

电工入门问答丛书

建筑电工入门问答

JIANZHU DIANGONG RUMEN WENDA

主 编 孙克军
副主编 王素芝



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工入门问答丛书

建筑电工入门问答

主 编 孙克军

副主编 王素芝

参 编 梁国壮 朱维璐



机械工业出版社

本书是《电工入门问答丛书》之一,全书共11章,内容包括建筑电工基础知识、低压架空线路、电缆线路、室内配电线路、变配电设备、电动机和低压电器、电气照明装置和电风扇、防雷与接地装置、火灾报警与自动灭火系统、安全防范系统、电梯等。书中介绍了建筑电工基础知识,并介绍了各种低压电气设备和建筑弱电设备的基本结构、选用与安装方法,还介绍了架空线路、电缆线路、室内配电线路以及电梯的安装与维护。

本书密切结合生产实际,突出实用、图文并茂、深入浅出、通俗易懂,书中列举了一些实例,具有实用性强,易于迅速掌握和运用的特点。

本书可供建筑电工及相关技术人员使用,也可作为高等职业院校及专科学校相关专业师生的教学参考书,还可作为职工培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电工入门问答/孙克军主编. —北京:机械工业出版社,2011.12

(电工入门问答丛书)

ISBN 978-7-111-36649-2

I. ①建… II. ①孙… III. ①建筑工程—电工技术—问题解答 IV. ①TU85-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第248499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:张沪光 责任编辑:张沪光

版式设计:张世琴 责任校对:张薇

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2012年5月第1版第2次印刷

140mm×203mm·9.375印张·249千字

3001—5000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36649-2

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着国民经济的飞速发展，电能在我工农业生产、军事、科技及人民日常生活中的应用越来越广泛。各行各业对电工的需求越来越多，新电工不断涌现，新知识也需要不断补充。《电工入门问答丛书》是专为农村进城务工人员以及没有相应技能基础的广大城乡待业、下岗人员而编写的。涉及低压电工、高压电工、维修电工、建筑电工四大类别。内容言简意赅、通俗易懂，力求帮助广大读者快速掌握行业技能，顺利上岗就业。

本书是根据广大建筑电工的实际需要，参考《工人技术等级标准》规定的初、中级应知应会的主要要求而编写的。以帮助建筑电工提高电气技术的理论水平及处理实际问题的能力。在编写过程中，从当前建筑电工的实际情况出发，面向生产实际，搜集、查阅了大量有关资料，归纳了建筑电工基础知识、架空配线路、电缆线路、室内配线路、成套配电柜、控制柜和配电箱、电动机和控制电器、电气照明装置和电风扇、防雷与接地装置、火灾报警与自动灭火系统、安全防范技术系统、电梯等方面的内容，精选出 293 题。编写时考虑到了系统性，力求突出实用性，努力做到理论联系实际。

本书突出了简明实用、通俗易懂、可操作性强的特点。书中采用大量的立体插图和表格，简要、直观地介绍了建筑电工应掌握的基础知识和基本操作技能。本书不仅可作为农村进城务工人员以及没有相应技能基础的广大城乡待业、下岗人员的就业培训用书，也可供已经就业的建筑电工在技能考评中使用，还可作为职业院校相关专业师生的教学参考书。

本书由孙克军主编，王素芝为副主编。第 1、10 章由梁国壮编写，第 2、3 章由朱维璐编写，第 4、5、11 章由王素芝编写，



第6~9章由孙克军编写。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有不妥之处，希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 建筑电工基础知识	1
1-1 什么是建筑电气工程?	1
1-2 智能建筑由哪几部分组成?	1
1-3 什么是建筑电气安装工程?	3
1-4 电气安装工程与土建工程应该怎样配合?	3
1-5 电气装置安装以后,投入运行之前应结束哪些 工作?	4
1-6 什么是电气工程图?	4
1-7 什么是图幅分区?如何进行分区?	4
1-8 什么是详图?详图有哪几种标注方法?	5
1-9 电气工程图中的连接线有哪些简化画法?	6
1-10 电气工程图中的项目有哪些简化画法?	8
1-11 电气工程图中的电路有哪些简化画法?	8
1-12 什么是电气原理图?它有什么特点?	9
1-13 什么是接线图?它有什么特点?	10
1-14 什么是电气设备安装图?它有什么特点?	12
1-15 绘制电气原理图应遵循哪些原则?	12
1-16 绘制接线图应遵循哪些原则?	13
1-17 绘制和阅读电气原理图有哪些有关规定?	13
1-18 如何阅读电气原理图?	14
1-19 建筑电气工程图有什么特点?	15
1-20 如何阅读照明工程图?	16
1-21 多层民用建筑的供电线路有哪几种布线方式?	19
1-22 如何阅读建筑弱电工程图?	20



第2章 低压架空线路	22
2-1 低压架空线路应满足哪些基本要求?	22
2-2 低压架空线路由哪几部分组成? 各起什么作用?	22
2-3 电杆可分为哪几种类型? 怎样确定电杆的埋深?	23
2-4 架空导线有哪几种类型? 怎样选择架空导线?	24
2-5 什么是档距? 如何确定架空导线的档距?	25
2-6 挖电杆坑时应注意什么?	25
2-7 怎样组装电杆? 组装电杆时应注意哪些事项?	26
2-8 立杆前应做哪些准备?	26
2-9 安装拉线时应注意哪些事项?	27
2-10 放线的方法有几种? 放线时应注意哪些事项?	28
2-11 架空线路对导线的连接有什么要求?	28
2-12 怎样进行导线连接?	29
2-13 怎样将导线绑扎在绝缘子上?	31
2-14 什么是接户线? 什么是进户线?	33
2-15 接户线的固定应符合哪些要求?	34
2-16 接户杆杆顶的安装形式有哪些?	34
2-17 怎样敷设进户线?	35
第3章 电缆线路	38
3-1 电缆有哪些类型? 各有什么特点?	38
3-2 电缆的基本结构由哪几部分组成?	38
3-3 怎样选择电力电缆?	39
3-4 怎样选择电缆的敷设路径?	41
3-5 应该怎样搬运电缆?	41
3-6 应该如何检验电缆?	41
3-7 应该怎样贮存电缆?	42
3-8 展放电缆时应注意什么?	43
3-9 电缆敷设应满足哪些要求?	44

3-10	常用电力电缆的敷设方式有哪些? 各适用于什么场合?	45
3-11	怎样进行电力电缆的直埋敷设?	45
3-12	怎样进行电力电缆的电缆沟及隧道内敷设?	47
3-13	怎样进行电缆排管敷设?	48
3-14	怎样进行电缆桥架敷设?	48
3-15	在什么情况下应将电缆进行穿管保护? 管子的直径怎样确定?	51
3-16	电缆在竖井内布线有哪些要求?	51
3-17	如何安装电缆支架?	52
第4章	室内配电线路	54
4-1	室内配线的一般技术要求有哪些?	54
4-2	室内配线的施工步骤有哪些?	56
4-3	导线连接的基本要求有哪些?	56
4-4	导线连接后, 应当怎样进行绝缘包缠?	57
4-5	应该怎样固定绝缘子?	58
4-6	如何在绝缘子上绑扎导线?	59
4-7	绝缘子配线时应注意什么?	60
4-8	槽板配线应当怎样敷设?	60
4-9	槽板配线时应注意哪些事项?	61
4-10	塑料护套线配线时应注意哪些事项?	62
4-11	钢管应当怎样弯曲? 有哪些注意事项?	62
4-12	硬质塑料管应当怎样弯曲? 有哪些注意事项?	63
4-13	怎样进行钢管的连接?	63
4-14	怎样进行硬质塑料管的连接?	64
4-15	怎样进行线管的固定?	65
4-16	怎样进行扫管穿线?	66
4-17	线管配线时应注意什么?	68
4-18	钢索配线一般有哪些要求?	68

4-19	钢索吊管配线应当怎样安装？	70
4-20	钢索吊塑料护套线配线应当怎样安装？	71
4-21	电能表有哪几种类型？电能表应当怎样连接？	72
第5章 变配电设备		74
5-1	什么是电力变压器？	74
5-2	电力变压器由哪几部分组成？	74
5-3	变压器有哪些额定值？	74
5-4	分接开关有什么作用？它有几种类型？	77
5-5	变压器油有什么作用？	77
5-6	如何选择变压器的容量？	77
5-7	怎样搬运变压器？	78
5-8	变压器在安装之前应做好哪几方面的工作？	79
5-9	室内变压器的安装应满足哪些要求？	79
5-10	室外变压器的安装有哪几种形式？	81
5-11	安装变压器时应注意什么？	82
5-12	变压器运行前应做哪些检查？	83
5-13	变压器运行中应进行哪些检查？	84
5-14	当发现哪些情况时应使变压器停止运行？	84
5-15	安装箱式变电所时应注意什么？	84
5-16	怎样搬运成套配电柜？	85
5-17	安装前如何对成套配电柜进行检查？	85
5-18	成套配电柜应如何安装固定？	86
5-19	安装抽屉式成套柜时应注意什么？	88
5-20	安装手车式成套柜时应注意什么？	88
5-21	怎样安装配电柜上的电器？	88
5-22	配电柜上配线时应注意什么？	89
5-23	如何自制配电箱？	90
5-24	怎样安装落地式配电箱？	90
5-25	怎样安装照明配电箱？	92

5-26	配电箱的安装应符合哪些要求?	93
5-27	如何检查与调试配电箱?	94
第 6 章	电动机和低压电器	95
6-1	三相异步电动机的铭牌上各项内容的含义是 什么?	95
6-2	三相异步电动机应如何接线?	96
6-3	怎样改变三相异步电动机的转向?	98
6-4	单相异步电动机应如何接线?	98
6-5	怎样改变单相异步电动机的转向?	100
6-6	搬运电动机时应注意什么?	100
6-7	怎样选择电动机的安装地点?	101
6-8	安装电动机前应做哪些检查工作?	101
6-9	怎样制作电动机底座基础?	102
6-10	怎样安装电动机?	103
6-11	如何安装和校正传动装置?	104
6-12	如何用绝缘电阻表测量电动机的绝缘电阻?	105
6-13	如何用数字绝缘电阻测量仪测量电动机的 绝缘电阻?	107
6-14	新安装或长期停用的电动机投入运行前应做 哪些检查?	108
6-15	什么是低压电器?	109
6-16	怎样对低压电器进行检查?	109
6-17	低压电器的安装原则是什么?	110
6-18	什么是刀开关? 怎样安装刀开关?	110
6-19	什么是开启式负荷开关? 怎样安装开启式负荷 开关?	111
6-20	什么是封闭式负荷开关? 怎样安装封闭式负荷 开关?	112
6-21	什么是组合开关? 怎样安装和使用组合开关?	112



6-22	熔断器有哪些类型？安装熔断器时应注意什么？	113
6-23	什么是断路器？安装断路器时应注意什么？	114
6-24	什么是接触器？怎样安装接触器？	115
6-25	什么是时间继电器？时间继电器有哪些类型？	116
6-26	怎样选择时间继电器？	117
6-27	什么是热继电器？	118
6-28	怎样选择热继电器？	118
6-29	怎样安装和使用热继电器？	119
6-30	什么是按钮？怎样安装和使用按钮？	120
6-31	什么是行程开关？怎样安装和使用行程开关？	120
6-32	漏电保护器应当怎样连接？	121
第 7 章	电气照明装置和电风扇	123
7-1	什么是电光源？常用电光源有哪些类型？	123
7-2	怎样安装和使用白炽灯？	124
7-3	什么是荧光灯？安装和使用荧光灯时应注意什么？	125
7-4	什么是高压汞灯？安装和使用高压汞灯时应注意什么？	127
7-5	什么是高压钠灯？安装和使用高压钠灯时应注意什么？	128
7-6	什么是卤钨灯？安装和使用卤钨灯时应注意什么？	129
7-7	什么是 LED 照明？怎样安装 LED 照明？	130
7-8	使用 LED 时应注意哪些事项？	131
7-9	LED 室内照明安装时应注意哪些事项？	131
7-10	如何进行 LED 灯泡的电气连接？	132
7-11	什么是照明灯具？常用照明灯具有哪些安装方式？	134

7-12	安装照明灯具应满足哪些基本要求?	134
7-13	照明灯具应怎样布置?	136
7-14	如何选择照明线路的导线?	138
7-15	吊灯应怎样安装?	140
7-16	吸顶灯应怎样安装?	141
7-17	壁灯应怎样安装?	143
7-18	安装开关应满足哪些技术要求?	143
7-19	暗开关应如何安装?	144
7-20	安装插座应满足哪些技术要求?	145
7-21	插座应如何接线?	146
7-22	建筑物彩灯应怎样安装?	147
7-23	小型庭院柱灯应怎样安装?	147
7-24	怎样对建筑物照明进行通电试运行?	148
7-25	对施工现场临时照明装置的安装有哪些要求?	149
7-26	怎样安装吊扇?	150
7-27	怎样安装换气扇?	151
7-28	怎样安装壁扇?	152
第 8 章	防雷与接地装置	153
8-1	什么是雷电?	153
8-2	雷电有什么危害?	153
8-3	防雷的主要措施有哪些?	154
8-4	什么是接闪器?	154
8-5	什么是避雷针?	154
8-6	怎样安装避雷针? 安装避雷针时应注意什么?	155
8-7	什么是避雷带? 什么是避雷网?	157
8-8	怎样设置避雷带和避雷网?	157
8-9	平屋顶建筑物应如何防雷?	158
8-10	什么是避雷器?	159
8-11	阀式避雷器由哪几部分组成? 它是怎样	



工作的？	160
8-12 安装阀式避雷器时应注意什么？	160
8-13 安装管式避雷器时应注意什么？	161
8-14 什么是接地与接零？	161
8-15 什么是工作接地、保护接地和重复接地？	162
8-16 低压配电系统的接地形式有哪几种？	163
8-17 什么是接地装置？	164
8-18 什么是人工接地体？	165
8-19 如何安装垂直接地体？	165
8-20 如何安装水平接地体？	167
8-21 什么是基础接地体？	168
8-22 选择接地装置应注意哪些事项？	168
8-23 如何安装接地干线？	169
8-24 如何安装接地支线？	171
8-25 施工现场的哪些电气设备应做保护接零？	173
8-26 如何测量接地电阻？	174
8-27 测量接地电阻时应注意什么？	175
8-28 接地电阻应该多大才符合要求？	175
第9章 火灾报警与自动灭火系统	176
9-1 火灾报警消防系统有哪些类型？各有什么功能？ ...	176
9-2 火灾自动报警与自动灭火系统由哪几部分组成？ ...	176
9-3 什么是火灾探测器？	177
9-4 火灾探测器有哪些类型？	177
9-5 火灾探测器各有什么特点？	179
9-6 什么是火灾报警控制器？	181
9-7 火灾自动报警系统有哪些基本形式？	182
9-8 火灾探测器的选择原则是什么？	183
9-9 怎样选择点型火灾探测器？	183
9-10 怎样选择线型火灾探测器？	185

9-11	火灾探测器的安装位置应符合哪些规定?	186
9-12	火灾探测器的安装方式有哪几种?	187
9-13	在顶棚上安装火灾探测器时应注意什么?	188
9-14	应如何确定火灾探测器与其他设施的安 装间距?	192
9-15	安装可燃气体火灾探测器时应注意什么?	193
9-16	安装红外光束感烟探测器时应注意什么?	194
9-17	怎样安装手动报警按钮?	195
9-18	安装火灾报警控制器应满足哪些要求?	196
9-19	安装火灾报警控制器应注意什么?	197
9-20	怎样安装火灾报警控制器?	198
9-21	什么是火灾自动报警系统?	199
9-22	自动喷水灭火系统有哪几种类型? 各有什 么特点?	201
9-23	什么是二氧化碳气体自动灭火系统?	202
9-24	怎样调试火灾报警与自动灭火系统?	203
第 10 章	安全防范系统	204
10-1	安全防范系统具有哪些保护功能?	204
10-2	安全防范系统一般包括哪些子系统?	205
10-3	防盗报警系统由哪几部分组成?	206
10-4	什么是防盗报警控制器? 它有哪些类型?	207
10-5	防盗报警控制器有哪些功能?	207
10-6	接触式探测器有哪些类型? 各有什么特点?	208
10-7	非接触式探测器有哪些类型? 各有什么特点?	209
10-8	如何选择防盗探测器?	212
10-9	怎样安装门磁开关?	212
10-10	安装门磁开关时应注意什么?	213
10-11	如何安装玻璃破碎探测器?	214
10-12	安装玻璃破碎报警器时应注意什么?	215

10-13	怎样安装主动式红外线探测器？	216
10-14	被动式红外线探测器的安装原则是什么？	218
10-15	什么是超声波探测器？安装时应注意什么？	221
10-16	什么是微波探测器？安装时应注意什么？	222
10-17	什么是双鉴探测报警器？安装时应注意什么？ ...	223
10-18	怎样检查调试防盗报警系统？	224
10-19	门禁系统由哪几部分组成？	224
10-20	门禁及对讲系统有哪几种类型？	226
10-21	怎样安装门禁及对讲系统？	228
10-22	如何检查调试门禁系统？	230
10-23	什么是巡更保安系统？	230
10-24	巡更保安系统有哪几种类型？各有什么特点？	230
10-25	怎样安装巡更保安系统？	231
10-26	如何检查调试巡更保安系统？	233
10-27	自动门有什么用途？	233
10-28	自动门有哪些类型？各有什么特点？	234
10-29	自动门应如何安装接线？	234
10-30	停车场管理系统有哪些功能？	235
10-31	停车场（库）管理系统由哪几部分组成？	235
10-32	车辆出入检测与控制系统有哪几种？	236
10-33	怎样安装停车场（库）管理系统？	237
10-34	如何检查调试停车场（库）管理系统？	239
10-35	闭路电视监控系统由哪几部分组成？	240
10-36	怎样配置电视监控系统？	242
10-37	如何选择摄像机？	243
10-38	怎样安装电视监控系统的云台？	243
10-39	怎样安装电视监控系统的摄像机？	245
10-40	怎样安装电视监控系统的机柜和监控台？	246
10-41	怎样调试电视监控系统？	247

第 11 章 电梯	249
11-1 什么是电梯? 它有哪些特征?	249
11-2 电梯常用的分类方法有哪几种?	249
11-3 电梯按用途可分为哪几种类型? 各有什么特点?	250
11-4 电梯主要由哪几部分组成?	251
11-5 电梯主要包括哪些系统? 各有什么功能?	253
11-6 电梯是怎样运行的?	254
11-7 如何制定电梯安装工艺流程?	255
11-8 曳引机有什么功能? 它主要由哪几部分组成?	256
11-9 怎样安装曳引机?	257
11-10 如何校正曳引机安装位置?	258
11-11 曳引机安装完毕后, 应怎样进行空载试验?	259
11-12 客梯轿厢的结构特点是什么?	260
11-13 电梯门系统由哪几部分组成? 各起什么作用? ...	261
11-14 电梯安全保护系统主要由哪几部分组成?	262
11-15 电梯安全保护系统的主要动作程序是怎样的? ...	263
11-16 电梯的电力拖动系统有什么特点?	264
11-17 什么是交流变极调速系统?	264
11-18 什么是交流调压调速系统?	266
11-19 什么是变压变频 (VVVF) 调速系统?	266
11-20 直流电梯拖动系统有什么特点?	267
11-21 电梯的电气控制系统中主要有哪些电器部件和装置?	267
11-22 安装电源开关应满足哪些要求?	268
11-23 安装控制柜应符合哪些条件?	269
11-24 机房布线时应注意什么?	269
11-25 怎样安装井道电气装置?	270
11-26 安装极限开关应满足哪些要求?	272

11-27	怎样安装轿厢电气装置?	272
11-28	怎样安装层站电气装置?	274
11-29	如何安装悬挂电缆?	274
11-30	电梯电气装置的绝缘和接地应满足哪些要求? ...	276
11-31	电梯调试前应做好哪些准备工作?	277
11-32	电梯调试前应对电气装置做哪些检查?	278
11-33	电梯调试前应对机械部件做哪些检查?	278
11-34	怎样调整制动器?	279
11-35	如何进行不挂曳引绳的通电试验?	280
11-36	如何进行电梯通电试运行?	281
参考文献.....		283

建筑电工基础知识

1-1 什么是建筑电气工程?

建筑电气工程就是以电能、电气设备和电气技术为手段来创造、维持与改善限定空间和环境的一门科学,它是介于土建和电气两大类学科之间的一门综合学科。经过多年的发展,它已经建立了自己完整的理论和技术体系,发展成为一门独立的学科。

建筑电气工程专业培养目标:培养建筑供电系统、电气照明系统及建筑电气控制系统的施工安装、调试和运行管理、工程监理及中小型工程设计等工作的高级技术应用型人才。

建筑电气工程主要包括建筑供电技术,建筑设备电气控制技术,电气照明技术,防雷、接地与电气安全技术,现代建筑电气自动化技术,现代建筑信息及传输技术等。

1-2 智能建筑由哪几部分组成?

智能建筑是多学科、高新技术的巧妙合成,也是综合经济实力的象征。智能建筑工程中广泛地应用了高新技术,如数字通信技术、控制技术、计算机网络技术、电视技术、光纤技术、传感器技术及数据库技术等,利用这些技术构成了各类智能化子系统。

智能建筑工程体系结构图如图 1-1 所示。

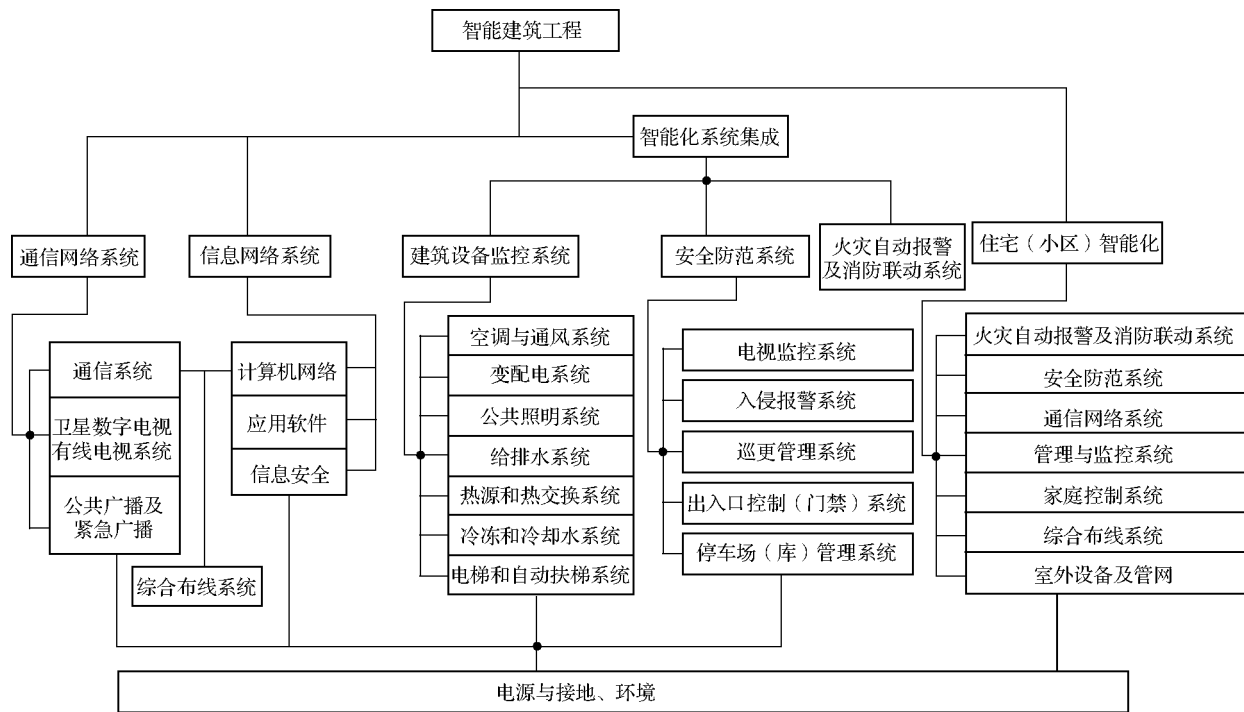


图 1-1 智能建筑工程体系结构图

1-3 什么是建筑电气安装工程?

建筑电气安装工程是依据设计与生产工艺的要求,遵照规范规程、设计文件、施工图集等技术文件的具体规定,按特定线路,将电能合理分配、输送至已安装就绪的用电设备及用电器具上。通电前,要经过元器件各种性能的测试、系统的调整试验。在试验合格的基础上,送电试运行,使之与生产工艺系统配套,使系统具有使用和投产条件。其安装质量必须符合设计要求,符合施工及验收规范。

建筑电气安装工作种类繁多,技术复杂。随着生产技术和国外先进技术的引进,一些高转速、高压、大功率的工业设备的安装、检测、调试技术的难度也越来越大。

1-4 电气安装工程与土建工程应该怎样配合?

电气安装工程是建筑安装工程的组成部分,做好与土建的配合施工是省工省料、加快速度、确保安装质量的重要途径。电气工程与主体工程的配合包括预埋和圪埋。

预埋是指在土建施工过程中,在建筑构件中,预先埋入电气工程的固定件及电线管等。做好预埋工作,不但可以保持建筑物的美观清洁,避免以后钻、凿、挖、补,破坏建筑物结构,而且可增强电气装置的安装机械强度。混凝土墙、柱、梁等承重构件,一般不允许钻凿破坏,有的混凝土结构和屋顶还涉及防渗防漏问题,更不允许钻凿。可见,配合土建进行预埋,不是可做可不做的事情,而是必须认真做好的工作。预埋可分为建筑工人预埋和由安装电工预埋两种,具体分工按施工图样决定。

所谓圪埋,是指砖墙砌好后,把需要埋设的角钢支架或开脚螺栓埋入墙内。采用这种施工方法的砖墙一般应是双砖墙或254mm(10in)以上的砖墙。在电气安装工程中,一些角钢支架在砖墙结构中可采用预埋,或现场圪埋。

电气安装工程除了和土建有着密切的关系,需要协调配合以

外，还与其他安装工程，如给水排水工程，采暖、通风工程等有着密切的关系。施工前应做好图样会审工作，避免发生安装位置的冲突；互相平行或交叉安装时，必须保证安全距离的要求，不能满足时应采取相应的保护措施。

1-5 电气装置安装以后，投入运行之前应结束哪些工作？

电气装置安装以后，投入运行之前应结束的工作：

- 1) 清除电气装置及构架上的污垢，结束修饰工作（粉刷、涂漆、补洞、抹制地面、表面修饰等）；
- 2) 户外变电站区域的永久性围墙以及场地平整；
- 3) 拆除临时设施，更换为永久设施（如永久性门窗、梯子、栏杆等）。

1-6 什么是电气工程图？

电气工程图是根据国家颁布的有关电气技术标准和通用图形符号绘制而成的。它是电气安装工程的“语言”，可以简练而直观地表明设计意图。

电气工程图种类很多，各有其特点和表达方式，各有规定画法和习惯画法，但有一些规定则是共同的，还有许多基本的规定和格式是各种图样都应共同遵守的。

1-7 什么是图幅分区？如何进行分区？

电气图上的内容有时是很多的，对于幅面大且内容复杂的图，需要分区，以便在读图时能很快找到相应的部分。图幅分区的方法是将相互垂直的两边框分别等分，分区的数量视图的复杂程度而定，但要求必须为偶数，每一分区的长度一般为 25 ~ 75mm。分区线用细实线。每个分区内，竖边方向分区代号用大写拉丁字母和横边方向分区代号用数字表示，字母在前，数字在后，如 B4、C5 等。图 1-2 所示为图幅分区示例。

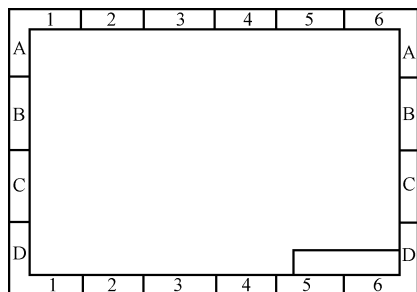


图 1-2 图幅分区示例

1-8 什么是详图？详图有哪几种标注方法？

电气设备中某些零部件、连接点等的结构、做法、安装工艺要求无法表达清楚时，通常将这些部分用较大的比例放大画出，称为详图。详图可以画在同一张图样上，也可以画在另一张图样上。为便于查找，应用索引符号和详图符号来反应基本图与详图之间的对应关系，见表 1-1。

表 1-1 详图的标示方法

图 例	示 意	图 例	示 意
	2 号详图与总图画在一张图上		5 号详图被索引在第 2 号图样上
	2 号详图画在第 3 号图样上		图集代号为 D x x x，详图编号为 4，详图所在图集页码编号为 6
	5 号详图被索引在本张图样上		图集代号为 D x x x，详图编号为 8，详图在本页（张）上

1-9 电气工程图中的连接有哪些简化画法?

连接线在电气图中使用最多,用来表示连接线或导线的图线应为直线,且应使交叉和折弯最少。图线可以水平布置,也可以垂直布置。只有当需要把元件连接成对称的格局时,才可采用斜交叉线。连接线应采用实线,看不见的或计划扩展的内容用虚线。

1) 中断线:为了图面清晰,当连接线需要穿越图形稠密区域时,可以中断,但应在中断处加注相应的标记,以便迅速查到中断点。中断点可用相同文字标注,也可以按图幅分区标记。对于连接到另一张图样上的连接线,应在中断处注明图号、张次、图幅分区代号等,如图 1-3、图 1-4 所示。

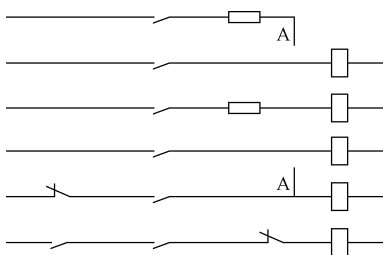


图 1-3 带标记 A 的中断线示例

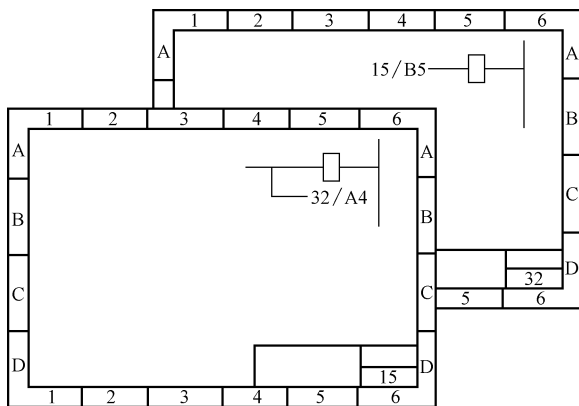


图 1-4 中断线标记方法示例

2) 单线表示法:当简图中出现多条平行连接线时,为了使图面保持清晰,绘图时可用单线表示法。单线表示法具体应用如下:

① 在一组导线中,如导线两端处于不同位置时,应在导线两

端实际位置标以相同的标记,可避免交叉线太多,如图 1-5 所示。

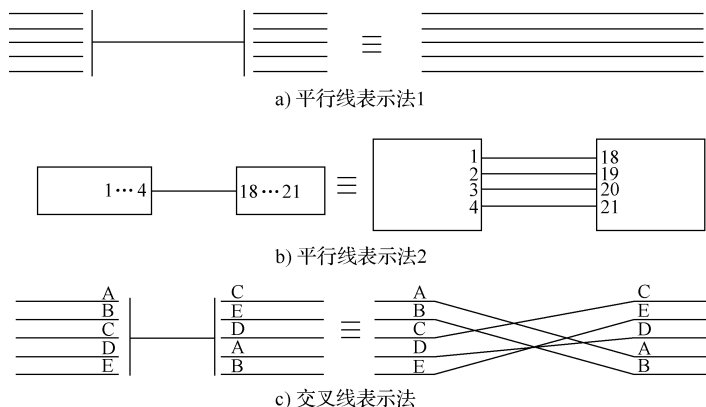


图 1-5 单线表示法示例

② 当多根导线汇入用单线表示的线组时,汇接处应用斜线表示,斜线的方向应能使看图者易于识别导线汇入或离开线组的方向,并且每根导线的两端要标注相同的标记,如图 1-6 所示。



图 1-6 导线汇入线组的单线表示法

③ 用单线表示多根导线时,如果有时还要表示出导线根数,可用图 1-7 所示的表示方法。

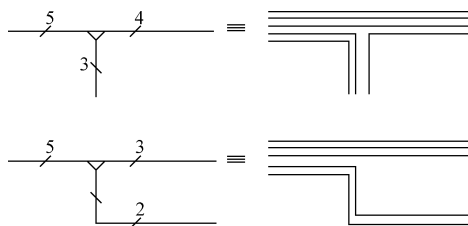


图 1-7 单线图中导线根数表示法

1-10 电气工程图中的项目有哪些简化画法?

项目是指在图上通常用一个图形符号表示的基本件、部件、组件、功能单元、设备、系统等。项目表示法主要分为集中表示法、半集中表示法和分开表示法。

1) 集中表示法: 把一个项目各组成部分的图形符号在简图上绘制在一起的方法称为集中表示法, 如图 1-8 所示。

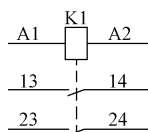


图 1-8 集中表示法 (继电器)

2) 半集中表示法: 把一个项目某些组成部分的图形符号在简图上分开布置, 并用机械连接符号来表示它们之间关系的方法称为半集中表示法, 如图 1-9 所示。

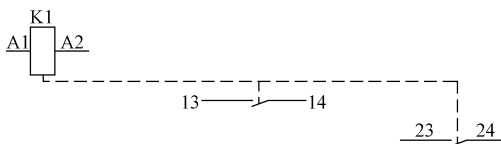


图 1-9 半集中表示法 (继电器)

3) 分开表示法: 把一个项目某些组成部分的图形符号在简图上分开布置, 仅用项目代号来表示它们之间关系的方法称为分开表示法, 如图 1-10 所示。

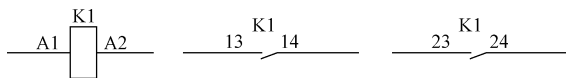


图 1-10 分开表示法

1-11 电气工程图中的电路有哪些简化画法?

1) 并联电路: 多个相同的支路并联时, 可用标有公共连接符号的一个支路来表示, 同时应标出全部项目代号和并联支路数, 如图 1-11 所示。

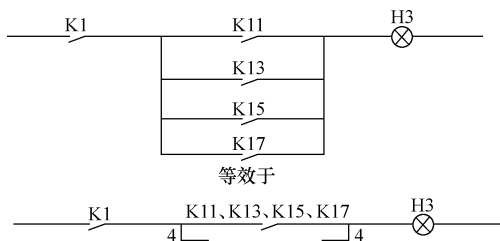


图 1-11 并联电路的简化画法

2) 相同电路: 相同的电路重复出现时, 仅需详细表示出其中的一个, 其余电路可用适当的说明来代替。

3) 功能单元: 功能单元可用方框符号或端子功能图来代替, 此时应在其上加注标记, 以便查找被其代替的详细电路。端子功能图应表示出该功能单元所有的外接端子和内部功能, 以便能通过对端子的测量从而确定如何与外部连接。其排列应与其所代表的功能单元的电路图的排列相同, 内部功能可用下述方式表示: ① 方框符号或其他简化符号; ② 简化的电路图; ③ 功能表图; ④ 文字说明。

1-12 什么是电气原理图? 它有什么特点?

生产机械电气控制电路图包括电气原理图、接线图、电气设备安装图等。电气控制电路图应该根据简明易懂的原则, 用规定的方法和符号进行绘制。

电气原理图简称原理图或电路图。原理图并不按元件的实际位置来绘制, 而是根据工作原理绘制的。在原理图中, 一般根据各个元件在电路中所起的作用, 将其画在不同的位置上, 而不受实物位置所限。有些不影响电路工作的元件, 如插接件、接线端子等, 大多可略去不画。原理图所示的状态, 除非特别说明外, 一般是按未通电时的状态画出的。图 1-12 所示为三相异步电动机正反转控制原理图。

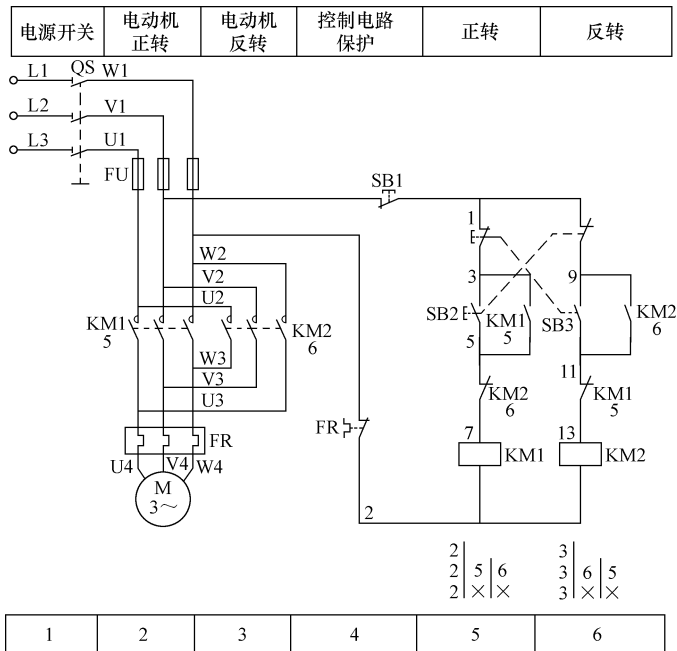


图 1-12 三相异步电动机正反转控制原理图

原理图具有简单明了、层次分明、易阅读等特点，适于分析生产机械的工作原理和研究生产机械的工作过程和状态。

1-13 什么是接线图？它有什么特点？

接线图又称敷线图。接线图是按元件实际布置的位置绘制的，同一元件的各部件是画在一起的。它能表明生产机械上全部元件的接线情况，连接的导线、管路的规格、尺寸等。图 1-13 和图 1-14 所示为三相异步电动机正反转控制接线图。

接线图对于实际安装、接线、调整和检修工作是很方便的。但是，从接线图来了解复杂的电路动作原理较为困难。

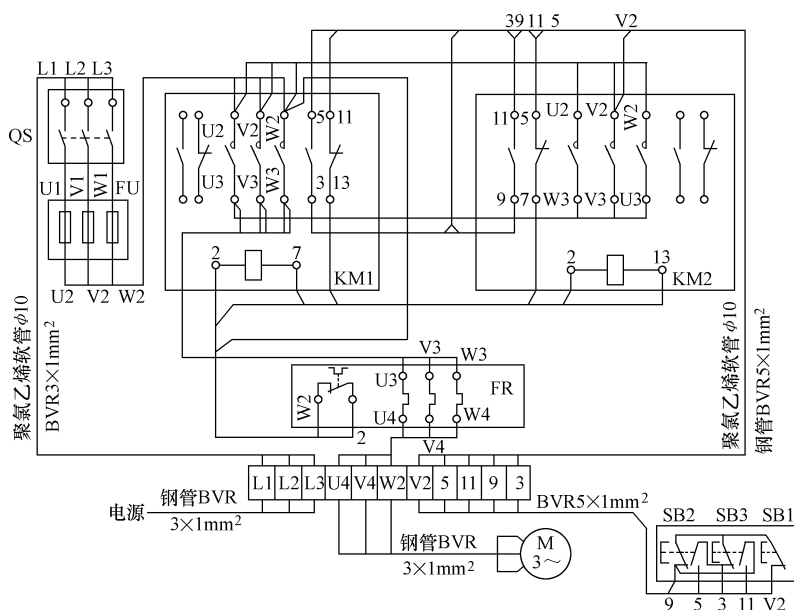


图 1-13 三相异步电动机正反转控制接线图（一）

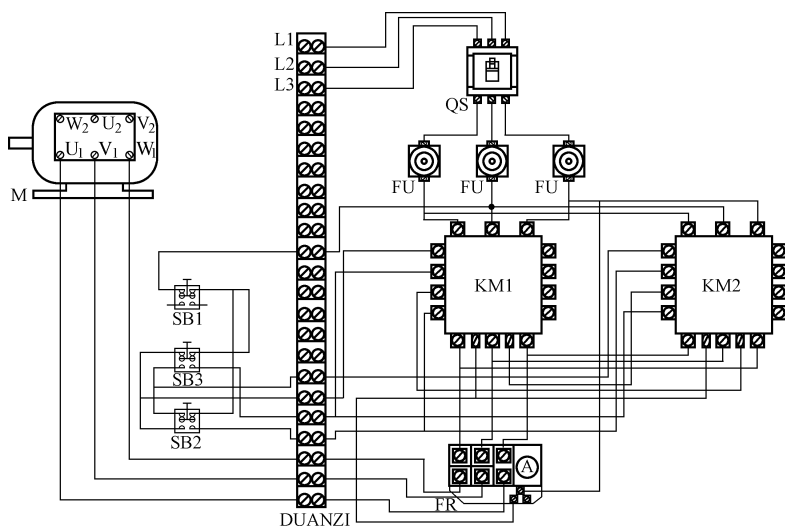


图 1-14 三相异步电动机正反转控制接线图（二）



1-14 什么是电气设备安装图？它有什么特点？

电气设备安装图标明元器件、管路系统、基本零件、紧固件、锁控装置、安全装置等在生产机械上或机柜上的安装位置、状态及规格、尺寸等。图中的元器件、设备多用实际外形图或简化的外形图，供安装时参考。

1-15 绘制电气原理图应遵循哪些原则？

在绘制电气原理图时一般应遵循以下原则：

1) 图中各元器件的图形符号均应符合最新国家标准，当标准中给出几种形式时，选择图形符号应遵循以下原则：

- ① 尽可能采用优选形式；
- ② 在满足需要的前提下，尽量采用最简单的形式；
- ③ 在同一图号的图中使用同一种形式的图形符号和文字符号；如果采用标准中未规定的图形符号或文字符号时，必须加以说明。

2) 图中所有电气开关和触头的状态，均以线圈未通电、手柄置于零位、无外力作用或生产机械在原始位置的初始状态画出。

3) 各个元器件及其部件在原理图中的位置根据便于阅读的原则来安排，同一元器件的各个部件（如线圈、触头等）可以不画在一起。但是，属于同一元器件上的各个部件均应用同一文字符号和同一数字表示。如图 1-12 中的接触器 KM1，它的线圈和辅助触头画在控制电路中，主触头画在主电路中，但都用同一文字符号标明。

4) 图中的连接线、设备或元器件的图形符号的轮廓线都应使用实线绘制。屏蔽线、机械联动线、不可见轮廓线等用虚线绘制。分界线、结构围框线、分组围框线等用点画线绘制。

5) 原理图分主电路和控制电路两部分，主电路画在左边，控制电路画在右边，按新的国家标准规定，一般采用竖画法。

6) 电动机和电器的各接线端子都要编号。主电路的接线端子用一个字母后面附加一位或两位数字来编号, 如 $U1$ 、 $V1$ 、 $W1$ 。控制电路的接线端子只用数字编号。

7) 图中的各元器件除标有文字符号外, 还应标有位置编号, 以便寻找对应的元器件。

1-16 绘制接线图应遵循哪些原则?

在绘制接线图时, 一般应遵循以下原则:

1) 接线图应表示出各元器件的实际位置, 同一元器件的各个部件要画在一起。

2) 图中要表示出各电动机、电器之间的电气连接、可用线条表示 (见图 1-13), 也可用去向号表示。凡是导线走向相同的可以合并画成单线。控制板内和板外各元器件之间的电气连接是通过接线端子来进行的。

3) 接线图中元器件的图形符号和文字符号及端子编号应与原理图一致, 以便对照查找。

4) 图中应标明导线和走线管的型号、规格、尺寸、根数等, 例如图 1-13 中电动机到接线端子的连接为 $BVR3 \times 1\text{mm}^2$, 表示导线的型号为 BVR , 共有 3 根, 每根截面面积为 1mm^2 。

1-17 绘制和阅读电气原理图有哪些有关规定?

要正确绘制和阅读电气原理图, 除了应遵循绘制电气原理图的一般原则外, 还应遵守以下的规定:

1) 为了便于检修线路和方便阅读, 应将整张图样划分成若干区域, 简称图区。图区编号一般用阿拉伯数字写在图样下部的方框内, 如图 1-12 所示。

2) 图中每个电路在生产机械操作中的用途, 必须用文字标明在用途栏内, 用途栏一般以方框形式放在图面的上部, 如图 1-12 所示。

3) 原理图中的接触器、继电器的线圈与受其控制的触头的



从属关系应按以下方法标记：

① 在每个接触器线圈的文字符号（如 KM）的下面画两条竖直线，分成左、中、右三栏，把受其控制而动作的触头所处的图区号，按表 1-2 规定的内容填上。对备而未用的触头，在相应的栏中用记号“×”标出。

表 1-2 接触器线圈符号下的数字标志

左 栏	中 栏	右 栏
主触头所处的图区号	辅助动合（常开）触头所处的图区号	辅助动断（常闭）触头所处的图区号

② 在每个继电器线圈的文字符号（如 KT）的下面画一条竖直线，分成左、右两栏，把受其控制而动作的触头所处的图区号，按表 1-3 规定的内容填上，同样，对备而未用的触头，在相应的栏中用记号“×”标出。

表 1-3 继电器线圈符号下的数字标志

左 栏	右 栏
动合（常开）触头所处的图区号	动断（常闭）触头所处的图区号

③ 原理图中每个触头的文字符号下面表示的数字为动作它的线圈所处的图区号。

例如在图 1-12 中，接触器 KM1 线圈下面竖线的左边（左栏中）有三个 2，表示在 2 号图区有它的三副主触头；在第二条竖线左边（中栏中）有一个 5 和一个“×”，则表示该接触器共有两副动合（常开）触头，其中一副在 5 号图区，而另一副未用；在第二条竖线右边（右栏中）有一个 6 和一个“×”，则表示该接触器共有两副动断（常闭）触头，其中一副在 6 号图区，而另一副未用；在触头 KM1 下面有一个 5，表示它的线圈在 5 号图区。

1-18 如何阅读电气原理图？

阅读电气原理图的步骤一般是从电源进线起，先看主电路电

动机、电器的接线情况，然后再查看控制电路，通过对控制电路的分析，深入了解主电路的控制程序。

1. 电气原理图中主电路的阅读

1) 先看供电电源部分：首先查看主电路的供电情况，是由母线汇流排或配电柜供电，还是由发电机组供电。并弄清电源的种类，是交流还是直流；其次弄清供电电压的等级。

2) 看用电设备：用电设备指带动生产机械运转的电动机，或耗能发热的电弧炉等电气设备。要弄清它们的类别、用途、型号、接线方式等。

3) 看对用电设备的控制方式：如有的采用刀开关直接控制；有的采用各种起动器控制；有的采用接触器、继电器控制。应弄清并分析各种控制电器的作用和功能等。

2. 电气原理图中控制电路的阅读

1) 先看控制电路的供电电源：弄清电源是交流还是直流；其次弄清电源电压的等级。

2) 看控制电路的组成和功能：控制电路一般由几个支路（回路）组成，有的在一条支路中还有几条独立的小支路（小回路）。弄清各支路对主电路的控制功能，并分析主电路的动作程序。例如当某一支路（或分支路）形成闭合通路并有电流流过时，主电路中的相应开关、触头的动作情况及电气元件的动作情况。

3) 看各支路和元器件之间的并联情况：由于各分支路之间和一个支路中的元器件，一般是相互关联或互相制约的。所以，分析它们之间的联系，可进一步深入了解控制电路对主电路的控制程序。

1-19 建筑电气工程图有什么特点？

1. 建筑电气工程图的特点

1) 建筑电气工程图大多采用统一的图形符号，并加注文字符号绘制。

2) 任何电路都必须构成回路。电路应由电源、用电设备、导线和开关控制设备四个部分组成。

3) 电路的电气设备和元器件都是通过导线连接起来的, 导线可长可短, 能够比较方便地跨越较远的距离。

4) 建筑电气工程图往往与主体工程及其他安装工程施工配合进行, 所以应将建筑电气工程图与有关土建工程图、管道工程图对应起来阅读。

2. 识图步骤

1) 仔细阅读图样说明, 如项目内容、设计日期、工程概况、设计依据、设备材料表等。了解供电电源的来源、电压等级、线路敷设方式、设备安装高度及安装方式、施工注意事项等。

2) 看系统图和框图, 了解系统的基本组成, 相互关系及主要特征等。

3) 阅读电气原理图。电气原理图分主电路、控制电路和辅助电路等。应按照先主后辅的顺序读图 (可参考电气原理图的阅读步骤), 注意电路中有哪些保护环节, 某些电路可以结合接线图来分析。

电气原理图是按原始状态绘制的, 这时线圈未通电、开关未闭合、按钮未按下, 但看图时不能按原始状态分析, 而应选择某一状态分析。

4) 看平面布置图。

5) 看详图。

1-20 如何阅读照明工程图?

图 1-15 所示为某房间的照明线路。从图 1-15a 中可以看出, 该电路采用单相电源供电, 用双刀开关 QS 和熔断器 FU 控制和保护照明电路, 并将 QS 和 FU 装于配电箱中。由于配电箱和灯具 $EL_1 \sim EL_3$ 、开关 $S_1 \sim S_3$ 和插座 XS 等安装地点不同, 在图 1-15a 中反映不出来, 所以实际接线图如图 1-15b 所示, 照明

平面图用图 1-15c 来表示, 照明平面图能反映照明线路的全部真实情况, 电气工人可以按照图 1-15c 进行施工。

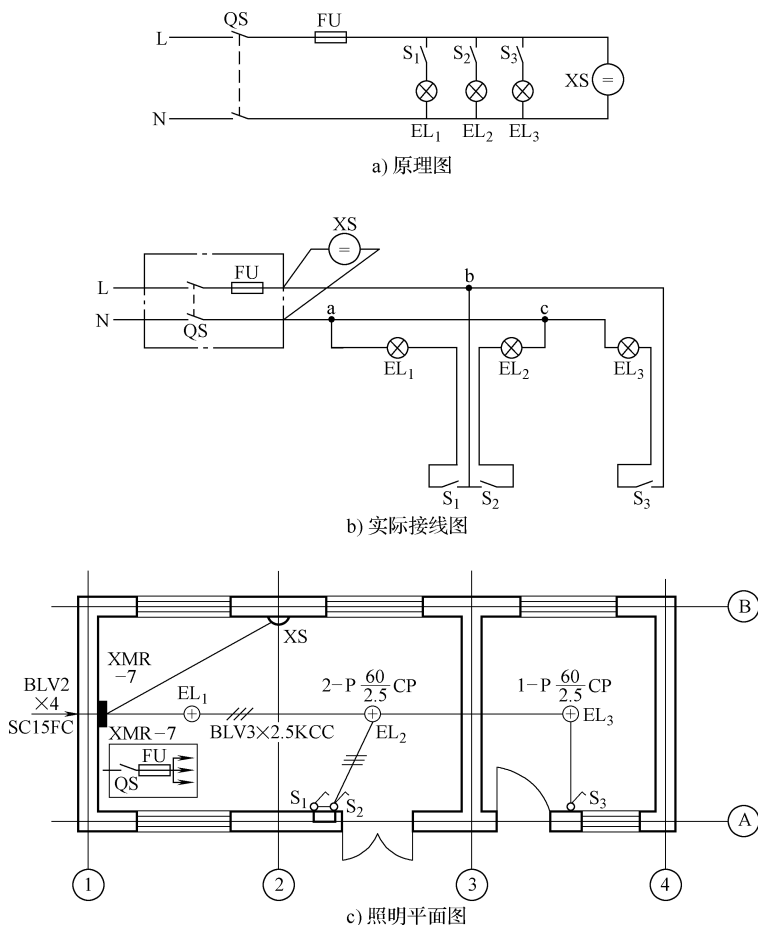


图 1-15 某房间的照明线路

图 1-15c 左侧箭头表示进户线的方向, 上面标注的“BLV2 × 4SC15FC”表示进户线是“2”根截面面积为“4” mm²的“塑料

铝线” BLV，穿“钢管” SC 从外部埋“地”“暗” FC 敷设穿墙进入室内配电箱，钢管管径为“15” mm。

同理可知，“BLV3 × 2.5KCC”表示 3 根塑料铝线，单根截面面积为 2.5 mm²，用瓷绝缘子（瓷瓶或瓷柱）沿顶棚暗敷设。没有标文字和符号的导线，其数量为两根，其型号及敷设方式等同本房间的其他导线一样。

配电箱的型号为 XMR-7，此型号配电箱的具体尺寸宽 × 高 × 厚为 270mm × 290mm × 120mm。因为按规定暗装配电盘底口距地 1.4m，所以图上没有标注安装高度。箱内电气系统图已画在图 1-15c 上。

灯具上标注的“2 - P $\frac{60}{2.5}$ CP”表示在本房间内有“2”盏相同的灯具，灯具类型为普通吊灯 P，每盏灯具上有“60” W 白炽灯泡一个，安装高度为“2.5” m，用自在器 CP 吊于室内。

各灯采用拉线开关控制，按规定安装在进门一侧，手容易碰到的地方，安装高度在照明平面图中一般是不标注的。施工者可依据《电气装置安装工程施工及验收规范》进行安装。即拉线开关一般安装在距地为 2 ~ 3m、距门框为 0.15 ~ 0.20m 处，且拉线出口向下；其他各种开关的安装一般为距地 1.3m、距门框为 0.15 ~ 0.20m。

明装插座的安装高度一般为距地 1.3m，在托儿所、小学校等不应低于 1.8m。暗插座一般距地不低于 0.3m。

综上所述，只要有了照明平面图，就可以进行施工，不用再画原理图和实际接线图。应该指出，在线路敷设中，尤其是穿管配线中，应避免中间接头或分接头。如图 1-15b 中的 a、b、c 等处，应将这些接头放在就近的灯头盒、开关盒或其他电器的接线端子上，如图 1-16 所示。这样，有些导线的根数要增加，如大房间去两个拉线开关处的导线变成 4 根。所以，同一房间由于敷设方式不同，其照明平面图不完全一样。

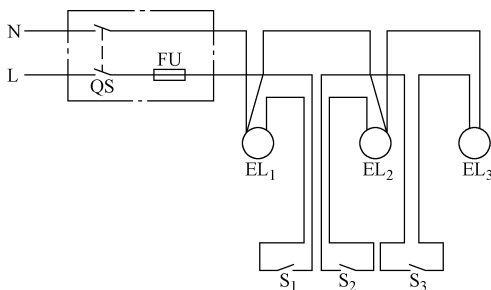


图 1-16 无中间接头的照明线路实际安装图

1-21 多层民用建筑的供电线路有哪几种布线方式？

从总配电箱引至分配电箱的供电线路，称为干线，总配电箱与分配电箱间的连接，在多层民用建筑中，通常有以下几种布线方式：

1) 放射式：放射式布线如图 1-17a 所示，从总配电箱至各分配电箱，均由独立的干线供电。总配电箱的位置，按进户线要求，可选择在最佳层数，一般多设在地下室或一、二层内。这种方式的优点是当其中一个分配电箱发生故障时，不致影响其他分配电箱的供电，提高了供电的可靠性；其缺点是耗用的管线较多，工程造价增高。它适用于要求供电可靠性高的建筑物。

2) 树干式：树干式布线如图 1-17b 所示，由总配电箱引出的干线上连接几个分配电箱，一般每组供电干线可连接 3 ~ 5 个分配电箱。总配电箱位置根据进户线的位置高度等要求选定。这种供电的可靠性较放射式布线差，但节省了管线及有关设备，降低了工程造价。因此，它是目前多层建筑照明设计常用的一种布线方式。

3) 混合式：混合式布线如图 1-17c 所示。这是上述两种布线方式的混合，在目前高层建筑照明设计中，多用此种布线方式。当层数超过十层以上时，可设两个以上的总配电箱。

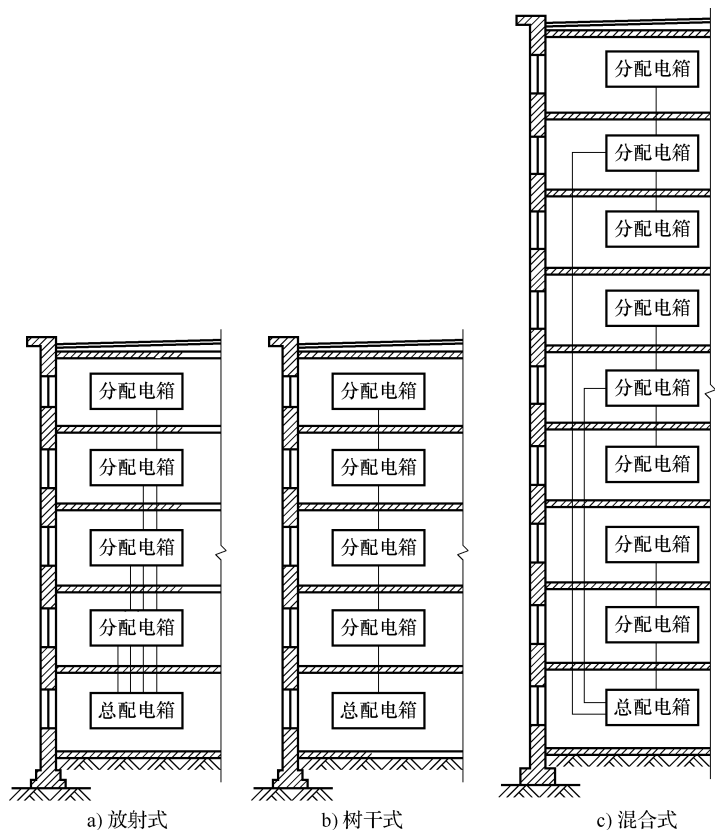


图 1-17 干线布置方式

1-22 如何阅读建筑弱电工程图？

图 1-18 所示为某住宅楼有线电视系统图。有线电视信号埋地引入，埋地深为 1.2m，在下房层中由 SYWV-75-9 型同轴电缆穿管径 40mm 保护钢管沿墙暗敷设引上，至一层后则穿管径 40mmUPVC 管引上至三层有线电视设备箱，经分配器由 SYWV-75-5 型同轴电缆穿管径 20mm 保护管沿柱和墙敷设引至各层各户分支器，再引至电视插座。

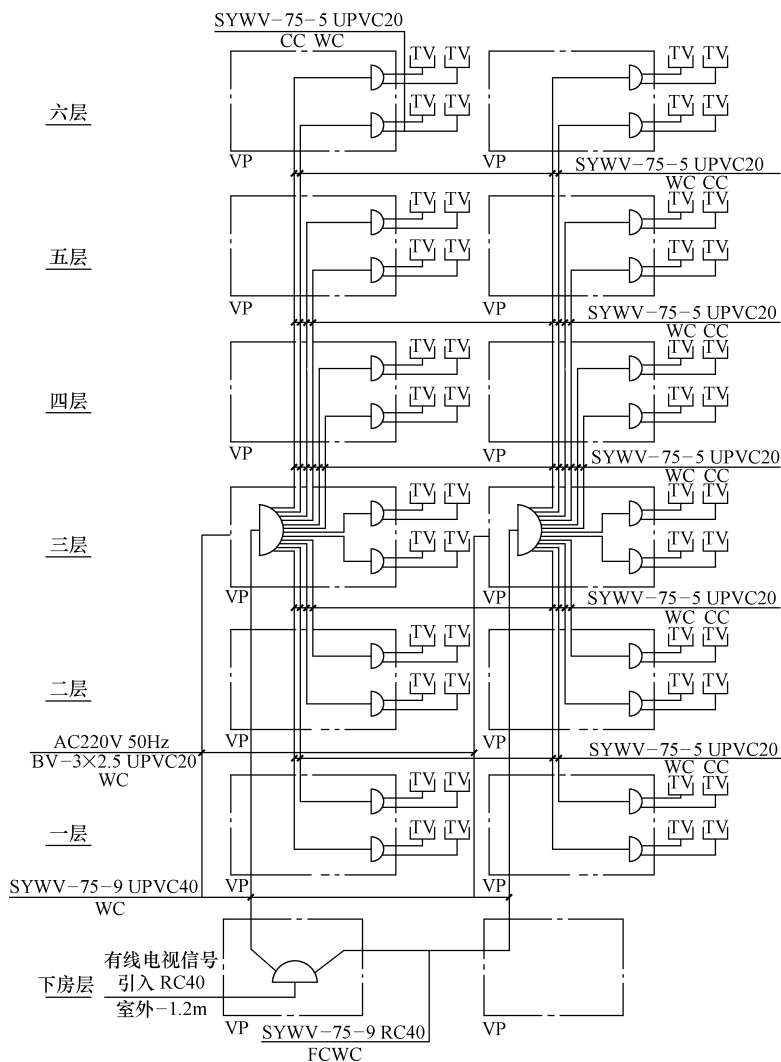


图 1-18 某住宅楼有线电视系统图

低压架空线路

2-1 低压架空线路应满足哪些基本要求？

低压架空线路应满足以下基本要求：

1) 低压架空线路路径应尽量沿道路平行敷设，避免通过起重机械频繁活动地区和各种露天堆场，还应尽量减少与其他设备的交叉和跨越建筑物。

2) 向重要负载供电的双电源线路，不应同杆架设；架设低压线路不同回路导线时，应使动力线在上，照明线在下，路灯照明回路应架设在最下层。为了维修方便，直线横担数不宜超过四层，各层横担间要满足最小距离的要求。

3) 低压线路的导线，一般采用水平排列，其次序为，面向负载从左侧起，导线排列相序为 L1、N、L2、L3。其线间距离不应小于规定数值。

4) 为保证架空线路的安全运行，架空线路在不同地区通过时，导线对地面、水面、道路、建筑物以及其他设施应保持一定的距离。

5) 两相邻电杆之间的距离（档距）应根据所用导线规格和具体环境条件等因素来确定。

2-2 低压架空线路由哪几部分组成？各起什么作用？

低压架空线路的结构主要由导线、电杆、横担、绝缘子、金具、拉线和电杆基础等组成。

1) 导线：它是架空线路的主体，负责传输电能。

2) 电杆：它是架空线路最基本的元件之一，其作用主要是支撑导线、横担、绝缘子和金具等，使导线对地面及其他设施（如建筑物、桥梁、管道及其他线路等）之间能够保持应有的安全距离（常称限距）。

3) 绝缘子：绝缘子俗称瓷瓶。它的作用是固定或支持导线，并使导线与导线之间或与横担、电杆、及大地之间相互绝缘。

4) 横担：它是电杆上部用来安装绝缘子以固定导线的部件，其作用是使每根导线保持一定的距离，防止风吹摇摆而造成相间短路。

5) 金具：架空线路上用的金属部件，统称为金具。其作用是连接和固定导线、绝缘子、横担和拉线等，也用于保护导线和绝缘子。

6) 拉线：它是为了平衡电杆各方面的作用力，防止电杆倾倒而设置的。

7) 电杆基础：其作用是将电杆固定在地面上，保证电杆不歪斜、下沉和倾覆。

2-3 电杆可分为哪几种类型？怎样确定电杆的埋深？

电杆按其材质分为木电杆、钢筋混凝土电杆和金属电杆三种。

电杆按作用可分为直线杆、耐张杆、转角杆、终端杆、分支杆和跨越杆等六种。

电杆的埋深应根据电杆的材料、高度、承力和当地的土质情况而定。一般 15m 以下的电杆，埋深可按杆长的 $1/6$ 计算，但最浅不应小于 1.5m；变台杆不应小于 2m；在土质较软、流沙、地下水位较高的地带，电杆基础还应做加固处理。装有稳定拉线的跨越电杆和承力杆，埋深可按规定适当减少，但埋设在土质松软地区的电杆如无固定措施，应酌情增加埋深，木杆和混凝土杆的埋深见表 2-1。

表 2-1 电杆的埋深要求 (单位: m)

杆 类	杆 长										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
木杆	1.0	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.0	—
混凝土杆	—	—	—	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.5

2-4 架空导线有哪几种类型? 怎样选择架空导线?

低压架空线路所用的导线分为裸导线和绝缘导线两种。按导线的结构可分为单股导线、多股导线和空心导线;按导线的材料又分为铜导线、铝导线、钢芯铝导线等。

低压架空线路一般都采用裸绞线。只有接近民用建筑的接户线和街道狭窄、建筑物稠密、架空高度较低等场合才选用绝缘导线。架空线路不应使用单股导线或已断股的绞线。

380V 三相架空线路裸铝导线截面积选择可参考表 2-2。

表 2-2 380V 三相架空线路裸铝导线截面积选择参考表

送电距离/km	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
输送容量/kW	裸铝导线截面积/mm ²								
6	16	16	16	16	25	25	35	35	35
8	16	16	16	25	35	35	50	50	50
10	16	16	25	35	50	50	50	70	70
15	16	25	35	50	70	70	95		
20	25	35	50	70	95				
25	35	50	70	95					
30	50	70	95						
40	50	95							
50	70								
60	95								

注: 本表按 2A/kW, 功率因数为 0.80, 线间距离为 0.6 计算, 电压降不超过额定值的 5%。

2-5 什么是档距？如何确定架空导线的档距？

档距是指相邻两电杆之间的水平距离。

档距与电杆高度之间相互影响。如加大档距，则可以减少线路电杆的数量，但弧垂增加。为满足导线对地距离的要求，就必须增加电杆的高度。反之，将档距减少，就可减小电杆的高度。因此，档距应根据导线对地的距离、电杆的高度以及地形的特点等因素来确定。

380/220V 低压架空线路常用档距可参考表 2-3。

表 2-3 380/220V 低压架空线路常用档距

导线水平间距/mm	300			400	
档距/m	25	30	40	50	60
适用范围	1) 城镇闹市街道 2) 城镇、农村居民点 3) 乡镇企业内部		1) 城镇非闹市区 2) 城镇工厂区 3) 居民点外围	1) 城镇工厂区 2) 居民点外围 3) 田间	

2-6 挖电杆坑时应注意什么？

杆坑可分为圆形坑和梯形坑两种。圆形坑一般用于不带卡盘和底盘的电杆；梯形坑一般用于杆身较高、较重及带有卡盘的电杆。杆坑的深度应根据电杆长度和土质确定，一般为杆长的 $1/6 \sim 1/5$ 。

目前，人工挖坑仍是比较普遍的施工方法，使用的工具一般为铁锹、镐等。当坑深小于 1.8m 时，可一次挖成；当深度大于 1.8m 时，可采用阶梯形，上部先挖成较大的圆形或长方形，以便于立足，再继续挖下部的坑。在地下水位较高或容易塌土的场所施工时，最好当天挖坑，当天立杆。

挖坑时的安全注意事项如下：

1) 挖坑所用工具应坚固，并经常注意检查，以免发生事故；

2) 挖坑前, 应与地下管道、电缆等主管单位联系, 并采取必要的防护措施;

3) 挖坑时, 坑边不得堆放重物, 以防坑壁垮塌;

4) 挖坑工具禁止放在坑口旁边, 以免掉落伤人;

5) 当坑深超过 1.5m 时, 坑内工作人员必须戴安全帽;

6) 当坑底面积超过 1.5m^2 时, 允许两人同时工作, 但不得面对面或挨得太近;

7) 严禁在坑内休息;

8) 在道路及居民区等行人通过地区施工时, 应设置围栏或坑盖, 夜间应装设红色信号灯, 以防行人跌入坑内。

2-7 怎样组装电杆? 组装电杆时应注意哪些事项?

组装电杆时, 安装横担有两种方法: 一是在地面上将横担、金具全部组装在电杆上, 然后整体立杆, 杆立好以后, 再调整横担的方向; 另一种方法是先立杆, 后组装横担, 要求从电杆的最上端开始, 由上向下组装。

1) 单横担的安装: 单横担在架空线路中应用最广, 一般的直线杆、分支杆、轻型转角杆和终端杆都用单横担。安装时, 用 U 形抱箍从电杆背部抱起杆身, 穿过 M 形抱铁和横担的两孔, 用螺母拧紧固定。

2) 双横担的安装: 双横担一般用于耐张杆、重型终端杆和受力较大的转角杆上。

横担安装时的注意事项: ① 横担的上沿, 一般应装在离杆顶 100mm 处, 并应水平安装, 其倾斜度不得大于 1%; ② 在直线段内, 每挡电杆上的横担应相互平行; ③ 安装横担时, 应分次交替地拧紧两侧螺母, 使两个固定螺栓承力相等。

2-8 立杆前应做哪些准备?

首先应对参加立杆的人员进行合理分工, 详细交待工作任务、操作方法及安全注意事项。每个参加施工的人员必须听从施

工负责人的统一指挥。当立杆工作量特别大时，为加快施工进度，可采用流水作业的方法，将施工人员分成三个小组，即准备小组、立杆小组和整杆小组。准备小组负责立杆前的现场布置；立杆小组负责按要求将电杆立至规定的位置，将四面（或三面）临时拉绳结扎固定；整杆小组负责调整电杆垂直至符合要求，埋设卡盘，填土夯实。

施工人员按分工做好所需材料和工具的准备工作，所用的设备和工具，如抱杆、撑杆、绞磨、钢丝绳、麻绳、铁锹、木杠等，必须具有足够的强度，而且达到操作灵活、使用方便的要求。要严密进行现场布置，起吊设备安放位置要恰当，如抱杆、绞磨、地锚的位置及打入地下的深度等。经过全面检查，确认完全符合要求后，才能进行立杆工作。

立杆的方法很多，常用的有汽车吊立杆、三角架立杆、人字抱杆立杆和架杆立杆等。立杆的要求是一正二稳三安全。即电杆立好后不能斜，稳就是电杆立好后要稳定。

2-9 安装拉线时应注意哪些事项？

1) 拉线与电杆的夹角不宜小于 45° ，当受到地形限制时也不应小于 30° 。

2) 拉线穿过公路时，对路面中心的垂直距离应不小于 6m。

3) 终端杆的拉线及耐张杆的承力拉线应与线路方向对正，防风拉线应与线路方向垂直。

4) 采用 UT 型及楔形线夹固定拉线时，应在线扣上涂润滑剂，线夹舍板与拉线接触应紧密，受力后无滑动现象，线夹的凸肚应在线尾侧，安装时不得损伤导线；拉线弯曲部分不应有明显松股，拉线断头处与拉线主线应有可靠固定，尾线回头后与本线应绑扎牢固。线夹处露出的拉线尾线长度为 300 ~ 500mm，线夹螺杆应露扣，并应有不小于 $1/2$ 螺杆丝扣长度可供调紧，调紧后其双螺母应并紧。若用花篮螺栓，则应封固。

5) 过道拉线的拉桩杆应向张力反方向倾斜 $10^\circ \sim 20^\circ$ ，其埋

深为杆长的 $1/10$ 再加 0.7m ，拉桩坠线与拉桩杆夹角应不小于 30° ，拉桩坠线上端固定点的位置，距拉桩杆顶应为 0.25m 。

6) 当一根电线杆装设多条拉线时，拉线不应有过松、过紧及受力不均匀等现象。

7) 拉线底把应采用拉线棒，其直径应不小于 16mm ，拉线棒与拉线盘的连接应可靠。

2-10 放线的方法有几种？放线时应注意哪些事项？

放线就是把导线沿电杆两侧放好准备把导线挂在横担上。放线的方法有两种，一种是以一个耐张段为一个单元，把线路所需导线全部放出，置于电杆根部地面，然后按档把全耐张段导线同时吊上电杆；另一种方法是一边放出导线，一边逐档吊线上杆。在放线过程中，若导线需要对接，一般应在地面先用压接钳进行压接，再架线上杆。放线时应注意以下事项：

1) 放线时，要一条一条地放，速度要均匀，不要使导线出现磨损、断股和死弯。当出现磨损和断股时，应及时作出标志，以便处理。

2) 最好在电杆或横担上挂铝或木制的开口滑轮，把导线放在槽内，这样既省力又不磨损导线。用手放线时，应正放几圈反放几圈，不要使导线出现死弯。

3) 放线需跨越带电导线时，应将带电导线停电后再施工；若停电困难，可在跨越处搭设跨越架。

4) 放线通过公路时，要有专人观看车辆，以免发生危险。

2-11 架空线路对导线的连接有什么要求？

导线的连接应符合下列要求：

1) 不同金属、不同规格、不同绞向的导线严禁在一个档距内连接；

2) 在一个档距内，每根导线不应超过一个接头；接头距导

线的固定点不应小于 0.5m。

导线的接头，应符合下列要求：

1) 钢芯铝绞线、铝绞线在档距内的接头，宜采用钳压或爆压（采用爆压连接，须注意接头处不能有断股）。

2) 铜绞线与铝绞线连接时，宜采用铜铝过渡线夹、铜铝过渡线。

3) 铝绞线、铜绞线的跳线连接，宜采用钳压、线夹连接或搭接。

4) 对于独股铜导线和多股铜绞线还可以采用缠绕法（又称缠接法），拉线也可以采用这种方法。

导线连接时，其接头处的机械强度不应低于原导线强度的 95%；接头处的电阻不应超过同长度导线电阻的 1.2 倍。

导线连接的质量好坏，直接影响导线的机械强度和电气性能，所以必须严格按照连接方法，认真仔细做好接头。

2-12 怎样进行导线连接？

1. 单股线缠绕法

单股线的缠绕法（又称绑接法）适用于单股直径 2.6 ~ 5.0mm 的裸铜线。缠绕前先把两线头拉直，除去表面铜锈，用一根比连接部位长的裸铜绑线（又称辅助线）衬在两根导线的连接部位，用另一根铜绑线，将需要连接的导线部位紧密地缠绕。缠绕后，将绑线两端与底衬绑线两端分别绞合拧紧，再将连接导线的两端反压在缠绕圈上即可。操作方法如图 2-1 所示，绑扎长度应符合表 2-4 的规定。铜导线在做完接头后，对接头部位都要进行涮锡处理。

表 2-4 绑扎长度值

导线截面/mm ²	绑扎长度/mm	导线截面/mm ²	绑扎长度/mm
≤35	>150	70	>250
60	>200		

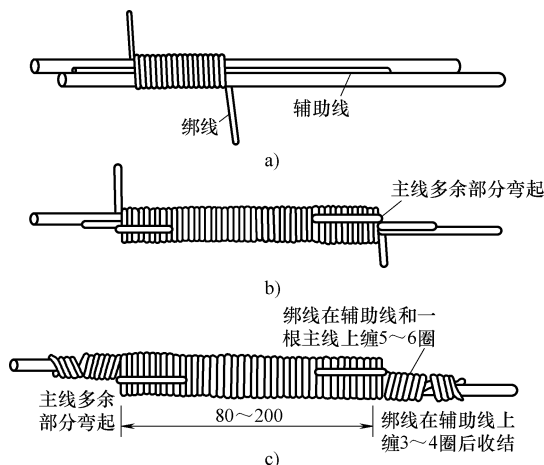


图 2-1 单股线的缠绕

2. 多股线交叉缠绕法

多股线交叉缠绕法适用于 35mm^2 以下的裸铝或铜导线。多股铜芯绞合线的交叉缠绕法（又称缠接法）如下：

- 1) 将连接导线的线头（约线芯直径的 15 倍左右长）绞合层，按股线分散开并拉直；
- 2) 把中间线芯剪掉一半，用砂布将每根导线外层擦干净；
- 3) 将两个导线头按股相互交叉对插，用手钳整理，使股线间紧密合拢（见图 2-2a）；
- 4) 取导线本体的单股或双股，分别由中间向两边紧密地缠绕，每绕完一股（将余下线尾压住）再取一股继续缠绕（见图 2-2b），直至股线绕完为止。

5) 最后一股缠完后拧成小辫。缠绕时应缠紧并排列整齐（见图 2-2c）。

接头部位缠绕长度一般为 $60 \sim 120\text{mm}$ （导线截面 $\leq 50\text{mm}^2$ ）或不少于导线直径的 10 倍。多股线交叉缠绕的接头长度和绑线直径见表 2-5。

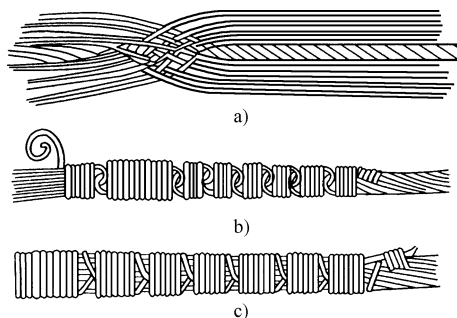


图 2-2 多股线交叉缠绕法

表 2-5 多股线交叉缠绕的接头长度和绑线直径

导线直径或截面积	接头长度/mm	绑线直径/mm	中间绑线长度/mm
$\phi 2.6 \sim 3.2\text{mm}$	80	1.6	—
$\phi 4.0 \sim 5.0\text{mm}$	120	2.0	—
16mm^2	200	2.0	50
25mm^2	250	2.0	50
35mm^2	300	2.3	50
50mm^2	500	2.3	50

2-13 怎样将导线绑扎在绝缘子上?

1. 导线固定在绝缘子上的部位

1) 针式绝缘子: 对于直线杆, 高压导线要固定在绝缘子顶槽内, 低压导线固定在绝缘子颈槽内; 对于角度杆, 转角在 30° 及以下时, 导线要固定在绝缘子转角外侧的颈槽内。

2) 蝶式绝缘子: 导线套在绝缘子的腰槽内。

2. 导线在绝缘子上的固定方法

1) 裸铝绞线及钢芯铝绞线在绝缘子上固定前应加裹铝带(护线条), 裹铝带的长度, 对针式绝缘子要超出绑扎部分两端各 50mm , 对悬式绝缘子要超出线夹或心形环两端各 50mm , 对蝶式绝缘子要超出接触部分两端各 50mm 。

2) 绑线的材料应与导线材料相同。绑线直径, 对于高压绝缘子为 1.6mm, 对于低压针式绝缘子为 1.2mm。

3) 导线在针式绝缘子上固定采用绑扎法, 用与导线材质相同的导线或特制绑线将导线绑扎在绝缘子槽内。绑扎高压导线要绑成双十字, 导线在针式绝缘子上的绑扎法分为顶绑法和侧绑法两种。顶绑法的操作步骤如图 2-3a ~ e 所示; 侧绑法的操作步骤如图 2-4a ~ d 所示。

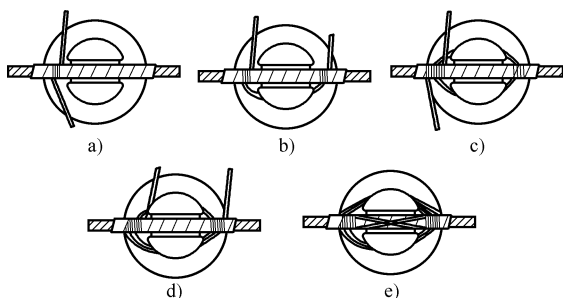


图 2-3 顶绑法

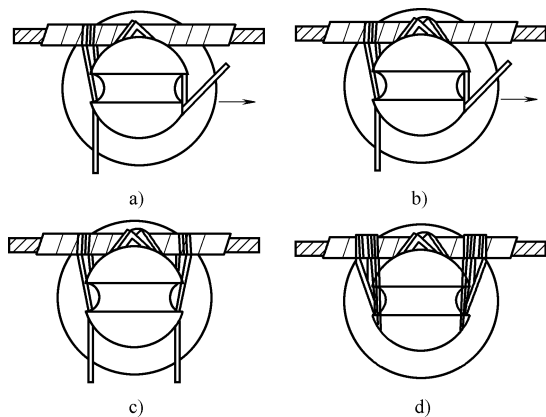


图 2-4 侧绑法

4) 导线在蝶式绝缘子上固定时也可采用绑扎法, 其接触部分应缠铝包带。绑扎长度视导线规格而定, 一般为 150 ~ 200mm。

还可采用并沟线夹固定。

3. 终端绑扎法的操作步骤

终端绑扎法适用于终端杆蝶式绝缘子的绑扎。终端绑扎法的操作步骤如下：

1) 首先在与绝缘子接触部分的铝导线上绑以铝带，然后把绑线绕成圈，在绑线的一端留出一个短头，长度约 200 ~ 250mm。

2) 把绑线的短头夹在导线与折回导线之间，再用绑线在导线上绑扎。第一圈距蝶式绝缘子 80mm，绑扎到规定长度后，与短头扭绞 2 ~ 3 圈，余线剪去压平。最后把折回的导线向反方向弯曲，如图 2-5 所示。

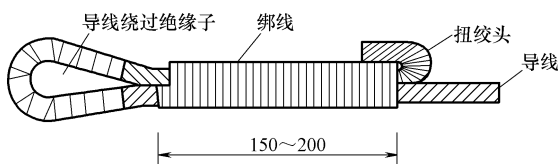


图 2-5 终端绑扎法

2-14 什么是接户线？什么是进户线？

从低压架空线路的电杆上引至用户户外第一个支持点的一段架空导线称为接户线。接户线是将电能输送和分配到用户的最后一段线路，也是用户线路的电源引接点。

接户线分为单相接户线和三相接户线两种。单相接户线一般供住宅用小容量电气负荷，由电杆上经保险装置引下；三相接户线一般供给动力负载之用，由电杆上引下时不设保险装置。

从用户户外第一个支持点到用户户内第一个支持点之间的导线称为进户线。

另外，为了美化环境、保证安全，大型建筑物和繁华街道的接户线，可采取电缆埋地等接户方式，如图 2-6 所示。

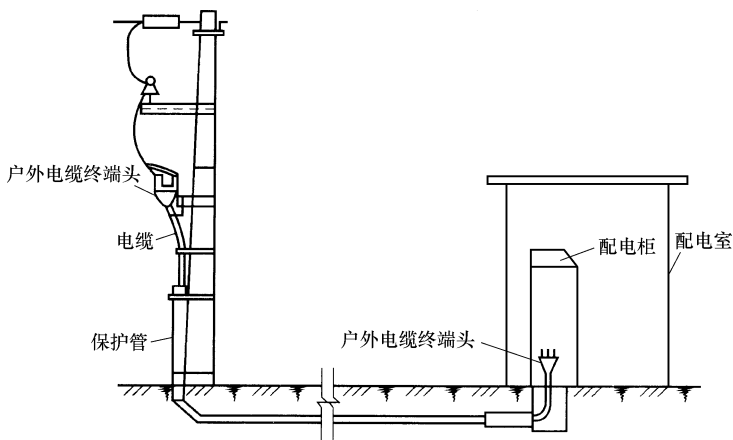


图 2-6 电缆埋地接户装置

2-15 接户线的固定应符合哪些要求？

1) 在杆上应固定在绝缘子或线夹上，固定接户线不得本身缠绕，应采用单股塑料铜芯线绑扎。

2) 在用户墙上使用挂线钩、悬挂线夹、耐张线夹和绝缘子固定。

3) 挂线钩应牢固可靠，可采用穿透墙的螺栓固定，内端应有垫块，混凝土结构的墙壁可使用膨胀螺栓，禁止用木塞固定。

4) 横担、绝缘子及金具安装应平整、牢固、位置正确，横担与建筑物表面连接紧密，连接螺栓一般露出螺纹 2~4 扣，横担及金具镀锌层良好、无缺陷。

5) 导线布置合理、整齐，线间连接的走向清楚，辨认方便，导线与绝缘子固定可靠，导线无扭绞和死弯。接户线与配电线路的夹角在 50° 及以上时，应在配电线路上装设横担。

2-16 接户杆杆顶的安装形式有哪些？

从线路上引接接户线时，不得在档距的中间从悬挂的导线上

引接，应从接户杆上引接。常用的引接形式有直接引接、丁字铁担引接、交叉横担引接、特殊铁担引接及平行横担引接等。接户杆杆顶的安装形式如图 2-7 所示。

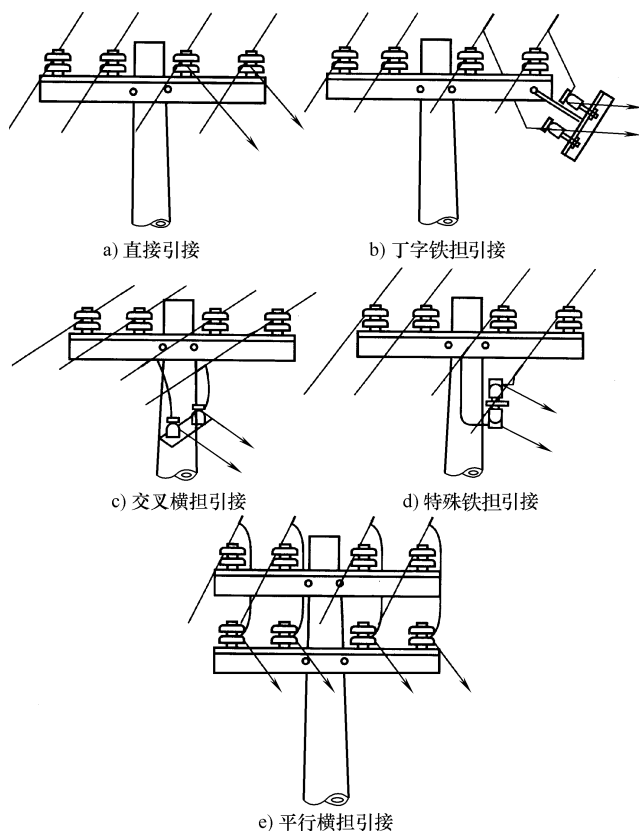


图 2-7 接户杆杆顶安装形式

2-17 怎样敷设进户线？

1) 进户线应采用绝缘良好的铜芯或铝芯绝缘导线，并且不应有接头。铜芯线的最小截面积不宜小于 1.5 mm^2 ，铝芯线的最小截面积不宜小于 2.5 mm^2 。

2) 进户线穿墙时, 应套上瓷管、钢管、塑料管等保护套管, 如图 2-8 所示。

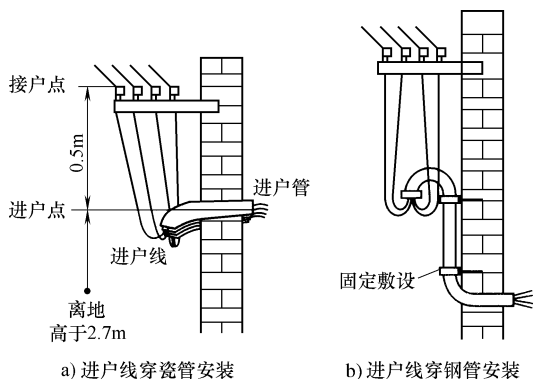


图 2-8 进户线穿墙安装方法

3) 进户线在安装时应有足够的长度, 户内一端一般接总熔断器, 如图 2-9a 所示。户外一端与接户线连接后一般应保持 200mm 的弛度。户外一端进户线不应小于 800mm。

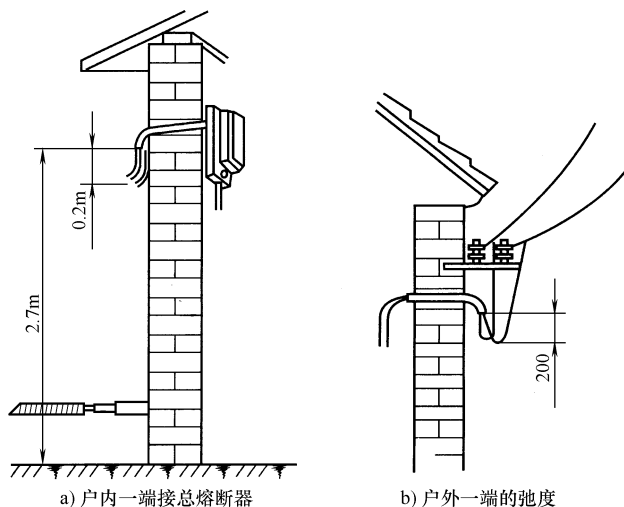


图 2-9 进户线两端的接法

4) 进户线的长度超过 1m 时, 应用绝缘子在导线中间加以固定。套管露出墙壁部分应不小于 10mm, 在户外的一端应稍低, 并做成方向朝下的防水弯头, 如图 2-9b 所示。

为了防止进户线在套管内绝缘破坏而造成相间短路, 每根进户线外部最好套上软塑料管, 并在进户线防水弯处最低点剪一小孔, 以防存水。

电 缆 线 路

3-1 电缆有哪些类型？各有什么特点？

电缆的种类很多，按电压等级、用途、线芯、绝缘材料、结构特征等不同有以下分类：

- 1) 按电压等级可分为高压电缆和低压电缆；
- 2) 按用途可分为电力电缆、控制电缆、信号电缆、移动电缆等；
- 3) 按电缆的线芯数可分为单芯、双芯、三芯、四芯和五芯等；
- 4) 按线芯材质可分为铜芯电缆和铝芯电缆；
- 5) 按绝缘材料可分为油浸纸绝缘电缆、塑料绝缘电缆、橡皮绝缘电缆和交联聚乙烯电缆等；
- 6) 按敷设方式可分为地下直埋和非地下直埋电缆；
- 7) 按传输电能形式可分为直流电缆和交流电缆。

3-2 电缆的基本结构由哪几部分组成？

电缆的结构主要由缆芯、绝缘层和保护层三部分组成。

1) 缆芯：缆芯用来传输电流。缆芯材料采用高导电能力、抗拉强度较好、易于焊接的铜、铝制成，缆芯形状有圆形、扇形和椭圆形等。

2) 绝缘层：绝缘层用来保证缆芯之间、缆芯与外界之间的绝缘，使电流沿缆芯传输。绝缘层的材料有油浸纸、橡皮、塑

料、纤维、交联聚乙烯等。

3) 保护层: 电缆的保护层分为内护层和外护层两部分。内护层用以直接保护绝缘层, 所用材料有铅包、铝包、聚氯乙烯包套和聚乙烯套等; 外护层用以保护电缆内护层免受机械损伤和化学腐蚀, 所用材料有沥青麻护层、钢带铠装护层、钢丝铠装护层等。

此外, 为了使绝缘层和电缆导体有良好接触, 消除因导体表面的不光滑而引起的导体表面电场强度的增加, 在导体表面包一层金属化纸或半导体金属化纸作为内屏蔽。为了使绝缘层与金属护套有良好的接触, 在绝缘层外表面也包一层金属化纸, 作为外屏蔽。

3-3 怎样选择电力电缆?

首先根据电缆的用途、电缆敷设的方法和场所, 选择电缆的芯数、芯线的材料、绝缘的种类、保护层的结构及电缆的其他特征, 最后确定电缆的型号和规格。

1) 电缆型号的选择: 电缆的型号应根据环境条件、敷设方式、用电设备的要求和产品技术数据等因素来确定。

① 在一般环境和场所内宜采用铝芯电缆; 在振动剧烈和有特殊要求的场所, 应采用铜芯电缆; 规模较大的重要公共建筑也宜采用铜芯电缆。

② 埋地敷设的电缆, 宜采用有外护层的铠装电缆。在无机机械损伤可能的场所, 也可采用塑料护套电缆或带外护层的铅(铝)包电缆。

③ 在可能发生位移的土壤中(如大型建筑物附近)埋地敷设电缆时, 应采用钢丝铠装电缆, 或采取措施(如预留电缆长度, 用板桩或排桩加固土壤等)消除因电缆位移作用在电缆上的应力。

④ 在有化学腐蚀或杂散电流腐蚀的土壤中, 不宜采用埋地敷设电缆。如果必须埋地时, 应采用防腐型电缆或采取防止杂散



电流腐蚀电缆的措施。

⑤ 敷设在管内或排管内的电缆，应采用塑料护套电缆，也可采用裸铠装电缆。

⑥ 沿高层或大型民用建筑的电缆沟道、隧道、夹层、竖井、室内桥梁或吊顶敷设的电缆，其绝缘或护套，不应采用有易燃和延燃外护层，宜采用裸铠装电缆、裸铅（铝）包电缆或阻燃塑料护套电缆。

⑦ 在有腐蚀性介质的室内明敷电缆，应视介质的性质采用塑料外护层电缆或其他防腐型电缆。

⑧ 沿建筑物外面和敞露的天棚下等非延燃结构明敷电缆时，应采用具有防水及防老化外护层的电缆。

⑨ 户内明敷的电缆，宜采用裸铠装电缆；在无机机械损伤及无鼠害的场所，允许采用非铠装电缆。

⑩ 靠近有抗电磁干扰要求的设备及设施的线路或自身有防外界电磁干扰要求的线路，应采用绝缘导线穿金属管或金属屏蔽线槽敷设，或采用具有金属屏蔽结构的电缆。

⑪ 为减少相、零回路阻抗，提高保护装置灵敏度及抑制高电位引入等，可采用零线屏蔽式电缆。

⑫ 架空电缆宜采用有外护层的电缆或全塑电缆。

⑬ 当电缆敷设在存在较大高差的场所时，宜采用塑料绝缘电缆、不滴流电缆或干绝缘电缆。

⑭ 三相四线制线路中使用的电力电缆，应选用四芯电缆。

2) 电缆电压的选择：电力电缆的额定电压应大于等于线路的最大工作电压。

3) 电缆截面的选择：一般按电缆长期允许载流量和允许电压损失确定，并考虑环境温度的变化、多根电缆的并列以及土壤热阻率等的影响，分别根据敷设的条件进行校正。若选出的截面为非标准截面时，应按上限选择。

3-4 怎样选择电缆的敷设路径？

电缆线路应根据供配电的需要，保证安全运行，便于维修，并充分考虑地面环境、土壤条件以及地下各种管道设施的情况，以节约开支，便于施工。选择电缆敷设路径时，应考虑下列原则：

- 1) 应使电缆路径最短，尽量少拐弯；
- 2) 应使电缆尽量少受外界的因素，如机械、化学等作用的破坏；
- 3) 散热条件好；
- 4) 尽量避免与其他管道交叉；
- 5) 应避开规划中要挖土或构筑建筑物的地方。

以下场所应避免作为电缆路径：

- 1) 有沟渠、岩石、低洼存水的地方；
- 2) 存在化学腐蚀性物质的土壤地带；
- 3) 地下设施复杂的地方（如有热力管、水管、煤气管等）；
- 4) 存放或制造易燃、易爆、化学腐蚀性物质等危险物品的场所。

3-5 应该怎样搬运电缆？

电缆一般包装在专用电缆盘上，在运输装卸过程中，不应使电缆盘及电缆受到损伤，禁止将电缆盘直接由车上推下。电缆盘不应平放运输、平放贮存。在运输和滚动电缆盘前，必须检查电缆盘的牢固性。对于充油电缆，则电缆至压力油箱间的油管应妥善固定及保护。电缆盘采用人工滚动时，应按电缆盘上所示的箭头方向滚动，即顺着电缆在盘上缠紧方向滚动。

3-6 应该如何检验电缆？

电缆及其附件到达现场后应进行下列检查：

- 1) 产品的技术文件是否齐全;
- 2) 电缆规格、型号是否符合设计要求, 表面有无损伤, 附件是否齐全;
- 3) 电缆封端是否严密;
- 4) 充油电缆的压力油箱, 其容量及油压应符合电缆油压变化的要求。

电缆敷设施工前还应进行一些检查试验; 对 6kV 以上的电缆, 应做交流耐压和直流泄漏试验, 有时还需做潮气试验; 对 6kV 及以下的电缆应用绝缘电阻表测试其绝缘电阻值。500V 电缆用 500V 绝缘电阻表测量, 其绝缘电阻应大于 $0.5\text{ M}\Omega$; 对 1000V 及以上的电缆应选用 1000V 或 2500V 绝缘电阻表测量, 其绝缘电阻值应大于 $1\text{ M}\Omega/\text{kV}$, 并将测试记录保存好, 以便与竣工试验时作对比。

3-7 应该怎样贮存电缆?

电缆及附件如不立即安装敷设, 则应按下述要求贮存:

- 1) 电缆应集中分类存放, 盘上应标明型号、电压、规格、长度; 电缆盘之间应有通道, 地基应坚实, 易于排水; 橡塑护套电缆应有防晒措施;
- 2) 充油电缆头的瓷套, 在室外贮存时, 应有防止机械损伤措施;
- 3) 电缆附件与绝缘材料的防潮包装应密封良好, 并放于干燥的室内;
- 4) 电缆在保管期间, 应每三个月检查一次, 电缆盘应完整, 标志应齐全, 封端应严密, 铠装应无锈蚀。如有缺陷应及时处理。

充油电缆应定期检查油压, 并作记录, 必要时可加装报警装置, 防止油压降至最低值。如油压降至零或出现真空时, 在未处理前严禁滚动。

3-8 展放电缆时应注意什么？

1) 人工滚动电缆盘时，滚动方向必须顺着电缆的缠紧方向（盘上有方向标记），电缆从盘的上端引出。

2) 注意人身安全：① 推盘人员不得站在电缆前方，两侧人员所站位置不得超过电缆盘的轴中心；② 在拐弯处敷设电缆时，操作人员必须站在电缆弯曲半径的外侧；③ 穿管敷设电缆时，往管中送电缆的手不可离管口太近，迎电缆时，眼及身体不可直对管口。

3) 人力拖拉电缆时，可用特制的钢丝网套，套在电缆的一端进行拖拉，注意牵引强度不宜大于：铅护套 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ ，铝护套 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 。使用机械拖拉大截面或重型电缆时，要把特制的供牵引用拉杆（或称牵引头）插在电缆线芯中间，用铜线绑扎后，再用焊料把拉杆、导体和铅（铝）包皮三者焊在一起（注意封焊严密、以防潮气入内），如图 3-1 所示。但应注意牵引强度不宜大于：铜线芯 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ ，铝线芯 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

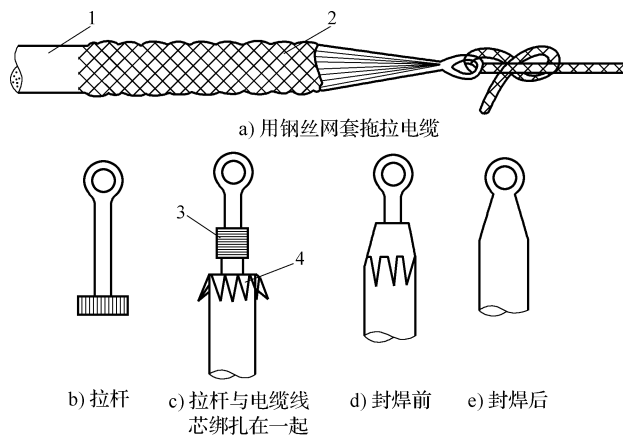


图 3-1 拖拉电缆用钢丝网套和拉杆

1—电缆 2—16# 钢丝网套 3—绑线 4—铅包

4) 为避免电缆在拖拉时受损, 应把电缆放在滚柱上; 电缆展放速度不宜过快, 用机械展放时, 以 $8\text{m}/\text{min}$ 左右的速度较合适。

5) 电缆最小允许弯曲半径与电缆外径的比值为, 油浸纸绝缘电力电缆 15; 聚氯乙烯绝缘电力电缆 10; 橡皮绝缘裸铅护套电力电缆 15; 橡皮绝缘铅护套钢带铠装电力电缆 20。

6) 敷设电缆时, 如环境温度低于下列数值, 应将电缆预先加热, 否则不允许敷设。

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| ① 35kV 及以下油浸纸绝缘电缆 | 0°C |
| ② 橡皮绝缘沥青浸渍护层电缆 | -7°C |
| ③ 橡皮绝缘聚氯乙烯护层电缆 | -15°C |
| ④ 橡皮绝缘裸铅包电缆 | -20°C |
| ⑤ 自容式充油电缆 | -10°C |

3-9 电缆敷设应满足哪些要求?

敷设电缆一定要严格遵守有关技术规程的规定和设计要求。竣工以后, 要按规定的手续和要求进行检查和试验, 确保线路的质量。部分重要的技术要求如下:

1) 在敷设条件许可下, 电缆长度可考虑留有 $1.5\% \sim 2\%$ 的余量, 以作检修时备用。直埋电缆应作波浪形埋设。

2) 下列各处的电缆应穿钢管保护: 电缆由建筑物或构筑物引入或引出; 电缆穿过楼板及主要墙壁处; 电缆与道路、铁路交叉处; 从电缆沟引出至电杆或设备, 高度距地面 2m 以下的一段等。所用钢管内径不得小于电缆直径的两倍。

3) 电缆不允许与煤气管、天然气管及液体燃料管路在同沟道中敷设; 在热力管道的明沟或隧道内一般也不敷设电缆, 个别地段可允许少数电缆敷设在热力管道的沟道内, 但应于不同侧分隔敷设, 或将电缆安放在热力管道的下面。

4) 直埋式敷设电缆埋地深度不得小于 0.7m , 其壕沟距离建筑物基础不得小于 0.6m 。

5) 电缆沟的结构应能防火或防水。

3-10 常用电力电缆的敷设方式有哪些？各适用于什么场合？

电缆的敷设方式很多，常用的有直接埋地敷设、电缆沟内敷设、在电缆隧道内敷设、在电缆排管内敷设以及明敷设等。电缆的明敷设即架空敷设，这种方法是在室内外的构架上直接敷设电缆，可通过支架沿墙或天花板进行敷设，也可通过钢索挂钩将电缆吊在钢索上沿钢索敷设，还可沿电缆桥架敷设。

上述几种敷设方式各有优缺点，究竟选用哪种敷设方式一般应根据环境条件、建筑物密度、电缆长度、敷设电缆根数、建设费用以及发展规划等因素来确定。

1) 电缆直接埋地敷设适用于电缆根数较少、敷设距离较长的场所。这种敷设方式比较经济、便于散热，应用较广。

2) 在工矿企业厂区、厂房以及变电所内的电缆敷设，可将电缆敷设在地沟内，装在构架上、墙壁上或天花板上，一般不宜采用直接埋地敷设。当引出的电缆很多，并列敷设的电缆在 40 根以上时，应考虑建造电缆隧道。

3) 当电缆线路需通过已敷设多条电缆或其他管道设施密集区时，为便于敷设和检修，宜建造电缆隧道或敷设在排管中。

4) 在酸碱腐蚀严重的地区，可将电缆架空或敷设在构架上。

5) 在存在爆炸危险的场所、农村及其他人烟稀少的偏僻地区，可将电缆直接埋地敷设。

3-11 怎样进行电力电缆的直埋敷设？

电力电缆的直埋敷设是沿已选定的线路挖掘壕沟，然后把电缆埋在里面。电缆根数较少、敷设距离较长时多采用此法。

将电缆直接埋在地下，不需要其他结构设施，施工简单、造

价低、土建材料也省。同时，埋在地下，电缆散热也好。但挖掘土方量大，尤其冬季挖冻土较为困难，而且电缆还可能受土中酸碱物质的腐蚀等，这是它的缺点。

施工时应注意：

- 1) 挖电缆沟时，如遇垃圾等由腐蚀性杂物，需清除换土。
- 2) 沟底须铲平夯实，电缆周围砂层须均匀密实。
- 3) 盖板采用预制钢筋混凝土板连接覆盖，如电缆数量较少，也可用砖代替。

4) 电缆与电缆交叉、与管道（非热力管道）交叉、与沟道交叉、穿越公路、过墙等均作保护管，保护管的长度应超出交叉点前后 1m，其净距离不应小于 250mm。上述要求如图 3-2 所示。保护管的内径不得小于电缆外径的 1.5 倍。

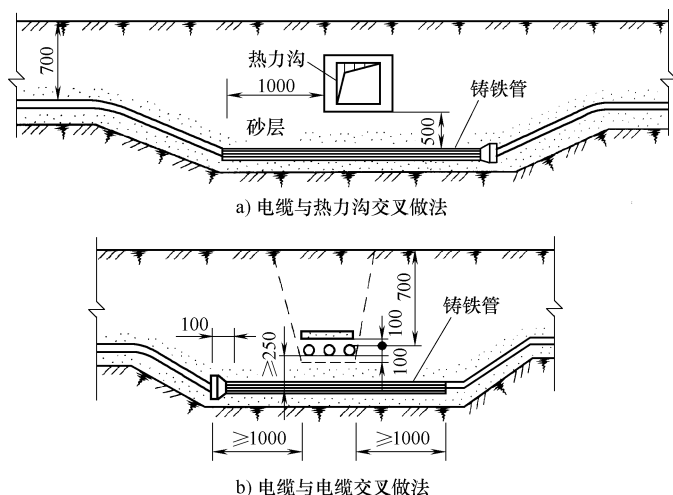


图 3-2 电缆与热力管线交叉做法

5) 电缆与建筑物平行距离应大于 1m；与电杆接近时应大于 0.6m；与排水沟距离应大于 1m；与管道平行距离应大于 1m；与热力管道应大于 2m；与树木接近时应大于 1.5m。

严禁将电缆平行敷设在各种管道的上方或下方。

3-12 怎样进行电力电缆的电缆沟及隧道内敷设?

电缆沟敷设方式是将电缆敷设在建造的电缆沟内,其内壁应用水泥砂浆封护,以防积水和积尘,如图 3-3 所示。在室内时,电缆的盖板应与沟外地面平齐,沟沿做子口,盖板应便于开启。户外电缆沟的盖板应高出地面。另外,电缆沟应考虑防火和防水问题,如电缆沟进入厂房处应设防火隔板,沟底应有不小于 0.5% 的排水坡度;电缆的金属外皮、金属电缆头、保护钢管及构架等应可靠接地。采用电缆沟敷设电缆的方式适用于敷设多条电缆、经常检修的场合,它走线方便,但造价较高。变配电所中以及厂区内的电缆敷设经常采用这种方式。

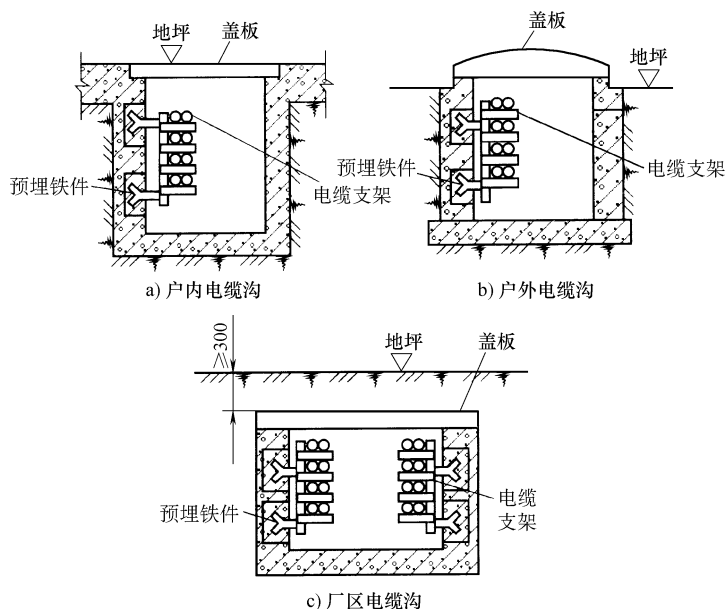


图 3-3 电缆沟内敷设

在电缆沟及隧道内敷设电缆时，一般应符合如下规定：

1) 电力电缆与控制电缆同沟敷设时，应将它们分别装在隧道或沟道的两侧。如不便分开时，可将控制电缆敷设于电力电缆的下方。

2) 隧道高度一般不小于 1.8m。

3) 两侧有电缆托架时，隧道中间通道宽度一般为 1m；当一侧有电缆架时，通道宽度为 0.9m。

4) 电力电缆托架层间的垂直净距一般为 0.2m，控制电缆为 0.1m。

5) 隧道及沟道内的电缆接头，应用石棉板等物衬托，并用耐火隔板与其他电缆隔开。

6) 电缆沟道内若有可能积水、积尘、积油时，应将电缆敷设在电缆支架上。

3-13 怎样进行电缆排管敷设？

有时为了避免在检修电缆时开挖地面，可以把电缆敷设在地下的排管中。用来敷设电缆的排管一般是用预制好的混凝土块拼接起来的，也可以用灰硬塑料管排成一定形式。

电缆穿管敷设时，保护管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍；埋设深度室外不得小于 0.7m，室内不作规定；保护管的直角弯不应多于两个；保护管的弯曲半径不能小于所穿入电缆的允许弯曲半径。

电缆排管敷设如图 3-4 所示。

3-14 怎样进行电缆桥架敷设？

电缆有时直接敷设在建筑物的构架上，可以像电缆沟中一样使用支架，也可使用钢索悬挂或挂钩悬挂。现在有专门的电缆桥架用于电缆明敷。电缆桥架有梯级式、盘式和槽式，如图 3-5 所示，其安装方式如图 3-6 所示。表 3-1 所示为电缆桥架与各种管道的最小净距。图 3-7 所示为托盘式电缆桥架空间布置示意图。

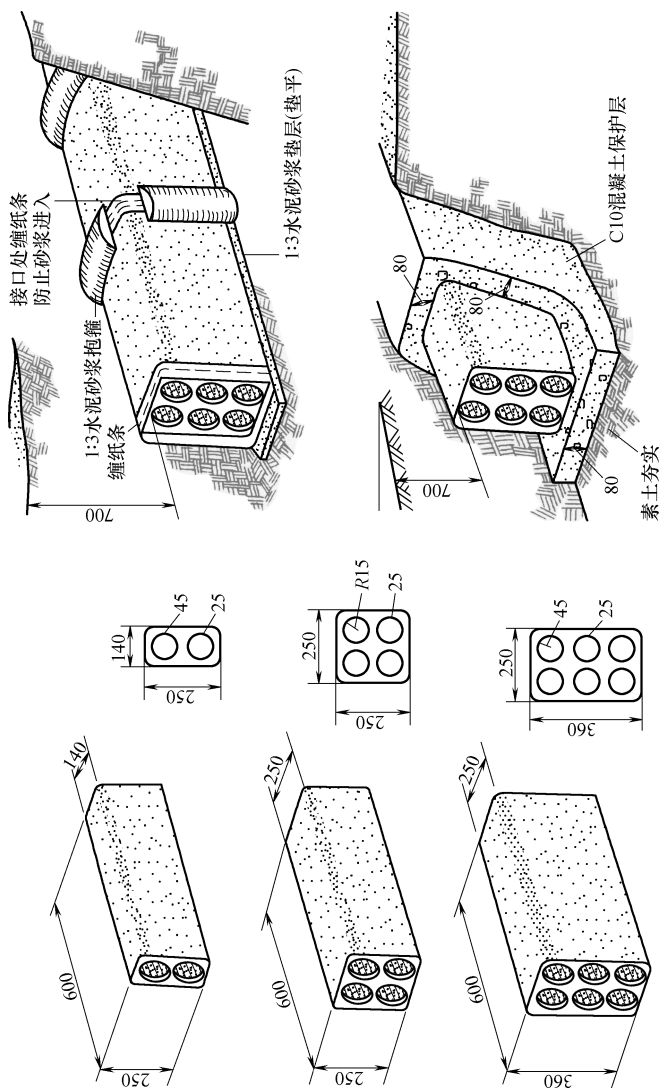


图 3-4 电缆排管敷设

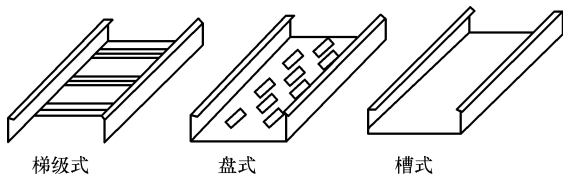


图 3-5 电缆桥架

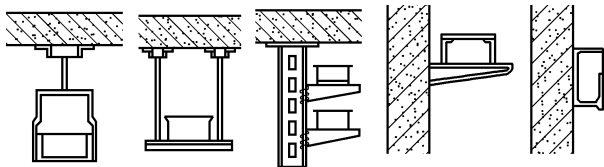


图 3-6 电缆桥架安装方式示意图

表 3-1 电缆桥架与各种管道的最小净距

管 道 类 别		平行净距/m	交叉净距/m
一般工艺管道		0.40	0.30
具有腐蚀性液体或气体管道		0.50	0.50
热力管道	有保温层	0.50	0.30
	无保温层	1.00	1.00

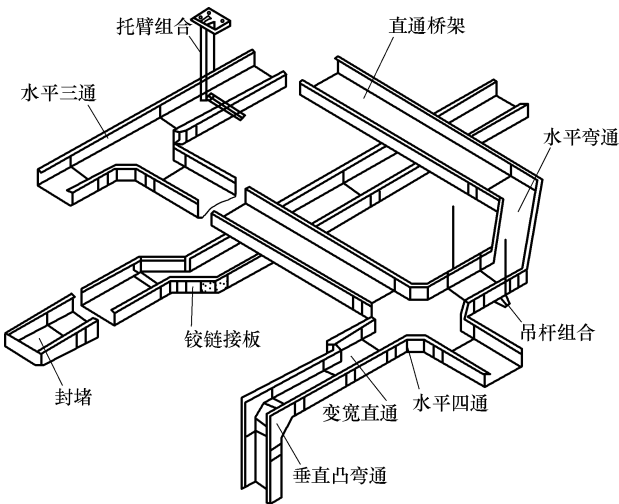


图 3-7 托盘式电缆桥架空间布置示意图

3-15 在什么情况下应将电缆进行穿管保护？管子的直径怎样确定？

为保证电缆在运行中不受外力损伤，在以下处所应将电缆穿入具有一定机械强度的管子内或采取其他保护措施：

- 1) 电缆引入和引出建筑物、隧道、沟道或楼板等处；
- 2) 电缆通过道路、铁路时；
- 3) 电缆引入和引出地面时，距离地面 2m 至埋入地下 0.1 ~ 0.25m 的一段；
- 4) 电缆与各种管道、沟道交叉处；
- 5) 电缆可能受到机械损伤的地段。

当电缆穿保护管时，如保护管的长度在 30m 以下，则管内径应不小于电缆外径的 1.5 倍；如保护管的长度在 30m 以上，则管内径应不小于电缆外径的 2.5 倍。

3-16 电缆在竖井内布线有哪些要求？

电缆竖井又称电气管道井。竖井内布线一般适用于多层和高层建筑内强电及弱电垂直干线的敷设，可采用金属管、金属线槽、电缆桥架及封闭式母线等布线方式。电缆竖井布线具有敷设、检修方便的优点。

电缆竖井的布置如图 3-8 所示，竖井一面设有操作检修门。

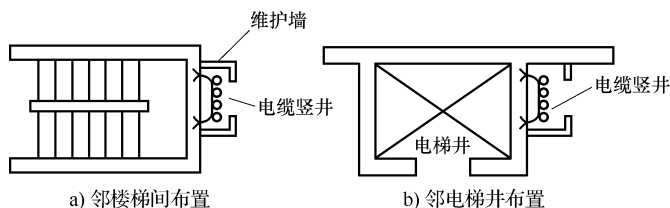


图 3-8 电缆竖井布置图

竖井布线的要求如下：

- 1) 竖井内垂直布线采用大容量单芯电缆、大容量母线作干

线时，应满足以下条件：

- ① 载流量要留有一定的裕度；
- ② 分支容易、安全可靠、安装及维修方便和造价经济。

2) 竖井内的同一配电干线宜采用等截面导体，当需变截面时不宜超过二级，并应符合保护规定。

3) 竖井内高压、低压和应急电源的电气线路相互之间应保持 0.3m 及以上距离或不在同一竖井内布线。如受条件限制必须合用时，强电与弱电线路应分别布置在竖井两侧或采取隔离措施，以防止强电对弱电的干扰。

4) 竖井内应明设一接地母线，分别与预埋金属铁件、支架、管路和电缆金属外皮等良好接地。

500V 以下低压线路的电缆竖井，最小净深可取 0.5m，如图 3-9 所示。

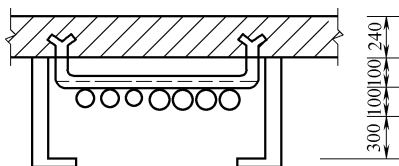


图 3-9 低压电缆竖井的尺寸

5) 管路垂直敷设时，为保证管内导线不因自重而折断，应按下列规定装设导线固定盒，在盒内用线夹将导线固定。

- ① 导线截面积在 50 mm^2 及以下，长度大于 30m 时；
- ② 导线截面积在 50 mm^2 以上，长度大于 20m 时。

3-17 如何安装电缆支架？

1. 电缆沟内支架安装

电缆在沟内敷设时，需用支架支持或固定，因而支架的安装非常重要，其相互间距是否恰当，将会影响通电后电缆的散热状况、对电缆的日常巡视、维护和检修等。

1) 当设计无要求时，电缆支架最上层至沟顶的距离不应小

于 150 ~ 200mm；电缆支架间平行距离不小于 100mm，垂直距离为 150 ~ 200mm；电缆支架最下层距沟底的距离不应小于 50 ~ 100mm。

2) 室内电缆沟盖应与地面相平，对地面容易积水的地方，可用水泥砂浆将盖间的缝隙填实。室外电缆沟无覆盖层时，盖板高出地面不小于 100mm；有覆盖层时，盖板在地面下 300mm。盖板搭接应有防水措施。

2. 电气竖井支架安装

电缆在竖井内沿支架垂直敷设时，可采用扁钢支架。支架的长度可根据电缆的直径和根数确定。

扁钢支架与建筑物的固定应采用 M10 × 80mm 的膨胀螺栓紧固。支架每隔 1.5m 设置 1 个，竖井内支架最上层距竖井顶部或楼板的距离不小于 150 ~ 200mm，底部与楼（地）面的距离不宜小于 300mm。

3. 电缆支架接地

为保护人身安全和供电安全，金属电缆支架、电缆导管必须与 PE 线或 PEN 线连接可靠。如果整个建筑物要求等电位连接，则更应如此。此外，接地线宜使用直径不小于 $\phi 12\text{mm}$ 镀锌圆钢，并应在电缆敷设前与全部支架逐一焊接。

室内配电线路

4-1 室内配线的一般技术要求有哪些？

室内配线不仅要求安全可靠，而且要使线路布置合理、整齐美观、安装牢固。其一般技术要求如下：

1) 导线的额定电压应不小于线路的工作电压；导线的绝缘应符合线路的安装方式和敷设的环境条件；导线的截面应能满足电气和机械性能要求。

2) 配线时应尽量避免导线接头。导线必须接头时，接头应采用压接或焊接。导线连接和分支处不应受机械力的作用。穿管敷设导线，在任何情况下都不能有接头，必要时尽量将接头放在接线盒的接线柱上。

3) 在建筑物内配线要保持水平或垂直。水平敷设的导线，距地面不应小于 2.5m；垂直敷设的导线，距地面不应小于 1.8m。否则，应装设预防机械损伤的装置加以保护，以防漏电伤人。

4) 导线穿过墙壁时，应加套管保护，管内两端出线口伸出墙面的距离应不小于 10mm。在天花板上走线时，可采用金属软管，但应固定稳妥。

5) 配线的位置应尽可能避开热源和便于检查、维修。

6) 弱电线不能与大功率电力线平行，更不能穿在同一管内。如因环境所限，必须平行走线时，则应远离 50cm 以上。

7) 报警控制箱的交流电源应单独走线、不能与信号线和低

压直流电源线穿在同一管内。

8) 为了确保用电安全,室内电气管线和配电设备与其他管道、设备间的最小距离不得小于表4-1所规定的数值。否则,应采取其他保护措施。

表4-1 室内电气管线和配电设备与其他管道、设备间的最小距离
(单位: m)

类别	管线及设备名称	管内导线	明敷绝缘导线	裸母线	滑触线	配电设备
平行	煤气管	0.1	1.0	1.0	1.5	1.5
	乙炔管	0.1	1.0	2.0	3.0	3.0
	氧气管	0.1	0.5	1.0	1.5	1.5
	蒸气管	1.0/0.5	1.0/0.5	1.0	1.0	0.5
	暖水管	0.3/0.2	0.3/0.2	1.0	1.0	0.1
	通风管	—	0.1	1.0	1.0	0.1
	上、下水管	—	0.1	1.0	1.0	0.1
	压缩气管	—	0.1	1.0	1.0	0.1
	工艺设备	—	—	1.5	1.5	
交叉	煤气管	0.1	0.3	0.5	0.5	—
	乙炔管	0.1	0.5	0.5	0.5	—
	氧气管	0.1	0.3	0.5	0.5	—
	蒸气管	0.3	0.3	0.5	0.5	—
	暖水管	0.1	0.1	0.5	0.5	—
	通风管	—	0.1	0.5	0.5	—
	上、下水管	—	0.1	0.5	0.5	—
	压缩气管	—	0.1	0.5	0.5	—
	工艺设备	—	—	1.5	1.5	—

注:表中有两个数据者,第一个数值为电气管线敷设在其他管道之上的距离;第二个数值为电气管线敷设在其他管道下面的距离。



4-2 室内配线的施工步骤有哪些?

室内配线无论采用什么配线方式,其施工步骤基本相同。通常包括以下工序:

- 1) 根据施工图确定配电箱、灯具、插座、开关、接线盒等设备预埋件的位置;
- 2) 确定导线敷设的路径,穿墙、穿楼板的位置;
- 3) 配合土建施工,预埋好管线或配线固定材料、接线盒(包括开关盒、插座盒等)及木砖等预埋件;在线管弯头较多、穿线难度较大的场所,应预先在线管中穿好牵引铁丝;
- 4) 安装固定导线的元件;
- 5) 按照施工工艺要求,敷设导线;
- 6) 连接导线、包缠绝缘,检查线路的安装质量;
- 7) 完成开关、插座、灯具及用电设备的接线;
- 8) 进行绝缘测试、通电试验及全面验收。

4-3 导线连接的基本要求有哪些?

在配线过程中,因出现线路分支或导线太短,经常需要将一根导线与另一根导线连接。在各种配线方式中,导线的连接除了针式绝缘子、鼓形绝缘子、蝶式绝缘子配线可在布线中间处理外,其余均需在接线盒、开关盒或灯头盒内等处理。导线的连接质量对安装的线路能否安全可靠运行影响很大。常用的导线连接方法有绞接、焊接、压接和螺栓连接等。其基本要求如下:

- 1) 剥削导线绝缘层时,无论用电工刀或剥线钳,都不得损伤线芯;
- 2) 接头应牢固可靠,其机械强度不小于同截面导线的80%;
- 3) 连接电阻要小;
- 4) 绝缘要良好。

4-4 导线连接后，应当怎样进行绝缘包缠？

绝缘带的包缠一般采用斜叠法，使每圈压叠带宽的半幅。包缠时，先将黄蜡带从导线左边完整的绝缘层上开始包缠，包缠两根带宽后方可进入无绝缘层的芯线部分，如图4-1a所示。另外，黄蜡带与导线应保持约 45° 的倾斜角，每圈压叠带宽的 $1/2$ ，如图4-1b所示。

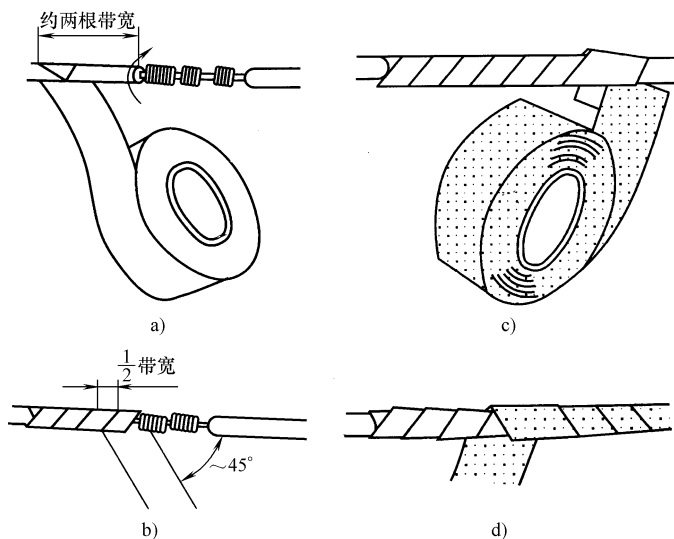


图4-1 绝缘带的包缠

包缠一层黄蜡带后，将黑胶布接在黄蜡带的尾端，按另一斜叠方向包缠一层黑胶布，也要每圈压叠带宽的 $1/2$ ，如图4-1c、d所示。绝缘带的终了端一般还要再反向包缠2~3圈，以防松散。

注意事项如下：

1) 用于380V线路上的导线恢复绝缘时，应先包缠1~2层黄蜡带，然后再包缠一层黑胶布。

2) 用于220V线路上的导线恢复绝缘时，应先包缠一层黄蜡带，然后再包缠一层黑胶布；也可只包缠两层黑胶布。

3) 包缠时,要用力拉紧,使之包缠紧密坚实,不能过疏。更不允许露出芯线,以免造成触电或短路事故。

4) 绝缘带不用时,不可放在温度较高的场所,以免失效。

4-5 应该怎样固定绝缘子?

1) 在木结构墙上固定绝缘子:在木结构墙上只能固定鼓形绝缘子,可用木螺钉直接拧入。

2) 在砖墙上固定绝缘子:在砖墙上,可利用预埋的木樨和木螺钉固定鼓形绝缘子;或用预埋的支架和螺栓来固定鼓形绝缘子、蝶式绝缘子和针式绝缘子等,如图4-2所示。此外也可用膨胀螺栓固定鼓形绝缘子。

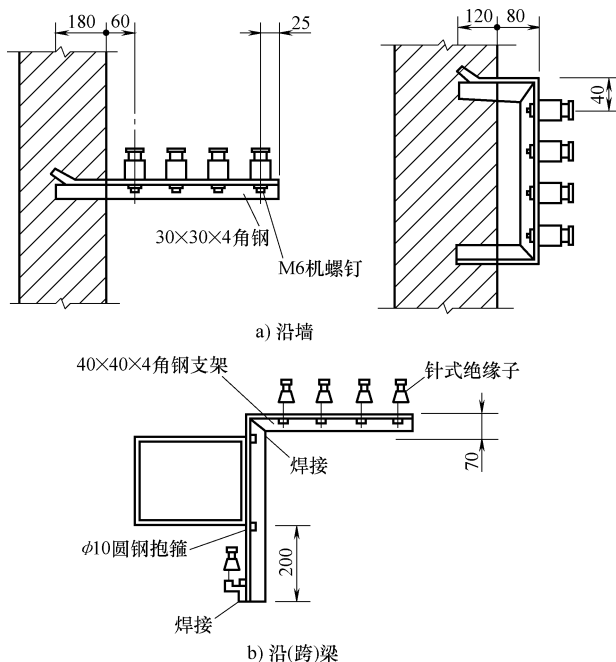


图 4-2 绝缘子在支架上安装

3) 在混凝土墙上固定绝缘子:在混凝土墙上,可用膨胀螺栓

固定鼓形绝缘子，或用预埋的支架和螺栓固定鼓形绝缘子、蝶式绝缘子和针式绝缘子，也可用环氧树脂粘接剂固定绝缘子。

4-6 如何在绝缘子上绑扎导线？

在绝缘子上敷设导线，应从一端开始，先将一端的导线绑扎在绝缘子的颈部，如果导线弯曲，应事先调直，然后将导线的另一端收紧绑扎固定，最后把中间导线也绑扎固定。导线在绝缘子上绑扎固定的方法如下：

1) 终端导线的绑扎：导线的终端可用回头线绑扎方式，如图4-3所示。

2) 直线段导线的绑扎：在鼓形和蝶形绝缘子上，直线段导线一般采用单绑法或双绑法两种，截面在 6mm^2 及其以下的导线可采用单绑法，步骤如图4-4a所示；截面积在 10mm^2 及其以上的导线可采用双绑法，步骤如图4-4b所示。

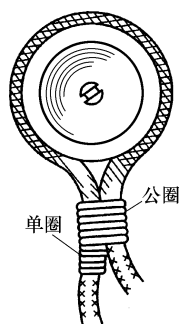


图 4-3 终端导线的绑扎

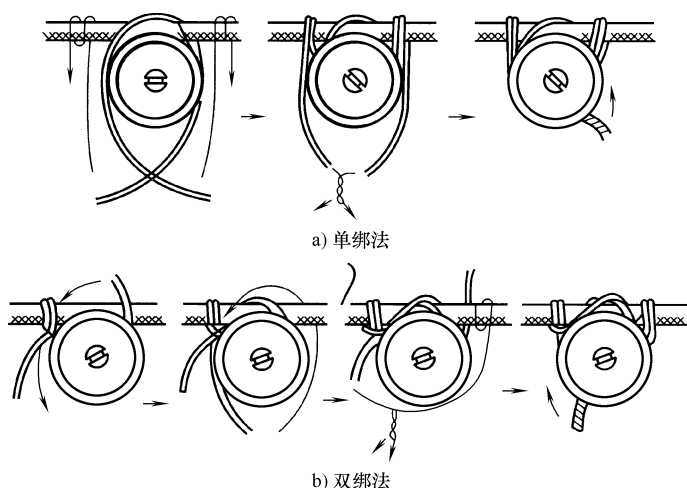


图 4-4 直线段导线的绑扎

4-7 绝缘子配线时应注意什么？

1) 在建筑物的绝缘子侧面或斜面配线时，应将导线绑扎在绝缘子上方。

2) 导线在同一平面内有曲折时，要将绝缘子装设在导线曲折角的内侧，如图 4-5a 所示。

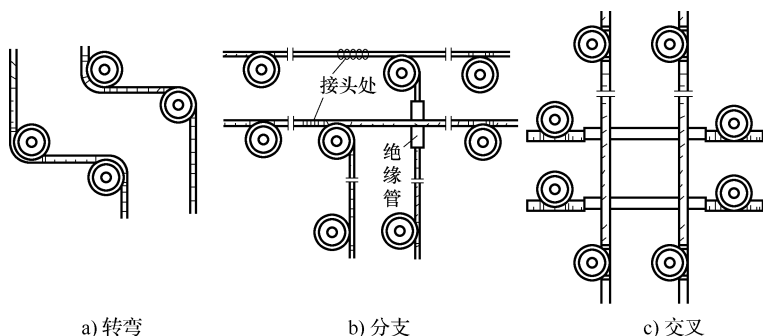


图 4-5 绝缘子配线

3) 导线在不同的平面内有曲折时，在凸角的两面上应装设两个绝缘子。

4) 导线分支时，必须在分支点处设置绝缘子，用以支持导线；导线互相交叉时，应在距建筑物附近的导线上套瓷管保护，如图 4-5b、c 所示。

5) 平行的两根导线，应放在两绝缘子的同一侧或两绝缘子的外侧，不能放在两绝缘子的内侧。

6) 绝缘子沿墙壁垂直排列敷设时，导线弛度不得大于 5mm；沿屋架或水平支架敷设时，导线弛度不得大于 10mm。

7) 在隐蔽的吊棚内，不允许用绝缘子配线。

4-8 槽板配线应当怎样敷设？

1) 固定槽底板：先在安装槽板的木樅固定点上用铁钉依次固定槽底板，且铁钉应钉在底板中间的木脊上。两块底板相连

时，应将端口锯平或锯成 45° 斜面，使宽窄槽对准。

2) 敷设导线：槽底板固定好后，就可在槽内敷设导线。但导线敷设到灯具、开关及插座等处时，一般要留出100mm出线头，以便连接。

3) 固定盖板：固定盖板应与敷设导线同步进行，即边敷设导线边将盖板固定在底板上。固定盖板可用铁钉直接钉在底板的木脊上，钉子要直，以免钉在导线上。钉与钉之间的距离不应大于300mm，最末一根钉离槽板端部约为15mm，最大不超过40mm。盖板连接时，应锯成 45° 角的斜面，盖板接口与底板接口应错开，其间距应大于20mm。

4-9 槽板配线时应注意哪些事项？

1) 槽板所敷设的导线应采用绝缘导线。每槽内只允许敷设一根导线，而且不准有接头。

2) 铜导线的线芯截面应不小于 0.5mm^2 ，铝导线的线芯截面应不小于 1.5mm^2 。导线线芯的最大截面积不宜大于 10mm^2 。

3) 槽板线路穿越墙壁时，导线必须穿保护套管。

4) 槽板下沿或端口离地面的最低距离为0.15m；线路在穿越楼板时，穿越楼板段及离地板0.15m以下部分的导线，应穿钢管或硬塑料管加以保护。

5) 导线转弯时，应把槽底板、盖板的端口锯成 45° 角，并一横一竖地拼成直角，在拼缝两边的底、盖上分别钉上铁钉。

6) 导线在不同平面上转弯时，应根据转弯的方向把槽底板、盖板都锯成型 $\wedge$ 或 $\vee$ 型（不可锯断，应留出1mm厚的连接处），浸水（塑料槽板可加热）后弯接。

7) 导线在进行丁字形分支连接时，应在横装的槽底板的下边开一条凹槽，把导线引出，嵌入竖装的槽底板两条槽中。然后在凹槽两边的底、盖板及拼接处各钉上一根铁钉。

8) 敷设有导线的槽板进入木台时，应伸入木台约5mm。靠近木台的底、盖板上也应钉上铁钉。

9) 两条线路的 4 根导线相互交叉时, 应把上面一条线路的槽底板、盖板都锯断, 用两根瓷管或硬塑料管穿套两根导线, 再跨越另一条线路的槽板。断口两边的底、盖板上也要钉上铁钉。

4-10 塑料护套线配线时应注意哪些事项?

塑料护套线一般应采用专用的铝线卡或塑料钢钉线卡进行固定。按固定方式的不同, 铝线卡又分为钉装式和粘接式两种。

塑料护套线配线时的注意事项如下:

1) 塑料护套线不可在线路上直接连接, 应通过瓷接头、接线盒或借用其他电器的接线柱进行连接。

2) 在直线电路上, 一般应每隔 200mm 用一个铝线卡夹住护套线。

3) 塑料护套线转弯时, 转弯的半径要大一些, 以免损伤导线。转弯处要用两个铝线卡夹住。

4) 两根护套线相互交叉时, 交叉处应用 4 个铝线卡夹住。护套线应尽量避免交叉。

5) 塑料护套线进入木台或套管前, 应固定一个铝线卡。

6) 塑料护套线进行穿管敷设时, 板孔内穿线前, 应将板孔内的积水和杂物清除干净。板孔内所穿入的塑料护套线, 不得损伤绝缘层, 并便于更换导线, 导线接头应设在接线盒内。

7) 环境温度低于 -15°C 时, 不得敷设塑料护套线, 以防塑料发脆造成断裂, 影响施工质量。

4-11 钢管应当怎样弯曲? 有哪些注意事项?

线路敷设改变方向时, 需要将线管弯曲, 这会给穿线和线路维护带来不便。因此, 施工中要尽量减少弯头, 管子的弯曲角度一般应大于 90° 。明管敷设时, 管子的曲率半径 $R \geq 4d$ (d 为钢管直径); 暗管敷设时, 管子的曲率半径 $R \geq 6d$ 。另外, 弯管时注意不要把管子弯瘪, 弯曲处不应存在折皱、凹穴和裂缝。

钢管的弯曲有冷煨和热煨两种方法。

冷煨一般使用弯管器或弯管机。弯曲有缝管时，应将接缝处放在弯曲的侧边，作为中间层，这样，可使焊缝在弯曲变形时既不延长又不缩短，焊缝处就不易裂开。

用火加热弯管一般仅限于黑色钢管，镀锌钢管严禁用火加热煨制。为防止线管弯瘪，弯管前，管内一般要灌满干燥的砂子。在装填砂子时，要边装边敲打管子，使其填实，然后在管子两端塞上木塞。在烘炉或焦炭等火上加热时，管子应慢慢转动，使管子的加热部位均匀受热。然后放到胎具上弯曲成型，成型后再用冷水冷却，最后倒出砂子。

4-12 硬质塑料管应当怎样弯曲？有哪些注意事项？

硬质塑料管的弯曲有冷煨和热煨两种方法。

冷煨法一般适用于硬质 PVC 管在常温下的弯曲。冷弯时，先将相应的弯管弹簧插入管内需弯曲处，用手握住该部位，两手逐渐使劲，弯出所需的弯曲半径和弯曲角度，最后抽出管内弹簧。为了减小弯管回弹的影响，以得到所需的弯曲角度，弯管时一般需要多弯一些。

用热煨法弯曲塑料管时，应先将塑料管用电炉或喷灯等热源上进行加热。加热时，应掌握好加热温度和加热长度，要一边前后移动，一边转动，注意不得将管子烤伤、变色。当塑料管加热到柔软状态时，将其放到胎具上弯曲成型，并浇水使其冷却硬化。

塑料管弯曲后所成的角度一般应大于 90° ，弯曲半径应不小于塑料管外径的 6 倍；埋于混凝土楼板内或地下时，弯曲半径应不小于塑料管外径的 10 倍。为了穿线方便、穿线时不损坏导线绝缘及维修方便，管子的弯曲部位不得存在褶皱、凹穴和裂缝。

4-13 怎样进行钢管的连接？

钢管与钢管的连接有管箍连接和套管连接两种方法。

1) 管箍连接：钢管与钢管的连接，无论是明敷或暗敷，最

好采用管箍连接，特别是埋地等潮湿场所和防爆线管。为了保证管接头的严密性，管子的丝扣部分应涂以铅油并顺螺纹方向缠上麻绳，再用管钳拧紧，并使两端间吻合。钢管采用管箍连接时，要用圆钢或扁钢作跨接线，焊接在接头处，使管子之间有良好的电气连接，以保证接地的可靠性。

2) 套管连接：在干燥少尘的厂房内，对于直径在 50mm 及以上的钢管，可采用套管焊接方式连接，套管长度为连接管外径的 1.5~3 倍。焊接前，先将管子从两端插入套管，并使连接管对口处位于套管的中心，然后在两端焊接牢固。

3) 钢管与接线盒的连接：钢管的端部与接线盒连接时，一般采用在接线盒内各用一个薄型螺母（又称锁紧螺母）夹紧线管的方法。安装时，先在线管管口拧入一个螺母，管口穿入接线盒后，在盒内再套拧一个螺母，然后用两把扳手把两个螺母反向拧紧。如果需要密封，则应在两螺母间各垫入封口垫圈。钢管与接线盒的连接也可采用焊接的方法进行。

4-14 怎样进行硬质塑料管的连接？

硬质塑料管的连接有插入法连接和套接法连接两种方法。

1) 插入法连接：连接前，先将待连接的两根管子的管口，一个加工成内倒角（作阴管），另一个加工成外倒角（作阳管），如图 4-6a 所示。然后用汽油或酒精把管子的插接段的油污擦干净，接着将阴管插接段（长度为 1.2~1.5 倍管子直径）放在电炉或喷灯上加热至呈柔软状态后，将阳管插入部分涂一层胶合剂，然后迅速插入阴管，并立即用湿布冷却，使管子恢复原来的硬度，如图 4-6b 所示。

2) 套接法连接：连接前，先将同径的硬质塑料管加热扩大成套管，套管长度为 2.5~3 倍的管子直径，然后把需要连接的两根管端倒角，并用汽油或酒精擦干净，待汽油挥发后，涂上粘接剂，再迅速插入套管中。

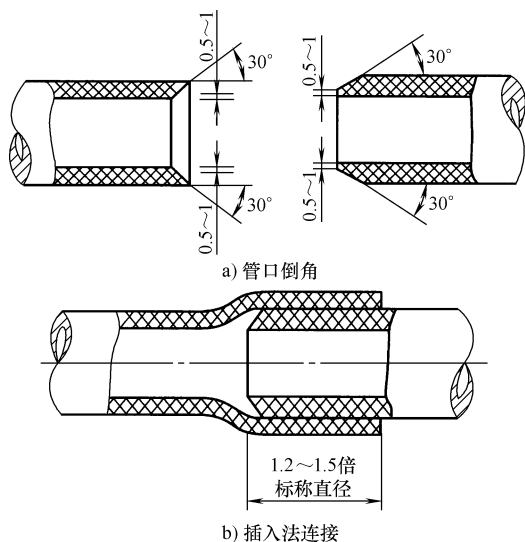


图 4-6 硬塑料管的插入法连接

4-15 怎样进行线管的固定?

1) 线管明敷设: 线管明线敷设时应采用管卡支持, 线管直线部分, 两管卡之间的距离应不大于表 4-2 所规定的距离。

表 4-2 线管直线部分管卡间最大距离

线管直径/mm (in)	13 ~ 19	25 ~ 32	38 ~ 51	64 ~ 76
管卡间距/m	$\left(\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}\right)$	$\left(1 \sim 1\frac{1}{4}\right)$	$\left(1\frac{1}{2} \sim 2\right)$	$\left(2\frac{1}{2} \sim 3\right)$
管壁厚度/mm				
≤ 2.5	1.5	2.0	2.5	3.4
≥ 2.5	1.0	1.5	2.0	—

在线管进入开关、灯头、插座和接线盒孔前 300mm 处和线管弯头两边时, 一般都需用管卡固定, 且管卡应安装在木结构或木樑上, 如图 4-7 所示。

2) 线管在砖墙内暗敷设: 线管在砖墙内暗敷设时, 一般应在土建砌砖时预埋, 否则应在砖墙上留槽或开槽, 然后在砖缝内

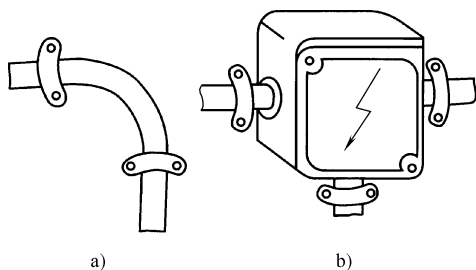


图 4-7 管卡固定

打入木樨并用钉子固定。

3) 线管在混凝土内暗敷设: 线管在混凝土内暗敷设时, 可用铁丝将管子绑扎在钢筋上, 也可用钉子钉在模板上, 用垫块将管子垫高 15mm 以上, 使管子与混凝土模板间保持足够的距离, 并防止浇灌混凝土时管子脱开, 如图 4-8 所示。

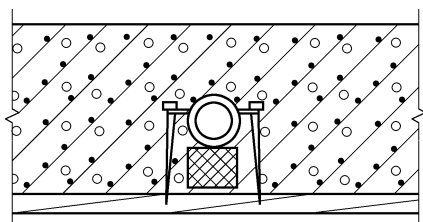


图 4-8 线管在混凝土模板上的固定

4-16 怎样进行扫管穿线?

1) 在穿线前, 应先将管内的积水及杂物清理干净。

2) 选用 $\phi 1.2\text{mm}$ 的钢丝作引线, 当线管较短且弯头较少时, 可把钢丝引线由管子一端送向另一端; 如果弯头较多或线路较长, 将钢丝引线从管子一端穿入另一端有困难时, 可从管子的两端同时穿入钢丝引线, 此时引线端应弯成小钩, 如图 4-9 所

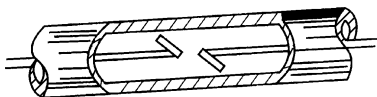


图 4-9 管两端穿入钢丝引线

示。当钢丝引线在管中相遇时，用手转动引线使其钩在一起，然后把一根引线拉出，即可将导线牵入管内。

3) 导线穿入线管前，在线管口应先套上护圈，接着按线管长度与两端连接所需的长度余量之和截取导线，削去两端绝缘层，同时在两端头标出同一根导线的记号。再将所有导线按图4-10所示的方法与钢丝引线缠绕，一个人将导线理成平行束并往线管内输送，另一个人在另一端慢慢抽拉钢丝引线，如图4-11所示。

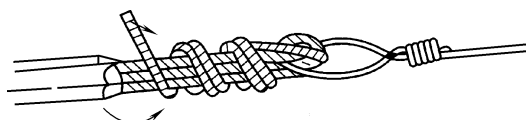


图 4-10 导线与引线的缠绕

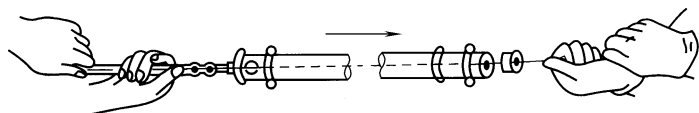


图 4-11 导线穿入管内的方法

4) 在穿线过程中，如果线管弯头较多或线路较长，穿线发生困难时，可使用滑石粉等润滑材料来减小导线与管壁的摩擦，便于穿线。

5) 如果多根导线穿管，为防止缠绕处外径过大在管内被卡住，应把导线端部剥出线芯，斜错排开，与引线钢丝一端缠绕接好，然后再拉入管内，如图4-12所示。

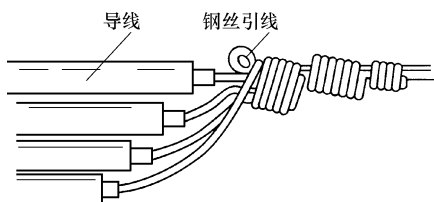


图 4-12 多根导线与钢丝引线的绑扎

4-17 线管配线时应注意什么？

线管配线时的注意以下几点：

1) 穿管导线的绝缘强度应不低于 500V；铜导线的线芯截面积应不小于 1mm^2 ，铝导线的线芯截面积应不小于 2.5mm^2 。

2) 线管内导线不准有接头，也不准穿入绝缘破损后再经过包缠恢复绝缘的导线。

3) 不同电压或不同回路的导线不得穿在同一根线管内。

4) 管内导线一般不得超过 10 根；多根导线穿管时，导线截面积（包括绝缘层面积）总和不得超过管内截面积的 40%。

5) 钢管的连接通常采用螺纹联接；硬塑料管可采用套接或焊接。敷设在含有对导线绝缘有害的蒸汽、气体或多尘房屋内的线管及敷设在可能进入油、水等液体的场所的线管，其连接处应密封。

6) 采用钢管配线时，必须接地。

7) 管内配线应尽可能减少转角或弯曲，因转角越多，穿线越困难。为便于穿线，线管超过以下长度，应加装接线盒。

① 无弯曲转角时，不超过 45m；

② 有一个弯曲转角时，不超过 30m；

③ 有两个弯曲转角时，不超过 20m；

④ 有三个弯曲转角时，不超过 12m。

8) 在混凝土内暗敷设的线管，必须使用壁厚为 3mm 以上的线管；当线管的外径超过混凝土厚度的 $1/3$ 时，不得将线管埋在混凝土内，以免影响混凝土的强度。

9) 管内穿线困难时应查找原因，不得用力强行穿线，以免损伤导线的绝缘层或线芯。

4-18 钢索配线一般有哪些要求？

1) 室内的钢索配线采用绝缘导线明敷时，应采用瓷夹、塑料夹、鼓形绝缘子或针式绝缘子固定；采用护套绝缘导线、电

缆、金属管或硬塑料管配线时，可直接固定在钢索上。

2) 室外的钢索配线采用绝缘导线明敷时，应选用耐气候型绝缘导线以防止绝缘层过快老化，并应采用鼓形绝缘子或针式绝缘子固定；采用电缆、金属管或硬塑料管配线时，可直接固定在钢索上。

3) 为确保钢索连接可靠，钢索与终端拉环应采用心形环连接；钢索固定件应镀锌或涂防腐漆；固定用的线卡应不少于 2 个；钢索端头应采用镀锌铁丝扎紧。

4) 为保证钢索张力不大于钢索允许应力，钢索中间固定点间距应不大于 12m，跨距较大的应在中间增加支持点；中间固定点吊架与钢索连接处的吊钩深度应不小于 20mm，并应设置防止钢索跳出的锁定装置，以防钢索因受到外界干扰而发生跳脱，造成钢索张力加大，导致钢索拉断。

5) 钢索的弛度大小可通过花篮螺栓进行调整，其大小直接影响钢索的张力。为保证钢索在允许的安全强度下正常工作，并使钢索终端固定牢固，当钢索长度为 50m 及以下时，可在其一端装花篮螺栓；当钢索长度大于 50m 时，两端均应装设花篮螺栓。图 4-13 所示为用花篮螺栓收紧钢索的示意图。

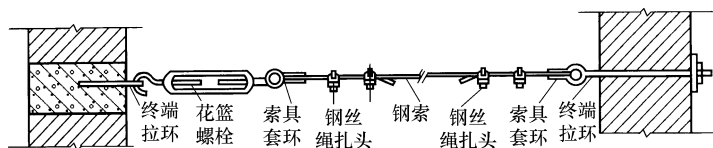


图 4-13 钢索在墙上安装示意图

6) 由于钢索的弛度影响到配线的质量，故在钢索上敷设导线及安装灯具后，钢索的弛度不宜大于 100mm。若弛度太小，可能会拉断钢索；弛度太大会影响到配线质量，可在中间增加吊钩。

7) 钢索上绝缘导线至地面的距离，在室内时应不小于 2.5m。

8) 为防止因配线造成钢索带电, 影响安全用电, 钢索应可靠接地。

9) 为确保钢索配线固定牢靠, 其支持件间和线间距离应符合表 4-3 的规定。

表 4-3 钢索配线支持件和线间距离 (单位: mm)

配 线 类 别	支持件之间 最大距离	支持件与灯头盒 之间最大距离	线间最小距离
钢管	1500	200	—
硬塑料管	1000	150	—
塑料护套线	200	100	—
瓷鼓配线	1500	100	35

4-19 钢索吊管配线应当怎样安装?

钢索吊管配线一般用扁钢吊卡将钢管或硬质塑料管以及灯具吊装在钢索上, 安装方法如图 4-14 所示。

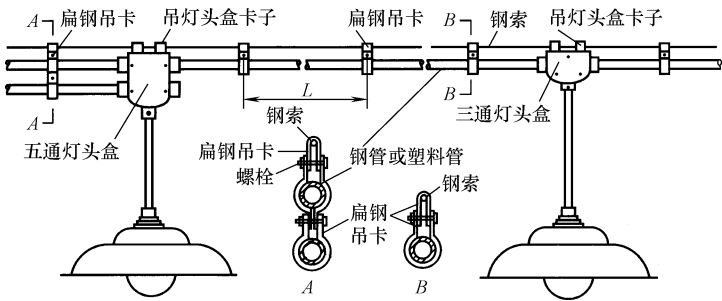


图 4-14 钢索吊管配线安装示意图

1) 按设计要求确定灯具和接线盒的位置, 钢管或硬质塑料管支持点的最大距离应符合表 4-3 的要求。

2) 按各段管长进行选材, 钢管或电线管使用前应调直, 然后进行切断、套丝和煨弯等线管加工。

3) 在吊装钢管布管时, 应先按照先干线后支线的顺序进行, 把加工好的管子从始端到终端按顺序连接, 管子与接线盒的丝扣应拧牢固, 用扁钢卡子将布管逐段与钢索固定。

4) 扁钢吊卡的安装应垂直、平整牢固、间距均匀。吊装灯头盒和管道的扁钢卡子宽度应不小于 20mm, 吊装灯头盒的卡子数应不小于 2 个。

5) 将配管逐段固定在扁钢卡上, 并做好整体接地。在灯盒两端若是金属管, 应用跨接地线焊接, 保证配管连续性, 如用硬塑料管配线则无需焊接地线, 且灯头盒改用塑料灯头盒。

6) 进行管内穿线, 并连接导线和安装灯具。

4-20 钢索吊塑料护套线配线应当怎样安装?

钢索吊塑料护套配线采用铝片线卡将塑料护套线固定在钢索上, 用塑料接线盒和接线盒安装钢板将照明灯具吊装在钢索上, 如图 4-15 所示。

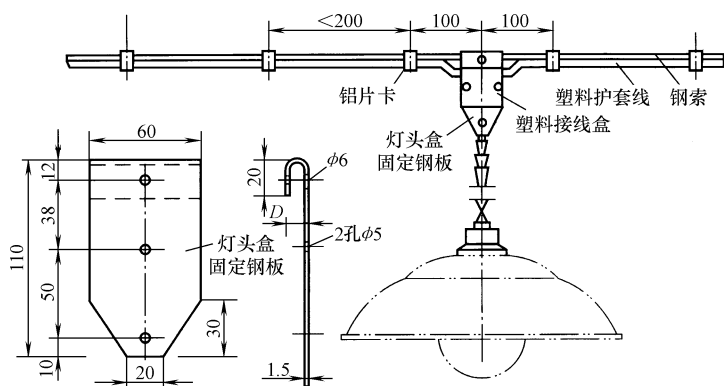


图 4-15 钢索吊塑料护套线配线示意图

- 1) 按图 4-15 所示要求加工制作接线盒固定钢板。
- 2) 按设计要求在钢索上确定灯位，把接线盒的固定钢板吊挂在钢索的灯位处，将塑料接线盒底部与固定钢板上的安装孔连接牢固。
- 3) 敷设短距离护套线时，可测量两灯具间的距离，留出适当的余量，将塑料护套线按段剪断，调直后卷成盘。敷线从一端开始，用一只手托线，另一只手用铝片线卡将护套线平行卡吊于钢索上。
- 4) 敷设长距离塑料护套线时，将护套线展开并调直后，在钢索两端做临时绑扎，要留足灯具接线盒处导线的余量，长度过长时中间部位也应做临时绑扎，再把导线吊起。根据最大距离的要求，用铝片线卡把护套线平行卡吊于钢索上。
- 5) 为确保钢索吊装护套线固定牢固，在钢索上用铝片线卡固定护套线，应均匀分布线卡间距，线卡距灯头盒间的最大距离为 100mm；线卡之间最大间距为 200mm。
- 6) 敷设后的护套线应紧贴钢索，无垂度、缝隙、扭劲、弯曲盒损伤。

4-21 电能表有哪几种类型？电能表应当怎样连接？

电能表的种类较多，从工作原理及其使用功能分，有机械式电能表、电子式预付费电能表、智能型自动抄表电能表等；从相数分，有单相电能表、三相三线电能表、三相四线电能表等；从测量对象分，有有功电能表、无功电能表等。选用电能表时应根据线路的形式、工作电压、工作电流进行，电能表的额定电流应与线路工作电流相适应。当线路的工作电流较大时，应配合相应的电流互感器。

图 4-16 所示为单相和三相有功电能表的直接接线示意图，图 4-17 所示为三相有功电能表经电流互感器接线示意图。

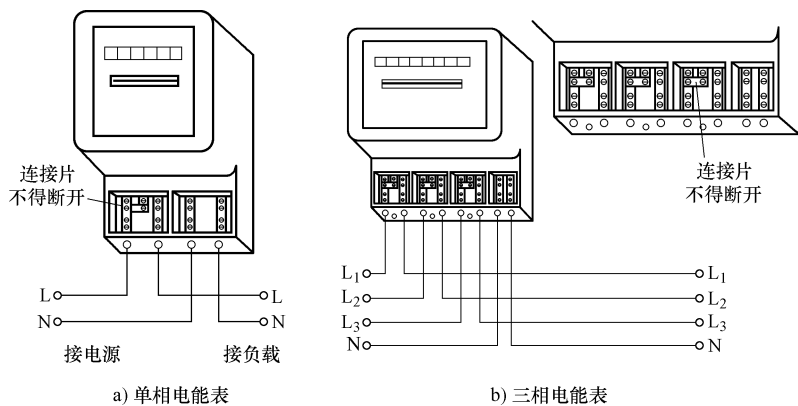


图 4-16 单相和三相有功电能表直接接线

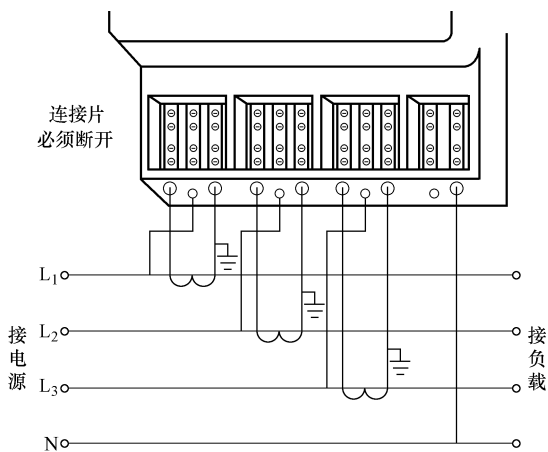


图 4-17 三相有功电能表经电流互感器接线

变配电设备

5-1 什么是电力变压器？

变压器是一种静止的电气设备。它是利用电磁感应作用把一种电压等级的交流电能变换成频率相同的另一种电压等级的交流电能。变压器是电力系统中的重要设备，它在电能检测、控制等诸多方面也得到广泛应用。另外，变压器还有变换电流、变换阻抗、改变相位和电磁隔离等作用。

用于电力系统升、降压等的变压器称为电力变压器。在电力系统中，变压器是一种重要的电气设备。将发电厂（站）发出的电能从发电厂（站）用高压输送到远处的用电地区，需要用升压变压器；再将高压电降低为低压电分配到各工矿企业、家庭等用户，则需要用降压变压器。因此，在电力系统中，变压器对电能的经济传输、灵活分配和安全使用，具有重要的意义。

5-2 电力变压器由哪几部分组成？

目前，油浸式电力变压器的产量最大，应用面最广。油浸式电力变压器的结构如图 5-1 所示。其主要由下列部分组成。

5-3 变压器有哪些额定值？

额定值是制造厂对变压器在指定工作条件下运行时所规定的一些量值。在额定状态下运行时，可以保证变压器长期可靠地工作，并具有优良的性能。额定值亦是变压器厂进行产品设计和试

验的依据。额定值通常标在变压器的铭牌上，亦称为铭牌值。

变压器	器身	铁心
		绕组
		引线和绝缘
	油箱	油箱本体（箱盖、箱壁和箱底或上、下节油箱）
		油箱附件（放油阀门、活门、油样活门、接地螺栓、铭牌等）
		调压装置—无励磁分接开关或有载分接开关
		冷却装置—散热器或冷却器
		保护装置—储油柜、油位计、安全气道、释放阀、吸湿器、测温元件、净油器、气体继电器等
		出线装置—高、中、低压套管，电缆出线等

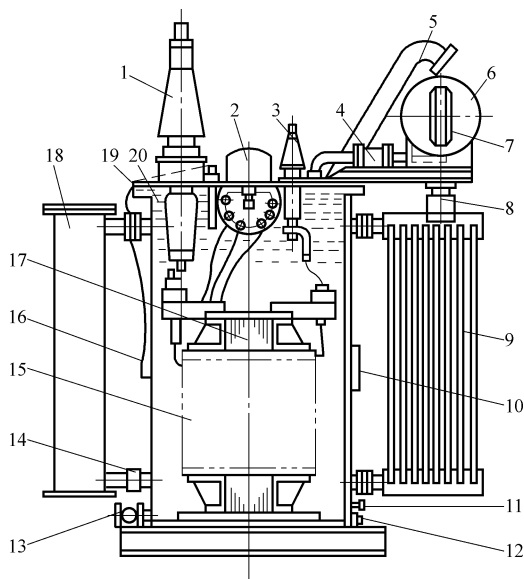


图 5-1 油浸式电力变压器的结构图

- 1—高压套管 2—分接开关 3—低压套管 4—气体继电器 5—防爆管（安全气道）
 6—储油柜（曾称油枕） 7—油位计 8—吸湿器（曾称呼吸器） 9—散热器
 10—铭牌 11—接地螺栓 12—油样活门 13—放油阀门 14—活门 15—绕组
 16—信号式温度计 17—铁心 18—净油器 19—油箱 20—变压器油

变压器的主要额定值如下：

1) 额定容量 S_N ：指在铭牌上所规定的额定状态下变压器的额定输出视在功率，以 VA、kVA 或 MVA 表示。由于变压器效率高，通常把一、二次额定容量设计得相等。

2) 额定电压 U_{1N} 和 U_{2N} ：一次额定电压 U_{1N} 是指电网施加到变压器一次绕组上的额定电压值；二次额定电压 U_{2N} 是指变压器一次绕组上施加额定电压 U_{1N} 时，二次绕组的空载电压值。额定电压以 V 或 kV 表示。对三相变压器的额定电压均指线电压。

3) 额定电流 I_{1N} 和 I_{2N} ：额定电流是指变压器在额定运行情况下允许发热所规定的线电流，以 A 表示。根据额定容量和额定电压可以求出一、二次绕组的额定电流。

对于单相变压器，一、二次绕组的额定电流为

$$I_{1N} = \frac{S_N}{U_{1N}} \quad I_{2N} = \frac{S_N}{U_{2N}}$$

对于三相变压器，一、二次绕组的额定电流为

$$I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{1N}} \quad I_{2N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{2N}}$$

4) 额定频率 f_N ：我国规定工频为 50Hz。

5) 效率 η ：变压器的效率为输出的有功功率与输入的有功功率之比的百分数。

6) 温升：指变压器在额定状态下运行时，所考虑部位的温度与外部冷却介质温度之差。

7) 阻抗电压：阻抗电压曾称短路电压，指变压器二次绕组短路（稳态），一次绕组流过额定电流时所施加的电压。

8) 空载损耗：指当把额定交流电压施加于变压器的一次绕组上，而其他绕组开路时的损耗，单位以 W 或 kW 表示。

9) 负载损耗：指在额定频率及参考温度下，稳态短路时所产生的相当于额定容量下的损耗，单位以 W 或 kW 表示。

10) 联结组标号：指用来表示变压器各相绕组的连接方法以及一、二次绕组线电压之间相位关系的一组字母和序数。

5-4 分接开关有什么作用？它有几种类型？

分接开关的作用是当电网电压发生波动时，通过它来切换变压器高压绕组或低压绕组的分接头，改变绕组的匝数，从而使变压器输出电压能够保持额定值。

切换分接头时，如在变压器高、低压绕组都从电网中切除的情况下进行，即不带电切换，称为无励磁调压，所使用的分接开关称为无励磁分接开关；如切换分接头时，不将变压器从电网中切除，而是带负载切换，则称为有载调压，所使用的分接开关称为有载分接开关。

电力变压器普遍采用无励磁分接开关。开关触头的结构形式由工作电流确定，小于60A时，则采用夹片式。

5-5 变压器油有什么作用？

变压器油有以下几个主要作用：

1) 绝缘作用：变压器油具有比空气高得多的绝缘强度。绝缘材料浸在油中，不仅可提高绝缘强度，而且还可免受潮气的侵蚀。

2) 散热作用：变压器油的比热大，常用做冷却剂。变压器运行时产生的热量使靠近铁心和绕组的油受热膨胀上升，通过油的上下对流，热量通过散热器散出，保证变压器正常运行。

3) 消弧作用：变压器的有载调压开关在触头切换时会产生电弧。由于变压器油导热性能好，且在电弧的高温作用下能分解出大量气体，产生较大压力，从而提高了介质的灭弧性能，使电弧很快熄灭。

5-6 如何选择变压器的容量？

电力变压器的容量选择很重要，如果容量选小了，会使变压器经常过载运行，甚至会烧毁变压器；如果容量选大了，会使变压器得不到充分利用，不仅会增加设备投资，还会使功率因数变

低，增大线路和变压器本身损耗，效率降低。因此，变压器的容量一般按下式选择：

$$\text{变压器容量} = \frac{\text{用电设备总容量} \times \text{同时率}}{\text{用电设备功率因数} \times \text{用电设备效率}}$$

式中，同时率为同一时间投入运行的设备实际容量与用电设备总容量的比值，一般为 0.7 左右；用电设备功率因数一般为 0.8 ~ 0.9；用电设备效率一般为 0.85 ~ 0.9。

选择变压器容量时还应注意：一般用电设备的起动电流与额定电流不同，如三相异步电动机的起动电流为额定电流的 4 ~ 7 倍。因此，选择变压器时应考虑到这种电流的冲击。一般直接起动的电动机中最大的一台电动机的容量，不宜超过变压器容量的 30%。

5-7 怎样搬运变压器？

电力变压器是电力系统的重要设备，它容量大、体积大、结构复杂，而且多为油浸式。所以在搬运过程中必须十分小心，不能损伤变压器。尤其是对大型变压器的运输和装卸，必须对运输路径及两端装卸条件进行充分调查，采取措施，确保安全。

对小型电力变压器的搬运，在施工现场一般均采用起重运输机械，在搬运过程中必须注意：

1) 采用吊车装卸时，应使用油箱壁上的吊耳，不准使用油箱顶盖上的吊环。吊钩应对准变压器中心，吊索与铅垂线的夹角不得大于 30°。

2) 当变压器吊起离地后，应停车检查各部分是否有问题，变压器是否平衡，若不平衡，应重新调整。确认各处无异常时，方可继续起吊。

3) 变压器装到车上时，其底部应垫方木，且用绳索将变压器固定，防止运输过程中发生滑动或倾倒。

4) 在运输中车速不可太快，要防止剧烈冲击和严重振动损

坏变压器绝缘部件。变压器运输倾斜角不应超过 15° 。

5) 变压器短距离搬运时,如底座有滚轮的可利用底座滚轮在搬运轨道上牵引,前进速度需控制好,牵引的着力点应在变压器重心下。

6) 干式变压器在运输途中,应有防雨措施。

5-8 变压器在安装之前应做好哪几方面的工作?

变压器运输到现场之后,在安装之前还应做好以下几方面的工作。

1) 资料检查:变压器应有产品出厂合格证,技术文件应齐全;型号、规格应和设计相符,附件、备件应齐全完好;变压器外表无机械损伤,无锈蚀;若为油浸式变压器,油箱应密封良好;变压器轮距应与设计轨距相符。

2) 器身检查:变压器到达现场后,应进行器身检查。进行器身检查的目的是检查变压器是否有因长途运输和搬运,由于剧烈振动或冲击使心部螺栓松动等一些外观检查不出来的缺陷,以便及时处理,保证安装质量。

3) 变压器的干燥:变压器是否需要干燥,应通过综合分析判断后确定。电力变压器常用的干燥方法有铁损干燥法、铜损干燥法、零序电流干燥法、真空热油喷雾干燥法、热风干燥法以及红外线干燥法等。干燥方法的选用应根据变压器绝缘受潮程度及变压器容量大小、结构形式等具体条件确定。

5-9 室内变压器的安装应满足哪些要求?

1) 对电力变压器室的要求:变压器室应符合防火、防汛、防小动物、防雨雪及通风的要求。门应用非燃烧材料制成,一般多采用铁门构件,门向外开启并能加锁。变压器室进出风百叶窗内侧要有网孔不大于 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的防动物铁丝网。变压器室尽量采用自然通风,自然通风无法满足时,可采用机械通风装置。变压器室常用的三种通风方案,如图 5-2 所示。

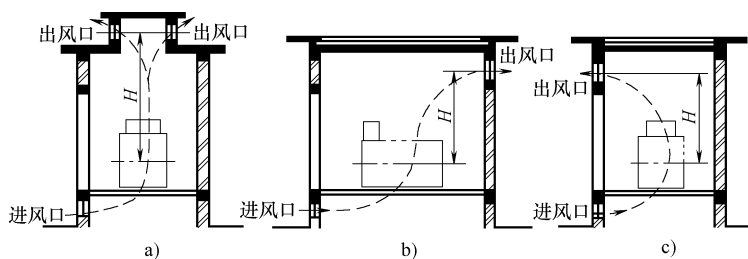


图 5-2 变压器通风示意图

2) 变压器的室内安装：室内变压器常用的安装方式可参考图 5-3。

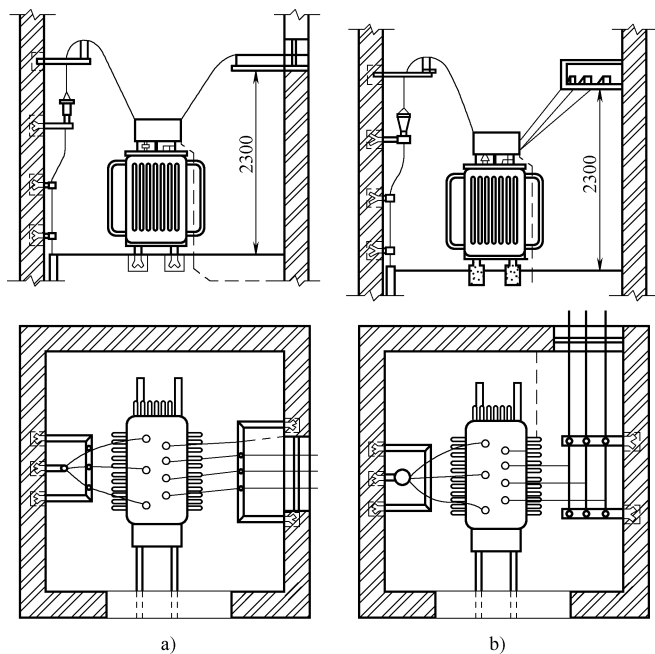


图 5-3 室内变压器的安装方式

变压器与室内最小安全距离如图 5-4 所示。其中无括号尺寸适用于 320kVA 以下的变压器，括号内尺寸适用于 320 ~ 10000kVA 的变压器。容量超过 10000kVA 时，相应的距离不小于 1m 及 1.5m。

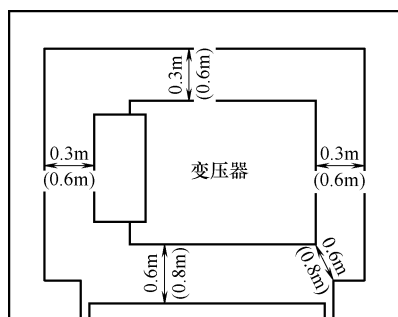


图 5-4 变压器与室内最小安全距离示意图

变电所有两台变压器时，每台变压器均应安装在单独的变压器室内。变压器室的门上或墙上应写明变压器名称、编号，并应有警告标志。

5-10 室外变压器的安装有哪几种形式？

室外变压器安装方式有杆上和地上两种，如图 5-5 所示。无论是杆上安装还是地上安装，均应在变压器周围明显部位悬挂警告牌。地上变压器周围应装设围栏，高度不低于 1.7m，并与变压器台保持一定的距离。柱上（杆上）变压器的所有高低压引线均使用绝缘导线（低压也可使用裸母线作引线）；所用的铁件均需镀锌。

地上变压器安装的高度根据需要决定，一般使用情况是 500mm。变压器台用砖砌成或用混凝土构筑，并用 1 : 2 水泥砂浆抹面，台面上以扁钢或槽钢做变压器的轨道。轨道应水平，轨距与轮距应配合。

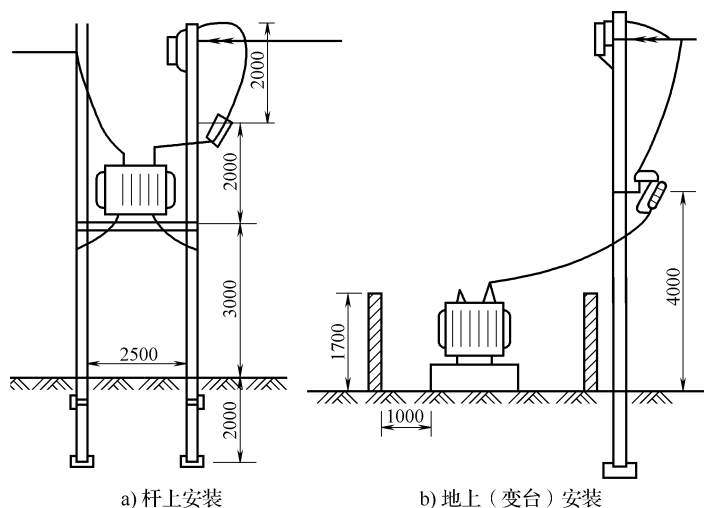


图 5-5 室外变压器安装示意图

5-11 安装变压器时应注意什么？

1) 变压器就位可用汽车吊直接吊进变压器室，或用道木搭设临时轨道，用三步搭、吊链吊至临时轨道上，再用吊链拉入室内合适位置。

变压器安装中的吊装作业应由起重工配合进行，任何时候都不要碰击套管、器身及各个部件，不得严重冲击和振动。吊装及运输过程中应有防护措施和作业指导书。

2) 变压器就位时，其方位和距墙尺寸应符合要求。

3) 变压器基础轨道应水平，轨距与轮距相配合。室外一般安装在平台上或杆上组装槽钢架。有滚轮的变压器轮子应转动灵活。装有气体继电器的变压器安装时，气体继电器侧应有沿气流方向的 1% ~ 1.5% 的升高坡度（厂家规定不要求坡度的除外），以使油箱中产生的气体易于流入继电器。

4) 变压器宽面推进时，低压侧应向外；窄面推进时，储油柜一侧向外，如图 5-6 所示。在装有开关的情况下，操作方向应

留有 1200mm 以上的宽度。

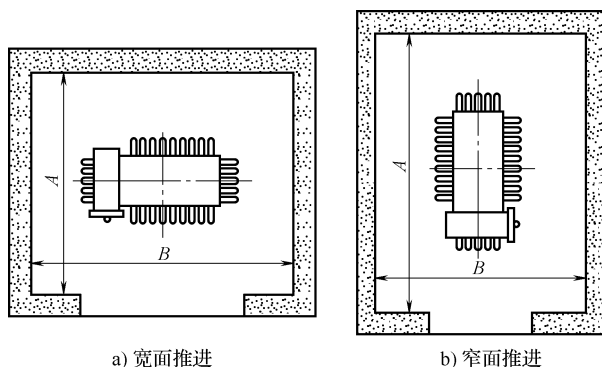


图 5-6 变压器室推进示意图

5) 变压器的安装应采取抗振措施。

5-12 变压器运行前应做哪些检查?

- 1) 检查变压器的试验合格证是否在有效期内;
- 2) 检查变压器的高、低压套管是否清洁、完好, 有无破裂现象;
- 3) 检查变压器高、低压引线是否牢固, 有无破损现象; 三相的颜色标记是否正确无误, 引线与外壳及电杆的距离是否符合要求;
- 4) 检查变压器的油面是否正常, 有无渗油、漏油现象, 呼吸孔是否通气;
- 5) 检查变压器的报警、继电器保护和避雷等保护装置工作是否正常;
- 6) 检查变压器各部位的油门和分接开关位置是否正确;
- 7) 检查变压器的上盖密封是否严密, 表面有无遗留杂物;
- 8) 检查变压器的安装是否牢固, 所有螺栓是否可靠;
- 9) 检查变压器外壳接地线是否牢固可靠, 接地电阻是否符合要求。

5-13 变压器运行中应进行哪些检查？

1) 检查变压器的声响是否正常，均匀的“嗡嗡”声为正常声音；

2) 检查变压器的油温是否正常，变压器正常运行时，上层油温一般不应超过 85°C ，另外用手抚摸各散热器，其温度应无明显差别；

3) 检查变压器的油位是否正常，有无漏油现象；

4) 检查变压器的出线套管是否清洁，有无破裂和放电痕迹；

5) 检查高、低压熔断器的熔丝是否熔断；

6) 检查各引线接头有无松动和跳火现象；

7) 检查防爆管玻璃是否完好，玻璃内是否有油；

8) 检查吸湿器内硅胶干燥剂是否已吸收潮气变色；干燥时硅胶为蓝色，吸潮后变为淡粉红色；

9) 检查变压器外壳接地是否良好，接地线有无破损现象；

10) 检查变压器台上有无杂物，附近是否有柴草等易燃物；

11) 当天气发生雷雨和大风等异常变化时，应增加检查次数。

5-14 当发现哪些情况时应使变压器停止运行？

当发现变压器有下列情况之一时，应停止变压器运行：

1) 变压器内部响声过大，不均匀，有爆裂声等；

2) 在正常冷却条件下，变压器油温过高并不断上升；

3) 储油柜或安全气道喷油；

4) 严重漏油，致使油面降到油位计的下限，并继续下降；

5) 油色变化过甚或油内有杂质等；

6) 套管有严重裂纹和放电现象；

7) 变压器起火（不必先报告，立即停止运行）。

5-15 安装箱式变电所时应注意什么？

箱式变电所在建筑电气工程中，以住宅小区室外设置为主要

形式，本体有较好的防雨雪和通风性能，但其底部不是全密闭的，所以要注意防积水入侵，其基础的高度及周围排水通道设置应在施工图上加以明确。

箱式变电所安装时，应符合下列规定：

1) 箱式变电所及落地式配电箱的基础应高于室外地坪，周围排水通畅。箱式变电所的固定形式有两种，用地脚螺栓固定的箱式变电所应螺母齐全，拧紧牢固；自由安放的箱式变电所应垫平放正。

2) 箱式变电所内外涂层完整、无损伤，通风口的防护网完好。

3) 箱式变电所的高低压柜内部接线完整、低压每个输出回路标记清晰，回路名称准确。

4) 金属箱式变电所及落地式配电箱，箱体应与 PE 线或 PEN 线连接可靠，且有标识。

5-16 怎样搬运成套配电柜？

搬运成套配电柜（盘）时应注意：

1) 按配电柜的重量及形体大小，结合现场施工条件，由施工员决定采用吊车、汽车或人力搬运。

2) 柜体上有吊环者，吊索应穿过吊环；无吊环者，吊索最好挂拴在四角主要承力结构处。不许将吊索挂在设备部件（如开关拉杆等）上。

3) 搬运配电柜应在无雨时进行，以防受潮。

4) 运输中要固定牢靠，防止磕碰，避免元器件、仪表及油漆的损坏，必要时可拆下柜上的精密仪表和继电器单独搬运。

5) 在搬运过程中，配电柜不允许倒放或侧放，而且要防止翻倒，也不能使配电柜受到冲击或剧烈振动。

5-17 安装前如何对成套配电柜进行检查？

配电柜（盘）到达现场后，按进度情况进行开箱检查，开

箱时要小心谨慎。主要检查以下内容并填写“设备开箱检查记录”。

1) 检查有无出厂图样及技术文件规格、型号是否与设计相符；

2) 检查配电柜上零件和备品是否齐全；

3) 检查所有电器元件有无损坏、受潮、生锈；

4) 对柜内仪表、继电器要重点检查，必要时可从柜上拆下送交实验室进行检查和调校，待配电柜安装固定后再装回。

5-18 成套配电柜应如何安装固定？

在浇注基础型钢的混凝土凝固以后，即可将配电柜就位（俗称立柜）。立柜前，应先按照图样规定顺序将配电柜标记，然后用人力或机械将柜轻轻平放在安装位置上。

配电柜就位后，应先调到大致水平位置，然后再进行精调。当柜较少时，先精确地调整第一台柜，再以第一台为标准逐个调整其余柜，使柜面一致，排列整齐，间隙均匀。当柜较多时，可先安装中间一台柜，将其调整好，然后再安装调整两侧其余的柜。调整时可在下面加垫铁片（同一处不宜超过3块）。直到满足表5-1的要求，即可进行固定。

表 5-1 盘、柜安装的允许偏差

项 次	项 目		允许偏差/mm
1	垂直度（每米）		1.5
2	水平度	相邻两盘顶部	2
		成列盘顶部	5
3	不平度	相邻两盘边	1
		成列盘面	5
4	盘间接缝		2

配电柜的固定多用螺栓固定或焊接固定。若采用焊接固定，

每台柜的焊缝不应少于4处，每处焊缝长度约100mm。为保持柜面美观，焊缝宜放在柜体的内侧。焊接时，应把垫于柜下的垫片也焊在基础型钢上。对于主控制盘、继电保护盘、自动装置盘不宜与基础型钢焊死，以便移迁。

装在振动场所的配电柜，应采取防振措施，一般在柜下加装厚度约100mm的弹性垫。

配电装置的基础型钢应作良好接地，一般采用扁钢将其与接地网焊接，且接地不应少于两处，一般在基础型钢两端各焊一扁钢与接地网相连。基础型钢露出地面的部分应涂1层防锈漆。

对于落地式配电箱的固定和安装，如图5-7所示。也可参照成套配电柜的安装进行。

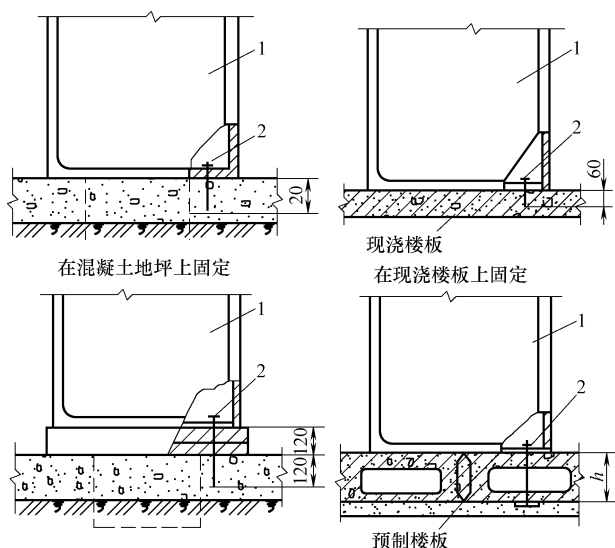


图 5-7 落地式配电柜箱体固定示意图

1—配电箱 2—螺栓



5-19 安装抽屉式成套柜时应注意什么？

- 1) 抽屉推拉应灵活轻便，无卡阻、碰撞现象，抽屉应能互换；
- 2) 抽屉的机械联锁或电气联锁装置应动作正确可靠，断路器分闸后，隔离触头才能分开；
- 3) 抽屉与柜体间的二次回路连接插件应接触良好；
- 4) 动触头与静触头的中心线应一致，触头接触应紧密；
- 5) 抽屉与柜体间的接地触头应接触紧密；当抽屉推入时，抽屉的接地触头应比主触头先接触，拉出时程序应相反。

5-20 安装手车式成套柜时应注意什么？

- 1) 手车推拉应灵活轻便，无卡阻、碰撞现象；
- 2) 手车推入工作位置后，动触头顶部与静触头底部的间隙应符合产品要求；
- 3) 手车和柜体间的二次回路连接插件应接触良好；
- 4) 安全隔离板应开启灵活，随手车的进出而相应动作；
- 5) 柜内控制电缆的位置不应妨碍手车的进出，并应牢固；
- 6) 手车与柜体间的接地触头应接触紧密，当手车推入柜内时，其接地触头应比主触头先接触，拉出时接地触头比主触头后断开。

5-21 怎样安装配电柜上的电器？

- 1) 规格、型号应符合设计要求，外观应完整，且附件齐全、排列整齐，固定可靠，密封良好；
- 2) 各电器应能单独拆装更换而不影响其他电器及导线束的固定；
- 3) 发热元件宜安装于柜顶；
- 4) 熔断器的熔体规格应符合设计要求；
- 5) 信号装置回路应显示准确，工作可靠；

6) 柜(盘)上的小母线应采用直径不小于6mm的铜棒或铜管,小母线两侧应有标明其代号或名称的标志牌,字迹应清晰且不易脱色;

7) 柜(盘)上1000V及以下的交、直流母线及其分支线,其不同极的裸露载流部分之间及裸露载流部分与未经绝缘的金属体之间的电气间隙和漏电距离应符合表5-2的规定。

表 5-2 1000V 及以下柜(盘)裸露母线的电气间隙和漏电距离

(单位: mm)

类 别	电 气 间 隙	漏 电 距 离
交直流低压盘、电容屏、动力箱	12	20
照明箱	10	15

5-22 配电柜上配线时应注意什么?

配电柜、盘(屏)内的配线应采用截面积不小于 1.5mm^2 、电压不低于400V的铜芯导线。但对电子元件回路、弱电回路采用锡焊连接时,在满足载流量和电压降及有足够机械强度的情况下,可使用较小截面的绝缘导线。对于引进柜、盘(屏)内的控制电缆及其芯线应符合下列要求:

- 1) 引进盘、柜的电缆应排列整齐,避免交叉;
- 2) 引进盘、柜的电缆应固定牢固,不使所接的端子板受到机械应力;
- 3) 铠装电缆的钢带不应进入盘、柜内;铠装钢带切断处的端部应扎紧;
- 4) 用于晶体管保护、控制等逻辑回路的控制电缆,当采用屏蔽电缆时,其屏蔽层应予接地;如不采用屏蔽电缆时,则其备用芯线应有一根接地;
- 5) 橡胶绝缘芯线应外套绝缘管保护;
- 6) 柜、盘内的电缆芯线,应按垂直或水平有规律地配置,

不得任意歪斜交叉连接；

7) 柜、盘内的电缆的备用芯线应留有适当余度。

5-23 如何自制配电箱？

盘面可采用厚塑料板、包铁皮的木板或钢板。以采用钢板做盘面为例，将钢板按尺寸用方尺量好，画好切割线后进行切割，切割后用扁锉将棱角锉平。

盘面的组装配线如下：

1) 实物排列：将盘面板放平，再将全部开关电器、仪表置于其上，进行实物排列。对照设计图及电器、仪表的规格和数量，选择最佳位置使之符合间距要求，并保证操作维修方便及外形美观。

2) 加工：位置确定后，用方尺找正，画出水平线，分均孔距。然后撤去电器、仪表，进行钻孔。钻孔后除锈，刷防锈漆及灰油漆。

3) 固定电器：油漆干后装上绝缘嘴，并将全部电器、仪表摆平、找正，用螺钉固定牢固。

4) 电盘配线：根据电器、仪表的规格、容量和位置，选好导线的截面和长度，加以剪断进行组配。盘后导线应排列整齐，绑扎成束。压头时，将导线留出适当余量，削出线芯，逐个压牢，但是多股线需用压线端子。

5-24 怎样安装落地式配电箱？

体积较大的动力配电箱或照明总配电箱应采用落地式安装。在安装前，一般先预制一个高出地面约 100mm 的混凝土空心台，这样可以方便进、出线，不进水，保证安全运行。进入配电箱的钢管应排列整齐，管口高出基础面 50mm 以上，如图 5-8 所示。

5-25 怎样安装照明配电箱？

1) 照明配电箱明装：照明配电箱明装时，可以直接安装在墙上（见图 5-9），也可以安装在支架上（见图 5-10）。安装时，应先预埋固定螺栓，待预埋件的填充材料凝固干透后，方可进行配电箱的固定。

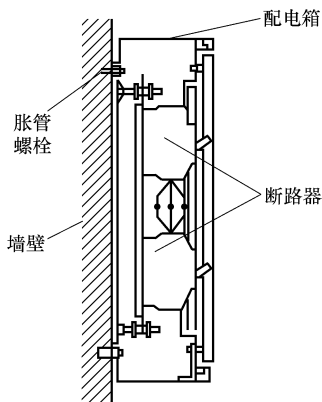


图 5-9 配电箱在墙上明装

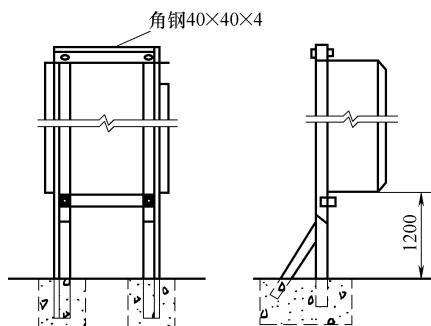


图 5-10 配电箱在支架上安装

2) 照明配电箱暗装：安装时，首先应在预留孔洞中找好箱体的标高及水平尺寸，稳住箱体后用水泥砂浆填实周边并抹平

齐，待水泥砂浆凝固后再安装盘面，如图 5-11 所示。

当墙壁的厚度不能满足嵌入式安装时，可采用半嵌入式安装，使配电箱的箱体一半在墙外，一半嵌入墙内。

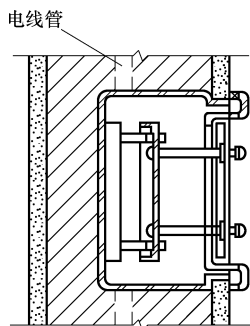


图 5-11 照明配电箱暗装

5-26 配电箱的安装应符合哪些要求？

1) 配电箱（板）要安装在干燥、明亮、不易受振，便于抄表、操作、维护的场所。不得安装在水池或水道阀门（龙头）的上、下侧。如果必须安装在上述地方的左右时，其净距必须在 1m 以上。

2) 配电箱（板）安装高度，照明配电板底边距地面不应小于 1.8m；配电箱安装高度，底边距地面为 1.5m。但住宅用配电箱也应使箱（板）底边距地面不小于 1.8m。配电箱（板）安装垂直偏差不应大于 3mm，操作手柄距侧墙面不小于 200mm。

3) 在 240mm 厚的墙壁内暗装配电箱时，其后壁需用 10mm 厚石棉板及直径为 2mm、孔洞为 10mm 的钢丝网钉牢，再用 1:2 水泥砂浆抹好，以防开裂。墙壁内预留孔洞大小，应比配电箱外廓尺寸略大 20mm。

4) 明装配电箱应在土建施工时，预埋好燕尾螺栓或其他固定件。埋入铁件应镀锌或涂油防腐。

5) 配电箱（板）安装垂直偏差不应大于 3mm。暗装时，其



面板四周边缘应紧贴墙面，箱体与建筑物接触部分应刷防锈漆。

5-27 如何检查与调试配电箱？

1) 柜内工具、杂物等应清理出柜，并将柜体内外清扫干净。

2) 电器元件各紧固螺钉应牢固，刀开关、断路器等操作机构应灵活，不应出现卡滞现象。

3) 检查开关电器的通断是否可靠，接触面接触是否良好，辅助触头通断是否准确可靠。

4) 电工指示仪表与互感器的变比，极性应连接正确可靠。

5) 母线连接应良好，其绝缘支撑件、安装件及附件应安装牢固可靠。

6) 检查熔断器的熔芯规格选用是否正确，继电器的整定值是否符合设计要求，动作是否准确可靠。

7) 测量母线线间和对地绝缘电阻，测量二次接线间和对地绝缘电阻应符合现行国家施工验收规范的规定。

8) 在测量二次回路绝缘电阻时，不应损坏其他半导体器件，测量绝缘电阻时应将其断开。

第 6 章

电动机和低压电器

6-1 三相异步电动机的铭牌上各项内容的含义是什么？

在电动机铭牌上标明了由制造厂规定的表征电动机正常运行状态的各种数值，如功率、电压、电流、频率、转速等，称为额定参数。异步电动机按额定参数和规定的工作制运行，称为额定运行。它们是正确使用、检查和维修电动机的主要依据。图 6-1 所示为一台三相异步电动机的铭牌实例，其中各项内容的含义如下：

三相异步电动机			
型号		Y132S-4	出厂编号
功率 5.5kW		电流 11.6A	
电压 380V	转速 1440r/min		噪声 Lw78dB
接法 Δ	防护等级 IP44	频率 50Hz	重量 68kg
标准编号	工作制 SI	绝缘等级 B 级	年 月
x x 电机厂			

图 6-1 三相异步电动机的铭牌

1) 型号：型号是表示电动机的类型、结构、规格及性能等的代号。

2) 额定功率：异步电动机的额定功率，又称额定容量，指电动机在铭牌规定的额定运行状态下工作时，从转轴上输出的机械功率，单位为 W 或 kW。

3) 额定电压：指电动机在额定运行状态下，定子绕组应接的线电压，单位为 V 或 kV。如果铭牌上标有两个电压值，表示定子绕组在两种不同接法时的线电压。例如，电压 220/380，接法

Δ/Y ，表示若电源线电压为 220V 时，三相定子绕组应接成三角形 (Δ)，若电源线电压为 380V 时，定子绕组应接成星形 (Y)。

4) 额定电流：指电动机在额定运行状态下工作时，定子绕组的线电流，单位为 A。如果铭牌上标有两个电流值，表示定子绕组在两种不同接法时的线电流。

5) 额定频率：指电动机所使用的交流电源频率，单位为 Hz。我国规定电力系统的工作频率为 50Hz。

6) 额定转速：指电动机在额定运行状态下工作时，转子每分钟的转数，单位为 r/min 。一般异步电动机的额定转速比旋转磁场转速（同步转速 n_s ）低 2% ~ 5%，故从额定转速也可知道电动机的极数和同步转速。电动机在运行中的转速与负载有关。空载时，转速略高于额定转速；过载时，转速略低于额定转速。

7) 接法：接法是指电动机在额定电压下，三相定子绕组 6 个首末端头的连接方法，常用的有星形 (Y) 和三角形 (Δ) 联结。

8) 工作制（或定额）：指电动机在额定值条件下运行时，允许连续运行的时间，即电动机的工作方式。

9) 绝缘等级（或温升）：指电动机绕组所采用的绝缘材料的耐热等级，它表明电动机所允许的最高工作温度。

10) 防护等级：电动机的外壳防护形式分两种。第一种，防止固体异物进入电动机内部及防止人体触及电动机内的带电或运动部分的防护；第二种，防止水进入电动机内部程度的防护。

6-2 三相异步电动机应如何接线？

三相定子绕组每相都有两个引出线头，一个称为首端，另一个称为末端。按国家标准规定，第一相绕组的首端用 U_1 表示，末端用 U_2 表示；第二相绕组的首端和末端分别用 V_1 和 V_2 表示；第三相绕组的首端和末端分别用 W_1 和 W_2 表示。这 6 个引出线头引入接线盒的接线柱上，接线柱标出对应的符号，如图 6-2 所示。

三相定子绕组的 6 根端头可将三相定子绕组接成星形 (Y) 或三角形 (Δ)。星形联结是将三相绕组的末端连接在一起，即

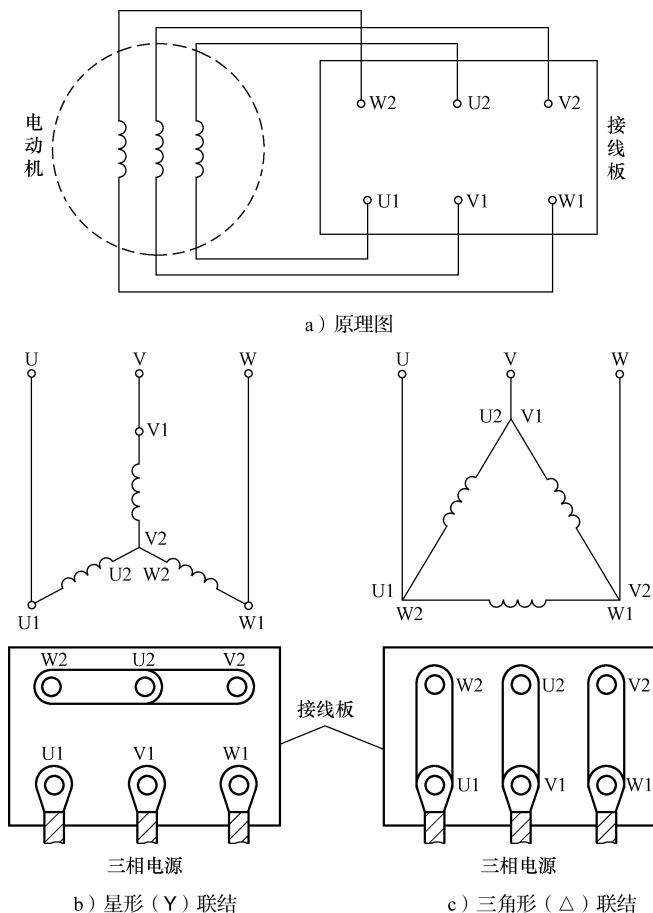


图 6-2 接线盒的接线方法

将 U2、V2、W2 接线柱用铜片连接在一起，而将三相绕组的首端 U1、V1、W1 分别接三相电源，如图 6-2b 所示。三角形联结是将第一相绕组的首端 U1 与第三相绕组的末端 W2 连接在一起，再接入一相电源；将第二相绕组的首端 V1 与第一相绕组的末端 U2 连接在一起，再接入第二相电源；将第三相绕组的首端 W1 与第二相绕组的末端 V2 连接在一起，再接入第三相电源。即在

接线板上将接线柱 U1 和 W2、V1 和 U2、W1 和 V2 分别用铜片连接起来，再分别接入三相电源，如图 6-2c 所示。一台电动机是接成星形联结或是接成三角形联结，应视生产厂家的规定而进行，可从铭牌上查得。

三相定子绕组的首末端是生产厂家事先预定好的，绝不能任意颠倒，但可以将三相绕组的首末端一起颠倒，例如将 U2、V2、W2 作为首端，而将 U1、V1、W1 作为末端。但绝对不能单独将一相绕组的首末端颠倒，如将 U1、V2、W1 作为首端，将会产生接线错误。

6-3 怎样改变三相异步电动机的转向？

由三相异步电动机的工作原理可知，电动机的旋转方向（即转子的旋转方向）与三相定子绕组产生的旋转磁场的旋转方向相同。倘若要想改变电动机的旋转方向，只要改变旋转磁场的旋转方向就可实现。即只要调换三相电动机中任意两根电源线的位置，就能达到改变三相异步电动机旋转方向的目的，如图 6-3 所示。

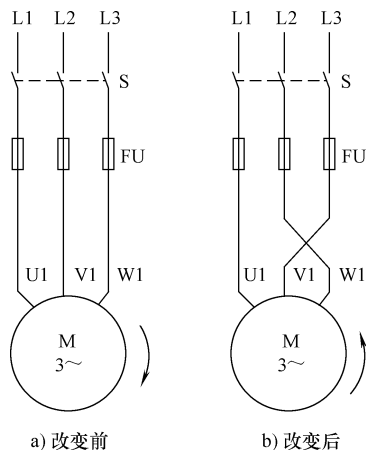


图 6-3 改变三相异步电动机旋转方向的方法

6-4 单相异步电动机应如何接线？

单相异步电动机最常用的分类方法，是按起动方法进行分类的。不同类型的单相异步电动机，产生旋转磁场的方法也不同，常见的有以下几种：①单相电容分相起动异步电动机；②单相电阻分相起动异步电动机；③单相电容运转异步电动机；④单相电容起动与运转异步电动机；⑤单相罩极式异步电动机。

常用单相异步电动机的接线原理见表 6-1。

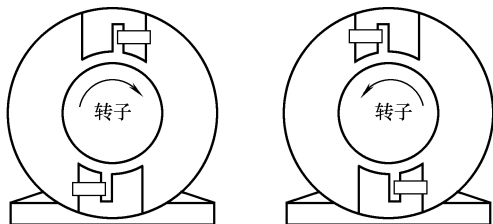
表 6-1 单相异步电动机的接线原理

电动机类型	电阻启动	电容启动	电容运转	电容启动与运转	罩极式
基本系列代号	YU(JZ、BO、BO2)	YC(JY、CO、CO2)	YY(JX、DO、DO2)	YL	YJ
接线原理图	U1 主绕组 副绕组 Z2 Z1 U2 启动开关	U1 主绕组 副绕组 Z2 Z1 U2 启动开关 启动电容	U1 主绕组 副绕组 Z2 Z1 U2 工作电容	U1 主绕组 副绕组 Z2 Z1 U2 启动电容 启动开关 工作电容	U1 主绕组 副绕组 Z2 Z1 U2 短路绕组

6-5 怎样改变单相异步电动机的转向？

1) 改变分相式单相异步电动机转向的方法：分相式单相异步电动机旋转磁场的旋转方向与主、副绕组中电流的相位有关，由具有超前电流的绕组的轴线转向具有滞后电流的绕组的轴线。如果需要改变分相式单相异步电动机的转向，可把主、副绕组中任意一套绕组的首尾端对调一下，接到电源上即可。

2) 改变罩极式单相异步电动机转向的方法：罩极式单相异步电动机旋转磁场的旋转方向是从磁通领先相绕组的轴线转向磁通落后相绕组的轴线，这也就是电动机转子的旋转方向。因此，罩极式单相异步电动机转子的转向总是从磁极的未罩部分转向被罩部分，即使改变电源的接线，也不能改变电动机的转向。如果需要改变罩极式单相异步电动机的转向，则需要把电动机拆开，将电动机的定子或转子反向安装，才可以改变其旋转方向，如图 6-4 所示。



a) 掉头前转子为顺时针方向旋转 b) 掉头后转子为逆时针方向旋转

图 6-4 将定子掉头装配来改变罩极式单相异步电动机的转向

6-6 搬运电动机时应注意什么？

搬运电动机时，应注意不应使电动机受到损伤、受潮或弄脏。

如果电动机由制造厂装箱运来，在没有运到安装地点前，不

要打开包装箱，宜将电动机存放在干燥的仓库内，也可以放置室外，但应有防雨、防潮、防尘等措施。

中小型电动机从汽车或其他运输工具上卸下来时，可使用起重机械；如果没有起重机械设备，可在地面与汽车间搭斜板，慢慢滑下来。但必须用绳子将机身拖住，以防滑动太快或滑出木板。

重量在 100kg 以下的小型电动机，可以用铁棒穿过电动机上的吊环，由人力搬运，但不能用绳子套在电动机的带轮或转轴上，也不要穿过电动机的端盖孔来抬电动机。搬运中所用的机具、绳索、杠棒必须牢固，不能有丝毫马虎。如果搬运中使电动机转轴弯曲扭坏，使电动机内部结构变动，将直接影响电动机使用，而且修复很困难。

6-7 怎样选择电动机的安装地点？

选择电动机的安装地点时一般应注意：

- 1) 尽量安装在干燥、灰尘较少的地方；
- 2) 尽量安装在通风较好的地方；
- 3) 尽量安装在较宽敞的地方，以便进行日常操作与维修。

6-8 安装电动机前应做哪些检查工作？

电动机安装之前应进行仔细检查和清扫。

- 1) 检查电动机的功率、型号、电压等应与设计相符。
- 2) 检查电动机的外壳应无损伤，风罩风叶应完好。
- 3) 转子转动应灵活，无碰卡声，轴向窜动不应超过规定的范围。
- 4) 检查电动机的润滑脂，应无变色、变质及硬化等现象。其性能应符合电动机工作条件。
- 5) 拆开接线盒，用万用表测量三相绕组是否断路。引出线鼻子的焊接或压接应良好，编号应齐全。
- 6) 使用绝缘电阻表测量电动机的各相绕组之间以及各相绕

组与机壳之间的绝缘电阻，如果电动机的额定电压在 500V 以下，则使用 500V 绝缘电阻表测量，其绝缘电阻值不得小于 $0.5\text{M}\Omega$ ，如果不能满足要求应对电动机进行干燥。

7) 对于绕线转子电动机需检查电刷的提升装置。提升装置应标有“起动”、“运行”的标志，动作顺序是先短路集电环，然后提升电刷。

电动机在检查中，如有下列之一时，应进行抽心检查：

- ① 出厂日期超过制造厂保证期限者；
- ② 经外观检查或电气试验，质量有可疑时；
- ③ 开启式电动机经端部检查有可疑时；
- ④ 试运转时有异常情况者。

6-9 怎样制作电动机底座基础？

1) 电动机底座基础的建造 电动机底座的基础一般用混凝土浇注而成，底座墩的形状如图 6-5 所示。座墩的尺寸要求： H 一般为 $100 \sim 150\text{mm}$ ，具体高度应根据电动机规格、传动方法和安装条件来决定； B 和 L 的尺寸应根据底板或电动机机座尺寸来定，但四周一般要放出 $50 \sim 250\text{mm}$ 裕度，通常外加 100mm ；基础的深度一般按地脚螺栓长度的 $1.5 \sim 2$ 倍选取，以保证埋设地脚螺栓时，有足够的强度。

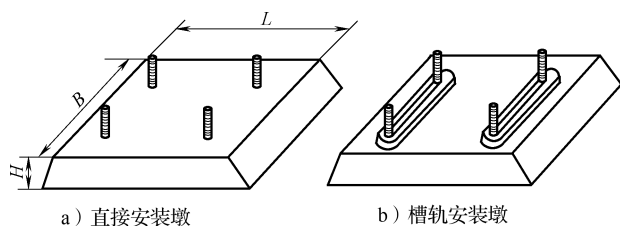


图 6-5 电动机的安装座墩

2) 地脚螺栓的埋设方法 为了保证地脚螺栓埋得牢固，通常将地脚螺栓做成人字形或弯钩形，如图 6-6 所示。地脚螺栓埋

设时，埋入混凝土的长度一般不小于螺栓直径的 10 倍，人字开口和弯钩形的长度约是埋入混凝土内长度的一半。

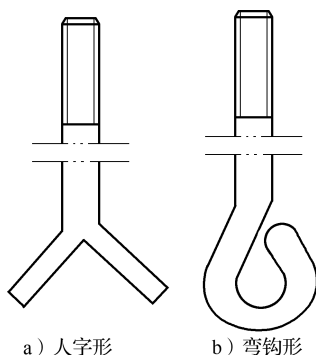


图 6-6 预埋的地脚螺栓

6-10 怎样安装电动机？

安装电动机时，重量在 100kg 以下的小型电动机，可用人力抬到基础上；比较重的电动机，应用起重机或滑轮来安装，但要小心轻放，不要使电动机受到损伤。为了防止振动，安装时应在电动机与基础之间垫衬一层质地坚韧的木板或硬橡皮等防振物；四个地脚螺栓上均要套弹簧垫圈；拧螺母时要按对角交错次序逐个拧紧，每个螺母要拧得一样紧。电动机在基础上的安装如图 6-7 所示。

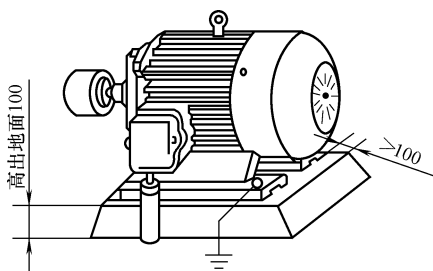


图 6-7 电动机在基础上的安装

穿导线的钢管应在浇注混凝土前埋好，连接电动机一端的钢管，管口离地不得低于 100mm，并应使它尽量接近电动机的接线盒，如图 6-8 所示。

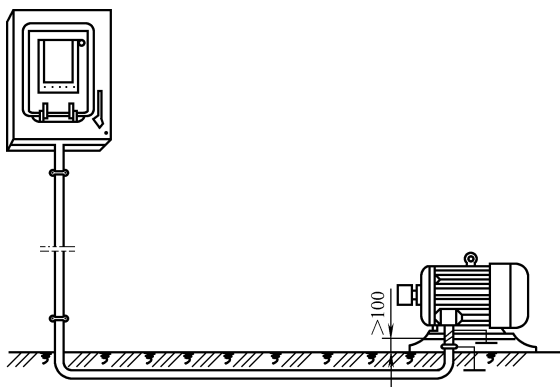


图 6-8 钢管埋入混凝土内

6-11 如何安装和校正传动装置？

1) 水平校正 电动机在基础上安放好后，首先检查水平情况。通常用水准仪（水平仪）来校正电动机的纵向和横向水平。如果不平，可用 0.5 ~ 5mm 的钢片垫在机座下，直到符合要求为止。注意：不能用木片或竹片来代替，以免在拧紧螺母或电动机运行中木片竹片变形碎裂。校正好水平后，再校正传动装置。

2) 带传动的校正 用带传动时，首先要使电动机带轮的轴与被传动物带轮的轴保持平行；其次两个带轮宽度的中心线应在一条直线上。若两个带轮的宽度相同，校正时可在带轮的侧面进行，将一根细线拉直并紧靠两个带轮的端面，如图 6-9 所示，若细线均接触 A、B、C、D 四点，则带轮已校正好，否则应进行校正。

3) 联轴器传动的校正 以被传动的机器为基准调整联轴器，使两联轴器的轴线重合，同时使两联轴器的端面平行。

校准联轴器可用钢直尺进行校正,如图 6-10 所示。将钢直尺搁在联轴器上,分别测量纵向水平间隙 a 和轴向间隙 b ,再用手将电动机端的联轴器转动,每转动 90° 测量一次 a 与 b 的数值。若各位置上测得的 a 、 b 值不同,应在机座下加垫或减垫。这样重复几次,调整后测得的 a 、 b 值在联轴器转动 360° 时不变即可。两联轴器容许轴向间隙 b 值应符合表 6-2 的规定。

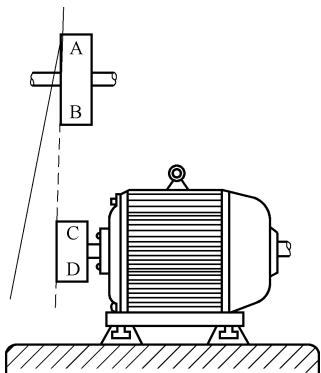


图 6-9 带轮传动的校正方法

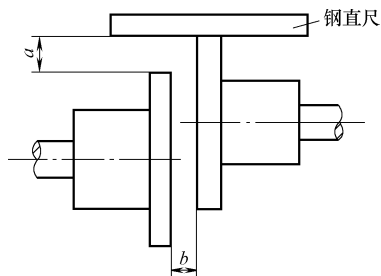


图 6-10 用钢直尺校正联轴器

表 6-2 两联轴器容许轴向间隙

联轴器直径/mm	90 ~ 140	140 ~ 260	260 ~ 500
容许轴向间隙/mm	2.5	2.5 ~ 4	4 ~ 6

4) 齿轮传动的校正 电动机轴与被传动机器的轴应保持平行。两齿轮轴是否平行,可以通过塞尺检查两齿轮的间隙来确定,如间隙均匀,说明两轴已平行。否则,需重新校正。一般齿轮啮合程度可用颜色印迹法来检查,应使齿轮接触部分不小于齿宽的 $2/3$ 。

6-12 如何用绝缘电阻表测量电动机的绝缘电阻?

用绝缘电阻表测量电动机绝缘电阻的方法如图 6-11 所示,测量步骤如下:

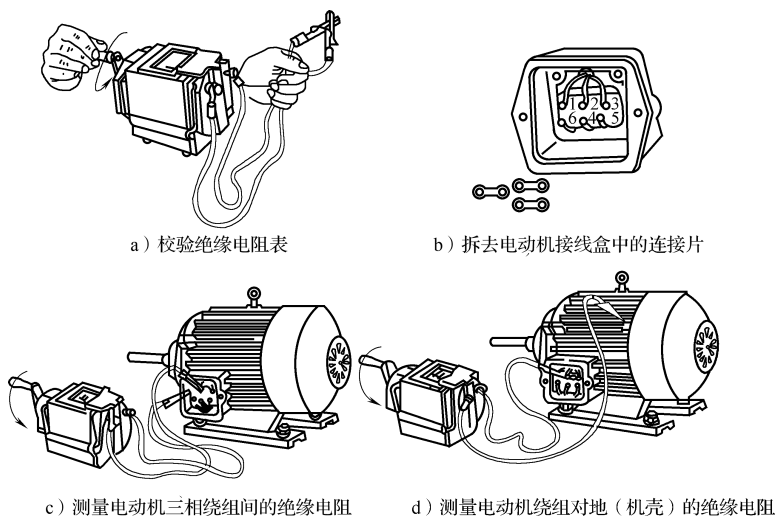


图 6-11 用绝缘电阻表测量电动机的绝缘电阻

1) 校验绝缘电阻表：把绝缘电阻表放平，将绝缘电阻表测试端短路，并慢慢摇动绝缘电阻表的手柄，指针应指在“0”位置上；然后将测试端开路，再摇动手柄（约 120r/min），指针应指在“∞”位置上。测量时，应将绝缘电阻表平置放稳，摇动手柄的速度应均匀。

2) 将电动机接线盒内的连接片拆去。

3) 测量电动机三相绕组之间的绝缘电阻。将两个测试夹分别接到任意两相绕组的端点，以 120r/min 左右的匀速摇动绝缘电阻表 1min 后，读取绝缘电阻表指针稳定的指示值。

4) 用同样的方法，依次测量每相绕组与机壳的绝缘电阻。但应注意，绝缘电阻表上标有“E”或“接地”的接线柱应接到机壳上无绝缘的地方。

测量单相异步电动机的绝缘电阻时，应将电容器拆下（或短接），以防将电容器击穿。

6-13 如何用数字绝缘电阻测量仪测量电动机的绝缘电阻?

1. 绝缘电阻测试方法步骤

1) 测试线与插座的连接。将带测试棒（红色）的测试线的插头插入仪表的插座 L，将带大测试夹子的测试线的插头插入仪表的插座 E。将带表笔（表笔上带夹子）的测试线的插头插入仪表的插座 G。

2) 测试接线。根据被测电气设备或电路进行接线，一般仪表的插座 E 的接线为接地线；插座 L 的接线为线路线；插座 G 的接线为屏蔽线，接在被测试品的表面（如电缆芯线的绝缘层上），以防止表面泄漏电流影响测试阻抗，从而影响测量准确度。接线时应先将转换开关置于“POWER OFF”位置，然后把大测试夹子接到被测设备的地端，带表笔的小夹子接到绝缘物表面，红色高压测试棒接线路或被测极上。

3) 额定电压选择。根据被测电气设备或电路的额定电压等级选择与之相适应的测试电压等级，这点与指针式绝缘电阻表是一样的。HDT2060 绝缘电阻测量仪有 100V、250V、500V、1000V，4 档电压；HDT2061 绝缘电阻测量仪有 500V、1000V、2000V、2500V，4 档电压。可以通过旋转开关进行选择。

4) 测试操作。当把测试线与被测设备或电路连接好了以后，按一下高压开关“PUSH”，此时“PUSH ON”的红色指示灯点亮，表示测试用高压输出已经接通。当测试开始后，液晶显示屏显示读数，所显示的数字即为被测设备或电路的绝缘电阻值。如果按下高压开关后，指示灯不亮，说明电池容量不足或电池连接有问題（例如极性连接有错误或接触不良）。

5) 关机。测试完毕后，按一下高压开关“PUSH”，此时“PUSH ON”的红色指示灯熄灭，表示测试高压输出已经断开。将转换开关置于“POWER OFF”位置，液晶显示屏无显示。对大电感及电容性负载，还应先将测试品上的残余电荷泄放干净，以防残余电荷放电伤人，再拆下测试线。至此测试工作结束。

2. 数字绝缘电阻测量仪使用安全注意事项

1) 小心高压电击。当绝缘电阻测试完毕，应对被测物品进行放电，直到听不到放电声和看不到火花为止。

2) 在测量过程中，不可触摸被测的物品，小心高压电击。

3) 测量物品的绝缘电阻时，被测试品不应带电，所以在测试前应使测试品充分放电，并确认被测试品安全接地。

4) 测量绝缘电阻时，要防止外界电压加入测试回路。

5) 在测试开始前，要检查转换开关的位置及测试线的连接是否紧密。

6) 每次测量完毕，应将转换开关置于“POWER OFF”位置。

7) 仪表长期不用时，须将电池取出，防止电池漏液腐蚀线路或元器件。应将仪表存放在干燥、无尘、无腐蚀性气体、通风良好的场所。

6-14 新安装或长期停用的电动机投入运行前应做哪些检查？

1) 用绝缘电阻表检查电动机绕组之间与及绕组对地（机壳）的绝缘电阻。通常对额定电压为 380V 的电动机，采用 500V 绝缘电阻表测量，其绝缘电阻值不得小于 $0.5\text{M}\Omega$ ，否则应进行烘干处理。

2) 按电动机铭牌的技术数据，检查电动机的额定功率是否合适，检查电动机的额定电压、额定频率与电源电压及频率是否相符。并检查电动机的接法是否与铭牌所标一致。

3) 检查电动机轴承是否有润滑油，滑动轴承是否达到规定油位。

4) 检查熔体的额定电流是否符合要求，起动设备的接线是否正确，起动装置是否灵活，有无卡滞现象，触头的接触是否良好。使用自耦变压器减压起动时，还应检查自耦变压器抽头是否选得合适，自耦变压器减压起动器是否缺油，油质是否合格等。

5) 检查电动机基础是否稳固, 螺栓是否拧紧。

6) 检查电动机机座、电源线钢管以及起动设备的金属外壳接地是否可靠。

7) 对于绕线转子三相异步电动机, 还应检查电刷及提刷装置是否灵活、正常。检查电刷与集电环接触是否良好, 电刷压力是否合适。

6-15 什么是低压电器?

电器是指能够根据外界的要求或所施加的信号, 自动或手动地接通或断开电路, 从而连续或断续地改变电路的参数或状态, 以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测和调节的电气设备。简单地说, 电器就是接通或断开电路或调节、控制、保护电路和设备的电工器具或装置。电器按工作电压高低可分为高压电器和低压电器两大类。

低压电器通常是指用于交流 50Hz (或 60Hz)、额定电压为 1200V 及以下、直流额定电压为 1500V 及以下的电路内起通断、保护、控制或调节作用的电器。

目前, 低压电器在工农业生产和人们的日常生活中有着非常广泛的应用, 低压电器的特点是品种多、用量大、用途广。

6-16 怎样对低压电器进行检查?

设备开箱检查应符合下列要求:

1) 部件完整, 瓷件应清洁, 不应有裂纹和伤痕。动作灵活、准确。

2) 控制器及主令控制器应转动灵活, 触头有足够的压力。

3) 接触器、磁力起动器及断路器的接触面应平整, 触头应有足够的压力, 接触良好。

4) 刀开关及熔断器的固定触头的钳口应有足够的压力。刀开关合闸时, 各触刀的动作应一致。熔断器的熔丝或熔片应压紧, 不应有损伤。



5) 变阻器的传动装置、终端开关及信号联锁接点的动作应灵活、准确。滑动触头与固定触头间应有足够的压力,接触良好。

6) 电磁铁。制动电磁铁的铁心表面应洁净,无锈蚀。铁心吸至最终端时,不应有剧烈的冲击。交流电磁铁在带电时应无异常的响声。

7) 绝缘电阻的测量:触头在断开位置时,同极的进线与出线端之间;触头在闭合位置时,不同极的带电部件之间;各带电部分与金属外壳之间的绝缘电阻值。

测量绝缘电阻使用的绝缘电阻表电压等级及所测得的绝缘电阻应符合:GB 50150—2006《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》的规定。

6-17 低压电器的安装原则是什么?

1) 低压电器应水平或垂直安装,特殊形式的低压电器应按产品说明的要求进行。

2) 低压电器应安装牢固、整齐,其位置应便于操作和检修。在振动场所安装低压电器时,应有防振措施。

3) 在有易燃、易爆、腐蚀性气体的场所,应采用防爆等特殊类型的低压电器。

4) 在多尘和潮湿及人易触碰和露天场所,应采用封闭型的低压电器,若采用开启式的低压电器应加保护箱。

5) 一般情况下,低压电器的静触头应接电源,动触头接负载。

6) 落地安装的低压电器,其底部应高出地面 100mm。

7) 安装低压电器的盘面上,一般应标明安装设备的名称及回路编号或路别。

6-18 什么是刀开关?怎样安装刀开关?

刀开关是一种结构比较简单的开关电器,它只能进行手动操作,主要用于各种配电设备和供电线路,可作为非频繁地接通和

分断容量不太大的低压供电线路之用。当能满足隔离功能要求时，刀开关也可用来隔离电源。

刀开关由手柄、触刀、静插座（简称插座）、铰链支座和绝缘底板所组成。同一般开关电器比较，刀开关的触刀相当于动触头，而静插座相当于静触头。

安装刀开关时应注意：

1) 刀开关应垂直安装在开关板上，并要使静插座位于上方。若静插座位于下方，则当刀开关的触刀拉开时，如果铰链支座松动，触刀等运动部件可能会在自重作用下向下掉落，同静插座接触，发生误动作而造成严重事故。

2) 电源进线应接在开关上方的静触头进线座，接负载的引出线应接在开关下方的出线座，不能接反，否则更换熔体时易发生触电事故。

3) 动触头与静触头要有足够的压力、接触应良好，双投刀开关在分闸位置时，触刀应能可靠固定。

4) 安装杠杆操作机构时，应合理调节杠杆长度，使操作灵活可靠。

5) 合闸时要保证开关的三相同步，各相接触良好。

6-19 什么是开启式负荷开关？怎样安装开启式负荷开关？

开启式负荷开关又叫胶盖瓷底刀开关（俗称胶盖闸），是由刀开关和熔丝组合而成的一种电器。开启式负荷开关主要由瓷质手柄、触刀（又称动触头）、触刀座、进线座、出线座、熔丝、瓷底座、上胶盖、下胶盖及紧固螺母等零件装配而成。各系列产品的结构只是在胶盖方面有些不同，如有的上胶盖做成半圆形，有利于熄灭电弧；下胶盖则做成平的。

安装开启式负荷开关时应注意：

1) 开启式负荷开关必须垂直地安装在控制屏或开关板上，并使进线座在上方（即在合闸状态时，手柄应向上），不准横装或倒装，更不允许将负荷开关放在地上使用。

2) 接线时, 电源进线应接在上端进线座, 而用电负载应接在下端出线座。这样当开关断开时, 触刀和熔丝上均不带电, 以保证换装熔丝时的安全。

3) 刀开关和进出线的连接螺钉应牢固可靠、接触良好, 否则接触处温度会明显升高, 引起发热甚至发生事故。

6-20 什么是封闭式负荷开关? 怎样安装封闭式负荷开关?

封闭式负荷开关俗称铁壳开关 (因为封闭式负荷开关的早期产品, 都带有一个铸铁外壳, 所以又称为铁壳开关。现在, 铸铁外壳早已被结构轻巧的薄钢板冲压外壳所取代, 但其习称仍然被沿用着), 简称负荷开关, 它是由刀开关和熔断器组合而成的一种电器。

封闭式负荷开关主要由触头及灭弧系统、熔断器以及操作机构等三部分共装于一个防护外壳内构成。其结构主要由触刀、触刀座、熔断器、铁壳、速断弹簧、转轴和手柄等组成。

安装封闭式负荷开关时应注意:

1) 尽管封闭式负荷开关设有联锁装置以防止操作人员触电, 但仍应当注意按照规定进行安装。开关必须垂直安装在配电板上, 安装高度以安全和操作方便为原则, 严禁倒装和横装, 更不允许放在地上, 以免发生危险。

2) 开关的金属外壳应可靠接地或接零, 严禁在开关上方放置金属零件, 以免掉入开关内部发生相间短路事故。

3) 开关的进出线应穿过开关的进出线孔并加装橡胶垫圈, 以防检修时因漏电而发生危险。

4) 接线时, 应将电源线牢靠地接在电源进线座的接线端子上, 如果接错了将会给检修工作带来不安全因素。

5) 保证开关外壳完好无损, 机械联锁正确。

6-21 什么是组合开关? 怎样安装和使用组合开关?

组合开关 (又称转换开关) 实质上也是一种刀开关, 只不

过一般刀开关的操作手柄是在垂直于其安装面的平面内向上或向下转动的。而组合开关的操作手柄则是在平行于其安装面的平面内向左或向右转动而已。组合开关由于其可实现多组触头组合而得名，实际上是一种转换开关。

组合开关主要由接线柱、绝缘杆、手柄、转轴、弹簧、凸轮、绝缘垫板、动触头、静触头等部件组成。当手柄每转过一定角度，就带动与转轴固定的动触头分别与对应的静触头接通和断开。组合开关转轴上装有扭簧储能机构，可使开关迅速接通与断开，其通断速度与手柄旋转速度无关。

组合开关安装使用时应注意下列事项：

- 1) 组合开关安装时，应使手柄保持水平旋转位置为宜；
- 2) 由于组合开关通断能力较低，故不能用来分断故障电流；用作电动机正反转控制时，必须在电动机完全停止转动后，才能反向接通电源；
- 3) 当负载功率因数较低时，组合开关的容量应降低使用，否则影响使用寿命。

6-22 熔断器有哪些类型？安装熔断器时应注意什么？

熔断器是在低压电路及电动机控制电路中作过载和短路保护用的电器，主要由熔体和安装熔体底座等组成。

安装熔断器时应注意：

- 1) 安装前，应检查熔断器的额定电压是否大于或等于线路的额定电压，熔断器的额定分断能力是否大于线路中预期的短路电流，熔体的额定电流是否小于或等于熔断器支持件的额定电流。
- 2) 熔断器一般应垂直安装，应保证熔体与触刀以及触刀与刀座的接触良好，并能防止电弧飞落到临近带电部分上。
- 3) 安装时应注意不要让熔体受到机械损伤，以免因熔体截面变小而发生误动作。
- 4) 安装时应注意使熔断器周围介质温度与被保护对象周围

介质温度尽可能一致，以免保护特性产生误差。

5) 安装必须可靠，以免有一相接触不良，出现相当于一相断路的情况，致使电动机因断相运行而烧毁。

6) 安装带有熔断指示器的熔断器时，指示器的方向应装在便于观察的位置。

7) 熔断器两端的连接线应连接可靠，螺钉应拧紧。

8) 两熔断器间的距离应留有手拧的空间，不宜过近。熔断器的安装位置应便于更换熔体。

9) 安装螺旋式熔断器时，熔断器的下接线板的接线端应在上方，并与电源线连接。连接金属螺纹壳体的接线端应装在下方，并与用电设备相连，这样更换熔体时螺纹壳体上就不会带电，以保证人身安全。

6-23 什么是断路器？安装断路器时应注意什么？

断路器曾称自动开关，断路器是一种可以自动切断故障线路的保护开关。按规定条件，断路器可以对配电电路、电动机或其他用电设备实行通断操作并起保护作用，即当电路内出现过载、短路或欠电压等情况时能自动分断电路。在正常情况下还可以用于不频繁地接通和断开电路以及控制电动机的起动和停止。

安装低压断路器时应注意以下几点：

1) 安装前应先检查断路器的规格是否符合使用要求。

2) 安装前先用 500V 绝缘电阻表（厚称兆欧表）检查断路器的绝缘电阻，在周围空气温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 50% ~ 70% 时，绝缘电阻应不小于 $10\text{M}\Omega$ ，否则应烘干。

3) 安装时，电源进线应接于上母线，用户的负载侧出线应接于下母线。

4) 安装时，断路器底座应垂直于水平位置，并用螺钉固定紧，且断路器应安装平整，不应有附加机械应力。

5) 外部母线与断路器连接时，应在接近断路器母线处加以固定，以免各种机械应力传递到断路器上。

6) 安装时,应考虑断路器的飞弧距离,即在灭弧罩上部应留有飞弧空间,并保证外装灭弧室至相邻电器的导电部分和接地部分的安全距离。

7) 在进行电气连接时,电路中应无电压。

8) 断路器应可靠接地。

9) 必须安装附带的隔弧板,装上后方可运行,以防止切断电路因产生电弧而引起相间短路。

10) 安装完毕后,应使用手柄或其他传动装置检查断路器工作的准确性和可靠性。如检查脱扣器能否在规定的动作值范围内动作,电磁操作机构是否可靠闭合,可动部件有无卡阻现象等。

6-24 什么是接触器? 怎样安装接触器?

接触器是指仅有一个起始位置,能接通、承载和分断正常电路条件(包括过载运行条件)下的电流的一种非手动操作的机械开关电器。它可用于远距离频繁地接通和分断交、直流主电路和大容量控制电路,具有动作快、控制容量大、使用安全方便、能频繁操作和远距离操作等优点,主要用于控制交、直流电动机,也可用于控制小型发电机、电热装置、电焊机和电容器组等设备,是电力拖动自动控制电路中使用最广泛的一种低压电器元件。

交流接触器的结构主要由触头系统、电磁机构、灭弧装置和其他部分组成。

1. 接触器安装前注意事项

1) 接触器在安装前应认真检查接触器的铭牌数据是否符合电路要求;线圈工作电压是否与电源工作电压相配合;

2) 接触器外观应良好,无机械损伤;活动部件应灵活,无卡滞现象;

3) 检查灭弧罩有无破裂、损伤;

4) 检查各极主触头的动作是否同步;触头的开距、超程、

初压力和终压力是否符合要求；

5) 用万用表检查接触器线圈有无断线、短路现象；

6) 用绝缘电阻表检测主触头间的相间绝缘电阻，一般应大于 $10\text{M}\Omega$ ；

2. 接触器安装时注意事项

1) 安装时，接触器的底面应与地面垂直，倾斜度应小于 5° ；

2) 安装时，应注意留有适当的飞弧空间，以免烧损相邻电器；

3) 在确定安装位置时，还应考虑到日常检查和维修方便性；

4) 安装应牢固，接线应可靠，螺钉应加装弹簧垫和平垫圈，以防松脱和振动；

5) 灭弧罩应安装良好，不得在灭弧罩破损或无灭弧罩的情况下将接触器投入使用；

6) 安装完毕后，应检查有无零件或杂物掉落在接触器上或内部，检查接触器的接线是否正确，还应在不带负载的情况下检测接触器的性能是否合格；

7) 接触器的触头表面应经常保持清洁，不允许涂油。

6-25 什么是时间继电器？时间继电器有哪些类型？

时间继电器是一种自得到动作信号起至触头动作或输出电路产生跳跃式改变有一定延时，该延时又符合其准确度要求的继电器，即从得到输入信号（线圈的通电或断电）开始，经过一定的延时后才输出信号（触头的闭合或断开）的继电器。时间继电器被广泛应用于电动机的起动控制和各种自动控制系统。

时间继电器的种类很多，主要有以下类型：

1. 按动作原理分类

有电磁式、同步电动机式、空气阻尼式、晶体管式（又称电子式）等。

1) 电磁式时间继电器结构简单、价格低廉,但延时较短(例如JT3型延时时间只有 $0.3 \sim 5.5\text{s}$),且只能用于直流断电延时。

2) 同步电动机式时间继电器(又称电动机式或电动式时间继电器)的延时精确度高、延时范围大(有的可达几十小时),但价格较昂贵。

3) 空气阻尼式时间继电器又称气囊式时间继电器,其结构简单、价格低廉,延时范围较大($0.4 \sim 180\text{s}$),有通电延时和断电延时两种,但延时准确度较低。

4) 晶体管式时间继电器又称电子式时间继电器,其体积小、精度高、可靠性好。晶体管式时间继电器的延时可达几分钟到几十分钟,比空气阻尼式长,比电动机式短;延时精确度比空气阻尼式高,比同步电动机式略低。随着电子技术的发展,其应用越来越广泛。

2. 按延时方式分类

1) 通电延时时间继电器接受输入信号后延迟一定的时间,输出信号才发生变化;当输入信号消失后,输出瞬时复原。

2) 断电延时时间继电器接受输入信号时,瞬时产生相应的输出信号;当输入信号消失后,延迟一定时间,输出才复原。

6-26 怎样选择时间继电器?

1) 时间继电器延时方式有通电延时型和断电延时型两种,因此选用时应确定采用哪种延时方式更方便组成控制线路。

2) 凡对延时精度要求不高的场合,一般宜采用价格较低的电磁阻尼式(电磁式)或空气阻尼式(气囊式)时间继电器;若对延时精度要求较高,则宜采用电动机式或晶体管式时间继电器。

3) 应注意电源参数变化的影响。例如,在电源电压波动大的场合,采用空气阻尼式或电动机式比采用晶体管式好;而在电源频率波动大的场合,则不宜采用电动机式时间继电器。

4) 应注意环境温度变化的影响。通常在环境温度变化较大处,不宜采用空气阻尼式和晶体管式时间继电器。

5) 对操作频率也要加以注意。因为操作频率过高不仅会影响电气寿命,还可能导致延时误动作。

6-27 什么是热继电器?

热继电器是热过载继电器的简称,它是一种利用电流的热效应来切断电路的一种保护电器,常与接触器配合使用,热继电器具有结构简单、体积小、价格低和保护性能好等优点,主要用于电动机的过载保护、断相及电流不平衡运行的保护及其他电气设备发热状态的控制。

双金属片式热继电器由双金属片、加热元件、触头系统及推杆、弹簧、整定值(电流)调节旋钮、复位按钮等组成。

6-28 怎样选择热继电器?

热继电器选用是否得当,直接影响着对电动机进行过载保护的可靠性。通常选用时应按电动机形式、工作环境、起动情况及负载情况等几方面综合加以考虑。

1) 原则上热继电器(热元件)的额定电流等级一般略大于电动机的额定电流。热继电器选定后,再根据电动机的额定电流调整热继电器的整定电流,使整定电流与电动机的额定电流相等。对于过载能力较差的电动机,所选的热继电器的额定电流应适当小一些,并且将整定电流调到是电动机额定电流的 60% ~ 80%。当电动机因带负载起动而起动时间较长或电动机的负载是冲击性的负载(如冲床等)时,则热继电器的整定电流应稍大于电动机的额定电流。

2) 一般情况下可选用两相结构的热继电器。对于电网电压均衡性较差、无人看管的电动机或与大容量电动机共用一组熔断器的电动机,宜选用三相结构的热继电器。定子三相绕组为三角形联结的电动机,应采用有断相保护的三元件热继电器作过载和

断相保护。

3) 热继电器的工作环境温度与被保护设备的环境温度的差别不应超出 $15 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

4) 对于工作时间较短、间歇时间较长的电动机（例如，摇臂钻床的摇臂升降电动机等），以及虽然长期工作，但过载可能性很小的电动机（例如，排风机电动机等），可以不设过载保护。

5) 双金属片式热继电器一般用于轻载、不频繁起动电动机的过载保护。对于重载、频繁起动的电动机，则可用过电流继电器（延时动作型的）作它的过载和短路保护。因为热元件受热变形需要时间，故热继电器不能作短路保护。

6-29 怎样安装和使用热继电器？

安装和使用热继电器的方法如下：

1) 热继电器必须按产品使用说明书的规定进行安装。当它与其他电器装在一起时，应将其装在其他电器的下方，以免其动作特性受到其他电器发热的影响。

2) 热继电器的连接导线应符合规定要求。

3) 安装时，应清除触头表面等部位的尘垢，以免影响继电器的动作性能。

4) 运行前，应检查接线和螺钉是否牢固可靠，动作机构是否灵活、正常。

5) 运行前，还要检查其整定电流是否符合要求。

6) 若热继电器动作后必须对电动机和设备状况进行检查，为防止热继电器再次脱扣，一般采用手动复位；而对于易发生过载的场合，一般采用自动复位。

7) 对于点动、重载起动，连续正反转及反接制动运行的电动机，一般不宜使用热继电器。

8) 使用中，应定期清除污垢，双金属片上的锈斑，可用布蘸汽油轻轻擦拭。



6-30 什么是按钮？怎样安装和使用按钮？

按钮是一种短间接通或断开小电流电路的手动控制器，一般用于电路中发出起动或停止指令，以控制电磁起动器、接触器、继电器等电器线圈电流的接通或断开，再由它们去控制主电路。按钮也可用于信号装置的控制。

安装与使用按钮时应注意以下几点：

1) 按钮安装在面板上时，应布置整齐，排列合理，如根据电动机起动的先后次序，从上到下或从左到右排列。

2) 同一个机床运动部件的几种不同的工作状态（如上、下、前、后、左、右、松、紧等），应使每一对相反状态的按钮安装在一组。

3) 为了应付紧急情况，当按钮板上安装的按钮较多时，应采用红色蘑菇头的总停按钮，且应安装在显眼而容易操作的地方。

4) 按钮安装时应牢固，接线时用红色按钮作停止用，绿色或黑色表示起动或通电。

5) 由于按钮的触头间距较小，如有油污等极易发生短路故障，故应经常保持触头的整洁。

6-31 什么是行程开关？怎样安装和使用行程开关？

在生产机械中，常需要控制某些运动部件的行程，或运动一定行程使其停止，或在一定行程内自动返回或自动循环。这种控制机械行程的方式叫“行程控制”或“限位控制”。

行程开关又叫限位开关或位置开关。它是实现行程控制的小电流（5A 以下）主令电器，其作用与控制按钮相同，只是其触头的动作不是靠手按动，而是利用机械运动部件的碰撞使触头动作，即将机械信号转换为电信号，通过控制其他电器来控制运动部件的行程大小、运动方向或进行限位保护。

行程开关主要由滚轮、杠杆、转轴、凸轮、撞块、调节螺

钉、微动开关和复位弹簧等部件组成。

行程开关安装与使用时应注意以下几点：

1) 行程开关安装时位置要准确，否则不能达到行程控制和限位控制的目的。

2) 由于行程开关一般都安装在生产机械的运动部分，在使用中有些行程开关经常动作，螺钉容易松动而造成控制失灵，所以应定期进行检查螺钉是否松动。

3) 有时由于灰尘或油污进入开关，引起动作不灵活，甚至接不通电路，因此要定期检查行程开关，进行检修和清除油垢和灰尘，清理触头，经常检查动作是否灵活可靠，及时排除故障。

6-32 漏电保护器应当怎样连接？

照明线路的插座支路及其他易发生触电危险的支路均需装漏电保护器，一般选用漏电动作电流为 30mA 的漏电保护器，潮湿场所则选用漏电动作电流为 15mA 的漏电保护器。三相三线漏电保护器主要用于电动机的漏电保护，三相四线漏电保护器主要用于照明干线的漏电保护。漏电保护器的接线示意图如图 6-12 所示。

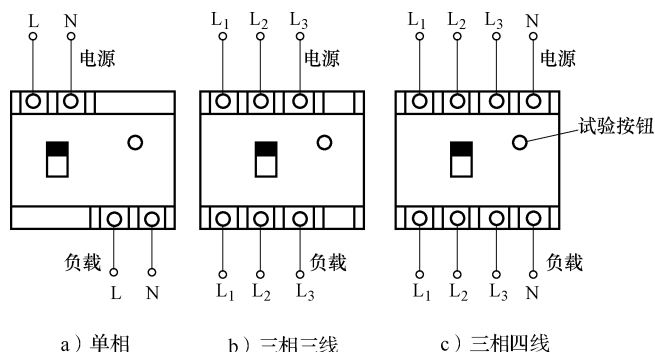


图 6-12 漏电保护器接线示意图

漏电保护器与断路器合为一个整体时，称为漏电断路器。漏电断路器有 1P + N、2P、3P、3P + N、4P 等 5 种形式，1P + N、2P 用于单相线路，3P 用于三相三线线路，3P + N、4P 用于三相四线线路。其接线原理如图 6-13 所示。

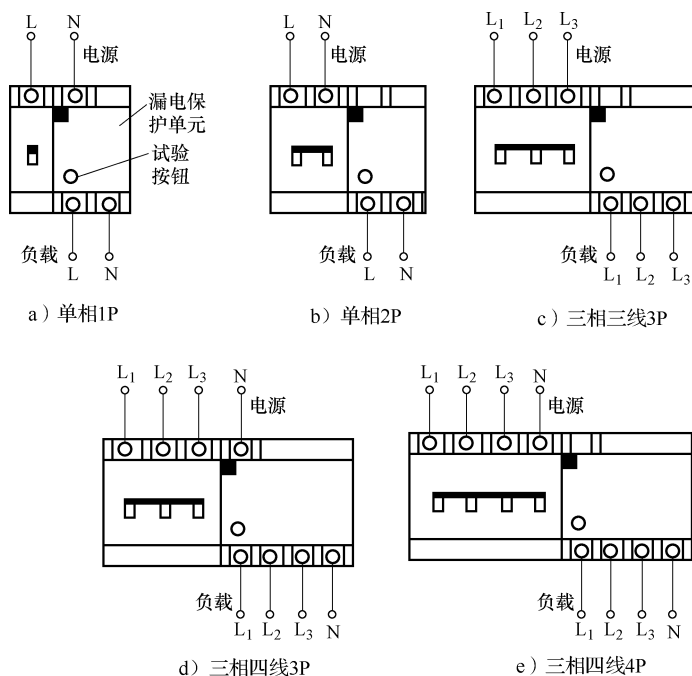


图 6-13 漏电断路器接线示意图

电气照明装置和电风扇

7-1 什么是电光源？常用电光源有哪些类型？

电气照明是指利用一定的装置和设备将电能转换成光能，为人们的日常生活、工作和生产提供的照明。电气照明一般由电光源、灯具、电源开关和控制线路等组成。良好的照明条件是保证安全生产、提高劳动生产率和人的视力健康的必要条件。

光源分为自然光源和人工光源。人工光源（又称电光源）就是利用电能转换成光能的光源。常用照明电光源按发光原理分为热辐射光源和气体放电光源。

- 1) 热辐射光源：包括白炽灯和卤钨灯，适用于需要调光的和要求显色性好的场所。
- 2) 气体放电光源：包括荧光灯、高压汞灯、高压钠灯、低压钠灯、氙灯和金属卤化物灯等；常用气体放电光源的适用场所及举例见表 7-1。

表 7-1 常用气体放电光源的适用场所及举例

光源名称	适用场所	举 例
荧光灯	1) 要求高照度或进行长时间紧张视力工作的场所 2) 需要正确识别色彩的场所 3) 悬挂高度较低（如 4m 以下）的场所 4) 无自然采光或自然采光不足，而人们需要较长时间停留的场所	1) 设计室、阅览室、办公室、教室、医院、商场、主控室等 2) 理化计量室、化学分析室，实验室、精密加工车间等 3) 住宅、旅馆、饭店等 4) 无窗厂房、恒温车间等

(续)

光源名称	适用场所	举 例
高压汞灯	1) 照度要求高、但对光色无特殊要求的场所 2) 有振动的场所 3) 悬挂高度在 4m 及以上的场所	大、中型厂房、仓库、动力站房、露天堆场、厂区道路, 城市一般道路等
高压钠灯	1) 照度要求高、但对光色无特殊要求的场所, 与高压汞灯或金属卤化物灯组成混光照明 2) 有振动的场所 3) 多烟尘的场所	大、中型厂房、铸造、冶金车间、露天堆场、厂区或城市主要道路、广场港口、车站等
金属卤化物灯	要求照度高、对光色有一定要求的场所	体育场、体育馆、工厂高大厂房、广场、车站、码头等

7-2 怎样安装和使用白炽灯?

安装白炽灯时, 每个用户都要装设一组总熔断器或小型断路器, 作为短路保护用。电灯开关应安装在相线(火线)上, 使开关断开时, 电灯灯头不带电, 以免触电。对于螺口灯座, 还应将中性线(零线)与铜螺套连接, 将相线与中心簧片连接。

吊灯的导线应采用绝缘软线, 并应在吊线盒及灯座罩盖内将导线打结, 以免导线线芯直接承受吊灯的重量而被拉断。普通吊灯的安装方法如图 7-1 所示。

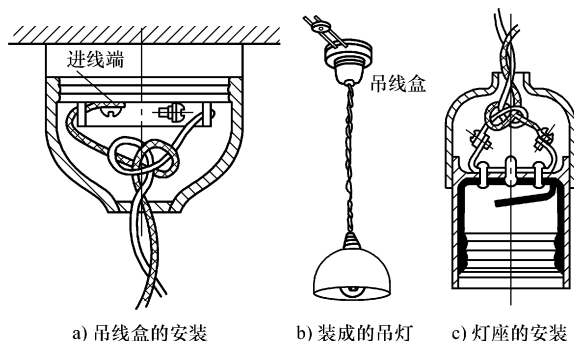


图 7-1 普通吊灯的安装

使用白炽灯时应注意以下几点：

1) 使用时灯泡电压应与电源电压相符；为使灯泡发出的光能得到很好的分布和避免光线刺眼，最好根据照明要求安装反光适度的灯罩；

2) 灯座的形式必须与灯头相一致；

3) 大功率的白炽灯在安装时要考虑以免灯过热而引起玻璃壳与灯头松脱；

4) 灯泡使用在室外时，应有防雨装置，以免灯泡玻璃遇雨破裂；

5) 室内使用时要经常清扫灯泡和灯罩上的灰尘和污物，以保持清洁和亮度；

6) 在拆换和清扫白炽灯泡时，应关闭电灯开关，注意不要触及灯泡螺旋部分，以免触电；

7) 不要用灯泡取暖，更不要用纸张或布遮光。

7-3 什么是荧光灯？安装和使用荧光灯时应注意什么？

荧光灯俗称日光灯，是应用最广的气体放电光源。它是靠汞蒸气电离形成气体放电，导致管壁的荧光物质发光。荧光灯主要由灯管、启动器（辉光启动器）、镇流器、灯座和灯架等组成。双线圈镇流器荧光灯的接线原理图如图 7-2a 所示，采用电子镇流器荧光灯的接线原理图如图 7-2b 所示。

荧光灯的安装形式有多种形式，但一般常采用吸顶式和吊链式。荧光灯的安装示意图如图 7-3 所示。

安装荧光灯时应注意以下几点：

1) 安装荧光灯时，应按图正确接线；

2) 镇流器必须与电源电压、荧光灯功率相匹配，不可混用；

3) 启动器的规格应根据荧光灯的功率大小来决定，启动器应安装在灯架上便于检修的位置；

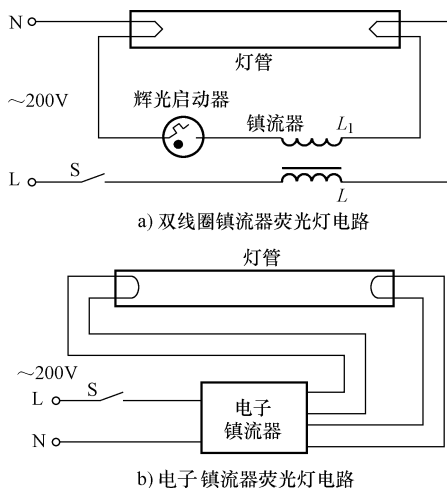


图 7-2 直管形荧光灯的接线原理图

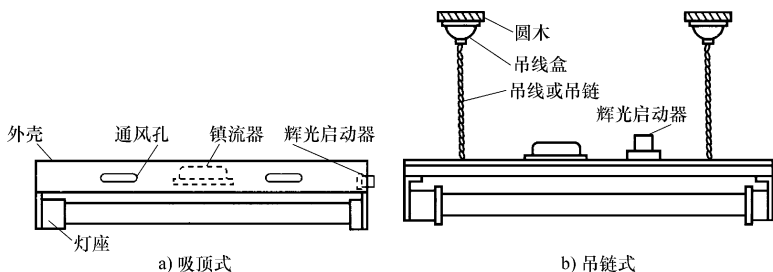


图 7-3 荧光灯的安装示意图

4) 灯管应采用弹簧式或旋转式专用的配套灯座，以保证灯脚与电源线接触良好，并可使灯管固定；不可将电线直接连接在灯脚上；

5) 荧光灯配用电线不应受力，灯架应用吊杆或吊链悬挂；

6) 对环形荧光灯的灯头不能旋转，否则会引起灯丝短路。

使用荧光灯时应注意以下几点：

1) 荧光灯的部件较多,应检查接线是否有误,经检查无误后,方可接电使用;

2) 镇流器在工作中必须注意它的散热;

3) 电源电压变化太大,将影响灯的光效和寿命,一般电压变化不宜超过额定电压的 $\pm 5\%$;

4) 荧光灯工作最适宜的环境温度为 $18 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 。环境温度过高或过低都会造成启动困难和光效下降;

5) 破碎的灯管要及时妥善处理,防止汞害;

6) 荧光灯启动时,其灯丝所涂的能发射电子的物质被加热冲击、发射,以致发生溅散现象(把灯丝表面所涂的氧化物打落)。启动次数越多,所涂的物质消耗越快。因此,使用中尽量减少开关的次数,更不应随意开关灯,以延长使用寿命。

7-4 什么是高压汞灯? 安装和使用高压汞灯时应注意什么?

高压汞灯俗称高压水银灯,它主要是利用高压汞气放电而发光,具有发光效率高(约为白炽灯的3倍)、耐振耐热性能好、耗电低、寿命长等优点,但启辉时间长,适应电源电压波动的能力较差,适用于悬挂高度为5m以上的大面积室内、外照明。

镇流器式高压汞灯由灯头、石英放电管、玻璃外壳等组成。石英放电管内有主电极和启动电极(又称引燃极),并充以汞和氙气。

安装高压汞灯时应注意以下几点:

1) 安装接线时,一定要分清楚高压汞灯是外接镇流器,还是自镇流式。需接镇流器的高压汞灯,镇流器的功率必须与高压汞灯的功率一致,应将镇流器安装在灯具附近人体触及不到的位置,并注意有利于散热和防雨。自镇流式高压汞灯则不必接入镇流器。

2) 高压汞灯以垂直安装为宜,水平安装时,其光通量输出(亮度)要减少7%左右,而且容易自灭。

3) 由于高压汞灯的外玻璃壳温度很高,所以必须安装散热

良好的灯具。否则会影响灯的性能和寿命。

4) 高压汞灯的外玻璃壳破碎后仍能发光,但有大量的紫外线辐射,对人体有害。所以玻璃壳破碎的高压汞灯应立即更换。

5) 高压汞灯的电源电压应尽量保持稳定。当电压降低时,灯就可能自灭,而再行启动点燃的时间较长。所以,高压汞灯不宜接在电压波动较大的线路上。否则应考虑采取调压或稳压措施。

使用高压汞灯时应注意以下几点:

1) 电源电压突然低于额定电压的 20% 时,就有可能造成灯泡自行熄灭。

2) 灯泡点燃后的温度较高,要注意散热。配套的灯具必须具有良好的散热条件,不然会影响灯的性能和寿命。

3) 灯泡熄灭后,须自然冷却 8 ~ 15min,待管内汞气压降低后,方可再启动使用,所以高压汞灯不能用于有迅速点亮要求的场所。

4) 需要更换灯泡时,一定要先断开电源,并待灯泡自然冷却后方可进行。

5) 破碎灯泡要及时妥善处理,防止汞害。

7-5 什么是高压钠灯? 安装和使用高压钠灯时应注意什么?

高压钠灯的结构与高压汞灯相似,它的放电管内充有高压钠蒸气,利用钠气放电发光,其启动过程则与普通荧光灯相似。

钠灯也需要镇流器,其接线和汞灯相同。安装高压钠灯应注意以下几点:

1) 线路电压与钠灯额定电压的偏差不宜大于 $\pm 5\%$;

2) 无外玻璃壳的钠灯有很强的紫外线辐射,故灯具应加玻璃罩;无玻璃罩时,悬挂高度应不低于 14m;

3) 灯的玻璃壳温度较高,安装时必须配用散热良好的灯具;

4) 镇流器的功率必须与钠灯的功率匹配。

使用高压钠灯应注意以下几点：

1) 电源电压的变化不宜大于 $\pm 5\%$ （高压钠灯的管压、功率及光通量，随电压的变化而引起的变化比其他气体放电灯大。当电压升高时，由于管压降增大，容易引起灯的自熄；当电源电压降低时，光通量也随之减少，光色变差）；

2) 配套的灯具应有良好的散热性能，以免受热变形；

3) 灯具的反射光不宜通过灯管，否则会因吸收放射热使灯管温度升高，影响使用寿命；

4) 镇流器必须与灯管配套使用，否则会缩短灯的寿命和启动困难；

5) 因高压钠灯的再启动时间长，故不能用于要求迅速启动的场所。

7-6 什么是卤钨灯？安装和使用卤钨灯时应注意什么？

卤钨灯由灯丝和耐高温的石英玻璃管组成。灯管两端为灯脚，管内中心的螺旋状灯丝安装在灯丝支持架上，在灯管内充有微量的卤元素（碘或溴），其结构如图 7-4 所示。

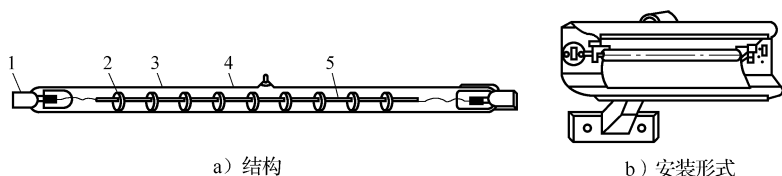


图 7-4 卤钨灯

1—灯脚 2—灯丝支持架 3—石英管 4—碘蒸气 5—灯丝

卤钨灯的接线与白炽灯相同，不需任何附件，安装和使用时应注意以下几点：

1) 电源电压的变化对灯管寿命影响很大，当电压超过额定值的 5% 时，寿命将缩短一半。所以电源电压的波动一般不宜超

过 $\pm 2.5\%$ 。

2) 卤钨灯使用时, 灯管应严格保持在水平位置, 其斜度不得大于 4° , 否则会损坏卤钨的循环, 严重影响灯管的寿命。

3) 卤钨灯不允许采用任何人工冷却措施, 以保证在高温下的卤钨循环。

4) 卤钨灯在正常工作时, 管壁温度高达 $500 \sim 700^\circ\text{C}$, 故卤钨灯应配用成套供应的金属灯架, 并与易燃的厂房结构保持一定距离。

5) 使用前要用酒精擦去灯管外壁的油污, 否则会在高温下形成污斑而降低亮度。

6) 卤钨灯的灯脚引线必须采用耐高温的导线, 不得随意改用普通导线。电源线与灯线的连接须用良好的瓷接头。靠近灯座的导线需套耐高温的瓷套管或玻璃纤维套管。灯脚固定必须良好, 以免灯脚在高温下被氧化。

7) 卤钨灯耐振性较差, 不宜用在振动性较强的场所, 更不能作为移动光源来使用。

7-7 什么是 LED 照明? 怎样安装 LED 照明?

LED 是一种新型半导体固态光源。它是一种不需要钨丝和灯管的颗粒状发光器件。LED 光源凭借环保、节能、寿命长、安全等众多优点, 已成为照明行业的新宠。

LED 与普通二极管一样, 仍然由 PN 结构成, 同样具有单向导电性。LED 工作在正偏状态, 在正向导通时能发光, 所以它是一种把电能转换成光能的半导体器件。

典型的点光源属于高指向性光源。如果将多个 LED 芯片封装在一个面板上, 就构成了面光源, 它仍具有高指向性, 如图 7-5 所示。在一些手电筒中就有采用 LED 面光源的。

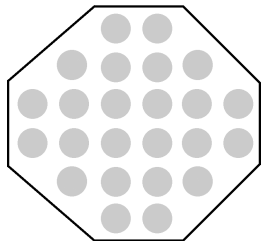


图 7-5 LED 面光源

7-8 使用 LED 时应注意哪些事项?

1) LED 的极性不得反接, 通常引线较长的为正极, 引线较短的是负极。

2) 使用中各项参数不得超过规定极限值。正向电流 I_F 不允许超过极限工作电流 I_{FM} 值, 并且随着环境温度的升高, 必须降低工作电流使用。长期使用时温度不宜超过 $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3) LED 的正常工作电流为 20mA , 电压的微小波动 (如 0.1V) 都将引起电流的大幅度波动 ($10\% \sim 15\%$)。因此, 在电路设计时, 应根据 LED 的压降配对不同的限流电阻, 以保证 LED 处于最佳工作状态。电流过大, LED 会缩短寿命; 电流过小, 达不到所需发光强度。

4) 在发光亮度基本不变的情况下, 采用脉冲电压驱动可以减少耗电。

5) 静电电压和电流的急剧升高将会对 LED 产生损害。严禁徒手触摸白光 LED 的两只引线脚。因为人体的静电会损坏发光二极管的结晶层, 工作一段时间后 (如 10h) 二极管就会失效 (不亮), 严重时甚至会立即失效。

6) 在给 LED 上锡时, 加热锡的装置和电烙铁必须接地, 以防止静电损伤器件, 防静电线最好用直径为 3mm 的裸铜线, 并且终端与电源地线可靠连接。

7) 不要在引脚变形的情况下安装 LED。

8) 在通电情况下, 避免 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上高温作业。如有高温作业, 一定要做好散热工作。

7-9 LED 室内照明安装时应注意哪些事项?

1) 电源电压应当与灯具标示的电压相一致, 特别要注意输入电源是直流还是交流, 电源线路要设置匹配的漏电及过载保护开关, 确保电源的可靠性。

2) LED 灯具在室内安装时, 防水要求与在室外安装基本一

致，同样要求做好产品的防水措施，以防止潮湿空气、腐蚀气体等进入线路。安装时，应仔细检查各个有可能进水的部位，特别是线路接头位置。

3) LED 灯具均自带公、母接头，在灯具相互串接时，先将公、母接头的防水圈安装好，然后将公、母接头对接，确定公、母接头已插到底部后用力锁紧螺母即可。

4) 产品拆开包装后，应认真检查灯具外壳是否有破损，如有破损，请勿点亮 LED 灯具，应采取必要的修复或更换措施。

5) 对于可延伸的 LED 灯具，要注意复核可延伸的最大数量，不可超量串接安装和使用，否则会烧毁控制器或灯具。

6) 灯具安装时，如果遇到玻璃等不可打孔的地方，切不可使用胶水等直接固定，必须架设铁架或铝合金架后用螺钉固定；螺钉固定时不可随意减少螺钉数量，且安装应牢固可靠，不能有飘动、摆动和松脱等现象；切不可安装于易燃、易爆的环境中，并保证 LED 灯具有一定的散热空间。

7) 灯具在搬运及施工安装时，切勿摔、扔、压、拖灯体，切勿用力拉动、弯折延伸接头，以免拉松密封固线口，造成密封不良或内部芯线断路。

7-10 如何进行 LED 灯泡的电气连接？

1) 小功率灯泡的电气连接：小功率 LED 灯泡的安装方法比较简单，一般采用 12V 直流电源供电，在室内需要灯光投射照明或投光点缀照明的地方（如天花板、壁橱），用一根电源线与控制系统（电源）连接，安上一定数量的 LED 灯泡，就可达到目的。MR16 型 LED 灯泡的电气连接方法如图 7-6 所示。

2) 大功率 LED 单元灯泡的电气连接：在室内安装大功率 LED 单元灯泡，一般采用恒流源驱动器供电，也可采用开关电源供电。

采用恒流源驱动器供电的电气连接方法：安装 LU-PC- $\phi 30$ -1W 型大功率单元灯，只需用一根电源线将恒流源驱动器控制系

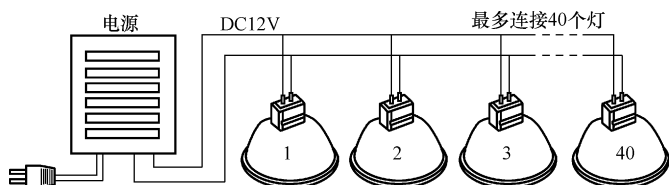


图 7-6 MR16 型 LED 灯泡的电气连接原理图

统相连接即可，安装操纵十分方便，电气连接如图 7-7a 所示。对 LU-PC-1W 型大功率单元灯，也可用恒流源驱动器供电，其电气连接方法如图 7-7b 所示。

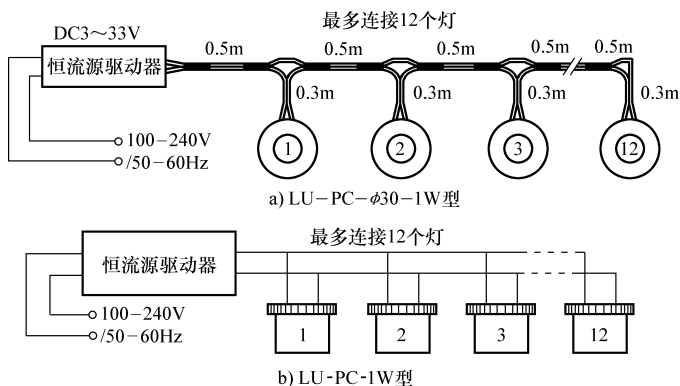


图 7-7 大功率单元灯的电气连接图

采用开关电源供电的电气连接方法：LU-PC-MP12V 型大功率单元灯泡是一种由单个大功率 LED 为单元的灯泡，采用开关电源供电时的电气连接如图 7-8 所示。

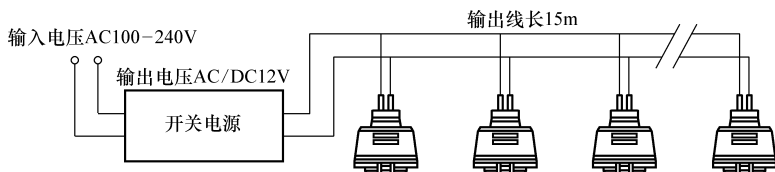


图 7-8 LU-PC-MP12V 型单元灯泡的电气连接图



7-11 什么是照明灯具？常用照明灯具有哪些安装方式？

灯具的作用是固定光源器件（灯管、灯泡等），防护光源器件免受外力损伤，消除或减弱眩光，使光源发出的光线向需要的方向照射，装饰和美化建筑物等。常用灯具按灯具安装方式分类可分为以下几类：

1) 吸顶灯：直接固定在顶棚上的灯具，吸顶灯的形式很多。为防止眩光，吸顶灯多采用乳白玻璃罩，或有晶体花格的玻璃罩，在楼道、走廊、居民住宅应用较多。

2) 悬挂式：用导线、金属链或钢管将灯具悬挂在顶棚上，通常还配用各种灯罩。这是一种应用最多的安装方式。

3) 嵌入顶棚式：有聚光型和散光型，其特点是灯具嵌入顶棚内，使顶棚简洁美观，视线开阔。在大厅、娱乐场所应用较多。

4) 壁灯：用托架将灯具直接安装在墙壁上，通常用于局部照明，也用于房间装饰。

5) 台灯和落地灯（立灯）：用于局部照明的灯具，使用时可移动，也具有一定的装饰性。

常用照明灯具的安装方式如图 7-9 所示。

7-12 安装照明灯具应满足哪些基本要求？

灯具安装时应满足的基本要求如下：

1) 当采用钢管作灯具的吊杆时，钢管内径不应小于 10mm；钢管壁厚不应小于 1.5mm。

2) 吊链灯具的灯线不应受拉力，灯线应与吊链编织在一起。

3) 软线吊灯的软线两端应作保护扣；两端芯线应搪锡。

4) 同一室内或场所成排安装的灯具，其中心线偏差应不大于 5mm。

5) 日光灯和高压汞灯及其附件应配套使用，安装位置应便

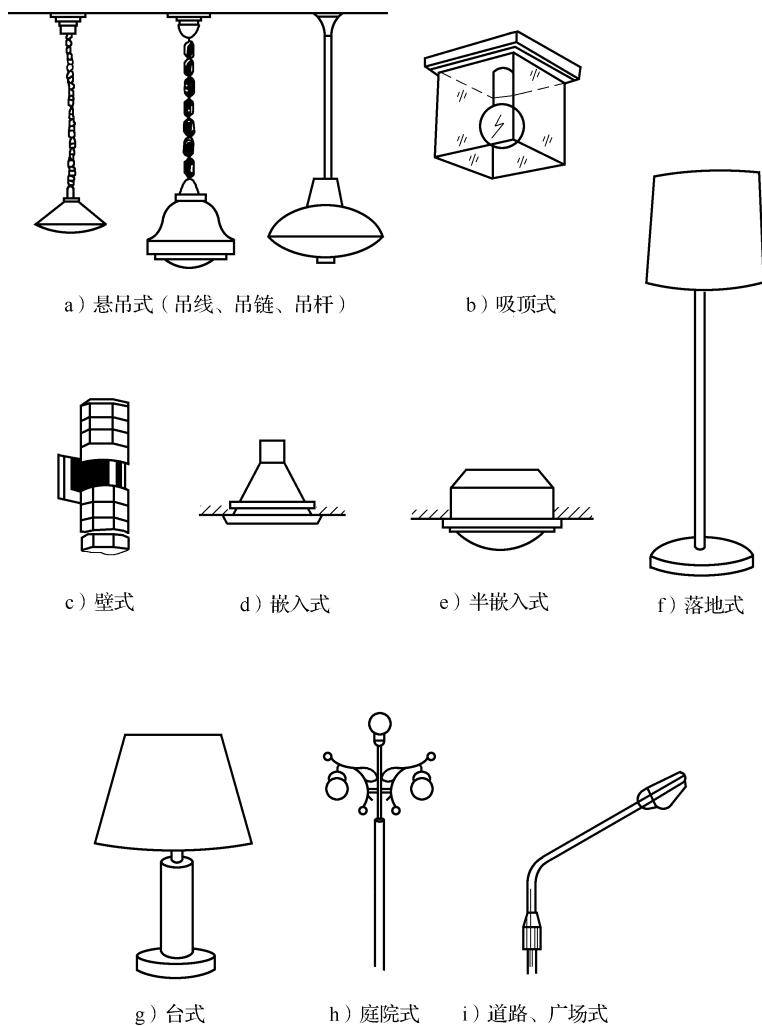


图 7-9 常用照明灯具的安装方式

于检查和维修。

6) 灯具固定应牢固可靠。每个灯具固定用的螺钉或螺栓不应少于 2 个；当绝缘台直径为 75mm 及以下时，可采用 1 个螺钉或螺栓固定。

7) 当吊灯灯具重量大于 3kg 时，应采取预埋吊钩或螺栓固定；当软线吊灯灯具重量大于 1kg 时，应增设吊链。

8) 投光灯的底座及支架应固定牢固，枢轴应沿需要的光轴方向拧紧固定。

9) 固定在移动结构上的灯具，其导线宜敷设在移动构架的内侧；在移动构架活动时，导线不应受拉力和磨损。

10) 公共场所用的应急照明灯和疏散指示灯，应有明显的标志。无专人管理的公共场所照明宜装设自动节能开关。

11) 每套路灯应在相线上装设熔断器。由架空线引入路灯的导线，在灯具入口处应做防水弯。

12) 管内的导线不应有接头。

13) 导线在引入灯具处，应有绝缘保护，同时也不应使其受到应力。

14) 必须接地（或接零）的灯具金属外壳应有专设的接地螺栓和标志，并和地线（零线）妥善连接。

15) 特种灯具（如防爆灯具）的安装应符合有关规定。

7-13 照明灯具应怎样布置？

布置灯具时，应使灯具高度一致、整齐美观。一般情况下，灯具的安装高度应不低于 2m。

1) 均匀布置：均匀布置是将灯具作有规律的匀称排列，从而在工作场所或房间内获得均匀照度的布置方式。均匀布置灯具的方案主要有方形、矩形、菱形等几种，如图 7-10 所示。

均匀布置灯具时，应考虑灯具的距高比（ L/h ）在合适的范围。距高比（ L/h ）是指灯具的水平间距 L 和灯具与工作面的垂直距离 h 的比值。 L/h 的值小灯具密集，照度均匀，经济性差；

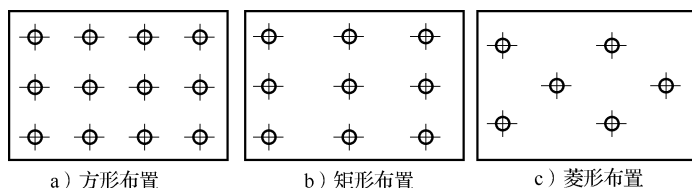


图 7-10 灯具均匀布置示意图

L/h 的值大, 灯具稀疏, 照度不均匀, 灯具投资小。表 7-2 为部分对称灯具的参考距高比值。表 7-3 为荧光灯具的参考距高比值。灯具离墙边的距离一般取灯具水平间距 L 的 $1/2 \sim 1/3$ 。

表 7-2 部分对称灯具的参考距高比值

灯 具 型 式	距高比 L/h 值	
	多 行 布 置	单 行 布 置
配照型灯	1.8	1.8
深照型灯	1.6	1.5
广照型、散照型、圆球形灯	2.3	1.9

表 7-3 荧光灯具的参考距高比值

灯 具 名 称	灯 具 型 号	光源功率/W	距高比 L/h 值		备 注
			A-A	B-B	
简式荧光灯	YG1-1	1×40	1.62	1.22	
	YG2-1	1×40	1.46	1.28	
	YG2-2	2×40	1.33	1.28	
吸顶荧光灯具	YG6-2	2×40	1.48	1.22	
	YG6-3	3×40	1.5	1.26	
嵌入式 荧光灯具	YG15-2	2×40	1.25	1.2	
	YG15-3	3×40	1.07	1.05	

2) 选择布置: 选择布置是把灯具重点布置在有工作面的区域, 保证工作面有足够的照度。当工作区域不大且分散时, 可以

采用这种方式以减少灯具的数量，节省投资。

7-14 如何选择照明线路的导线？

照明线路一般用绝缘电线明敷或暗敷，常用绝缘电线的型号及用途见表 7-4。

表 7-4 常用绝缘电线的型号及用途

电线型号	名 称	主要用途
BV (BLV)	铜 (铝) 芯聚氯乙烯绝缘线	室内固定明、暗敷设
BV-105 (BLV-105)	耐热 105℃ 铜 (铝) 芯聚氯乙烯绝缘线	用于温度较高场所敷设
BVV (BLVV)	铜 (铝) 芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套线	室内直接明敷设
BX (BLX)	铜 (铝) 芯橡胶绝缘线	固定明、暗敷设
BXF (BLXF)	铜 (铝) 芯氯丁橡胶绝缘线	室内、外固定明、暗敷设
BXR	铜芯橡胶绝缘软线	用于 250V 以下移动电器
RV	铜芯聚氯乙烯绝缘软线	用于 250V 以下移动电器、灯头接线
RVB	铜芯聚氯乙烯绝缘扁平软线	用于 250V 以下移动电器
RVS	铜芯聚氯乙烯绝缘软绞线	用于 250V 以下移动电器
RVV	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套软线	用于 250V 以下移动电器
RV-105	耐热 105℃ 铜芯聚氯乙烯绝缘软线	用于 250V 以下移动电器

1) 选择电线的型号：在各类电线中，氯丁橡胶绝缘电线耐老化、耐腐蚀、不延燃；聚氯乙烯绝缘电线价格低，但易老化而变硬；橡胶绝缘电线耐老化但价格较高。选择绝缘电线时，应按

照电线的敷设环境及敷设方式选择电线的型号。

2) 选择电线的截面：选择电线的截面时，一般根据该电线所在线路的实际工作电流进行选择，使电线的允许载流量不小于线路的实际工作电流。常用电线的允许载流量见表 7-5。

表 7-5 聚氯乙烯绝缘导线明敷设的载流量 $\theta_c = 65^\circ\text{C}$ （单位：A）

截面积 /mm ²	BV 铜芯				BLV 铝芯			
	25℃	30℃	35℃	40℃	25℃	30℃	35℃	40℃
1.0	19	17	16	15	—	—	—	—
1.5	24	22	20	18	18	16	15	14
2.5	32	29	27	25	25	23	21	19
4	42	39	36	33	32	29	27	25
6	55	51	47	43	42	39	36	33
10	75	70	64	59	59	55	51	48
16	105	98	90	83	80	74	69	63
25	168	129	119	109	105	98	90	83
35	170	158	147	134	130	121	112	102
50	215	201	185	170	165	154	142	130
70	265	247	229	209	205	191	177	162
95	325	303	281	257	250	233	216	197
120	375	350	324	296	285	266	246	225
150	430	402	371	340	325	303	281	257
185	490	458	423	387	380	355	328	300

查表确定电线截面积时，若出现配电箱的进线和出线截面相同的情况，一般应把进线截面加大一级。只有当查表时，进线的允许载流量远大于其工作电流时，才可以使进线和出线的截面相同。

表 7-5 中，绝缘电线的最高允许工作温度 θ_c 为 65°C ，环境温度（敷设地点最热月平均温度）一般分为 25°C 、 30°C 、 35°C 、

40℃四级，查表时应按实际情况在相应等级中查找电线所对应的最大允许载流量。

7-15 吊灯应怎样安装?

小型吊灯在吊棚上安装时，必须在吊棚主龙骨上设灯具紧固装置，将吊灯通过连接件悬挂在紧固装置上。紧固装置与主龙骨的连接应可靠，有时需要在支持点处对称加设建筑物主体与棚面间的吊杆，以抵消灯具加在吊棚上的重力，使吊棚不至于下沉、变形。吊杆上顶棚面最好加套管，这样可以保证顶棚面板的完整。安装时要保证牢固和可靠，如图 7-11 所示。

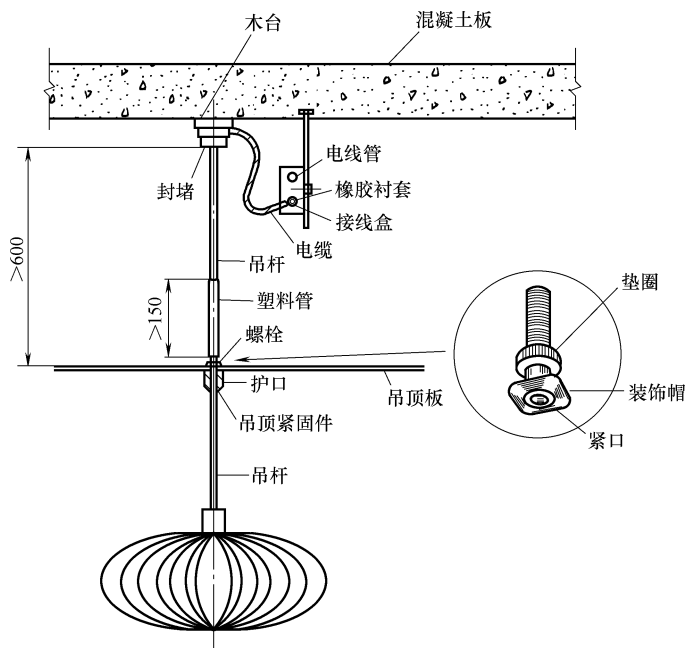


图 7-11 吊灯在顶棚上安装

重量较重的吊灯在混凝土顶棚上安装时，要预埋吊钩或螺栓，或者用膨胀螺栓紧固，如图 7-12 所示。安装时应使吊钩的

承重力大于灯具重量的 14 倍。大型吊灯因体积大、灯体重，必须固定在建筑物的主体棚面上（或具有承重能力的构架上），不允许在轻钢龙骨吊棚上直接安装。采用膨胀螺栓紧固时，膨胀螺栓规格不宜小于 M6，螺栓数量至少要两个，不能采用轻型自攻型膨胀螺钉。

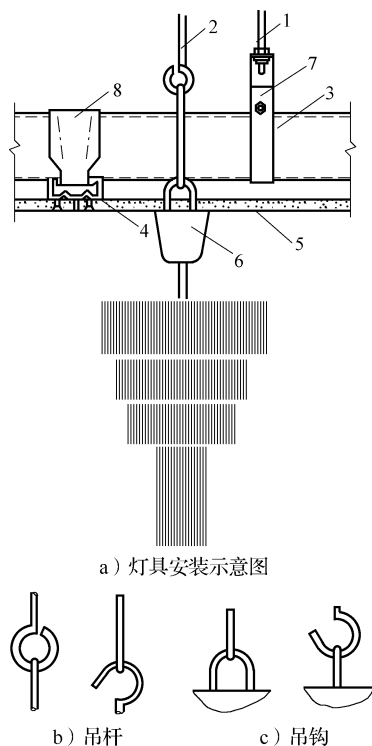


图 7-12 大（重）型吊灯安装

- 1—吊杆 2—灯具吊钩 3—大龙骨 4—中龙骨 5—纸面石膏板 6—灯具
7—大龙骨垂直吊挂件 8—中龙骨垂直吊挂件

7-16 吸顶灯应怎样安装？

吸顶灯在混凝土顶棚上安装时，可以在浇筑混凝土前，根据

图样要求把木砖预埋在里面，也可以安装金属膨胀螺栓，如图 7-13 所示。在安装灯具时，把灯具的底台用木螺钉安装在预埋木砖上，或者用紧固螺栓将底盘固定在混凝土顶棚的膨胀螺栓上，再把吸顶灯与底台、底盘固定。圆形底盘吸顶灯紧固螺栓数量一般不得少于 3 个；方形或矩形底盘吸顶灯紧固螺栓一般不得少于 4 个。

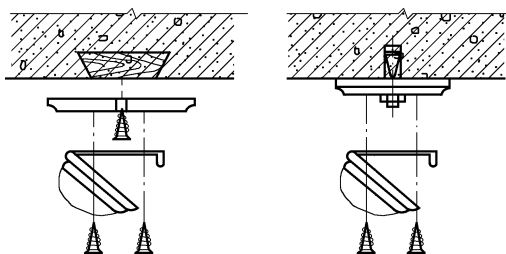


图 7-13 吸顶灯在混凝土顶棚上安装

小型、轻型吸顶灯可以直接安装在吊顶棚上，但不得用吊顶棚的罩面板作为螺钉的紧固基面。安装时应在罩面板的上面加装木方，木方要固定在吊棚的主龙骨上。安装灯具的紧固螺钉拧紧在木方上，如图 7-14 所示。较大型吸顶灯安装，可以用吊杆将灯具底盘等附件装置悬吊固定在建筑物主体顶棚上，或者固定在吊棚的主龙骨上；也可以在轻钢龙骨上紧固灯具附件，而后将吸顶灯安装至吊顶棚上。

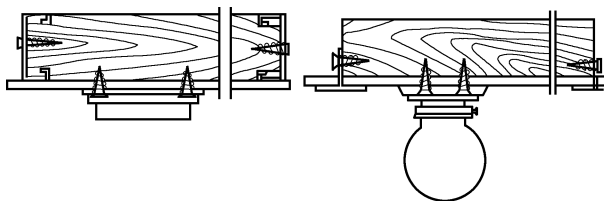


图 7-14 吸顶灯在吊顶上安装

7-17 壁灯应怎样安装?

壁灯一般安装在墙上或柱子上。当装在砖墙上时,一般在砌墙时应预埋木砖,但是禁止用木楔代替木砖。当然也可用预埋金属件或打膨胀螺栓的办法来解决。当采用梯形木砖固定壁灯灯具时,木砖须随墙砌入。

在柱子上安装壁灯,可以在柱子上预埋金属构件或用抱箍将灯具固定在柱子上,也可以用膨胀螺栓固定的方法。壁灯的安装如图 7-15 所示。

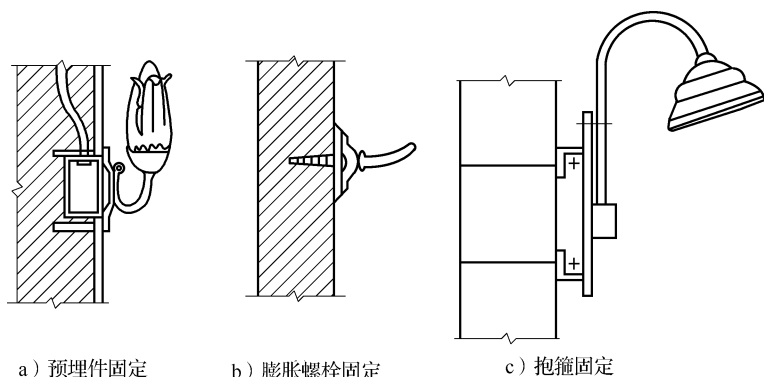


图 7-15 壁灯安装

7-18 安装开关应满足哪些技术要求?

开关的安装位置应便于操作和维修,其安装应符合以下规定:

- 1) 暗装开关距地面高度一般为 1.3m;距门框水平距离,一般为 0.2m。
- 2) 拉线开关距地面高度为 2 ~ 3m,或距顶棚 0.25 ~ 0.3m,距门框边宜为 0.15 ~ 0.2m,如图 7-16 所示。

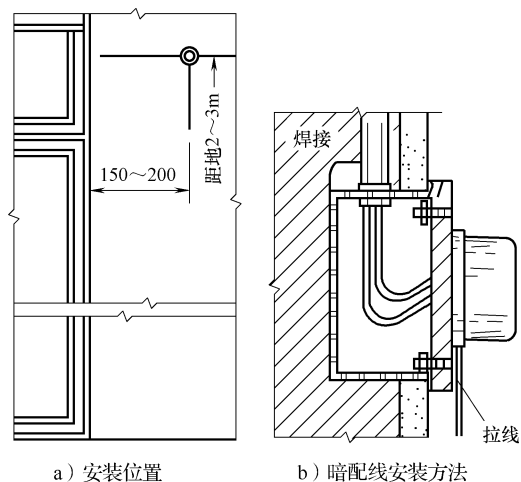


图 7-16 拉线开关安装

3) 为了装饰美观, 并列安装的相同型号开关距地面高度应一致, 高度差不应大于 1mm; 同一室内安装的开关高度差不应大于 5mm。

7-19 暗开关应如何安装?

暗开关有扳把式开关、跷板式开关 (又称活装暗扳把式开关)、延时开关等。与暗开关安装方法相同的还有拉线式暗开关。根据不同布置需要有单联、双联、三联等形式。暗装开关盒如图 7-17 所示。

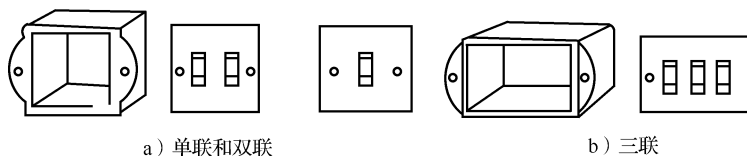


图 7-17 暗装开关盒

暗装跷板式开关安装接线时, 应使开关切断相线, 并应根据

开关跷板或面板上的标志确定面板的装置方向。跷板上有红色标记的应朝下安装。当开关的跷板和面板上无任何标志时，应装成跷板向下按时，开关处于合闸的位置，跷板向上按时，处于断开的位置，即从侧面看跷板上部突出时灯亮，下部突出时灯熄，如图 7-18 所示。

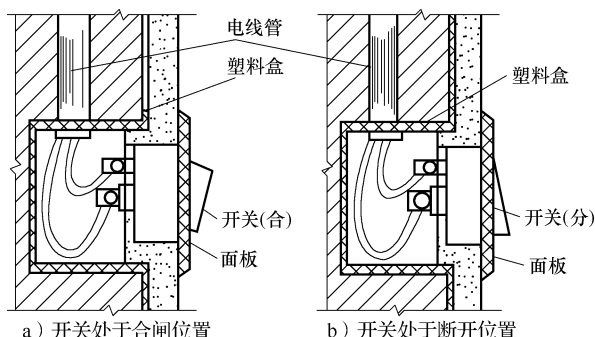


图 7-18 暗装跷板式开关通断位置

7-20 安装插座应满足哪些技术要求？

1) 插座垂直离地高度，明装插座不应低于 1.3m；暗装插座用于生活的允许不低于 0.15m，用于公共场所应不低于 1.3m，并与开关并列安装。

2) 在儿童活动的场所，不应使用低位置插座，应装在不低于 1.3m 的位置上，否则应采取防护措施。

3) 浴室、蒸汽房、游泳池等潮湿场所内应使用专用插座。

4) 空调器的插座电源线，应与照明灯电源线分开敷设，应由配电板或漏电保护器后单独敷设，插座的规格也要比普通照明、电热插座大。一般采用导线截面积不小于 1.5mm^2 的铜芯线。

5) 墙面上各种电器连接插座的安装位置应尽可能靠近被连接的电器，缩短连接线的长度。

7-21 插座应如何接线？

插座是长期带电的电器，是线路中最容易发生故障的地方，插座的接线孔都有一定的排列位置，不能接错，尤其是单相带保护接地（接零）的三极插座，一旦接错，就容易发生触电伤亡事故。暗装插座接线时，应仔细辨别盒内分色导线，正确地与插座进行连接。

插座接线时应面对插座。单相两极插座在垂直排列时，上孔接相线 L，下孔接中性线 N，如图 7-19a 所示。水平排列时，右孔接相线，左孔接中性线，如图 7-19b 所示。

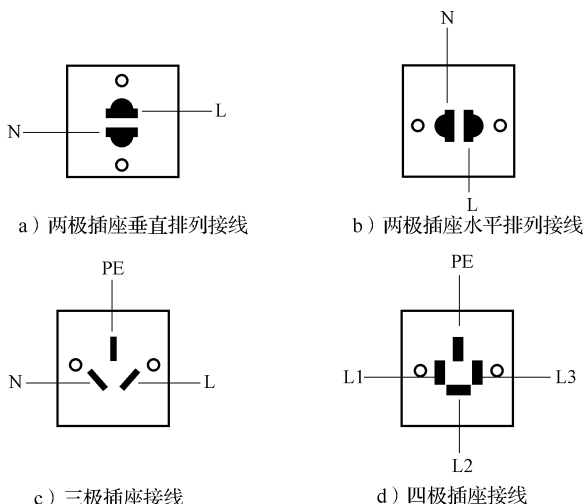


图 7-19 插座的接线

单相三极插座接线时，上孔接保护接地或接零线 PE，右孔接相线 L，左孔接中性线 N 线，如图 7-19c 所示。严禁将上孔与左孔用导线连接。

三相四极插座接线时，上孔接保护接地或接零线 PE，左孔接相线 L1，下孔接相线 L2，右孔也接相线 L3，如图 7-19d

所示。

暗装插座接线完成后，不要马上固定面板，应将盒内导线理顺，依次盘成圆圈状塞入盒内，且不允许盒内导线相碰或损伤导线，面板安装后表面应清洁。

7-22 建筑物彩灯应怎样安装？

1) 建筑物顶部彩灯灯具应使用具有防雨性能的灯具，安装时应将灯罩装紧。

2) 管路应按照明管敷设工艺安装，并应具有防雨水功能。管路连接和进入灯头盒均应采用螺纹连接，螺纹接头应缠防水胶带或缠麻抹铅油，如图 7-20 所示。

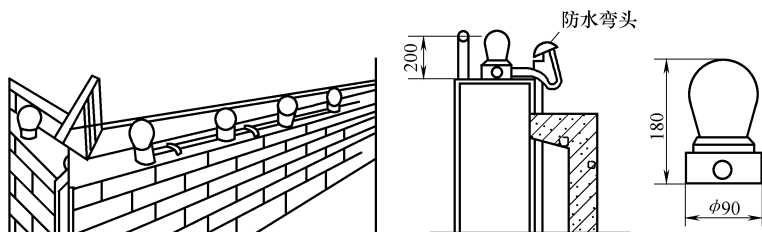


图 7-20 建筑物彩灯安装

3) 垂直彩灯悬挂挑臂应采用 10# 槽钢，开口吊钩螺栓直径 $\geq 10\text{mm}$ ，上、下均附平垫圈，弹簧垫圈、螺母安装紧固。

4) 钢丝绳直径应 $\geq 4.5\text{mm}$ ，底盘可参照拉线底盘安装，底把 $\geq 16\text{mm}$ 圆钢。

5) 布线可参照钢索室外明配线工艺，灯口应采用防水吊线灯口。

6) 金属架构及钢索应做保护接地。

7-23 小型庭院柱灯应怎样安装？

1) 清理预埋管路，穿线及将地脚螺栓用油洗去或刷子刷去锈蚀，必要时应重新套扣。

2) 将灯具安装在钢管柱子（高一般大于 3m，直径不大于 100mm）的顶部，通常灯的底座与灯柱配套。接线同吊灯，并将线穿于柱内引至底部穿出，如图 7-21 所示。

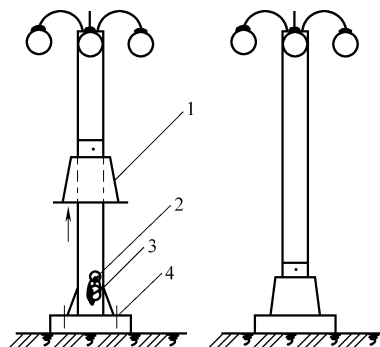


图 7-21 小型庭院柱灯的安装

1—护罩 2—出线口 3—熔断器 4—底座

3) 将底部护罩推上，把瓷插式熔断器用螺钉固定在管外的螺孔上，然后将电线管的线也从孔穿出，并把管立起安装在底座上。

4) 将引来的控制相线（火线）接在熔断器的上端，灯具的控制相线接在熔断器的下端，引来的零线与灯具的零线连接并包扎好，然后把护罩放下，用螺栓固定好。

广场、公路侧大型柱灯常采用水泥电杆或 $\phi 300\text{mm}$ 以上的钢管支撑，护罩多为组合式，安装方法基本同上，柱灯的立柱必须垂直于地面。

7-24 怎样对建筑物照明进行通电试运行？

送电及试灯时应注意以下几点：

- 1) 送电时先合总闸，再合分闸，最后闭合支路开关；
- 2) 试灯时先试支路负载，再试分路，最后试总路；
- 3) 使用熔丝作保护的开关，其熔丝应按负载额定电流的

1.1 倍选择;

4) 送电前应先将总闸、分闸、支路开关全部关掉。

7-25 对施工现场临时照明装置的安装有哪些要求?

临时用电应是暂时、短期和非周期用电。施工现场照明则属于临时照明装置。对施工现场临时照明装置的安装有如下要求:

1) 安装前应检查照明灯具和器材必须绝缘良好, 并应符合现行国家有关标准的规定, 严禁使用绝缘老化或破损的灯具和器材。

2) 照明线路应布线整齐, 室内安装的固定式照明灯具悬挂高度不得低于 2.5m, 室外安装的照明灯具不得低于 3m, 照明系统每一单相回路上应装设熔断器作保护。安装在露天工作场所的照明灯具应选用防水型灯头, 并应单独装设熔断器作保护。

3) 现场办公室、宿舍、工作棚内的照明线, 除橡胶套电缆和塑料护套线外, 均应固定在绝缘子上, 并应分开敷设; 导线穿过墙壁时应套绝缘管。

4) 为防止绝缘降低或绝缘损坏, 照明电源线路不得接触潮湿地面, 也不得接近热源和直接绑挂在金属构架上。

5) 照明开关应控制相线, 不得将相线直接引入灯具。当采用螺口灯头时, 相线应接在中心触头上, 防止产生触电的危险。灯具内的接线必须牢固, 灯具外的接线必须做可靠的绝缘包扎。

6) 照明灯具的金属外壳必须做保护接地或保护接零。灯头的绝缘外壳不得有损伤和漏电。单相回路的照明开关箱(板)内必须装设漏电保护器。

7) 施工现场照明应采用高光效、长寿命的照明光源。照明灯具与易燃物之间应保持一定的安全距离。

8) 暂设工程照明灯具、开关安装位置应符合以下要求:

① 拉线开关距地面高度为 2 ~ 3m, 临时照明灯具宜采用拉线开关; ② 其他开关距地面高度为 1.3m; ③ 严禁在床上装设开关。

9) 对于夜间影响飞机或车辆通行的在建工程或机械设备,

必须设置醒目的红色信号灯，其电源应设在施工现场电源总开关的前侧。

7-26 怎样安装吊扇？

1) 吊扇的安装需要在土建施工中，根据图样预埋吊钩。吊钩不应小于悬挂销钉的直径，且应用不小于 8mm 的圆钢制作。在不同的建筑结构中，吊钩的安装方法也不同。

2) 吊扇的规格、型号必须符合设计要求，并有产品合格证。吊扇叶片应无变形，吊杆长度合适。

3) 组装吊扇时应根据产品说明书进行，注意不要改变扇叶的角度。扇叶的固定螺钉应装防松装置。

4) 吊扇与吊杆之间、吊杆与电动机之间，螺纹联接啮合长度不得小于 20mm，并必须有防松装置。吊扇吊杆上的悬挂销钉必须装设防振橡皮垫，销钉的防松装置应齐全、可靠。

5) 操作工艺安装前检查、清理接线盒，注意检查接线盒预埋安装位置是否接错。

6) 吊扇接线时注意区分导线的颜色，应与系统穿线颜色一致，以区别相线、零线及保护地线。

7) 将吊扇通过减振橡胶耳环挂牢在预埋的吊钩上，吊钩挂上吊扇后，一定要使吊扇的重心和吊钩垂直部分在同一垂线上。吊钩伸出建筑物的长度应以盖住风扇吊杆护罩后能将整个吊钩全部罩住为宜，如图 7-22 所示。

8) 用压接帽接好电源接头，将接头扣于扣碗内，紧贴顶棚后拧紧固定螺钉。按要求安装好扇叶，扇叶距地面高度不应低于 2.5m。

9) 吊扇调速开关安装高度应为 1.3m。同一室内并列安装的吊扇开关高度应一致，且控制有序不错位。

10) 吊扇运转时扇叶不应有明显的颤动和异常声响。

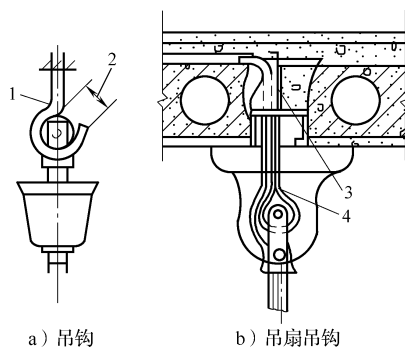


图 7-22 吊扇吊钩安装

1—吊钩曲率半径 2—吊扇橡皮轮直径 3—水泥砂浆 4— $\phi 8\text{mm}$ 圆钢

7-27 怎样安装换气扇?

换气扇一般在公共场所、卫生间及厨房内墙体或窗户上安装。电源插座、控制开关须使用防溅型开关、插座。换气扇在墙上和窗上的安装做法如图 7-23 和图 7-24 所示。

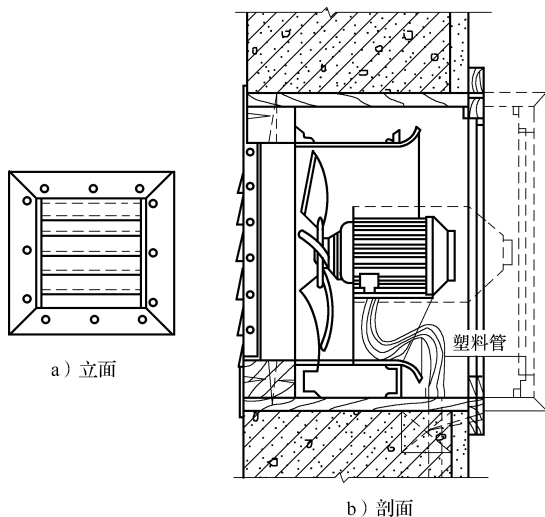


图 7-23 换气扇（三相）在墙上的安装

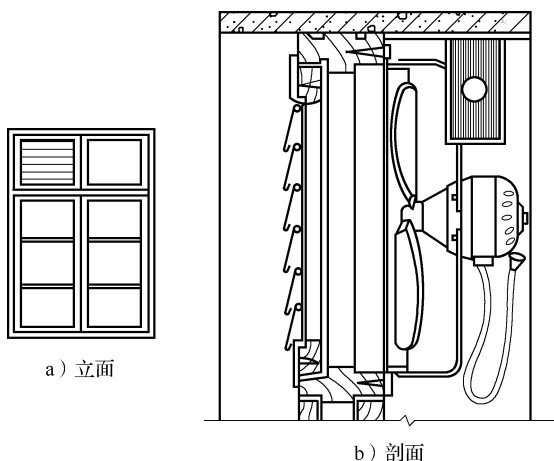


图 7-24 换气扇（单相）在窗上的安装

7-28 怎样安装壁扇？

壁扇底座在墙上采用塑料胀管或膨胀螺栓固定，塑料胀管或膨胀螺栓的数量不应少于 2 个，且直径不应小于 8mm，壁扇底座应固定牢固。在安装的墙壁上找好挂板安装孔和底板钥匙孔的位置，安装好塑料胀管。先拧好底板钥匙孔上的螺钉，把风扇底板的钥匙孔套在墙壁螺钉上，然后用木螺钉把挂板固定在墙壁的塑料胀管上。壁扇的下侧边线距地面高度不宜小于 1.8m，且底座平面的垂直偏差不宜大于 2mm。壁扇的防护罩应扣紧，固定可靠。壁扇在运转时，扇叶和防护罩均不应有明显的颤动和异常声响。

防雷与接地装置

8-1 什么是雷电？

1) 雷电是大气中一种自然气体放电现象：常见的有放电痕迹呈线形或树枝状的线形（或枝状）雷，有时也会出现带形雷、片形雷和球形雷。

2) 雷电有以下特点：① 电压高、电流大、释放能量时间短、破坏性大；② 雷云放电速度快，雷电流的幅值大，但放电持续时间极短，所以雷电流的陡度很高；③ 雷电流的分布是不均匀的，通常是山区多平原少，南方多北方少。

8-2 雷电有什么危害？

1) 直击雷的危害：天空中高电压的雷云，击穿空气层，向大地及建筑物、架空电力线路等高耸物放电的现象，称为直击雷。发生直击雷时，特大的雷电流通过被击物，使被击物燃烧，使架空导线熔化。

2) 感应雷的危害：雷云对地放电时，在雷击点全放电的过程中，位于雷击点附近的导线上将产生感应过电压，它能使电力设备绝缘发生闪络或击穿，造成电力系统停电事故、电力设备的绝缘损坏，使高压电串入低压系统，威胁低压用电设备和人员的安全，还可能发生火灾和爆炸事故。

3) 雷电侵入波的危害：架空电力线路或金属管道等，遭受直击雷后，雷电波就沿着这些击中物传播，这种迅速传播的雷电



波称为雷电侵入波。它可使设备或人遭受雷击。

8-3 防雷的主要措施有哪些？

防雷的重点是各高层建筑、大型公共设施、重要机构的建筑物及变电所等。应根据各部位的防雷要求、建筑物的特征及雷电危害的形式等因素，采取相应的防雷措施。

1) 防直击雷的措施：安装各种形式的接闪器是防直击雷的基本措施。如在通信枢纽、变电所等重要场所及大型建筑物上可安装避雷针，在高层建筑物上可装设避雷带、避雷网等。

2) 防雷电波侵入的措施：雷电波侵入的危害的主要部位是变电所，重点是电力变压器。基本的保护措施是在高压电源进线端装设阀式避雷器。避雷器应尽量靠近变压器安装，其接地线应与变压器低压侧中性点及变压器外壳共同连接在一起后，再与接地装置连接。

3) 防感应雷的措施：防感应雷的基本措施是将建筑物上残留的感应电荷迅速引入大地，常采用的方法是钢筋混凝土屋面的钢筋用引下线与接地装置连接。对防雷要求较高的建筑物，一般采用避雷网防雷。

8-4 什么是接闪器？

接闪器是专门用来接受直接雷击的金属导体。接闪器的功能实质上起引雷作用，将雷电引向自身，为雷云放电提供通路，并将雷电引入大地，从而使被保护物体免遭雷击、免受雷害的一种人工装置。根据使用环境和作用不同，接闪器有避雷针、避雷带和避雷网三种装设形式。

8-5 什么是避雷针？

避雷针其顶端呈针尖状，下端经接地引线与接地装置焊接在一起。避雷针通常安装于被保护物体顶端的突出位置。

单支避雷针的保护范围为一近似的锥体空间，如图 8-1 所

示。由图可见应根据被保护物体的高度和有效保护半径确定避雷针的高度和安装位置,以使被保护物体全部处于保护范围之内。

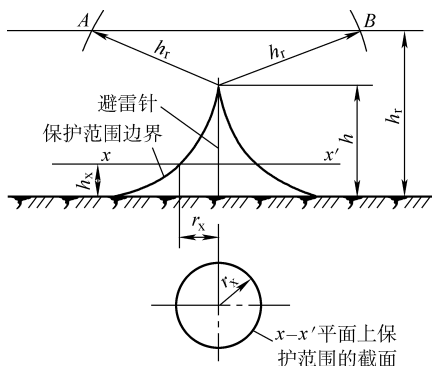


图 8-1 单支避雷针的保护范围

h —避雷针的高度 h_r —滚球半径 h_x —被保护物高度

r_x —在 $x-x'$ 水平面上的保护半径

避雷针通常装设在被保护的建筑物顶部的凸出部位,由于高度总是高于建筑物,所以很容易把雷电流引入其尖端,再经过引下线的接地装置,将雷电流泄入大地,从而使建筑物、构筑物免遭雷击。

8-6 怎样安装避雷针? 安装避雷针时应注意什么?

避雷针一般用圆钢或焊接钢管制成,顶端剔尖。针长 1m 以下时,圆钢直径不得小于 12mm,钢管直径不得小于 20mm;针长为 1~2m 时,圆钢直径不得小于 16mm,钢管直径不得小于 25mm;针长 2m 以上时,采用粗细不同的几节钢管焊接起来。

避雷针通常用木杆或水泥杆支撑,较高的避雷针则采用钢结构架杆支撑,有时也采用钢筋混凝土或钢架构成独立避雷针。避雷针装设在烟囱上方时,由于烟气有腐蚀作用,宜采用直径 20mm 以上的圆钢或直径不小于 40mm 的钢管。

采用避雷针时,应按规定的不同建筑物的防雷级别的滚球半

径 h_r ，用滚球法来确定避雷针的保护范围，建筑物全部处于保护范围之内时就会安全无恙。安装避雷针时应注意以下几点：

1) 构架上的避雷针应与接地网连接，并应在其附近装设集中接地装置。

2) 屋顶上装设的防雷金属网和建筑物顶部的避雷针及金属物体应焊接成一个整体。

3) 照明线路、天线或电话线等严禁架设在独立避雷针的针杆上，以防雷击时，雷电流沿线路侵入室内，危及到人身和设备安全。

4) 避雷针接地引下线连接要焊接可靠，接地装置安装要牢固，接地电阻应符合要求（一般不能超过 10Ω ）。

图 8-2 为避雷针安装方法，表 8-1 为不同针高时的各节尺寸。

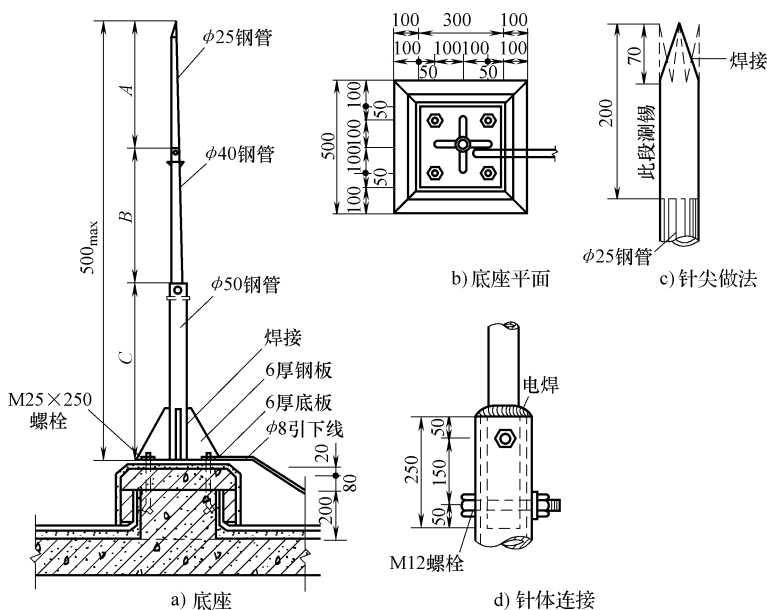


图 8-2 避雷针安装方法

表 8-1 针体各节尺寸表 (单位: mm)

针 全 高		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
各节尺寸	A	1000	2000	1500	1000	1500
	B	—	—	1500	1500	1500
	C	—	—	—	1500	2000

8-7 什么是避雷带? 什么是避雷网?

避雷带是一种沿建筑物顶部凸出部位的边沿敷设的接闪器,对建筑物易受雷击的部位进行保护。一般高层建筑物都装设这种形式的接闪器。

避雷网是用金属导体做成网状的接闪器。它可以看做纵横分布、彼此相连的避雷带。显然避雷网具有更好的防雷性能,多用于重要高层建筑物的防雷保护。

避雷带和避雷网一般采用圆钢制作,也可采用扁钢。

8-8 怎样设置避雷带和避雷网?

1) 避雷带: 避雷带是水平敷设在建筑物的屋脊、屋檐、女儿墙等位置的带状金属线,对建筑物易受雷击部位进行保护。避雷带的做法如图 8-3 所示。

避雷带一般采用镀锌圆钢或扁钢制成,圆钢直径应不小于 8mm;扁钢截面积应不小于 50mm^2 ,厚度应不小于 4mm,在要求较高的场所也可以采用直径 20mm 的镀锌钢管。

避雷带进行安装时,若装于屋顶四周,则应每隔 1m 用支架固定在墙上,转弯处的支架间隔为 0.5m,并应高出屋顶 100 ~ 150mm。若装设于平面屋顶,则需现浇混凝土支座,并预埋支持卡子,混凝土支座间隔 1.5 ~ 2m。

2) 避雷网: 避雷网适用于较重要的建筑物,是用金属导体做成的网格式的接闪器,将建筑物屋面的避雷带(网)、引下线、接地体连接成一个整体的钢铁大网笼。避雷网有全明装、部

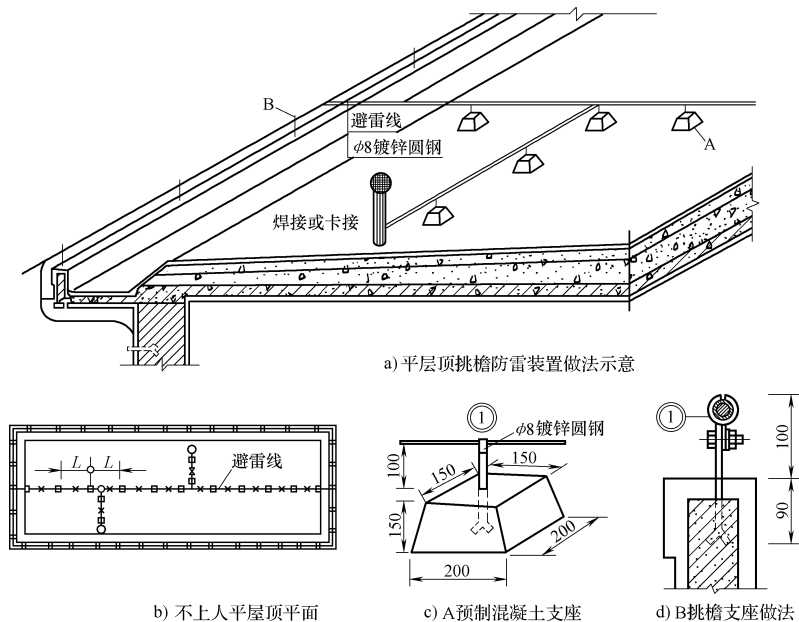


图 8-3 避雷带做法

分明装、全暗装、部分暗装等几种。

工程上常用的是暗装与明装相结合起来的笼式避雷网，将整个建筑物的梁、板、柱、墙内的结构钢筋全部连接起来，再接到接地装置上，就成为一个安全、可靠的笼式避雷系统，如图 8-4 所示。它既经济又节约材料，也不影响建筑物的美观。

避雷网采用截面积应不小于 50mm^2 的圆钢和扁钢，交叉点必须焊接，距屋面的高度一般应不大于 20mm。在框架结构的高层建筑中较多采用避雷网。

8-9 平屋顶建筑物应如何防雷？

目前的建筑物，大多数都采用平屋顶。平屋顶的防雷装置设有避雷网或避雷带，沿屋顶以一定的间距铺设避雷网。屋顶上所有凸起的金属物、构筑物或管道均应与避雷网连接（用 $\phi 8\text{mm}$

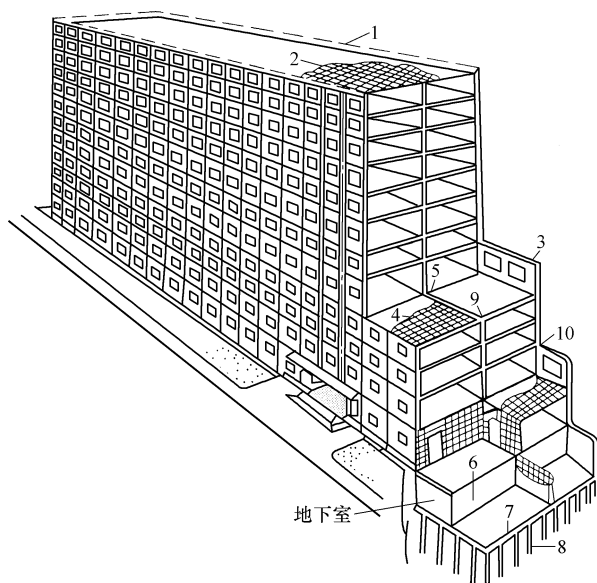


图 8-4 笼式避雷网示意图

1—周圈式避雷带 2—屋面板钢筋 3—外墙板 4—各层楼板 5—内纵墙板
6—内横墙板 7—承台梁 8—基桩 9—内墙板连接点 10—内外墙板钢筋连接点

圆钢)，避雷网的方格不大于 10m（即屋面上任何一点距避雷带不应大于 10m），施工时应按设计尺寸安装，不得任意增大。引下线应不少于两根，各引下线的距离如下：一类建筑不应大于 24m；二类建筑不应大于 30m；三类建筑一般不大于 30m，最大不得超过 40m。

平屋顶上若有灯柱和旗杆，也应将其与整个避雷网（带）连接。

8-10 什么是避雷器？

避雷器主要用于保护发电厂、变电所的电气设备以及架空线路、配电装置等，是用来防护雷电产生的过电压，以免危及被保护设备的绝缘。使用时，避雷器接在被保护设备的电源侧，与被

保护线路或设备相并联，避雷器的接线图如图 8-5 所示。当线路上出现危及设备安全的过电压时，避雷器的火花间隙就被击穿，或由高阻变为低阻，使过电压对地放电，从而保护设备免遭破坏。避雷器的形式主要有阀式避雷器和管式避雷器等。

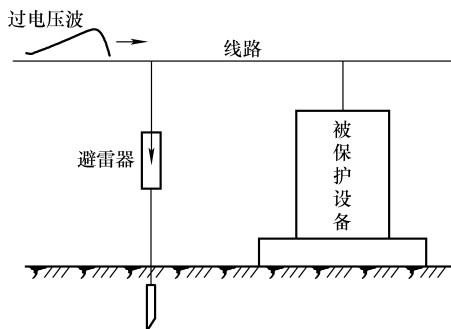


图 8-5 避雷器的接线图

8-11 阀式避雷器由哪几部分组成？它是怎样工作的？

阀式避雷器主要由密封在瓷套内的多个火花间隙和一叠具有非线性电阻特性的阀片（又称阀性电阻盘）串联组成。

阀式避雷器的工作原理：接于电力系统中运行的避雷器，由于火花间隙具有足够的对地绝缘强度，所以它不会被正常的工频电压所击穿，这时阀片就不会通过电流。当电力系统出现了危险的过电压时，火花间隙很快被击穿，使雷电流很容易通过阀片引入大地。这时作用在被保护设备上的电压只是避雷器的残压，从而达到保护电气设备的作用。

8-12 安装阀式避雷器时应注意什么？

1) 安装前应对避雷器进行工频交流耐压试验、直流泄漏试验及绝缘电阻的测定，达不到标准时，不准投入运行。

2) 阀式避雷器的安装，应便于巡视和检查，并应垂直安装不得倾斜，引线要连接牢固，上接线端子不得受力。

3) 阀式避雷器的瓷套应无裂纹, 密封应良好。

4) 阀式避雷器安装位置应尽量靠近被保护设备。避雷器与3~10kV变压器的最大电气距离, 雷雨季节经常运行的单路进线不大于15m, 双路进线不大于23m, 三路进线不大于27m。若大于上述距离时, 应在母线上设阀式避雷器。

5) 安装在变压器台上的阀式避雷器, 其上端引线(即电源线)最好接在跌落式熔断器的下端, 以便与变压器同时投入运行或同时退出运行。

6) 阀式避雷器上、下引线的截面都不得小于规定值, 铜线不小于 16mm^2 , 铝线不小于 25mm^2 , 引线不许有接头, 引下线应附杆而下, 上、下引线不宜过松或过紧。

7) 阀式避雷器接地引下线与被保护设备的金属外壳应可靠地与接地网连接。线路上单组阀式避雷器, 其接地装置的接地电阻不应大于 5Ω 。

8-13 安装管式避雷器时应注意什么?

安装管式避雷器时应注意:

1) 额定断流能力与所保护设备的短路电流相适应。

2) 安装时, 应避免各管式避雷器排出的电离气体相交而造成短路, 但在开口端固定的避雷器, 则允许它排出的电离气体相交。

3) 装设在木杆上的管式避雷器, 一般采用共用的接地装置, 并可与避雷线共用一根接地引下线。

4) 管式避雷器及外部间隙应安装牢固可靠, 以保证管式避雷器运行中的稳定性。

5) 管式避雷器的安装位置应便于巡视和检查, 安装地点的海拔一般不超过1000m。

8-14 什么是接地与接零?

接地与接零是保证电气设备和人身安全用电的重要保护

措施。

所谓接地，就是把电气设备的某部分通过接地装置与大地连接起来。

接零是指在中性点直接接地的三相四线制供电系统中，将电气设备的金属外壳、金属构架等与零线连接起来。

8-15 什么是工作接地、保护接地和重复接地？

1) 工作接地：为了保证电气设备的安全运行，将电路中的某一点（例如变压器的中性点）通过接地装置与大地可靠地连接起来，称为工作接地，工作接地（又称系统接地）如图 8-6a 所示。

2) 保护接地：为了保障人身安全，防止间接触电事故，将电气设备外露可导电部分如金属外壳、金属构架等，通过接地装置与大地可靠连接起来，称为保护接地，如图 8-6b 所示。

对电气设备采取保护接地措施后，如果这些设备因受潮或绝缘损坏而使金属外壳带电，那么电流会通过接地装置流入大地，只要控制好接地电阻的大小，金属外壳的对地电压就会限制在安全数值以内。

3) 重复接地：将中性线上的一点或多点，通过接地装置与大地再次可靠地连接称为重复接地，如图 8-6a 所示。当系统中发生碰壳或接地短路时，能降低中性线的对地电压，并减轻故障程度。重复接地可以从零线上重复接地，也可以从接零设备的金属外壳上重复接地。

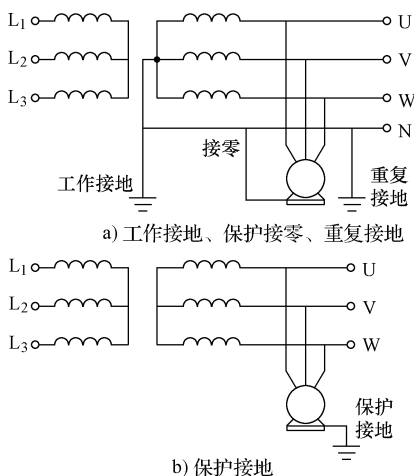


图 8-6 常用接地方式示意图

4) 保护接零：在中性点直接接地的低压电力网中，将电气设备的金属外壳与零线连接，称为保护接零（简称接零）。

8-16 低压配电系统的接地形式有哪几种？

1) TN 接地形式：低压配电系统有一点直接接地，受设备的外露可导电部分通过保护线与接地点连接、按照中性线与保护线组合情况，分为 TN-S、TN-C、TN-C-S 三种接地形式，如图 8-7 所示。图中 PEN 称为保护中性零线，是指中性线 N 和保护零线 PE（又称保护地线或保护线）合用一根导线与变压器中性点相连。

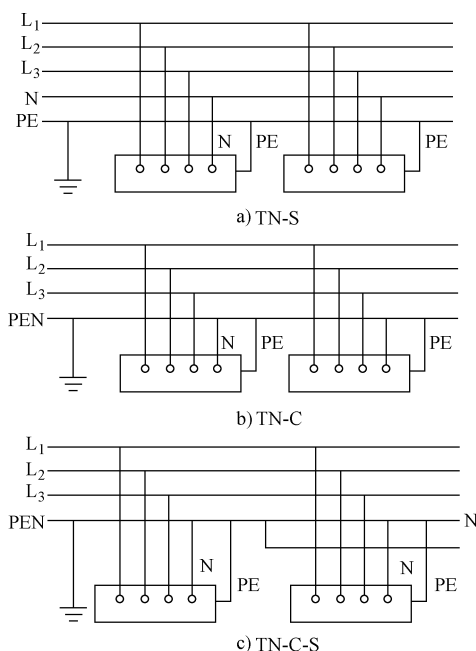


图 8-7 TN 接地形式

其特点和应用见表 8-2。

表 8-2 TN 接地形式的特点及应用

接 地 形 式	特 点	应 用
TN-S (五线制)	用电设备金属外壳接到 PE 线上, 金属外壳对地不呈现高电位, 事故时易切断电源, 比较安全。费用高	环境条件差的场所, 电子设备供电系统
TN-C (四线制)	N 与 PE 合并成 PEN 一线。三相不平衡时, PEN 上有较大的电流, 其截面积应足够大。比较安全, 费用较低	一般场所, 应用较广
TN-C-S (四线半制)	在系统末端, 将 PEN 线分为 PE 和 N 线, 兼有 TN-S 和 TN-C 的某些特点	线路末端环境条件较差的场所

2) TT 接地形式 (直接接地): TT 接地形式如图 8-8 所示。

特点: 用电设备的外露可导电部分采用各自的 PE 接地线; 故障电流较小, 往往不足以使保护装置自动跳闸, 安全性较差。

应用场所: 小负载供电系统。

3) IT 接地形式 (经高阻接地方式): IT 接地形式如图 8-9 所示。

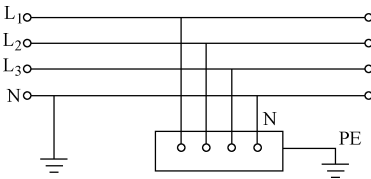


图 8-8 TT 接地形式

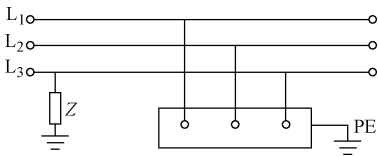


图 8-9 IT 接地形式

特点: 带电金属部分与大地间无直接连接 (或有一点经足够大的阻抗 Z 接地), 因此当发生单相接地故障后, 系统还可短时继续运行。

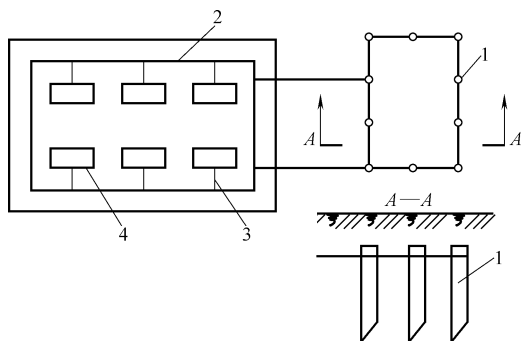
应用场所: 煤矿及工厂用电等希望尽量少停电的系统。

8-17 什么是接地装置?

电气设备的接地体及接地线的总和称为接地装置。

接地体即为埋入地中并直接与大地接触的金属导体。接地体

接地线即为电气设备金属外壳与接地体相连接的导体。接地线又可分为接地干线和接地支线。接地装置的组成如图 8-10 所示。



1—接地体 2—接地干线 3—接地支线 4—电气设备

人工接地体指利用人工方法将专门的金属物体埋设于土壤中，以满足接地要求的接地体。人工接地体绝大部分采用钢管、角钢、扁钢、圆钢制作。人工接地体的最小规格见表 8-3。

材 料	建 筑 物 内	室 外	地 下
圆钢/mm	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 8$
扁钢/mm ²	24	48	48
钢管壁厚/mm	2.5	3.5	3.5
角钢/mm	40 × 40 × 4	40 × 40 × 4	40 × 40 × 4

垂直接地体可采用直径为 40 ~ 50mm 的钢管或用 40mm ×

40mm×4mm 的角钢，下端加工成尖状以利于砸入地下。垂直接地体的长度为 2~3m，但不能短于 2m。垂直接地体一般由两根以上的钢管或角钢组成，或以成排布置，或以环形布置，相邻钢管或角钢之间的距离以不超过 3~5m 为宜。垂直接地体的几种典型布置如图 8-11 所示。

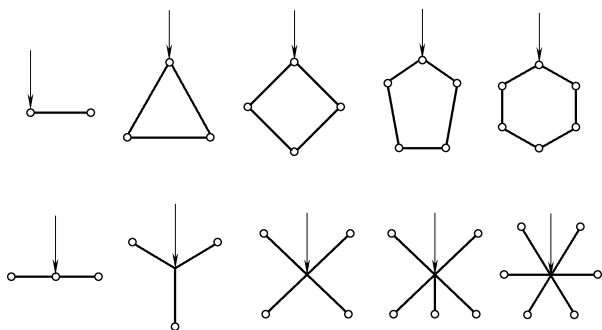


图 8-11 垂直接地体的布置

垂直接地体的安装应在沟挖好后，尽快敷设接地体，以防止塌方。敷设接地体通常采用打桩法将接地体打入地下，如图 8-12

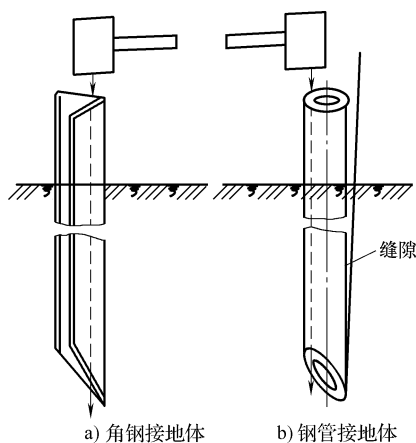


图 8-12 接地体打入土壤情形

所示。接地体应与地面垂直，不得歪斜，有效深度不小于2m；多级接地或接地网的各接地体之间，应保持在2.5m以上的直线距离。

用手锤敲打角钢时，应敲打角钢端面角脊处，锤击力会顺着脊线直传到其下部尖端，容易打入、打直，若是钢管，则锤击力应集中在尖端的切点位置。若接地体与接地线在地面下连接，则应先将接地体与接地线用电焊焊接后埋土夯实。

8-20 如何安装水平接地体？

水平接地体多采用40mm×4mm的扁钢或直径为16mm的圆钢制作，多采用放射形布置，也可以成排布置成带形或环形。水平接地体的几种典型布置如图8-13所示。

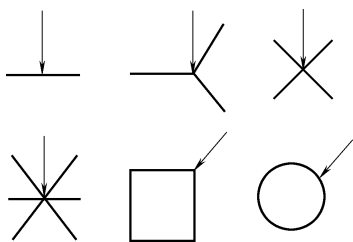


图8-13 水平接地体的布置

水平接地体的安装多用于环绕建筑四周的联合接地，常用40mm×4mm镀锌扁钢，最小截面不应小于100mm²，厚度

不应小于4mm。当接地体沟挖好后，应垂直敷设在地沟内（不应平放），垂直放置时，散流电阻较小，顶部埋设深度距地面不应小于0.6m，水平接地体安装如图8-14所示。水平接地体多根平行敷设时，水平间距不应小于5m。

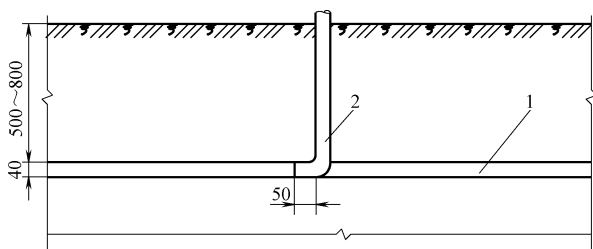


图8-14 水平接地体安装

1—接地体 2—接地线

沿建筑外面四周敷设成闭合环状的水平接地体，可埋设在建筑物散水及灰土基础以外的基础槽边。

将水平接地体直接敷设在基础底坑与土壤接触是不合适的。由于接地体受土的腐蚀极易损坏，被建筑物基础压在下边，给维修带来不便。

8-21 什么是基础接地体？

基础接地体指接地体埋设在地面以下的混凝土基础的接地体。它又可分为自然基础接地体和人工基础接地体两种。当利用钢筋混凝土基础中的其他金属结构物作为接地体时，称为自然基础接地体；当把人工接地体敷设于不加钢筋的混凝土基础时，称为人工基础接地体。

由于混凝土和土壤相似，可以将其视为具有均匀电阻率的“大地”。同时，混凝土存在固有的碱性组合物及吸水特性。因此，近几年来，国内外利用钢筋混凝土基础中的钢筋作为自然基础接地体已经取得较多的经验，故应用较为广泛。

8-22 选择接地装置应注意哪些事项？

1) 每个电气装置的接地，必须用单独的接地线与接地干线相连接或用单独接地线与接地体相连，禁止将几个电气装置接地线串联后与接地干线相连接。

2) 接地线与电气设备、接地总母线或总接地端子应保证可靠的电气连接，当采用螺栓连接时，应采用镀锌件，并设防松螺母或防松垫圈。

3) 接地干线应在不同的两点及以上与接地网相连接，自然接地体应在不同的两点及以上与接地干线或接地网相连接。

4) 当利用电梯轨（吊车轨道等）作接地干线时，应将其连成封闭回路。

5) 当接地体由自然接地体与人工接地体共同组成时，应分开设置连接卡子。自然接地体与人工接地体连接点应不少于

两处。

6) 当采用自然接地体时,在其自然接地体的伸缩处或接头处加接跨接线,以保证良好的电气通路。

7) 接地装置的焊接应采用搭接法,最小搭接长度:扁钢为宽度的2倍,并三面焊接;圆钢为直径的6倍,并两个侧面焊接;圆钢与扁钢连接时,焊接长度为圆钢直径的6倍,两个侧面焊接。焊接必须牢固,焊缝应平直无间断、无气泡、无夹渣;焊缝处应清除干净,并涂刷沥青防腐。接地导体之间的焊接如图8-15所示。

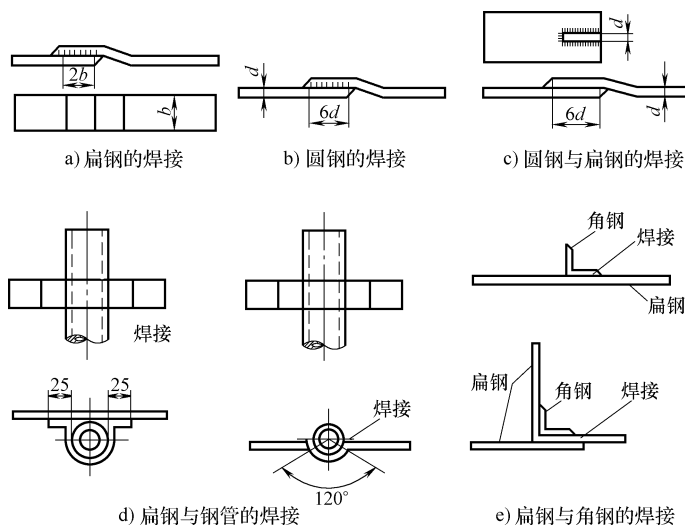


图 8-15 接地导体之间的焊接

8-23 如何安装接地干线?

安装接地干线时要注意以下问题:

1) 安装位置应便于检修,并且不妨碍电气设备的拆卸与检修。

2) 接地干线应水平或垂直敷设,在直线段不应有弯曲

现象。

3) 接地干线与建筑物或墙壁间应有 15 ~ 20mm 间隙。

4) 接地线支持卡子之间的距离，在水平部分为 1 ~ 1.5m，在垂直部分为 1.5 ~ 2m，在转角部分为 0.3 ~ 0.5m。

5) 在接地干线上应按设计图样做好接线端子，以便连接接地支线。

6) 接地线由建筑物内引出时，可由室内地坪下引出，也可由室内地坪上引出，其做法如图 8-16 所示。

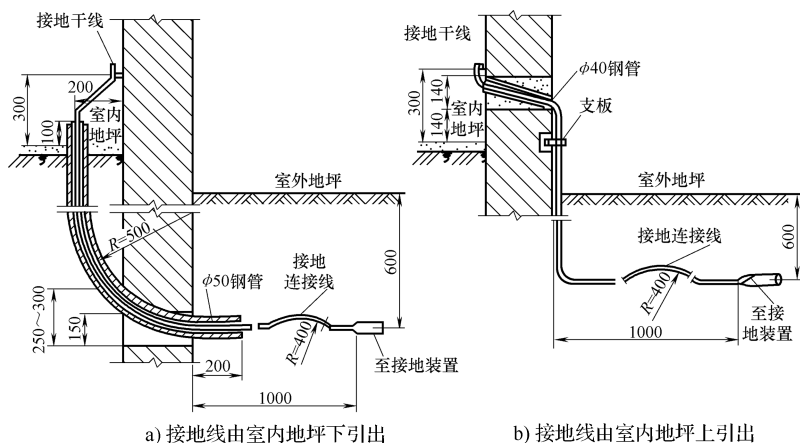


图 8-16 接地线由建筑物内引出安装

7) 接地线穿过墙壁或楼板，必须预先在需要穿越处装设钢管，接地线在钢管内穿过，钢管伸出墙壁至少 10mm，在楼板上至少伸出 30mm，在楼板下至少伸出 10mm，接地线穿过后，钢管两端要做好密封（见图 8-17）。

8) 采用多股电线作接地线时，连接应采用接线端子，如图 8-18 所示，不可把线头直接弯曲压接在螺钉上，在有振动的地方，要加弹簧垫圈。

9) 接地干线与电缆或其他电线交叉时，其间距应不小于 25mm；与管道交叉时，应加保护钢管；跨越建筑物伸缩缝时，

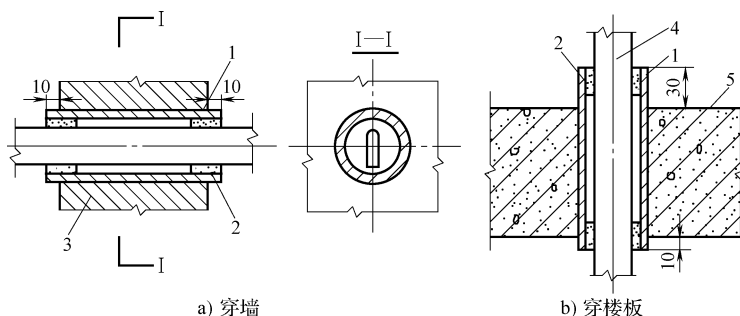


图 8-17 接地线穿越墙壁、楼板的安装

1—沥青棉纱 2— $\phi 40\text{mm}$ 钢管 3—砖管 4—接地线 5—楼板

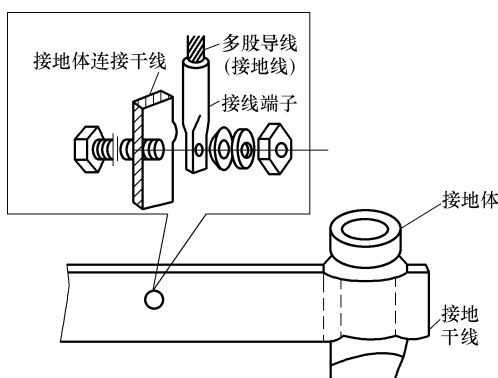


图 8-18 接地干线与接地体之间的连接方法

应有弯曲，以便有伸缩余地，防止断裂。

8-24 如何安装接地支线？

安装接地支线时应注意下列事项：

1) 每个设备的接地点必须用一根接地线与接地干线单独进行连接，切不可用一根接地支线把几个设备的接地点串接起来后与接地干线连接，因为采用这种接法，万一某个连接点出现松散，而又有一台设备外壳带电，就会使被连在一起的其他设备外

壳同时带电，如图 8-19 所示，会增加发生触电事故的可能性。

2) 在户内，容易被人触及的地方，接地支线宜采用多股绝缘绞线，在户外或户内，不易被人触及的地方，一般宜采用多股裸绞线。用于移动用具的电源线，常用的是具有较柔软的三芯或四芯橡胶护套或塑料护套电缆；其中黑色或黄绿色的一根绝缘导线规定作为接地支线。

3) 接地支线允许和电源线同时架空敷设，或同时穿管敷设，但必须与相线 and 中性线有明显的区别，尤其不能与中性线随意并用；明敷设的接地支线，在穿越墙壁或楼板时，应套入套管内加以保护。

4) 接地支线经过建筑物的伸缩缝时，如采用焊锡固定，应将接地线通过伸缩缝的一段做成弧形。

5) 接地支线与接地干线或与设备接地点的连接，一般都用螺钉压接，但接地支线的线头应用接线端子，有振动的地方，应加弹簧垫圈防止松动。

6) 用于固定敷设的接地支线需要接长时，连接方法必须正确，铜芯线连接处须搪锡加固，用于移动电器的接地支线，不允许中间有接头。

7) 接地支线同样可以利用周围环境中已有的金属体，在保护接地中，可利用电动机与控制开关之间的导线保护钢管，作为控制开关外壳的接地线，安装时用两个铜夹头分别与两端管口连接，方法如图 8-20 所示。

8) 凡采用绝缘电线作为接地支线的接地线，连接处应恢复绝缘层。

9) 接地支线的每个连接处都应置于明显位置，便于检查。

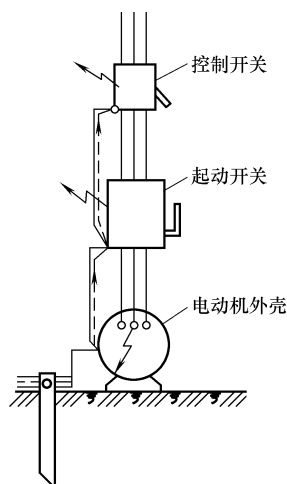


图 8-19 一根接地支线
串接多台设备的危害

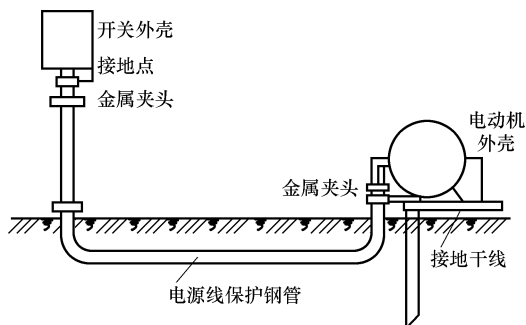


图 8-20 接地支线利用自然金属体

8-25 施工现场的哪些电气设备应做保护接零？

在中性点直接接地的低压电力网中，如果电气设备的金属外壳没有保护接零，当电气设备的某相绕组绝缘损坏与金属外壳相碰，将使机壳带上近似 220V 的电压，当人体触及机壳时将承受 220V 的电压，这是极度危险的。

如果电气设备采用了保护接零，当电气设备的绕组绝缘损坏时，将形成壳体对零线的单相短路电流，这个短路电流足以引起线路的漏电保护器动作或熔断器的熔丝熔断，而将电源断开，使该电气设备脱离电源，可以避免触电的危险。

施工现场应做保护接零的电气设备如下：

- 1) 电机、变压器、电器、照明用具、手持电动工具的金属外壳；
- 2) 电气设备传动装置的金属部件；
- 3) 配电屏与控制屏的金属框架；
- 4) 室内、外配电装置的金属框架及靠近带电部分的金属围栏和金属门；
- 5) 电力线路的金属保护管、敷线的钢索、起重机轨道滑升模板以及金属操作平台；
- 6) 安装在电力杆线上的开关、电容器等电气装置的金属外

壳及支架。

8-26 如何测量接地电阻?

测量接地电阻的方法很多,目前用得最广的是用接地电阻测量仪、接地电阻表测量。

图 8-21 所示是 ZC-8 型接地电阻测量仪外形,其内部主要元件是手摇发电机、电流互感器、可变电阻及零指示器等,另外附接地探测针(电位探测针,电流探测针)两支、导线 3 根(其中 5m 长 1 根用于接地极,20m 长 1 根用于电位探测针,40m 长 1 根用于电流探测针接线)。

用此接地电阻测量仪测量接地电阻的方法如下:

1) 按图 8-22 所示接线图接线。沿被测接地极 E' , 将电位探测针 P' 和电流探测针 C' 依直线彼此相距 20m, 插入地中。电位探测针 P' 要插在接地极 E' 和电流探测针 C' 之间。

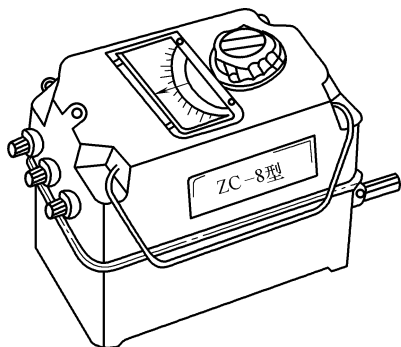


图 8-21 ZC-8 型接地电阻测量仪

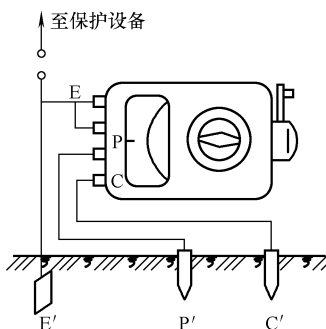


图 8-22 接地电阻测量接线
 E' —被测接地体 P' —电位探测针
 C' —电流探测针

2) 用仪表附带的导线分别将 E' 、 P' 、 C' 连接到仪表相应的端子 E 、 P 、 C 上。

3) 将仪表放置水平位置,调整零指示器,使零指示器指针

指到中心线上。

4) 将“倍率标度”置于最大倍数，慢慢转动发电机的手柄，同时旋动“测量标度盘”，使零指示器的指针指于中心线。在零指示器指针接近中心线时，加快发电机手柄转速，并调整“测量标度盘”，使指针指于中心线。

5) 如果“测量标度盘”的读数小于1时，应将“倍率标度”置于较小倍数，然后再重新测量。

6) 当指针完全平衡指在中心线上后，将此时“测量标度盘”的读数乘以倍率标度，即为所测的接地电阻值。

8-27 测量接地电阻时应注意什么？

在使用接地电阻表测量接地电阻时，要注意以下问题：

1) 假如“零指示器”的灵敏度过高时，可调整电位探测针插入土壤中的深浅，若其灵敏度不够时，可沿电位探测针和电流探测针注水使其湿润；

2) 在测量时，必须将接地线路与被保护的设备断开，以保证测量准确；

3) 当用 $0 \sim 1/10/100\Omega$ 规格的接地电阻表测量小于 1Ω 的接地电阻时，应将 E 的连接片打开，然后分别用导线连接到被测接地体上，以消除测量时连接导线的电阻造成附加测量误差。

8-28 接地电阻应该多大才符合要求？

低压电力网的电力装置对接地电阻的要求如下：

1) 低压电力网中，电力装置的接地电阻不宜超过 4Ω ；

2) 由单台容量在 100kVA 的变压器供电的低压电力网中，电力装置的接地电阻不宜超过 10Ω ；

3) 使用同一接地装置并联运行的变压器，总容量不超过 100kVA 的低压电力网中，电力装置的接地电阻不宜超过 10Ω ；

4) 在土壤电阻率高的地区，要达到以上接地电阻值有困难时，低压电力设备的接地电阻允许提高到 30Ω 。

火灾报警与自动灭火系统

9-1 火灾报警消防系统有哪些类型？各有什么功能？

在公用建筑中，火灾自动报警与自动灭火控制系统是必备的安全设施，在较高级的住宅建筑中，一般也设置该系统。

火灾报警消防系统和消防方式可分为两种：

1) 自动报警、人工灭火：当发生火灾时，自动报警系统发出报警信号，同时在总服务台或消防中心显示出发生火灾的楼层或区域代码，消防人员根据火警具体情况，操纵灭火器械进行灭火。

2) 自动报警、自动灭火：这种系统除上述功能外，还能在火灾报警控制器的作用下，自动联动有关灭火设备，在发生火灾处自动喷洒，进行灭火。并且启动减灾装置，如防火门、防火卷帘、排烟设备、火灾事故广播网、应急照明设备、消防电梯等，迅速隔离火灾现场，防止火灾蔓延；紧急疏散人员与重要物品，尽量减少火灾损失。

9-2 火灾自动报警与自动灭火系统由哪几部分组成？

火灾自动报警与自动灭火系统主要由两大部分组成：一部分为火灾自动报警系统；另一部分为灭火及联动控制系统。前者是系统的感应机构，用以启动后者工作；后者是系统的执行机构。火灾自动报警与自动灭火系统联动示意图如图 9-1 所示。

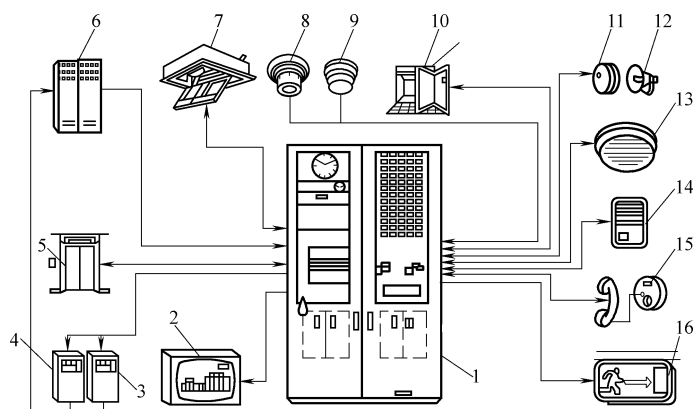


图 9-1 火灾自动报警与自动灭火系统联动示意图

- 1—消防中心 2—火灾区域显示 3—水泵控制盘 4—排烟控制盘 5—消防电梯
6—电力控制柜 7—排烟口 8—感烟探测器 9—感温探测器 10—防火门
11—警铃 12—报警器 13—扬声器 14—对讲机 15—联络电话 16—诱导灯

9-3 什么是火灾探测器?

火灾探测器是火灾自动探测系统的传感部分，能在现场发出火灾报警信号或向控制和指示设备发出现场火灾状态信号的装置。

一般来说，物质燃烧前往往是先产生烟雾，接着周围温度渐渐升高，同时产生一些可见与不可见的光。而物质从开始燃烧到火势渐大酿成火灾总有个过程，火灾探测器的功能就是在火灾初期“捕捉”、“观察”物质刚刚开始燃烧时产生的热、光或烟等“信号”，并将其转换成电信号传送给报警控制器，从而实现火灾监测报警的自动化，它是火灾自动报警系统的最关键部件。

9-4 火灾探测器有哪些类型?

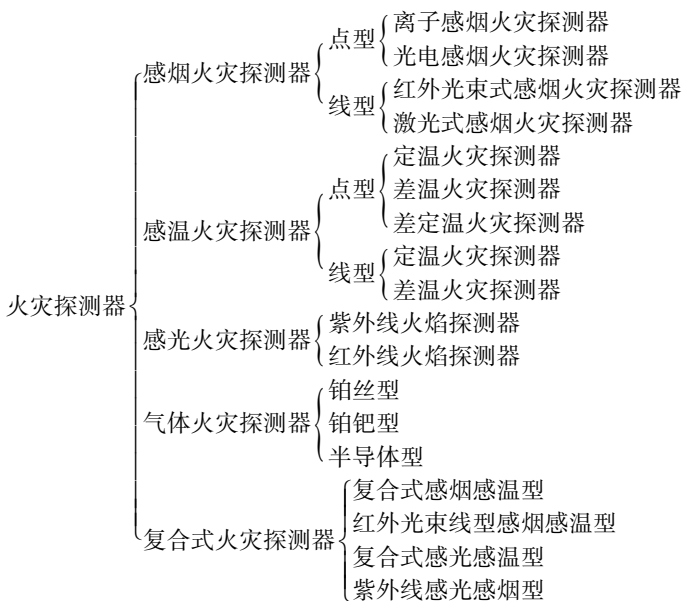
火灾探测器种类很多，可以从结构造型、火灾参数、使用环境、安装方式、动作时刻等方面进行分类。

1) 结构造型分类：火灾探测器按结构造型可分为点型探测器和线型探测器两大类。

a) 点型探测器：是探测元件集中在一个特定位置上，探测该位置周围火灾情况的装置，或者说是一种响应某点周围火灾参数的装置。广泛适用于住宅、办公楼、旅馆等建筑。

b) 线型探测器：是一种响应某一连续线路附近的火灾参数的探测器。连续线路可以是硬线路，也可以是软线路。硬线路是由一条细长的铜管或不锈钢管制成，如热敏电缆感温探测器和差动气管式感温探测器等。软线路是由发送和接收的红外线光束形成的，如投射光束的感烟探测器等。这种探测器当通向受光器的光路被烟遮蔽或干扰时产生报警信号。因此在光路上要时刻保持无挡光的障碍物存在。

2) 按探测火灾参数分类：火灾参数是发生火灾时产生的具有火灾特征的物理量，如烟雾、气体、光、热、气压、声波等。根据探测火灾参数的不同，可以将火灾探测器划分为感烟火灾探测器、感温火灾探测器、感光火灾探测器、气体火灾探测器和复合式火灾探测器几大类，其分类如下：



3) 按使用环境分类: 由于使用场所、环境不同, 火灾探测器可分为陆用型、船用型、耐寒型、耐酸型、耐碱型和防爆型。

4) 按安装方式分类: 有外露型探测器和埋入型探测器两种, 后者主要用于特殊装饰的建筑中。

5) 按动作时刻分类: 有延时动作探测器和非延时动作探测器两种, 延时动作是为了便于人员的疏散。

9-5 火灾探测器各有什么特点?

1) 感烟式火灾探测器: 当火灾发生时, 利用所产生的大量烟雾, 通过烟雾敏感元件检测, 并发出报警信号的装置, 称为感烟式火灾探测器。根据探测器结构的不同, 感烟探测器可分为离子式和光电式等。

离子式感烟探测器的外形如图 9-2 所示, 光电式感烟探测器的外形如图 9-3 所示。

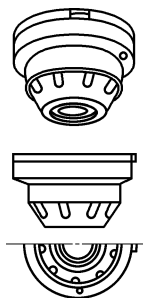


图 9-2 离子式感烟探测器外形图

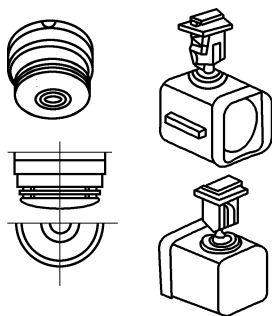


图 9-3 光电式感烟探测器外形图

火灾初起时首先要产生大量烟雾, 因此感烟式火灾探测器是在火灾报警系统中用得最多的一种探测器, 除了个别不适于安装的场合外均可以使用。不适于安装的场合有, 正常情况下有烟、蒸气、粉尘、水雾的场所、气流速度大于 5m/s 的场所, 相对湿度大于 95% 的场所, 有高频电磁干扰的场所等。

2) 感温式火灾探测器: 感温式火灾探测器是一种能感知环

境温度异常高（大于 60°C ）或温升速率异常快（大于 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ）的探测器。前者称为定温式探测器，后者称为差温式探测器。差定温式探测器则是在温度达到一定值或温升速率达到一定值时，都可以动作发出火灾报警信号的探测器。常用的温度敏感元件有双金属片、低熔点合金（易熔合金）、半导体热敏元件等。双金属片型感温探测器的结构示意图如图 9-4 所示，易熔合金型感温探测器的结构示意图如图 9-5 所示。

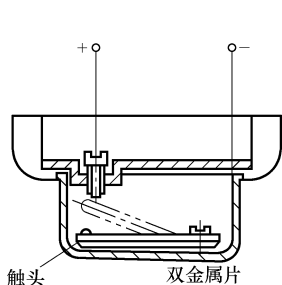


图 9-4 双金属片型感温探测器的结构示意图

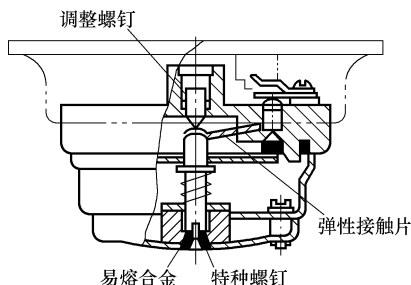


图 9-5 易熔合金型感温探测器的结构示意图

感温式火灾探测器用于不适于使用感烟式火灾探测器的场所，但有些场合也不宜使用，如温度在 0°C 以下的场所、正常温度变化较大的场所、房间高度大于 8m 的场所、有可能产生阴燃火的场所等。

3) 感光式火灾探测器：感光式火灾探测器又称为光电式火灾探测器或光辐射探测器，它是利用火焰辐射出的红外线或紫外线，作用于光电器件上使电路动作，并发出报警信号的装置。红外感光探测器的结构示意图如图 9-6 所示，紫外感光探测器的结构示意图如图 9-7 所示。

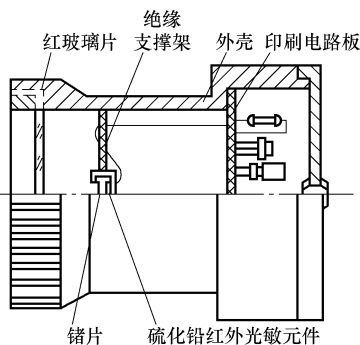


图 9-6 红外感光探测器的结构示意图

感光式火灾探测器适用于火灾时有强烈的火焰辐射的场所，无阴燃阶段火灾的场所，需要对火焰作出迅速反应的场所等。

4) 可燃气体探测器：可燃气体探测器可检测出建筑物内某些可燃气体的浓度，当达到或超过规定限额时发出报警信号，防止可燃气体泄漏造成火灾。其可燃气体敏感元件通常采用气敏半导体器件。

可燃气体探测器适用于散发可燃气体和可燃蒸气的场所。

5) 复合式火灾探测器：复合式火灾探测器是把两种探测器组合起来，可以更准确地探测到火灾，如感温感烟型、感光感烟型等。

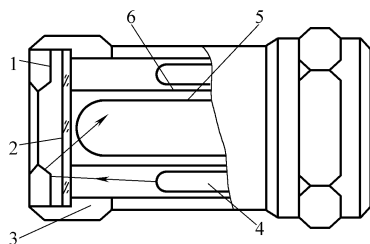


图 9-7 紫外感光探测器的结构示意图

- 1—反光环 2—石英玻璃窗
3—防爆外壳 4—紫外线试验灯
5—紫外光敏管 6—光学遮护板

9-6 什么是火灾报警控制器？

火灾报警控制器是火灾自动报警系统的重要组成部分。在火灾自动报警系统中，火灾探测器相当于系统的“感觉器官”，随时监视周围环境的情况。而火灾报警控制器则是该系统的“躯体”和“大脑”，是系统的核心。火灾报警控制器可向探测器供电，并具有以下功能的设备：

- 1) 能接收探测信号，转换成声、光报警信号，指示着火部位并记录报警信息；
- 2) 可通过火警发送装置启动火灾报警信号或通过自动消防灭火控制装置启动自动灭火设备和消防联动控制设备；
- 3) 自动监视系统的正确运行和对特定故障给出声光报警（自检）。

由此可见，火警报警控制器的作用是向火灾探测器提供高稳定度的直流电源；监视连接各火灾探测器的传输导线有无故障；

接受火灾探测器发送的火灾报警信号，并且迅速、正确地进行转换和处理，并以声、光等形式指示火灾发生的具体部位，进而发送消防设备的启动控制信号。

9-7 火灾自动报警系统有哪些基本形式？

1) 区域报警系统：该系统是由区域报警控制器（或报警控制器）和火灾探测器组成的火灾自动报警系统，其系统框图如图 9-8 所示。

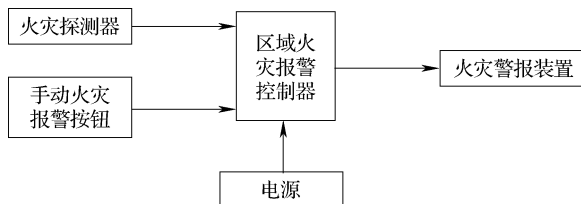


图 9-8 区域报警系统

2) 集中报警系统：该系统是由集中报警控制器（或报警控制器）、区域报警控制器（或区域显示器）以及火灾探测器等组成的火灾自动报警系统，其系统框图如图 9-9 所示。

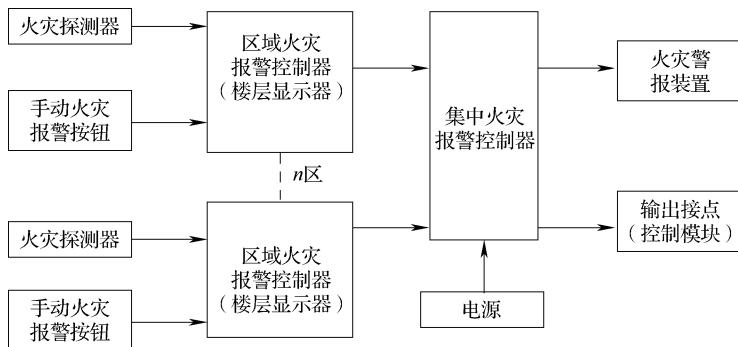


图 9-9 集中报警系统

3) 控制中心报警系统：该系统是由消防控制设备、集中报警控制器（或报警控制器）、区域报警控制器（或区域显示器）

以及火灾探测器等组成的火灾自动报警系统，其系统框图如图 9-10 所示。

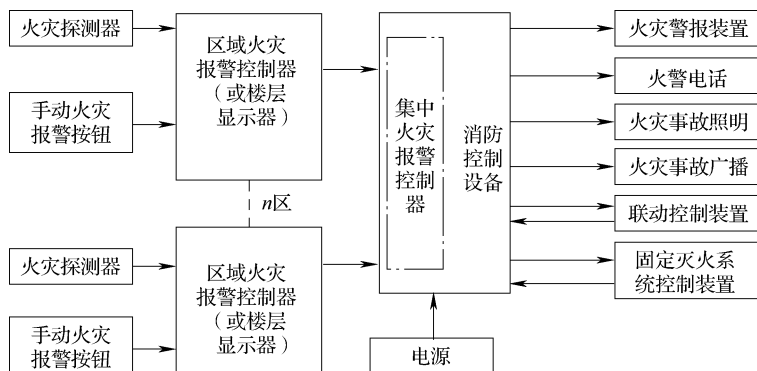


图 9-10 控制中心报警系统

9-8 火灾探测器的选择原则是什么？

1) 火灾初期阴燃阶段产生大量的烟和少量的热，很少或没有火焰辐射的场所，应选用感烟探测器；

2) 火灾发展迅速，产生大量的热、烟和火焰辐射的场所，可选用感温探测器、感烟探测器、火焰探测器或其组合；

3) 火灾发展迅速，有强烈的火焰辐射和少量的热、烟的场所，应选用火焰探测器；

4) 对火灾形成特征不可预料的场所，可根据模拟试验的结果选择探测器；

5) 对使用、生产或聚集可燃气体或可燃液体蒸气的场所，应选择可燃气体探测器；

6) 装有联动装置或自动灭火系统时，宜将感烟、感温、火焰探测器组合使用。

9-9 怎样选择点型火灾探测器？

1) 对不同高度的房间，可按表 9-1 选择点型火灾探测器。

表 9-1 探测器适合安装高度

房间高度 h/mm	感烟探测器	感温探测器			火焰探测器
		一级	二级	三级	
$12 < h \leq 20$	不适合	不适合	不适合	不适合	适合
$8 < h \leq 12$	适合	不适合	不适合	不适合	适合
$6 < h \leq 8$	适合	适合	不适合	不适合	适合
$4 < h \leq 6$	适合	适合	适合	不适合	适合
$h \leq 4$	适合	适合	适合	适合	适合

2) 对于不同的场所，可参考表 9-2 选择点型火灾探测器。

表 9-2 适宜选用或不适宜选用火灾传感器的场所

类 型		适宜选用的场所	不适宜选用的场所
感烟探测器	离子式	1) 饭店、旅馆、商场、教学楼、办公楼的厅堂、卧室、办公室等 2) 电子计算机房、通信机房、电影或电视放映室等 3) 楼梯、走道、电梯机房等 4) 书库、档案库等 5) 有电器火灾危险的场所	1) 相对湿度长期大于 95% 2) 气流速度大于 5m/s 3) 有大量粉尘、水雾滞留 4) 可能产生腐蚀性气体 5) 在正常情况下有烟滞留 6) 产生醇类、醚类、酮类等有机物质
	光电式		1) 可能产生黑烟 2) 大量积聚粉尘 3) 可能产生蒸汽和油雾 4) 在正常情况下有烟滞留
感温探测器		1) 相对湿度经常高于 95% 以上 2) 可能发生无烟火灾 3) 有大量粉尘 4) 在正常情况下有烟和蒸气滞留 5) 厨房、锅炉房、发电机房、茶炉房、烘干车间等 6) 吸烟室、小会议室等 7) 其他不宜安装感烟探测器的厅堂和公共场所	1) 可能产生阴燃火或发生火灾不及时报警将造成重大损失的场所，不宜选择感温探测器 2) 温度在 0℃ 以下的场所，不宜选用定温探测器 3) 温度变化较大的场所，不宜选用差温探测器

(续)

类 型	适宜选用的场所	不适宜选用的场所
火焰探测器 (感光探测器)	1) 火灾时有强烈的火焰辐射 2) 无阴燃阶段的火灾 3) 需要对火焰作出快速反应	1) 可能发生无焰火灾 2) 在火焰出现前有浓烟扩散 3) 探测器的镜头易被污染 4) 探测器的“视线”易被遮挡 5) 探测器易受阳光或其他光源直接或间接照射 6) 在正常情况下有明火作业以及 X 射线、弧光等影响
可燃气体探测器	1) 使用管道煤气或天然气的场所 2) 煤气站和煤气表房以及存储液化石油气罐的场所 3) 其他散发可燃气体和可燃蒸气的场所 4) 有可能产生一氧化碳气体的场所, 宜选择一氧化碳气体探测器	除适宜选用场所之外的所有场所

9-10 怎样选择线型火灾探测器?

1) 有特殊要求的场所或无遮挡大空间, 宜选择红外光束感烟探测器。

2) 下列场所或部位, 宜选择缆式线型定温探测器:

① 电缆竖井、电缆隧道、电缆夹层、电缆桥架等;

② 配电装置、开关设备、变压器等;

③ 控制室、计算机室的闷顶内、地板下及重要设施隐避处等;

④ 各种带式输送装置;

⑤ 其他环境恶劣不适合点型探测器安装的危险场所。

3) 下列场所宜选择空气管式线型差温探测器:

① 可能产生油类火灾且环境恶劣的场所;

② 不易安装点型探测器的夹层及闷顶。

9-11 火灾探测器的安装位置应符合哪些规定？

火灾探测器的安装位置应符合下列规定。

1) 探测区域内每个房间至少应设置一只火灾探测器。根据火灾特点房间用途和环境选择探测器，一般已在设计阶段确定，在施工中实施，但施工发现现场环境和条件与原设计有出入，须提出设计修改变更。火灾探测器适合安装高度见表 9-1。

2) 火灾探测器保护面积 A 、保护半径 R 以及地面面积 S 计算示例图如图 9-11 所示。感烟、感温火灾探测器的保护面积和保护半径应按表 9-3 确定。

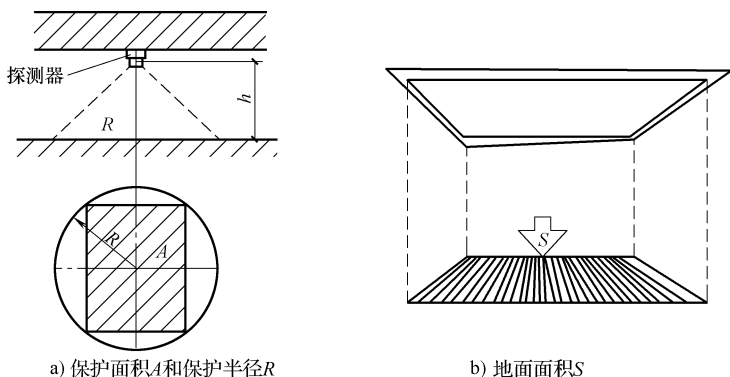


图 9-11 计算示例图

表 9-3 感烟、感温火灾探测器的保护面积 A 和保护半径 R

火灾探测器的种类	地面面积 S/m^2	房间高度 h/m	探测器的保护面积 A 和保护半径 R					
			屋顶坡 θ					
			$\theta \leq 15^\circ$		$15^\circ < \theta \leq 30^\circ$		$\theta > 30^\circ$	
			A/m^2	R/m	A/m^2	R/m	A/m^2	R/m
感烟探测器	$S \leq 80$	$h \leq 12$	80	6.7	80	7.2	80	8.0
	$S > 80$	$6 < h \leq 12$	80	6.7	100	8.0	120	9.9
		$h \leq 6$	60	5.8	80	7.2	100	9.0

(续)

火灾探测器的种类	地面面积 S/m^2	房间高度 h/m	探测器的保护面积 A 和保护半径 R					
			屋顶坡 θ					
			$\theta \leq 15^\circ$		$15^\circ < \theta \leq 30^\circ$		$\theta > 30^\circ$	
			A/m^2	R/m	A/m^2	R/m	A/m^2	R/m
感温探测器	$S \leq 30$	$h \leq 8$	30	4.4	30	4.9	30	5.5
	$S > 30$	$h \leq 8$	20	3.6	30	4.9	40	6.3

3) 一个探测区域内所需设置的探测器数量, 应按下式计算和核定, 即

$$N \geq \frac{S}{KA}$$

式中, N 为一个探测区域内所需设置的探测器数量 (只), N 取整数; S 为一个探测区域的面积 (m^2); A 为探测器的保护面积 (m^2); K 为修正系数, 重点保护建筑取 $0.7 \sim 0.9$, 非重点保护建筑取 1.0 。

9-12 火灾探测器的安装方式有哪几种?

各种探测器的安装固定方式, 因安装位置的建筑结构不同而不同。按接线盒安装方式分为埋入式、外露式、架空式三种, 如图 9-12 所示。

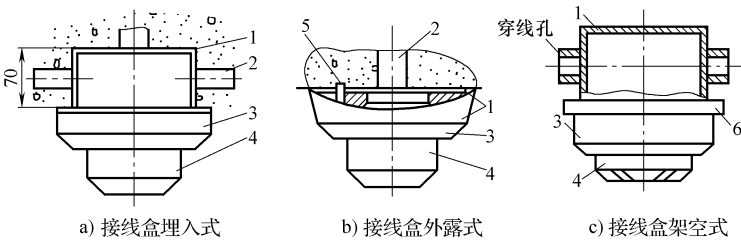


图 9-12 探测器安装方式

1—接线盒 2—穿线管 3—底座 4—探测器 5—固定螺杆 6—防尘罩

探测器安装在底座上, 底座安装在接线盒上, 接线盒有方形、圆形两种, 底座都是圆盘形状。埋入式的接线盒又称预埋

盒，要求土建工程预先留下预埋孔，放好穿线管，引出线从接线盒进入。接线盒与底座之间应加绝缘垫片，保证两者间绝缘良好。底座安装完毕后，要仔细检查不能有接错、短路、虚焊情况。应注意安装时要保证将探测器外罩上的确认灯对准主要入口处方向，以方便人员观察。

9-13 在顶棚上安装火灾探测器时应注意什么？

感烟火灾探测器、感温火灾探测器在房间顶棚上安装时应注意以下几点：

- 1) 当顶棚上有梁时，梁的间距净距小于 1m 时，视为平顶棚。
- 2) 在梁凸出顶棚的高度小于 200mm 的顶棚上设置感烟、感温探测器时，可不考虑对探测器保护面积的影响。
- 3) 当梁凸出顶棚的高度在 200 ~ 600mm 时，应按图 9-13 和表 9-4 确定探测器的安装位置。

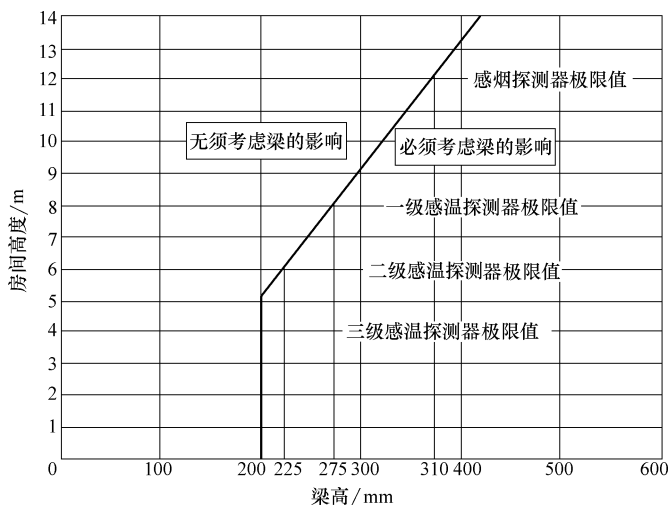


图 9-13 不同房间高度下梁高对探测器设置的影响

表 9-4 按梁间区域面积确定一只探测器能够保护的梁间区域的个数

探测器的保护面积 A/m^2		梁隔断的梁间区域面积 Q/m^2	一只探测器保护的 梁间区域的个数
感温探测器	20	$Q > 12$	1
		$8 < Q \leq 12$	2
		$6 < Q \leq 8$	3
		$4 < Q \leq 6$	4
		$Q \leq 4$	5
	30	$Q > 18$	1
		$12 < Q \leq 18$	2
		$9 < Q \leq 12$	3
		$6 < Q \leq 9$	4
		$Q \leq 6$	5
感烟探测器	60	$Q > 36$	1
		$24 < Q \leq 36$	2
		$18 < Q \leq 24$	3
		$12 < Q \leq 18$	4
		$Q \leq 12$	5
	80	$Q > 48$	1
		$32 < Q \leq 48$	2
		$24 < Q \leq 32$	3
		$16 < Q \leq 24$	4
		$Q \leq 16$	5

从图 9-13 中可以看出，随房间顶棚高度增加，使火灾探测器能影响的火灾规模明显增大，因此探测器需按不同的顶棚高度划分三个灵敏度级别，即Ⅰ级灵敏度探测器的动作温度为 62℃，Ⅱ级为 70℃，Ⅲ级为 78℃，较灵敏的探测器（例如Ⅰ级探测器）宜适用于较大的顶棚高度上。从图 9-13 中还可知感温探测器和感烟探测器的极限值。对于房间高度高于 12m 而低于 20m

时,应采用火焰探测器或红外光束感烟探测器。

4) 当梁凸出顶棚的高度超过 600mm 时,被梁隔断的每个梁间区域应至少设置一只探测器。

当被梁隔断的区域面积超过一只探测器的保护面积时,则应将被隔断的区域视为一个探测区域,并应按有关规定计算探测器的设置数量。

5) 在宽度小于 3m 的内走道顶棚上设置探测器时,宜居中布置。感温探测器的安装间距不应超过 10m,感烟探测器的安装间距不应超过 15m。探测器至端墙的距离,不应大于探测器安装间距的一半。

6) 房间被书架、设备或隔断等分隔,其顶部至顶棚或梁的距离小于房间净高的 5% 时,则每个被隔开的部分应至少安装一只探测器,如图 9-14 所示。

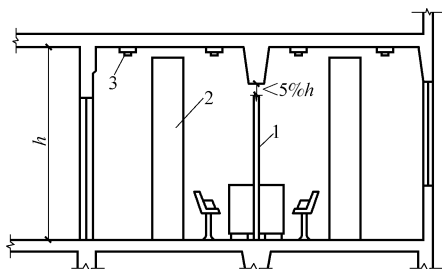


图 9-14 房间被分隔,探测器设置示意图

1—隔断 2—书架 3—探测器

7) 探测器的安装位置与其相邻墙壁或梁之间的水平距离应不小于 0.5m,如图 9-15 所示,且探测器安装位置正下方和它周围 0.5m 范围内不应有遮挡物。

8) 在有空调房间内,探测器的位置要靠近回风口,远离送风口,探测器至空调送风口边缘的水平距离应不小于 1.5m,如图 9-16 所示。当探测器装设于多孔送风顶棚时,探测器至多孔送风顶棚孔口的水平距离应不小于 0.5m,

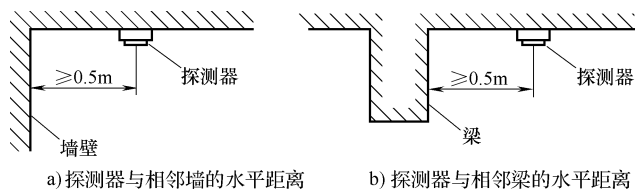


图 9-15 探测器与相邻墙、梁的允许最小距离示意图

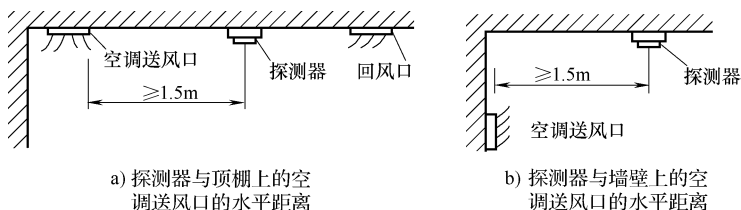


图 9-16 在有空调房间内探测器的安装位置示意图

9) 当房屋顶部有热屏障时, 感温火灾探测器直接安装在顶棚, 感烟火灾探测器下表面至顶棚的距离应符合表 9-5 中的规定。

表 9-5 感烟火灾探测器下表面至顶棚的距离

探测器的 安装高度 h/m	感烟探测器下表面距离顶棚 (或屋顶) 的距离 d/mm					
	顶棚 (或屋顶) 坡度 θ					
	$\theta \leq 15^\circ$		$15^\circ < \theta \leq 30^\circ$		$\theta > 30^\circ$	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大
$h \leq 6$	30	200	200	300	300	500
$6 < h \leq 8$	70	250	250	400	400	600
$8 < h \leq 10$	100	300	300	500	500	700
$10 < h \leq 12$	150	350	350	600	600	800

10) 锯齿形屋顶和坡度大于 15° 的人字形屋顶, 应在每个屋脊处设置一排探测器, 如图 9-17 所示。探测器下表面距屋顶最高处的距离, 也应符合表 9-5 的规定。

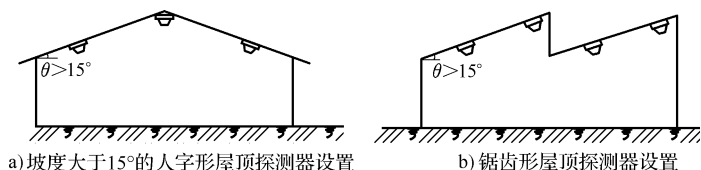


图 9-17 人字形屋顶和锯齿形屋顶探测器设置示例图

11) 探测器在顶棚宜水平安装, 如必须倾斜安装时, 应保证探测器的倾斜角 $\theta \leq 45^\circ$ 。若倾斜角 $\theta \geq 45^\circ$, 应采用木台座或其他台座水平安装, 如图 9-18 所示。

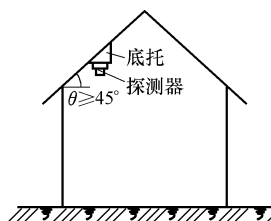


图 9-18 坡度大于 45° 的屋顶上探测器的安装

12) 在厨房、开水房、浴室等房间连接点走廊安装探测器时, 应避开其入口边缘 1.5m。

13) 在电梯井、升降机井及管道井设置探测器时, 其位置宜在井道上方的机房顶棚上。未按每层封闭的管道井 (竖井) 安装火灾报警器时, 应在最上层顶部安装。隔层楼板高度在三层以下且完全处于水平警戒范围内的管道井 (竖井) 可以不安装。

14) 火灾探测器的报警确认灯应面向便于人员观察的主要入口方向。

9-14 应如何确定火灾探测器与其他设施的安装间距?

安装在顶棚上的感烟火灾探测器、感温火灾探测器的边缘与其他设施的水平间距应符合下列规定:

- 1) 探测器与照明灯具的水平净距离不应小于 0.2m;
- 2) 感温探测器距高温光源灯具 (如碘钨灯、容量大于 100W 的白炽灯等) 的净距离不应小于 0.5m; 感光探测器距光源距离应大于 1m;
- 3) 探测器距电风扇的净距不应小于 0.1m;
- 4) 探测器距不突出的扬声器净距不应小于 1.5m;

- 5) 探测器距各种自动喷水灭火喷头的净距不应小于 0.3m;
- 6) 探测器距防火门、防火卷帘的间距, 一般在 1~2m 的适当位置。

9-15 安装可燃气体火灾探测器时应注意什么?

可燃气体火灾探测器应安装在可燃气体容易泄漏处的附近、泄漏出来的气体容易流经的场所或容易滞留的场所。

探测器的安装位置应根据被测气体的密度、安装现场的气流方向、湿度等各种条件来确定。密度大、比空气重的气体, 探测器应安装在泄漏处的下部; 密度小、比空气轻的气体, 探测器应安装在泄漏处的上部。

气体探测器分墙壁式和吸顶式两种。墙壁式气体探测器应装在距煤气灶 4m 以内, 距地面高度为 0.3m, 如图 9-19a 所示; 探测器吸顶安装时, 应装在距煤气灶 8m 以内的屋顶板上, 当屋内有排气口, 气体探测器允许装在排气口附近, 但位置应距煤气灶

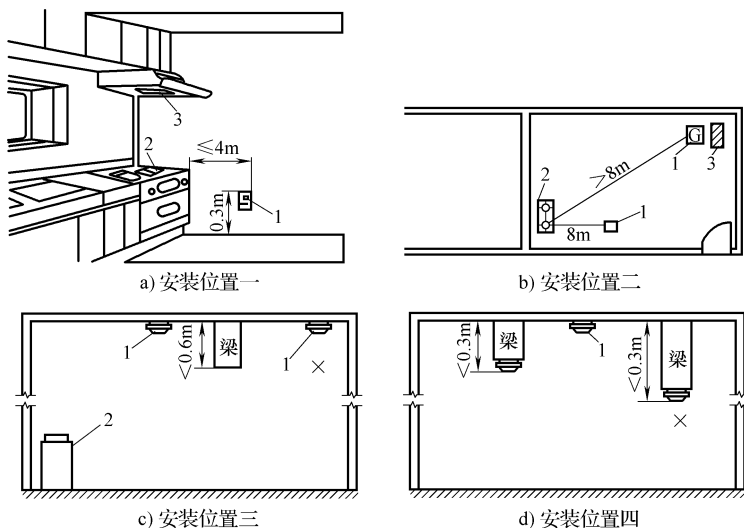


图 9-19 有煤气灶房间内探测器安装位置

1—气体探测器 2—煤气灶 3—排气口

8m 以上,如图 9-19b 所示;如果房间内有梁,且高度大于 0.6m 时,探测器应装在有煤气灶的梁的一侧,如图 9-19c 所示;探测器在梁上安装时距屋顶不应大于 0.3m,如图 9-19d 所示。

9-16 安装红外光束感烟探测器时应注意什么?

线型光束感烟探测器的安装如图 9-20 所示,安装时应注意以下几点:

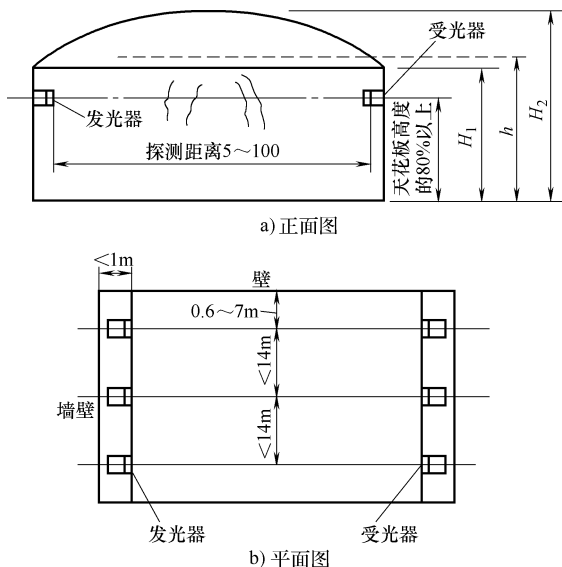


图 9-20 线型光束感烟探测器的布置

h —顶棚板倾斜的高度, $h = (H_1 + H_2) / 2$

1) 红外光束感烟探测器应选择在烟最容易进入的光束区域位置安装,不应有其他障碍遮挡光束或不利的环境条件影响光束,发射器和接收器都必须固定可靠,不得松动。

2) 光束感烟探测器的光束轴线距顶棚的垂直距离以 0.3 ~ 1.0m 为宜,距地面高度不宜超过 20m。通常在顶棚高度 $h \leq 5\text{m}$ 时,取其光束至顶棚的垂直距离为 0.3m,顶棚高度 $h = 10 \sim 20\text{m}$

时, 取其光束轴线至顶棚的垂直距离为 1m。

3) 当房间高度为 8 ~ 14m 时, 除在贴近顶棚下方墙壁的支架上设置外, 最好在房间高度 1/2 的墙壁或支架上也设置光束感烟探测器。当房间高度为 14 ~ 20m 时, 探测器宜分 3 层设置。

4) 红外光束感烟探测器的发射器与接收器之间的距离应参考产品说明书的要求安装, 一般要求不超过 100m。

5) 探测器距侧墙的水平距离应不小于 0.6m, 但也应不超过 7m。相邻两组红外光束感烟探测器之间的水平距离应不超过 14m。

线型红外光束感烟探测器的保护面积 A , 可按式近似计算:

$$A = 14L$$

式中, L 为光发射器与光接收器之间的水平距离 (m)。

9-17 怎样安装手动报警按钮?

手动报警器与自动报警控制器相连, 是向火灾报警控制器发出火灾报警信号的手动装置, 它还用于火灾现场的人工确认。每个防火分区内至少应设置一只手动报警器, 从防火分区内的任何位置到最近一只手动报警器的步行距离不应超过 30m。

为便于现场与消防控制中心取得联系, 某些手动报警按钮盒上同时设有对讲电话插孔。

手动报警器的接线端子的引出线接到自动报警器的相应端子上, 平时, 它的按钮是被玻璃压下的, 报警时, 需打碎玻璃, 使按钮复位, 线路接通, 向自动报警器发出火警信号。同时, 指示灯亮, 表示火警信号已收到。图 9-21 所示为手动报警器的工作状态。

在同一火灾报警系统中, 手动报警按钮的规格、型号及操作方法应该相同。手动报警器还必须和相应的自动报警器相配套才能使用。

手动报警器应在火灾报警控制器或消防控制室的控制盘上显

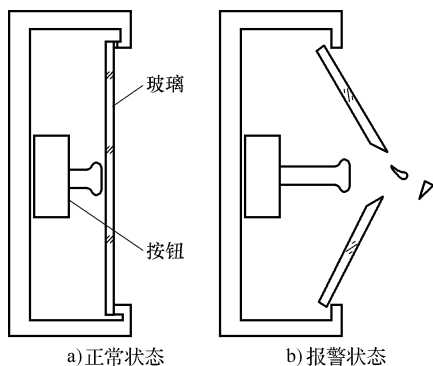


图 9-21 手动报警按钮工作状态

示部位号，并应区别于火灾探测器部位号。

手动报警器应装设在明显、便于操作的部位。安装在墙上距地面 1.3 ~ 1.5m 处，并应有明显标志。图 9-22 所示为手动报警器的安装方法。

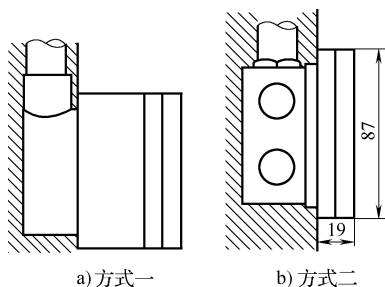


图 9-22 手动报警按钮安装方法

9-18 安装火灾报警控制器应满足哪些要求？

安装火灾报警控制器应满足以下要求：

1) 控制器应安装牢固，不得倾斜。安装在轻质墙上时应采取加固措施。

2) 控制器应接地牢固, 并有明显标志。

3) 竖向的传输线路应采用竖井敷设。每层竖井分线处应设端子箱。端子箱内的端子宜选择压接或带锡焊接的端子板。其接线端子上应有相应的标号。分线端子除作为电源线、火警信号线、故障信号线、自检线、区域号外, 宜设两根公共线供给调试作为通信联络用。

4) 消防控制设备在安装前应进行功能检查, 不合格则不得安装。

5) 消防控制设备的外接导线, 当采用金属软管作套管时, 其长度不宜大于2m且应采用管卡固定。其固定点间距不应大于0.5m。金属软管与消防控制设备的接线盒(箱)应采用锁母固定, 并应根据配管规定接地。

6) 消防控制设备外接导线的端部应有明显标志。

7) 消防控制设备盘(柜)内不同电压等级、不同电流类别的端子应分开, 并有明显标志。

8) 控制器(柜)接线牢固、可靠, 接触电阻小, 而线路绝缘电阻要求保证不小于 $20\text{M}\Omega$ 。

9-19 安装火灾报警控制器应注意什么?

安装火灾报警控制器应注意:

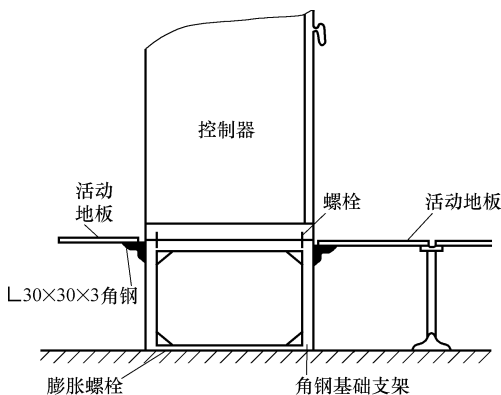
1) 火灾报警控制器(以下简称控制器)在墙上安装时, 其底边距地(楼)面高度宜为1.3~1.5m; 落地安装时, 其底宜高出地平面0.1~0.2m。

2) 控制器靠近其门轴的侧面距离不应小于0.5m, 正面操作距离不应小于1.2m。落地式安装时, 柜下面有进出线地沟; 若需要从后面检修时, 柜后面板距离不应小于1m; 当有一侧靠墙安装时, 另一侧距离不应小于1m。

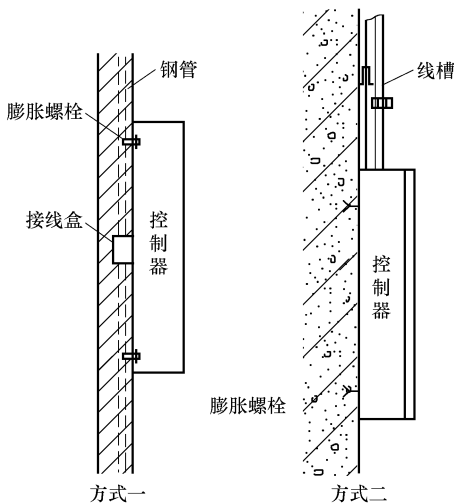
3) 控制器的正面操作距离: 当设备单列布置时不应小于1.5m; 双列布置时不应小于2m。

9-20 怎样安装火灾报警控制器？

集中火灾报警控制器一般为落地式安装，柜下面有进出线地沟，如图 9-23a 所示。



a) 落地式火灾报警控制器在活动地板上安装方法



b) 壁挂式火灾报警控制器安装方法

图 9-23 集中火灾报警控制器安装

集中火灾报警控制箱（柜）、操作台的安装，应将设备安装在型钢基础底座上，一般采用8~10号槽钢，也可以采用相应的角钢。

报警控制设备固定好后，应进行内部清扫，同时应检查机械活动部分是否灵活，导线连接是否紧固。

一般设有集中火灾报警器的火灾自动报警系统的规模都较大。竖向传输线路应采用竖井敷设，每层竖井分线处应设端子箱，端子箱内最少有7个分线端子，分别作为电源负载线、故障信号线、火警信号线、自检线、区域信号线、备用1和备用2分线。两根备用公共线是供给调试时作为通信联络用。由于楼层多，距离远，所以必须使用临时电话进行联络。

区域火灾报警控制器一般为壁挂式，可直接安装在墙上，如图9-23b所示，也可以安装在支架上。

控制器安装在墙面上可采用膨胀螺栓固定。如果控制器重量小于30kg，使用 $\phi 8\text{mm} \times 120\text{mm}$ 膨胀螺栓，如果重量大于30kg，则采用 $\phi 10\text{mm} \times 120\text{mm}$ 的膨胀螺栓固定。

如果报警控制器安装在支架上，应先将支架加工好，并进行防腐处理，支架上钻好固定螺栓的孔眼，然后将支架装在墙上，控制器装在支架上。

9-21 什么是火灾自动报警系统？

以微型计算机为基制的现代消防系统，其基本结构及原理如图9-24所示。火灾探测器和消防控制设备与微处理器间的连接必须通过输入输出接口来实现。

数据采集器（DGP）一般多安装于现场，它一方面接收探测器来的信息，经变换后，通过传输系统送进微处理器进行运算处理；另一方面，它又接收微处理器发来的指令信号，经转换后向现场有关监控点的控制装置传送。显然，DGP是微处理器与现场监控点进行信息交换的重要设备，是系统输入输出接口电路的部件。

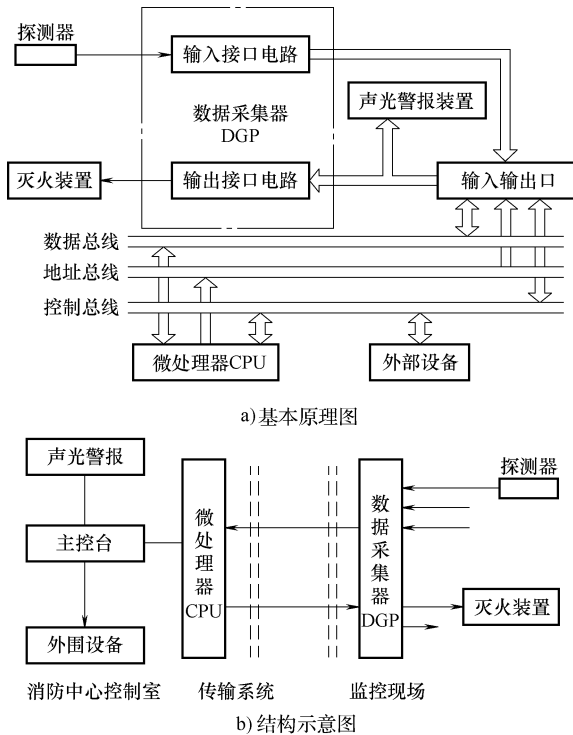


图 9-24 以微型计算机为基制的火灾自动报警系统

传输系统的功用是传递现场（探测器、灭火装置）与微处理器之间的所有信息，一般由两条专用电缆线构成数字传输通道，它可以方便地加长传输距离，扩大监控范围。

对于不同型号的微机报警系统，其主控台和外围设备的数量、种类也是不同的。通过主控台可校正（整定）各监控现场正常状态值（即给定值），并对各监控现场控制装置进行远距离操作，显示设备各种参数和状态。主控台一般安装在中央控制室或各监控区域的控制室内。

外围设备一般应设有打印机、记录器、控制接口、警报装置

等。有的还具有闭路电视监控装置,对被监视现场火情进行直接的图像监控。

9-22 自动喷水灭火系统有哪几种类型?各有什么特点?

自动喷水灭火系统主要用来扑灭初期的火灾并防止火灾蔓延。其主要有自动喷头、管路、报警阀和压力水源四部分组成。按照喷头形式,可分为封闭式和开放式两种喷水灭火系统;按照管路形式,可分为湿式和干湿两种喷水灭火系统。

用于高层建筑中的喷头多为封闭型,它平时处于密封状态,启动喷水由感温部件控制。常用的喷头有易熔合金式、玻璃球式和双金属片式等。

湿式管路系统中平时充满具有一定压力的水,当封闭型喷头一旦启动,水就立即喷出灭火。其喷水迅速且控制火势较快,但在某些情况下可能漏水而污损内装修,它适用于冬季室温高于 0°C 的房间或部位。

干式管路系统中平时充满压缩空气,使压力水源处的水不能流入。发生火灾时,当喷头启动后,首先喷出空气,随着管网中的压力下降,水即顶开空气阀流入管路,并由喷头喷出灭火。它适用于寒冷地区无采暖的房间或部位,还不会因水的渗漏而污染、损坏装修。但空气阀较为复杂且需要空气压缩机等附属设备,同时喷水也相应较迟缓。

此外,还有充水和空气交替的管路系统,它在夏季充水而冬季充气,兼有以上两者的特点。

常用自动喷水灭火系统如图9-25所示。当灭火发生时,由于火场环境温度的升高、封闭型喷头上的低熔点合金(薄铅皮)熔化或玻璃球炸裂,喷头打开,即开始自动喷水灭火。由于自来水压力低不能用来灭火,建筑物内必须有另一路消防供水系统用水泵加压供水,当喷头开始供水时,加压水泵自动开机供水。

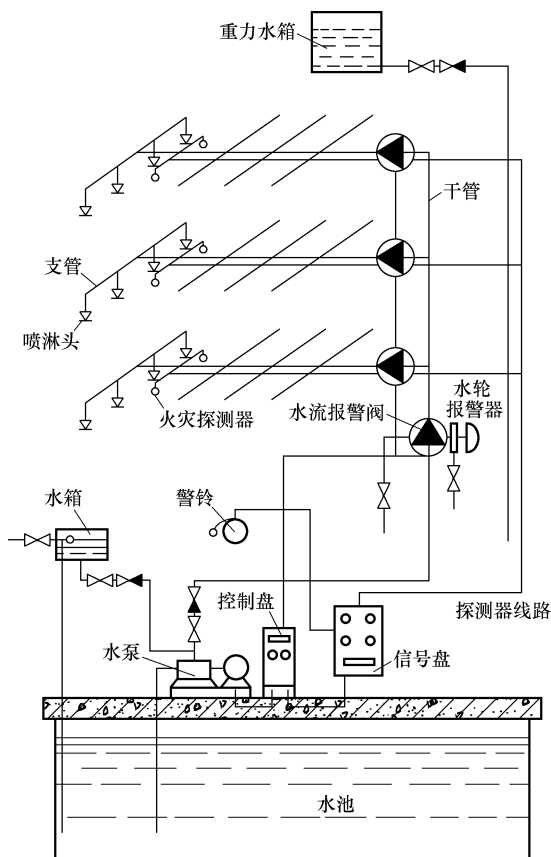


图 9-25 自动喷水灭火系统

9-23 什么是二氧化碳气体自动灭火系统？

二氧化碳气体自动灭火系统也有全淹没系统和局部喷射系统之分：全淹没系统喷射的二氧化碳（ CO_2 ）能够淹没整个被防护空间；局部喷射系统只能保护个别设备或局部空间。

二氧化碳气体自动灭火系统原理图如图 9-26 所示。当火灾发生时，通过现场的火灾探测器发出信号至执行器，它便打开二

氧化碳气体瓶的阀门，放出二氧化碳气体，使室内缺氧而达到灭火的目的。

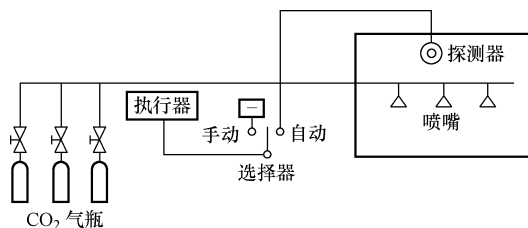


图 9-26 二氧化碳气体自动灭火系统原理图

9-24 怎样调试火灾报警与自动灭火系统？

为了保证新安装的火灾报警与自动灭火系统能安全可靠地投入运行，性能达到设计的技术要求，在系统安装施工过程中和投入运行前，要进行一系列的调整试验工作。调整试验的主要内容包括线路测试、火灾报警与自动灭火设备的单体功能试验、系统的接地测试和整个系统的开通调试。

调试人员在系统调试前，应认真阅读施工布线图、系统原理图，了解火警设备的性能及技术指标，对有关数据的整定值、调整技术标准必须做到心中有数，方可进行调整试验工作。

在各种设备系统连接与试运转过程中，应由有关厂家参加协调，进行统一系统调试，发现问题及时解决，并做好详细的调试记录。

经过调试无误后，再请有关监督部门进行验收，确认合格，办理交接手续，交付使用。

安全防范系统

10-1 安全防范系统具有哪些保护功能？

安全防范是公安保卫部门的专门术语，是指以维护社会公共安全为目的的防入侵、防被盗、防破坏、防火、防爆和安全检查等措施。安全防范系统的基本任务之一就是通过采用安全技术防范产品和防护设施保证建筑内部人身、财产的安全。

随着现代建筑的高层化、大型化和功能的多样化，安全防范系统已经成为现代化建筑，尤其是智能建筑非常重要的系统之一。在许多重要场所和要害部门，不仅要对外部人员进行防范，而且要对内部人员加强管理。对重要的部位、物品还需要特殊的保护。从防止罪犯入侵的过程上讲，安全防范系统应提供以下三个层次的保护：

1) 外部侵入保护：外部侵入是指罪犯从建筑物的外部侵入楼内，如楼宇的门、窗及通风道口、烟道口、下水道口等。在上述部位设置相应的报警装置，就可以及时发现并报警，从而在第一时间采取处理措施。外部侵入保护是保安系统的第一级保护。

2) 区域保护：区域保护是指对大楼内某些重要区域进行保护。如陈列展厅、多功能展厅等。区域保护是保安系统的第二级保护。

3) 目标保护：目标保护是指对重点目标进行保护。如保险柜、重要文物等。目标保护是保安系统的第三级保护。

10-2 安全防范系统一般包括哪些子系统？

不同建筑物的安全防范系统的组成内容不尽相同，但其子系统一般有，视频安防（闭路电视、电视）监控系统、入侵（防盗）报警系统、出入口控制（门禁）系统、安保人员巡更管理系统、停车场（库）管理系统、安全检查系统等。

安全防范系统所包括的子系统见表 10-1。

表 10-1 安全防范系统内容

项 目	说 明
视频安防（闭路电视、电视）监控系统	采用各类视频摄像机，对建筑物内及周边的公共场所、通道和重要部位进行实时监视、录像，通常和报警系统、出入口控制系统等实现联动 视频监控系统通常分模拟式视频监控系统和数字式视频监控系统，后者还可网络传输、远程监视
入侵（防盗）报警系统	采用各类探测器，包括对周界防护、建筑物内区域/空间防护和某些实物目标的防护 常用的探测器有，主动红外探测器、被动红外探测器、双鉴探测器、三鉴探测器、振动探测器、微波探测器、超声探测器、玻璃破碎探测器等。在工程中还经常采用手动报警器、脚挑开关等作为人工紧急报警器件
出入口控制（门禁）系统	采用读卡器等设备，对人员的进、出，放行、拒绝、记录和报警等操作的一种电子自动化系统 根据对通行特征的不同辨识方法，通常有密码、磁卡、IC 卡或根据生物特征，如指纹、掌纹、瞳孔、脸型、声音，甚至是 DNA 等对通行者进行辨识
巡更管理系统	是人防和技防相结合的系统。通过预先编制的巡逻软件，对保安人员巡逻的运动状态（是否准时、遵守顺序巡逻等）进行记录、监督，并对意外情况及时报警 巡更管理系统通常分为离线式巡更管理系统和在线式（或联网式）巡更管理系统 在线式巡更管理系统通常采用读卡器、巡更开关等识别。采用读卡器时，读卡器安装在现场往往和出入口（门禁）管理系统共用，也可由巡更人员手持手持式读卡器读取信息

(续)

项 目	说 明
停 车 场 (库) 管理系统	对停车场 (库) 内车辆的通行实施出入控制、监视以及行车指示、停车计费等的综合管理。停车场管理系统主要分内部停车场、对外开放的临时停车场, 以及两者共用的停车场
安全检查系统	是对出入建筑物或建筑物内一些特定通道 (如机场、码头等) 实现 X 射线安全检查与磁检查, 以保障建筑物、公共活动场所的安全 安全防范系统的其他子系统, 如访客对讲系统等在住宅、智能化小区中已得到广泛采用

10-3 防盗报警系统由哪几部分组成?

防盗报警系统负责建筑物内重要场所的探测任务, 包括点、线、面和空间的安全保护。

防盗报警系统一般由探测器、区域报警控制器和报警控制中心等部分组成, 其基本结构如图 10-1 所示。系统设备分三个层次, 最低层是现场探测器和执行设备, 它们负责探测非法人员的入侵, 向区域报警控制器发送信息。区域控制器负责下层设备的管理, 同时向报警控制中心传送报警信息。报警控制中心是管理整个系统工作的设备, 通过通信网络总线与各区域报警控制器连接。

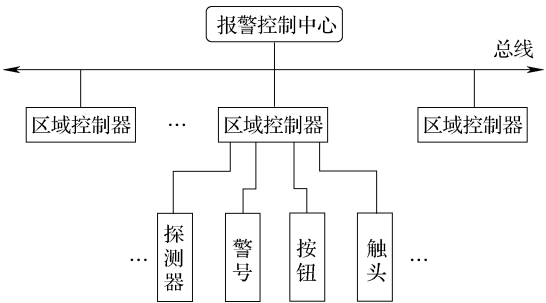


图 10-1 防盗报警系统框图

对于较小规模的系统由于监控点少，也可采用一级控制方案，即有一个报警控制中心和各种探测器组成。此时，无区域控制中心或中心控制器之分。

10-4 什么是防盗报警控制器？它有哪些类型？

防盗报警控制器是系统的核心，负责接收报警信号、控制延迟时间、驱动报警输出等工作。它将某区域内的所有防盗防侵入传感器组合在一起，形成一个防盗管区。一旦发生报警，则在防盗主机上可以一目了然地反映出区域所在，还可借助电信网络向外拨打多组由主人自己设置的报警电话。

防盗报警控制器按照防区数量的多少，可分为小型防盗报警控制器、中型防盗报警控制器和大型防盗报警控制器；按照设备内部组成器件的不同，可分为晶体管式防盗报警控制器、单片机防盗报警控制器以及利用微处理器控制的智能式防盗报警控制器；按照安装方式不同，可分为台式防盗报警控制器、柜式防盗报警控制器和壁挂式防盗报警控制器；按照信号传输方式的不同，可分为有线防盗报警控制器和无线防盗报警控制器。

10-5 防盗报警控制器有哪些功能？

现代的防盗报警控制器都采用微处理器控制，普遍能够编程并具有较强的功能，主要表现在以下几个方面：

- 1) 能够以声光方式报警，并可以以人工方式或延时方式解除报警状态；
- 2) 可根据需要将所连接的防盗报警探测器设置成布防或撤防状态；
- 3) 可以连接多组密码键盘，设置多个用户密码；
- 4) 当系统发出警报时，报警信号经过通信线路，可以以自动或人工干预方式将报警信号转发；
- 5) 可以用程序设置报警联动动作，即当系统发出警报时，防盗报警控制主机的编程输出端可通过继电器触头的闭合执行相

应的动作；

6) 可通过电话拨号器把事先录好的声音信息经电话线传输给预设的单位或个人。

高档防盗报警控制器有与视频监控系统的联动装置，一旦防盗报警系统发出警报，在该警报区域内的图像将能立即显示在中央控制室内，并且能将报警时刻、报警图像、摄像机号码等信息实时地加以记录。与计算机连机的系统，还可以将报警信号以数据库的形式存储，以便快速地检索与分析。

10-6 接触式探测器有哪些类型？各有什么特点？

常用的接触式探测器有以下几种类型：

1) 门磁开关：门磁开关又称磁控开关或干簧开关，门磁开关是一只电磁开关，它由一块条形磁铁和一个带有常开（动合）触头的干簧管继电器组成，其结构如图 10-2 所示。门磁开关由可移动部件（磁铁）安装在活动的门窗上，输出部件（干簧管）安装在相应的门窗框上。当有人破坏单元的大门或窗户时，门磁开关将立即将这些动作信号传输给防盗报警控制器进行报警。

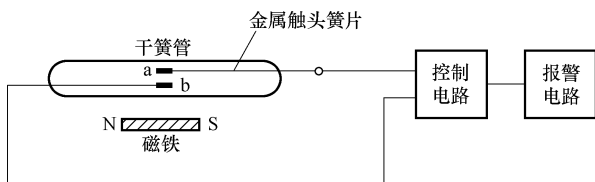


图 10-2 门磁开关的结构

2) 玻璃破碎探测器：玻璃破碎探测器又称玻璃破裂信号器或玻璃破裂传感器，可直接粘贴在窗框附近的内侧。不容易被人看到的部位，用来监视玻璃平面。

3) 固体声信号器：这种信号器反映机械作用，优先用于铁柜和库房的监视。信号器应安装在传声良好的平面上，例如混凝土墙、混凝土楼板、无缝的硬砖石砌体等。

4) 报警线: 报警线使用细的绝缘导线, 张紧粘贴或埋入需要监视的平面上, 监视电流连续流动。当报警线被切断, 电流为零, 报警信号即发出。这种报警方法的缺点是, 发出报警时, 监视平面已被破坏。因此不能单独使用, 可与其他报警装置配合使用。

5) 报警脚垫: 报警脚垫是一种反映荷重的报警信号器 (即压力信号器)。用这种信号器可以以简单的方式看守层门, 防止非法踏入, 也可以把它放在壁橱、保险柜和楼梯口前面。如果脚垫被人踩踏, 两金属薄片便互相接通, 启动报警。

上述接触式探测器 (传感器) 属于点、线、平面监视报警信号器, 用于需要保护的部位或物品。但是其缺点是, 只有当罪犯已进入室内并且开始犯罪活动时才能报警, 因此报警时间较晚。此时, 被保护物品或装置可能已受到破坏或被盗走, 因而不宜单独使用。为了将罪犯阻止在远离保护物品的范围和及早报警, 必须采取空间保护措施, 即选用非接触式的红外线、微波和超声波探测器, 以增加防范手段。

10-7 非接触式探测器有哪些类型? 各有什么特点?

1. 红外线报警探测器

红外线报警器是利用红外线发射和接收部件组成的报警装置, 其具有独特的优点: 在相同的发射功率下, 红外线有极远的传输距离, 并且红外线属于不可见光, 入侵者难以发现及躲避它, 可对防护区域进行昼夜监控。红外线报警器按工作方式可分为主动式和被动式两种类型。

1) 主动式红外线报警器: 包括近距离和远距离红外线监测报警器。

a) 近距离红外线监测报警器: 该报警器的原理框图如图 10-3 所示。它的红外线发射器与接收器装成一体, 红外线发射头向警戒区发出红外信号, 无人通过监测区时, 红外线信号不会被反射; 当有人进入监测区时, 红外线信号被人体反射回来,

由接收器接收，并经译码电路译码，控制报警器工作，发出报警信号。该报警器的最大报警距离为 1.5m。适用于安装在不允许人接近的地方，例如贵重物品仓库门口等。

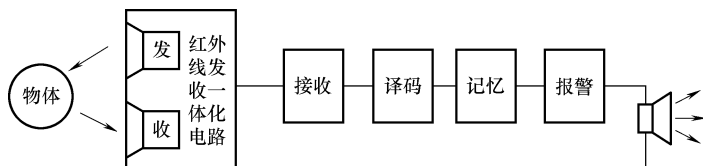


图 10-3 近距离红外线监测报警器框图

b) 远距离红外线监测报警器：该报警器的红外线发射器与接收器分开安装，在红外线发射器与接收器之间形成一个较长的红外线警戒线，还可多台远距离红外线监测报警器组成一个警戒区（探测网），其原理框图及布置方式如图 10-4 所示。正常情况下，红外线通过区域无障碍物，报警电路不报警。当有人经过境界区时，人体阻断了发射器发出的红外线信号，接收器因收不到

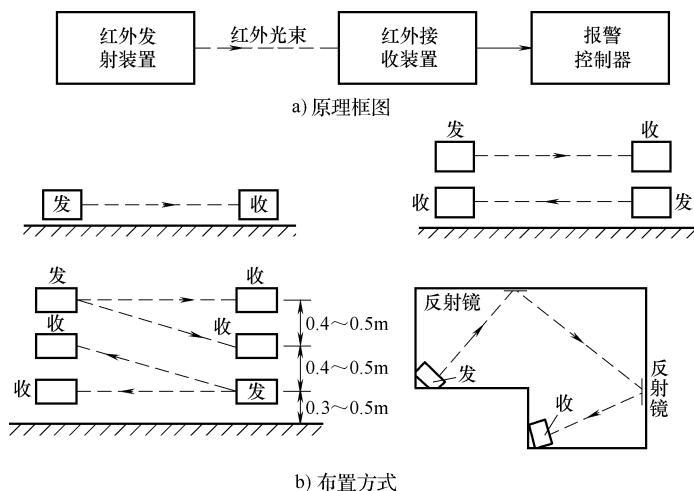


图 10-4 远距离红外线监测报警器

这个特定的红外线信号，就发出报警信号。该报警器具有灵敏度高、工作可靠、抗干扰能力强等优点，能在强光下工作，因此适用于各种较大场所的警戒监控。

2) 被动式红外线报警器：被动式红外线报警器的原理框图如图 10-5 所示。该报警器利用热释红外线传感器（该传感器对人体辐射的红外信号非常敏感）再配上一个菲涅耳透镜作为探头，对人体辐射的红外线信号进行检测。当有人从探头前经过时，探头会检测到人体辐射的红外线信号，该信号经过电子线路放大、处理后，驱动报警电路发出报警信号。该报警器具有灵敏可靠、检测范围大等优点，很适合各种贵重物品仓库，商场及家庭使用。

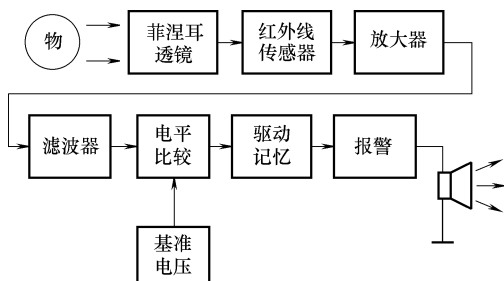


图 10-5 被动式红外线报警器的原理框图

2. 超声波探测器

超声波探测器由发送器、接收器及电子分析电路等组成。从发送器发出的超声波充满室内空间，接收器接收室内物体反射回的超声波，并与发射波相比较。当室内没有物体运动时，反射波与发射波的频率相同，但如果室内有物体运动时，则反射波的频率就发生了变化，接收器检测后就会发出报警信号。

3. 微波探测器

微波防盗探测器是利用微波能量的辐射及探测技术构成的防盗探测器。这类报警探测器既能警戒空间，也能警戒周界。微波防盗探测器按工作原理的不同又可分为微波移动防盗探测器和微

波阻挡防盗报警器两种。

10-8 如何选择防盗探测器？

各种防盗报警器的主要差别在于探测器，探测器选用依据主要有以下几个方面：

1) 保护对象的重要程度：对于保护对象必须根据其重要程度选择不同的保护，特别重要的应采用多重保护。

2) 保护范围的大小：根据保护范围选择不同的探测器，小范围可采用感应式报警器或反射式红外线报警器；要防止人从门、窗进入，可采用电磁式探测报警器；大范围可采用遮断式红外线报警器等。

3) 防范对象的特点和性质：如果主要是防范人进入某区域活动，则采用移动探测报警器，可以考虑微波报警器或被动式红外线报警器，或者同时采用微波与被动式红外线两者结合的双鉴探测报警器。

10-9 怎样安装门磁开关？

通常把干簧管安装在门（或窗、柜、仪器外壳、抽屉等）框边上，而把条形永久磁铁安装在门扇（或窗扇等）边上，如图 10-6 所示。门（或窗等）关闭后，两者平行地靠在一起，干簧管两端的金属片被磁化而吸合在一起（即干簧管内部的常开触头闭合），于是把电路接通。当门（或窗等）被打开时，干簧管触头在自身弹性的作用下便会立即断开，使报警电路动作。所以，由这种探测器（传感器）可构成电磁式防盗报警器。

门磁开关可以多个串联使用，把它们安装在多处门、窗上，采用图 10-7 所示的方式，将多个干簧管的两端串联起来，再与报警控制器相连，组成一个报警体系，无论任何一处门、窗被入侵者打开，控制器均发出报警信号。

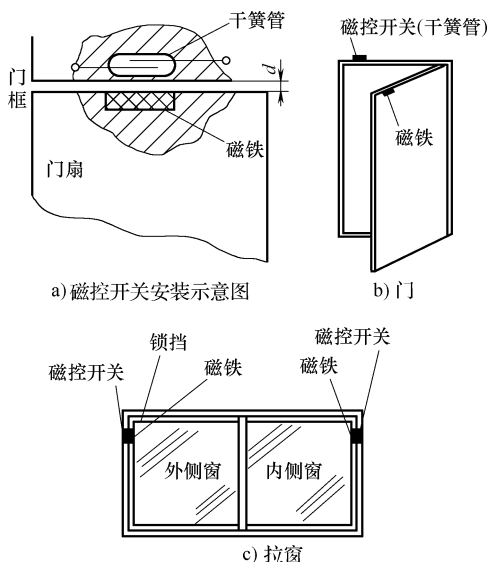


图 10-6 门磁开关安装示意图

d —磁控开关安装距离 (5 ~ 15mm)

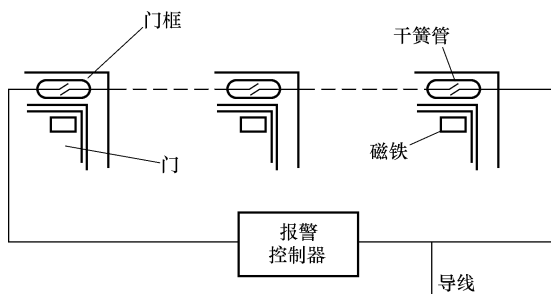


图 10-7 门磁开关的串联

10-10 安装门磁开关时应注意什么？

安装门磁开关（磁控开关）时应注意以下几个问题：

- 1) 干簧管与磁铁之间的距离应按选购产品的要求正确安

装。如有些门磁开关控制距离一般只有 $1 \sim 1.5\text{cm}$ 左右，而某些产品控制距离可达几厘米。显然，控制距离越大对安装准确度的要求就越低。因此，应根据使用场合合理选用门磁开关。例如卷帘门上使用的门磁开关的控制距离至少大于 4cm 以上。

2) 一般普通的门磁开关不宜在金属物体上直接安装。必须安装时，应采用钢门专用型门磁开关或改用微动开关及其他类型的开关。

3) 门磁开关的产品大致分为明装式（表面安装式）和暗装式（隐蔽安装式）两种。应根据防范部位的特点和防范要求加以选择。一般情况，特别是人员流动性较大的场合最好采用暗装，即把开关嵌装入门、窗框里，引出线也加以伪装，以免遭犯罪分子破坏。

10-11 如何安装玻璃破碎探测器？

玻璃破碎探测器有导电簧片式、汞（水银）开关式、压电检测式、声响检测式等多种类型。不同类型的探测范围（即有效监视范围）不同，安装方式也有所不同。导电簧片式玻璃破碎探测器的结构与安装方式，如图 10-8 所示。

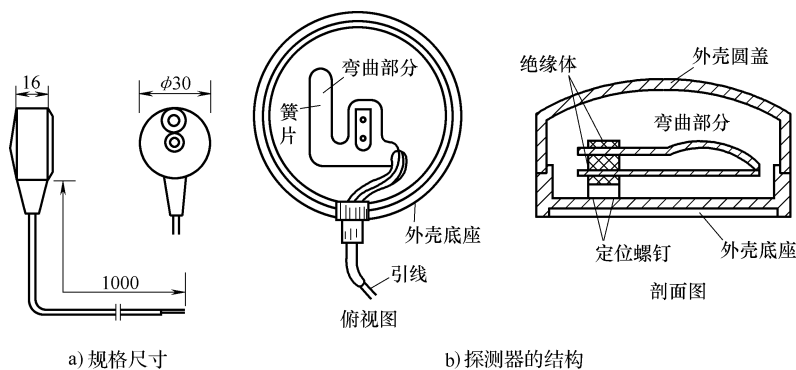


图 10-8 导电簧片式玻璃破碎探测器的结构与安装方式

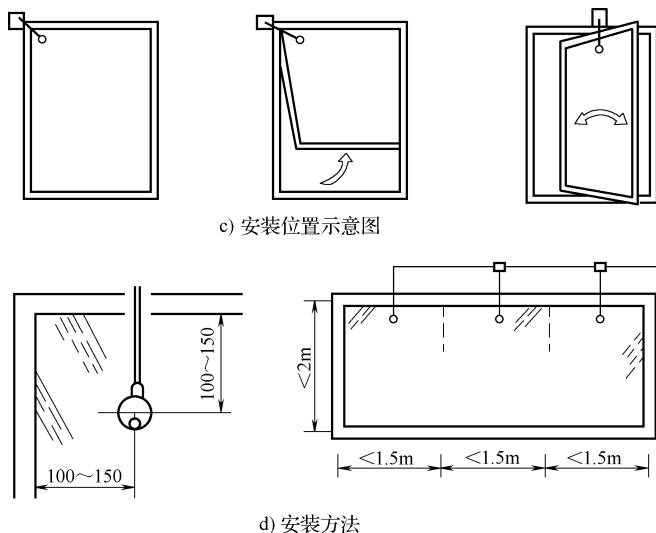


图 10-8 导电簧片式玻璃破碎探测器的结构与安装方式 (续)

10-12 安装玻璃破碎报警器时应注意什么?

安装玻璃破碎报警器时应注意以下几点:

1) 安装时, 应将声电传感器正对着警戒的主要方向。传感器部分可适当加以隐蔽, 但在其正面不应有遮挡物。也就是说, 探测器对防护玻璃面必须有清晰的视线。以免影响声波的传播, 降低探测的灵敏度。

2) 安装时要尽量靠近所要保护的玻璃, 尽可能地远离噪声干扰源, 以减少误报警。例如像尖锐的金属撞击声、铃声、汽笛的啸叫声等均可能会产生误报警。实际上, 声控型玻璃破碎报警器已对外界的干扰因素已做了一定的考虑。只有当声强超过一定的阈值, 频率处于带通放大器的频带之内的声音信号才可以触发报警。显然这就起到了抑制远处高频噪声源干扰的作用。

实际应用中, 探测器的灵敏度应调整到一个合适的值。一般以能探测到距离探测器最远的被保护玻璃即可。灵敏度过高或过

低，都可能会产生误报或漏报。

3) 不同种类的玻璃破碎报警器，根据其工作原理的不同，有的需要安装在窗框旁边（一般距离框5cm左右），有的可以安装在靠近玻璃附近的墙壁或天花板上，但要求玻璃与墙壁或天花板之间的夹角不得大于 90° ，以免降低其探测力。

4) 也可以用一个玻璃破碎探测器安装在房间的天花板上，并应与几个被保护玻璃窗之间保持大致相同的探测距离，以使探测灵敏度均衡。

5) 窗帘、百叶窗或其他遮盖物会部分吸收玻璃破碎时发出的能量，特别是厚重的窗帘将严重阻挡声音的传播。在此情况下，探测器应安装在窗帘背面的门窗框架上或门窗的上方。

6) 探测器不要装在通风口或换气扇的前面，也不要靠近门铃，以确保工作可靠性。

10-13 怎样安装主动式红外线探测器？

主动式红外报警器可根据防范要求，防范区的大小和形状的不同，分别构成警戒线、警戒网、多层警戒等不同的防范布局方式。

根据红外发射机及红外接收机设置的位置不同，主动式红外报警器又可分为对向型安装方式及反射型安装方式两类。

1) 红外发射机与红外接收机对向放置，一对收、发机之间可形成一道红外警戒线，如图10-9所示。

图10-10a所示两对收、发装置分别相对，是为了消除交叉误射。多光路构成警戒面如图10-10b所示。

2) 一种多光束组成警戒

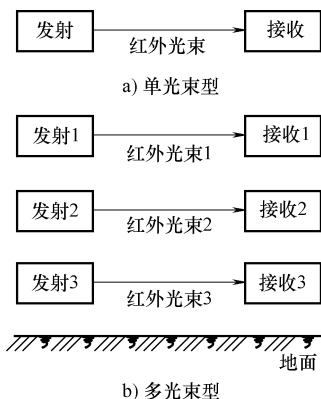


图10-9 对向型安装方式

网形式如图 10-11 所示。

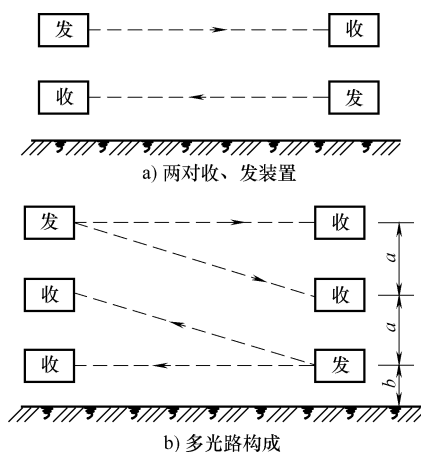


图 10-10 两对收、发装置分别相对
 $a = 0.4 \sim 0.5\text{m}$ $b = 0.3 \sim 0.5\text{m}$

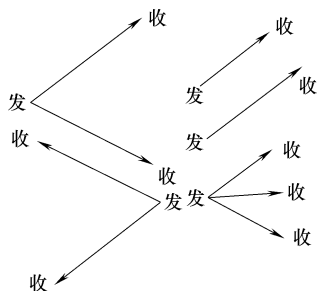


图 10-11 一种多光束组合而成的警戒网

3) 根据警戒区域的形状不同, 只要将多组红外发射机和红外接收机合理配置, 就可以构成不同形状的红外线周界封锁线。利用四组主动红外发射与接收设备构成一个矩形周界警戒线如图 10-12 所示。

当需要警戒的直线距离较长时, 也可采用几组收、发设备接力的形式, 如图 10-13 所示。

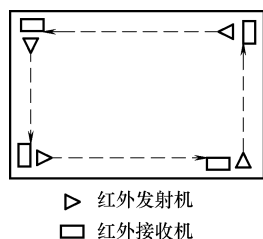


图 10-12 四组红外发、收机构成的周界警戒线



图 10-13 用接力方式加长探测距离

4) 红外接收机并不是直接接收发射机发出的红外光束, 而是接收由反射镜或适当的反射物 (如石灰墙、门板表面光滑的

油漆层等) 反射回的红外光束, 这种方式为反射型安装方式, 如图 10-14 所示。

当反射面的位置和方向发生变化或红外入射光束和反射光束之一被阻挡而使接收机接收不到红外反射光束时, 都会发出报警信号。

采用这种方式, 一方面可缩短红外反射机与接收机之间的直线距离, 便于就近安装、管理; 另一方面也可通过反射镜的多次反射, 将红外光束的警戒线扩展成红外警戒面或警戒网, 如图 10-15 所示。

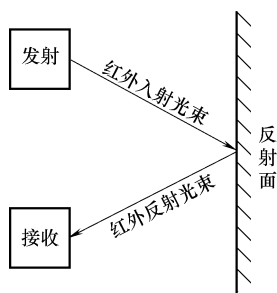


图 10-14 反射型安装方式

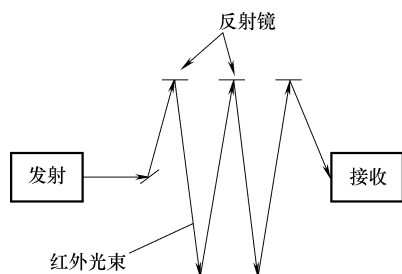


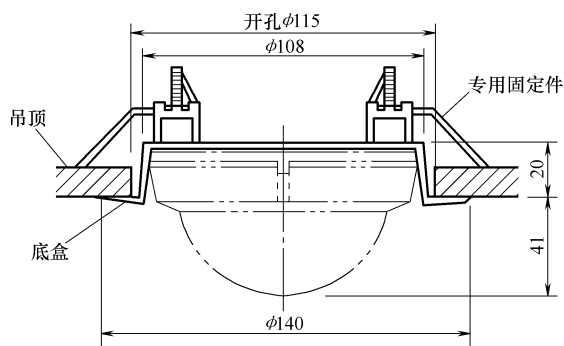
图 10-15 利用反射型安装方式
所形成的红外警戒网

10-14 被动式红外线探测器的安装原则是什么?

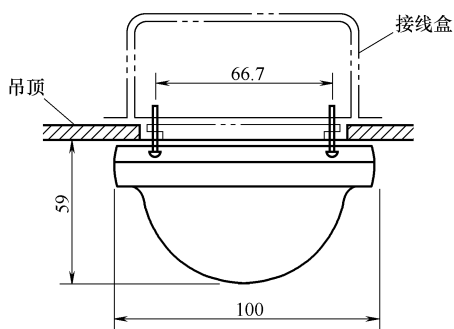
被动式红外探测器根据视场探测模式, 可直接安装在墙上、天花板上或墙角, 如图 10-16 和图 10-17 所示, 其布置和安装原则如下:

1) 选择安装位置时, 应使报警器具有最大的警戒范围, 使可能的入侵者都能处于红外警戒的光束范围之内。

2) 要使入侵者的活动有利于横向穿越光束带区, 这样可以提高探测灵敏度。因为探测器对横向切割 (即垂直于) 探测区方向的人体运动最敏感, 故安装时应尽量利用这一特性达到最佳效果。



a) 嵌入安装



b) 明装

图 10-16 顶装被动式红外探测器安装方法

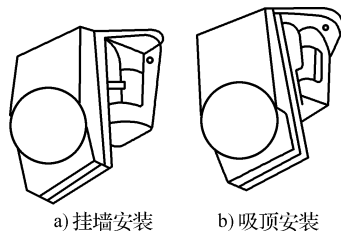
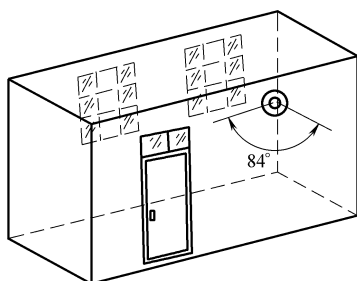
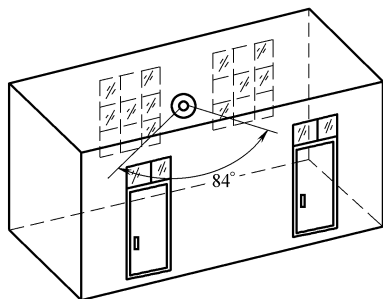


图 10-17 被动式红外探测器安装方法

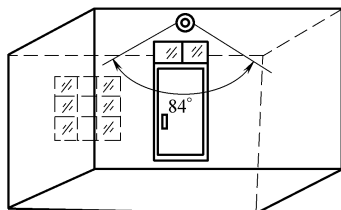
3) 布置时,要注意探测器的探测范围和水平视角。如图 10-18所示,可以安装在顶棚上(也是横向切割方式),也可以安装在墙面或墙角,但要注意探测器的窗口(透镜)与警戒的相对角度,防止出现“死角”。



a) 安装在墙角可监视窗户



b) 安装在墙面监视门窗



c) 安装在房顶监视门

图 10-18 被动式红外探测器的布置

4) 被动式红外探测器永远不能安装在某些热源(如暖气片、加热器、热管道等)的上方或其附近,否则会产生误报警。

警戒区内最好不要有空调或热源, 如果无法避免热源, 则应与热源保持至少 1.5m 以上的间隔距离。

5) 为了防止误报警, 不应将被动式红外探测器的探头对准任何温度会快速改变的物体, 诸如电加热器、火炉、暖气、空调器的出风口、白炽灯等强光源以及受到阳光直射的门窗等热源, 以免由于热气流的流动而引起误报警。

6) 警戒区内注意不要有高大的遮挡物遮挡和电风扇叶片的干扰。

7) 被动式红外探测器的产品多数是壁挂式的, 需安装在墙面或墙角。一般而言, 墙角安装比墙面安装的感应效果好。安装高度通常为 2 ~ 2.5m。

10-15 什么是超声波探测器? 安装时应注意什么?

当声波的频率超过 20kHz 就是人耳听不到的超声波。根据多普勒效应, 超声波可用来侦察闭合空间内的入侵者。探测器由发送器、接收器及电子分析电路等组成。从发送器发射出去的超声波被监测区的空间界限及监测区内的物体反射回来, 并由接收器接收。如果在监测区域内没有物体运动, 那么反射回来的信号频率正好与发射出去的频率相同, 但如果有物体运动, 则反射回来的信号频率就会发生变化。超声波探测器的基本作用范围长为 9 ~ 12m, 宽为 5 ~ 7.5m。

安装超声波探测器要注意使发射角对准入侵者最可能进入的场所, 这样可提高探测的灵敏度。当入侵者向着或背着超声波收、发机的方向行走时, 可使超声波产生较大的多普勒频移。使用超声波探测器, 不能有过多的门窗, 且均需关闭。收、发机不应靠近空调器、排风扇、风机、暖气等, 即要避开通风的设备和气体的流动。由于超声波对物体没有穿透性能, 因此要避免室内的家具挡住超声波而形成探测盲区。超声波探测器安装示意图如图 10-19 所示。

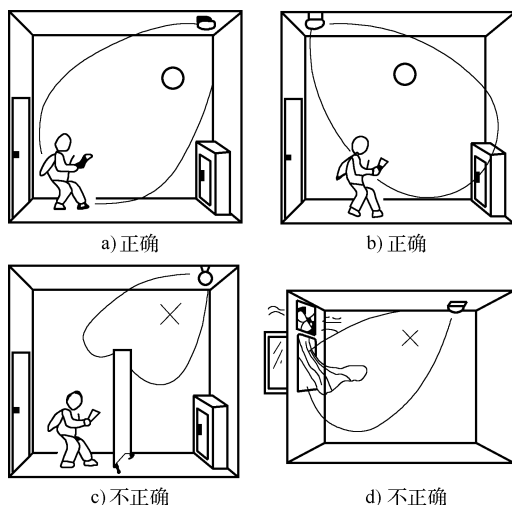


图 10-19 超声波探测器安装示意图

10-16 什么是微波探测器？安装时应注意什么？

微波探测器是利用微波的多普勒效应设计的防盗报警装置。它具有微波发射与接收（收发两用机）的功能。探测器的振荡源向覆盖区域发射电磁波（微波），当接收者相对于振荡源不动时，则接收与发射的频率相同；但如果接收者与发射源有相对运动时，则接收与发射的频率将有个差数，此频率差数称为多普勒频率。因此，只要检测出多普勒频率，就获得人体运动的信息，达到检测运动目标的目的，完成报警传感的功能。

微波探测器的安装方法如图 10-20 所示。

安装微波探测器应尽可能覆盖出入口，这样入侵者就会向着或者背着探测器运动，可获得高的探测率。微波探测器的探头不应对着大型金属物体或具有金属镀层的物体（如金属档案柜等），否则这些物体可能将微波反射到墙外或窗外的人行道或马路上，当行人或车辆通过时，经它们反射回的微波信号，又可能通过这些金属物体再次反射给探头，从而引起误报。安装时还要

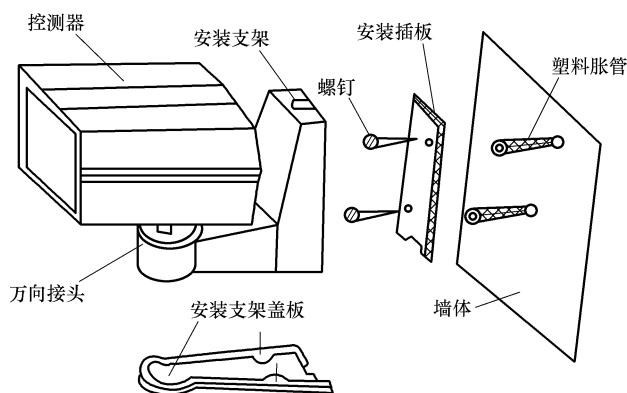


图 10-20 微波探测器安装示意图

注意，微波探测器的探头不应对准可能会活动的物体，如门帘、电风扇、排风扇或门窗等可能会振动的部位，否则这些物体可能会成为移动的目标而引起误报。微波探测器的探头也不应对准荧光灯、汞灯等气体放电光源。荧光灯产生的 100Hz 的调制信号，尤其是发生闪烁故障的荧光灯更容易引起干扰，因为灯内的电离气体更易成为微波运动的反射体而造成误报警。

10-17 什么是双鉴探测报警器？安装时应注意什么？

双鉴探测报警器又称双技术报警器、复合式报警器及组合式报警器。它是将两种探测技术组合在一起，以相与的关系来触发报警，即只有当两种探测器同时或相继在短暂时间内都探测到目标时，才可发出报警信号。常用的双鉴探测报警器有，超声波-被动红外、超声波-微波、微波-被动红外等几种。由于组件内有两根独立的探测技术作双重鉴证，所以避免了单技术因受环境干扰而导致的误报警。

在安装时要使两种探测器的灵敏度都达到最佳状态是难以做到的，采用折中的办法，使两种探测器的灵敏度在防范区内尽可



能保持均衡即可。例如，被动红外探测器对横向切割探测区的人体最敏感，而微波探测器则对轴向（或径向）移动的物体最敏感。在安装时就应使探测区正前方的轴向方向与入侵者最有可能穿越的主要方向成为 45° 角左右，以便使两种探测器均能处于较灵敏的状态。

10-18 怎样检查调试防盗报警系统？

防盗报警系统的功能调试通常包括以下内容：

- 1) 检查探测器的安装角度、探测范围、并进行步行测试，检查周界报警探测装置形成的警戒范围有无盲区；
- 2) 检查探测器独立防拆保护功能；
- 3) 检查防盗报警控制器的自检功能、编程功能、布防和旁路功能；
- 4) 检查防盗报警控制器发生报警后的声光显示和记录功能；
- 5) 当有报警联动要求时，检查相应的灯光、摄像、录像设备的联动功能；
- 6) 对区域型公共安全防范网络系统，检查其联网与响应功能；
- 7) 检查防盗报警系统与计算机集成系统的联网接口，以及该系统对防盗报警的集中控制与管理能力。

10-19 门禁系统由哪几部分组成？

门禁管制系统（简称门禁系统）又称出入口控制系统，它的功能是对出入主要管理区的人员进行认证管理，将不应该进入的人员拒之门外。

门禁系统是在建筑物内的主要管理区的出入口、电梯厅、主要设备控制机房、贵重物品的库房等重要部位的通道口安装门磁开关、电控锁或读卡机等控制装置，由中心控制室监控。系统采用多重任务的处理，能够对各通道口的位置、通行对象及时间等

进行实时监控或设定程序控制。

门禁系统的基本结构框图如图 10-21 所示，其主要包括三个层次的设备：

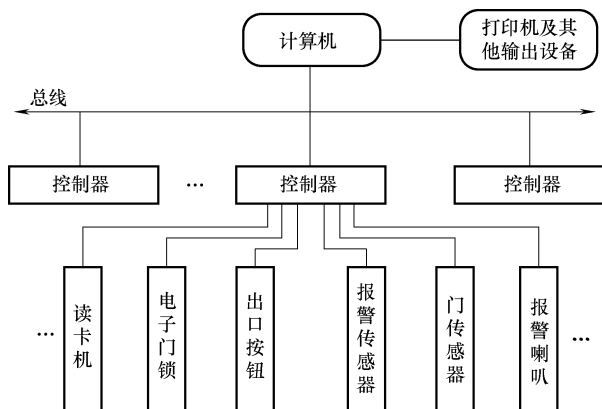


图 10-21 门禁系统基本结构框图

1) 低层设备：低层设备是指设在出入口处，直接与通行人员打交道的设备，包括读卡机、电子门锁、出口按钮、报警传感器和报警扬声器等。它们用来接受通行人员输入的信息，将这些信息转换成电信号送到控制器中，同时根据来自控制器的反馈信号，完成开锁、闭锁等工作。

2) 控制器：控制器接收到低层设备发来得有关人员的信息后，同已存储的信息进行比较并做出判断，然后再对低层设备发出处理的信息。单个控制器可以组成一个简单的门禁系统，用来管理一个或几个门。多个控制器通过网络同计算机连接起来就组成了整个建筑物的门禁系统。

3) 计算机：计算机装有门禁系统的管理软件，它管理着系统中所有的控制器，向它们发送控制命令，对它们进行设置，接受其发来的信息，完成系统中所有信息记录、存档、分析、打印等处理工作。



10-20 门禁及对讲系统有哪几种类型？

门禁及对讲系统适用于高级住宅区、办公大楼、大型公寓、停车场以及重要建筑的入口处、金库门、档案室等处。进入室内的用户必须先经过磁卡识别，或输入密码、通过指纹、掌纹等生物辨识系统来识别身份，方可入内。采用这一系统，可以在楼宇控制中心掌握整个大楼内外所有出入口处的人流情况，从而提高了保安效果和工作效率。

门禁系统的辨识装置有以下几种：

1) 磁卡及读卡机：磁卡及读卡机是目前最常用的卡片系统，它利用磁感应对磁卡中磁性材料形成的密码进行辨识。磁卡的优点是成本低、可随时改变密码，使用相当方便。缺点是易被消磁和磨损。

2) 智能卡及读卡机：卡片内装有集成电路（IC）和感应线圈，读卡机产生一种特殊振荡频率，当卡片进入读卡机振荡能量范围时，卡片上感应线圈的感应电动势使 IC 所决定的型号发射到读卡机，读卡机将接收到的信号转换成卡片资料，送到控制器加以识别。当卡片上的 IC 为 CPU 时，卡片就有了“智能”，此时的 IC 卡也称智能卡。它的制造工艺复杂，但其具有不用在刷卡槽上刷卡、不用换电池、不易被复制、寿命长和使用方便等突出优点。

3) 指纹机：每个人的指纹均不完全相同，因而利用指纹机把进入人员的指纹与原来预存的指纹加以对比辨识，可以达到很高的安全性，但指纹机的造价要比磁卡机或 IC 卡系统高。

4) 视网膜辨识机：视网膜辨识机利用光学摄像对比原理，比较每个人的视网膜血管分布的差异。这种辨识系统几乎是不可能复制的，安全性高，但技术复杂。同时也存在着辨识时对人眼不同程度的伤害，人有病时，视网膜血管的分布也有一定变化，而影响辨识的准确度等不足之处。

此外，还有声音辨识机、掌纹辨识机等，或是存在某些不

足，或是技术复杂、成本高，故不常用。

图 10-22 所示为用户磁卡门禁系统示意图；图 10-23 所示为小区活体指纹识别门禁及监控系统示意图；图 10-24 所示为可视对讲防盗系统示意图。

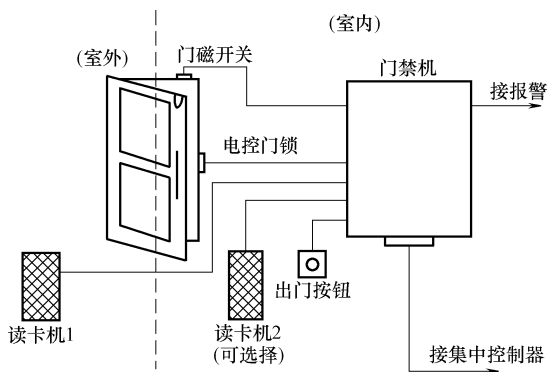


图 10-22 用户磁卡门禁系统示意图

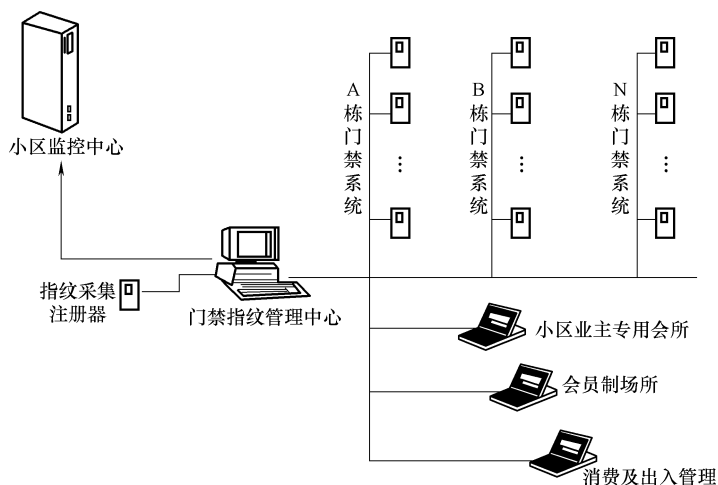


图 10-23 小区活体指纹识别门禁及监控系统示意图

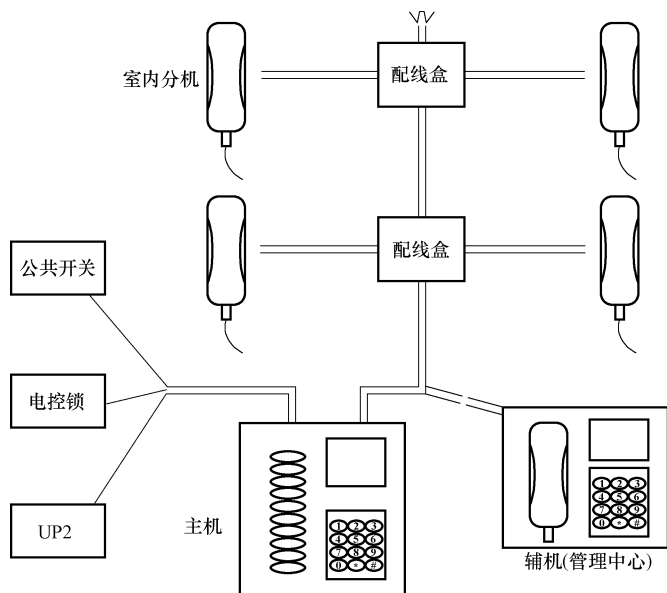


图 10-24 可视对讲防盗系统示意图

10-21 怎样安装门禁及对讲系统？

1. 管路和线缆的敷设

1) 应符合设计图样的要求及有关标准和规范的规定；有隐蔽工程的，应办隐蔽验收；

2) 线缆回路应进行绝缘测试并有记录，绝缘电阻大于 $20\text{M}\Omega$ ；

3) 地线、电源线应按规定连接；电源线与信号线应分槽（或管）敷设，以防干扰；采用联合接地时，接地电阻小于 $1\ \Omega$ 。

2. 读卡机（IC 卡机、磁卡机、出票读卡机、验卡票机）的安装

1) 应安装在平整、坚固的水泥墩上，保持水平，不能倾斜；

2) 一般安装在室内，安装在室外时，应考虑防水措施及防

撞装置;

3) 读卡机与闸机安装的中心间距一般为 $2.4 \sim 2.8\text{m}$ 。

3. 楼宇对讲系统对讲机的安装

图 10-25、图 10-26 所示为楼宇对讲系统对讲机的安装方法, 对讲机的安装高度中心距地面 $1.3 \sim 1.5\text{m}$, 室外对讲门口主机安装时, 主机与墙之间为防止雨水进入, 要用玻璃胶堵缝隙。

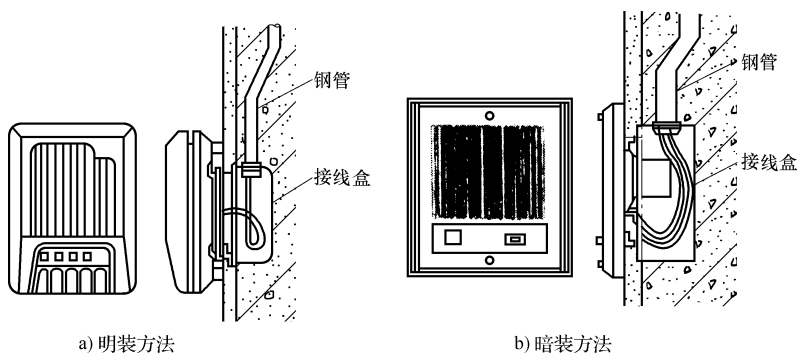


图 10-25 楼宇对讲系统对讲门口主机的安装方法

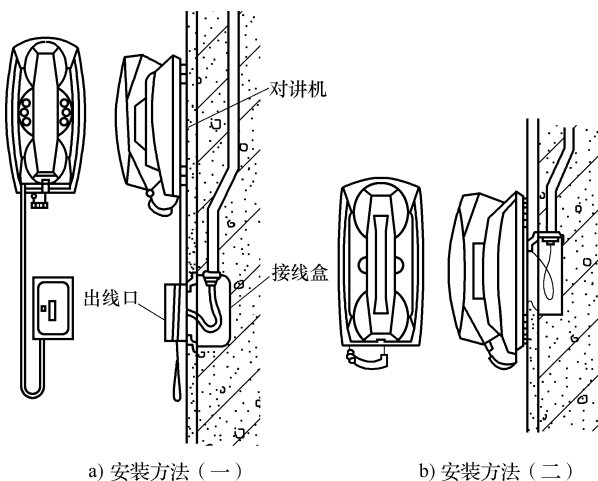


图 10-26 楼宇对讲系统室内对讲机的安装方法



10-22 如何检查调试门禁系统?

1) 指纹、视网膜、掌纹和复合技术等识别系统应按产品技术说明书和设计要求进行调试;

2) 检查系统与计算机集成系统的联网接口以及该系统对出入口(门禁)控制系统的集中管理和控制能力;

3) 检查微处理器或计算机控制系统,是否具有时间、逻辑、区域、事件和级别分档等判别及处理功能;

4) 对每一次有效的进入,检查主机是否能存储进入人员的相关信息,对非有效进入或被胁迫进入应有异地报警功能;

5) 检查各种鉴别方式的出入口控制系统工作是否正常,并按有效设计方案达到相关功能要求;

6) 检查系统防劫、求助、紧急报警是否工作正常,是否具有异地声光报警与显示功能。

10-23 什么是巡更保安系统?

现代大型楼宇中(如办公楼、宾馆、酒店等),出入口很多,来往人员复杂,需经常有保安人员值勤巡逻,较重要的场所还设有巡更站,定时进行巡逻,以确保安全。

巡更保安系统由巡更站、控制器、计算机通信网络和微机管理中心组成,如图 10-27 所示。巡更站的数量和位置由楼宇的具体情况决定,一般在几十个点以上,巡更站可以是密码台,也可以是电子锁。巡更站安在楼内重要场所。

10-24 巡更保安系统有哪几种类型?各有什么特点?

巡更系统分为有线式和无线式两种,其特点如下:

1) 有线巡更系统:有线巡更系统由计算机、网络收发器、前端控制器、巡更点等设备组成。保安人员到达巡更点并触发巡更点开关 PT,巡更点将信号通过前端控制器及网络收发器送到计算机。巡更点主要设置在各主要出入口、主要通道、各紧急出

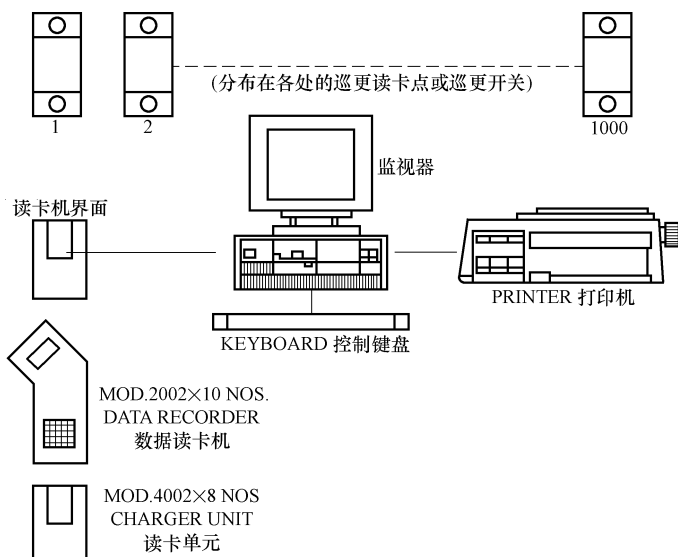


图 10-27 巡更系统示意图

入口、主要部门等处。该系统图及巡更点设置示意图如图 10-28 所示。

2) 无线巡更系统：无线巡更系统由计算机、传送单元、手持读取器、编码片等设备组成。编码片安装在巡更点处代替巡更点，保安人员巡更时手持读取器读取巡更点上的编码片资料，巡更结束后将手持读取器插入传送单元，使其存储的所有信息输入到计算机，记录各种巡更信息并可打印各种巡更记录。

10-25 怎样安装巡更保安系统？

1) 有线式电子巡更系统应在土建施工时同步进行。每个电子巡更站点需穿 RVS (或 RVV) $4 \times 0.75\text{mm}^2$ 铜芯塑料线。

无线式电子巡更系统不需穿管布线，系统设置灵活方便。每个电子巡更站点设置一个信息钮。信息钮应有唯一的地址信息。

设有门禁系统的安防系统，一般可用门禁读卡器用作电子巡更站点。

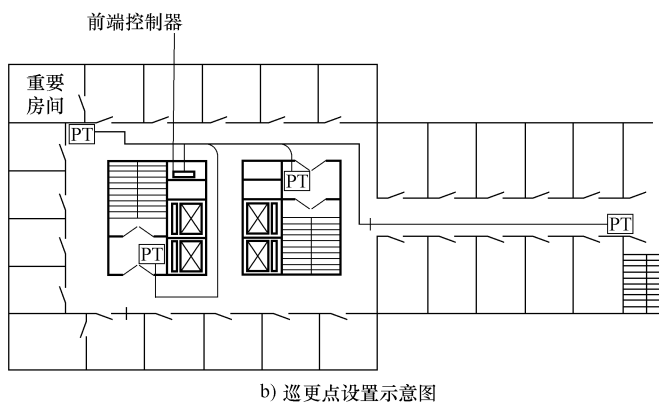
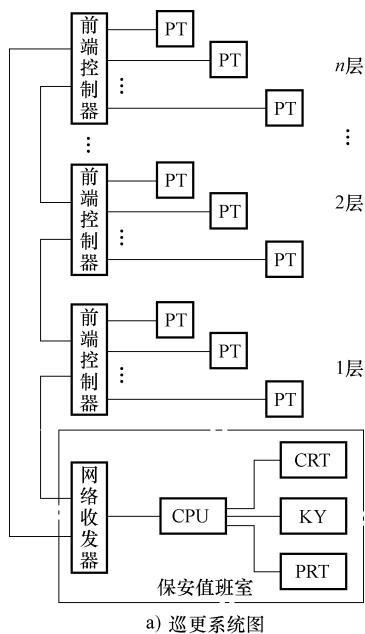


图 10-28 有线巡更系统图及巡更点设置示意图

2) 有线巡更信息开关或无线巡更信息钮，应按设计要求安装在各出入口主要通道或其他需要巡更的站点上，其高度离地面

宜 1.3 ~ 1.5m 处。

- 3) 安装应牢固、端正, 户外应有防水措施。

10-26 如何检查调试巡更保安系统?

1) 读卡式巡更系统应保证确定为巡更用的读卡机在读巡更卡时正确无误, 检查实时巡更是否和计划巡更相一致, 若不一致应能发出报警;

2) 采用巡更信息钮(开关)的信息应正确无误, 数据能及时收集、统计、打印;

3) 按照巡更路线图检查系统的巡更终端、读卡机的响应功能;

4) 检查巡更管理系统对任意区域或部位按时间线路进行任意编程修改的功能以及撤防、布防的功能;

5) 检查系统的运行状态、信息传输、故障报警和指示故障位置的功能;

6) 检查巡更管理系统对巡更人员的监督和记录情况、安全保障措施和对意外情况及时报警的处理手段;

7) 对在线联网的巡更管理系统还需要检查电子地图上的显示信息、遇有故障时的报警信号以及和电视监视系统等的联动功能;

- 8) 巡更系统的数据存储记录保存时间应满足管理要求。

10-27 自动门有什么用途?

在一些允许正常人流来往但又必须对人流情况加以识别的地方, 如图书馆的开架借阅室、公司资料室等, 往往使用微机出纳装置和自动门组成相应的识别保安系统, 在书籍、资料携出前必须将其放入电磁出纳装置上经过处理, 消磁或输入允许出门的信号, 即可顺利通过自动门携出。否则, 走近自动门时将被识别系统检出, 并发出信号告知管理人员, 自动门也不会开启, 从而达到识别和保安的目的。



在一些私人别墅或府邸，可设置雷达控制的自动门，通过随身携带的无线电发射装置，可以在专车到来或人员到达时开启自动门，从而达到保安的目的。

在某些专门的俱乐部或社团机构，一般装设读卡式自动门，持有成员卡片的人员，将卡片插入读卡器，识别无误后便自动将门开启。

10-28 自动门有哪些类型？各有什么特点？

自动门按门的规格分类，有摆动式、滑动式和转动式等。

自动门按监控方式分类，有雷达开关自动门、电动席垫自动门、触摸式开关自动门、红外线开关自动门、光电管开关自动门、超声波开关自动门、卡片开关自动门、脚踏开关自动门和拉式开关自动门。

常用自动门的特点如下：

1) 席垫开关自动门：在大门入口处内外两侧的地毯下面各设一个专门席垫，开关就装在席垫上，当有人压在上面时就自动开门。饭店和咖啡厅常用席垫开关自动门。

2) 触摸式开关自动门：触摸式开关装置隐蔽在门的旋钮内。机械式触摸开关自动门只需用很轻的推力便可使门自动开启；而电子式触摸开关是通过电磁传感器将信号输出，使门自动开启。饭店和商场常用这种自动门。

3) 卡片开关自动门：卡片是按规定的信号预先写入 IC 卡或磁卡中，电子锁内装设鉴别单元，可以识别核准卡片信息而自动开门。宾馆、计算机房等常用这种自动门。

4) 红外线开关自动门：红外线开关自动门由探头、运算放大器、单稳态触发器、出口继电器等组成；当有人靠近探头时便自动将门开启。它适用于高级宾馆、酒店的入口大门上。

10-29 自动门应如何安装接线？

自动门的驱动机构，有气动式和电动式两种。电动式自动门

能耗低、噪声小、使用方便，得到广泛使用。

自动门的伺服电动机、控制器和传动机构均安装在门的上方过梁上。如果为旋转式自动门，控制器设在门侧。

在自动门内侧附近的房间内（如值班室），设置一个容量与之相适应的电源开关，并从该开关引线，通过钢管暗敷方式，接至自动门上方的过梁端头或门侧的墙上即可，其余管线敷设则需在取得产品说明书后，在现场配合施工。

10-30 停车场管理系统有哪些功能？

根据建筑设计规范，大型建筑物必须设置汽车停车场，以方便公众使用，保障车辆安全。为保证提供规定数量的停车位，同时使地面有足够的绿化面积，多数大型建筑的停车位都建于地下室。一般停车场车位超过 50 个时，则需要考虑建立停车场（库）管理系统，以提高停车场（库）的管理水平、效益和安全性。

停车场（库）管理系统的主要功能是方便快捷地提供停车空间、防盗和收费。具体包括：

- 1) 检测和控制车辆的进出；
- 2) 指引司机驾驶，以便迅速找到适当的停车位置；
- 3) 统计进出车辆的种类和数量；
- 4) 计费、收费并统计日进额或月进额、开账单等。

10-31 停车场（库）管理系统由哪几部分组成？

停车场管理系统主要由以下几部分组成：

1) 车辆出入的检测与控制：通常采用环形感应线圈方式或光电检测方式。

2) 车位和车满的显示与管理：可采用车辆计数方式和有无车位检测方式等。

3) 计时收费管理：根据停车场特点有无人自动收费和人工收费等。

停车场管理系统的组成如图 10-29 所示，典型的停车场管理系统示意图如图 10-30 所示。

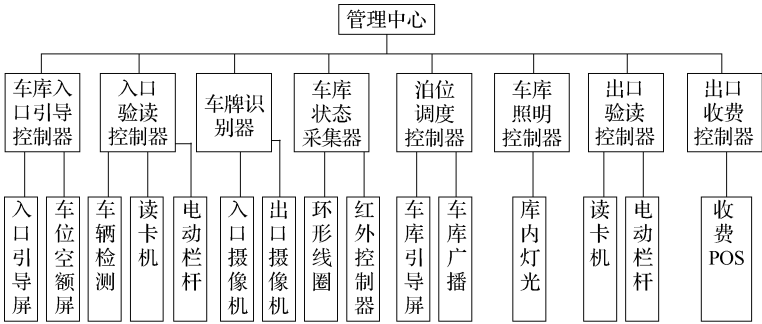


图 10-29 停车场管理系统组成

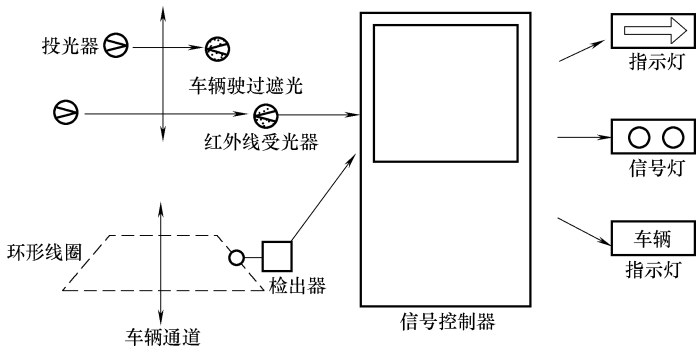


图 10-30 停车场管理系统示意图

10-32 车辆出入检测与控制系统有哪几种？

1) 红外光电检测方式：检测器由一个投光器和一个受光器组成。投光器产生红外不可见光，经聚焦后成束型发射出去，受光器拾取红外信号。当车辆进出时，光束被遮断，车辆的“出”或“入”信号送入控制器，如图 10-31a 所示。图中一组检测器使用两套收发装置，是为了区分通过的是人还是汽车；而采用两

组检测器是利用两组的遮光顺序来同时检测车辆的行进方向。

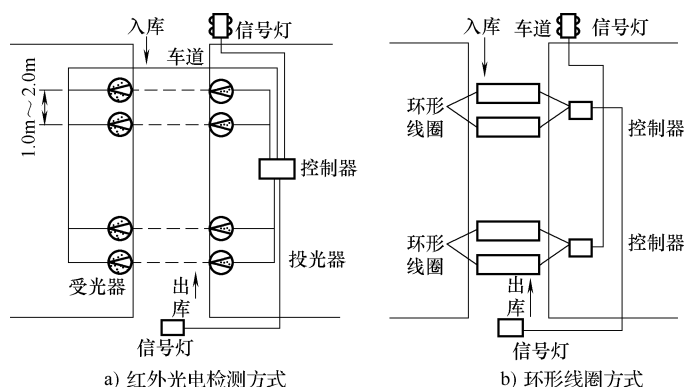


图 10-31 检测出入车辆的两种方式

2) 环形线圈检测方式：环形线圈检测方式如图 10-31b 所示。使用电缆或绝缘导线做成环形，埋在车路地下，当车辆（金属）驶过时，其金属车体使线圈发生短路效应而形成检测信号。而两组检测器是为了同时检测车辆的行进方向。

10-33 怎样安装停车场（库）管理系统？

1. 线缆敷设注意事项

1) 感应线圈埋设深度距地表面不小于 0.2m，长度不小于 1.6m，宽度不小于 0.9m，感应线圈至机箱处的线缆应采用金属管保护，并且固定牢固。感应线圈应埋设在车道居中位置，并与读卡机、闸门机的中心间距保持在 0.9m 左右，且保证环形线圈 0.5m 平面范围内不能有其他金属物，严防碰触周围金属。

2) 管路、线缆敷设应符合设计图样的要求及有关标准和规范的规定。有隐蔽工程的应办隐蔽验收。

2. 闸门机和读卡机（IC 卡机、磁卡机、出票读卡机、验票机）安装注意事项

1) 应安装在平整、坚固的基础上，保持水平，不能倾斜。

2) 一般安装在室内，当安装在室外时，应考虑防水措施及

防撞装置。

3) 闸门机与读卡机的安装中心间距一般为 $2.4 \sim 2.8\text{m}$ 。

3. 信号指示器安装注意事项

1) 车位状况信号指示器应安装在车道出入口的明显位置，其底部离地面高度保持在 $2.0 \sim 2.4\text{m}$ 左右。

2) 车位状况信号指示器一般安装在室内，安装在室外时，应考虑防水措施。

3) 车位引到显示器应安装在车道中央上方，便于识别引到信号，其离地面高度保持在 $2 \sim 2.4\text{m}$ 左右；显示器的规格一般不小于长 1m 、宽 0.3m 。

4) 出入口信号灯与环形线圈或红外装置的距离至少应在 5m 以上， $10 \sim 15\text{m}$ 为宜。

4. 红外光电式检测器的安装

安装红外光电式检测器时，除了收、发装置相互对准外，还应注意接收装置（受光器）不可让太阳光直射到，红外光电式检测器的安装如图 10-32 所示。

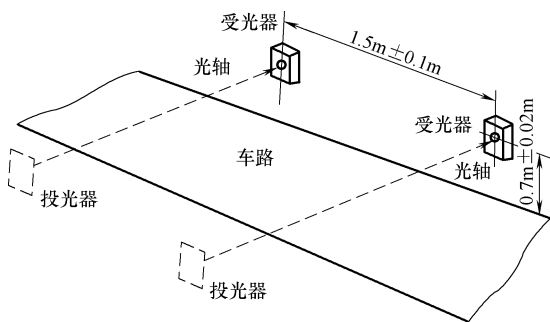


图 10-32 红外光电式检测器的安装

5. 环形线圈的安装

在环形线圈埋入车路的施工时，应特别注意有否碰触周围金属，环形线圈 0.5m 平面范围内不可有其他金属物。环形线圈的安装如图 10-33 所示。

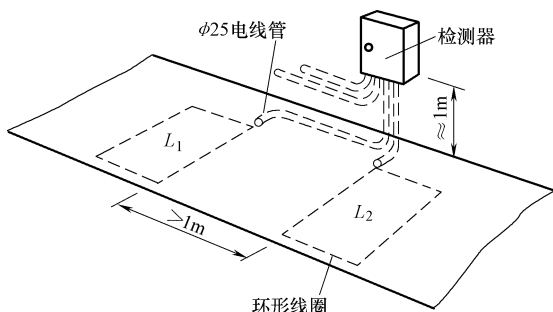


图 10-33 环形线圈的安装

10-34 如何检查调试停车场（库）管理系统？

- 1) 检查感应线圈的位置和响应速度是否正确。
- 2) 检查车库管路系统的车辆进入、分类收费、收费指示牌、导向指示正确是否正确。
- 3) 检查闸门机工作是否正常，进/出口车牌号复核等功能应达到设计要求。
- 4) 检查读卡器正确刷卡后的响应速度是否达到设计或产品技术标准要求。
- 5) 检查闸门的开放和关闭的动作时间是否符合设计和产品技术标准要求。
- 6) 检查按不同建筑物要求而设置的不同管理方式的车库管理系统是否正常工作，且应符合设计要求；通过计算机网络和视频监控及识别技术，是否实现对车辆的进出行车信号指示、计费、保安等方面的综合管理。
- 7) 检查入口车道上各设备（自动发票机、验卡机、自动闸门机、车辆感应检测器、入口摄像机等）以及各自完成 IC 卡的读/写、显示、自动闸门机起落控制、入口图像信息采集，以及与收费主机的实时通信等功能，均应符合设计和产品技术性能标准的要求。

8) 检查出口车道上各设备(读卡机、验卡机、自动闸门机、车辆感应检测器等)以及各自完成IC卡的读/写、显示、自动闸门机起落控制以及与收费主机的实时通信等功能,应符合设计和产品技术标准。

9) 检查收费管理处的设备(收费管理主机、收费显示屏、打印机、发/读卡机、通信设备等)以及各自完成车道设备实时通信、车道设备的监视与控制、收费管理系统的参数设置、IC卡发售、挂失处理及数据收集、统计汇总、报表打印等功能,应符合设计与产品技术标准。

10) 检查系统与计算机集成系统的联网接口以及该系统对车库管理系统的集中管理和控制能力。各子系统的输入/输出是否能在集成控制系统中实现输入/输出,其显示和记录是否能反映各子系统的相关关系。

10-35 闭路电视监控系统由哪几部分组成?

电视监控系统一般由摄像、传输、控制、显示与记录四部分组成。典型的电视监控系统结构组成如图10-34所示。

1) 摄像部分:摄像部分是安装在现场的设备,它的作用是对所监视区域的目标进行摄像,把目标的光、声信号变成电信号,然后送到系统的传输部分;摄像部分包括摄像机、镜头、防护罩、云台(承载摄像机可进行水平和垂直两个方向转动的装置)及支架。摄像机是摄像部分的核心设备,它是光电信号转换的主体设备;摄像部分是电视监控系统的“眼睛”,一般布置在监视现场的某一部位,使其视角能覆盖被监视的范围。假如加装可遥控的电动变焦距镜头和可遥控的电动云台,则摄像机能覆盖的角度就越大,观察的距离更远,图像也更清晰。

2) 传输部分:传输部分的任务是把现场摄像机发出的电信号传送到控制中心,它一般包括线缆、调制与解调设备、线路驱动设备等。传输的方式有两种:一是利用同轴电缆、光纤这样的有线介质进行传输;二是利用无线电波这样的无线介质进行传输。

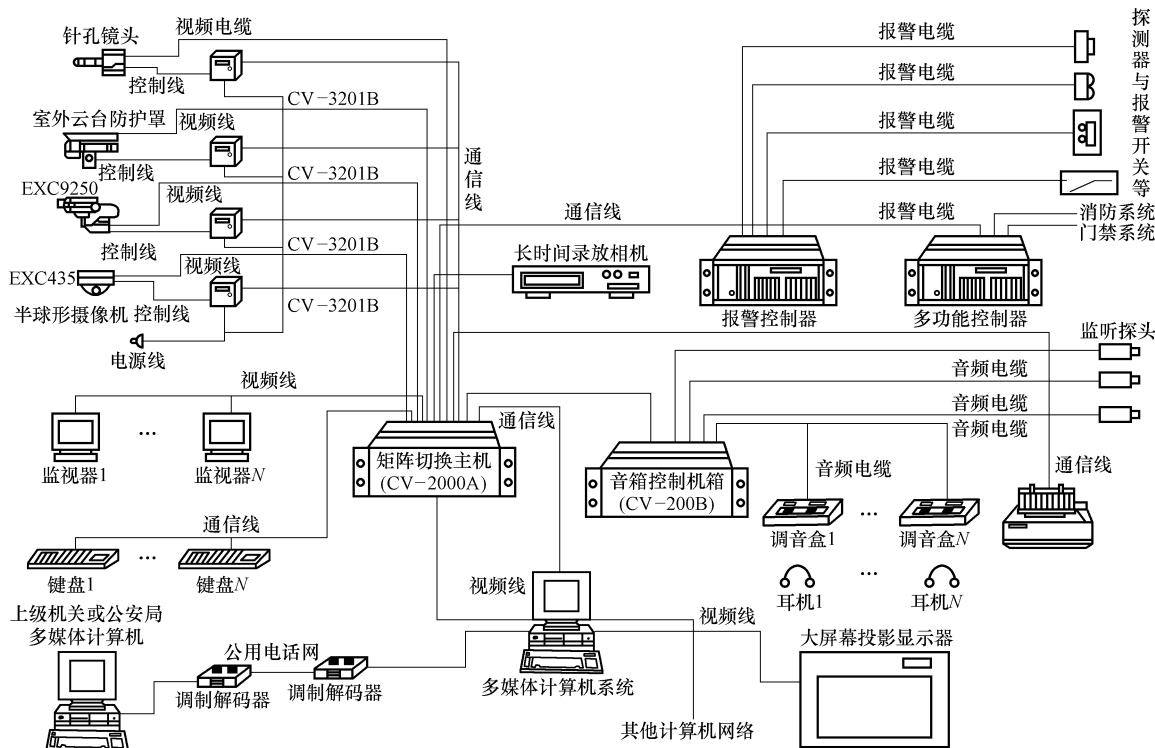


图 10-34 典型的电视监控系统结构组成

电视监控系统的监视现场和控制中心之间有两种信号传输：一种信号是将摄像机得到的图像信号传到控制中心；另一种信号是将控制中心发出的控制信号传输到监控现场。

3) 显示与记录部分：显示与记录部分是将从现场传送来的电信号转换成图像在监视设备上显示并记录，它包括的设备主要有监视器、录像机、视频切换器、画面分割器等。

4) 控制部分：电视监控系统需要控制的内容有，电源控制（包括摄像机电源、灯光电源及其他设备电源）、云台控制（包括云台的上下、左右及自动控制）、镜头控制（包括变焦控制、聚焦控制及光圈控制）、切换控制、录像控制、防护罩控制（防护罩的雨刷、除霜、加热、风扇降温等）。

控制部分一般安放在控制中心机房，通过有关的设备对系统的摄像、传输、显示与记录部分的设备进行控制与图像信号的处理，其中对系统的摄像、传输部分进行的是远距离的遥控。被控制的主要设备有电动云台、云台控制器和多功能控制器等。

10-36 怎样配置电视监控系统？

电视监控系统配置前，首先要明确系统的规模、监视的范围和系统形式。对所需监视的范围和目标要做总体考虑，做到心中有数。对系统的技术指标和功能要求也必须明确，然后设计和确定系统的组成及设备配置。

1) 根据摄像机配置的数量确定控制台所需的输入回路数和监视器的数量。比如采用 4 : 1 方式配置，如果系统设置 20 台摄像机，则配置 5 台监视器，根据监视器的数量就可决定控制台的输出路数。

2) 根据监控范围内要害地点的数目选择录像机台数。当需要连续录像时，要选用长时间录像机。当系统中摄像机比较多时，可考虑采用“多画面分割器”或装设多画面处理器。

3) 根据摄像机所用的镜头要求决定控制台是否有对应的控制功能，如变焦、聚焦、光圈控制等。

4) 根据摄像机是否使用云台决定控制台是否应有对应的控制功能,如云台的水平、垂直运行控制等。

5) 根据系统内摄像机的多少和摄像机离控制中心的距离等实际情况,确定控制台输出控制命令的方式,如直接控制或采用解码器的通信编码间接控制等。

6) 根据系统内设备分布情况和监控范围内的风险等级要求等因素,确定采用集中电源还是分散配置电源,是否需要配置不间断电源以及电源容量。

10-37 如何选择摄像机?

根据系统对摄像机的功能要求和实际情况,选择摄像机色彩和监视器。摄像机镜头也要根据系统要求和实际情况选择。要根据视场角大小和镜头到监视目标的距离确定其焦距。

- 1) 对于固定目标,可选用定焦距镜头;
- 2) 摄取远距离目标,可采用望远镜头;
- 3) 摄取小视距、大视角目标,可采用广角镜头;
- 4) 摄取大范围画面,可采用带全景云台的摄像机,并根据监控区域的大小选用 6 倍以上的电动遥控变焦距镜头;
- 5) 隐蔽安装的摄像机,根据情况可采用针孔镜头等。

10-38 怎样安装电视监控系统的云台?

1. 手动云台的安装

图 10-35 所示为一种半固定式手动云台,这种云台是采用四个螺栓将云台底板固定在建筑物梁、屋架或自制的钢支架上,使云台保持水平,将云台固定好后,旋松底板上面的三个螺母,可以调节摄像机的水平方位。当水平方位调节后,便旋紧三个固定螺母。

为了调节摄像机的俯仰角度,可以松开云台侧面螺母,调节完毕后即旋紧侧面螺母,使摄像机固定在要求的位置上。

这种手动云台的摄像机固定面板上有若干个固定孔,可以供

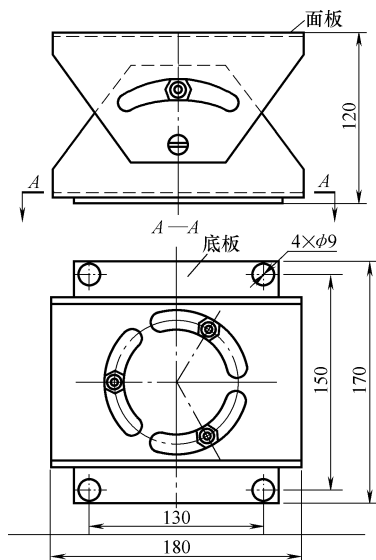


图 10-35 YTB-I 型半固定云台安装尺寸

多种摄像机及其防护罩使用。

手动云台除了半固定式以外还有悬挂式手动云台和横臂式手动云台。这两种云台的特点是将手动云台与悬吊支架、壁装支架制作成为一体化产品，安装简单，使用方便，特别适用于轻型监视用固定摄像机的安装。

几种手动云台的安装与应用，如图 10-36 所示。悬挂式手动云台主要安装在顶棚上，但必须固定在顶棚上面的承重主龙骨上，也可安装在平台上，如图 10-36a 所示。横臂式手动云台则安装在垂直的柱、墙面上，如图 10-36b 所示。半固定式手动云台安装于平台或凸台上，如图 10-36c 所示。

2. 电动云台的安装

电动云台分为室内和室外两种类型，图 10-37 所示为 YT-I 型室内电动云台，用它可以带动摄像机寻找固定或活动目标，具有转动灵活、平稳的特点。它可以水平旋转 320°，垂直旋转

$\pm 45^\circ$ ，可以直接将摄像机安装在云台上或通过摄像机的防护罩再安装摄像机。

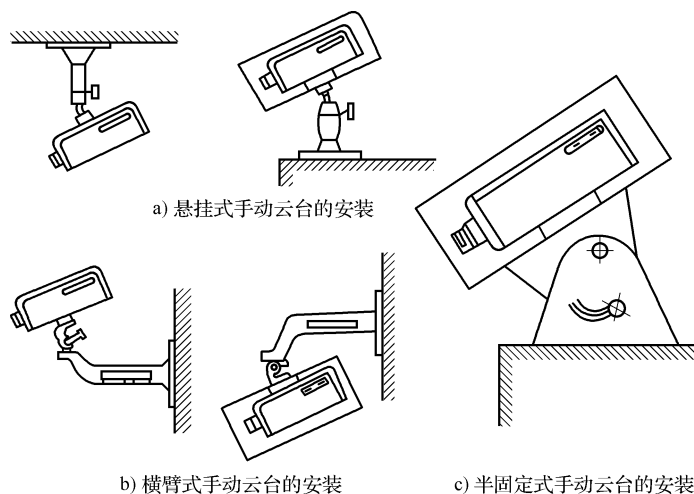


图 10-36 手动云台的安装

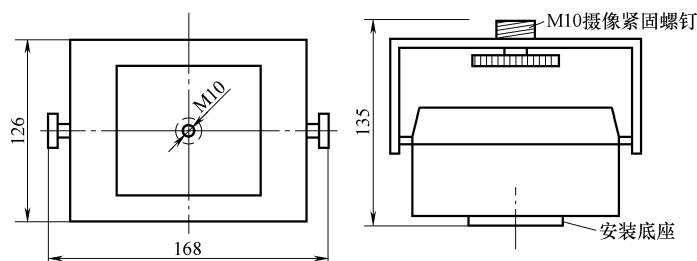


图 10-37 YT-I 型室内电动云台安装尺寸

10-39 怎样安装电视监控系统的摄像机？

摄像机是系统中最精密的设备。安装前，建筑物内的土建、装修工程应已结束，各专业设备安装基本完毕，系统的其他项目均已施工完毕后，在安全、整洁的环境条件下方可安装摄像机。

摄像机的安装应注意以下各点:

1) 安装前摄像机应逐一接电进行检测和调整,使摄像机处于正常工作状态。

2) 检查云台的水平、垂直转动角度和定值控制是否正常,并根据设计要求整定云台转动起点和方向。

3) 从摄像机引出的电缆应至少留有 1m 的余量,以利于摄像机的转动。不得利用电缆插头和电源插头承受电缆的重量。

4) 摄像机宜安装在监视目标附近不易受到外界损伤的地方,室内安装高度以 2.5 ~ 5m 为宜;室外安装高度以 3.5 ~ 10m 为宜。电梯轿厢内的摄像机应安装在轿厢的顶部。摄像机的光轴与电梯轿厢的两个面壁成 45° 角,并且与轿厢顶棚成 45° 俯角为适宜。

5) 摄像机镜头应避免强光直射,应避免逆光安装,若必须逆光安装,应选择将监视区的光对比度控制在最低限度范围内。

6) 在高温多尘的场合,对目标实行远距离监视控制和集中调度的摄像机,要加装风冷防尘保护设施。

10-40 怎样安装电视监控系统的机柜和监控台?

在监控室装修完成且电源线、接地线、各视频电缆、控制电缆敷设完毕,方可将机柜及监控台运入安装。

1. 机柜的安装

1) 机柜的底座应与地面固定;

2) 机柜安装应竖直平稳,垂直偏差不得超过 1‰;

3) 几个机柜并排在一起时,面板应在同一平面上并与基准线平行,前后偏差不得大于 3mm,两个机柜中间缝隙不大于 3mm;

4) 对于相互有一定间隔而排成一系列的设备,其面板前后偏差不大于 5mm。

2. 监控台的安装

为了监视方便,通常将监视器、视频切换器、控制器等组装

在一个监控台上。这种监控台通常设置在控制室内，其外形如图10-38所示。有的监控台还设有录像机、打印机、数码显示器和报警器等。

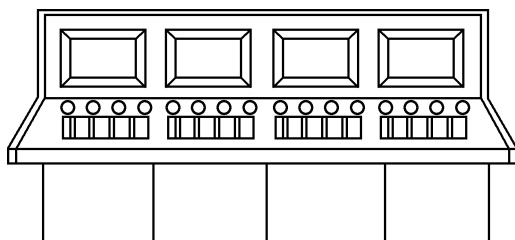


图10-38 系统监控台示意图

- 1) 监控台应安装在室内有利于监视的位置，要使监视器不面向窗户，以免阳光射入，影响图像质量；
- 2) 监控柜正面与墙的净距应不小于1.2m，侧面与墙或其他设备的净距在主要走道不小于1.5m，次要走道不小于0.8m；
- 3) 监控柜背面和侧面距离墙的净距不小于0.8m；
- 4) 监控柜内的电缆理直后应成捆绑扎，在电缆两端留适当余量，并标示明显的永久性标记。

10-41 怎样调试电视监控系统？

调试顺序一般分为单体调试、系统调试。

- 1) 单体调试：调试时，接通视频电缆对摄像机进行调试。合上控制器、监视器电源，若设备指示灯亮，则合上摄像机电源，监视器屏幕上便会显示图像。图像清晰时，可遥控变焦，遥控自动光圈，观察变焦过程中图像的清晰度。如果出现异常情况便应做好记录，并将问题妥善处理。若各项指标都能达到产品说明书所列的数值，便可遥控电动云台带动摄像机旋转。若在静止和旋转过程中图像清晰度变化不大，则认为摄像机工作情况正常，可以使用。云台运转情况平稳、无噪声，电动机不发热、速度均匀，可认为能够进行安装。

2) 系统调试: 当各种设备单体调试完毕, 便可进行系统调试。此时, 按照施工图对每台设备(摄像机、云台等)进行编号, 合上总电源开关, 监控室同监视现场之间利用对讲机进行联系, 做好准备工作, 再开通每一摄像回路, 调整监视方位, 使摄像机能准确地对准监视目标或监视范围, 通过遥控方式变焦、调整光圈、旋转云台, 扫描监视范围。如图像出现阴暗斑块, 则应调整监视区域灯具位置和亮度, 提高图像质量。在调试过程中, 每项试验应做好记录, 及时处理安装时出现的问题。

第 11 章

电 梯

11-1 什么是电梯？它有哪些特征？

电梯是伴随现代高层建筑物发展起来的重要垂直运输工具，它既有完备的机械专用设备，又有较复杂的驱动装置和电气控制系统。

1) 电梯的定义：根据国家标准 GB/T 7024—2008《电梯、自动扶梯、自动人行道术语》，电梯的定义为服务于规定楼层的固定式升降设备。它具有一个轿厢，运行在至少两列垂直的或倾斜角小于 45° 的刚性导轨之间。轿厢尺寸与结构形式便于乘客出入或装卸货物。

2) 电梯的特征：① 电梯是由电力或液力来驱动的；② 电梯是沿着垂直方向运行的一种提升设备，可以是乘客的，也可以是载货的；③ 轿厢要便于乘客或承载货物。

因此对于商场、车站等用的自动扶梯或自动人行道，按专业定义就不能称为电梯，当然它们是电梯家族里的一个分支。

11-2 电梯常用的分类方法有哪几种？

电梯的种类很多，可以从不同角度进行分类，常用的分类方法主要有以下几种：

- 1) 按用途分类；
- 2) 按运行速度分类；
- 3) 按拖动方式分类；



- 4) 按控制方式分类;
- 5) 按有无司机分类;
- 6) 按机房位置分类;
- 7) 按曳引机结构分类;
- 8) 其他特殊梯和自动梯。

11-3 电梯按用途可分为哪几种类型？各有什么特点？

常用电梯的用途与特点见表 11-1。

表 11-1 常用电梯的用途与特点

名称、代号	用途与特点
乘客电梯 代号：TK (拼音缩写)	适用于高层住宅以及办公大楼、宾馆、饭店、旅馆的电梯，用于运送乘客，要求安全适舒，装饰新颖美观，可以手动或自动控制操纵。最好是有/无司机操纵两用。轿厢的顶部除吊灯外，大都设置排风机，在轿厢的侧壁上则有回风口以加强通风效果。为便于乘客进出轿厢，一般轿厢宽度与深度比例为 10：7～10：8 额定载重量有 630kg、800kg、1000kg、1250kg、1600kg 等。速度有 0.63m/s、1.0m/s、1.6m/s、2.5m/s 等多种，载客人数为 8～21 人，运送效率高，在超高层大楼应用时速度可以超过 3m/s 而达到 5m/s、9m/s 或 10m/s
载货电梯 代号：TH	用于运载货物，或装在手推车或机动车上的货物及伴随的装卸人员。要求结构牢固、安全性好，为节约动力装置的投资和保证良好的平层准确度，常取较低的额定速度，轿厢的容积通常比较宽大，一般轿厢深度大于宽度或两者相等 载重量有 630kg、1000kg、1600kg、2000kg 等多种；速度在 1m/s 以下
客货 (两用)电梯 代号：TL	主要是用作运送乘客，但也可运送货物的电梯，它与乘客电梯的区别在于轿厢内部装饰结构不同，通常称此类电梯为服务梯，一般为低速
病床电梯 代号：TB	医院里用于运送病人，医疗器械和救护设备，其特点是轿厢窄而深，常要求前后贯通开门。对运行稳定性要求较高，运行中噪声应力求减小，一般有专职司机操作 载重量有 1000kg、1600kg、2000kg 等多种，运行速度为 ≤0.63m/s、1.0m/s、1.6m/s、2.0m/s

(续)

名称、代号	用途与特点
住宅电梯 代号: TZ	供居民住宅楼使用的电梯, 主要运送乘客, 也可运送家用物件或生活用品, 多为有司机操作 额定载重量为 400kg、630kg、1000kg 等、其相应的载客人数为 5 人、8 人、13 人等, 速度在低、快速之间。其中载重量为 630kg 的电梯, 轿厢还允许运送残疾人员乘坐的轮椅和童车; 载重量为 1000kg 的电梯, 轿厢还能运送“手把可拆卸”的担架和家具
杂物电梯 (服务电梯) 代号: TW	供运送一些轻便的图书、文件、食品等, 但不允许人员进入轿厢, 由门外按钮控制 额定载重量有 40kg、100kg、250kg 等数种。轿厢的运行速度通常小于 0.5m/s
船用电梯 代号: TC	船用电梯是固定安装在船舶上为乘客和船员或其他人员使用的提升设备, 它能在船舶的摇晃中正常工作 速度一般应 $\leq 1\text{m/s}$
观光电梯 代号: TG	是一种轿厢壁透明、供乘客观光的电梯
汽车电梯 (汽车用电梯) 代号: TQ	用作各种客车、轿车或货车的垂直运输, 如高层或多层车库、仓库等处都有使用, 这种电梯的轿厢面积都较大, 要与所装的车辆相匹配, 其构造则应充分牢固, 有的是无轿顶的 升降速度一般都较低 ($< 1\text{m/s}$)
其他电梯	用作专门用途的电梯, 如冷库电梯、防爆电梯、矿井电梯、建筑工程电梯等

11-4 电梯主要由哪几部分组成?

曳引式电梯是目前应用最普遍的一种电梯。电梯的基本结构如图 11-1 所示。

一部电梯总体的组成有机房、井道、轿厢和层站四个部分, 也可看成一部电梯占有了四大空间。图 11-2 所示为电梯各机构的组成。

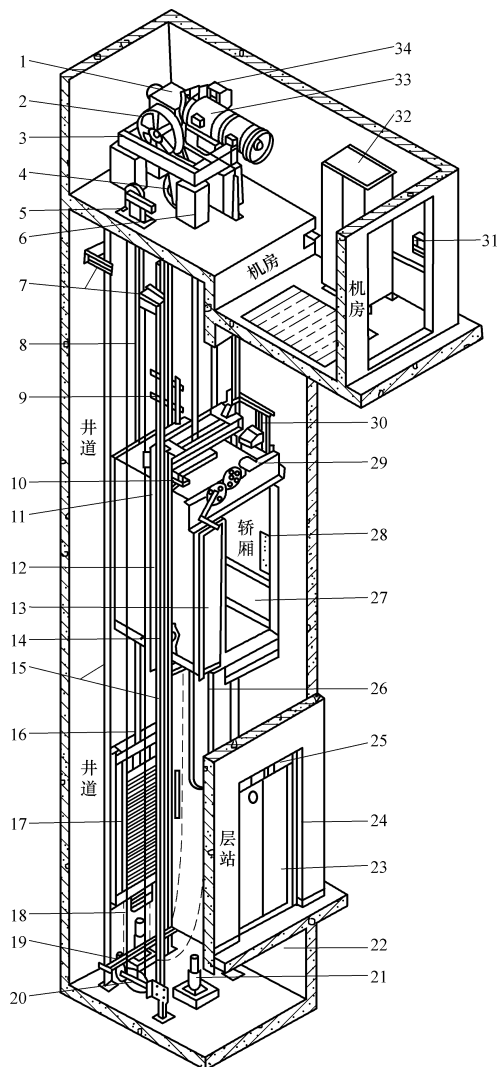


图 11-1 电梯的基本结构

- 1—减速箱 2—曳引轮 3—曳引机底座 4—导向轮 5—限速器 6—机座 7—导轨
 支架 8—曳引钢丝绳 9—开关磁铁 10—紧急终端开关 11—导靴 12—轿厢架
 13—轿门 14—安全钳 15—导轨 16—绳头组合 17—对重 18—补偿链 19—补偿
 链导轮 20—张紧装置 21—缓冲器 22—底坑 23—层门 24—呼梯盒 25—层楼
 指示灯 26—随行电缆 27—轿壁 28—轿内操纵箱 29—开门机 30—井道传感器
 31—电源开关 32—控制柜 33—曳引电动机 34—制动器（抱闸）

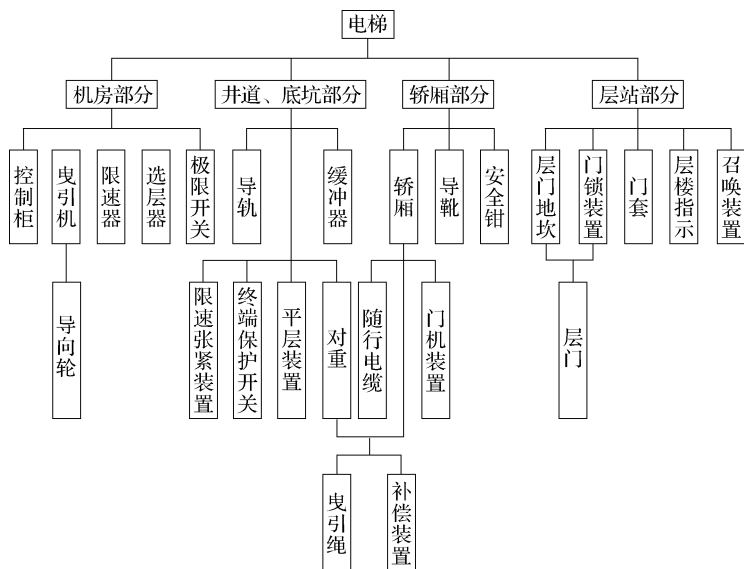


图 11-2 电梯的组成

11-5 电梯主要包括哪些系统？各有什么功能？

电梯的基本结构包括八个系统：曳引系统、导向系统、轿厢、门系统、重量平衡系统、电力拖动系统、电气控制系统和安全保护系统。各个系统的功能以及组成的主要构件与装置见表 11-2。

表 11-2 电梯八个系统的功能及其构件与装置

8 个系统	功 能	组成的主要构件与装置
曳引系统	输出与传递动力，驱动电梯运行	曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、反绳轮等
导向系统	限制轿厢和对重的活动自由度，使轿厢和对重只能沿着导轨作上、下运动	轿厢的导轨、对重的导轨及其导轨架



(续)

8 个系统	功 能	组成的主要构件与装置
轿厢	用以运送乘客或货物的组件, 是电梯的工作部分	轿厢架和轿厢体
门系统	乘客或货物的进出口, 运行时层门、轿箱门必须封闭, 到站时才能打开	轿厢门、层门、开门机、联动机构、门锁等
重量平衡系统	相对平衡轿厢重量以及补偿高层电梯中曳引绳长度的影响	对重和重量补偿装置等
电力拖动系统	提供动力, 对电梯实行速度控制	曳引电动机、供电系统、速度反馈装置、电动机调速装置等
电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵装置、位置显示装置、控制屏(柜)、平层装置、选层器等
安全保护系统	保护电梯安全使用, 防止一切危及人身安全的事故发生	机械方面有限速器、安全钳、缓冲器、端站保护装置等 电气方面有超速保护装置, 供电系统断相、错相保护装置, 超越上、下极限工作位置的保护装置, 层门锁与轿门电气连锁装置等

11-6 电梯是怎样运行的?

曳引式电梯是靠曳引力实现相对运动的, 它的曳引传动关系如图 11-3 所示。

安装在机房内的电动机通过减速器、制动器等组成的曳引机, 使曳引钢丝绳通过曳引轮, 一端连接轿厢, 另一端连接对重装置, 轿厢与对重装置的重力使曳引钢丝绳压紧在曳引轮绳槽内产生摩擦力, 这样电动机一转动就带动曳引轮转动, 驱动钢丝绳, 拖动轿厢和对重作相对运动。即轿厢上升, 对重下降; 轿厢下降, 对重上升。于是, 轿厢就在井道中沿导轨上、下往复运动, 电梯就能执行垂直升降的任务。

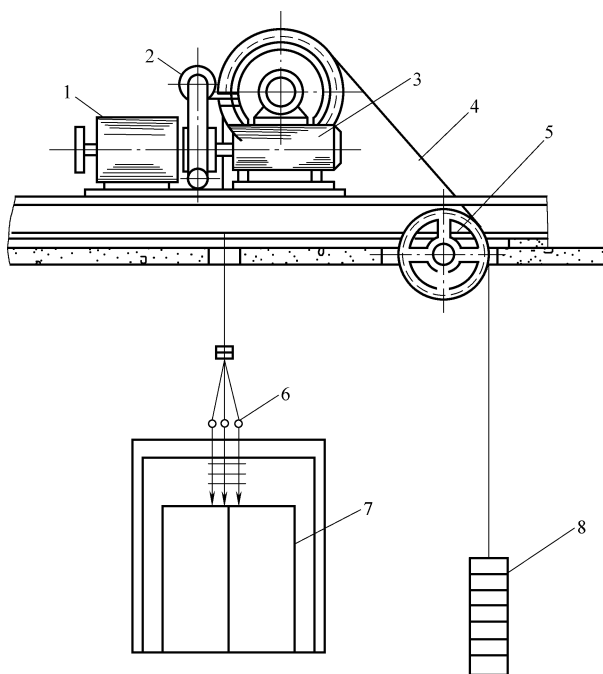


图 11-3 电梯的曳引传动关系

- 1—电动机 2—制动器 3—减速器 4—曳引绳 5—导向轮
6—绳头组合 7—轿厢 8—对重

11-7 如何制定电梯安装工艺流程？

现代电梯是典型的机电一体化产品，对施工人员的要求也趋向于一专多能。一般电梯安装施工工艺流程如图 11-4 所示，通过电梯的安装施工工艺流程，可以使每一位安装人员对整个安装工作的思路有一个统一的认识，工作起来相互之间会更加协调。

在施工的过程中，通常是将机械和电气两部分同时进行。但在同一井道内，严禁垂直交叉作业。

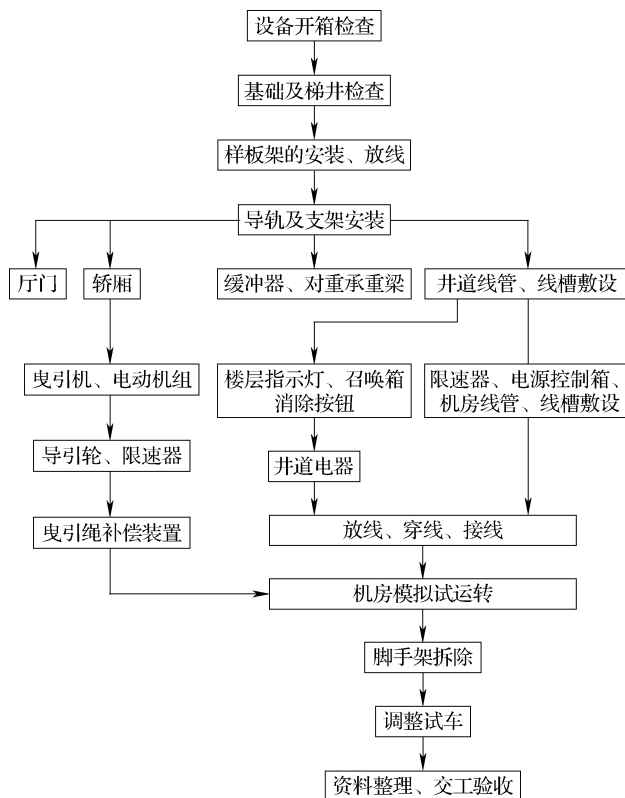


图 11-4 电梯的安装施工工艺流程

11-8 曳引机有什么功能？它主要由哪几部分组成？

曳引机是电梯的主拖动机械，其功能是驱动电梯的轿厢和对重装置作上、下运动。曳引机主要由电动机、制动器、减速器（箱）和曳引轮等组成。

曳引机可分为无齿轮曳引机和有齿轮曳引机两种。无齿轮曳引机的曳引轮紧固在曳引电动机轴上，没有机械减速机构，整体结构比较简单，常用在快速电梯上。有齿轮曳引机的曳引轮通过减速器（箱）与曳引电动机连接，其减速器（箱）一般常用蜗

轮、蜗杆传动，该曳引机广泛用于低速电梯上。图 11-5 所示为有齿轮曳引机外形图。

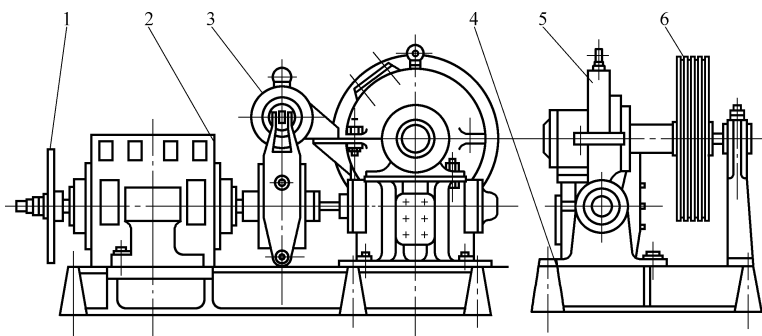


图 11-5 有齿轮曳引机外形图

1—惯性轮（手轮） 2—电动机 3—制动器 4—机座
5—减速器（箱） 6—曳引轮

11-9 怎样安装曳引机？

在承重梁安装检查符合要求后，方能安装曳引机。曳引机的安装与承重梁的安装方式有关。

1) 承重梁在机房楼板下的安装：当承重梁在机房楼板下时，一般按比曳引机底盘外形大 30mm 左右，做一个厚度为 250 ~ 300mm 的钢筋混凝土底座，底座上预埋好固定曳引机的底脚螺钉。钢筋混凝土底座下面，承重梁的上边应放置减振橡胶垫，曳引机则紧固在钢筋混凝土底座上，如图 11-6 所示。为防止电梯在运行过程中位移，底座和曳引机两端还需用压板、挡板等将底座和曳引机固定。

2) 承重梁在机房楼板上的安装：当承重梁在机房楼板上面时，可将曳引机底盘的钢板与承重梁用螺钉或焊接连为一体。如需减振时，则要制作减振装置。减振装置由上、下两块与曳引机底盘尺寸相等、厚度为 20mm 左右的钢板和减振橡胶垫构成，橡胶垫位于上、下两块钢板之间。上面的钢板与曳引机用螺钉连

接，下面的钢板与承重梁焊接。为防止移位，上钢板和曳引机底盘需设置压板和挡板。

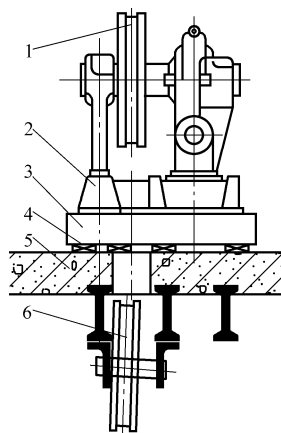


图 11-6 承重梁在楼板下的曳引机安装

1—曳引轮 2—机座 3—钢筋混凝土底座 4—防振橡胶垫
5—机房地坪 6—导向轮

11-10 如何校正曳引机安装位置？

校正前需在曳引机上方固定一根水平铅丝，并且在该水平线上悬挂两根铅垂线，一根铅垂线对准井道内上样板架上标注的轿厢架中心点；另一根铅垂线对准对重装置中心点。然后再根据曳引绳中心计算的曳引轮节圆直径 D_{cp} ，在水平线上再悬挂一根铅垂线，如图 11-7 所示。以这三根铅垂线来校正曳引机的安装位置，调整后应达到以下要求：

- 1) 曳引轮位置偏差：前、后（向着对重）方向不应超过 $\pm 2\text{mm}$ ；左右方向不应超过 $\pm 1\text{mm}$ ；
- 2) 曳引轮的不垂直度不大于 0.5mm ，如图 11-8 所示；
- 3) 曳引轮与导向轮或复绕轮的不平行度不大于 $\pm 1\text{mm}$ 。

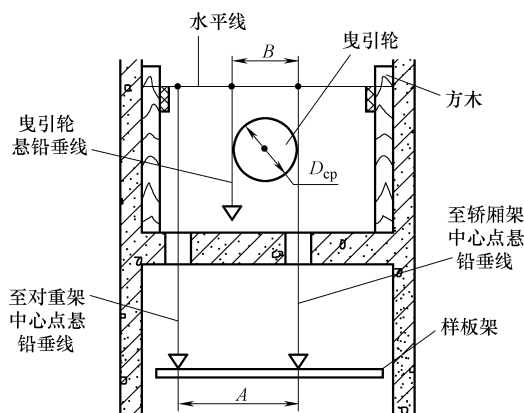


图 11-7 曳引机安装位置校正示意图

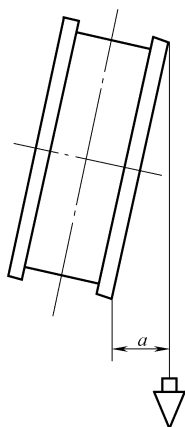


图 11-8 轮的不垂直度

11-11 曳引机安装完毕后，应怎样进行空载试验？

曳引机在机房内安装完毕后将安装其他部分的提升设备，因此必须先进行空载试验。其具体方法如下：

在电动机的最高转速下正反向连续运行各 2h，检查曳引轮

运转的平稳性、噪声；检查减速器（箱）内有无啃齿声、金属敲击声、轴承研磨声和温升情况；检查各密封面的密封情况；检查制动器的松闸和制动情况。

空载试验后，要对可疑部件进行解体检查，待各项要求合格后，才能试吊重负载。

11-12 客梯轿厢的结构特点是什么？

客梯轿厢既要求坚固耐用，又要求美观、舒适。因此，在轿厢结构上均有减振措施，为了阻止振动传向厢体，常用的方法是在轿厢体与轿厢架之间加橡胶块，为此需采用框架或底梁结构，在底框与轿厢底之间加入6~8块专门制造的橡胶块。为了限制轿厢在水平方向的偏摆，在立柱上设有限位块。限位块有滚轮式和块式，其支撑部分是钢制的，工作部分用橡胶制成。客梯轿厢的结构如图11-9所示。

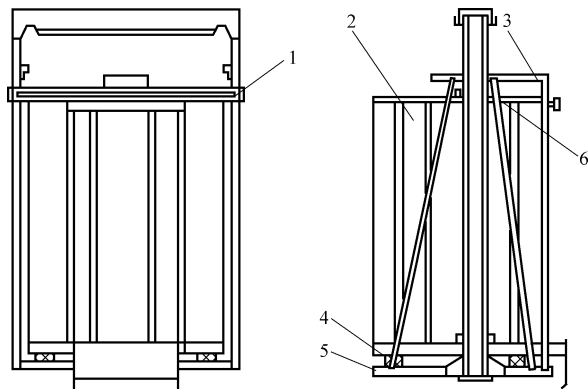


图 11-9 客梯轿厢

- 1—门导轨 2—厢体 3—门导轨架 4—减振橡胶
5—底框 6—橡胶限位块

轿厢门供乘客或服务人员进出轿厢使用，门上装有联锁触头，只有当门扇密闭时，才允许电梯起动；而当门扇开启时，运

动中的轿厢立即停止，起到了电梯运行中的安全保护作用。门上还装有安全触板，若有人或物品碰到安全触板，依靠联锁触头作用使门自动停止关闭，并迅速打开。

轿厢顶开有供人紧急出入的安全窗。安全窗开启时，必须通过限位开关切断电梯控制电路，使电梯不能起动，以确保安全。轿厢顶还装有开门机构、电器箱、接线箱和风扇等。

客梯轿厢一般采用半间接照明方式，即通过灯罩等透明体使光线柔和些，再照射下来。也可采用反射式照明。

在轿厢内除了设置照明装置外，还设有操纵电梯运行的按钮操纵箱、显示电梯运行方向和位置的轿内指层灯、风扇或抽风机、紧急开关等应急装置以及电梯规格标牌等。

11-13 电梯门系统由哪几部分组成？各起什么作用？

电梯门系统主要包括轿门（轿厢门）、厅门（层门）、开门机、联动机构和门锁等。

厅门和轿门都是独特的保护装置，以防乘客和物品坠入井道或轿内乘客和物品与井道相撞而发生危险。

电梯的门一般由门扇、门滑轮、门靴（门滑块）、门地坎、门导轨架等组成。轿门由门滑轮悬挂在轿门导轨上，下部通过门靴与轿门地坎配合；厅门由门滑轮悬挂在厅门导轨上，下部门滑块与厅门地坎配合，如图 11-10 所示。

轿门是设置在轿厢入口的门，其设在轿厢靠近层门的一侧，供司机、乘客和物品的进出。简易电梯的开关门是用手操作的，称为手动门。一般的电梯都装有自动开、关机构，称为自动门。在轿门的上方，设有开门机。

厅门是设置在层站入口的密封门，也称层门，还称为梯井门，厅门的开启是由轿门带动的，厅门上装有电气、机械联锁装置的门锁。只有轿门开启，才能带动厅门的开启。所以，轿门称为主动门，厅门称为被动门。

只有轿门、厅门完全关闭后，电梯才能运行。为了防止电梯

在关闭时将人夹住，电梯的轿门上常设有关门安全装置（近门保护装置），在做关门运动的门扇只要受到人或物的阻挡，便能自动退回。

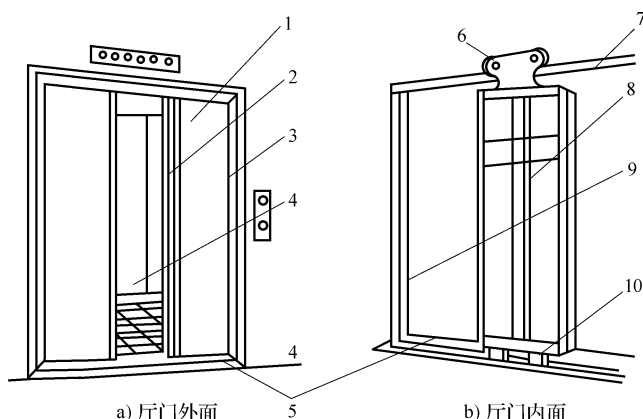


图 11-10 电梯门的基本结构

1—厅门 2—轿厢门 3—门套 4—轿厢 5—门地坎 6—门滑轮 7—厅门导轨架
8—门扇 9—厅门门框立柱 10—门滑块（门靴）

11-14 电梯安全保护系统主要由哪几部分组成？

为了确保在运行中的安全，在设计电梯时，设置了多种的机械安全装置和电气安全装置，这些装置共同组成了电梯安全保护系统，其主要有以下几部分组成：

- 1) 超速（失控）保护装置：限速器、安全钳。
- 2) 超越上、下极限工作位置的保护装置：包括强迫减速开关、终端限位开关、终端极限开关等，达到强迫换速、切断控制电路、切断动力电源的三级保护。
- 3) 撞底（与冲顶）保护装置：缓冲器。
- 4) 层门门锁与轿门电气联锁装置：确保门不关闭，电梯不能运行。
- 5) 门的安全保护装置：层门、轿门设置门光电装置、门电

子检测装置、门安全触板等。

6) 电梯不安全运行防止系统：如轿厢超载保护装置、限速器断绳开关、选层器断带开关等。

7) 不正常状态处理系统：机房曳引机的手动盘车、自备发电机以及轿厢安全窗、轿门手动开关设备等。

8) 供电系统断相、错相保护装置：相序保护继电器等。

9) 停电或电气系统发生故障时，轿厢慢速移动装置。

10) 报警装置：轿厢内与外联系的警铃、电话等。

上述安全装置中，有一些机械安全装置往往也需要电气方面的配合和联锁装置才能完成其动作和保护功能。

普通交流双速乘客电梯的安全保护系统关联图，如图 11-11 所示。

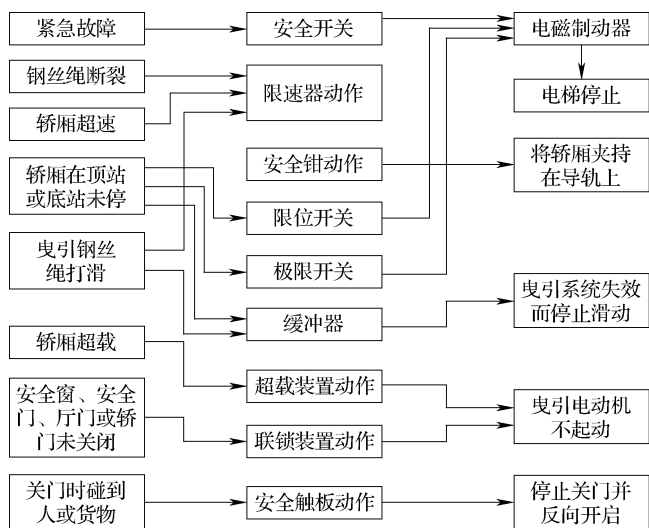


图 11-11 电梯的安全保护系统关联图

11-15 电梯安全保护系统的主要动作程序是怎样的？

电梯安全保护系统的主要动作程序如图 11-12 所示。

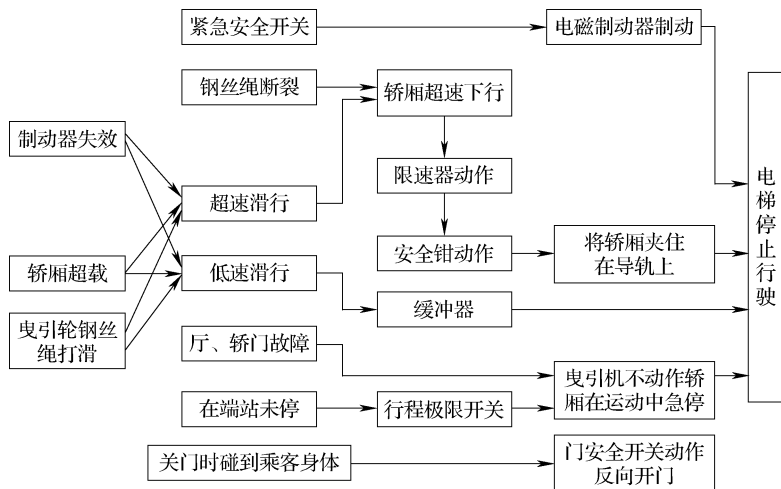


图 11-12 电梯安全保护系统的主要动作程序

11-16 电梯的电力拖动系统有什么特点？

电梯的电力拖动系统的功能是为电梯提供动力并对其进行速度控制。它主要由曳引电动机、供电系统、速度反馈装置、电动机调速装置等组成。

电梯的运行过程可分为起动加速、稳速运行和减速制动三个阶段。电梯运行速度的调节是通过改变曳引电动机转速来实现的。电梯的电力拖动系统有交流拖动系统和直流拖动系统两大类。目前交流电梯的调速方法主要有变极调速、调压调速和变频调速等几种。

11-17 什么是交流变极调速系统？

交流变极调速系统又称为交流双速电梯拖动系统，它是采用改变电动机定子绕组的接线方式，来改变电动机旋转磁场的极数，从而改变电动机的转速。

改变电动机极数的接线方式如下：

- ① Υ -双 Υ (Υ -2 Υ) 联结，如图 11-13a 所示；
- ② Δ -双 Υ (Δ -2 Υ) 联结，如图 11-13b 所示。

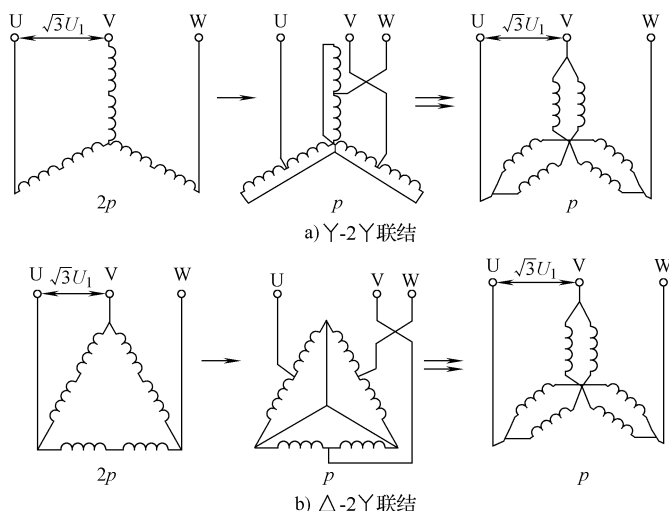


图 11-13 三相绕组变极的两种连接方法

电动机极数少的绕组称为高速（快速）绕组，极数多的绕组称为低速（慢速）绕组。变极调速电梯常采用双速电动机，一般高速绕组为 4 极、低速绕组为 16 极，或高速 6 极、低速 24 极。少数也有高速 4 极、低速 24 极，或高速 6 极、低速 36 极者。

当电梯起动加速和稳速运行时，将三相高速绕组接到电源上，电动机处于高速运行状态；当电梯制动减速时，则自动切断高速绕组的电源，并将三相低速绕组接到电源上，电动机转入低速运行状态（因为电梯轿厢停止运行前的速度越高，则停靠误差越大；速度越低，则停靠误差越小。所以电梯停止前，需使电动机由高速运行转入低速运行）。

交流变极调速系统的控制线路简单、维修方便，缺点是有级调速，电梯运行的平稳性稍差。

11-18 什么是交流调压调速系统？

由交流异步电动机原理可知，电动机的最大转矩与加在其定子绕组上的电压的二次方成正比，降低电动机的供电电压，其最大转矩就会降低。因此，当机械负载转矩不变时，降低电源电压，可使电动机转速下降。

交流调压调速系统采用大功率晶闸管作为交流电压控制器件，由控制线路调节晶闸管的导通角，可使电动机的输入电压连续变化，达到速度调节的目的。而且，由于控制系统采用了速度反馈环节，可根据速度的变化自动调节供电电压，使电梯起动、制动过程平稳，乘坐舒适。交流调压调速系统工作原理框图如图 11-14 所示。

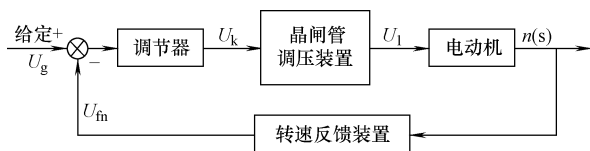


图 11-14 交流调压调速电梯传动系统机构框图

11-19 什么是变压变频（VVVF）调速系统？

当三相异步电动机的极对数 p 不变时，电动机的同步转速（即旋转磁场的转速） n_s 与电源频率 f_1 成正比，因此若连续改变三相异步电动机电源的频率 f_1 ，就可以连续改变电动机的同步转速 n_s ，从而可以平滑地改变电动机的转速 n ，达到调速的目的。

变频调速时，通常希望气隙每极磁通 Φ_1 近似不变，这就要求频率 f_1 与电源电压 U_1 之间能协调控制。变压变频（简称 VVVF）调速就是通过改变交流异步电动机供电电源的频率来改变电动机的转速。提高电源频率，电动机转速加快，反之则减慢。变频变压调速能使转速无级调节，调速范围较大，精度高，效率也高，是目前电梯拖动系统中常见的调速方法。

此种调速系统根据电梯为恒转矩负载，在变频调速时需保持电动机的最大转矩不变，维持磁通恒定。这就要求定子绕组供电电压也要作相应的调节。因此，其电动机的供电电源的驱动系统应能改变电压和频率，即对电动机供电的变频器要求有调压和调频两种功能。因此就要求有性能良好的变频器。

11-20 直流电梯拖动系统有什么特点？

直流电动机具有调速性能好、调速范围大的特点，因此很早就被用于电梯，常用发电机-电动机组（F-D）形式驱动。其控制的电梯速度达 4m/s 。但是直流电梯拖动系统存在的缺点是机组结构体积大、耗电量大、维修工作量大、造价高。

对直流电动机进行调速一般常用下列三种方法：

- 1) 改变施加于电枢回路的端电压 U_a ；
- 2) 改变串入电枢回路的电阻 R_t ；
- 3) 通过改变励磁电流来改变磁通量 Φ 。

但是，在直流电梯拖动系统中，一般是很少采用改变电动机磁通量 Φ 进行调速的。

11-21 电梯的电气控制系统中主要有哪些电器部件和装置？

1) 操纵箱：操纵箱一般位于轿厢内，是用指令开关、按钮或手柄等操作轿厢运行的电气装置。它是司机或乘用人员控制电梯上下运行的控制中心。操纵箱内装置的电器元件与电梯的控制方式、停站层数有关。

2) 指示灯箱（层灯）：指示灯箱是给司机、轿厢内、外乘用人员提供电梯运行方向和所在位置的指示装置。位于层门上方的指层灯箱称为厅外指层灯箱，位于轿门上方的指层灯箱称为轿内指层灯箱。同一台电梯的厅外指层灯箱和轿内指层灯箱在结构上是完全一样的。

指示灯箱上的层数指示灯，一般采用信号灯和数码管两种。

3) 召唤按钮箱（呼唤按钮盒）：召唤按钮箱（又称呼唤触

钮箱或呼梯按钮盒)是设置在电梯停靠层站门外侧,给厅外乘用人员提供呼唤电梯的装置。

4) 检修开关箱:检修开关箱设置在机房电气开关柜上及轿厢顶上,供电梯检修人员修电梯时使用。检修开关箱一般设有电梯慢上、慢下的按钮、点动开关按钮、急停按钮、轿顶检修转换开关、轿顶检修灯开关。

5) 换速平层装置:换速平层装置通常分别装在轿顶支架和轿厢导轨支架上。它是为了使电梯实现到达预定的停靠站时,提前一定的距离,把快速运行切换为平层前的慢速运行,并使平层时能自动停靠的控制装置。

6) 选层器:选层器设置在机房或隔层内,是模拟电梯运行状态,向电气控制系统发出相应电信号的装置。常用的选层器有以下几种:①机械式选层器;②点动式选层器(刻槽式选层器);③电气式选层器(继电器式选层器);④电脑式选层器(电子选层器);

电梯的电气控制系统中除上述电器部件和装置外,通常还有一些有关的电器和电器元件,其中包括接触器、热继电器、时间继电器、电压继电器、电梯用变压器、整流器、主令电器、电磁断电装置、层楼指示器、开门机电阻器箱、晶体管、转换开关、层楼断电转换开关、终端开关、限位开关、极限开关等。

11-22 安装电源开关应满足哪些要求?

电梯的供电电源应由专用开关单独控制供电。每台电梯应分设动力开关和照明开关。控制轿厢照明电源的开关与控制机房、井道和底坑照明电源的开关应分别设置,各自具有独立保护。同一机房中有几台电梯时,各台电梯主电源开关应易于识别,其容量应能切断电梯正常使用情况下的最大电流,但该开关不应切断下列供电电路:

- 1) 轿厢照明、通风和报警;
- 2) 机房、隔层和井道照明;

3) 机房、轿顶和底坑电源插座。

主开关应安装于机房进门处随手可操作的位置, 但应避免雨水和长时间日照。

为便于线路维修, 单相电源开关一般安装于动力开关旁。要求安装牢固, 横平竖直。

11-23 安装控制柜应符合哪些条件?

控制柜由制造厂组装调试后送至安装工地, 在现场先作整体定位安装, 然后按图样规定的位置施工布线。如无规定, 应按机房面积及形式做合理安排, 且必须符合维修方便、巡视安全的原则。控制柜的安装位置应符合以下几个条件:

- 1) 控制柜(屏)正面与门、窗距离不小于 1000mm;
- 2) 控制柜(屏)的维修侧与墙的距离不小于 600mm;
- 3) 控制柜(屏)与机房内机械设备的安装距离不宜小于 500mm;
- 4) 控制柜(屏)安装后的垂直度应不大于 3‰, 并应有与机房地面固定的措施。

11-24 机房布线时应注意什么?

1) 电梯动力与控制线路应分离敷设, 进入机房后, 电源零线与接地线应始终分开, 接地线的颜色为黄绿双色绝缘线。除 36V 以下的安全电压, 所有的电气设备金属罩壳均应设有易于识别的接地端, 且应有良好的接地。接地线应分别直接接至地线柱上, 不得互相串接后再接地

2) 线管、线槽的敷设应平直、整齐、牢固, 线槽内导线总面积不大于槽净面积的 60%; 线管内导线总面积不大于管内净面积的 40%; 软管固定间距不大于 1m。端头固定间距不大于 0.1m。

3) 电缆线可以通过暗线槽, 从各个方面把线引入控制柜; 也可以通过明线槽, 从控制柜的后面或前面的引线口把线引入控制柜。

11-25 怎样安装井道电气装置？

1) 换速开关、限位开关的安装：根据电梯的运行速度可设一只或多只换速开关（又称减速开关）。额定速度为 1m/s 电梯的换速、限位、极限开关的安装示意图如图 11-15 所示。

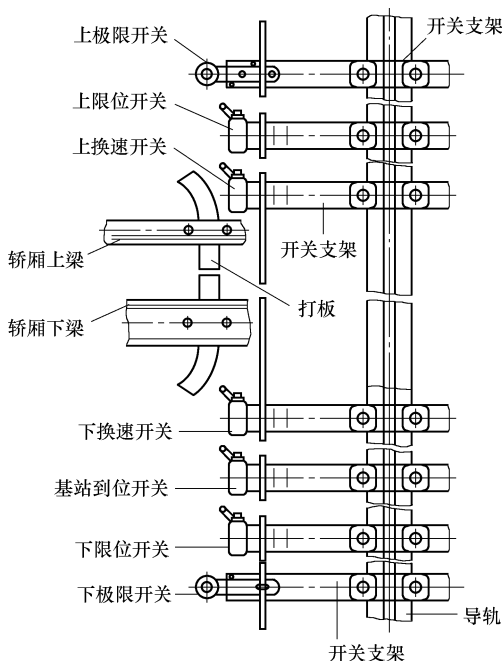


图 11-15 换速、限位和极限开关的安装示意图

2) 极限开关及联动机构的安装：用机械方法直接切断电动机回路电源的极限开关，常见的有两种形式，一种为附墙式（与主开关联动）；另一种为着地式，直接安装于机房地坪上，如图 11-16 所示。安装极限开关应满足的要求见 11-26 问。

3) 基站轿厢到位开关的安装：装有自动门机的电梯均应设此开关。到位开关的作用是使轿箱未到基站前，基站的层门钥匙开关不起任何作用，只有轿厢到位后钥匙开关才能启闭自动门。

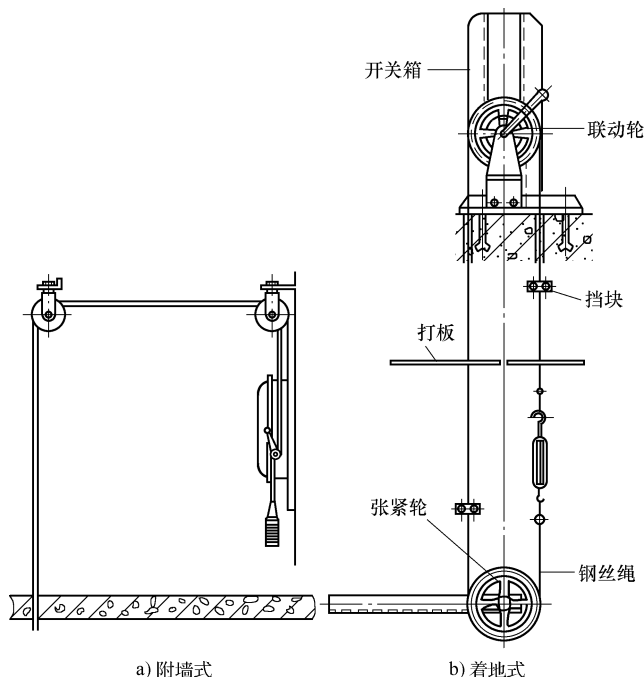


图 11-16 极限开关的安装形式

机，带动轿门和层门。基站轿厢到位开关支架安装于轿厢导轨上，位置比限位开关略高一点即可（见图 11-15）。

4) 底坑急停开关及井道照明设备的安装：

① 为保证检修人员进入底坑的安全，必须在底坑中设电梯急停开关。该开关应设非自动复位装置且有红色标记。安装位置应是检修人员进入底坑后能方便摸到的地方。

② 封闭式井道内应设置永久性照明装置。井道中除距最高处与最低处 0.5m 内各装一只灯外，中间灯具应不超过 7m。

5) 松绳及断绳开关的安装：限速器钢丝绳或补偿绳长期使用后，可能伸长或断绳，在这种情况下断绳开关能自动切断控制回路使电梯停止。该开关是与张紧装置联动的。



11-26 安装极限开关应满足哪些要求？

1) 安装附墙式极限开关应满足以下要求：

① 把装有碰轮的支架装于限位开关支架以上或以下 150mm 处的轿厢导轨上。极限开关碰轮有上、下之分，不能装错。

② 在机房内的相应位置上安装好导向轮。导向轮不得超过两个，其对应轮槽应成一直线，且转动灵活。

③ 穿钢丝绳时，先固定下极限位置，将钢丝绳收紧后再固定在上极限架上。注意下极限架处应留适当长度的绳头，便于试车时调节极限开关动作高度。动作高度应以轿厢或对重接触缓冲器之前起作用为准。

④ 将钢丝绳在极限开关联动链轮上绕 2 ~ 3 圈，不能叠绕，吊上重锤，锤底离机房地坪约 500mm。

2) 安装着地式极限开关应满足以下要求：

① 在轿厢侧的井道底坑和机房地坪相同位置处，安装好极限开关的张紧轮及联动轮、开关箱。两轮槽的位置偏差均不大于 5mm。

② 在轿厢相应位置上固定两块打板，打板上钢丝绳孔与两轮槽的位置偏差不大于 5mm。

③ 穿钢丝绳，并用开式索具螺旋机和花篮螺钉收紧，直至顺向拉动钢丝绳能使极限开关动作。

④ 根据极限开关动作方向，在两端站越程 100mm 左右的打板位置处，分别设置挡块，使轿厢超越行程后，轿厢上的打板能撞击钢丝绳上的挡块，使钢丝绳产生运动而使极限开关动作。

11-27 怎样安装轿厢电气装置？

1) 轿厢操纵箱的安装：轿顶操纵箱上的电梯急停开关和电梯检修开关要安装在轿顶防护栏的前方，且应处于打开厅门和在轿厢上梁后部任何一处都能操作的位置。

2) 换速、平层感应装置(井道传感器)的安装:井道传感器装置的结构形式是根据控制方式而定的,它由装于轿厢上的带托架的开关组件和装于井道内的反映井道位置的永久磁铁组件所组成。感应装置安装应牢固可靠,间隙、间距符合规定要求,感应器的支架应用水平仪校平。永磁感应器安装完后应将封闭磁板取下,否则永磁感应器不起作用。

3) 自动门机的安装:一般电动机、传动机构及控制箱在出厂时已组合成一体,安装时只需将自动门机安装支架按图样规定位置固定好即可。门机安装后应动作灵活,运行平稳,门扇运行至端点时应无撞击声。

4) 轿内操纵箱的安装:轿内操纵箱是控制电梯选层、关门、开门、起动、停层、急停等动作的控制装置。操纵箱安装工艺较简单,在轿厢壁板就位后,要在轿厢相应位置装入操纵箱箱体,将全部电线接好后盖上面板即可,盖好面板后应检查按钮是否灵活有效。

5) 信号箱、轿内层楼指示器的安装:信号箱是用来显示各层站呼梯情况的,常与操纵箱共用一块面板,安装时可与操纵箱一起完成。轿内层楼指示器有的安装于轿门上方,有的与操纵箱共用面板,应按具体安装位置确定安装方法。

6) 照明设备、风扇的安装:照明有多种形式,具体形式按轿内装饰要求决定,简单的只在轿厢顶上装两盏荧光灯。风扇也有多种形式,传统的都直接装在轿顶中心,电扇风量集中。现代电梯大多采用轴流式风机,由轿顶四边进风,风力均匀柔和。安装时应按具体选用风扇的要求再确定安装方法。照明设备、风扇的安装应牢固、可靠。

7) 轿底电气装置的安装:轿底电气装置主要是轿底照明灯,应将灯的开关设于易摸到的位置。另外,有超载装置的活络轿底内有几只微动开关,一般出厂时已安装好,在安装工地只需根据载重调整其位置即可。轿底使用压力传感器的,应按原设计位置固定好,传感器的输出线应连接牢固。

11-28 怎样安装层站电气装置?

层站电气装置主要有召唤按钮箱（呼梯按钮盒）、指层灯箱（楼层指示器）等。

各层站的召唤按钮箱和指层灯箱，安装在各层站的厅门（层门）外。指示灯箱装在厅门正上方，距门框架 250 ~ 300mm 处。召唤按钮箱在厅门右侧，距厅门 200 ~ 300mm，距地面 1300mm 处。也可以将两者合并为一个部分，安装在厅门右侧。

指层灯箱和召唤按钮箱的面板安装完毕后，其水平偏差应不大于 3‰，墙面与召唤按钮箱的间隙应在 1mm 以内。

11-29 如何安装悬挂电缆?

悬挂电缆分为圆形电缆和扁形电缆，现大多采用扁形电缆。

1) 圆形电缆的安装:

① 以滚动方式展开电缆，切勿从卷盘的侧边或从电缆卷中将电缆拉出。

② 为了防止电缆悬挂后的扭曲，圆电缆在安装于轿厢侧旁以前，必须要悬挂数小时。悬吊时，与井道底坑地面接触的电缆下端必须形成一个环状而被提高，使其离开底坑地面，如图 11-17 所示。

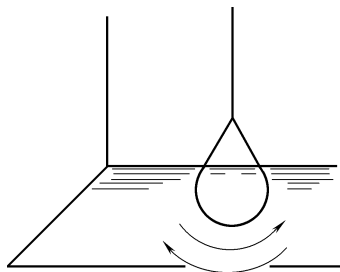


图 11-17 电缆形状的复原

③ 当轿厢提升高度 $\leq 50\text{m}$ 时，电缆的悬挂配置如图 11-18a 所示。

④ 当轿厢提升高度在 50 ~ 150m 时，电缆的悬挂配置如图 11-18b 所示。

⑤ 电缆的固定如图 11-19 和图 11-20 所示。绑扎应均匀、牢固、可靠。其绑扎长度为 30 ~ 70mm。

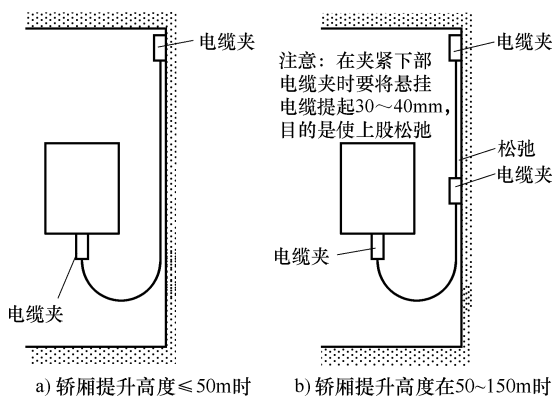


图 11-18 电缆悬挂方式

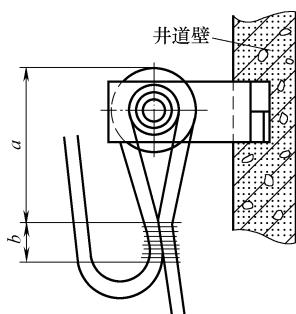


图 11-19 井道电缆的绑扎示意图

注： a = 钢管直径 2.5 倍，且不大于 200mm；
 $b = 30 \sim 70\text{mm}$ 。

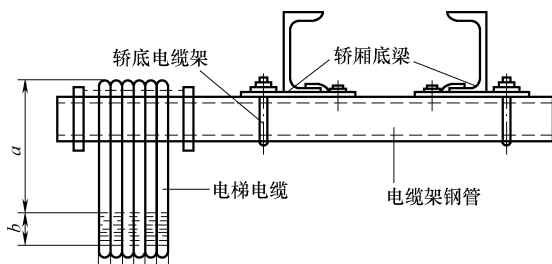


图 11-20 轿底电缆的绑扎示意图

注： a = 钢管直径 2.5 倍，且不大于 200mm；
 $b = 30 \sim 70\text{mm}$ 。

⑥ 当有数条电缆时，要保持电缆的活动间距，并沿高度错开 30mm，如图 11-21 所示。

2) 扁形电缆的安装：

① 扁形电缆的固定可采用专用扁电缆夹。这种电缆夹是一种楔形夹，如图 11-22 所示。

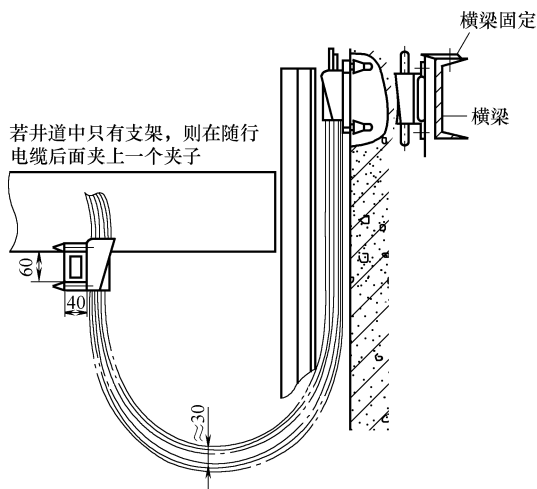


图 11-21 电缆间的活动间隙

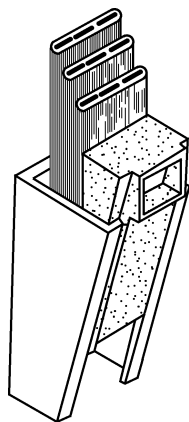


图 11-22 扁电缆夹

② 扁形电缆与井道壁及轿底的固定如图 11-21 所示。

扁形电缆的其他安装要求与圆形电缆相同。安装后的电缆不应有打结和波浪扭曲现象。轿厢外侧的悬垂电缆在其整个长度内均平行于井道壁。

11-30 电梯电气装置的绝缘和接地应满足哪些要求？

1) 电梯电气装置的导体之间和导体对地之间的绝缘电阻必须大于 $1000\Omega/V$ ，而对于动力电路和安全装置电路应大于 $0.5M\Omega$ ，其他电路（如控制、照明、信号等）应大于 $0.25M\Omega$ ，做此项测量时，全部电子元件应分隔开，以免不必要的损坏。

2) 所有电梯电气设备的金属外壳均应良好接地，其接地电

阻不得大于 4Ω 。接地线应用铜芯线，其截面积不应小于相线的 $1/3$ ，但最小截面积对裸铜线不应小于 4mm^2 ，对绝缘线不应小于 1.5mm^2 。

3) 电线管之间弯头、束结（外接头）和分线盒之间均应跨接接地线，并应在未穿入电线前用直径 5mm 的钢筋作接地跨接线，用电焊焊牢。

4) 轿厢应有良好接地，如采用电缆芯线作接地线时，不得少于两根，且截面积应大于 1.5mm^2 。

5) 接地线应可靠安全，且显而易见，电线应采用国际惯例用黄、绿双色线。

6) 所有接地系统连通后引至机房，接至电网引入的接地线上，切不可用中性线当接地线。

11-31 电梯调试前应做好哪些准备工作？

1) 机房内曳引钢丝绳与楼板孔洞的处理：机房内曳引钢丝绳与楼板孔洞间隙应为 $20 \sim 40\text{mm}$ 。通向井道的孔洞四周应筑出 50mm 以上宽度适当的台阶。限速器钢丝绳、选层器钢带、极限开关钢丝绳通过机房楼板时的孔洞与曳引钢丝绳通过楼板时的孔洞处理方法相同。

2) 清除现场的一切障碍物：

① 清除井道中余留的脚手架和安装电梯时留下的杂物；

② 清除轿厢内、轿顶上、轿厢门和层门地坎槽中的杂物和垃圾；

③ 清除一切阻碍电梯运行的物件。

3) 安全检查：必须在电梯轿厢已经装上完好的安全钳、安全钳开关及其拉杆，确保安全钳动作可靠方可拆除轿厢吊具、保险平台以及保险钢丝绳等。

4) 润滑工作：

① 按规定对曳引机轴承、减速器、限速器等传动机构加油润滑；

- ② 对各导轨自动注油器、门滑轨、滑轮进行注油润滑；
- ③ 缓冲器（液压型）加液压油。

11-32 电梯调试前应对电气装置做哪些检查？

1) 测量电源电压；变压器应接入合适的接头，保证其电压值的误差在 $\pm 7\%$ 以内。

2) 检查控制柜及其他电气设备的接线是否有错接、漏接或虚接。

3) 检查各熔断器容量是否合理。

4) 按照 GB7588—2003《电梯制造与安装安全规范》附录 A 的要求，检查电气安全装置是否可靠。

① 检查门、安全门及检修活动门关闭后的联锁触头是否可靠；

② 检查层门、轿厢门的电气联锁是否可靠；

③ 检查轿厢门安全触板及断电开关的可靠性；

④ 检查断绳开关的可靠性；

⑤ 检查限速器达到 115% 额定速度时能否动作，能否使超速开关及安全钳开关动作；

⑥ 检查缓冲器动作开关是否有效；

⑦ 检查端站开关（电气极限）、限位开关是否有效；

⑧ 检查机械极限开关是否有效；

⑨ 检查各急停开关是否有效；

⑩ 检查各平层开关及门区开关是否有效。

11-33 电梯调试前应对机械部件做哪些检查？

1) 检查控制柜内上、下方向接触器的机械互锁装置是否有效；

2) 检查限速器、选层器钢带轮的旋转方向是否符合运动要求；

3) 检查导靴与导轨的间隙及张力是否适当；

4) 检查安全钳机构动作的灵活性、安全钳楔块与导轨面的间隙;

5) 检查端站减速开关、限位开关、极限开关的碰轮与轿厢撞弓的相对位置是否正确,动作是否灵活可靠。

11-34 怎样调整制动器?

通常应在曳引轮未挂绳之前将制动器调整到符合要求的位置,电梯试车前应再次复校。现以交流电梯(双速)电磁制动器为例,列出制动器调试步骤如下:

1) 调整制动器电源的电压:正常起动时线圈两端电压为 110V,串入分压电阻后为 (55 ± 5) V。此电压为交流双速电梯,其他类型电梯按规定进行。

2) 电磁力的调整:为使制动器有足够的松闸力,需调整两个电磁铁心的间隙。调整螺母时,两边倒顺螺母都向里拧,使两个铁心离铜套口基本齐平,再均匀地每边退出 0.3mm 左右,即保证两铁心行程为 0.5 ~ 1mm,以后不合适可再调。

3) 制动力矩的调整:制动力矩的调节依靠两边弹簧的调节螺母进行。弹簧压缩越紧,则制动力矩越大,反之则小。调节是否适当,要看调整结果,既要满足轿厢停止时,有足够大的制动力矩使其迅速停止,又要保证轿厢制动时不能过急过猛,不影响平层准确性,保持平衡。

4) 制动闸瓦与制动轮间隙的调整:制动器制动后,要求制动闸瓦与制动轮接触面可靠,接触面积大于 80%,松闸后制动闸瓦与制动轮完全脱离,无摩擦,且间隙应均匀。最大间隙不超过 0.7mm。

适当调节闸瓦上的螺母,可调节间隙的大小与制动时的声音,也可调节制动闸瓦上下间隙,保证其上下间隙均匀。

按以上步骤反复精调,达到要求后将所有防松螺母拧紧,以防多次振动松开。



11-35 如何进行不挂曳引绳的通电试验?

为确保安全,在电梯负载试验前必须进行本试验工作,其试验步骤如下:

- 1) 将已挂好的曳引钢丝绳按顺序取下,并做好顺序标记。
- 2) 暂时断开信号指示和开门机电源的熔断器。取下各熔断器的熔体而用 3A 的熔丝临时代替。
- 3) 在控制屏(柜)的接线端子上用临时线短接门锁电触头回路、限位开关回路及安全保护触头回路和底层(基站)的电梯投入运行开关触头。
- 4) 合上总电源开关,用万用表检查控制屏中大型接线端子上的三相电源端子的电压是否为 380V,各相之间电压是否一致,如电压正常则应观察相位继电器是否工作,如若未工作,说明引入控制屏的三相电源线相序不对,应予以调换其中两根电源线的位置。
- 5) 用万用表的直流电压档检查整流器的直流输出电压是否正常,与控制屏上的原已设定的极性是否一致,否则应予以更正。
- 6) 检查和观察安全回路继电器是否已吸合,直至令其吸合。
- 7) 用临时线短接控制屏接线端子的检修开关触头,而断开由轿厢部分来的有司机或自动运行的接线,这样控制屏上的检修状态继电器应予以吸合,使电梯处于检修状态。
- 8) 手按上行方向运行起动继电器,此时电磁制动器松闸张开,曳引电动机慢速向某一方向旋转,如其转向不是电梯向上运行方向,应调换引入曳引电动机的电源线的相序,使其转向为电梯的上行方向。再手按下行方向运行起动继电器,再次检查曳引电动机转向。
- 9) 按第 8 步的操作方法,初步调整曳引机上电磁制动器闸瓦与制动轮之间的间隙,使其均匀,并保持在 $\leq 0.7\text{mm}$ 范围。

然后测量制动器初松开的电压与维持松开的电压，并调整其维持松开的经济电压值，使其维持电压为电源电压的 60% ~ 70%。

10) 拆除第 7 步中的临时线，连接断开的线路至轿厢内操作箱（或轿顶检修箱）上的检修开关，控制屏上的检修继电器应吸合，如不吸合，应仔细检查直至吸合。

11) 操纵轿内操纵箱上的急停按钮（或轿厢顶检修箱上的急停开关），控制屏中的安全回路继电器应释放，如不起作用应检查控制屏接线端子上的临时短接线是否短接正确。

12) 在轿内操纵箱（或轿顶检修箱）上，操纵上向和下向运行起动按钮，曳引机应转动运行，且运行方向应正确，如不能令曳引机转动，则说明控制屏内的方向辅助继电器未吸合，应仔细检查，直至动作正确为止。

上述各项试验结束后，方可进行电梯的试运行。

11-36 如何进行电梯通电试运行？

1) 挂好曳引钢丝绳，将吊起的轿厢放下，盘车使轿厢下行，撤除对重下的支撑木，拆除剩余脚手架，清理干净井道、底坑后，再盘车上下行。以一人在轿顶指挥，并观察所有部位的情况，特别是相对运行位置、间隙，边慢行边调整，直到所有的电气与机械装置完全符合要求。

2) 当一切准备妥当后，可以进行慢速运行试验，用检修速度一层一层下行，以确认轿厢上各部件与井壁、轿厢与对重之间的间距、检查导轨的清洁与润滑情况、导轨连接处与接口的情况，逐层矫正层门、轿门地坎间隙，检查轿门上开门机传动、限位装置，使门刀能够灵活带动层门开、合，勾子锁能将厅门锁牢。检查并调整层楼感应器、平层感应器与隔磁板的间隙。使轿厢位于最上层、最下层，观察轿厢上方空程、底坑随行电缆情况，在底坑检查安全钳、导靴与导轨间隙，补偿绳与电缆不得与设备相碰撞，检查轿底与缓冲器顶面间距应符合要求，在轿顶应调整曳引绳张力。

经反复调试后，使曳引绳张力符合要求；使开关门速度符合要求；使抱闸间隙与弹簧压力合适；使限速器与安全钳动作一致、安全有效；使平层位置合适，开锁区不超过地坎 200mm，方可进行快速试运行。

3) 快速试运行前，先慢速将轿厢停于中间层，轿厢内不载人，在机房控制柜用短路法给 PC 一个内指令，使轿厢先单层、后多层，上下往复数次。确实无异常后，试车人员再进入轿厢，进行实际操作。

快速试运行时，应对电梯的信号、控制、驱动系统进行测试、调整，使其全部正常工作。对电梯的起动、加速、换速、制动、平层，以及强迫换速开关、限位开关、极限开关等位置进行精确调整，其动作应安全、准确、可靠。内、外呼梯按钮均应起作用。在机房应对曳引装置、电动机、抱闸等进行进一步检查。观察各层指示情况，反复调整电梯关门、起动、加速、换速平层停靠、开门等过程中的可靠性和舒适感，反复调整各层站的平层准确度，调整自动关门、开门时的速度和噪声水平。直至各项规定测试合格、各项性能指标符合要求。

参 考 文 献

- [1] 陆荣华, 史湛华. 建筑电气安装工长手册 [M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [2] 张玉萍. 实用建筑电气安装技术手册 [M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2008.
- [3] 而师玛乃·花铁森. 建筑弱电工程安装施工手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [4] 赵连玺, 等. 建筑应用电工 [M]. 4 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [5] 郑发泰. 建筑供配电与照明系统施工 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [6] 赵乃卓, 张明健. 智能楼宇自动化技术 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [7] 孙雅欣. 建筑电气工长一本通 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [8] 孙克军. 物业电工技术问答 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [9] 孙克军. 电工初级技能 [M]. 北京: 金盾出版社, 2009.
- [10] 刘光源. 电气设备安装技术问答 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [11] 陈家斌, 陈蕾. 电气照明实用技术 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2008.
- [12] 何利民, 等. 电工手册 [M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [13] 王丽艳. 实用物业电工技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [14] 张振文. 建筑弱电电工技术 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.

电工入门问答丛书

高压电工入门问答

低压电工入门问答

维修电工入门问答

→ **建筑电工入门问答**

© ISBN 978-7-111-36649-2

© 封面设计\电脑制作：陈沛

地址：北京市百万庄大街22号

电话服务

社服务中心：(010)88361066

销售一部：(010)68326294

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037

网络服务

门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

定价：28.00元

ISBN 978-7-111-36649-2



9 787111 366492 >