钢管支架 9—保护罩 10—梁

(3) 张拉端位于柱下部的施工过程如图 7-12 所示。

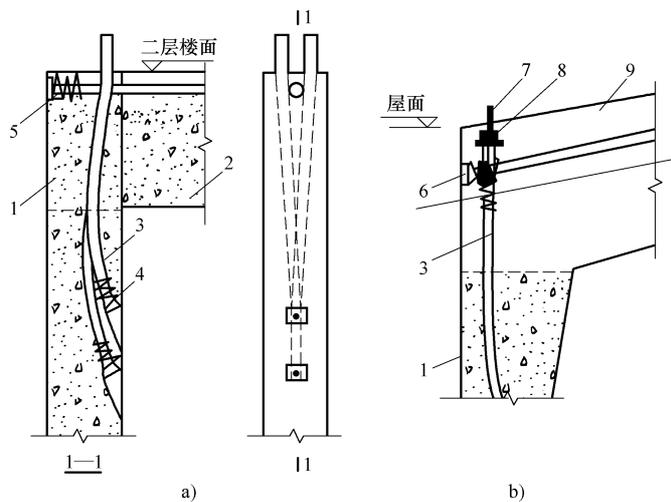


图 7-12 张拉端位于柱下部的施工过程

- 1—柱 2—梁 3—金属波纹管 4—柱锚垫板等埋件 5、6—梁锚垫板等埋件
7—泌水管 8—钢绞线挤压锚具 9—顶层刚式架折线梁

8 混凝土分项工程

8.1 原材料要求

1. 通用硅酸盐水泥

(1) 通用硅酸盐水泥的组分应符合表 8-1 的规定。

表 8-1 通用硅酸盐水泥的组分 (%)

品 种	代 号	组 分				
		熟料 + 石膏	粒化高炉 矿渣	火山灰质 混合材料	粉 煤 灰	石灰石
硅酸盐水泥	P · I	100	—	—	—	—
	P · II	≥95	≤5	—	—	—
		≥95	—	—	—	≤5
普通硅酸盐水泥	P · O	≥80 且 <95	>5 且 ≤20			—
矿渣硅酸盐水泥	P · S · A	≥50 且 <80	>20 且 ≤50	—	—	—
	P · S · B	≥30 且 <50	>50 且 ≤70	—	—	—
火山灰质硅酸盐水泥	P · P	≥60 且 <80	—	>20 且 ≤40	—	—
粉煤灰硅酸盐水泥	P · F	≥60 且 <80	—	—	>20 且 ≤40	—
复合硅酸盐水泥	P · C	≥50 且 <80	>20 且 ≤50			—

(2) 通用硅酸盐水泥化学指标应符合表 8-2 规定。

表 8-2 通用硅酸盐水泥化学指标 (%)

品 种	代 号	不溶物 (质量分数)	烧失量 (质量分数)	三氧化硫 (质量分数)	氧化镁 (质量分数)	氯离子 (质量分数)
硅酸盐水泥	P · I	≤0.75	≤3.0	≤3.5	≤5.0 ^①	≤0.06 ^③
	P · II	≤1.50	≤3.5			
普通硅酸盐水泥	P · O	—	≤5.0	≤4.0	≤6.0 ^②	
矿渣硅酸盐水泥	P · S · A	—	—		—	
	P · S · B	—	—	—		
火山灰质 硅酸盐水泥	P · P	—	—	≤3.5	≤6.0 ^②	
粉煤灰硅 酸盐水泥	P · F	—	—			
复合硅酸盐水泥	P · C	—	—	—	—	

① 如果水泥压蒸试验合格，则水泥中氧化镁的含量（质量分数）允许放宽至 6.0%。

② 如果水泥中氧化镁的含量（质量分数）大于 6.0% 时，需进行水泥压蒸安定性试验并合格。

③ 当有更低要求时，该指标由买卖双方协商确定。

(3) 不同品种不同强度等级的通用硅酸盐水泥, 其不同各龄期的强度应符合表 8-3 的规定。

表 8-3 不同龄期混凝土的强度 (单位: MPa)

品 种	强度等级	抗压强度 \geq		抗折强度 \geq	
		3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	22.0		4.0	
	52.5	23.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	27.0		5.0	
	62.5	28.0	62.5	5.0	8.0
	62.5R	32.0		5.5	
普通硅酸盐水泥	42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	22.0		4.0	
	52.5	23.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	27.0		5.0	
矿渣硅酸盐水泥 火山灰硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	15.0		3.5	
	42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	19.0		4.0	
	52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	23.0		4.5	

2. 普通混凝土用砂、石

(1) 砂的质量要求

1) 砂筛应采用方孔筛, 砂的公称粒径、砂筛筛孔的公称直径和方孔筛筛孔边长应符合表 8-4 的规定。

表 8-4 砂的公称粒径、砂筛筛孔的公称直径和方孔筛筛孔边长尺寸

砂的公称粒径	砂筛筛孔的公称直径	方孔筛筛孔边长
5.00mm	5.00mm	4.75mm
2.50mm	2.50mm	2.36mm
1.25mm	1.25mm	1.18mm
630 μ m	630 μ m	600 μ m
315 μ m	315 μ m	300 μ m
160 μ m	160 μ m	150 μ m
80 μ m	80 μ m	75 μ m

2) 砂的颗粒级配区见表 8-5。

表 8-5 砂颗粒级配区

级配区 累计筛余(%) 公称粒径	I 区	II 区	III 区
	5.00mm	10~0	10~0
2.50mm	35~5	25~0	15~0
1.25mm	65~35	50~10	25~0
630 μ m	85~71	70~41	40~16
315 μ m	95~80	92~70	85~55
160 μ m	100~90	100~90	100~90

3) 天然砂中含泥量应符合表 8-6 的规定。对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的不大于 C25 的混凝土用砂, 其含泥量不应大于 3.0%。

表 8-6 天然砂中含泥量

混凝土强度等级	\geq C60	C55~C30	\leq C25
含泥量(按质量计)(%)	\leq 2.0	\leq 3.0	\leq 5.0

4) 砂中泥块含量应符合表 8-7 的规定。对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 的混凝土用砂, 其泥块含量不应大于 1.0%。

表 8-7 砂中泥块含量

混凝土强度等级	\geq C60	C55~C30	\leq C25
泥块含量(按质量计)(%)	\leq 0.5	\leq 1.0	\leq 2.0

5) 人工砂或混合砂中石粉含量应符合表 8-8 的规定。

表 8-8 人工砂或混合砂中石粉含量

混凝土强度等级		\geq C60	C55~C30	\leq C25
石粉含量(%)	$MB < 1.4$ (合格)	\leq 5.0	\leq 7.0	\leq 10.0
	$MB \geq 1.4$ (不合格)	\leq 2.0	\leq 3.0	\leq 5.0

6) 当砂中含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐等有害物质时, 其含量应符合表 8-9 的规定。

表 8-9 砂中的有害物质含量

项 目	质量指标
云母含量(按质量计,%)	\leq 2.0
轻物质含量(按质量计,%)	\leq 1.0
硫化物及硫酸盐含量(折算成 SO_3 按质量计,%)	\leq 1.0
有机物含量(用比色法试验)	颜色不应深于标准色, 当颜色深于标准色时, 应按水泥胶砂强度试验方法进行强度对比试验, 抗压强度比不应低于 0.95

(2) 石的质量要求

1) 石筛应采用方孔筛。石的公称粒径、石筛筛孔的公称直径与方孔筛筛孔边长应符合表 8-10 的规定。

表 8-10 石筛筛孔的公称直径与方孔筛尺寸 (单位: mm)

石的公称粒径	石筛筛孔的公称直径	方孔筛筛孔边长
2.50	2.50	2.36
5.00	5.00	4.75
10.0	10.0	9.5
16.0	16.0	16.0
20.0	20.0	19.0
25.0	25.0	26.5
31.5	31.5	31.5
40.0	40.0	37.5
50.0	50.0	53.0
63.0	63.0	63.0
80.0	80.0	75.0
100.0	100.0	90.0

2) 卵石或碎石的颗粒级配范围应符合表 8-11 的规定。

表 8-11 卵石或碎石的颗粒级配

级配情况	公称粒径 /mm	累计筛余(按质量,%)											
		方孔筛筛孔边长尺寸/mm											
		2.36	4.75	9.5	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5	53	63	75	90
连续 粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0	—	—	—	—	—	—	—
	5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0	—	—	—	—	—	—
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0	—	—	—	—	—
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~45	—	0~5	0	—	—	—	—
	5~40	—	95~100	70~90	—	30~65	—	—	0~5	0	—	—	—
单粒级	10~20	—	95~100	85~100	—	0~15	0	—	—	—	—	—	—
	16~31.5	—	95~100	—	85~100	—	—	0~10	0	—	—	—	—
	20~40	—	—	95~100	—	80~100	—	—	0~10	0	—	—	—
	31.5~63	—	—	—	95~100	—	—	75~100	45~75	—	0~10	0	—
	40~80	—	—	—	—	95~100	—	—	70~100	—	30~60	0~10	0

3) 碎石或卵石中针、片状颗粒含量应符合表 8-12 的规定。

表 8-12 针、片状颗粒含量

混凝土强度等级	≥C60	C55~C30	≤C25
针、片状颗粒含量(按质量计,%)	≤8	≤15	≤25

4) 碎石或卵石中含泥量应符合表 8-13 的规定。

表 8-13 碎石或卵石中含泥量

混凝土强度等级	≥ C60	C55 ~ C30	≤ C25
含泥量(按质量计,%)	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 2.0

5) 碎石或卵石中泥块含量应符合表 8-14 的规定。

表 8-14 碎石或卵石中泥块含量

混凝土强度等级	≥ C60	C55 ~ C30	≤ C25
泥块含量(按质量计,%)	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 0.7

6) 碎石的压碎值指标应符合表 8-15 的规定。

表 8-15 碎石的压碎值指标

岩石品种	混凝土强度等级	碎石压碎值指标(%)
沉积岩	C60 ~ C40	≤ 10
	≤ C35	≤ 16
变质岩或深成的火成岩	C60 ~ C40	≤ 12
	≤ C35	≤ 20
喷出的火成岩	C60 ~ C40	≤ 13
	≤ C35	≤ 30

注：沉积岩包括石灰岩、砂岩等；变质岩包括片麻岩、石英岩等；深成的火成岩包括花岗岩、正长岩、闪长岩和橄榄岩等；喷出的火成岩包括玄武岩和辉绿岩等。

7) 卵石的压碎值指标应符合表 8-16 的规定。

表 8-16 卵石的压碎值指标

混凝土强度等级	C60 ~ C40	≤ C35
压碎值指标(%)	≤ 12	≤ 16

8) 碎石或卵石中的硫化物和硫酸盐含量以及卵石中有机物等有害物质含量，应符合表 8-17 的规定。

表 8-17 碎石或卵石中的有害物质含量

项 目	质量要求
硫化物及硫酸盐含量(折算成 SO ₃ 按质量计,%)	≤ 1.0
卵石中有机物含量(用比色法试验)	颜色不应深于标准色，当颜色深于标准色时，应配制成混凝土进行强度对比试验，抗压强度比不应低于 0.95

3. 轻骨料混凝土

(1) 轻骨料混凝土的技术性能

1) 轻骨料混凝土按其干表观密度可分为十四个等级，见表 8-18。

表 8-18 轻骨料混凝土的密度等级

密度等级	干表观密度的变化范围/(kg/m ³)
600	560 ~ 650
700	660 ~ 750
800	760 ~ 850
900	860 ~ 950
1000	960 ~ 1050
1100	1060 ~ 1150
1200	1160 ~ 1250
1300	1260 ~ 1350
1400	1360 ~ 1450
1500	1460 ~ 1550
1600	1560 ~ 1650
1700	1660 ~ 1750
1800	1760 ~ 1850
1900	1860 ~ 1950

2) 轻骨料混凝土根据其用途可按表 8-19 分为三大类。

表 8-19 轻骨料混凝土按用途分类

类别名称	混凝土强度等级的合理范围	混凝土密度等级的合理范围/(kg/m ³)	用途
保温轻骨料混凝土	LC5.0	≤800	主要用于保温的围护结构或热工构筑物
结构保温轻骨料混凝土	LC5.0 LC7.5 LC10 LC15	800 ~ 1400	主要用于既承重又保温的围护结构
结构轻骨料混凝土	LC15 LC20 LC25 LC30 LC35 LC40 LC45 LC50 LC55 LC60	1400 ~ 1900	主要用于承重构件或构筑物

3) 结构轻骨料混凝土的强度标准值应按表 8-20 采用。

表 8-20 结构轻骨料混凝土的强度标准值 (单位: MPa)

强度种类		轴心抗压	轴心抗拉
符号		f_{ck}	f_{tk}
混凝土强度等级	LC15	10.0	1.27
	LC20	13.4	1.54
	LC25	16.7	1.78
	LC30	20.1	2.01
	LC35	23.4	2.20
	LC40	26.8	2.39
	LC45	29.6	2.51
	LC50	32.4	2.64
	LC55	35.5	2.74
	LC60	38.5	2.85

注: 自燃煤矸石混凝土轴心抗拉强度标准值应按表中值乘以系数 0.85; 浮石或火山渣混凝土轴心抗拉强度标准值应按表中值乘以系数 0.80。

4) 结构轻骨料混凝土弹性模量应通过试验确定。在缺乏试验资料时, 可按表 8-21 取值。

表 8-21 轻骨料混凝土的弹性模量 E_{LC} ($\times 10^2$ MPa)

强度等级	密度等级/(kg/m^3)							
	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
LC15	94	102	110	117	125	133	141	149
LC20	—	117	126	135	145	154	163	172
LC25	—	—	141	152	162	172	182	192
LC30	—	—	—	166	177	188	199	210
LC35	—	—	—	—	191	203	215	227
LC40	—	—	—	—	—	217	230	243
LC45	—	—	—	—	—	230	244	257
LC50	—	—	—	—	—	243	257	271
LC55	—	—	—	—	—	—	267	285
LC60	—	—	—	—	—	—	280	297

注: 用膨胀矿渣珠、自燃煤矸石作粗骨料的混凝土, 其弹性模量值可比表列数值提高 20%。

(2) 轻骨料混凝土配合比

1) 不同试配强度的轻骨料混凝土的水泥用量可按表 8-22 选用。

表 8-22 轻骨料混凝土的水泥用量 (单位: kg/m^3)

混凝土试配强度/MPa	轻骨料密度等级						
	400	500	600	700	800	900	1000
<5.0	260~320	250~300	230~280				
5.0~7.5	280~360	260~340	240~320	220~300			
7.5~10		280~370	260~350	240~320			
10~15			280~350	260~340	240~330		
15~20			300~400	280~380	270~370	260~360	250~350
20~25				330~400	320~390	310~380	300~370
25~30				380~450	370~440	360~430	350~420

(续)

混凝土试配 强度/MPa	轻骨料密度等级						
	400	500	600	700	800	900	1000
30 ~ 40				420 ~ 500	390 ~ 490	380 ~ 480	370 ~ 470
40 ~ 50					430 ~ 530	420 ~ 520	410 ~ 510
50 ~ 60					450 ~ 550	440 ~ 540	430 ~ 530

注：1. 表中横线以上为采用 32.5 级水泥时水泥用量值；横线以下为采用 42.5 级水泥时的水泥用量值。

2. 表中下限值适用于圆球形和普通型轻粗骨料，上限值适用于碎石型轻粗骨料和全轻混凝土。

3. 最高水泥用量不宜超过 550kg/m³。

2) 轻骨料混凝土最大水灰比和最小水泥用量的限值应符合表 8-23 的规定。

表 8-23 轻骨料混凝土的最大水灰比和最小水泥用量

混凝土所处的环境条件	最大水灰比	最小水泥用量/(kg/m ³)	
		配筋混凝土	素混凝土
不受风雪影响混凝土	不作规定	270	250
受风雪影响的露天混凝土；位于水中及水位升降范围内的混凝土和潮湿环境中的混凝土	0.50	325	300
寒冷地区位于水位升降范围内的混凝土和受水压或除冰盐作用的混凝土	0.45	375	350
严寒和寒冷地区位于水位升降范围内和受硫酸盐、除冰盐等腐蚀的混凝土	0.40	400	375

注：1. 严寒地区指最寒冷月份的月平均温度低于 -15℃ 者，寒冷地区指最寒冷月份的月平均温度处于 -5 ~ -15℃ 者。

2. 水泥用量不包括掺和料。

3. 寒冷和严寒地区用的轻骨料混凝土应掺入引气剂，其含气量宜为 5% ~ 8%。

3) 轻骨料混凝土的净用水量根据稠度（坍落度或维勃稠度）和施工要求，可按表 8-24 选用。

表 8-24 轻骨料混凝土的净用水量

轻骨料混凝土用途		稠 度		净用水量 /(kg/m ³)
		维勃稠度/s	坍落度/mm	
预制构件及制品	振动加压成形	10 ~ 20	—	45 ~ 140
	振动台成形	5 ~ 10	0 ~ 10	140 ~ 180
	振捣棒或平板振动器振实	—	30 ~ 80	165 ~ 215
现浇混凝土	机械振捣	—	50 ~ 100	180 ~ 225
	人工振捣或钢筋密集	—	≥80	200 ~ 230

注：1. 表中值适用于圆球形和普通型轻粗骨料，对碎石型轻粗骨料，宜增加 10kg 左右的用水量。

2. 掺加外加剂时，宜按其减水率适当减少用水量，并按施工稠度要求进行调整。

3. 表中值适用于砂轻混凝土；若采用轻砂时，宜取轻砂 1h 吸水率为附加水量；若无轻砂吸水率数据时，可适当增加用水量，并按施工稠度要求进行调整。

4) 轻骨料混凝土的砂率可按表 8-25 选用。

表 8-25 轻骨料混凝土的砂率

轻骨料混凝土用途	细骨料品种	砂率(%)
预制构件	轻砂	35 ~ 50
	普通砂	30 ~ 40
现浇混凝土	轻砂	—
	普通砂	35 ~ 45

注：1. 当混合使用普通砂和轻砂作细骨料时，砂率宜取中间值，宜按普通砂和轻砂的混合比例进行插入计算。

2. 当采用圆球形轻粗骨料时，砂率宜取表中值下限；采用碎石型时，则宜取上限。

5) 当采用松散体积法设计配合比时，粗细骨料松散状态的总体积可按表 8-26 选用。

表 8-26 粗细骨料总体积

轻粗骨料粒型	细骨料品种	粗细骨料总体积/m ³
圆球形	轻砂	1.25 ~ 1.50
	普通砂	1.10 ~ 1.40
普通型	轻砂	1.30 ~ 1.60
	普通砂	1.10 ~ 1.50
碎石型	轻砂	1.35 ~ 1.65
	普通砂	1.10 ~ 1.60

4. 水

混凝土拌合用水水质要求应符合表 8-27 的规定。

表 8-27 混凝土拌合用水水质要求

项 目	预应力混凝土	钢筋混凝土	索混凝土
pH	≥5.0	≥4.5	≥4.5
不溶物/(mg/L)	≤2000	≤2000	≤5000
可溶物/(mg/L)	≤2000	≤5000	≤10000
Cl ⁻ /(mg/L)	≤500	≤1000	≤3500
SO ₄ ²⁻ /(mg/L)	≤600	≤2000	≤2700
碱含量/(rag/L)	≤1500	≤1500	≤1500

注：碱含量按 Na₂O + 0.658K₂O 计算值来表示。采用非碱性骨料时，可不检验碱含量。

5. 掺和料

(1) 粉煤灰

1) 用于混凝土中的粉煤灰质量的指标划分为三个等级。其质量指标应符合表 8-28 的规定。

表 8-28 粉煤灰质量指标的分级

(单位:%)

粉煤灰等级		I	II	III
质量指标	细度 (45 μm 方孔筛筛余)	≤ 12	≤ 20	≤ 45
	烧失量	≤ 5	≤ 8	≤ 15
	需水量化	≤ 95	≤ 105	≤ 115
	三氧化硫含量	≤ 3	≤ 3	≤ 3

2) 当粉煤灰混凝土配合比设计采用超量取代法时, 超量系数可按表 8-29 选用。

表 8-29 粉煤灰的超量系数

粉煤灰等级	超量系数
I	1.1 ~ 1.4
II	1.3 ~ 1.7
III	1.5 ~ 2.0

3) 粉煤灰在各种混凝土中取代水泥的最大限量 (以重量计), 应符合表 8-30 的规定。

表 8-30 粉煤灰取代水泥的最大限量

混凝土种类	粉煤灰取代水泥的最大限量 (%)			
	硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥	火山灰质硅酸盐水泥
预应力钢筋混凝土	25	15	10	—
钢筋混凝土 高强度混凝土 高抗冻融性混凝土 蒸养混凝土	30	25	20	15
中、低强度混凝土 泵送混凝土 大体积混凝土 水下混凝土 地下混凝土 压浆混凝土	50	40	30	20
碾压混凝土	65	55	45	35

(2) 粒化高炉矿渣粉

矿渣粉应符合表 8-31 的技术指标规定。

表 8-31 矿渣粉的技术指标

项 目		级 别		
		S105	S95	S75
密度/(g/cm^3)	\geq	2.8		
比表面积/(m^2/kg)	\geq	500	400	300
活性指数 (%)	\geq	95	75	55
		28d	105	95

(续)

项 目		级 别		
		S105	S95	S75
流动度比(%)	≥	95		
含水量(质量分数)(%)	≤	1.0		
三氧化硫(质量分数)(%)	≤	4.0		
氯离子(质量分数)(%)	≤	0.06		
烧失量(质量分数)(%)	≤	3.0		
玻璃体含量(质量分数)(%)	≥	85		
放射性		合格		

(3) 沸石粉：根据表 8-32 所列的质量指标，将沸石粉划分为三个质量等级。

表 8-32 沸石粉的技术要求

技术 指标		质量 等级		
		I	II	III
吸铵值/(mmol/100g)	≥	130	100	90
细度(80μm 方孔水筛筛余)(%)	≤	4	10	15
沸石粉水泥胶砂需水量比(%)	≤	125	120	120
沸石粉水泥胶砂 28d 抗压强度比(%)	≥	75	70	62

6. 外加剂

(1) 引气剂：掺引气剂及引气减水剂混凝土的含气量，不宜超过表 8-29 规定的含气量；对抗冻性要求高的混凝土，宜采用表 8-33 规定的含气量数值。

表 8-33 掺引气剂及引气减水剂混凝土的含气量

粗骨料最大粒径/mm	20(19)	25(22.4)	40(37.5)	50(45)	80(75)
混凝土含气量(%)	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5

注：括号内数值为《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685—2011 中标准筛的尺寸。

(2) 早强剂：常用早强剂掺量应符合表 8-34 中的规定。

表 8-34 常用早强剂掺量限值

混凝土种类	使用环境	早强剂名称	掺量限值(水泥重量%) 不大于
预应力混凝土	干燥环境	三乙醇胺	0.05
		硫酸钠	1.0
钢筋混凝土	干燥环境	氯离子[Cl ⁻]	0.6
		硫酸钠	2.0
		与缓凝减水剂复合的硫酸钠	1.5
		三乙醇胺	0.05
有饰面要求的混凝土		硫酸钠	0.8
素混凝土		氯离子[Cl ⁻]	1.8

注：预应力混凝土及潮湿环境中使用的钢筋混凝土中不得掺氯盐早强剂。

(3) 膨胀剂

1) 膨胀剂的适用范围应符合表 8-35 的规定。

表 8-35 膨胀剂的适用范围

用 途	适 用 范 围
补偿收缩混凝土	地下、水中、海水中、隧道等构筑物，大体积混凝土（除大坝外），配筋路面和板、屋面与卫浴间防水、构件补强、渗透修补、预应力混凝土、回填槽等
填充用膨胀混凝土	结构后浇带、隧洞堵头、钢管与隧道之间的填充等
灌浆用膨胀砂浆	机械设备的底座灌浆、地脚螺栓的固定、梁柱接头、构件补强、加固等
自应力混凝土	仅用于常温下使用的自应力钢筋混凝土压力管

2) 施工用补偿收缩混凝土，其性能应满足表 8-36 的要求。

表 8-36 补偿收缩混凝土的性能

项 目	限制膨胀率($\times 10^{-4}$)	限制干缩率($\times 10^{-4}$)	抗压强度/MPa
龄期	水中 14d	水中 14d, 空气中 28d	28d
性能指标	≥ 1.5	≤ 3.0	≥ 25

3) 填充用膨胀混凝土，其性能应满足表 8-37 的要求。

表 8-37 填充用膨胀混凝土的性能

项 目	限制膨胀率($\times 10^{-4}$)	限制干缩率($\times 10^{-4}$)	抗压强度/MPa
龄期	水中 14d	水中 14d, 空气中 28d	28d
性能指标	≥ 2.5	≤ 3.0	≥ 30.0

4) 灌浆用膨胀砂浆，其性能应满足表 8-38 的要求。

表 8-38 灌浆用膨胀砂浆性能

流动度/mm	竖向膨胀度($\times 10^{-4}$)		抗压强度/MPa		
	3d	7d	1d	3d	28d
250	≥ 10	≥ 20	≥ 20	≥ 30	≥ 60

5) 胶凝材料最少用量（水泥、膨胀剂和掺和料的总量）应符合表 8-39 的规定。

表 8-39 胶凝材料最少用量

膨胀混凝土	胶凝材料最少用量/(kg/m^3)
补偿收缩混凝土	300
填充用膨胀混凝土	350
自应力混凝土	500

8.2 配合比设计

1) 混凝土的最小胶凝材料用量应符合表 8-40 的规定。

表 8-40 混凝土的最小胶凝材料用量

最大水胶比	最小胶凝材料用量/(kg/m ³)		
	素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土
0.60	250	280	300
0.55	280	300	300
0.50		320	
≤0.45		330	

2) 矿物掺和料在混凝土中的掺量应通过试验确定。采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥时, 钢筋混凝土中矿物掺和料最大掺量宜符合表 8-41 的规定, 预应力混凝土中矿物掺和料最大掺量宜符合表 8-42 的规定。

表 8-41 钢筋混凝土中矿物掺和料最大掺量

矿物掺和料种类	水 胶 比	最大掺量(%)	
		采用硅酸盐水泥时	采用普通硅酸盐水泥时
粉煤灰	≤0.40	45	35
	>0.40	40	30
粒化高炉矿渣粉	≤0.40	65	55
	>0.40	55	45
钢渣粉	—	30	20
磷渣粉	—	30	20
硅灰	—	10	10
复合掺和料	≤0.40	65	55
	>0.40	55	45

- 注: 1. 采用其他通用硅酸盐水泥时, 宜将水泥混合材掺量 20% 以上的混合材量计入矿物掺和料。
 2. 复合掺和料各组分的掺量不宜超过单掺时的最大掺量。
 3. 在混合使用两种或两种以上矿物掺和料时, 矿物掺和料总掺量应符合表中复合掺和料的规定。

表 8-42 预应力混凝土中矿物掺和料最大掺量

矿物掺和料种类	水 胶 比	最大掺量(%)	
		采用硅酸盐水泥时	采用普通硅酸盐水泥时
粉煤灰	≤0.40	35	30
	>0.40	25	20
粒化高炉矿渣粉	≤0.40	55	45
	>0.40	45	35
钢渣粉	—	20	10
磷渣粉	—	20	10
硅灰	—	10	10
复合掺和料	≤0.40	55	45
	>0.40	45	35

- 注: 1. 采用其他通用硅酸盐水泥时, 宜将水泥混合材掺量 20% 以上的混合材量计入矿物掺和料。
 2. 复合掺和料各组分的掺量不宜超过单掺时的最大掺量。
 3. 在混合使用两种或两种以上矿物掺和料时, 矿物掺和料总掺量应符合表中复合掺和料的规定。

3) 混凝土拌和物中水溶性氯离子最大含量应符合表 8-43 的规定, 其测试方法应符合现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》JTJ 270—1998 中混凝土拌和物中氯离子含量的快速测定方法的规定。

表 8-43 混凝土拌和物中水溶性氯离子最大含量

环境条件	水溶性氯离子最大含量 (%, 水泥用量的质量百分数)		
	钢筋混凝土	预应力混凝土	素混凝土
干燥环境	0.30	0.06	1.00
潮湿但不含氯离子的环境	0.20		
潮湿且含有氯离子的环境、盐渍土环境	0.10		
除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境	0.06		

4) 长期处于潮湿或水位变动的寒冷和严寒环境以及盐冻环境的混凝土应掺用引气剂。引气剂掺量应根据混凝土含气量要求经试验确定, 混凝土最小含气量应符合表 8-44 的规定, 最大不宜超过 7.0%。

表 8-44 混凝土最小含气量

粗骨料最大公称粒径/mm	混凝土最小含气量(%)	
	潮湿或水位变动的寒冷和严寒环境	盐冻环境
40.0	4.5	5.0
25.0	5.0	5.5
20.0	5.5	6.0

注: 含气量为气体占混凝土体积的百分比。

5) 粉煤灰影响系数和粒化高炉矿渣粉影响系数, 可按表 8-45 选用。

表 8-45 粉煤灰影响系数 (γ_f) 和粒化高炉矿渣粉影响系数 (γ_s)

种类 掺量(%)	粉煤灰影响系数 γ_f	粒化高炉矿渣粉影响系数 γ_s
0	1.00	1.00
10	0.85 ~ 0.95	1.00
20	0.75 ~ 0.85	0.95 ~ 1.00
30	0.65 ~ 0.75	0.90 ~ 1.00
40	0.55 ~ 0.65	0.80 ~ 0.90
50	—	0.70 ~ 0.85

注: 1. 采用 I 级、II 级粉煤灰宜取上限值。

2. 采用 S75 级粒化高炉矿渣粉宜取下限值, 采用 S95 级粒化高炉矿渣粉家取上限值, 采用 S105 级粒化高炉矿渣粉可取上限值加 0.05。

3. 当超出表中的掺量时, 粉煤灰和粒化高炉矿渣粉影响系数应经试验确定。

6) 每立方米干硬性或塑性混凝土的用水量应符合下列规定:

① 混凝土水胶比在 0.40 ~ 0.80 范围时, 可按表 8-46 和表 8-47 选取。

② 混凝土水胶比小于 0.40 时，可通过试验确定。

表 8-46 干硬性混凝土的用水量 (单位: kg/m³)

拌和物稠度		卵石最大公称粒径/mm			碎石最大公称粒径/mm		
项目	指标	10.0	20.0	40.0	16.0	20.0	40.0
维勃稠度/s	16~20	175	160	145	180	170	155
	11~15	180	165	150	185	175	160
	5~10	185	170	155	190	180	165

表 8-47 塑性混凝土的用水量 (单位: kg/m³)

拌和物稠度		卵石最大公称粒径/mm				碎石最大公称粒径/mm			
项目	指标	10.0	20.0	31.5	40.0	16.0	20.0	31.5	40.0
坍落度/mm	10~30	190	170	160	150	200	185	175	165
	35~50	200	180	170	160	210	195	185	175
	55~70	210	190	180	170	220	205	195	185
	75~90	215	195	185	175	230	215	205	195

注: 1. 本表用水量系采用中砂时的取值。采用细砂时, 每立方米混凝土用水量可增加 5~10kg; 采用粗砂时, 可减少 5~10kg。

2. 掺用矿物掺和料和外加剂时, 用水量应相应调整。

7) 混凝土的砂率应符合表 8-48 的规定。

表 8-48 混凝土的砂率 (%)

水 胶 比	卵石最大公称粒径/mm			碎石最大公称粒径/mm		
	10.0	20.0	40.0	16.0	20.0	40.0
0.40	26~32	25~31	24~30	30~35	29~34	27~32
0.50	30~35	29~34	28~33	33~38	32~37	30~35
0.60	33~38	32~37	31~36	36~41	35~40	33~38
0.70	36~41	35~40	34~39	39~44	38~43	36~41

注: 1. 本表数值系中砂的选用砂率, 对细砂或粗砂, 可相应地减少或增大砂率。

2. 采用人工砂配制混凝土时, 砂率可适当增大。

3. 只用一个单粒级粗骨料配制混凝土时, 砂率应适当增大。

8) 每盘混凝土试配的最小搅拌量应符合表 8-49 的规定, 并不应小于搅拌机公称容量的 1/4 且不应大于搅拌机公称容量。

表 8-49 混凝土试配的最小搅拌量

粗骨料最大公称粒径/mm	拌和物数量/L
≤31.5	20
40.0	25

9) 抗渗混凝土配合比应符合下列规定:

① 最大水胶比应符合表 8-50 的规定。

- ② 每立方米混凝土中的胶凝材料用量不宜小于 320kg。
 ③ 砂率宜为 35% ~ 45%。

表 8-50 抗渗混凝土最大水胶比

设计抗渗等级	最大水灰比	
	C20 ~ C30	C30 以上
P6	0.60	0.55
P8 ~ P12	0.55	0.50
> P12	0.50	0.45

10) 抗冻混凝土配合比应符合下列规定:

- ① 最大水胶比和最小胶凝材料用量应符合表 8-51 的规定。
 ② 复合矿物掺和料掺量宜符合表 8-52 的规定; 其他矿物掺和料掺量宜符合表 8-41 的规定。
 ③ 掺用引气剂的混凝土最小含气量应符合表 8-44 的规定。

表 8-51 最大水胶比和最小胶凝材料用量

设计抗冻等级	最大水胶比		最小胶凝材料用量 (kg/m ³)
	无引气剂时	掺引气剂时	
F50	0.55	0.60	300
F100	0.50	0.55	320
不低于 F150	—	0.50	350

表 8-52 复合矿物掺和料最大掺量

水 胶 比	最大掺量(%)	
	采用硅酸盐水泥时	采用普通硅酸盐水泥时
≤0.40	60	50
>0.40	50	40

注: 1. 采用其他通用硅酸盐水泥时, 可将水泥混合材掺量 20% 以上的混合材量计入矿物掺和料。

2. 复合矿物掺和料中各矿物掺和料组分的掺量不宜超过表 8-41 中单掺时的限量。

11) 高强混凝土水胶比、胶凝材料用量和砂率可按表 8-53 选取, 并应经试配确定。

表 8-53 水胶比、胶凝材料用量和砂率

强度等级	水 胶 比	胶凝材料用量/(kg/m ³)	砂率(%)
≥C60, <C80	0.28 ~ 0.34	480 ~ 560	35 ~ 42
≥C80, <C100	0.26 ~ 0.28	520 ~ 580	
C100	0.24 ~ 0.26	550 ~ 600	

12) 泵送混凝土粗骨料宜采用连续级配, 其针片状颗粒含量不宜大于 10%; 粗骨料的 最大公称粒径与输送管径之比宜符合表 8-54 的规定。

表 8-54 粗骨料的最大公称粒径与输送管径之比

粗骨料品种	泵送高度/m	粗骨料最大公称粒径与输送管径之比
碎石	<50	≤1 : 3.0
	50 ~ 100	≤1 : 4.0
	>100	≤1 : 5.0
卵石	<50	≤1 : 2.5
	50 ~ 100	≤1 : 3.0
	>100	≤1 : 4.0

8.3 混凝土的养护

1. 自然养护

在自然气候条件下,采用浇水润湿或防风、保温等措施养护,称为自然养护。

采用自然养护,首先应遵守下列规定:

1) 在浇筑完成后 12h 以内进行覆盖养护。

2) 混凝土强度达到 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 以后,才允许操作人员在上面行走、安装模板和支架;但不得作冲击性或类似劈打木材的操作。达到 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 强度所需龄期见表 8-55。

表 8-55 达到 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 强度所需龄期的试验结果

外界温度/℃	水泥品种及强度等级	混凝土强度等级	期限/h
1 ~ 5	普通 32.5	C15	48
		C20	44
5 ~ 10	普通 32.5	C15	32
		C20	28
10 ~ 15	普通 32.5	C15	24
		C20	20
15 以上	32.5	C15	20 以下
		C20	20 以下

3) 不允许用悬挑构件作为交通运输的通道,或做工具、材料的停放场。

(1) 覆盖浇水养护:露天养护时,为保持一定的湿度,需在制品表面覆盖草垫等遮盖物,并定期浇水(覆盖塑料薄膜者除外),浇水次数参见表 8-56;最少覆盖天数参见表 8-57。

表 8-56 露天自然养护制品浇水次数

气温	10℃		20℃		30℃		40℃	
	A	B	A	B	A	B	A	B
浇水次数	2	3	4	6	6	9	8	12

注: 1. A 为在阴影下, B 为在日光照射下。

2. 气温系指当日中午的标准气温。

3. 此表作为计算用水量的参考,不作为实际生产的依据。

表 8-57 露天自然养护制品覆盖天数

(单位: 天)

水泥品种	最少遮盖天数			
	10℃	20℃	30℃	40℃
硅酸盐水泥	5	4	3	2
火山灰或矿渣水泥	7	5	4	3

在外界气温低于 5℃ 时, 不允许浇水。

(2) 喷膜养护: 喷膜养护是在混凝土表面喷洒 1~2 层塑料薄膜, 它是将塑料溶液喷洒在混凝土表面上, 溶剂挥发后, 塑料与混凝土表面结合成一层薄膜, 使混凝土表面与空气隔绝, 封闭混凝土中的水分不再被蒸发, 而完成水化作用。这种养护方法一般适用于表面积大的混凝土施工和缺水地区。

喷膜养护的操作要点是:

1) 喷洒压力以 0.2~0.3MPa 为宜, 喷出来的塑料溶液呈较好的雾状为佳。压力小, 不易形成雾状; 压力大, 会破坏混凝土表面, 喷洒时应离混凝土表面 50cm。

2) 喷洒时间, 应掌握混凝土水分蒸发情况, 在不见浮水, 混凝土表面以手指轻按无指印时, 即可进行喷洒。过早会影响塑料薄膜与混凝土表面结合, 过迟则影响混凝土强度。

3) 溶液喷洒厚度以溶液的耗用量衡量, 通常以每平方米耗用养护剂 2.5kg 为宜, 喷洒厚度要求均匀一致。

4) 通常要喷两遍, 待第一遍成膜后再喷第二遍, 喷洒时要求有规律, 固定一个方向, 前后两遍的走向应互相垂直。

5) 溶液喷洒后很快形成塑料薄膜, 为达到养护目的, 必须保护薄膜的完整性, 要求不得有损坏破裂, 不得在薄膜上行走、拖拉工具, 如发现损坏应及时补喷。如气温较低, 应设法保温。

2. 蒸汽养护

混凝土制品蒸汽养护的实质, 是在湿热介质作用下, 引起混凝土一系列物理、化学及力学变化, 从而加速其内部结构的形成, 获得早强快硬的效果。

蒸汽养护是缩短养护时间的有效方法之一。混凝土在较高温度和湿度条件下, 可迅速达到所要求的强度。

蒸汽养护又分常压及高压湿热养护两种。

(1) 常压蒸汽养护制度

1) 预养期: 用以增加混凝土对升温期结构破坏作用的抵抗能力, 于制品成形后及蒸汽养护开始前所进行的室温养护期为预养期, 又称静停期, 一般为 2~4h。

2) 升温期: 升温期取决于混凝土的允许升温速度及最高养护温度。升温过快易使混凝土内部产生微裂缝等缺陷。表 8-58 给出了混凝土的最大升温速度参考值。按此升温速度及最高养护温度可算出升温期。

表 8-58 升温速度限值

(单位:℃/h)

预养时间/h	干硬度/s	刚性模型密闭养护	带模养护	脱模养护
>4	>30	不限	30	20
	<30	不限	25	—
<4	>30	不限	20	15
	<30	不限	15	—

3) 恒温期: 升温至要求温度后即应在此温度下恒温养护一段时间, 以使混凝土获得一定的强度。

以不同水泥配制的混凝土要求有不同的恒温温度(表 8-59)及恒温时间范围。表 8-60 给出普通硅酸盐水泥混凝土在不同温度下养护的临界恒温时间。

表 8-59 恒温温度

水泥品种	恒温温度/℃
普通硅酸盐	80 ~ 85
矿渣及火山灰水泥	95 ~ 100
铝酸盐水泥	< 70

表 8-60 临界恒温时间

温度/℃	临界恒温时间/h
100	4 ~ 7
80	12 ~ 18
60	20 ~ 40

一般来讲硅酸盐水泥要求较低的恒温温度, 适当延长恒温时间, 而矿渣硅酸盐水泥则要求较高的恒温温度。

4) 降温期: 经一定时间的恒温养护后, 需要缓慢降温, 由恒温温度降至室温的时间为降温期。降温速度与构件尺寸及混凝土的水灰比有关。不同尺寸构件的最大允许降温速度见表 8-61。混凝土构件表面与气温的温差极限见表 8-62。

表 8-61 混凝土降温速度限值

(单位:℃/h)

水灰比	厚大尺寸构件	细薄尺寸构件
≥0.4	30	35
<0.4	40	50

表 8-62 混凝土表面温度与气温的温差限值

混凝土强度/MPa	混凝土表面温度与气温之差/℃
≤30.0	≤60
≥45.0	≤75

为了避免蒸汽温度骤然升降而引起混凝土构件产生裂缝变形，必须严格控制升温和降温的速度。出槽的构件温度与室外温度相差不得大于40℃，当室外为负温度时，相差不得大于20℃。

(2) 高压蒸汽养护制度：高压蒸汽养护一般用于多孔混凝土制品及高强度混凝土桩的养护，蒸汽压力可高达8个大气压。根据升压方法又分为排气法、真空法和快速升压法。不同混凝土制品的压蒸制度见表8-63。

表 8-63 不同混凝土制品的压蒸制度

制品厚度/mm		各期时间/h				总压蒸周期/h
		升至1.1MPa	恒压	从1.1→0.3MPa	从0.3→0.1MPa	
100		1	5	0.5	0.5	7
≥200	a	1~2	7	1	1	10~11
	b	1	6	0.5	0.5	8
	c	1~2	4	1	1	7~8
≥300	a	1~2	10	2	2	15~16
	b	1	8	0.5	0.5	10
	c	1~2	5	1.5	1.5	9~10

注：1. 表列代号“a”及“b”分别为堆密度650~800kg/m³及400~500kg/m³的多孔混凝土制品，“c”为大孔的密实混凝土制品。

2. 有足量高压蒸汽时，升压时间可减至0.5h。
3. 硅酸盐混凝土恒压时间延长2~3h，泡沫混凝土降压时间延长2~3h。
4. 最高压力为0.9MPa时，恒压时间延长1h。

(3) 间歇式养护设施

1) 普通养护坑：当构件品种、规格经常变换时，选用坑式养护是比较合理的，坑的几何尺寸可从两方面来考虑决定：一是制品及模板的外形尺寸；二是成形台面的尺寸，详见表8-64。

表 8-64 养护坑净空尺寸参考表

(单位：mm)

类 型		净空尺寸		
		长	宽	深
成形台面尺寸	2000×6000	7000	2500	2500
	3000×6000	7000	3750	2500
	3000×1200	14500	4000	3000
按单一产品及模板外形尺寸决定		① 养护坑净深 H ： $H = nh_1 + h_2 + (n-1)h_3 + h_4$ 式中 n ——模板块数； h_1 ——模板高度； h_2 ——坑底垫块高，约为150~200mm； h_3 ——模板间空隙约30~50mm； h_4 ——顶部预留间隙约200~300mm ② 模板水平间隙：大于200mm ③ 模板与坑壁（或保护滑轨）间距：200~300mm		

普通养护坑的构造见图 8-1。

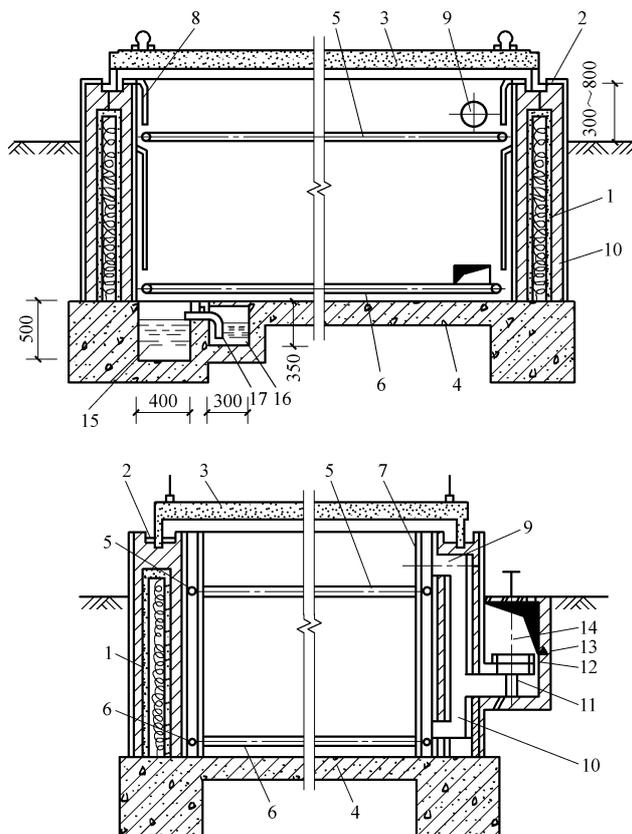


图 8-1 普通养护坑的构造图

- 1—围护结构 2—水封 3—坑盖 4—底板(厚 150~200mm, 向集水坑方向坡度 $i=0.005$) 5—上部蒸汽管
 6—下部蒸汽管 7—自动横担 8—保护槽钢 9—上部抽风口 10—通风管 11—导管 12—水封
 13—通风阀门 14—通风道(一般为 700mm×400mm~700mm×600mm) 15—集水坑 16—排水沟
 17—溢水管, $D_g=50$

2) 无压纯饱和蒸汽养护坑: 此种养护的构造简图如图 8-2 所示, 它与常压蒸汽养护坑不同之处在于:

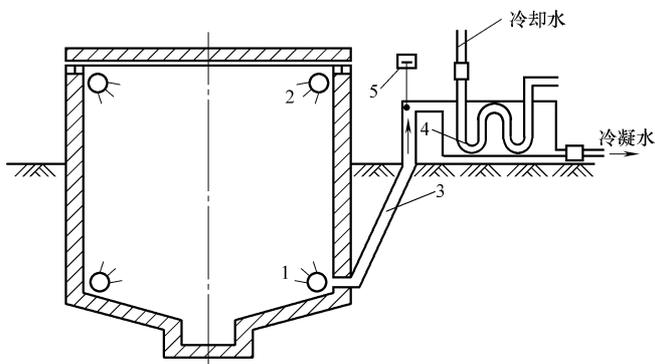


图 8-2 无压纯饱和蒸汽养护坑构造简图

- 1—下部喷气花管 2—上部喷气花管 3—排气管 4—冷凝器 5—接点温度计

- ① 养护室的盖或门要尽量密闭。
- ② 在坑的下部及上部设喷汽花管。
- ③ 下设有与大气相通的排气管。
- ④ 在排气管的尾部设有冷凝器及控制仪表。

养护室工作时，首先打开下部喷气管，蒸汽上升，与坑内空气混合，当达到 80 ~ 90℃ 时，由于下部排气管与大气联通，因而有多余混合气体排出，待坑内温度升至 95℃ 时，停止下部供气，开上部喷气管，100℃ 的纯饱和蒸汽逐渐布满坑上部，随着不断供汽，纯蒸汽向下挤压混合气体，并从排气管排出直到坑内全部被饱和纯蒸汽充满。这种方法蒸汽与制品热交换强烈，养护周期较常压养护可减少 4h，但由于构造上密闭条件要求高，操作复杂，因而不易推广。

3) 热介质定向循环养护坑：热介质定向循环的基本原理是使蒸汽以 1.5MPa 左右的压力经过大口径点式拉伐尔喷嘴流出，在坑内造成具有一定流速的混合介质气流，气流流经所有热交换表面，从而明显地改变坑内的热交换状况，提高蒸汽利用率。

在新建或改建养护坑时，应注意：

- ① 根据产品品种，孔洞方向和堆码方式等确定循环回路，使气流流动阻力小，并均匀地流经所有热交换表面。
- ② 坑外供气管道设减压阀，以调节并稳定供汽压力，加装带有回汽管的冷凝式水封器，以保证坑内压力的基本稳定。
- ③ 合理布置坑内集气管，正确确定喷嘴数量、尺寸及安装角度。
- ④ 养护坑坑壁内侧应设置保温层和防水隔汽层，以小热容和较大热阻的围护结构代替原有的结构。
- ⑤ 采用合理的测控温方式，以保证最佳的热养护制度。
- ⑥ 设置集汽管时，应考虑防止被撞击的措施，如凹进坑壁和设置护轨等。
- ⑦ 应尽量提高养护坑的填充系数，同时应保证热介质能够沿其循环回路流动而不产生多余的气体流动阻力，从而保证湿热处理的均匀性。模板之间的缝隙应大于 50mm，以减小小模板之间的气体流动阻力；模板与坑底之间的间隙为 200 ~ 300mm，以减小冷的坑底对下部制品的影响；上部制品与坑盖的间隙应保证 50 ~ 100mm，坑的拐角应作成圆角，以减少循环气流转弯时的能量损失。
- ⑧ 最重要的是，在改造供汽系统的同时，必须对养护坑围护结构进行改造。因为对围护结构改造的节能效果远比对供汽系统改造后的节能效果好（表 8-65）。

表 8-65 养护坑围护结构类型及热工性能

围护结构类型	$Q_{\text{总耗}} / (\text{MJ}/\text{m}^2)$	$Q_{\text{热损失}} / (\text{MJ}/\text{m}^2)$	效率 $\eta = \left(1 - \frac{Q_{\text{热}}}{Q_{\text{总}}}\right) \times 100\%$
坑壁与坑底采用普通混凝土制作	600	425	25
坑壁与坑底采用 C20 陶粒轻混凝土制作	533	294	45
坑壁采用普通混凝土，内设保温层和隔汽防水层	277	39.5	88
坑壁采用普通混凝土，中间设有若干个空气隔层，内用石棉水泥板保护	282	42	85

图 8-3 为热介质定向循环养护坑构造简图。

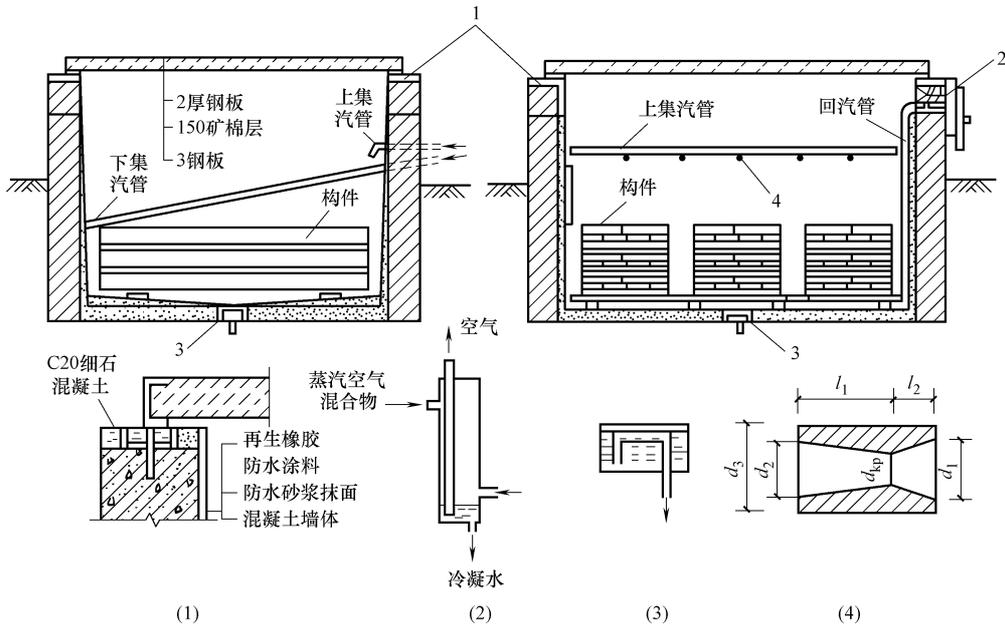


图 8-3 热介质定向循环养护坑构造示意图

1—坑盖水封 2—冷凝水水封 3—坑底水封 4—喷嘴示意

4) 养护浅池：养护浅池适用于异形构件及构配件的养护，国内已采用浅池，构造较简单，一般池深 70~80cm，宽度与露天台座相似，长度由生产线的长短而定。池顶加盖，池壁以砖砌成，炉渣保温，由蒸汽花管供热，温度约 70℃，构件养护时间较长。这种设施投产快、机动灵活，但周转慢。

(4) 连续式养护窑：国内连续式养护窑分水平隧道窑、折线形隧道窑及立窑，后两者为湿热养护窑，水平隧道窑又分单层及双层两种。双层窑上下之间又有隔开和连通，而单层隧道窑又分升、恒、降温带隔开与不隔开等不同形式。按加热方式又可分为干热及干湿热两种。

1) 隧道窑：较适宜于养护两面光大楼板。在恒温区适当喷蒸汽以防止制品水分的过分蒸发。这种养护窑的缺点是升温、恒温、降温区域无明显分界区，干、湿段交界处不明显。为此有些隧道窑在干-湿段交界处试验设置机械门或热风幕，以达到干、湿区分界的目的（图 8-4）。

2) 折线窑：折线窑是由水平隧道窑演变而来的湿热养护设施，窑的两端不设窑门，蒸汽靠折线起拱高度造成的几何压头来阻止其外溢，折线窑相对压力分布见图 8-5。

折线窑起拱高度可定性按下式估算：

$$h_q = \frac{\Delta P}{\gamma_y - \gamma_n} \quad (8-1)$$

式中 h_q ——折线窑起拱高度 (m)，实际计算中可取 1.1~1.5m；

ΔP ——1-1 面上内外介质的相对静压差 (kg/m^2)；

γ_n 、 γ_y ——窑内、外介质的平均密度 (kg/m^3)。

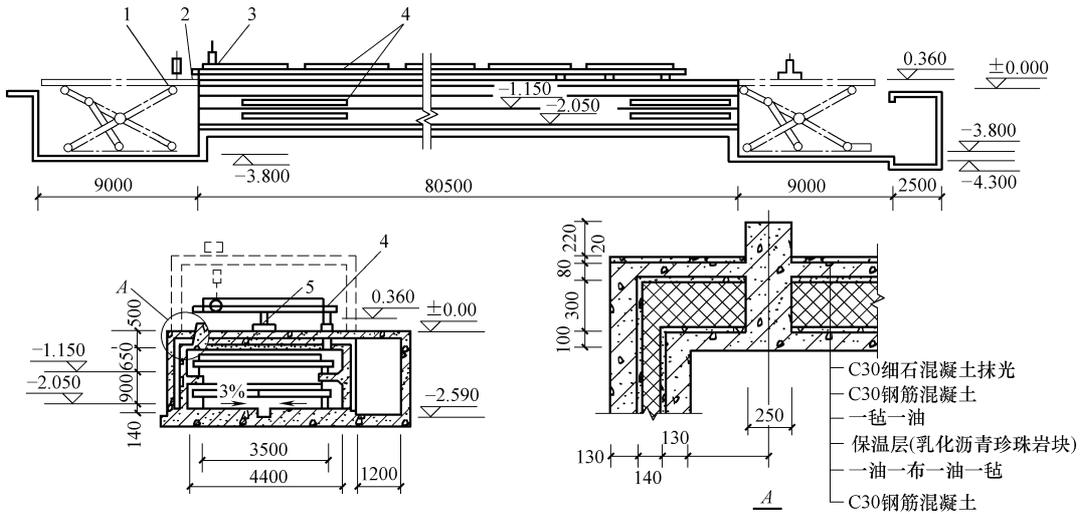


图 8-4 隧道式干热养护窑构造图

1—升降顶推机（推力 8t，升降行程 2.5m） 2—窑门（重 2.5t） 3—截筋机 4—模板车 5—推杆装置
 乳化沥青珍珠岩块的做法：1）乳化沥青由沥青：石灰：水 = 1：1：1 加热而成。
 2）乳化沥青：珍珠岩块 = 1：4 混合而成乳化沥青珍珠岩块。

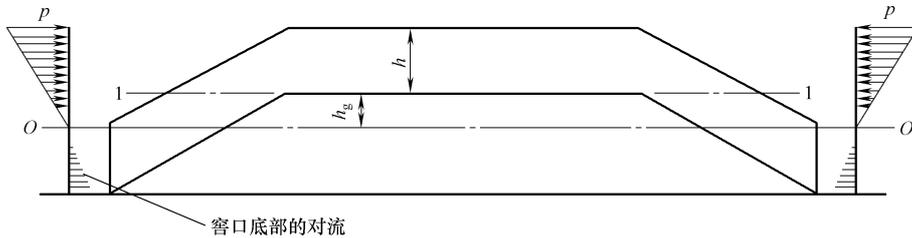


图 8-5 折线窑相对压力分布图

1-1 及 O-O—等压面 h_g —起拱高度 (m)
 h —折线窑内截面高度 (m) p —窑内相对压力

3) 立窑：立窑是利用热空气比重较轻的原理，形成自然的升温、恒温、降温区段。但由于立窑是湿热养护设施，窑体的隔汽、防水不易处理，冷凝水滴落到制品表面，影响外观。立窑设备复杂、构件规格品种不易改变、耗钢量大，造价高、窑壁易开裂、热工性能并不理想。因此，近几年来，已不提倡使用。

(5) 热台座：当采用台座法生产混凝土制品时，为了加快台座的周转。常采用热台座的养护方式，热台座上或加养护罩，或盖两层塑料布。

露天混凝土热台座纵向每 10m 高设一温度缝，台座内加热管的布置应使其加热均匀，并设排汽及排水孔。如图 8-6 所示。

3. 干热养护

在升温过程中混凝土不增湿或少增湿，甚至以水分蒸发过程为主的养护称为干热养护。通常以热空气为介质。低湿介质对混凝土的破坏作用小，因此混凝土构件的表面质量好。但全过程均在低湿介质中养护的全干热法却存在混凝土失水过多、水泥水化不充分、后期强度

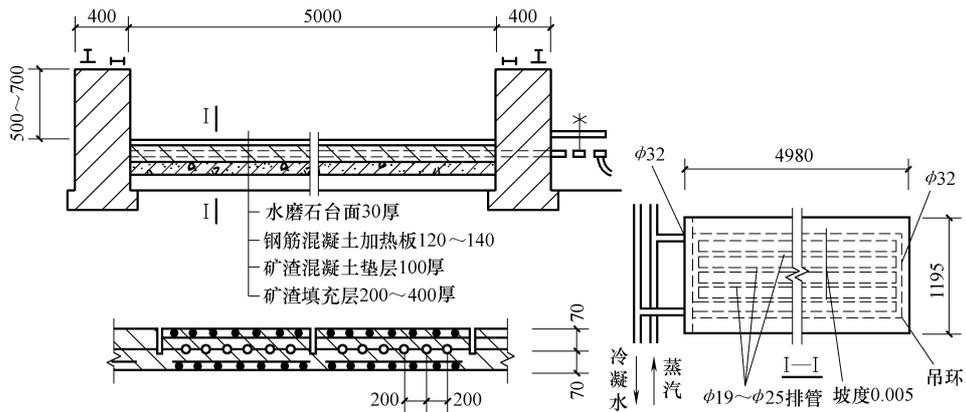


图 8-6 热台座构造图

损失较大、降温效果较差等弊端。因此全干热养护时，应采取适当的补救措施，如延长静停时间，采用浇水、喷雾等强迫降温措施，以恢复强度的损失。严禁出窑后立即出厂或在堆场中继续进行干燥失水的常规堆放等做法。

干热养护是用太阳能、远红外线、电热等方法，利用混凝土本身所含的水分及外加热源，达到养护的目的。此养护法近年来发展较快。

(1) 太阳能养护：太阳能养护属于露天自然条件下高温介质的养护，利用辐射及热容效应建成的太阳能养护罩、池是较简单的太阳能养护设施。

太阳能养护罩罩面材料要求密封性好、透光率高，一般采用透明塑料薄膜及玻璃钢，罩面的倾角 α 应使罩内获得最大的辐射强度。

太阳能养护罩、池的内衬选择，直接影响对太阳辐射热的吸收。一般内衬常涂黑色，也可考虑以真空镀铝涤纶薄膜做内衬，以增加辐射强度。内衬材料对辐射强度的影响见表 8-66 所示，太阳能养护效果见表 8-67 所示。

表 8-66 内衬材料对辐射强度的影响

内衬种类	测试时间/h									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
镀铝薄膜	0.35	0.75	0.90	1.18	1.26	0.70	0.69	0.45	0.29	0.07
涂黑板漆	0.19	0.50	0.56	0.65	0.55	0.46	0.50	0.33	0.17	0.04

表 8-67 太阳能养护效果

项目名称	冬季		春、秋季		夏季		全年	
	自养	太阳能	自养	太阳能	自养	太阳能	自养	太阳能
介质最高温度/℃	18	60	29	80	40	90	40	90
抗压 R_{1d} /MPa	1.98	8.62	3.97	8.19	6.93	11.73	4.29	9.51
强度比 $R_{1d}/R_{设}$ (%)	10	43	20	41	35	59	23	48

注：表中 R_{1d} 为第一天的强度， $R_{设}$ 为设计强度。

(2) 远红外线养护：远红外线加热可以用电、煤气、液化气、蒸汽等为热源。基本原

理是在散热器表面涂刷远红外线辐射材料，涂料分子受热后，便向四周发射电磁波，电磁波被混凝土吸收，成为分子运动动能，引起混凝土内部的分子振荡因而使混凝土的温度能内外同步升高，从而达到养护的目的。混凝土在养护过程中，由于内部有游离水存在，水对红外线有较宽的吸收带，混凝土在 60~100℃ 时，对红外线的吸收率为 90% 左右，因此，用远红外线养护混凝土，可以使混凝土内部温度均匀升高，取得养护时间短、强度高、节约能源等效果。

(3) 电热养护：电热养护可分为直接加热法和间接加热法。直接加热法即电极法，一般采用圆钢或铁皮做成电极，将电流输入电极，电流通过混凝土中的游离水，构成电流回路，因混凝土中有一定的电阻值，从而产生热量。电极法多应用在混凝土浇筑的早期，以达到提早拆模的目的。

间接加热法有工频涡流加热法及电热毯保温法等，多用于冬期施工。

目前我国电力紧张，在用其他养护方法困难时，才选用电热养护。

8.4 泵送混凝土的施工

1. 泵送混凝土的施工准备

(1) 材料准备

1) 粗骨料：一般宜按石子的最大粒径与输送管内径之比选用，见表 8-68。

表 8-68 石子的最大粒径与输送管内径之比

石子品种	泵送高度/m	粗骨料最大粒径与输送管径比
碎石	<50	≤1:3.0
	50~100	≤1:4.0
	>100	≤1:5.0
卵石	<50	≤1:2.5
	50~100	≤1:3.0
	>100	≤1:4.0

2) 细骨料：砂子应采用中砂或中粗砂，粒径在 0.315mm 以下的细骨料不应少于 15%，最好能达到 20%。

3) 水泥：一般宜选用普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥，不宜采用火山灰质硅酸盐水泥。

4) 外掺材料

① 掺和料。主要是指粉煤灰，磨细粉煤灰的细度应达到水泥细度标准。

② 外加剂。为了改善混凝土工作性能，延缓凝结时间，增大坍落度和节约水泥，在泵送混凝土掺入一定量的复合外加剂，如具有减水、引气、缓凝等功能的泵送剂等。

(2) 混凝土泵的选择：混凝土泵在选用时主要根据工程特点、施工的条件（设备、环境、材料等）、施工组织设计的要求结合泵的性能选用，见表 8-69。

表 8-69 混凝土泵的型号分类及表示方法

类	组	型	代号	代号含义	主 参 数	
					名 称	单位表示法
混凝土 机械	混凝土泵 HB(混泵)	固定式 G(固) 拖式 T(拖) 车载式 C(车)	HBG HBT HBC	固定式混凝土泵 拖式混凝土泵 车载式混凝土泵	理论输送量	m ³ /h
	臂架式混 凝土泵车 BC(泵车)	整体式 半挂式 B(半) 全挂式 Q(全)	BC BCB BCQ	整体式臂架混凝土泵车 半挂式臂架混凝土泵车 全挂式臂架混凝土泵车	理论输送量- 布料高度	m ³ /h·m

混凝土泵选型的主要技术参数为：泵的最大理论排量 (m³/h)、泵的最大混凝土压力 (MPa)、混凝土的最大水平运距、最大垂直运距。这些可以从混凝土泵技术性能表 (表 8-70) 中查到。

表 8-70 混凝土泵的技术性能

型 号		HB8	HB15	HB130	HBT60	BRA2100H	NCP-9FB
最大理论排量/(m ³ /h)		8	10~15	30	58	62	90
最大混凝土压力/MPa				3.0	4.62	11.7	4.5
最大运距/m	水平	200	250	200	620	1000	600
	垂直	30	35	50	115	300	100
输送管道直径/mm		150	150	102	125	125	125
电动机功率/kW				45	55	160	
油箱容积/L					370	150	
喂料高度/mm				1200	1332	1200	
混凝土骨料最 大允许粒径	卵石/mm		50	32			40
	碎石/mm		40	25	40	40	30
混凝土坍落度/mm		50~230	50~230	80~220	50~230	最低 25	30~230
外形尺寸 (长/mm×宽/mm×高/mm)		3134×1590× 1620 (B型为 1850)	4458×2000× 1718	4700×2200× 2400	6530×2075× 1988	6290×1900× 1960	9130×2490× 3360
构造类型				挤压式	柱塞式	柱塞式	柱塞式

一般情况下，高层建筑的基础及 6~7 层以下的主体结构，采用汽车式混凝土泵施工；如果垂直距离超过 80~100m 时，可采用两台固定式中压混凝土泵（泵缸活塞前端压力小于 7MPa）进行接力输送混凝土；如果经济、技术条件许可，可采用一台固定式高压混凝土泵输送混凝土（高压泵缸活塞前端压力 > 7MPa）。

(3) 混凝土布料杆：混凝土布料杆是完成混凝土输送、布料、推铺、浇筑入模的理想机具。混凝土布料杆按移动方式分为汽车式布料杆和独立式布料杆两种；独立式布料杆又分为移置式布料杆（见图 8-7）和管柱式布料杆（见图 8-8）。混凝土布料杆的性能见表 8-71。

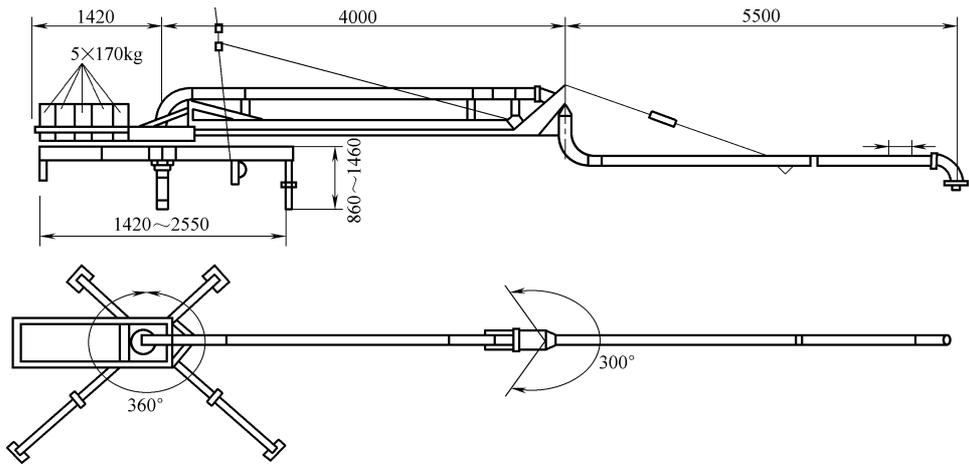


图 8-7 移置式布料杆

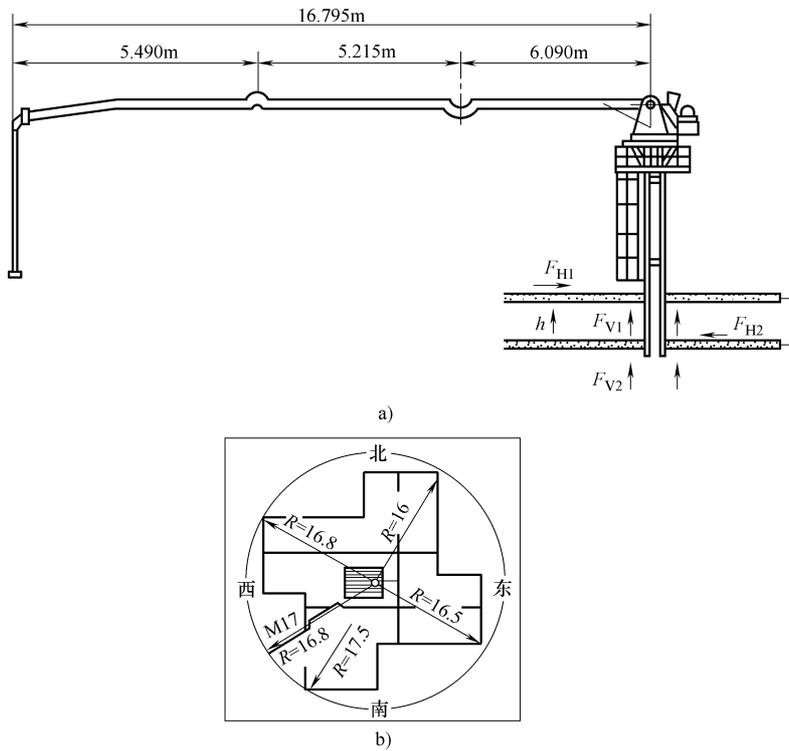


图 8-8 管柱式布料杆示意图

a) 布料杆示意图 b) 布料杆工作范围图

表 8-71 移置式布料杆及机动布料杆技术性能表

类别与型号	移置式布料杆 RVM10-125 型	管柱式机动布料杆 M17-125 型
泵送管直径/mm	125	125
布料臂架节数/节	2	3

(续)

类别与型号	移置式布料杆 RVM10-125 型	管柱式机动布料杆 M17-125 型
最大幅度/m	9.5	16.8
回转角度(°)	第一节 360	360
作业力矩/(kN·m)	第一节 300	270
自重/kg	1409	10000
工作重量/kg	1750	
平衡重/kg	850	
电动机功率/kW		7.5

(4) 混凝土输送管

1) 混凝土输送管的种类见图 8-9, 输送管的选用见表 8-72。

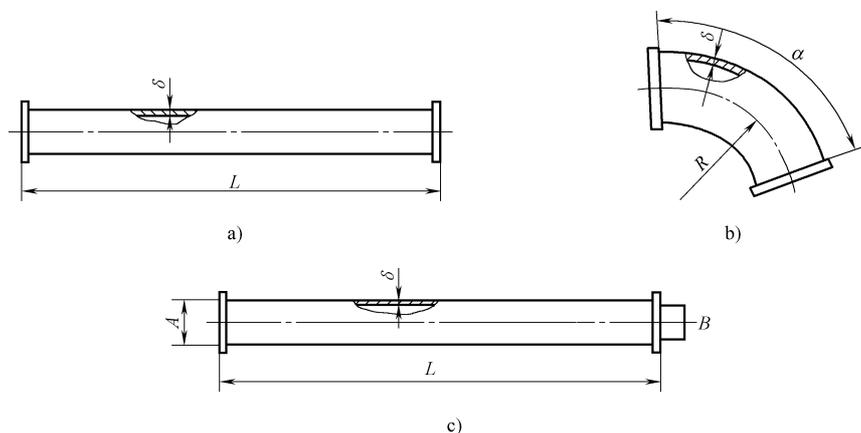


图 8-9 输送管类型图

a) 直管 b) 弯管 c) 锥形管

表 8-72 混凝土泵输送管选用表

材 料	说 明
低合金钢管	管壁厚 2~3mm, 较轻、耐磨
钢管	管壁厚 2~4mm, 较易采购、耐磨
铝合金管	较轻, 与混凝土摩擦产生氢气, 混凝土强度下降
金属丝绕制橡胶管	不耐磨。只在临时管道和经常移动部分使用

2) 混凝土输送管的敷设

① 混凝土输送管敷设的方法。混凝土输送管敷设的效果, 对泵送混凝土有很大影响。一般施工前要编制管道敷设方案。管敷设的原则是: 路线短, 弯道少, 接头严密。常见敷设方法见图 8-10。

② 混凝土输送管输送距离水平长度换算。由于各种管道的内阻力不同。会造成较大的压力损失, 因此在计算混凝土输送距离时, 要换算成水平直管状态的输送距离, 可参考表 8-73 进行换算。

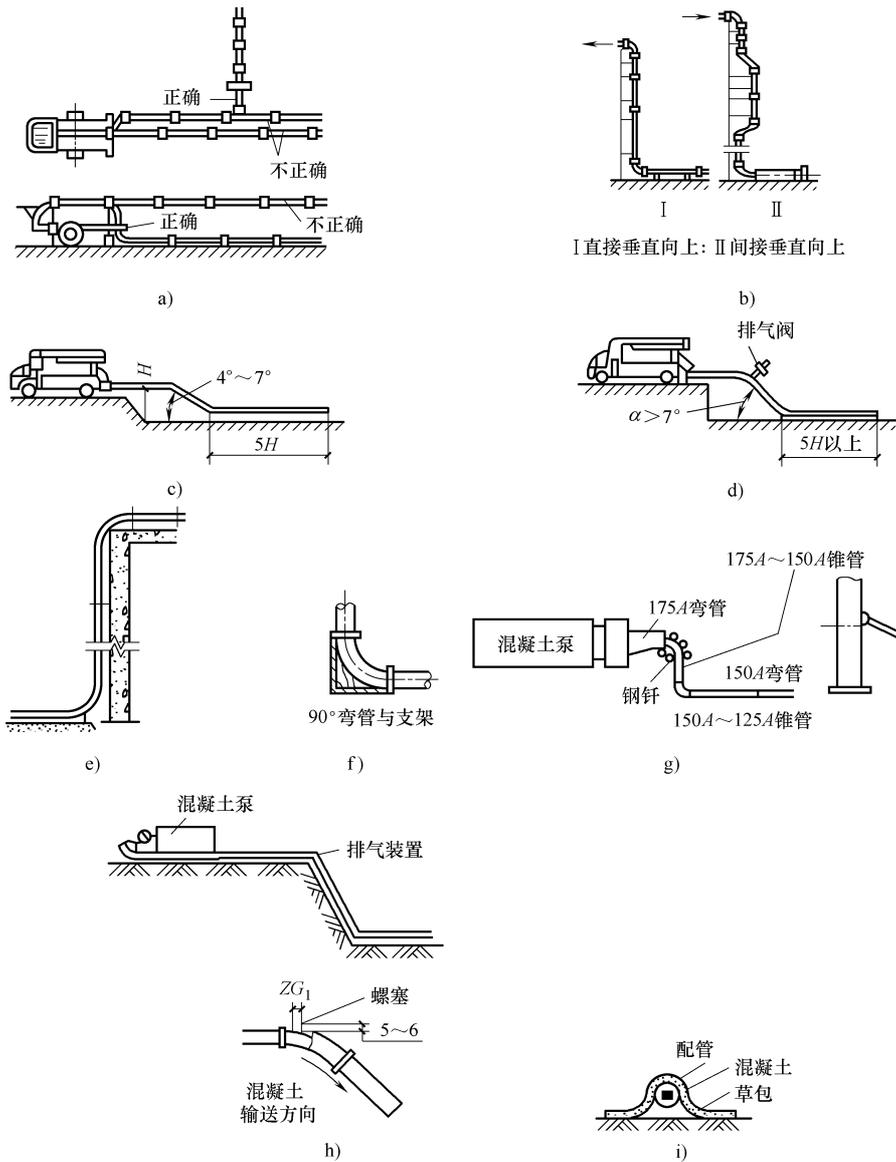


图 8-10 泵送管道敷设示意图

a) ~ i) 输送管的各种敷设方式

表 8-73 混凝土输送距离的水平长度换算表

类别	单位	规格/mm	水平换算长度/m
向上垂直管	每米	100	3
		125	4
		150	5
锥形管	每根	175 ~ 150	4
		150 ~ 125	8
		125 ~ 100	16

(续)

类别	单位	规格/mm	水平换算长度/m
弯管	每根	$R = 0.5m$ 90°	12
		$R = 1.0m$	9
软管	每 5 ~ 8m 长的 1 根		20

2. 泵送混凝土的施工技术

(1) 混凝土的运输：泵送混凝土的供应，要保证混凝土泵的连续作业。混凝土搅拌运输车到施工现场卸料，应有一段搭接时间，一台未卸完，另一台开始卸料，如不能做到，则应在混凝土搅拌运输车出料前，高速（12r/min）转动 1min，再反转出料，这样保证混凝土拌和物均匀。混凝土搅拌车卸出的混凝土，如发现粗骨料过于集中或发生沉淀，应重新搅拌，一般高速搅拌 2 ~ 3min 后再卸料。

(2) 混凝土的泵送

1) 泵送混凝土的操作要点

① 泵送

- 操作人员应持证上岗，并能及时处理操作过程出现的故障。
- 泵机与浇筑点应有联络工具，信号要明确。
- 混凝土泵在泵送前要先用水、水灰比为 0.7 的水泥浆润湿管道，使输送管、泵处于润滑状态。然后开始泵送混凝土。
- 泵送过程严禁加水，严禁泵吸入空气。
- 开泵后，中途不要停歇，并备有备用泵机。
- 应有专人巡视管道，发现漏水漏浆，应及时修理。

② 浇筑

a. 模板要牢固，能承受泵送混凝土的侧压力；如模板外胀，除及时加固外，可通知降低泵速度，或转移浇筑点。

b. 振捣工具与振捣能力，应适当增大，与泵送混凝土的来料相适应。

③ 管道清洗

- 泵送将结束时，应考虑管内混凝土数量，掌握泵送量；避免管内的混凝土过多。
- 洗管前应先行反吸，以降低管内压力。
- 洗管时，可从进料中塞入海绵球或橡胶球，按机种用水或压缩空气将存浆推出。
- 应预先准备好排浆沟管，不得将洗管残浆灌入已浇筑好的工程上。
- 冬期施工下班前，应将全部水排清，并将泵机活塞擦洗干净，防止冻坏活塞环。

2) 混凝土泵输送中，要注意观察液压表和泵机各部分的工作状态，一般在泵的出口处容易发生堵塞现象。混凝土泵送时，应每 2h 换一次水槽中的水，随时检查泵卸的行程，当有变化时，要随时调整。混凝土垂直向上输送时，可在泵机和垂直管之间设一段 10 ~ 15m 的水平输送管道，防止混凝土产生逆流。在高温条件下施工时，要在水平输送管道上盖 1 ~ 2 层湿草帘，并隔一定时间对草帘洒水润湿。

3) 特殊混凝土的泵送。特殊混凝土的泵送，可采用普通混凝土进行泵送的技术措施，

或参考表 8-74 进行技术处理。

表 8-74 特殊混凝土泵送技术措施

项 目	技术措施
长距离或超高泵送	1. 对管径、压送速度进行计算, 可考虑加泵中转 2. 应有备用泵机, 出现故障时可替换
向下泵送	1. 为防止自溜, 在适当地段设置横向导管, 作缓冲 2. 在导管向下弯曲点设排气阀 3. 管径宜小 4. 低压运输
流态混凝土	1. 坍落度大, 压送阻力小 2. 控制砂率不大于 50% 3. 严格检查接头, 防止漏水漏浆
富混凝土(水泥用量超过 500kg/m ³)	粘度系数较大, 宜增加泵送压力
贫混凝土(水泥用量少于 220kg/m ³)	容易堵塞, 解决办法: 1. 掺用混合料 2. 导钢管径宜大
重混凝土	排出压力不均匀, 解决措施: 1. 导管弯位宜少 2. 应连续运行 3. 停泵时应立即冲洗
轻骨料混凝土	1. 搅拌前将轻骨料充分预湿 2. 低压输送

4) 泵送混凝土的技术措施:

① 泵送混凝土宜用搅拌运输车运输, 混凝土搅拌运输车出料前, 应以 12r/min 左右速度转动 1min, 然后反转出料, 保证混凝土拌和物的均匀。

② 混凝土泵输送时应连续进行, 尽可能防止停歇。如果不能连续供料, 可适当放慢速度, 以保证连续泵送。但泵送停歇超过 45min 或混凝土出现离析时, 要立即用压力水或其他方法清除泵机和管道中的混凝土, 再重新泵送。

在混凝土运送过程中, 要求混凝土 90min 内从搅拌筒中泵送完毕, 气温较低时可以适当延长。

③ 混凝土搅拌运输车卸料时, 先低速出一点料, 观察质量, 如大石子夹着水泥浆先流, 说明发生沉淀, 应立即停止出料, 再顺转搅拌 2~3min, 方可出料。

④ 泵送开始时, 要注意泵机和管道的运转情况, 发现问题, 随时处理。

⑤ 如遇混凝土泵运转不正常或混凝土供应脱节, 可放慢泵送速度, 或每隔 4~5min 使泵正反两个冲程, 防止管路中混凝土阻塞。同时开动料斗中搅拌器, 搅拌 3~4 转, 防止混凝土离析。

⑥ 泵送混凝土时, 应使料斗内保持足够的混凝土。

⑦ 严禁向混凝土料斗内加水。经允许向搅拌运输车内加入混凝土相同水灰比的砂浆, 经充分搅拌后卸入料斗。对坍落度偏差过大、品质变坏的混凝土, 不能卸入料斗。

图 表 索 引

图 表 号	图 表 名	页 次
表 1-1	混凝土结构常用名词术语	1
表 2-1	建筑结构荷载的制定依据、应用范围、分类	6
表 2-2	在承载能力极限状态下的荷载基本组合效应设计值	6
表 2-3	楼面和屋面活荷载考虑设计使用年限的调整系数 γ_L	7
表 2-4	荷载偶然组合的效应设计值 S_d	7
表 2-5	各种组合的计算	7
表 2-6	民用建筑楼面均布活荷载的标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数	8
表 2-7	屋面均布活荷载标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数	9
表 2-8	屋面积灰荷载	10
表 2-9	高炉邻近建筑的屋面积灰荷载	10
表 2-10	多台起重机的荷载折减系数	10
表 2-11	起重机荷载的组合值系数、频遇值系数及准永久值系数	11
表 2-12	屋面积雪分布系数	11
表 2-13	风荷载标准值 w_k 的计算方法	14
表 2-14	全国各城市的雪压、风压和基本气温	14
表 2-15	地面粗糙度类别	34
表 2-16	风压高度变化系数 μ_z	34
表 2-17	远海海面和海岛的修正系数 η	35
表 2-18	风荷载体型系数	35
表 2-19	封闭式矩形平面房屋的局部体型系数	46
表 2-20	阵风系数 β_{gz}	48

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
表 2-21	常用材料的线[膨]胀系数 α_T	48
表 3-1	相对界限受压区高度 ξ_b	49
表 3-2	纵向钢筋应力的计算方法	49
表 3-3	各部件正截面受弯承载力计算方法	50
表 3-4	各部件正截面受压承载力计算方法	51
表 3-5	钢筋混凝土轴心受压构件的稳定系数	53
表 3-6	刚性屋盖单层房屋排架柱、露天吊车柱和栈桥柱的计算长度	54
表 3-7	框架结构各层柱的计算长度	55
表 3-8	各部件正截面受拉承载力计算方法	55
表 3-9	矩形、T形和 I 形截面受弯构件的受剪截面	56
表 3-10	各部件斜截面受剪承载力的计算方法	56
表 3-11	受扭构件的截面受扭塑性抵抗矩	59
表 3-12	各构件的受扭承载力计算方法	59
表 3-13	各构件的受剪扭承载力计算方法	60
表 3-14	各部件受冲切承载力计算方法	61
表 3-15	各构件的局部受压承载力计算方法	64
图 3-1	矩形截面受弯构件正截面受弯承载力计算	51
图 3-2	I 形截面受弯构件受压区高度位置	51
图 3-3	配置箍筋的钢筋混凝土轴心受压构件	53
图 3-4	配置螺旋式间接钢筋的钢筋混凝土轴心受压构件	53
图 3-5	矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力计算	53
图 3-6	I 形截面偏心受压构件正截面受压承载力计算	54
图 3-7	沿截面腹部均匀配筋的 I 形截面	54
图 3-8	矩形截面偏心受拉构件正截面受拉承载力计算	55 ~ 56
图 3-9	受拉边倾斜的受弯构件的斜截面受剪承载力计算	59
图 3-10	板受冲切承载力计算	63
图 3-11	计算阶形基础的受冲切承载力截面位置	63
图 3-12	局部受压区的间接钢筋	65
表 4-1	水平地震作用计算方法的选用	66
表 4-2	时程分析所用地震加速度时程的最大值	66
表 4-3	水平地震影响系数最大值	66
表 4-4	特征周期值	67
表 4-5	地震影响系数曲线的阻尼调整和形状参数	67
表 4-6	顶部附加地震作用系数	68

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
表 4-7	振型分解反应谱法计算水平地震作用标准值	68
表 4-8	竖向地震作用系数	70
表 4-9	地震作用分项系数	70
表 4-10	承载力抗震调整系数	71
表 4-11	弹性层间位移角限值	71
表 4-12	弹塑性层间位移增大系数	72
表 4-13	弹塑性层间位移角限值	72
表 4-14	混凝土结构的抗震等级	73
表 4-15	框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋百分率	74
表 4-16	框架梁端箍筋加密区的构造要求	74
表 4-17	柱全部纵向受力钢筋最小配筋百分率	74
表 4-18	柱端箍筋加密区的构造要求	75
表 4-19	柱轴压比限值	75
表 4-20	柱箍筋加密区的箍筋最小配箍特征值 λ_v	76
表 4-21	铰接排架柱箍筋加密区的箍筋最小直径	76
表 4-22	剪力墙轴压比限值	79
表 4-23	剪力墙设置构造边缘构件的最大轴压比	79
表 4-24	约束边缘构件沿墙肢的长度 l_c 及配箍特征值 λ_v	79
表 4-25	构造边缘构件的构造配筋要求	80
表 4-26	现浇钢筋混凝土板的最小厚度	81
图 4-1	地震影响系数曲线	67
图 4-2	结构竖向地震作用计算简图	69
图 4-3	梁和柱的纵向受力钢筋在节点区的锚固和搭接	77
图 4-4	交叉斜筋配筋连梁	78
图 4-5	集中对角斜筋配筋连梁	78
图 4-6	对角暗撑配筋连梁	78
图 4-7	剪力墙的约束边缘构件	79
图 4-8	剪力墙的构造边缘构件	80
图 4-9	板中抗冲切钢筋布置	81
图 4-10	带柱帽或托板的板柱结构	82
图 4-11	弯起钢筋弯起点与弯矩图的关系	82
图 4-12	梁截面高度范围内有集中荷载作用时附加横向钢筋的布置	82
图 4-13	折梁的内折角处的配筋	83
图 4-14	配置表层钢筋网片的构造要求	83
图 4-15	梁上部纵向钢筋在中间层端节点内的锚固	83
图 4-16	梁下部纵向钢筋在中间节点或中间支座范围的锚固与搭接	84

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
图 4-17	顶层节点中柱纵向钢筋在节点内的锚固	84
图 4-18	顶层端节点梁、柱纵向钢筋在节点内的锚固与搭接	84
图 4-19	牛腿的外形及钢筋配置	85
图 4-20	单跨深梁的钢筋配置	85
图 4-21	连续深梁的钢筋配置	86
图 4-22	连续深梁中间支座截面纵向受拉钢筋在不同高度范围内的分配比例	86
图 4-23	深梁承受集中荷载作用时的附加吊筋	86
表 5-1	钢模板规格	87
表 5-2	连接件规格	87
表 5-3	支承件规格	88
表 5-4	组合钢模板的钢材品种和规格	88
表 5-5	钢模板及配件的容许挠度	89
表 5-6	钢模板规格编码表	90
表 5-7	平面模板截面特征	92
表 5-8	柱箍截面特征	93
表 5-9	对拉螺栓承载能力	93
表 5-10	扣件容许荷载	93
表 5-11	钢桁架截面特征	93
表 5-12	钢支柱截面特征	94
表 5-13	四管支柱截面特性	94
表 5-14	钢楞截面特性	94
表 5-15	组合钢模板面积、质量换算表	94
表 5-16	组合钢模板的用途	98
表 5-17	整体式大模板制作允许偏差与检验方法	110
表 5-18	拼装式大模板组拼允许偏差与检验方法	110
表 5-19	大模板安装允许偏差及检验方法	111
表 5-20	构件制作的允许偏差	126
表 5-21	滑模装置组装的允许偏差	127
表 5-22	混凝土入模时的坍落度	127
表 5-23	门、窗框安装的允许偏差	128
表 5-24	轨道安装允许偏差	128
表 5-25	复合壁滑模施工的壁厚允许偏差	128
表 5-26	抽孔滑模施工允许偏差	128
表 5-27	滑模施工工程混凝土结构的允许偏差	128

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
表 5-28	混凝土模板用胶合板的规格尺寸	129
表 5-29	各等级混凝土模板胶合板物理力学性能指标值	129
表 5-30	竹材胶合板幅面尺寸	130
表 5-31	竹材胶合板厚度允许偏差	130
表 5-32	A 类竹材胶合板物理力学性能指标	131
表 5-33	B 类竹材胶合板物理力学性能指标	131
图 5-1	平面模板截面	92
图 5-2	平面模板	99
图 5-3	阴角模板	99
图 5-4	阳角模板	99
图 5-5	连接角模	99
图 5-6	倒棱模板	99
图 5-7	梁腋模板	99
图 5-8	搭接模板	99
图 5-9	双曲可调模板	100
图 5-10	变角可调模板	100
图 5-11	U 形卡	100
图 5-12	L 形插销	100
图 5-13	钩头螺栓	100
图 5-14	紧固螺栓	100
图 5-15	碟形扣件	100
图 5-16	3 形扣件	100
图 5-17	对拉螺栓	100
图 5-18	柱箍	101
图 5-19	钢支柱	101
图 5-20	四管支柱	101
图 5-21	早拆柱头	101
图 5-22	平面可调桁架	101
图 5-23	曲面可变桁架	102
图 5-24	门式支架	102
图 5-25	碗扣式支架	102
图 5-26	方塔式支架	102
图 5-27	桁架式大模板构造示意	103
图 5-28	大模板构造	103
图 5-29	组合大模板面板系统构造	104
图 5-30	支撑架	105

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
图 5-31	支撑架地脚螺栓	106
图 5-32	穿墙螺栓构造	106
图 5-33	上口卡子	106
图 5-34	组合式大模板模数条的拼接	107
图 5-35	拼装式大模板	108
图 5-36	组合钢模拼装大模板	108
图 5-37	支架平台示意图	108
图 5-38	轻型 C10 补缝	109
图 5-39	角模与大模板组合示意图	109
图 5-40	钢框胶合板模板拼装的大模板	109
图 5-41	角模断面图	109
图 5-42	支撑门形架	110
图 5-43	滑模装置示意图	111
图 5-44	一般墙体钢模板	112
图 5-45	围圈组合大模板	112
图 5-46	烟囱钢模板	113
图 5-47	围圈构造示意图	114
图 5-48	模板与围圈的连接	114
图 5-49	提升架立面构造图	115
图 5-50	提升架平面布置图	116
图 5-51	双千斤顶提升架示意 (沿横梁布置)	116
图 5-52	双千斤顶提升架示意 (垂直于横梁布置)	117
图 5-53	围圈调整装置与顶紧装置	117
图 5-54	框架柱提升架与千斤顶布置	117
图 5-55	矩形操作平台平面构造图	118
图 5-56	圆形操作平台平面构造图	118
图 5-57	活动平台板吊开后施工楼板	119
图 5-58	操作平台剖面示意图	119
图 5-59	托架构造图	120
图 5-60	吊脚手架	120
图 5-61	支承杆的连接	121
图 5-62	工具式支承杆回收装置	121
图 5-63	杠杆式拔杆器	122
图 5-64	支承杆的加固	122
图 5-65	梁跨中成组支承杆加固	123
图 5-66	GYD-35 型千斤顶	123

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
图 5-67	GSD-35 型松卡式千斤顶	123
图 5-68	QGYD-60 型液压千斤顶	124
图 5-69	液压传动系统示意图	124
图 5-70	齿轮泵工作原理图	125
图 5-71	电磁换向阀工作原理图	125
图 5-72	油路布置示意图	126
图 5-73	胶管接头与钢管接头	126
图 5-74	截止阀构造	126
图 5-75	竹胶合板断面示意	130
图 5-76	定型模板和拼板模板示意	132
图 5-77	木顶撑与钢顶撑立面图	132
图 5-78	钢柱箍和钢木柱箍平面图	132
图 5-79	预制柱木模板剖面图	133
图 5-80	预制 I 形柱木模板剖面图	133
图 5-81	预制 T 形梁木模板	134
图 5-82	预制薄腹梁木模板	134
图 5-83	混凝土基础形式	134 ~ 135
图 5-84	带形基础木模板	135
图 5-85	有地梁带形基础木模板	135
图 5-86	阶形基础木模板	136
图 5-87	杯形基础木模板	136
图 5-88	墙木模板	136
图 5-89	矩形柱木模板之一	137
图 5-90	矩形柱木模板之二	137
图 5-91	独立矩形梁木模板	138
图 5-92	圈梁木模板	138
图 5-93	过梁木模板	139
图 5-94	肋形楼板木模板	139
图 5-95	楼梯木模板剖面	139
表 6-1	公称横截面面积与理论重量	141
表 6-2	钢材的化学成分	141
表 6-3	热轧带肋钢筋的力学性能	141
表 6-4	余热处理钢筋公称横截面面积与理论重量	142
表 6-5	钢的牌号及化学成分	142
表 6-6	钢筋的力学性能和工艺性能	142

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
表 6-7	冷轧带肋钢筋用盘条的参考牌号和化学成分	143
表 6-8	冷轧带肋钢筋的力学性能和工艺性能	143
表 6-9	反复弯曲试验的弯曲半径	143
表 6-10	冷轧扭钢筋强度标准值	143
表 6-11	冷轧扭钢筋抗拉(压)强度设计值和弹性模量	144
表 6-12	冷轧扭钢筋的截面控制尺寸、节距	144
表 6-13	冷轧扭钢筋的公称横截面积和理论质量	144
表 6-14	冷轧扭钢筋的力学性能和工艺性能指标	145
表 6-15	钢筋切断机技术性能	150
表 6-16	钢筋弯曲机技术性能	152
表 6-17	钢筋对焊机主要技术性能	153
表 6-18	钢筋点焊机主要技术性能	154
表 6-19	电渣压力焊焊接参数	155
表 6-20	钢筋冷拉控制应力及最大冷拉率	156
表 6-21	测定冷拉率时钢筋的冷拉应力	156
表 6-22	钢丝冷拔道次参考表	157
表 6-23	钢筋焊接方法的适用范围	157
表 6-24	连续闪光焊钢筋上限直径	159
表 6-25	钢筋帮条长度	159
表 6-26	钢筋电弧接头尺寸偏差及缺陷允许值	159
表 6-27	钢筋接头性能等级	160
表 6-28	钢筋接头的抗拉强度	160
表 6-29	钢筋接头的变形性能	160
表 6-30	直螺纹接头安装时的最小拧紧扭矩值	160
表 6-31	锥螺纹接头安装时的拧紧扭矩值	160
图 6-1	热轧带肋钢筋表面及截面形状	140
图 6-2	卷扬机式钢筋冷拉机构造示意图	145
图 6-3	阻力轮式钢筋冷拉机构造示意图	146
图 6-4	液压式钢筋冷拉机构造示意图	146
图 6-5	立式钢筋冷拔机构造示意图	146
图 6-6	卧式钢筋冷拔机构造示意图	147
图 6-7	冷轧带肋钢筋生产线结构示意	147
图 6-8	钢筋冷轧扭机构造	147
图 6-9	冷轧机构示意图	148
图 6-10	冷扭机构扭转头示意图	148
图 6-11	卧式钢筋切断机构造示意图	148

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
图 6-12	立式钢筋切断机构造示意图	149
图 6-13	电动液压式钢筋切断机构造示意图	149
图 6-14	手动液压钢筋切断机构造示意图	149
图 6-15	蜗轮蜗杆式钢筋弯曲机构造示意图	150
图 6-16	齿轮式钢筋弯曲机构造示意图	151
图 6-17	钢筋弯箍机构造示意图	151
图 6-18	液压式钢筋切断弯曲机构造示意图	151
图 6-19	对焊机构造示意图	152
图 6-20	杠杆弹簧式点焊机外形结构	153
图 6-21	竖向钢筋电渣压力焊机主机构造简图	154
图 6-22	控制箱正面布置图	154
图 6-23	竖向钢筋电渣压力焊机接线图	155
图 6-24	气压焊机组成	156
表 7-1	光圆钢丝尺寸及允许偏差、每米参考重量	161
表 7-2	螺旋肋钢丝的尺寸及允许偏差	162
表 7-3	三面刻痕钢丝尺寸及允许偏差	162
表 7-4	冷拉钢丝的力学性能	162
表 7-5	消除应力光圆及螺旋肋钢丝的力学性能	163
表 7-6	消除应力的刻痕钢丝的力学性能	163
表 7-7	1×2 结构钢绞线尺寸及允许偏差、每米参考质量	164
表 7-8	1×3 结构钢绞线尺寸及允许偏差、每米参考质量	164
表 7-9	1×7 结构钢绞线尺寸及允许偏差、每米参考质量	165
表 7-10	1×2 结构钢绞线的力学性能	166
表 7-11	1×3 结构钢绞线的力学性能	167
表 7-12	1×7 结构钢绞线的力学性能	168
表 7-13	钢筋的公称截面面积与理论重量	168
表 7-14	钢筋外形尺寸及允许偏差	169
表 7-15	钢筋的力学性能	169
表 7-16	钢棒的公称直径、横截面积、重量及性能	171
表 7-17	张拉控制应力限值	172
表 7-18	张拉端锚具变形和预应力筋内缩量 a	172
表 7-19	板的混凝土保护层最小厚度	174
表 7-20	梁的混凝土保护层最小厚度	174
表 7-21	无粘接预应力混凝土梁板结构的跨高比选用范围	174
图 7-1	螺旋肋钢丝外形示意图	161

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
图 7-2	三面刻痕钢丝外形示意图	161
图 7-3	钢筋表面及截面形状	169
图 7-4	螺旋槽钢棒外形示意图	170
图 7-5	螺旋肋钢棒外形示意图	170
图 7-6	带肋钢棒外形示意图	170 ~ 171
图 7-7	预应力筋放张方法	173
图 7-8	“逐层浇筑、逐层张拉”施工顺序	175
图 7-9	“数层浇筑、顺向张拉”施工顺序	175
图 7-10	“数层浇筑、逆向张拉”施工顺序	175
图 7-11	张拉端位于柱顶部的施工过程	175
图 7-12	张拉端位于柱下部的施工过程	176
表 8-1	通用硅酸盐水泥的组分	177
表 8-2	通用硅酸盐水泥化学指标	177
表 8-3	不同龄期混凝土的强度	178
表 8-4	砂的公称粒径、砂筛筛孔的公称直径和方孔筛筛孔边长尺寸	178
表 8-5	砂颗粒级配区	179
表 8-6	天然砂中含泥量	179
表 8-7	砂中泥块含量	179
表 8-8	人工砂或混合砂中石粉含量	179
表 8-9	砂中的有害物质含量	179
表 8-10	石筛筛孔的公称直径与方孔筛尺寸	180
表 8-11	卵石或碎石的颗粒级配	180
表 8-12	针、片状颗粒含量	180
表 8-13	碎石或卵石中含泥量	181
表 8-14	碎石或卵石中泥块含量	181
表 8-15	碎石的压碎值指标	181
表 8-16	卵石的压碎值指标	181
表 8-17	碎石或卵石中的有害物质含量	181
表 8-18	轻骨料混凝土的密度等级	182
表 8-19	轻骨料混凝土按用途分类	182
表 8-20	结构轻骨料混凝土的强度标准值	183
表 8-21	轻骨料混凝土的弹性模量 E_{LC} ($\times 10^2$ MPa)	183
表 8-22	轻骨料混凝土的水泥用量	183
表 8-23	轻骨料混凝土的最大水灰比和最小水泥用量	184
表 8-24	轻骨料混凝土的净用水量	184

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
表 8-25	轻骨料混凝土的砂率	185
表 8-26	粗细骨料总体积	185
表 8-27	混凝土拌合用水水质要求	185
表 8-28	粉煤灰质量指标的分级	186
表 8-29	粉煤灰的超量系数	186
表 8-30	粉煤灰取代水泥的最大限量	186
表 8-31	矿渣粉的技术指标	186
表 8-32	沸石粉的技术要求	187
表 8-33	掺引气剂及引气减水剂混凝土的含气量	187
表 8-34	常用早强剂掺量限值	187
表 8-35	膨胀剂的适用范围	188
表 8-36	补偿收缩混凝土的性能	188
表 8-37	填充用膨胀混凝土的性能	188
表 8-38	灌浆用膨胀砂浆性能	188
表 8-39	胶凝材料最少用量	188
表 8-40	混凝土的最小胶凝材料用量	189
表 8-41	钢筋混凝土中矿物掺和料最大掺量	189
表 8-42	预应力混凝土中矿物掺和料最大掺量	189
表 8-43	混凝土拌和物中水溶性氯离子最大含量	190
表 8-44	混凝土最小含气量	190
表 8-45	粉煤灰影响系数 (γ_f) 和粒化高炉矿渣粉影响系数 (γ_s)	190
表 8-46	干硬性混凝土的用水量	191
表 8-47	塑性混凝土的用水量	191
表 8-48	混凝土的砂率	191
表 8-49	混凝土试配的最小搅拌量	191
表 8-50	抗渗混凝土最大水胶比	192
表 8-51	最大水胶比和最小胶凝材料用量	192
表 8-52	复合矿物掺和料最大掺量	192
表 8-53	水胶比、胶凝材料用量和砂率	192
表 8-54	粗骨料的最大公称粒径与输送管径之比	193
表 8-55	达到 1.2N/mm ² 强度所需龄期的试验结果	193
表 8-56	露天自然养护制品浇水次数	193
表 8-57	露天自然养护制品覆盖天数	194
表 8-58	升温速度限值	195
表 8-59	恒温温度	195
表 8-60	临界恒温时间	195

(续)

图 表 号	图 表 名	页 次
表 8-61	混凝土降温速度限值	195
表 8-62	混凝土表面温度与气温的温差限值	195
表 8-63	不同混凝土制品的压蒸制度	196
表 8-64	养护坑净空尺寸参考表	196
表 8-65	养护坑围护结构类型及热工性能	198
表 8-66	内衬材料对辐射强度的影响	201
表 8-67	太阳能养护效果	201
表 8-68	石子的最大粒径与输送管内径之比	202
表 8-69	混凝土泵的型号分类及表示方法	203
表 8-70	混凝土泵的技术性能	203
表 8-71	移置式布料杆及机动布料杆技术性能表	204
表 8-72	混凝土泵输送管选用表	205
表 8-73	混凝土输送距离的水平长度换算表	206
表 8-74	特殊混凝土泵送技术措施	208
图 8-1	普通养护坑的构造图	197
图 8-2	无压纯饱和蒸汽养护坑构造简图	197
图 8-3	热介质定向循环养护坑构造示意图	199
图 8-4	隧道式干热养护窑构造图	200
图 8-5	折线窑相对压力分布图	200
图 8-6	热台座构造图	201
图 8-7	移置式布料杆	204
图 8-8	管柱式布料杆示意图	204
图 8-9	输送管类型图	205
图 8-10	泵送管道敷设示意图	206

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 17656—2008 混凝土模板用胶合板 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 20065—2006 预应力混凝土用螺纹钢 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50009—2012 建筑结构荷载规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 50010—2010 混凝土结构设计规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [5] 中华人民共和国建设部. JGJ 12—2006 轻骨料混凝土结构技术规程 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 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.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ 19—2010 冷拔低碳钢丝应用技术规程 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [8] 中华人民共和国建设部. JGJ 52—2006 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [9] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ 55—2011 普通混凝土配合比设计规程 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [10] 中华人民共和国建设部. JGJ 63—2006 混凝土用水标准 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [11] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 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, 2012.
- [12] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ/T 104—2011 建筑工程冬期施工规程 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [13] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ 107—2010 钢筋机械连接技术规程 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [14] 中华人民共和国建设部. JGJ 115—2006 冷轧扭钢筋混凝土构件技术规程 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.