

UG

北京市地方标准

DB

编号：DB 11/X X X X-202X

备案号：JX-202X

建筑安装分项工程施工工艺规程  
第 17 部分：电气动力安装工程

Construction process specification for construction and installation sub  
project Part 17: Electrical power installation engineering

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

北京市住房和城乡建设委员会  
北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

建筑安装分项工程施工工艺规程  
第 17 部分：电气动力安装工程

Construction process specification for construction and installation sub  
project Part 17: Electrical power installation engineering

编 号：DB11/XXXX-202X

备案号：J× -202×

主编部门：北京城建科技促进会

批准部门：北京市市场监督管理局

施行日期：20××年×月×日

202× 北京

## 前 言

根据原北京市质量技术监督局《2018年北京市地方标准制修订项目计划》（京质监发[2018]20号）的要求，规程编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1 变压器、箱式变电所安装；2 柴油发电机组安装；3 UPS及EPS安装；4 成套配电柜、配电箱安装；5 母线槽安装；6 导管敷设；7 梯架、托盘及槽盒安装；8 导线敷设；9 电缆敷设；10 导线、电缆连接；11 电动机、电加热器及电动执行机构检查接线；12 插座、风扇安装；13 电动车充电桩设备安装；14 等电位联结安装；15 防雷引下线及接闪器安装；16 接地装置安装；17 电气设施设备检验和试运行。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同管理，北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施，由北京城建科技促进会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京城建科技促进会（地址：北京市西城区广莲路1号建工大厦9层，邮编：100055；电话：010-63989087 电子邮箱：[kcdqzw@126.com](mailto:kcdqzw@126.com)）。

本规程主编单位：北京城建科技促进会

中建一局集团安装工程有限公司

北京城建十建设工程有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

## 目 次

1 总则 .....	1
2 基本规定 .....	2
3 变压器、箱式变电所安装 .....	3
4 柴油发电机组安装.....	10
5 UPS 及 EPS 安装.....	17
6 成套配电柜、配电箱安装.....	26
7 母线槽安装.....	47
8 导管敷设.....	63
9 梯架、托盘及槽盒安装.....	70
10 导线敷设 .....	74
11 电缆敷设 .....	88
12 导线、电缆连接.....	111
13 电动机、电加热器及电动执行机构检查接线.....	119
14 插座、风扇安装.....	127
15 电动车充电桩设备安装.....	133
16 等电位联结安装.....	139
17 防雷引下线及接闪器安装.....	158
18 接地装置安装.....	170
19 电气设施设备检验和试运行 .....	182

# 1 总 则

1.0.1 为使建筑电气工程施工安装，做到保障人身和财产安全、功能完善、技术先进、经济合理，配、用电设施设备可靠运行和运维方便，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建和扩建工程中交流工频 1000V 或直流 1500V 及以下的建筑电气工程施工安装。

1.0.3 建筑电气工程施工安装除应符合本规程外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

## 2 基本规定

2.0.1 电气专业技术人员应具备相应资格和专业能力。电气安装作业人员应经专门的安全作业培训，并应取得相应资格后，方可上岗作业；作业时，应保持两名及以上人员同时作业；辅助人员应根据作业需要配备。

2.0.2 建筑电气工程采用的设备、材料及构配件应符合设计要求，电气工程物资应有使用说明书、合格证、检试验报告或生产许可证等质量证明文件；列入国家强制性认证产品目录的电气设施设备、材料、器具应有 CCC 强制性认证标识及相应认证证书。

2.0.3 按规定需复试的材料，应按相关规格、批次、数量规定进行抽查复试，并应符合规定要求后，方可使用。

2.0.4 建筑电气工程各分项工程施工资料收集，应真实、完整、及时。

2.0.5 作业人员应按规定正确佩戴、使用符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。

## 3 变压器、箱式变电站安装

### 3.1 材料要求

3.1.1 变压器、箱式变电站应符合下列规定：

- 1 变压器、箱式变电站出厂试验记录及随带技术文件应齐全。
- 2 铭牌标注的规格、型号、容量、一次二次额定电压、电流、阻抗、电压及接线组别等技术参数应清晰。
- 3 带有防护罩的干式变压器，变压器与防护罩的间距应符合技术标准的规定。
- 4 设有通风口的箱式变电站，通风口防护网完好，内外涂层完整、无损伤。

3.1.2 辅材应符合下列规定：

- 1 各种型钢应无明显锈蚀。
- 2 除地脚螺栓及防震装置螺栓外，螺栓等紧固件均应采用热浸镀锌螺栓，防松平垫圈和弹簧垫应齐全。

### 3.2 主要机具

3.2.1 搬运机具应包括汽车吊、卷扬机、吊链、钢丝绳、钢管。

3.2.2 安装机具应包括台钻、砂轮机、台式虎钳、液压升降机、套丝机、电气焊机具；电钻、电锤、液压钳、扳手等工具。

3.2.3 测量工具应包括钢卷尺、钢板尺、水平仪、测距仪、塞尺、线坠等器具。

3.2.4 测量仪表应包括接地电阻测试仪、不同电压等级的绝缘电阻测试仪、钳形电流表、万用表、电桥、温度计及试验仪器。

3.2.5 高、低压验电器，高低压接地线等绝缘工具。

### 3.3 作业条件

3.3.1 设计图纸及技术资料应齐全完整、核对无误。

3.3.2 变压器、箱式变电站安装专项施工方案应已通过审批。

3.3.3 进场及安装位置通道应畅通，场地应整洁，应无杂物。

3.3.4 施工安装机具经应检查合格，专用工具应试验合格。

3.3.5 变配电室应符合下列规定：

- 1 变压器、箱式变电站基础应验收合格；
- 2 基础的电线电缆导管，进、出线预留孔等预埋件及预留相关构件、设备的位置、方向、间距等应验收合格；
- 3 电缆地沟、夹层，屋顶涂料、墙体装饰面、室内地面、门窗等应施工完毕；
- 4 变配电室内不应有其他无关的管道通过；
- 5 室内应清洁，无渗、漏水现象。

### 3.4 操作工艺

3.4.1 变压器安装工艺流程应符合图 3.4.1 的规定：

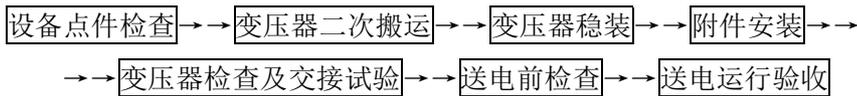


图 3.4.1 变压器安装工艺流程

#### 3.4.2 设备点件检查应符合下列规定：

- 1 变压器本体及外观检查应无损伤、变形、油漆脱落现象；
- 2 应按施工图纸、设备技术文件及设备清单，检查变压器规格型号；应对变压器附件、备件进行点件检查，确认附件、备件齐全、无损坏；
- 3 绝缘瓷件及环氧树脂铸件应无损伤、裂纹等缺陷；连接点应牢固；
- 4 设备点件检查后，应由安装单位、监理单位、供货单位代表共同签认后，将记录存档；
- 5 箱式变电站通风口网及内外涂层应完好、无损伤。

#### 3.4.3 变压器二次搬运应符合下列规定：

- 1 变压器二次搬运车辆运输较长距离时，应采用钢丝绳固定牢固，平稳行车；
- 2 变压器二次搬运距离较短、道路平整，可采用滚杠滚动及卷扬机拖运；
- 3 变压器安装应根据环境条件采用汽车吊或吊链安装。

#### 3.4.4 超高层建筑变压器等设备运输应符合下列规定：

- 1 超高层建筑变压器二次搬运，应编制变压器吊装方案；
- 2 采用室外施工电梯运输，应校核施工电梯并满足运输变压器荷载及承载空间；
- 3 吊装钢桁架及安全系数规定应符合下列规定：
  - 1) 在电梯井道临时设置可承载 4~8 倍变压器自重的吊装钢桁架；
  - 2) 钢丝绳及吊索具安全系数应大于等于 8；
  - 3) 低速电动设备牵引或手动葫芦吊装，电动设备应设紧急停止按钮；
  - 4) 牵引过程，变压器应与墙、梁、板、柱保持安全间距，不应发生碰撞。
- 4 利用货梯（兼消防电梯）或观光电梯轿厢运送变压器等设备，设备层电梯井道搬运通道侧墙可拆除，完成运送作业后侧墙应封闭。

#### 3.4.5 箱式变压器基础安装应符合下列规定：

- 1 应按设计图纸要求，测量放线型钢基础位置、标高、中心轴线尺寸等，用水平尺或水准仪找平、找正。
- 2 预制加工基础型钢的型号、规格应符合设计要求。应按设计要求下料、调直、防锈，准确安装基础型钢；基础型钢的地脚螺栓孔应采用机械制孔。
- 3 将引进箱内的接地线镀锌扁钢应与型钢架两端焊接；基础型钢和焊接处，应涂二遍防锈漆。

#### 3.4.6 箱式变压器等设备吊装就位应符合下列规定：

- 1 吊索具应检查合格。
- 2 变压器专设吊环、吊索受力应均匀一致，箱式变电站应平稳、准确就位。

3 正式吊装前，应将箱式变压器吊离地面 10cm，进行试吊检查，受力平稳后，再吊装就位。

4 变压器的高、低压瓷瓶不应受到剧烈冲击或震动，应采用木箱或纸箱进行保护。

5 机械牵引拉力点应设在变压器重心以下，变压器倾斜不得超过 15 度，内部结构不应变形。

6 顶升变压器时，千斤顶应放置在变压器支架结构承重点。

7 变压器在吊装、运输过程中，应有防雨及防潮措施。

### 3.4.7 变压器安装应符合下列规定：

1 变压器安装前应根据设计图，事先核对高、低压侧方位。

2 应按平面布置图纸及设计技术要求，利用室内位于变压器位置中心垂线的吊环，悬挂吊链将变压器拉入室内，就位到设计位置。

3 变压器就位时，应符合距墙及安装维护最小间距及设计要求，并应符合表 3.4.7、图 3.4.7-1、图 3.4.7-2 的规定。

表 3.4.7 树脂浇铸干式变压器（带和不带外壳）容量、外形尺寸及质量表

容量(kVA)		200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
干式变压器不带外壳外形尺寸(mm)	长(a)	1100	1120	1140	1210	1260	1380	1440	1500	1550	1660	1670	1860
	宽(b)	650	750	750	1000	1000	1100	1150	1150	1200	1200	1200	1300
	高(c)	1070	1130	1160	1270	1360	1350	1460	1520	1625	1745	1770	1770
	参考重量(kg)	1010	1230	1340	1665	1770	2355	2530	2760	3510	4350	4640	5680
干式变压器带外壳外形尺寸(mm)	长(a)	1550	1650	1750	1750	1750	1850	1750	1750	2050	2050	2150	2250
	宽(b)	750	1150	1150	1150	1150	1150	1300	1300	1300	1550	1550	1550
	高(c)	1450	1450	1600	1650	1750	1700	1850	1750	1750	2250	2300	2500

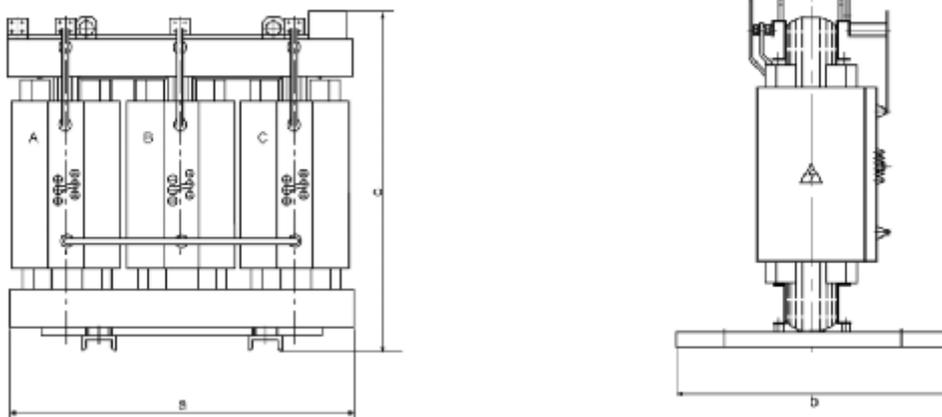


图 3.4.7-1 树脂浇铸干式变压器（不带外壳）外形示意图

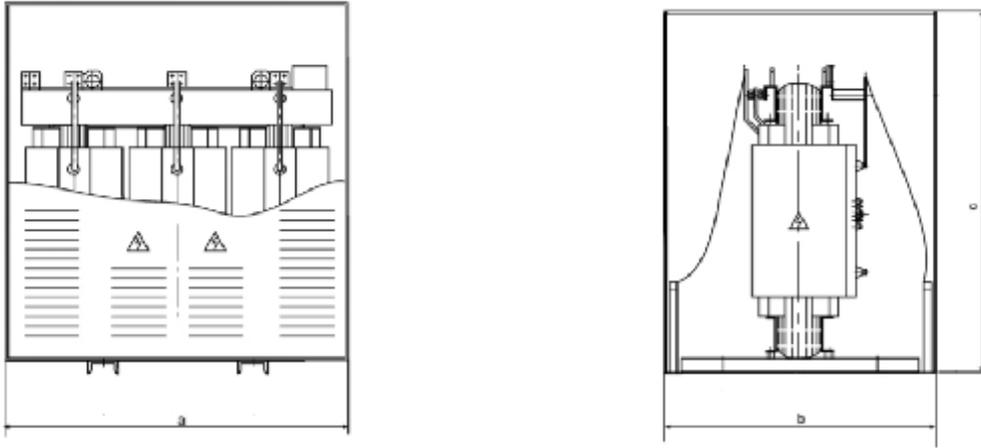


图 3.4.7-2 树脂浇铸干式变压器（带外壳）外形示意图

4 变压器与封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线中心线重合；变压器低压侧母排与封闭母线连接应采用软连接过渡。

5 变压器与基础构件间安装，应稳固、防震。

3.4.8 安装接线应符合下列规定：

1 安装多组箱式变电站时，应按设计布局、顺序组合排列箱式变电站。

2 每台箱式变电站基础型钢应与接地线独立连接；接地干线与箱式变电站的中性（N）母线和保护（PE）母线直接连接，不得串联。

3 应满足电磁兼容性要求，多电源（变压器）应在低压配电柜处一点接地。见图 3.4.8。

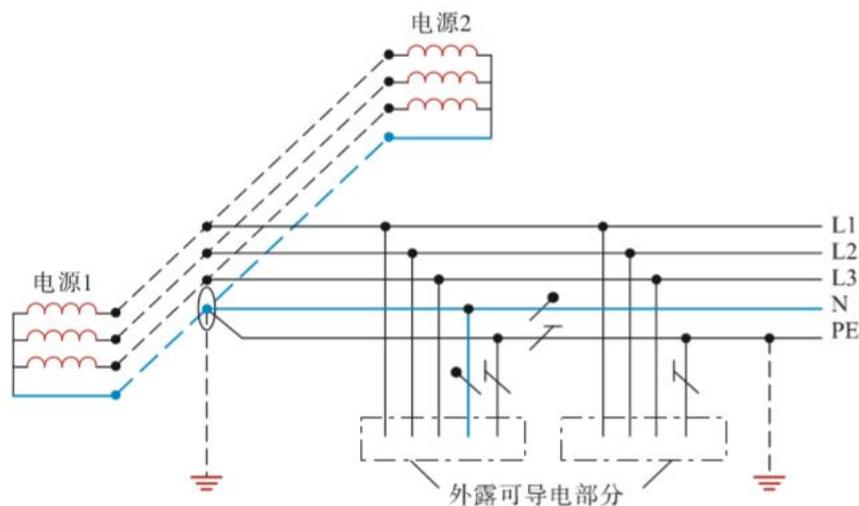


图 3.4.8 多电源（变压器）TN 系统在低压配电柜同一点接地

4 箱式变电站箱体、支架或外壳的接地应采用带有防松装置的螺栓连接；连接均应坚固可靠。

5 导体之间连接，接触面螺栓应紧密、牢固；母线之间连接，连接螺栓应采用力矩扳手紧固。

- 6 变压器低压侧母排与低压柜硬母排应采用软连接过渡。
- 7 设备接线端、母线搭接处螺栓处等两侧 10mm~15mm 处不得涂刷相色涂料。
- 8 箱式变电站箱体应有防雨、防尘、防潮、防凝露措施。
- 9 相序排列应准确、整齐、平整、美观，相色正确。

3.4.9 附件安装应符合下列规定：

- 1 变压器一、二次线，中性线母排或导线截面应符合设计要求。
- 2 变压器一、二次导体安装，不应使变压器套管直接承受应力。
- 3 变压器中性线、接地线应分别敷设，中性线采用绝缘导线。
- 4 靠近变压器中性点的接地回路位置，宜设置一个可拆卸的连接点。
- 5 变压器一次电压切换装置各分接点连接线，应正确、紧密、牢固。

3.4.10 变压器送电试运行应符合下列规定：

- 1 变压器通电前，高压成套柜、低压成套柜和变压器三个独立单元组合成的箱式变电站高压电气设备部分，通电前，变压器及系统接地的交接试验应合格。
- 2 变压器第一次投运全压冲击合闸，受电持续时间不应小于 10min；变压器应进行 3~5 次全压冲击合闸，冲击电流、空载电流、一、二次电压、温度无异常，数据记录应齐全完整。
- 3 变压器并列运行前，应核对相位，确保各并列变压器相位一致。
- 4 变压器空载运行 24h，无异常情况，方可投入带负荷运行。
- 5 当两台或多台箱式变电站互为备用系统时，每台箱式变电站独立试运行合格后，方可通过开关设备将两个独立箱式变电站连接，正常和备用电源切换正常。
- 6 保护装置整定值符合规定要求；操作及联动试验正常。

3.4.11 变压器检试验应符合下列规定：

- 1 极性和组别测量。
- 2 绕组连同套管的直流电阻测量。
- 3 变压器变比测量。
- 4 绕组连同套管的绝缘电阻测量。
- 5 试验元器件经绝缘电阻测试合格后，方可进行交流耐压试验。

3.4.12 验收应符合下列规定：

- 1 变压器运行 24h 无异常情况，应办理验收手续。
- 2 验收时，应移交下列资料文件
  - 1) 设计变更文件；
  - 2) 产品质量证明文件：“CCC”、试验记录、合格证、图纸、说明书等技术文件；
  - 3) 变压器试验报告；
  - 4) 安装施工记录等。

### 3.5 质量标准

3.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 变压器安装位置应正确、相对尺寸应符合设计要求、附件齐全；

2 变压器、高压成套配电柜、低压成套配电柜三个独立单元组合的箱式变电站，高压电气设备、布线系统及继电保护系统的交接试验，应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150 的规定，交接试验合格；

3 低压成套配电柜的电气装置和馈电线路的每路配电开关及保护装置的相间和相对地间绝缘电阻值在  $0.5M\Omega \sim 10M\Omega$  之间时，应做 1000V 交流工频耐压试验，时间 1min，不击穿为合格；当绝缘电阻值大于  $10M\Omega$  时，宜采用 2500V 交流工频耐压试验 1min，无闪络击穿现象；

4 干式变压器的分接头位置应放置在正常电压档位；

5 变压器低压侧母排与低压柜硬母排应采用软连接过渡；

6 箱式变压器地脚螺栓紧固件及防松零件齐全，紧固。

7 高低压配电室内接地干线应符合下列要求：

1) 应按设计要求或敷设在距地面 300mm~500mm 墙侧，室内接地干线应形成闭环；

2) 接地干线材料采用 -40×4 热浸镀锌扁钢，扁钢间连接采用焊接；

3) 接地干线应每隔 1m 在热浸镀锌扁钢表面设置接地标识，不得涂刷油漆。

3.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 箱式变压器内外涂层完整、无损伤，通风口防护网完好。

2 箱式变电站的高、低压柜内低压每个输出回路名称准确、标记清晰。

3 变压器绝缘件应无裂纹、缺损等缺陷，外表清洁，仪表指示准确。

4 对有防护等级要求的变压器，在其高压或低压及其他用途的绝缘盖板上开孔时，应符合变压器的防护等级要求。

5 变压器设施、裸露带电体的上方，不应敷设动力、照明、信号等线路和管线。

6 箱式变电站外廓与围栏或围墙周围应留有不小于 1m 的巡视或检修通道。

7 围栏或围墙应在明显位置悬挂警示标识。

### 3.6 成品保护

3.6.1 变压器就位后，高低压瓷瓶及环氧树脂铸件等器件，应采取防砸、防碰撞、防物件掉入线圈保护措施。

3.6.2 电气线路及支架等安装后，应注意保护，不得碰撞损伤。

3.6.3 变压器就位后，其上方应采取整体、全方位防护措施。

3.6.4 操作人员不得蹬踏变压器；在变压器上方作业时，应随身佩带工具袋，防止工具、材料掉落损伤变压器。

3.6.5 在变压器上方进行电气焊作业时，应采取防砸、防坠落、防焊渣掉落至变压器的保护措施。

- 3.6.6 未经允许不得拆卸设备部件，不得损坏设备零件和仪表。
- 3.6.7 变压器各种标识、标志牌应齐全、完整、清晰。
- 3.6.8 变压器安装完毕，应做到“活完脚下清”，现场应清理无杂物。
- 3.6.9 变压器护栏应及时安装；变配电室门窗应封闭、门应挂锁，未经许可，闲杂人员不得入内。

### 3.7 应注意的问题

- 3.7.1 箱式变电站安装过程，作业区域应设置隔离措施。
- 3.7.2 箱式变电站送电后，应在明显位置悬挂“高压危险”警示标志。

## 4 柴油发电机组安装

### 4.1 材料要求

- 4.1.1 柴油发电机组应有铭牌，注明制造厂名，出厂日期，柴油发电机组的型号、容量、频率、电压、电流、接线方式、转速、温升、工作方法、绝缘等级等有关技术数据。
- 4.1.2 柴油发电机组的控制、保护和起动附属设备，应与柴油发电机组配套，并有铭牌，注明制造厂名，出厂日期、规格、型号及出厂合格证等有关技术资料。
- 4.1.3 各种规格的型钢均不得有明显的锈蚀。
- 4.1.4 除发电机稳装用螺栓外，均应采用镀锌螺栓，并配相应的镀锌螺母平垫圈、弹簧垫圈。

### 4.2 主要机具

- 4.2.1 主要安装机具应包括吊链、龙门架、绳扣、台钻、砂轮、手电钻、联轴节顶出器、台虎钳、油压钳、扳手、电锤、板锉、榔头、钢板尺、圆钢套丝板、电焊机、气焊工具。
- 4.2.2 主要测量仪器（表）应包括塞尺、水平尺、转速表、绝缘电阻表（摇表）、万用表、钳形电流表、测电笔、试铃、电子点温计、交流工频耐压试验设备、直流耐压试验设备，以及对仪器仪表的校验要求。

### 4.3 作业条件

- 4.3.1 施工图及技术资料应齐全。
- 4.3.2 已编制专项施工方案并应通过审批。
- 4.3.3 土建工程应基本施工完毕，门窗玻璃应安好。
- 4.3.4 在室外安装的柴油发电机组，应有防雨措施。
- 4.3.5 柴油发电机组的基础、地脚螺栓孔、沟道、电缆管的位置、尺寸等应符合设计要求。
- 4.3.6 柴油发电机组安装场地应清理干净、运输通道畅通。

### 4.4 操作工艺

- 4.4.1 柴油发电机组安装工艺流程应符合图 4.4.1 的规定：

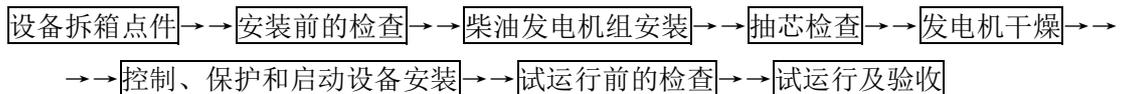


图 4.4.1 柴油发电机组安装工艺流程

- 4.4.2 操作工艺应符合下列规定：

- 1 设备拆箱点件应符合下列规定：

- 1) 设备拆箱点件检查应由安装单位、建设（监理）单位共同进行，并应作好记录；
- 2) 应按设备供货清单、技术文件，对设备及其附件、备件的规格、型号、数量进行详细核对；

- 3) 柴油发电机组及其附属设备均应符合设计要求。

- 2 安装前的检查应符合下列规定：

- 1) 柴油发电机组应完好，不应有损伤现象。盘动发电机转子应轻快，不应有卡阻及异

常声响。

- 2) 定子和转子分箱装运的发电机，其铁心转子和轴颈应完整无锈蚀现象；
- 3) 发电机的附件、备件应齐全无损伤。

#### 3 柴油发电机组的安装应符合下列规定：

1) 柴油发电机组安装应由电工、钳工操作，大型柴油发电机组的安装需要搬运和吊装时应有起重工配合进行；

2) 应复核柴油发电机组的设计安装位置是否满足检修操作运输的方便；

3) 固定在基础上的柴油发电机组，一般应有不小于 1.2m 维护通道；

4) 采用混凝土基础时，如无设计要求，基础重量一般不小于柴油发电机组重量的 3 倍。

基础各边应超出发电机底座边缘 100mm~150mm；

5) 稳固发电机的地脚螺栓应与混凝土基础牢固地结合成一体，浇灌前预留孔应清洗干净，螺栓本身不应歪斜，机械强度应满足要求；

6) 稳装发电机垫片的叠加数量一般不超过三块，垫片与基础面接触应严密，发电机底座安装完毕后进行二次灌浆；

7) 采用皮带传动的柴油发电机组（输出）轴及传动装置（输入）轴的中心线应平行，柴油发电机组及传动装置的皮带轮，自身垂直度全高不超过 0.5mm，两轮的相应槽应在同一平面内；

8) 采用齿轮传动时，圆齿轮中心线应平行，接触部分不应小于齿宽的 2/3。伞形齿轮中心线应按规定角度交叉，啮合程度应一致；

9) 采用靠背轮传动时，轴向与径向允许误差，弹性联接的应不小于 0.05mm，刚性联接的不大于 0.02mm。互相连接的靠背轮螺栓孔应一致，螺帽应有防松装置；

10) 定子和转子分箱装运的柴油发电机组，应按照机组说明书要求安装转子时，不可将吊绳绑在滑环、换向器或轴颈部分；

11) 高压同步发电机轴承座有绝缘时，应用 1kV 绝缘电阻表测定绝缘电阻不应小于 1M $\Omega$ ；

12) 发电机接线应牢固可靠，接线方式应与供电电压相符；

13) 发电机外壳保护接地应良好。

#### 4 抽芯检查应符合下列规定：

1) 柴油发电机组有下列情况之一时，应做抽芯检查：

a 出厂日期超过制造厂保证期限；

b 经外观检查，或电气试验，质量有可疑时；

c 开启式柴油发电机组，经端部检查有可疑时；

d 试运转时有异常情况；

2) 交流柴油发电机组容量在 500kW 及其以上者，安装前宜做抽芯检查；

3) 柴油发电机组抽芯检查应符合下列规定：

- a 柴油发电机组内部应清洁无杂物;
  - b 发电机的铁心、轴颈、滑环和换向器等应清洁,无伤痕、锈蚀现象,通风孔无阻塞;
  - c 线圈绝缘层应完好,绑线不应松动;
  - d 定子槽楔应无断裂、凸出及松动现象,每根槽楔的空响长度不应超过楔槽长度的 1/3,端部槽楔应牢固;
  - e 转子的平衡块应紧固,平衡螺丝应锁牢,风扇方向正确,叶片无裂纹;
  - f 磁极及铁轭固定良好,励磁线圈紧贴磁极,不应松动;
  - g 发电机转子导电条和端环的焊接应良好,浇铸的导电条和端环应无裂纹;
  - h 发电机绕组连接正确、焊接应牢固;
  - i 发电机的滚珠轴承工作面应光滑、无裂纹、无锈蚀,滚动体与内外圈接触应良好,不应松动;加入轴承内的润滑脂应填满内部空隙的 2/3。
- 5 发电机干燥应符合下列规定:
- 1) 发电机由于运输、保存或安装后受潮,绝缘电阻或吸收比达不到规范要求时,应进行干燥处理;
  - 2) 发电机干燥处理,应由有经验的电工进行,在干燥前应根据发电机受潮情况制定干燥方法及有关技术措施。
  - 3) 当采用烘干方法时,烘干温度要缓慢上升,铁芯和线圈的最高温度应控制在 70℃~80℃。
  - 4) 当发电机绝缘电阻值达到规范要求,且在同一温度下经 5h 稳定不变时,方可认为干燥完毕。
  - 5) 干燥处理可根据现场情况、发电机受潮程度选择以下方法进行:
    - a 可采用循环热风干燥室进行烘干;
    - b 采用灯泡干燥法时,灯泡可采用红外线灯泡或一般灯泡使灯光直接照射在绕组上,温度高低的调节可用改变灯泡瓦数来实现;
    - c 采用电流干燥法时,采用低电压,用变阻器调节电流,其电流大小宜控制在发电机额定电流的 60%以内。并应设置测温计,随时监视干燥温度。
- 6 控制、保护和起动的设备安装应符合下列规定:
- 1) 发电机的控制和保护设备安装前应检查是否与发电机容量相符;
  - 2) 控制和保护设备的安装应按设计要求进行。一般应装在发电机附近;
  - 3) 柴油发电机组、控制设备和所拖动的设备应对应编号;
  - 4) 引至柴油发电机组接线盒的明敷导线长度应小于 0.3m,并应加强绝缘,易受机械损伤的地方应套保护管;
  - 5) 高压柴油发电机组的电缆终端头应直接引入柴油发电机组的接线盒内。达不到上述要求时,应在接线盒处采取防护措施;

6) 柴油发电机组、同步发电机与调节电阻回路及励磁回路的连接,应采用铜导线;导线中间不应有接头;调节电阻器应接触良好,调节均匀。

7 试运行前的检查应符合下列规定:

1) 土建工程全部结束,现场清扫整理完毕;

2) 发电机本体安装检查结束;

3) 冷却、调速、润滑等附属系统安装完毕,验收合格,分部试运行情况良好;

4) 发电机的保护、控制、测量、信号、励磁等回路的调试完毕动作正常;

5) 柴油发电机组绝缘电阻测试应符合下列规定:

A 1kV 以下柴油发电机组使用 1kV 摇表摇测,绝缘电阻值应不低于  $1M\Omega$ ;

B 1kV 及以上柴油发电机组,使用 2.5kV 摇表摇测绝缘电阻值,定子绕组应不低于  $1M\Omega/kV$ ,转子绕组应不低于  $0.5M\Omega/kV$ ,并做吸收比试验。

6) 1kV 及以上柴油发电机组应作交流耐压试验;

7) 1kV 及以上或 1000kW 以上、中性线已引出至出线端子板的定子绕组应分项作直流耐压及泄漏试验;

8) 发电机引出线应相位正确,固定应牢固,连接应紧密;

9) 发电机外壳油漆应完整,保护接地应良好;

10) 照明、通讯、消防装置应齐全。

8 试运行及验收应符合下列规定:

1) 柴油发电机组试运行应在空载的情况下进行,空载运行时间为 2h,并做好柴油发电机组空载电流电压记录;

2) 发电机试运行接通电源后,如发现柴油发电机组不能起动和起动时转速很低或声音不正常等现象,应立即切断电源停机检查原因;

3) 起动多台柴油发电机组时,应按容量从大到小逐台起动,不能同时起动;

4) 发电机试运行中应进行下列检查:

a 发电机的旋转方向应符合要求,声音应正常;

b 柴油发电机组的温度应正常,不应有过热现象;

c 柴油发电机组的振动应符合产品说明书及规范要求。

5) 交流柴油发电机组带负荷起动次数应尽量减少,如产品无规定时按在冷态时可连续起动 2 次;在热态时,可起动 1 次;

6) 发电机验收时,应提交下列资料 and 文件:

a 设计变更洽商;

b 产品说明书、试验记录、合格证等技术文件;

c 安装记录(包括发电机抽芯检查记录、发电机干燥记录等);

d 调整试验记录。

## 4.5 质量标准

4.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 柴油发电机组的试验调整结果，应符合施工验收规范。

2 接线端子应连接紧密，不受外力，连接用紧固件的锁紧装置完整齐全。在发电机接线盒内，裸露的不同相导线间和导线对地间最小距离应符合施工规范规定。

4.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 发电机抽芯检查结果应符合以下规定：

1) 线圈绝缘层完好、无伤痕、绑线牢靠，槽楔无断裂，不松动，引线焊接牢固；内部清洁，通风孔道无堵塞；

2) 轴承工作面光滑清洁，无裂纹或锈蚀，注油（脂）的型号，规格和数量正确；转子平衡块紧固，平衡螺丝锁紧，风扇叶片无裂纹；

3) 发电机油漆完好，均匀、抽芯检查记录齐全。

2 发电机外壳接地线敷设应符合以下规定：

1) 连接紧密、牢固，接地线截面选用正确，需防腐的部分涂漆均匀无遗漏；

2) 线路走向合理，色标准确，涂刷后不污染设备和建筑物。

## 4.6 成品保护

4.6.1 发电机及其附属设备安装在机房内，机房门应加锁；未经安装及有关人员的允许，非安装人员不得入内。

4.6.2 发电机及附属设备如安装在室外，根据现场情况采取必要的保护措施，控制设备的箱、柜要加锁。

4.6.3 施工各工种之间要互相配合，保护设备不受碰撞损伤。

4.6.4 发电机安装后，应保持机房干燥、清洁，以防设备锈蚀。

4.6.5 发电机安装调试过程中应设专人值班。

4.6.6 发电机室应通风良好，温度不应超过 40℃，湿度不应超过机组规定值。

## 4.7 应注意的问题

4.7.1 柴油发电机组可触及的转动、带电等对人体有危险的部位应张贴相应危险标志。

4.7.2 应采取以下电击防护措施：

1 保护接地措施应良好。

2 维修时应按下紧急停机按钮和断开蓄电池。

3 蓄电池接线端子应做好绝缘。

4.7.3 应采取以下灼伤防护措施：

1 发电机组运作时，不得打开散热器或热交换器压力帽。

2 机组内及排烟管道危险高温部位应做好绝热。

4.7.4 应采取以下机械损伤防护措施：

- 1 不得靠近无遮挡的转动部件；
  - 2 在转动部件附近操作时，应防止工具掉落。
- 4.7.5 应采取以下噪声防护措施：
- 1 消声器安装前，不得开启发电机组。
  - 2 发电机组运行时，现场人员应戴好护耳器。
- 4.7.6 应采取以下窒息防护措施：
- 1 排烟系统安装前，不得开启发电机组。
  - 2 地下或狭窄等有限空间内作业应做好通风。
- 4.7.7 应采取以下腐蚀防护措施：
- 1 接触燃油或润滑油应戴防护手套，如皮肤接触油脂，应立即用清洗液或水清洗皮肤。
  - 2 调配电解液时应戴防护手套，硫酸溅到皮肤应用大量清水清洗，硫酸溅到眼中应用大量清水清洗后立即送医。
  - 3 使用除油剂时应戴防护手套，并做好通风。
- 4.7.8 应采取以下防火措施：
- 1 应按要求布置灭火器。
  - 2 机组附近不应有木质、纸质或塑料制包装箱（盒）等易燃物品。
  - 3 明火不应靠近油罐、油箱、油罐及发电机组。
  - 4 机组运行时，不得人工注油。
  - 5 调配电解液时应做好通风。
  - 6 机组内及附近油污应清理干净。
- 4.7.9 安装调试中应注意的质量问题见表 4.7.7。

表4.7.7常见质量问题和防治措施

序号	常见质量问题	防治措施
1	发电机接线盒内裸露导线，线间对地距离不够	线排列整齐，如因特殊情况对地距离不够时应加强绝缘保护
2	绝缘不满足要求	做好技术交底，提高摇测绝缘的必要性认识，加强安装人员的责任心
3	接线不正确	严格按电源电压和发电机标注发电机接线方式接线
4	发电机外壳接地线不牢，接线位置不正确	接地线应接在接地专用的接线柱（端子）上，接地线截面应符合规范要求，并压牢
5	发电机端盖温度过高	要按规定加润滑油
6	靠背轮间隙不一致	发电机和拖动设备应找平找正
7	开关跳闸	调试前要检查热继电器的电流是否与发电机相符，电源开关选择是否合理

## 5 UPS 及 EPS 安装

### 5.1 材料要求

#### 5.1.1 UPS 及 EPS 电源设备应符合下列规定：

1 应满足供货合同技术交底要求。

1) 在进行 UPS 及 EPS 电源设备招标时，应根据综合排布绘制的深化设计图纸，确定柜体的尺寸、柜门开启形式、线缆进出线方向等内容，对生产厂家进行加工技术交底，明确柜体开孔形式、开孔的位置、尺寸和数量等；

2) UPS 机柜的通风进气口宜位于机柜的正面或侧面，出气口在机柜的上部或后部；

3) 蓄电池组宜采用相同批号的蓄电池；

4) 对 UPS 及 EPS 有其他特殊要求的，应经设计认可，在订货前向生产厂家做好技术交底。

2 外观：UPS 及 EPS 应有铭牌，表面涂层应完整、无明显碰撞凹陷，柜内元器件完好无损、接线无脱落虚焊，蓄电池柜内电池壳体应无碎裂、漏液。

#### 5.1.2 安装使用材料应符合下列规定：

1 基础型钢表面无锈蚀、扭曲、变形等缺陷。

2 安装所需的配件，如支架、膨胀螺栓、螺丝等均是镀锌产品，表面镀锌均匀，无锈斑。

### 5.2 主要机具

5.2.1 搬运工具应包括汽车吊、叉车、吊具等。

5.2.2 安装机具应包括台钻、电锤、电钻、切割机、角磨机、电焊机及手持工具等。

5.2.3 检测用具应包括红外水平仪、红外线测距仪、水平尺、绝缘电阻测试仪、接地电阻测试仪、力矩测试仪、A 声级计、钢卷尺、塞尺、角尺等。

### 5.3 作业条件

#### 5.3.1 施工策划应符合下列规定：

1 UPS 及 EPS 在竖井、配电室、机房等场所安装时，应对箱柜、梯架、托盘、槽盒、母线、设备管道、预留洞口、建筑墙面等的空间位置进行综合排布。

1) 结构预留阶段应对槽盒洞口、UPS 及 EPS 安装的位置进行定位，并应做好相关预留；

2) UPS 及 EPS 不宜安装在水管的正下方；

3) 多个成排 UPS 及 EPS 柜安装时宜制作整体槽钢基础；

4) 成列安装的 UPS 及 EPS 高度、厚度、颜色宜一致；

5) UPS 及 EPS 柜门开启应不小于  $70^\circ$ ，达不到要求时应合理调整柜门尺寸、安装位置或改变柜门形式，亦可与土建协商改变相关做法；

6) 安装距离和通道宽度应满足规范要求，且不宜小于表 5.3.1 中数值。

表 5.3.1 UPS 及 EPS 柜安装距离和通道宽度 (m)

布置方式 \ 类别	机柜周边		热源	维护通道	操作通道
	四周	上部			
一面有开关设备	0.5~1.0	1.0	1.0	0.8	1.5
两面有开关设备				1.0	2.0

5.3.2 施工条件应符合下列规定：

1 UPS 室、大型 EPS 室对土建专业的施工条件要求见表 5.3.2-1。

表 5.3.2-1 UPS 室、大型 EPS 室对土建专业的要求

项目 \ 类别	UPS 室	大型 EPS 室
楼层净高	≥3m	≥3m
地板	无特殊要求	耐酸瓷砖
墙面、顶棚	水泥石灰砂浆粉刷	水泥石灰砂浆粉刷
门	良好防尘，涂耐酸漆	良好防尘，涂耐酸漆
窗	双层窗、外层窗装磨砂玻璃	双层窗、外层窗装磨砂玻璃

2 UPS、EPS 电源设备安装的环境要求见表 5.3.2-2。

表 5.3.2-2 UPS、EPS 电源设备安装的环境要求

UPS 电源设备	EPS 电源设备
防止粉尘、金属杂质、腐蚀性污染等进入，尤其不应有导电性质的尘埃。	无特殊要求
通风良好，且避免阳光直射。	安装在通风良好的环境中
远离火源，与暖气等热源相距 1m 以上。	远离火源，与暖气等热源相距 1m 以上。
避免与有机溶剂等有害物质接触	避免与有机溶剂等有害物质接触
环境温度在 5℃~40℃，工作相对湿度≤73%（40±2）℃，且不凝霜。	产品技术要求
电池运行寿命最佳温度为 20℃~25℃。	电池运行寿命最佳温度 25℃

3 大、中型 UPS 电源设备应安装在水平硬质地面上；如设防静电活动地板，应按设备重量和防静电活动地板架空高度设计加工钢质底架；设备安装满足相关规范的减震要求。

4 UPS 及 EPS 的型钢基础安装完成（厂家自带型钢除外）；与 UPS 及 EPS 相连接的钢导管、梯架、托盘或槽盒敷设完成。

5.3.3 机房内综合排布已经完成，施工图纸及技术资料齐全，专项施工方案获得批准。

## 5.4 操作工艺

5.4.1 UPS 及 EPS 安装工艺流程应符合图 5.4.1 的规定：

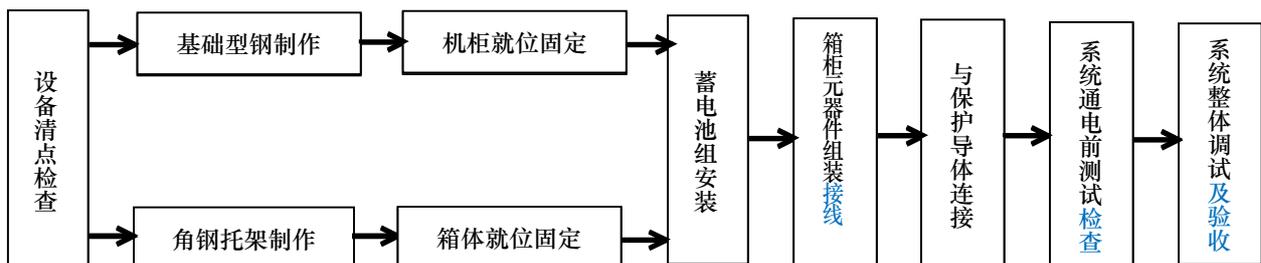


图 5.4.1 UPS 及 EPS 安装工艺流程

5.4.2 设备清点检查应符合下列规定：

1 UPS 及 EPS 开箱检查应由施工单位组织，供货单位、监理单位（建设单位）参与，共同进行验收，并应做好开箱检查记录。

2 根据装箱清单和订货合同，清点数量、产品合格证、随机技术文件应齐全；核对 UPS 及 EPS 产品技术参数应符合设计要求。

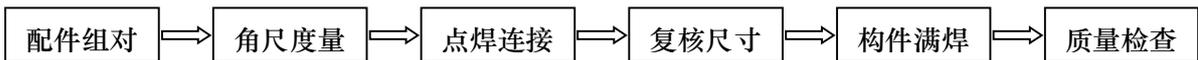
3 主机、机柜等设备外观应正常，应无受潮、涂层脱落及变形等情况，加工工艺应满足订货合同中相关技术要求，并应做好验收记录和签字确认手续。

5.4.3 基础型钢安装应符合下列规定：

1 UPS 及 EPS 安装的型钢基础宜高出地面 10cm。

2 型钢基础下料时，应根据柜体实际尺寸，使用切割机进行加工制作，不应热切割。

3 成排柜体安装时，宜采用通长型钢基础；组对时，应将型钢放在平整的加工台上，并用角尺进行度量，确保角度为直角，组对完成后，先点焊再满焊，焊缝应平整、饱满，无气孔、夹渣等缺陷，详见下列流程图。



4 型钢基础接地螺栓应焊接在型钢内侧并垂直于地面，焊接时应满焊，不应点焊连接。

5 型钢基础上应采用电钻开孔，不应采用热熔开孔，螺栓孔应与螺栓相匹配，不应过大。

6 型钢基础制作完成后，打磨除锈，将其表面清理干净，先涂刷一层防锈漆，做好防腐处理，待前一道漆膜干后，再涂刷后一道面漆，面漆颜色应与柜台、机房环境相协调，不应有流痕、起皱等缺陷，应平整、光滑。

7 型钢基础安装时应将场地清理干净，将型钢放置到预定安装位置，用水平尺进行度量，利用垫铁调平，螺栓固定牢固，固定螺栓直径不宜小于 12mm，基础型钢安装允许偏差应符合表 5.4.3 的要求。

表 5.4.3 基础型钢安装允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	
	每米	全长
不直度	1.0	5.0
水平度	1.0	5.0
不平行度	—	5.0

8 UPS 及 EPS 的各功能单元由独立机架搁置安装时，安放 UPS 及 EPS 的机架或金属底座的组装应横平竖直、紧固件齐全，水平度、垂直度允许偏差不应大于 1.5%；当其与型钢基础水平偏差较大时，选其最高点进行固定，其余各点与其之间的差值添加垫铁进行调整，调整完成后，将固定螺栓拧紧。

5.4.4 角钢托架安装应符合下列规定：

1 对于容量大于 0.5kW 而小于 2kW 的 EPS 箱体，采用常规膨胀螺栓无法满足承重要求，

需将角钢制作成直角托架进行固定安装。

2 根据设计图纸确定的箱体安装高度，用膨胀螺栓将托架固定于墙体，其顶面高度与箱底边线重合。

#### 5.4.5 机柜就位、固定应符合下列规定：

1 机柜搬运时宜用吊车卸货，经叉车进行转移，安放到预先设置好的型钢基础上，调整机柜、机架的垂直度偏差及各机柜间的接缝偏差，水平度、垂直度允许偏差不应大于 1.5%，成排机柜相互间接缝不应大于 2mm。

2 进行精细调整：当 UPS 及 EPS 机柜较少时，先精调整第一台，然后以第一台为标准逐个调整；当 UPS 及 EPS 机柜较多时，从中间向两边进行调整。可采用楔形垫铁、薄垫铁进行调整，符合要求后，拧紧固定螺栓，将 UPS 及 EPS 机柜固定在基础型钢上，且防松零件齐全。

3 单柜体、多柜体落地安装详见示意图 5.4.5-1、5.4.5-2。

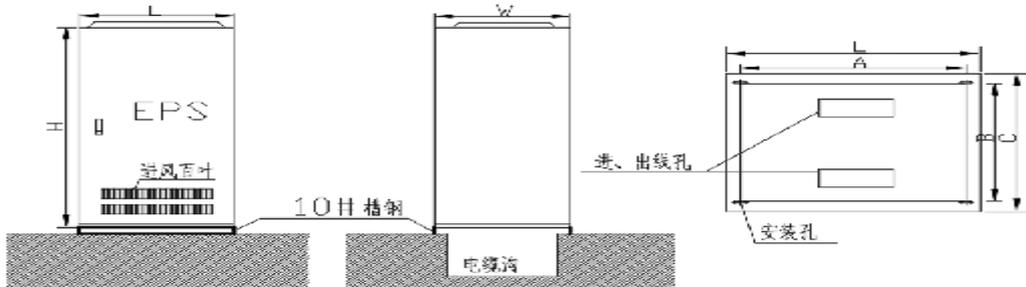


图 5.4.5-1 EPS 单柜落地安装示意图

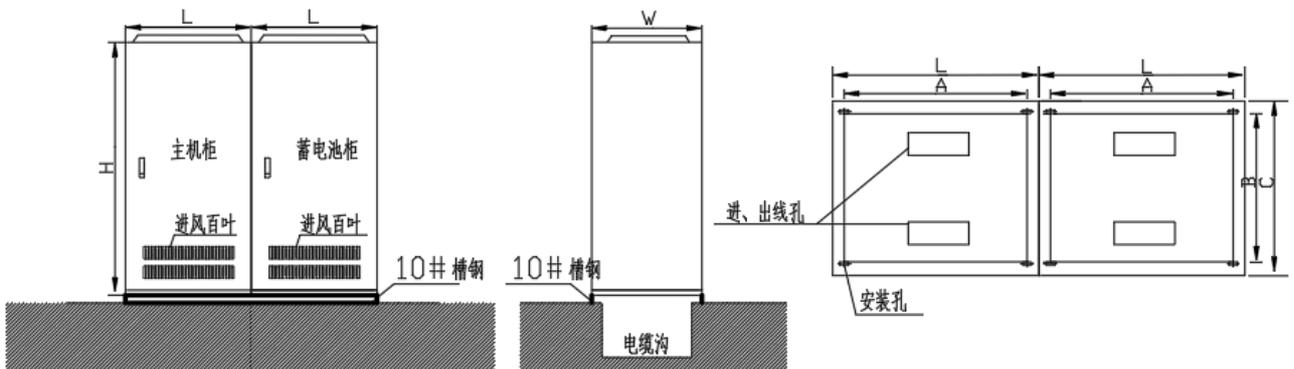


图 5.4.5-2 EPS 多柜落地安装示意图

#### 5.4.6 箱体就位、固定应符合下列规定：

1 EPS 箱挂墙明装应符合下列要求：

1) 应包括两种安装方式：直接用膨胀螺栓固定于墙上，适用于容量在 0.5kW 以下箱体的安装；借助托架明装于墙上，适用于容量在 0.5kW~2kW 之间箱体的安装。

2) EPS 箱直接用膨胀螺栓固定安装时，依据设计图纸及规范要求，确定箱体的安装位置和高度，并用水平尺定位箱体的底边线，将箱体的底边与确定的底边线重合，用记号笔确定箱体螺栓孔的位置，使用与箱体螺栓孔配套的开孔钻头进行开孔，随后将箱体用膨胀螺栓

固定于墙上，明管明箱、暗管明装安装详见图 5.4.6-1。

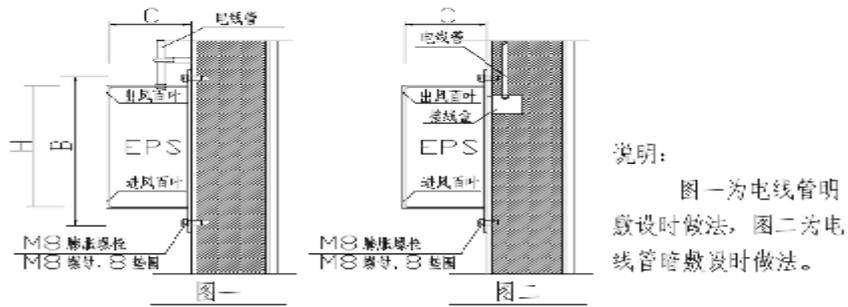


图 5.4.6-1 EPS 箱直接用膨胀螺栓固定安装

3) 采用托架固定安装时，将箱体放置于托架上，并将箱体底边螺栓孔与托架螺栓孔对齐，用记号笔定位箱体固定螺栓孔的位置，使用与箱体螺栓孔配套的开孔钻头进行开孔，随后将箱体用膨胀螺栓固定于墙上，明管明箱、暗管明装安装详见图 5.4.6-2。

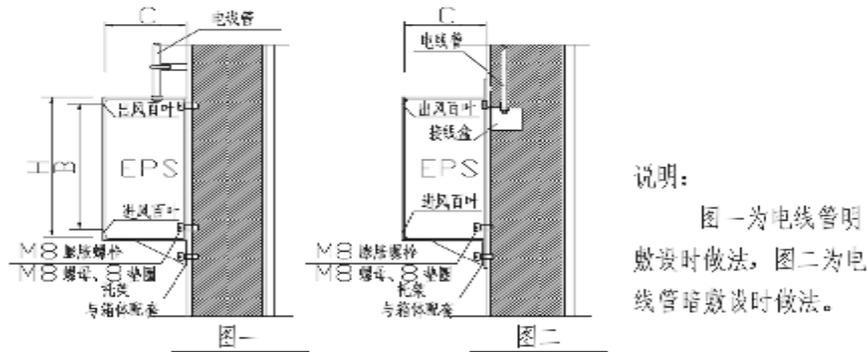


图 5.4.6-2 箱体借助托架安装图

## 2 EPS 箱嵌墙安装应符合下列要求：

1) 在主体结构钢筋下料前对土建专业进行技术交底，确定 EPS 箱安装洞口尺寸、位置、标高，预留好箱体安装洞口；若安装在二次结构墙上时，应与二次结构砌筑同时进行，箱体宽度大于 600mm 时，箱体上方宜加混凝土过梁；箱体安装前，应先调整穿线导管的位置，将导管调整到箱体中间，并用根母与箱体锁紧；根据 EPS 箱的安装标高，将箱体、穿线导管固定后，箱体四周、导管周围孔隙应用 C20 豆石混凝土填实，当箱体厚度与墙体厚度相当时，为防止墙体开裂，配电箱箱体背面需粘贴 0.5mm 厚的钢板网后再抹灰处理。

2) 箱体安装时，不应用力过猛，并有防止箱体变形的措施；土建抹灰时，抹灰层不应分层，不应有空鼓现象；EPS 箱嵌墙安装详见图 5.4.6-3。

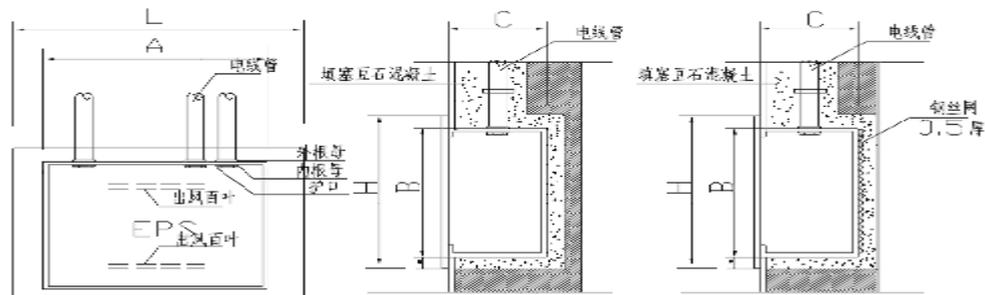


图 5.4.6-3 EPS 嵌墙安装示意图

#### 5.4.7 蓄电池组安装应符合下列规定：

1 安装前的检查应包括机柜安装完成，蓄电池支承架固定牢固，且水平度符合规范要求；外壳应无裂纹、损伤、变形、漏液等现象；蓄电池的正、负端柱极性正确，无变形。

2 蓄电池安装应包括蓄电池安装应平稳、间距均匀；同排的蓄电池应高度一致，排列整齐；根据厂家提供的说明书和技术资料，固定列间和层间的蓄电池连接板；压接、紧固蓄电池间的专用连接电缆。

#### 5.4.8 UPS 及 EPS 内设备安装接线应符合下列规定：

1 蓄电池、连接蓄电池间的接线安装应符合规范要求。

2 柜内所有线缆不应有接头，导线连接紧密、不伤线芯、不断股，导线与接线端子压接后，导线外露的线芯长度不宜超过 1 mm；垫圈下螺丝两侧压的导线截面积应相同，同一端子上导线连接不多于 2 根，防松垫圈等零件齐全。

3 绝缘导线、电缆的线芯连接金具（连接管和端子），其规格应与线芯的规格适配，且不得采用开口端子。

4  $6\text{mm}^2$  及以下的单股铜芯线可直接与柜内接线端子连接，大于  $6\text{mm}^2$  的多股铜芯线应压接端子后再与接线端子连接。

5 截面积在  $2.5\text{mm}^2$  及以下的多芯铜芯线应接续端子后再与设备接线端子连接；截面积大于  $2.5\text{mm}^2$  多芯铜芯线，除设备自带插接式端子外，应拧紧搪锡后压接端子，再与接线端子连接。

6 单芯导线盘圈直接压接时，盘圈方向应与压紧螺丝旋入方向一致，导线连接紧密，压接牢固可靠。

7 电缆头制作应符合有关规范要求，固定可靠，不应使电器元件或设备端子承受额外应力。

#### 5.4.9 与保护接地导体（PE）的连接应符合下列规定：

1 UPS 输出端的系统接地连接方式应符合设计要求。

2 绝缘导线、电缆的屏蔽护套接地应连接可靠、紧固件齐全，与接地干线应就近连接。

3 UPS 及 EPS 的外露可导电部分应与保护接地导体（PE）可靠连接，并应有标识。

4 装有电器的可开启门，门和金属框架的接地端子间应选用截面不小于  $4\text{mm}^2$  黄绿色绝缘铜芯软导线连接，并应有标识。

5.4.10 系统通电前测试检查应符合下列规定：

1 依据施工图纸、设备技术文件检查各系统回路，接线应正确，并进行绝缘电阻的测试，UPS 的输入端、输出端对地间绝缘电阻值不应小于  $2\text{M}\Omega$ ；UPS 及 EPS 连线及出线的线间、线对地间绝缘电阻值不应小于  $0.5\text{M}\Omega$ 。

2 观察检查并用力矩测试仪测试电缆端子与柜内设备或器具连接的紧固度，并应符合规范的规定。

3 检查 UPS 及 EPS 设备，全部开关均应置于断开位置。

5.4.11 系统整体调试及验收应符合下列规定：

1 系统整体调试前，应安排 UPS 及 EPS 生产厂家技术人员提前进场配合。

2 UPS 及 EPS 的安装完成后，应进行参数设置检查、调整、单机启动、空载和带载调试（包括由蓄电池逆变为负载供电）等内容；当多组 UPS 或 EPS 并联运行时，应进行并联空载和带载调试。

3 UPS 及 EPS 接至馈电线路前，应按产品技术要求进行试验调整，并应经检查确认。

4 进行稳态测试和动态测试。

1) 稳态测试时，检测 UPS 及 EPS 的输入、输出各级保护系统；测量输出电压的稳定性、波形畸变系数、频率、相位、效率、静态开关的动作等各项技术性能指标是否符合产品技术文件和设计文件的要求；

2) 动态测试时，测试系统合上或断开负载时的瞬间工作状态，包括突加或突减负载、转移特性测试；测试输入电压的过压和欠压保护。

5 UPS 及 EPS 首次使用时应根据使用说明书的规定进行充电，充电完成前不得带负载运行。

6 UPS 及 EPS 的蓄电池开路电压不得低于其额定值。

7 蓄电池间端子连接极性应正确，蓄电池组安装完毕后应测量总电压，测量值应符合国家现行标准的有关规定。

8 应对正常电源、UPS 及 EPS 输出的线路核对相序，正常电源与 UPS、EPS 交流输出的相序应一致。

9 核对 EPS 下列内容应符合设计要求：

1) 输入回路断路器的过载和短路电流整定值；

2) 各输出回路的负荷额定容量；

3) 蓄电池备用时间及应急电源装置的允许过载能力；

4) 电池性能、极性及电源转换时间：EPS 电源装置用作安全照明电源装置时，转换时

间不应大于 0.25s；用作疏散照明电源装置时，转换时间不应大于 5s；用作备用照明电源装置时，转换时间不应大于 5s；金融商业交易场所转换时间不应大于 1.5s。

5) 控制回路的动作试验应正常。

10 UPS 电源装置转换时间应在 10ms 以内。

11 UPS 正常运行时产生的 A 声级噪声是否符合产品技术文件要求。无相关说明，噪音应符合下列要求：

1) 正常运行时，UPS 的 A 声级噪声不应超过 45dB；输出额定电流为 5A 及以下的小型 UPS 电源噪声，不应大于 30dB；

2) 电网供电正常时，EPS 应静止无噪音。当电网无电由 EPS 供电时，其噪声应低于 55 dB。

12 系统验收时，应组织监理单位（建设单位）、项目相关人员进行旁站并做好相关记录。

## 5.5 质量标准

5.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 UPS 及 EPS 的整流、逆变、静态开关、储能电池或蓄电池组的规格、型号应符合设计要求。内部接线连接应正确、可靠不松动，紧固件应齐全。

2 检查 UPS 及 EPS 的极性，输入、输出各级保护系统的动作和输出的电压稳定性、波形畸变系数及频率、相位、静态开关的动作等各项技术性能指标试验调整应符合产品技术文件要求，当以现场的最终试验替代出厂试验时，应根据产品技术文件进行试验调整，检查结果应符合设计文件要求。

3 EPS 按设计或产品技术文件的要求检查下列内容应满足要求：

1) 核对初装容量，应符合设计要求；

2) 核对输入回路断路器的过载和短路电流整定值，应符合设计要求；

3) 核对各输出回路的负荷量，且不应超过 EPS 的额定最大输出功率；

4) 核对蓄电池备用时间及应急电源装置的允许过载能力，应符合设计要求；

5) 当对电池性能、极性及电源转换时间有异议时，应由制造商负责现场测试，符合设计要求；

6) 控制回路的动作试验，配合消防联动试验应合格。

4 检查 UPS 及 EPS 的绝缘电阻值，并应符合下列要求：

1) UPS 的输入端、输出端对地间绝缘电阻值不应小于  $2M\Omega$ ；

2) UPS 及 EPS 连线及出线的线间、线对地间绝缘电阻值不应小于  $0.5M\Omega$ 。

5 检查 UPS 输出端的系统接地连接方式应符合设计要求。

5.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 不应在 UPS 及 EPS 的侧面或背面开孔进出线。

2 安放 UPS 的机架或金属底座的组装质量控制：应横平竖直、紧固件齐全，水平度、垂直度允许偏差不应大于 1.5%。按设备总数抽查 20%，且不得少于 1 台。

3 引入或引出 UPS 及 EPS 的主回路绝缘导线、电缆和控制绝缘导线、电缆应分别穿钢管保护，当在电缆支架上或在梯架、托盘和槽盒内平行敷设时，其分隔间距应符合设计要求；绝缘导线、电缆的屏蔽护套接地应连接可靠、紧固件齐全，以最短距离与接地干线连接。

4 UPS 及 EPS 的外露可导电部分应与保护接地导体（PE）可靠连接，标识明显。

5 UPS 正常运行时产生的 A 声级噪声应符合产品技术文件要求。

## 5.6 成品保护

5.6.1 UPS 及 EPS 进场不能及时就位时，要进入现场库房保管，不宜露天存放。

5.6.2 UPS 及 EPS 搬运时应采取防震、防潮、防止框架变形和漆面保护措施。

5.6.3 UPS 及 EPS 安装时应注意保持机房、强弱电间地面和墙面整洁，不得污损。

5.6.4 机房、强弱电间内应通风良好，并应采取防尘、防潮措施。

5.6.5 安装完毕后，机房、强弱电间应派专人值守，防止柜内元器件丢失或损坏。

## 5.7 应注意的问题

5.7.1 作业使用手持电动工具时，宜采用 II 类手持电动工具；控制电路应设置剩余电流保护器（RCD）。

5.7.2 涮锡作业时，焊锡应选用无铅产品，避免产生有害气体物质损害作业人员健康；涮锡作业应具有防止烫伤、预防火灾措施。

5.7.3 UPS 及 EPS 调试阶段需悬挂醒目标志，防止出现意外触电事故。

5.7.4 每次合闸送电后应检查有无异常情况，电流、电压及各种仪表指示正常。

## 6 成套配电柜、配电箱安装

### 6.1 材料要求

6.1.1 成套配电柜、配电箱应有 CCC 认证资料；对有商检要求的进口电气设备，尚应提供商检证明。

6.1.2 外观检查应包括设备应有铭牌，表面涂层应完整、无明显碰撞凹陷，设备内元器件应完好齐全、安装牢固、平正整洁、启闭灵活、接线无脱落脱焊，绝缘导线的材质、规格应符合设计要求，蓄电池柜内电池壳体应无碎裂、漏液，充油、充气设备应无泄漏。

### 6.2 主要机具

6.2.1 吊装搬运机具应包括汽车、汽车吊、手推车、卷扬机、倒链、钢丝绳、麻绳索具等。

6.2.2 安装工具应包括台钻、手电钻、电锤、砂轮、台虎钳、锉刀、钢锯、榔头、克丝钳、螺丝刀、磨光机、电焊机、气焊工具、扳手、压接钳、电工工具等。

6.2.3 测试工具应包括水准仪、钢直尺、塞尺、水平尺、线坠、兆欧表、万用表、钢板尺、试电笔、钢卷尺、钳形电流表等。

### 6.3 作业条件

6.3.1 成套配电柜(台)、控制柜安装前，室内顶棚、墙体的装饰工程应完成施工，无渗漏水；室内地面的找平层应完成施工；基础型钢和柜、台、箱下的电缆沟等经检查应合格；落地式柜、台、箱的基础及埋入基础的导管应验收合格；接地干线预留到位，接地干线上预留接地孔及接地螺栓，接地螺栓应有防松装置。

6.3.2 墙上明装的配电箱安装前，室内顶棚、墙体、装饰面应完成施工，暗装配电箱的预留孔和预留接线盒及导管等应检查合格。

6.3.3 门窗安装完毕，门上锁。

6.3.4 室内通道畅通。

### 6.4 操作工艺

6.4.1 成套配电柜、配电箱安装工艺流程应符合图 6.4.1 的规定：

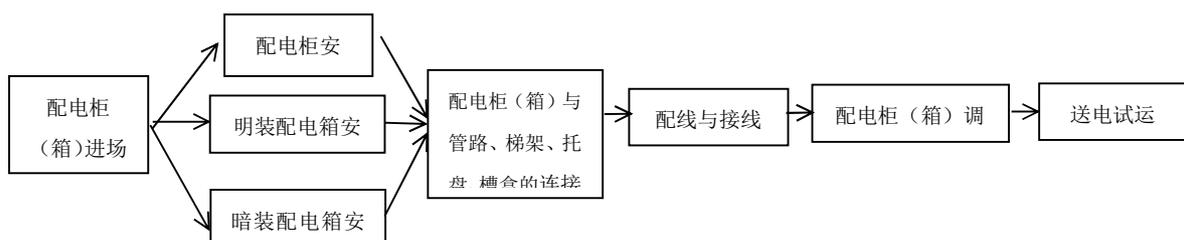


图 6.4.1 成套配电柜、配电箱安装工艺流程

6.4.2 配电柜（箱）进场验收应符合下列规定：

1 施工单位、供货单位、监理单位共同验收，并做好进场检验记录。

2 查验合格证和随带技术文件。

3 进行外观检查。

4 配电柜（箱）内的计量装置应全部检测，并有计量部门的检定报告。

5 配电柜（箱）的板材的各种指标应符合国家的有关要求。金属配电柜（箱）应采用符合国家标准的冷轧钢板；金属低压配电柜用不小于 2.0mm 厚冷轧板制作；所有二层底板和箱门需用 2.0mm 厚冷轧板。

6 配电柜（箱）的金属部分，包括电器的安装板、支架和电器金属外壳等均与保护接地导体(PE)汇流排可靠连接。

7 配电柜（箱）内保护接地导体(PE)汇流排、中性导体（N）汇流排应有预留压线位置，螺栓应为内六角镀锌螺栓，规格应与进出线电缆匹配；多台配电柜并列时保护接地导体(PE)汇流排应贯通连为整体。

8 PE 母线在配电柜（箱）上应用 PE 线端子板分路，各支路 PE 线应由 PE 母线配出。

9 设计无要求时，配电柜（箱）内保护接地导体（PE）的截面积应不小于表 4.4.2-1：

表 6.4.2-1 保护接地导体（PE）的截面积

相导体截面积	保护接地导体（PE）的最小截面积
	保护接地导体（PE）与相导体使用相同材料
≤16	S
>16, 且 ≤35	16
>35	S/2

注： S——相导体截面积。

10 所有与进出线连接的元器件,应根据进出线电缆规格，必要时需配套接线母排。

11 以下情况应设与电缆规格相匹配的接线母排：进、出线缆较大，元器件端子较小时；两根及以上电缆并联使用与元器件连接时；电缆在元器件连接处 T 接时。

12 配电柜（箱）所装的元器件，当处于断开状态时，可动部分不宜带电；垂直安装时上端接电源，下端接负荷，水平安装时，左端接电源，右端接负荷。

13 配电柜（箱）内的配线应按设计图纸相序分色；配电箱、柜内的电源母线，应有颜

色分相标志；L1 黄色、L2 绿色、L3 红色、N 淡蓝色、PE 黄绿双色。

14 配电柜（箱）内电涌保护器（SPD）接入主电路的引线应短而直；不应形成回环，并不宜形成尖锐的转角；上引线（引至相线或中线）和下引线（引至接地）长度之和应小于 0.5 m；见图 6.4.2-1

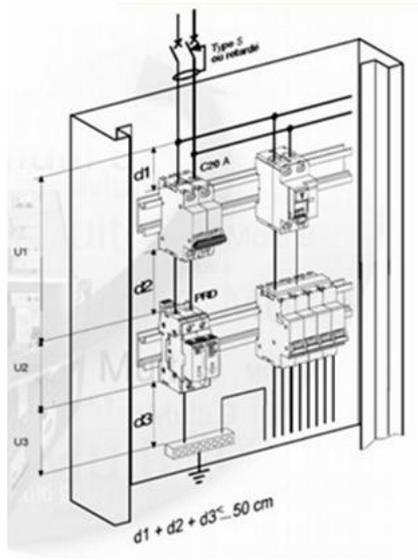


图 6.4.2-1 电涌保护器安装接线

15 电涌保护器（SPD）进、出线端导线截面积应符合设计要求，电涌保护器（SPD）二次端应采用绿双色绝缘铜芯软导线，导线截面积不应小于  $16\text{mm}^2$ 。

16 配电柜（箱）元器件排列图、原理图、接线图、箱门贴图等相关资料应齐全，箱门所贴系统图需与柜（箱）内元器件标识对应。

17 消防设备的配电柜（箱）、应急照明柜（箱）及其配电回路的电源柜，应有明显消防标识。

18 配电柜（箱）元器件排列图、原理图、接线图、箱门贴图等相关资料应齐全，箱门贴图需与柜（箱）内标识对应。复杂的控制设备需提供操作规程或说明文件。

#### 6.4.3 配电柜、箱安装应符合下列规定：

##### 1 配电柜安装应符合下列规定：

1) 配电柜的预埋件及预留管路应结合成排布置的配电柜通道最小宽度的要求符合图纸要求；

2) 配电柜不应设置在水管的正下方。配电柜安装前应结合平面施工图及其他现场实际情况，确定配电柜的具体定位，成排安装的配电柜应整体确定；

3) 配电柜安装前应结合平面施工图、配电屏通道最小宽度、管线综合及其他现场实际情况，确定配电柜的具体定位，成排安装的配电柜应整体确定；

- 4) 具体位置确定后应在施工现场放线定位, 确保配电柜位置合理可行, 避免返工;
- 5) 配电柜基础型钢宜采用 10#热镀锌槽钢, 可采用普通槽钢, 当采用普通槽钢时应先进行防腐处理后, 再涮两道黑色面漆;
- 6) 基础型钢制作应按配电柜实际加工尺寸预制加工, 宜由配电柜生产厂家配套完成(厂家配套有利于提高基础型钢与配电柜的配合精度、工厂化预制有利于产品质量、生产效率提高), 可在现场预制加工;
- 7) 制作前需检测槽钢的平整度及外观精度, 将平整度及外观精度不满足要求时需调直型钢;

表 1 工字钢和槽钢尺寸、外形及允许偏差

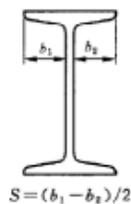
单位为毫米

项目		允许偏差	图示
高度 (h)	$h < 100$	$\pm 1.5$	
	$100 \leq h < 200$	$\pm 2.0$	
	$200 \leq h < 400$	$\pm 3.0$	
	$h \geq 400$	$\pm 4.0$	
腿宽度 (b)	$h < 100$	$\pm 1.5$	
	$100 \leq h < 150$	$\pm 2.0$	
	$150 \leq h < 200$	$\pm 2.5$	
	$200 \leq h < 300$	$\pm 3.0$	
	$300 \leq h < 400$	$\pm 3.5$	
腰厚度 (d)	$h < 100$	$\pm 0.4$	
	$100 \leq h < 200$	$\pm 0.5$	
	$200 \leq h < 300$	$\pm 0.7$	
	$300 \leq h < 400$	$\pm 0.8$	
	$h \geq 400$	$\pm 0.9$	
外缘斜度 ( $T_1, T_2$ )	$T_1, T_2 \leq 1.5\%b$ $T_1 \mid T_2 \leq 2.5\%b$		
弯腿挠度 (W)	$W \leq 0.15d$		

表 1 (续)

单位为毫米

项目		允许偏差	图示
弯曲度	工字钢	每米弯曲度 $\leq 2$ mm 总弯曲度 $\leq$ 总长度的 0.20%	适用于上下、左右大弯曲
	槽钢	每米弯曲度 $\leq 3$ mm 总弯曲度 $\leq$ 总长度的 0.30%	
中心 偏差 (S)	工字钢	$h < 100$	$\pm 1.5$
		$100 \leq h < 150$	$\pm 2.0$
		$150 \leq h < 200$	$\pm 2.5$
		$200 \leq h < 300$	$\pm 3.0$
		$300 \leq h < 400$	$\pm 3.5$
		$h \geq 400$	$\pm 4.0$
注：尺寸和形状的测量部位见图示。			



8) 基础型钢应预留接地螺栓，基础型钢的外径与配电柜下口外径一致；制作过程中严控基础型钢自身平整度，基础型钢的连接处应采用  $45^\circ$  倒角焊接连接、接缝应平整；

9) 基础型钢与配电柜采用镀锌螺栓固定，基础型钢预制加工时根据对应配电柜柜底螺栓孔尺寸及位置开孔；

10) 基础型钢与地面可采用膨胀螺栓固定或预埋件焊接固定；

11) 当采用膨胀螺栓固定时每台配电柜的基础型钢不少于 4 点固定，固定点应与基础型钢与配电柜柜底螺栓孔正对；当成排配电柜采用通长基础槽钢时，固定点应设在槽钢基础长边，最外侧 4 个固定点应与基础型钢与配电柜柜底螺栓孔正对。中间固定点应设在 2 台配电柜接缝处，固定点开  $\phi 16$  孔，应采用机械冲孔或台钻开孔；

12) 当采用预埋件固定时，预埋件应采用不小于  $150 \times 100 \times 5$  的钢板及  $\phi 10$  圆钢焊接完成，预埋件中心位置与膨胀螺栓固定法确定方法相同；采用绑扎法与结构钢筋固定牢固，混凝土浇筑时应安排专人看护，确保预埋件位置准确，上表面与结构地面平齐或高出  $1\text{m} \sim 2\text{mm}$ ；

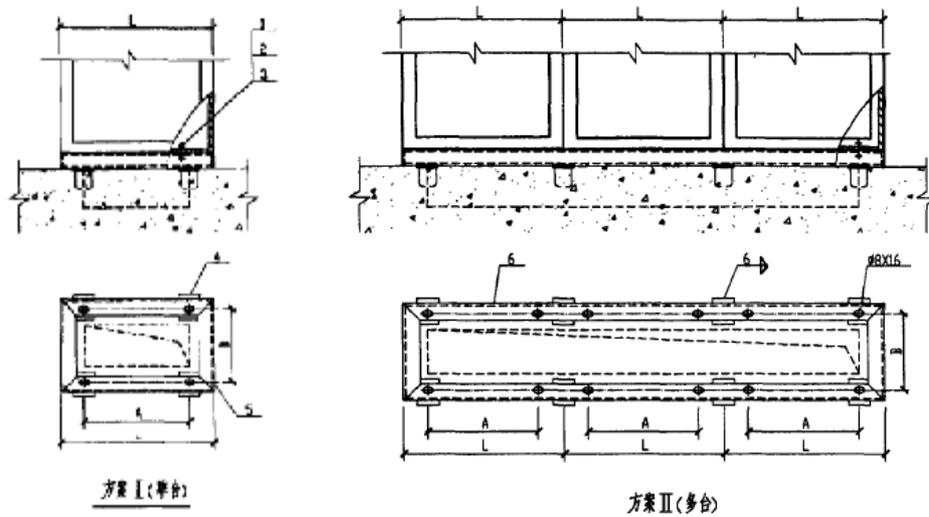


图 6.4.3-1

13) 基础型钢完成制作后应及时清理、打磨，防腐破坏处及时恢复；

14) 基础型钢安装前应将预留的接地干线调整至基础槽钢的几何中心；

15) 当基础型钢与地面采用膨胀螺栓固定时，按设计图纸结合预制好的基础型钢架确定位置并完成膨胀螺栓安装，膨胀螺栓规格与基础型钢底座开孔应匹配；将预制好的基础型钢架放于膨胀螺栓上，采用加垫片方法，找平、找正，垫片不应多于 3 片，安装允许偏差满足表 6.4.3-1 的要求，经水平尺检测合格后，再将垫片、基础型钢焊接一体，对称拧紧膨胀螺栓；

16) 按设计图纸将预制好的基础型钢放于预埋铁上，采用加垫片方法，找平、找正，垫片不应多于 3 片，安装允许偏差满足表 6.4.3-1 的要求，经水平尺检测合格后，再将预埋铁、垫片、基础型钢焊接一体；

表 6.4.3-1 基础型钢安装允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	
	每米	全长
不直度	1.0	5.0
水平度	1.0	5.0
不平行度	—	5.0

17) 最终基础型钢顶部宜高于装修完成面 50mm 以上；

18) 基础型钢安装完毕后，接地干线与基础型钢应采用黄绿双色绝缘铜芯软导线连接，并应有标识；软导线截面积选择按进线电缆保护接地导体(PE)的 1/2 选取，当不足 6mm<sup>2</sup>时，按 6mm<sup>2</sup>选取；当大于 25 mm<sup>2</sup>时，按 25mm<sup>2</sup>选取；

19) 配电柜吊装时，顶部有吊环的，吊索应穿在吊环内，无吊环的吊索应挂在主要承力

结构处，不应将吊索吊在设备部位上。吊索的绳长应一致，以防柜体变形或损坏部件。

20) 汽车运输时，道路要事先清理，保证平整畅通，应用麻绳将设备与车身固定，开车平稳；

21) 运输搬运，注意保护配电柜外表油漆、指示灯等；

22) 采用液压叉车运搬运时，宜采用门型架吊装就位，就位时按施工图布置位置将配电柜放在基础型钢上；单面配电柜只找柜面和侧面的垂直度，成排配电柜各台就位后，先找正两端的配电柜，然后在两端的配电柜 2/3 位置绷上小线，逐台找正整排配电柜，安装垂直度允许偏差不应大于 1.5%，相互间接缝不应大于 2mm，成列盘面偏差不应大于 5mm；

23) 找正时采用 0.5mm 铁片进行调整，每处垫片不能超过 3 片；

24) 配电柜就位、找平、找正后，柜体与基础型钢固定，柜体与柜体用镀锌螺栓固定，所有连接螺栓应有防松措施，固定时应对称拧紧螺栓；

25) 配电柜安装完成后，应将接地干线（应为热浸镀锌扁钢或铜导体）与保护接地导体 (PE) 汇流排采用镀锌螺栓直接可靠连接，连接螺栓防松零件应齐全。

2 明装配电箱安装应符合下列规定：

1) 配电箱应安装在安全、干燥、易操作的场所。配电箱安装高度应按设计要求安装，如无设计要求，宜按表 6.4.3-2 确定配电箱安装高度。并列安装的配电箱距地高度应一致，同一场所安装的配电箱允许偏差不应大于 5mm；

表 6.4.3-2 配电箱安装高度

配电箱高度 (mm)	配电箱底边距楼地面高度 (m)
600 以下	1.3~1.5
600~800	1.2
800~1000	1.0
1000 以上	0.8

2) 结构预留预埋前及配电箱安装前应复核操作最小净距，遇有问题及时与设计沟通确定；

3) 配电箱定位的其他要求按配电柜相关要求执行；

4) 支架预制宜采用热浸镀锌角钢，可采用角钢，角钢支架及热镀锌角钢加工处应及时恢复防腐；当配电箱较重或操作频繁时，应采用 50×5 角钢支架，其余宜应采用 40×4 角钢支架，支架具体形式详见图 6.4.3-2，亦可参考 04D702-1 相关落地支架作法；

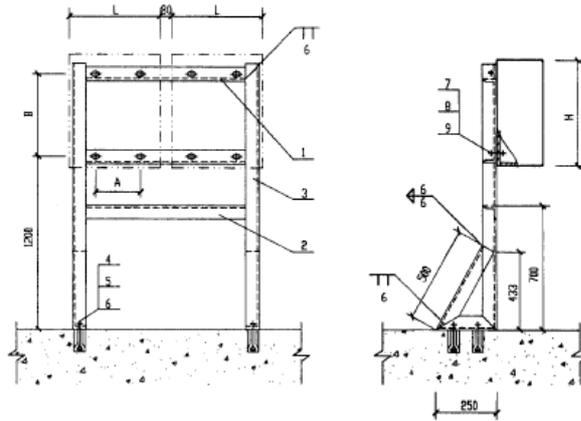


图 6.4.3-2

5) 支架明装配电箱应便于维修；支架固定可采用膨胀螺栓固定或预埋地脚螺栓固定；膨胀螺栓、地脚螺栓应采用镀锌件，规格不应小于 M8；

6) 配电箱固定可采用膨胀螺栓固定、扁钢背夹固定、金属支架螺栓固定等形式，详见表 6.4.3-3，空心砌体墙、轻质隔墙等墙体不宜设置大型配电箱；

表 6.4.3-3 配电箱固定形式

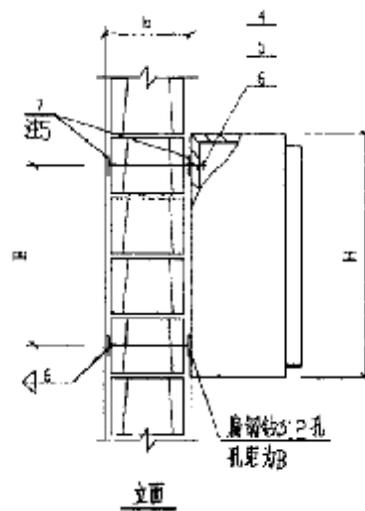
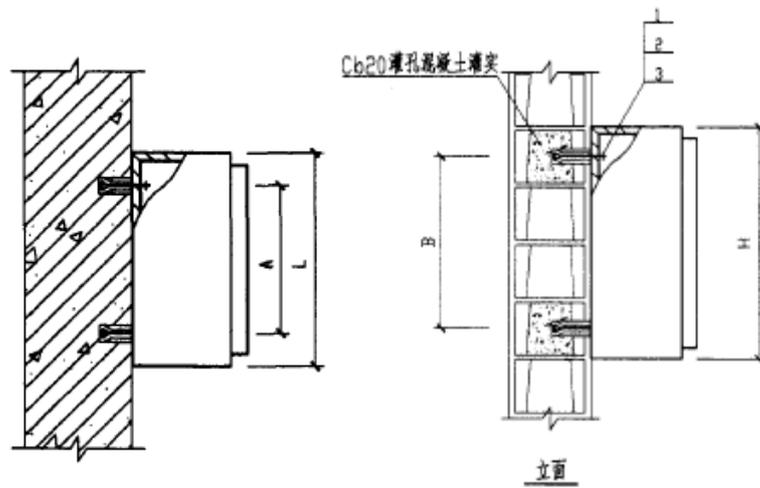
安装方式 墙体形式	膨胀螺栓 固定	固定点填充 膨胀螺栓固 定	扁钢夹板 固定	螺栓 固定
混凝土墙体	√			
蒸压加气混凝土板墙			√	
空心砌块墙		√	√	
轻质隔墙			√	
夹芯板墙			√	
金属支架				√

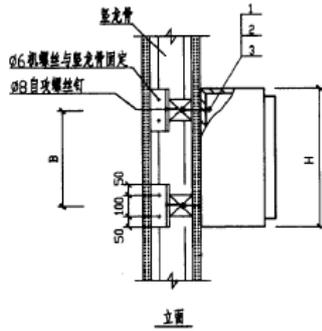
7) 金属膨胀螺栓固定配电箱应采用不小于 M8×80，用电钻或冲击钻在固定点位置钻孔，其孔径应刚好将金属膨胀螺栓的胀管部分埋入墙内，且孔洞平直不应歪斜；

8) 扁钢背夹固定时扁钢应采用不小于 40×4 镀锌扁钢，在墙体两侧分别设置，抹灰前安装完成。扁钢背夹的长度为大于配电箱水平固定点中心距 120；应采用 φ10 镀锌通丝螺栓穿墙，长度为大于墙体厚度 60mm；

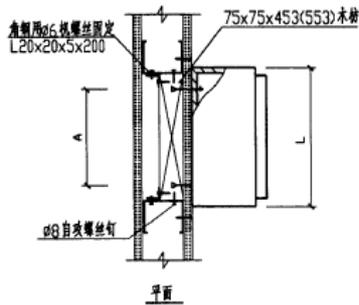
9) 固定点填充膨胀螺栓固定时, 固定点填充灌注用 C20 灌孔混凝土须达到一定强度后再安装膨胀螺栓; 施工时应预先在所需的整片墙排块图上标志各固定点, 按块图随砌筑在固定点孔洞范围内填灌灌孔混凝土;

10) 金属支架安装应采用不小于  $M6 \times 30$  的镀锌螺栓固定, 防松措施应齐全有效;





- 附注：1. 本图适用于悬挂式配电箱、起动机、电磁起动器、HH系列负荷开关及按钮等安装。  
 2. 图中尺寸A、B、H、L 见附录或设备产品样本。  
 3. 本图适用于重量在40Kg以下，箱体宽度不大于600mm的配电设备。  
 4. 本图适用于竖龙骨宽度为100mm以上，若竖龙骨宽度小于100mm时，木枋的尺寸为[50x50x453(553)]，其中，453mm适用于竖龙骨中距为500mm轻质墙，553mm适用于竖龙骨中距为600mm轻质墙。



材料表

编号	名称	型号及规格	单位	数量	页次	备注
1	膨胀螺栓	SFPA-M6	个	4		
2	螺母	M6	个	4		
3	垫圈	6	个	4		

配电设备在轻钢龙骨内隔墙上安装(一)					图集号	04D702-1
审核	李运昌	设计	衣健全	初建学	页	34

图 6.4.3-3

11) 采用金属膨胀螺栓固定时，根据弹线位置及配电箱安装孔确定膨胀螺栓位置，用电锤或冲击钻打眼，孔洞应平直不应歪斜，采用金属膨胀螺栓固定箱体，再将盘芯安装好；

12) 每个配电箱应不少于 4 个固定点，每点应能承受 1000N 的水平拉力；配电箱总质量的 1/2 的垂直剪力；

13) 明装配电箱垂直度允许偏差不应大于 1.5%，成列盘面偏差不应大于 5mm。

3 暗装配电箱安装应符合下列规定：

1) 配电箱安装高度应符合设计要求，当设计无要求时，按表 6.4.3-1 配电箱安装高度。并列安装的配电箱距地高度要一致，同一场所安装的配电箱允许偏差不大于 5mm；

2) 结构预留预埋前及安装配电箱安装前应复核操作最小净距，遇有问题及时与设计沟通确定；

3) 配电箱定位的其他要求按配电柜相关要求执行；

4) 现浇混凝土墙安装配电箱预留：面装饰层作法不大于 5mm 的，可采用木套筒预留、配电箱箱体预留；现浇混凝土墙面装饰层作法大于 5mm 的应采用木套筒预留；

5) 二次结构砌筑墙安装配电箱预留：配电箱箱体已到施工现场的配电箱，应采用配电箱箱体预留；二次结构砌筑时配电箱箱体未到施工现场的配电箱，应采用木套筒预留；

6) 结构施工时，暗装配电箱四周应采取加固措施，配电箱安装时应与加固措施固定牢固，预留洞口或配电箱箱体宽度大于 600mm 时，配电箱上方应设置现浇过梁；

7) 木套箱预留：木套箱的尺寸应按配电箱实际尺寸确定，有接管的面应增加 200mm，无接管面应增加 100mm。墙体厚度大于 200mm 时，木套箱深度应与为配电箱厚度增加 50mm，墙体厚度不大于 200mm 时，木套箱深度应与墙体厚度一致；在混凝土结构或二次墙砌筑施工前，应将预留木套箱的位置、标高、箱体尺寸书面通知相关专业，并及时完成预留工作。混凝土结构施工时，木套箱内应填实锯末并采取必要加强措施，防止木套箱变形、渗入灰浆；

8) 配电箱箱体预留：在混凝土结构或二次墙砌筑施工前，应将箱体的位置、标高、箱体尺寸书面通知相关专业，并及时完成预留工作。箱体内应填实锯末并采取必要加强措施，防止木套箱变形、渗入灰浆。混凝土结构施工时，箱体完成面应与墙体合模匹配，确保与结构完成面平齐，二次墙砌筑施工箱体完成面应与装修完成面一致；

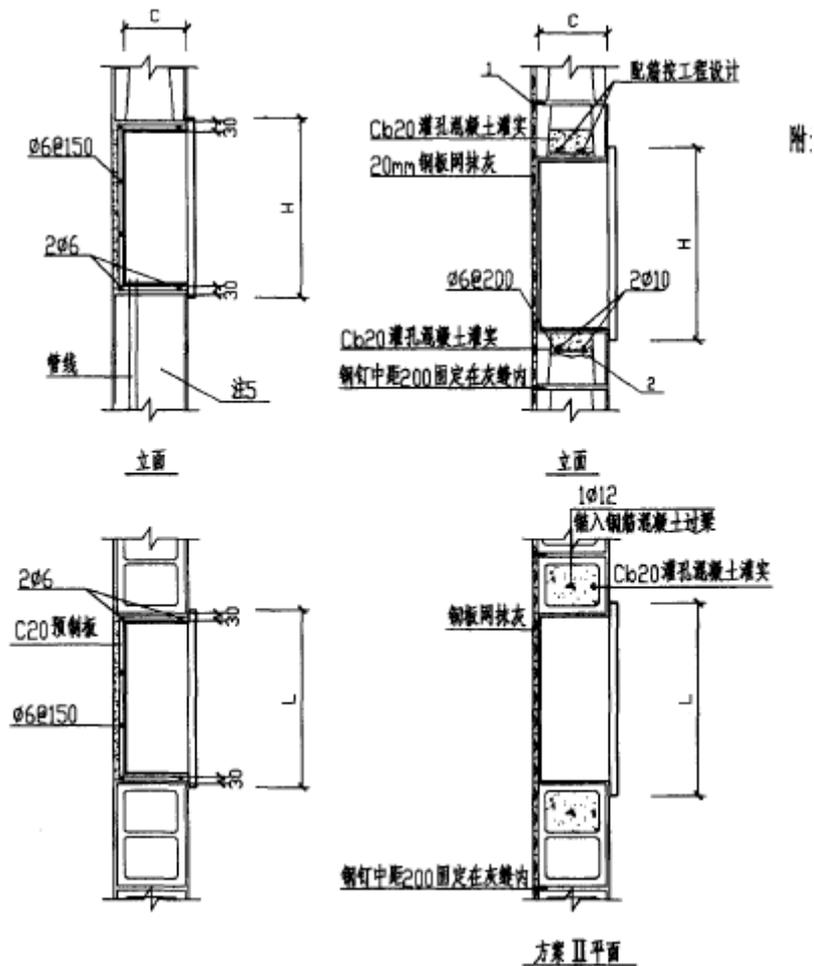


图 6.4.3-4

9) 配电箱安装时先将箱体找好标高及水平尺寸, 并将箱体固定好, 安装箱体时根据墙具体做法确定箱面的出墙距离, 调正箱体后用水泥砂浆填实周边并抹平缝隙, 标高符合设计要求, 箱体应接地可靠;

10) 如箱底与背侧墙面齐平时, 应在墙面固定金属网后, 再做墙面抹灰, 不应在箱体上直接抹灰。安装盘面要求平整, 周边间隙均匀对称, 箱门平正, 不歪斜, 螺丝垂直受力均匀;

11) 待水泥砂浆凝固后在安装盘芯和箱门, 配电箱箱门与墙面齐平, 涂层完整, 固定螺丝垂直, 受力均匀。

#### 6.4.4 配电柜(箱)与管路、梯架、托盘、槽盒的连接应符合下列规定:

##### 1 配电柜与管路、槽盒连接应符合下列规定:

1) 进入配电柜内的导管管口, 当箱底无封板时, 管口应高出柜、台、箱的基础面 50mm~80mm;

2) 与配电柜连接的管路、梯架、托盘和槽盒应与配电柜固定牢固, 接地可靠。接地应与配电柜保护接地导体(PE)汇流排直接连接, 保护接地导体(PE)应选用截面积不小于 4mm<sup>2</sup>的黄绿色绝缘铜芯软导线连接, 并应有标识;

3) 梯架、托盘和槽盒与配电柜连接的开口部位、导管管路的管口在穿线前应装设护线口;

4) 在穿入绝缘导线、电缆后应做密封处理。

##### 2 明装配电箱与管路、槽盒连接应符合下列规定:

1) 明装配电箱暗配管的配电箱结构预留时应确保暗装接线盒位置准确, 盒口应与墙面齐平, 在软包装修或木制护板墙处应做防火处理, 可采用涂防火漆或防火材料衬里进行防护;

2) 接线盒内接地螺栓应与配电箱保护接地导体(PE)汇流排应选用截面积不小于 4mm<sup>2</sup>的黄绿色绝缘铜芯软导线连接, 并应有标识;

3) 明装配电箱定位应结合暗装接线盒、结构引出预留管位置进行定位, 确保明装配电箱覆盖暗装接线盒;

4) 明装进入配电柜(箱)的管路应居中对称, 在距配电柜(箱)边缘 150mm~500mm 范围内应设有固定管卡, 管路与配电柜(箱)连接, 盒箱开孔整齐、与管径相适配, 要求一管一孔, 孔径与管径应适配, 并应用根母、锁母与箱体固定牢固, 外露丝扣 2~3 扣, 不得使用电气焊开孔; 两根以上管入配电柜(箱)时, 进入盒箱长度要一致, 间距均匀, 排列整齐有序。管路应按要求可靠接地;

5) 对于冷冻机组等有震动设备的专用配电箱与槽盒连接应设置软连接; 其他要求参考配电柜与槽盒连。

##### 3 暗装配电箱与管路连接应符合下列规定:

1) 木套箱预留时，管路间距应不小于 50mm，排列整齐后伸入木套箱内并包好管口，木套箱内采用锯沫填充封堵严密；配电箱到场后应接短管后与配电箱箱体连接；

2) 其他管路连接要求同明装配电箱安装。

#### 6.4.5 电线电缆及母线配线与压接应符合下列规定：

1 当母线与母线、母线与电器或设备接线端子采用螺栓搭接连接时，应符合下列规定：

1) 母线的各类搭接连接除应在现场进行连接的母线外，均应在工程完成连接；母线的钻孔直径和搭接长度应符合规范要求。现场进行母线连接时，螺栓的力矩值应符合表表

6.4.5-1 的规定；当一个连接处需要多个螺栓连接时，每个螺栓的拧紧力矩值应一致；

表 6.4.5-1 母线搭接螺栓的拧紧力矩

序号	螺栓规格	力矩值 (N·m)
1	M8	8.8-10.8
2	M10	17.7-22.6
3	M12	31.4-37.2
4	M14	51.0-60.8
5	M16	78.5-78.1
6	M18	78.0-127.4
7	M20	156.7-176.2
8	M24	274.6-343.2

2) 母线接触面应保持清洁，宜涂抗氧化剂，螺栓孔周边应无毛刺；

3) 连接螺栓两侧应有平垫圈，相邻垫圈间应有大于 3mm 的间隙，螺母侧应装有弹簧垫圈或锁紧螺母；

4) 螺栓受力应均匀，不应使电器或设备的接线端子受额外应力。

2 配电柜内电缆与母线、母线与母线、电缆与电器端子搭接应符合下列规定：

1) 铜与铜搭接面的处理：当处于室外、高温且潮湿的室内时，搭接面应搪锡或镀银；干燥的室内，可不搪锡、不镀银；

2) 铝与铝搭接面的处理：可直接搭接。铜与铝搭接面的处理应：在干燥的室内，铜导体搭接面应搪锡；在潮湿场所，铜导体搭接面应搪锡或镀银，且应采用铜铝过渡连接。钢（接地干线）与铜搭接面的处理应：钢搭接面应镀锌或搪锡；

3 当电缆穿过零序电流互感器时，电缆金属护层和接地线应对地绝缘；对穿过零序电流互感器后制作的电缆头，其电缆接地线应回穿互感器后接地；对尚未穿过零序电流互感器的

电缆接地线应在零序电流互感器前直接接地。

4 进出配电柜的电线、电缆在配电柜内应设标识牌，电缆芯线应加套相应颜色的热缩管；为便于维修，中性导体（N）汇流排、保护接地导体（PE）汇流排上的线缆应标识回路编号。

5 电线电缆进入配电柜箱需按要求预留半周长，电缆头应可靠固定，不应使电器元器件或设备端子承受额外应力。配电柜电缆进线采用电缆沟下进线时，需加电缆固定支架。

6 绝缘导线、电缆的线芯连接金具（连接管和端子），其规格应与线芯的规格适配，且不应采用开口端子，其性能应符合国家现行有关产品标准的规定；连接金具的压接应采用专用压力钳制作。

7 当进、出线缆大，接线端子规格与电气器具规格不配套时，不应采取降容的转接措施。

8 建筑电源进线连接前，应确认电涌保护器（SPD）型号、性能参数符合设计要求，接地线与保护接地导体（PE）汇流排连接可靠。

9 电线电缆与中性导体（N）汇流排、保护接地导体（PE）汇流排连接时需与接线端子匹配的螺栓连接。每个螺栓只能与一个端子连接；10mm<sup>2</sup> 及以下的单股铜芯线可直接与设备或器具的端子连接，与中性导体（N）汇流排、保护接地导体（PE）汇流排连接时，盘圈方向应与螺栓紧固方向相同。

10 矿物绝缘电缆进入配电柜（箱）时应分回路进入钢制配电柜（箱），采用固定封套与柜（箱）固定牢固，并采取防涡流措施，详见图 6.4.5-1、图 6.4.5-2，进出配电柜（箱）的矿物绝缘电缆敷设形式应满足表 6.4.5-1 的要求。

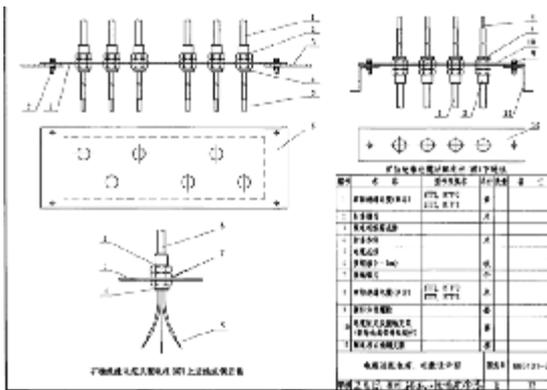


图 6.4.5-1

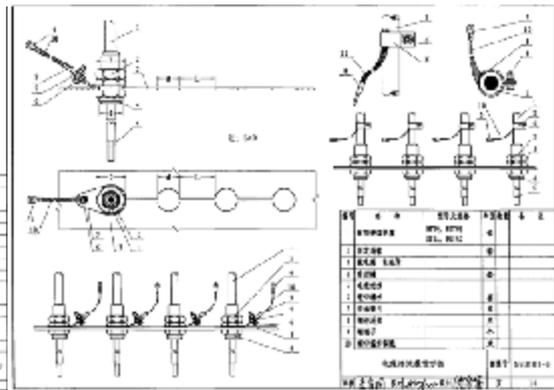


图 6.4.5-2

表 6.4.5-1 矿物绝缘电缆敷设形式

敷设形式	三相三线	三相四线
单路电缆		
两路平行电缆		
三路或多路平行电缆		

11 TN-C-S 系统变换柜（箱）接线，在系统变换处进线电缆中的 PEN 导体应先接保护接地导体(PE)汇流排后与中性导体（N）汇流排联通，同时需注意 PEN 线不应直接接入具有剩余电流保护的断路器或火灾漏电报警装置的剩余电流检测线圈。

12 当 TN-C-S 系统变换柜（箱）总进线处未采用具有剩余电流保护的断路器、未设剩余电流检测线圈时采用见图 6.3.5-3、图 6.3.5-4，所示的系统变换接线。

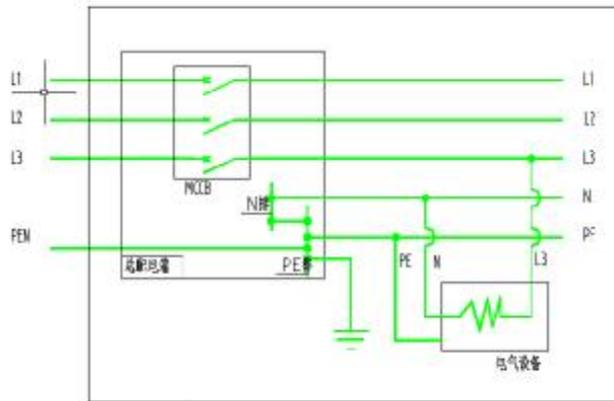


图 6.4.5-3

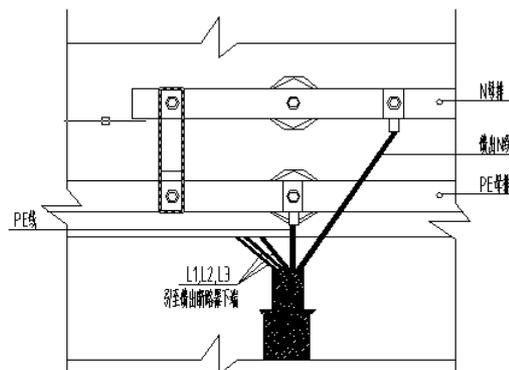


图 6.4.5-4

13 当 TN-C-S 系统变换柜（箱）总进线采用具有剩余电流保护的断路器时采用见图 6.4.5-5 所示的系统变换接线。

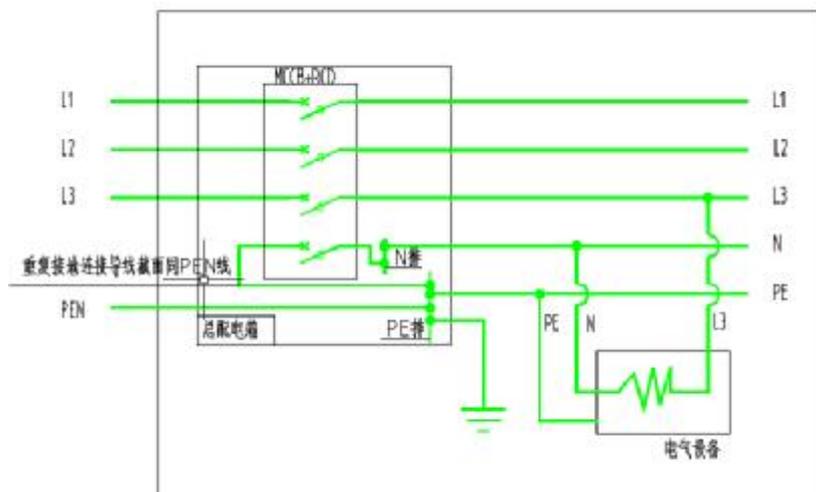


图 6.4.5-5

14 当 TN-C-S 系统变换柜（箱）总进线设有剩余电流检测线圈时采用见图 6.4.5-6 所示的系统变换接线。

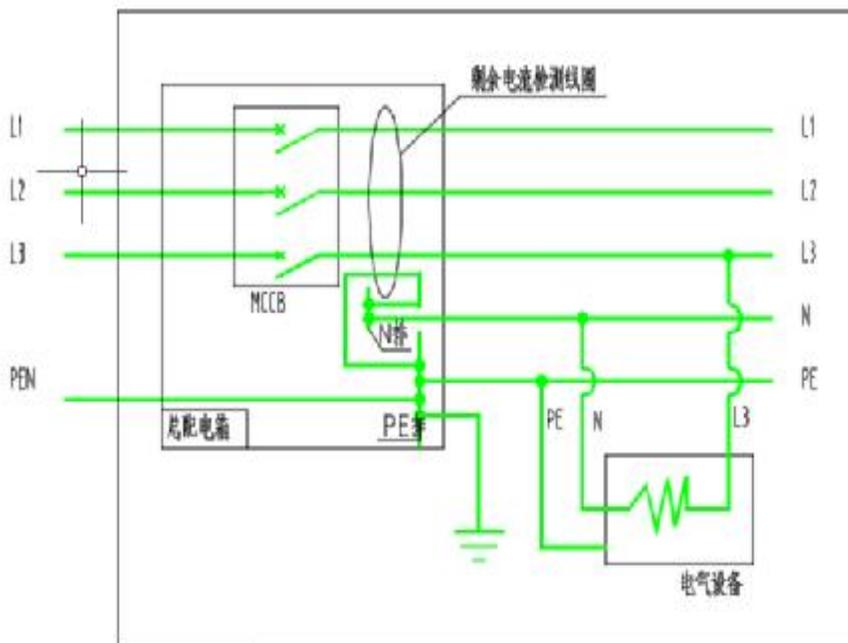


图 6.4.5-6

#### 6.4.6 电线配线接线应符合下列规定：

1 箱内配线整齐，绑扎成束，无绞接、伤芯、断股等现象，引出及引入配电柜(箱)的导线应留有适当余度；配电柜(箱)上的标识器件应标明被控设备编号及名称或操作位置，接线端子应有编号；回路编号应齐全，标识应正确。

2 导线连接紧密，不伤芯线，不断股。

3 同一端子上导线连接不多于 2 根，垫圈下螺丝两侧压的导线截面积相同，防松垫圈等零件齐全。照明箱内分别设置中性导体（N）汇流排和保护接地导体(PE)汇流排，保护接地导体(PE)经汇流排配出。

#### 6.4.7 配电柜(箱)调试应符合下列规定：

1 调试前检查应符合下列规定：

1) 配电柜（箱）的门应开闭灵活，不应有变形、异响；

2) 配电柜（箱）表面涂层应完整，不应有损伤、污染；检查配电柜内电器元件应齐全，规格型号及二次回路是否与图纸相符，其额定电压和控制、操作电源电压应一致；

3) 检查接线是否牢固；所有接线端子螺丝再紧固一遍。

2 绝缘摇测应符合下列规定：

1) 对于低压成套配电柜（箱）相导体、中性导体(N)、保护接地导体(PE)彼此之间的绝缘电阻值，馈电线路不应小于  $0.5M\Omega$ ，二次回路不应小于  $1M\Omega$ ；二次回路的耐压试验电压应为  $1000V$ ，当回路绝缘电阻值大于  $10M\Omega$  时，应采用  $2500V$  兆欧表代替，试验持续时间应为  $1min$  或符合产品技术文件要求；

2) 摇测应两人进行，并作好记录。

3 通电前，动力成套配电(控制)柜、台、箱的交流工频耐压试验和保护装置的动作试验应合格，其外露可导电部分应与保护接地导体(PE)完成连接，并应检查合格。

4 接临时电源时，应将配电柜内进线电源回路拆解后，方可接上临时电源。

5 按图纸要求，分别模拟控制、连锁、操作、继电器保护动作正确无误、灵敏可靠；成套配电柜（箱）交接试验项目应符合表 6.4.7-1 的规定。

表 6.4.7-1 成套配电柜（箱）交接试验

序号	试验内容	试验标准或条件
1	一次回路绝缘电阻	用 $500V$ 兆欧表摇测 $\geq 1M\Omega$ ，潮湿场所 $\geq 0.5M\Omega$
2	低压电器动作情况	除产品另有规定外，电压、液压或气压在额定值的 $85\% \sim 110\%$ 范围内可靠动作
3	脱扣器的整定值	整定值误差不应超过产品技术条件的规定
4	电阻器和变阻器的直流电阻差值	符合产品技术条件规定

6 拆除临时电源，将被拆除的电源线复位。

#### 6.4.8 送电运行验收应符合下列规定：

1 试运行前，安装作业全部完毕，质量检查部门检查全部合格；柜、台、箱、盘内保护

接地导体(PE)汇流排应完成连接,柜(箱)内的元件规格、型号应符合设计要求;接线应正确且交接试验合格。继电保护动作灵敏可靠,控制、连锁、信号等动作准确无误;试验项目全部合格,并有签字齐全的试验报告单。

2 备齐试验合格的验电器、绝缘靴、绝缘手套、临时接地编织线、绝缘胶垫、粉末灭火器等。

3 彻底清扫全部设备及清理配电室内的灰尘、杂物,室内除送电需用的设备用具外,其他物品不应堆放。

4 检查柜箱内、外、上是否有遗留的工具、金属材料及其他杂物。

5 再次对各回路绝缘摇测且合格。

6 检查受电柜总开关处于“断开”位置,再进行送电,开关试送3次。

7 试运行组织工作,明确试运指挥者、操作者、监护人。

8 电源经验电、校相无误。

9 检查受电柜三相电压是否正常。

10 送电空载24h无异常现象,办理验收手续,收集好产品合格证、说明书、试验报告。

## 6.5 质量标准

6.5.1 主控项目应符合下列规定:

1 柜、箱的金属框架及基础型钢应与保护导体可靠连接;对于装有电器的可开启金属门,金属门和金属框架的接地端子间应选用截面积不小于 $4\text{mm}^2$ 的黄绿色绝缘铜芯软导线连接,并应有标识。

2 柜、箱等配电装置应有可靠的防电击保护;装置内保护接地导体(PE)汇流排应有裸露的连接外部保护接地导体的端子,并应可靠连接。当设计未做要求时,连接导体最小截面积应符合表4.3.2-1的要求。

3 手车、抽屉式成套配电柜推拉应灵活,无卡阻碰撞现象。动触头与静触头的中心线应一致,且触头接触应紧密,投入时,接地触头应先于主触头接触;退出时,接地触头应后于主触头脱离。

4 低压成套配电柜交接试验应符合本工艺规程相关章节的规定。

5 对于低压成套配电柜、箱及控制柜(箱)间线路的线间和线对地间绝缘电阻值,馈电线路不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ,二次回路不应小于 $1\text{M}\Omega$ ;二次回路的耐压试验电压应为 $1000\text{V}$ ,当回路绝缘电阻值大于 $10\text{M}\Omega$ 时,应采用 $2500\text{V}$ 兆欧表代替,试验持续时间应为 $1\text{min}$ 或符合产品技术文件要求。

6 直流柜试验时,应将屏内电子器件从线路上退出,主回路线间和线对地间绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ,直流屏所附蓄电池组的充、放电应符合产品技术文件要求;整流器的控制调整和输出特性试验应符合产品技术文件要求。

7 低压成套配电柜和配电箱内末端用电回路中,所设过电流保护电器兼作故障防护时,应在回路末端测量接地故障回路阻抗。

8 配电箱内的剩余电流动作保护器(RCD)应在施加额定剩余动作电流( $I_{\Delta n}$ )的情况下测试动作时间,且测试值应符合设计要求。

9 柜、箱内电涌保护器(SPD)安装应符合下列规定:

- 1) SPD 的型号规格及安装布置应符合设计要求;
- 2) SPD 的接线形式应符合设计要求,接地导线的位置不宜靠近出线位置;
- 3) SPD 的连接导线应平直、足够短,且不大于 0.5m。

10 IT 系统绝缘监测器(IMD)的报警功能应符合设计要求。

11 照明配电箱安装应符合下列规定:

1) 箱内配线应整齐、无绞接现象;导线连接应紧密、不伤线芯、不断股;垫圈下螺丝两侧压的导线截面应相同,同一电器器件端子上的导线连接不应多于 2 根,防松垫圈等零件应齐全;

2) 箱内开关动作应灵活可靠;

3) 箱内宜分别设置中性导体(N)和保护接地导体(PE)汇流排,汇流排上同一端子不应连接不同回路的中性导体(N)和保护接地导体(PE)。

12 送至建筑智能化工程变送器的电量信号精度等级应符合设计要求,状态信号应正确;接收建筑智能化工程的指令应使建筑电气工程的断路器动作符合指令要求,且手动、自动切换功能均应正常。

6.5.2 一般项目应符合下列规定:

1 基础型钢安装允许偏差应符合表 4.3.2-3 的规定。

2 柜、台、箱的布置及安全间距应符合设计要求。

3 柜、台、箱相互间或与基础型钢间应用镀锌螺栓连接,且防松零件应齐全;当设计有防火要求时,柜、台、箱的进出口应做防火封堵,并应封堵严密。

4 室外安装的落地式配电(控制)柜、箱的基础应高于地坪,周围排水应通畅,其底座周围应采取封闭措施。

5 柜、台、箱应安装牢固,且不应设置在水管的正下方;柜、台、箱安装垂直度允许偏差不应大于 1.5%,相互间接缝不应大于 2mm,成列箱面偏差不应大于 5mm。

6 柜、台、箱内检查试验应符合下列规定:

1) 控制开关及保护装置的规格、型号应符合设计要求;

2) 闭锁装置动作应准确、可靠;

3) 主开关的辅助开关切换动作应与主开关动作一致;

4) 柜、台、箱上的标识器件应标明被控设备编号及名称或操作位置,接线端子应有编号,且清晰、工整、不易脱色;

5) 回路中的电子元件不应参加交流工频耐压试验,50V 及以下回路可不做交流工频耐压试验。

7 低压电器组合应符合下列规定:

1) 发热元件应安装在散热良好的位置;

2) 熔断器的熔体规格、断路器的整定值应符合设计要求;

3) 切换压板应接触良好,相邻压板间应有安全距离,切换时不应触及相邻的压板;

4) 信号回路的信号灯、按钮、显示牌、电铃、电笛、事故电钟等动作和信号显示应准确;

5) 金属外壳需做电击防护时,应与保护接地导体(PE)可靠连接;

6) 端子排应安装牢固,端子应有序号,强电、弱电端子应隔离布置,端子规格应与导线截面积大小适配。

8 柜、台、箱间配线应符合下列规定：

1) 二次回路接线应符合设计要求，除电子元件回路或类似回路外，回路的绝缘导线额定电压不应低于 450V / 750V；对于铜芯绝缘导线或电缆的导体截面积，电流回路不应小于  $2.5\text{mm}^2$ ，其他回路不应小于  $1.5\text{mm}^2$ ；

2) 二次回路连线应成束绑扎，不同电压等级、交流、直流线路及计算机控制线路应分别绑扎，且应有标识；固定后不应妨碍手车开关或抽出式部件的拉出或推入；

3) 线缆的弯曲半径不应小于线缆允许弯曲半径；

4) 导线连接不应损伤线芯。

9 柜、台、箱面板上的电器连接导线应符合下列规定：

1) 连接导线应采用多芯铜芯绝缘软导线，敷设长度应留有适当余量；

2) 线束宜有外套塑料管等加强绝缘保护层；

3) 与电器连接时，端部应绞紧、不松散、不断股，其端部可采用不开口的终端端子或搪锡；

4) 可转动部位的两端应采用卡子固定。

10 照明配电箱安装应符合下列规定：

1) 箱体开孔应与导管管径适配，暗装配电箱箱盖应紧贴墙面，箱涂层应完整；

2) 箱内回路编号应齐全，标识应正确；

3) 箱应安装牢固、位置正确、部件齐全，安装高度应符合设计要求，垂直度允许偏差不应大于 1.5%。

## 6.6 成品保护

6.6.1 配电柜（箱）应缩短设备进场库存时间；减少库存和二次搬运等中间环节。

6.6.2 配电柜（箱）到场后不能及时就位的，要专设仓库妥善保管，防尘防潮。

6.6.3 预留预埋阶段采用箱体预留的，盘芯应专设仓库妥善保管，防尘防潮。

6.6.4 安装、调试、试运行阶段应门窗封闭，专人值守。

6.6.5 临时送、断电要按程序有专人执行，防止误操作。

6.6.6 配电柜（箱）漆层应完整无损、色泽一致。

## 6.7 应注意的问题

6.7.1 配电箱柜加工如合同约定内有技术规格书的，需仔细阅读并作为加工订货技术要求的一部分，并严格按技术规格书核对验收。

6.7.2 施工图中电缆敷设的 T 接点应尽早与设计单位明确 T 接做法，当采用 T 接箱或采用配电箱柜内设 T 接母排时，需在加工订货时一并考虑。

6.7.3 二次砌筑墙体上的暗装配电箱需提前与土建专业说明，并督促土建专业按要求设置过梁，避免返工。

6.7.4 作业使用手持电动工具时，宜采用 II 类手持电动工具；控制电路应设置剩余电流保护器（RCD）。

## 7 母线槽安装

### 7.1 材料要求

7.1.1 查验母线槽合格证和随带安装技术文件，并应符合下列规定：

1 制造商应提供强制性认证产品符合性自我声明，产品应加施强制性产品认证标志。当对导体的载流能力有异议时，应送有资质的试验室做极限温升试验，额定电流的温升应符合国家现行有关产品标准规定。

2 耐火母线槽应提供由国家认可的检测机构出具的型式检验报告，其耐火时间应符合设计要求。

3 保护接地导体（PE）应与外壳有可靠的连接，其截面积应符合产品技术文件规定；当外壳兼作保护接地导体（PE）时，试验报告和产品结构应符合国家现行有关产品标准的规定。

7.1.2 外观检查应包括母线槽防潮密封应良好，各段编号应标志清晰，附件应齐全、无缺损，外壳应无明显变形，母线螺栓搭接面应平整、镀层覆盖应完整、无起皮和麻面；插接母线槽上的静触头应无缺损、表面光滑、镀层完整；对有防护等级要求的母线槽应检查产品及附件的防护等级与设计的符合性，其标识应完整。

7.1.3 每段母线槽单元的绝缘电阻值不小于  $20M\Omega$ 。

7.1.4 各种规格的型钢、卡件，各种螺栓、垫圈应符合设计要求。

7.1.5 其他材料：防腐油漆、面漆、电焊条等应有出厂合格证。

### 7.2 主要机具

7.2.1 主要机具应包括工作台、台虎钳、钢锯、榔头、油压煨弯器、电钻、电锤、电焊机、扳手等。

7.2.2 测试工具应包括钢角尺、钢卷尺、水平尺、塞尺、红外线水平仪、红外线测距仪、绝缘摇表、力矩扳手  $8.8\text{ N}\cdot\text{m}\sim 343.2\text{ N}\cdot\text{m}$  等。

### 7.3 作业条件

7.3.1 母线槽进场检验合格，施工图纸及产品技术文件齐全。

7.3.2 与母线槽安装位置有关的管道、空调及建筑装修工程应完成施工，作业面应完成清理，配电井道中应无渗水，配电室的门已安装合格且可上锁。

7.3.3 预留的母线槽穿越楼板或墙体孔洞的位置、尺寸经过复核，洞口已修正。

7.3.4 母线槽安装在管道密集的部位时，应经过管线综合排布后进行。

7.3.5 母线槽支架的设置应在结构封顶、室内底层地面施工完成或已确定地面标高、层间距离复核后进行。

7.3.6 变压器和高低压成套配电柜上的母线槽安装前，变压器、高低压成套配电柜、穿墙套管等应安装就位，并应经检查合格。

### 7.4 操作工艺

7.4.1 母线槽安装工艺流程应符合图 7.4.1 的规定：

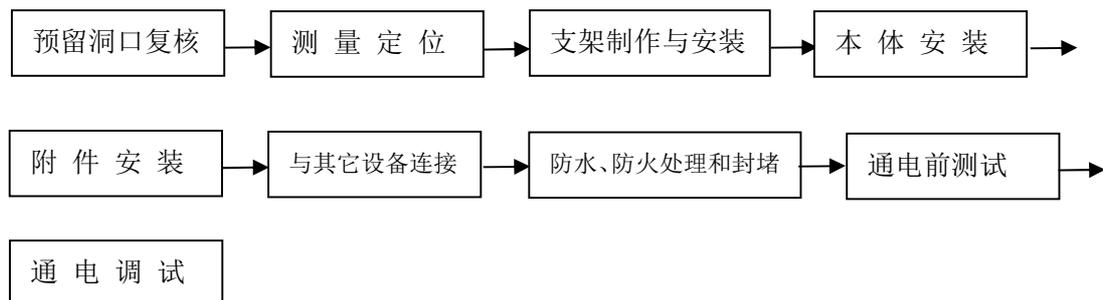


图 7.4.1 母线槽安装工艺流程

7.4.2 预留洞口复核应符合下列规定：

1 预留孔距墙尺寸见图 7.4.2-1。尺寸 A1 应满足放置弹簧支架底座槽钢的位置，宜取 100 mm~200mm，当 A1=0 时，应直接将支架埋入墙内或用膨胀螺栓将槽钢固定在墙上，固定方式示意图 7.4.2-2；尺寸 A2 应满足安装和检修的操作距离，宜取 350mm~500mm。

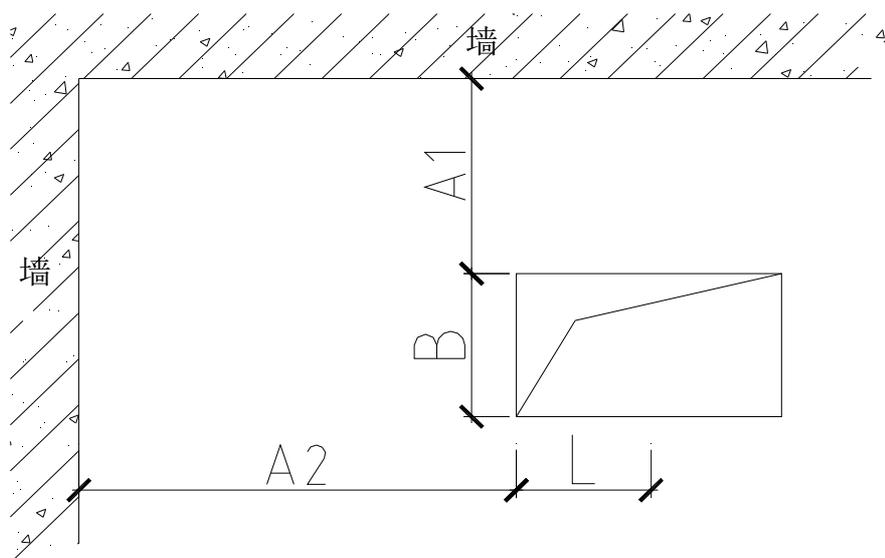


图 7.4.2-1 预留洞口设置示意图

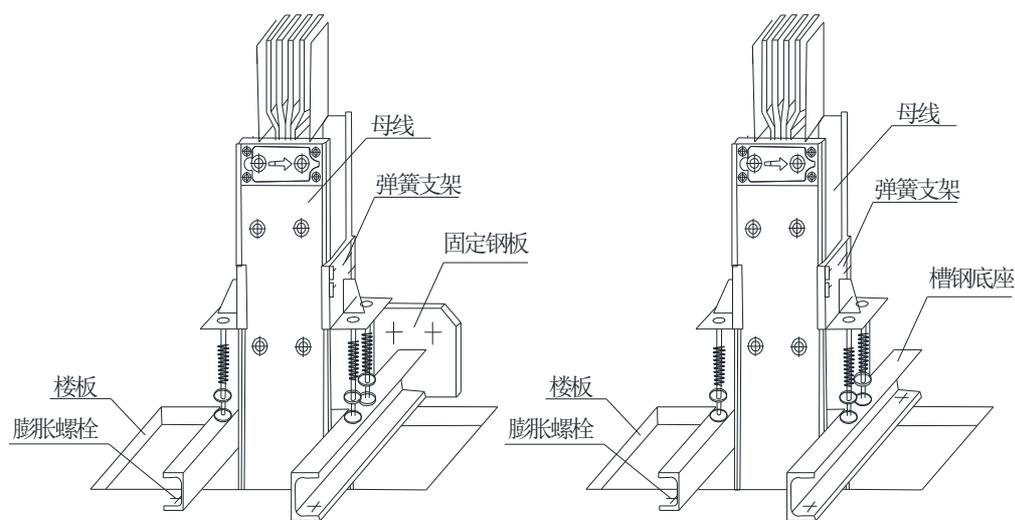


图 7.4.2-2 母线槽支架底座固定示意图

2 复测预留孔的尺寸见图 7.4.2-3。

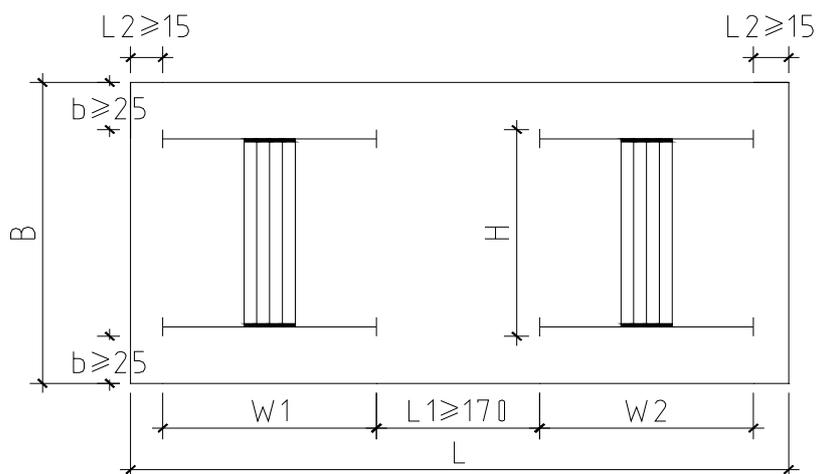


图 7.4.2-3 预留孔确定尺寸示意图

1) 预留孔宽度 B 宜按式 1 确定:

$$B=H+2b \dots\dots\dots \text{式 1}$$

式中:

B-预留孔宽度 (mm);

H-母线槽厚度 (mm);

b-母线槽距预留孔边缘距离; 一般  $b \geq 25\text{mm}$ 。

2) 预留孔长度 L 宜按式 2 确定:

$$L=nw+(n-1)L1+2L2 \dots\dots\dots \text{式 2}$$

式中：

L-预留孔长度（mm）；

n-并列安装的母线槽数量；

W-单根母线槽的宽度（mm）；

L1-相邻母线槽之间边缘净距，一般  $L1 \geq 170\text{mm}$ ；

L2-母线槽距预留孔边缘距离，一般  $L2 \geq 15\text{mm}$ 。

3) 复测预留洞口的垂直偏差，保证母线槽通长与洞口内沿保持 10mm~15mm 的间距；

4) 母线槽与母线槽的净距符合产品技术文件的要求，且应考虑分接单元开关手柄的操作空间。

#### 7.4.3 测量定位应符合下列规定：

1 审查施工图纸中母线槽的安装路由，核定其合理性；母线槽接头应避免置于楼板预留孔和隔墙中间。

2 熟悉土建施工图纸，关注土建施工进度，及时进行预留洞口、预埋件的配合施工，避免后期在结构上打洞开槽。核实各专业施工图变更，及时做出相应的调整。

3 在土建结构已完工，变电所、配电室设备位置确定后，现场测量母线槽长度，分配标准单元和特殊单元，计算直线段和配件数量，作为备料依据；参照土建的基准线确定母线槽的位置和高度，标示出其中心轴线及支架的位置。

4 母线槽支架设置应符合产品技术文件要求，并应符合下列规定：

1) 垂直敷设的母线槽每层不得少于一副支架，在分接口处应设置防晃支架，通过楼板处应设置弹簧支架；

2) 水平敷设的母线槽支架应每段设置一副，支持点间距不宜大于 2m，距转角 0.4 m~0.6m 处应设置支架，支架设置应错开母线槽连接位置或分接单元；

3) 照明母线槽可吊装于天花、吊顶内部，也可侧装于建筑物或构筑物墙体表面，固定点间距应均匀，固定点距离不宜大于 3m。

5 在管线集中的部位安装母线槽，应提前会同其他专业进行管线的综合布置，确保母线槽安装和维修的间距。

6 母线槽不宜敷设在气体管道和热力管道的上方及液体管道的下方；特殊情况下应采取防水、隔热措施。母线槽与各类管道平行或交叉的净距应符合表 5.4.3 的规定。

表 7.4.3 母线槽与管道的最小净距(mm)

管道类别		平行净距	交叉净距
一般工艺管道		400	300
易燃易爆气体管道		500	500
热力管道	有保温层	500	300
	无保温层	1000	500

7.4.4 支架制作安装应符合下列规定：

1 支架形式与材料应符合下列规定：

1) 支架一般有“一”型、“L”型、“T”型及“II”型四种型式。材料宜选用扁钢、角钢、槽钢，过楼板弹簧支架及固定支架应选用 10#槽钢制作；

2) 吊杆宜选择圆钢或角钢，可按  $400\text{kg}/\text{cm}^2$  允许拉力计算吊杆的截面积；型钢横担应按母线槽的重量及受力分布进行强度计算，并进行刚度复核，确定角钢或槽钢的规格；

3) 支架的选用应考虑特殊环境对金属腐蚀的影响。

2 支架制作应符合下列规定：

1) 现场制作支架时，应根据设计要求和产品技术文件的规定进行，紧固件应采用镀锌制品；

2) 下料、钻孔应采用机械加工方法，加工尺寸最大允许误差应不大于 5mm，严禁使用气割加工；

3) 支、吊架制作完毕，应除去焊渣，除锈后刷上防锈漆和面漆，制造厂提供的支架应防腐处理完好。

3 支架安装应符合下列规定：

1) 母线槽始端在墙上应使用“II”型支架，母线槽转弯处、与箱（盘）连接处以及末端悬空时应增设支架；

2) 不同规格的母线槽弹簧支架安装图见图 7.4.4-1、图 7.4.4-2，弹簧支架的组装见图 7.4.4-3；

1600A-2500A

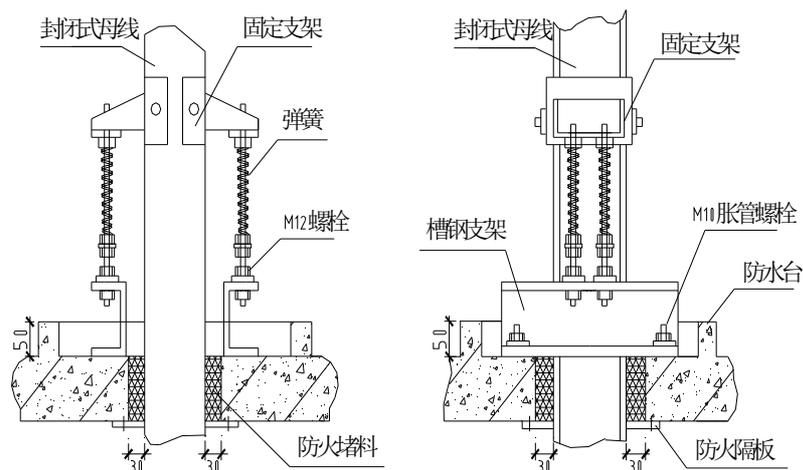


图 7.4.4-1 母线槽弹簧支架示意图

1600A 以下

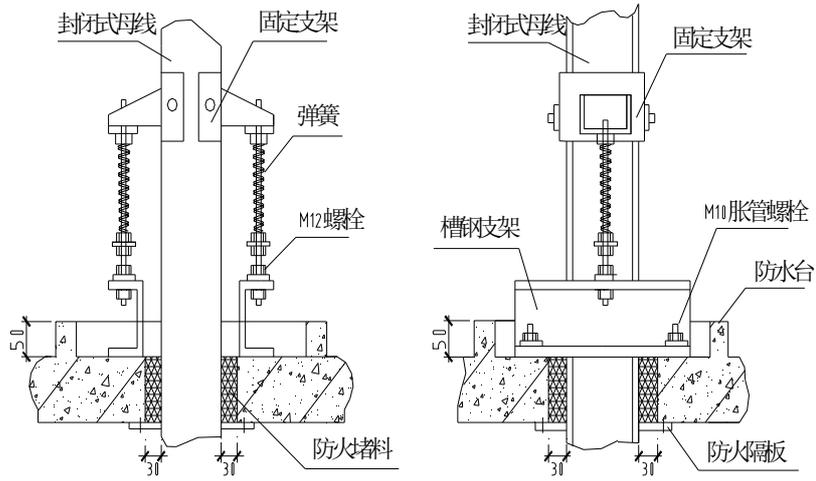


图 7.4.4-2 母线槽弹簧支架示意图

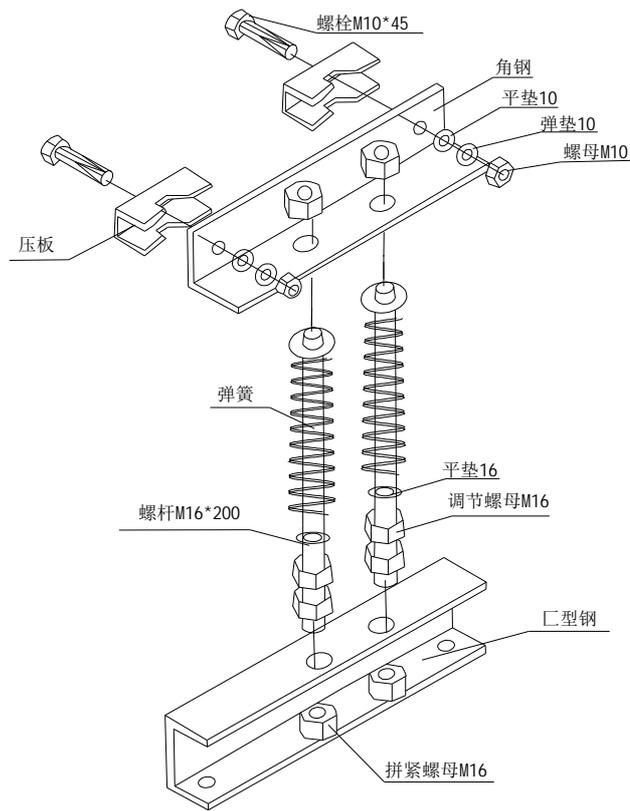


图 7.4.4-3 弹簧支架组装示意图

3) 母线槽垂直安装时，每一层支架上的弹簧均应处于受压状态，每层弹簧产生的弹力应能承受本层的母线槽重量；

4) 弹簧支架底座宜采用两根 10#槽钢，在母线槽的左右两侧安装在预留孔边，底座槽钢的固定应有不少于二个膨胀螺栓或焊接在楼板内预埋钢板的地脚螺栓，且底座槽钢应有可横向调整的椭圆形孔；

5) 垂直安装在墙壁上的母线槽，弹簧支架应增设斜撑，见图 7.4.4-4；支架间距应符合产品技术文件的规定，当无规定时，宜设置在 3.6m~4m；

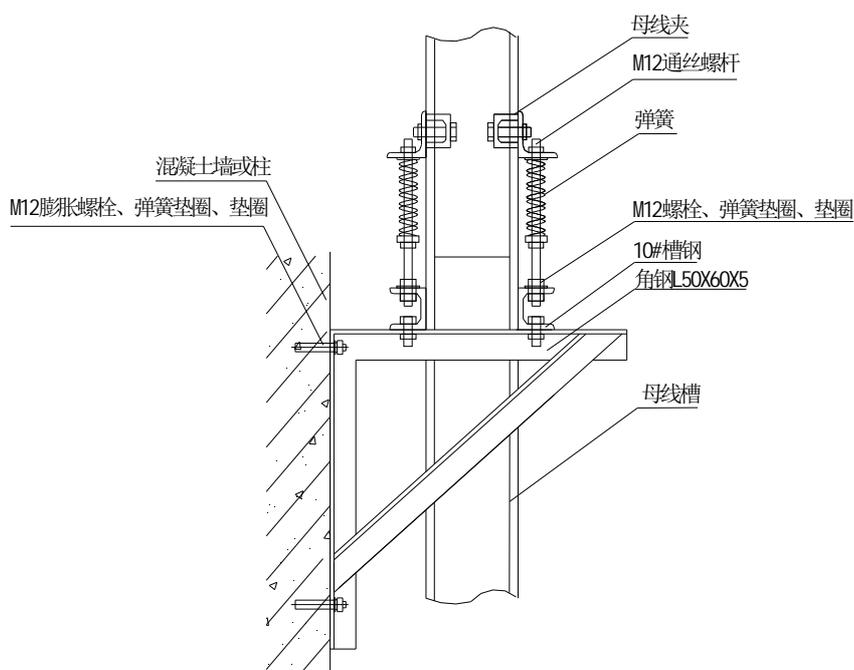


图 7.4.4-4 墙壁固定弹簧支架安装示意图

6) 弹簧支架组装后应进行预调，调节弹力调整螺母，使弹簧的压缩量达到 50%；见图 7.4.4-5 所示；如生产厂家出厂时弹簧支架的弹簧已应进行预压缩，应提供压缩量与母线重量的计算数据；

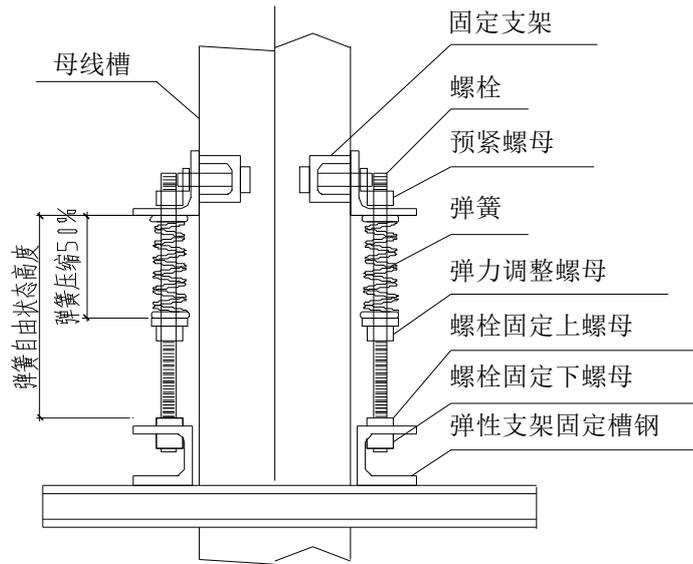


图 7.4.4-5 弹簧支架弹簧预调示意图

7) 当层高超过 4m 时，在上下层弹簧支架中间应设置固定支架，宜用角钢制作成“II”型，母线槽和支架之间应用“C”型压板固定，支架立面与整条母线槽应在同一垂直面上，见图 7.4.4-6；

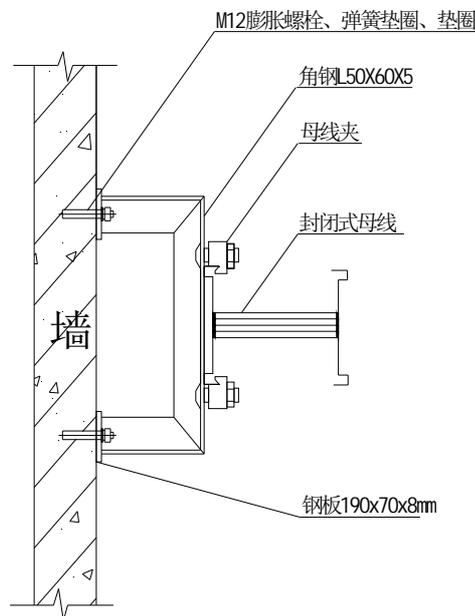


图 7.4.4-6 母线槽固定支架示意图

8) 母线槽水平安装宜采用角钢制作的“II”型吊架或“L”型支吊架，安装应牢固；吊架应有调整母线槽高度的装置，间距偏差应不大 100mm，吊架中心线偏差全长应不大于 20mm；母线槽水平支架安装孔应是便于调整直线度的椭圆型孔。

7.4.5 本体安装应符合下列规定：

1 母线槽安装前应测试母每个单元节的绝缘电阻，每个单元节母线槽的相间、相对地、

保护线对地的绝缘电阻值应不小于  $20M\Omega$ 。

2 垂直母线槽安装应符合下列要求：

1) 安装前，预留孔洞四周应做好防水台阶；母线槽的安装应按由下往上的顺序进行，且应符合生产厂提供的装配排列图及母线槽的连接方向；

2) 吊装母线槽的吊索宜用白棕绳、聚酯纤维重力吊带或套上橡皮护套的钢丝绳，绑扎时应防止绳扣滑动；

3) 宜用手拉葫芦逐节吊起待装母线槽，当与装好母线槽距离满足连接板的孔距时，应用压板将母线槽外壳固定在弹簧支架上；

4) 母线槽的连接有插接式和对接式两种，插接式连接时同相母线重叠，见图 7.4.5-1；对接式连接应有 2mm 以上间隙，对接处两侧各有一块连接板和绝缘板，见图 7.4.5-2；连接时，现场环境与接触面应保持清洁，接触面应涂电力复合脂，在母线间及两边外侧垫上配套绝缘板再穿入绝缘套管及螺栓，垫上垫圈拧上螺母，螺母稍作拧紧即可；

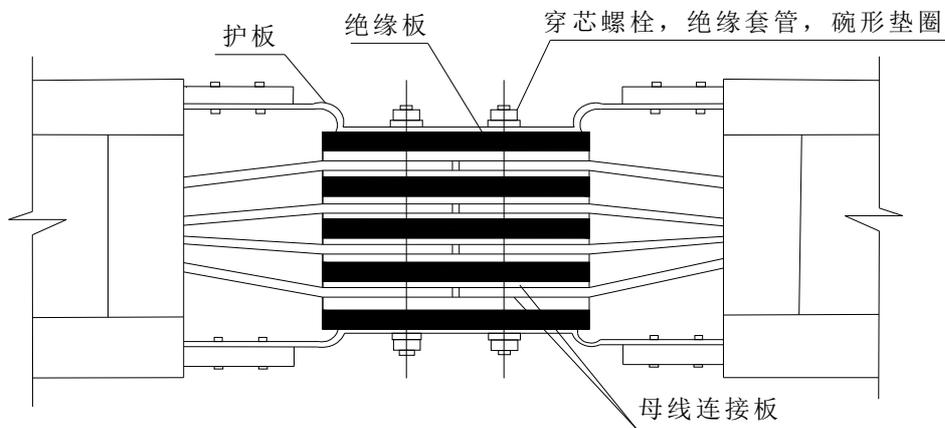


图 7.4.5-1 插接式母线连接示意图

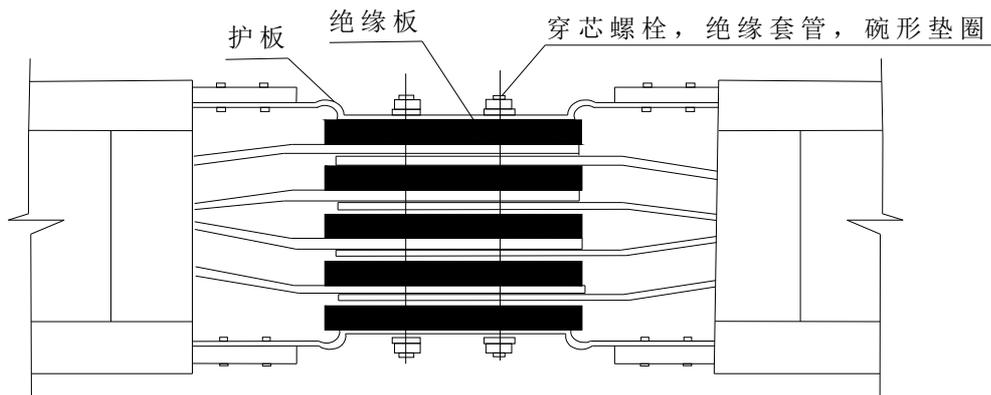


图 7.4.5-2 对接式母线连接示意图

5) 当待装母线槽的重量大于弹簧支架的预压缩弹力时，应松开吊装绳索，旋紧弹力调整螺母，增加弹簧支架的弹力，使待安装母线槽向上升高，直至连接母线孔到位；

6) 当待装母线槽的重量小于弹簧支架的预压缩弹力时，应松开吊装绳索，放松弹力调整螺母，使待安装母线槽往下降落，直至连接母线孔到位；

7) 调整后的弹簧不应出现过松或过紧的情况，否则应重新调整弹力调整螺母；

8) 母线槽就位后，应用线坠检查母线槽连接处上下 1m 内的垂直度，允许误差 $\pm 1\text{mm/m}$ ，当超过允许误差时，应调节弹簧支架两侧的调整螺母，达到要求后，应紧固连接处的穿芯螺栓螺母，当采用缩颈螺栓时，应将缩颈部分拧断；当用力矩扳手时，紧固力矩值应符合厂家技术文件的要求；

9) 母线槽安装到顶后，应从上到下校正母线槽的垂直度，调整后，将 C 形压板螺栓紧固；

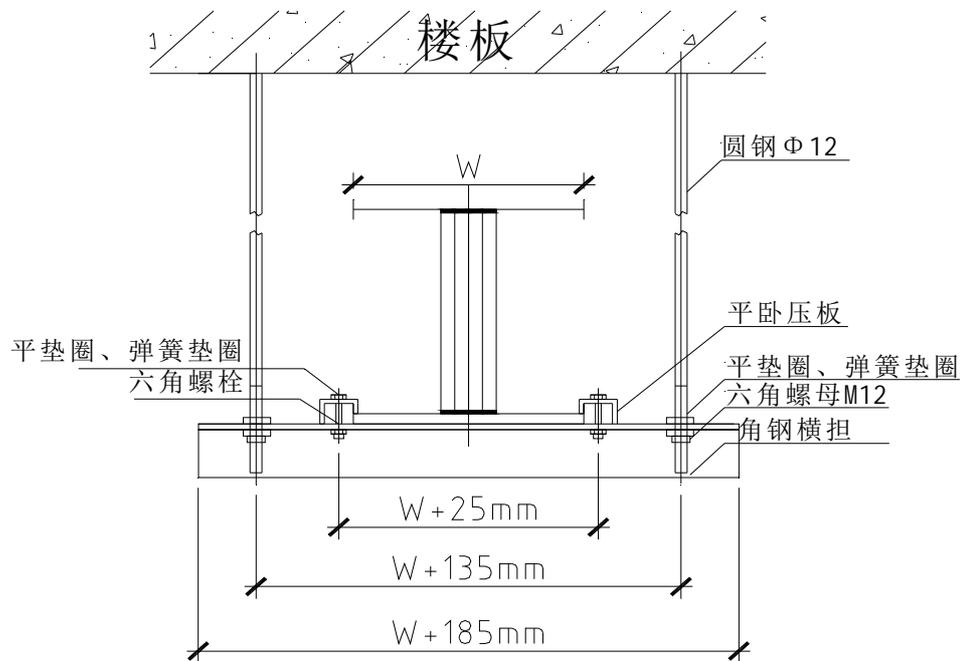
10) 每连接一个单元节母线槽，均应测试绝缘电阻，电阻值不应突然变小，遇到电阻突然变小时，应查明原因，复测绝缘电阻合格后方可继续安装；母线槽连接部位不应承受额外应力；

11) 安装暂停时，暂时未连接的母线槽应有防水、防尘的保护措施；

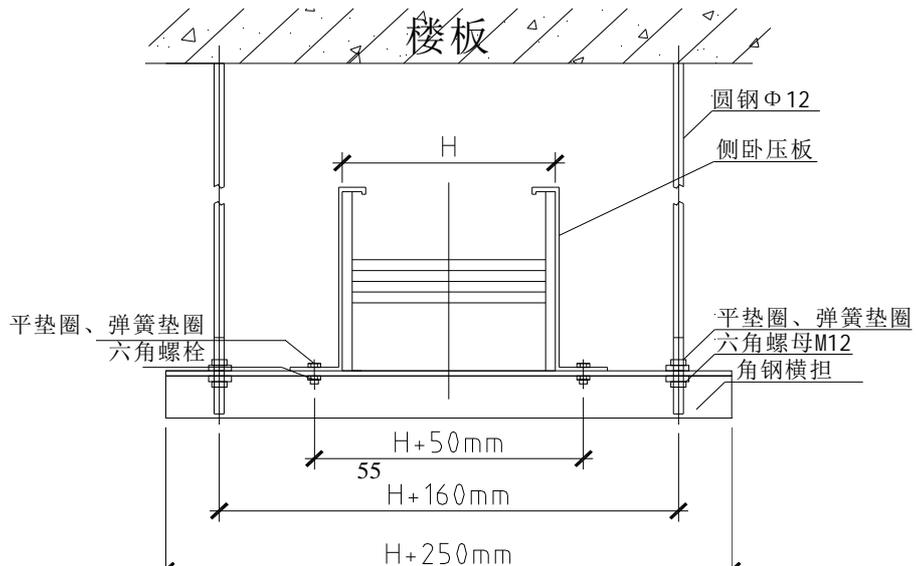
12) 有防水要求的母线槽口盖（侧）板的四边应用硅胶做密封处理。

3 水平母线槽安装应符合下列要求：

1) 母线槽水平安装有平卧和侧卧二种方式，不同厂家压板固定的方式不同，安装时应按照厂家提供的技术文件和附件进行；安装示意图 7.4.6-3 及图 7.4.6-4；



7.4.5-3 母线槽平卧水平安装示意图



#### 7.4.5-4 母线槽侧卧水平安装示意图

2) 母线槽宜从输电端开始安装, 母线槽的连接位置应避免在墙中间;

3) 母线槽的连接方法、防护措施, 参照垂直母线槽; 调整时, 水平倾斜应不大于 $\pm 5\text{mm}$ , 中心线全长偏差应不大于 $\pm 20\text{mm}$ 。

#### 7.4.6 附件安装

1 应检查进线箱箱门上操作机构和箱门开启的机械联锁装置, 带有塑壳自动空气开关的箱门, 合闸后应不能开启和从母线干线上脱离; 不带塑壳自动空气开关的箱门应装有门锁。

2 检查插脚的弹性、间距应一致, 端部无毛刺, 接触面平整, 插脚与外壳间距应不小于 $10\text{mm}$ 。分接单元插入母线槽后, 分接单元与母线槽的缝隙中插脚不得外露, 分接单元插脚处外壳凸头应伸入母线槽凹孔内, 如产品不具备这些条件, 插脚的根部应套塑料管并缠绕绝缘带。

3 分接单元的安装高度应符合设计要求, 当设计无要求时, 可按表 7.4.3-1 配电箱安装高度确定分接单元的高度。

4 分接单元与母线槽的连接, 产品应有防插反的结构, 连接前应核对相位; 分接单元插入母线槽后分接单元与母线槽之间应按产品的要求进行连接固定。

5 分接单元的电源输出线, 应穿管保护, 当分接单元的电源输出线敷设在电缆桥架内时, 则分接单元和桥架间应采用软连接方式。

6 母线槽直线长度超过 $80\text{m}$ 时, 插接式连接的母线槽每 $50\text{m}\sim 60\text{m}$ 应增加膨胀单元(伸缩节)。

7 母线槽通过建筑物的变形缝时, 应装设同规格的沉降单元, 见图 7.4.6-1 过渡软接线采用多层铜箔和绝缘套管, 其材质和额定电流应与母线相同。母线槽通过变形缝时, 应进行防水处理。

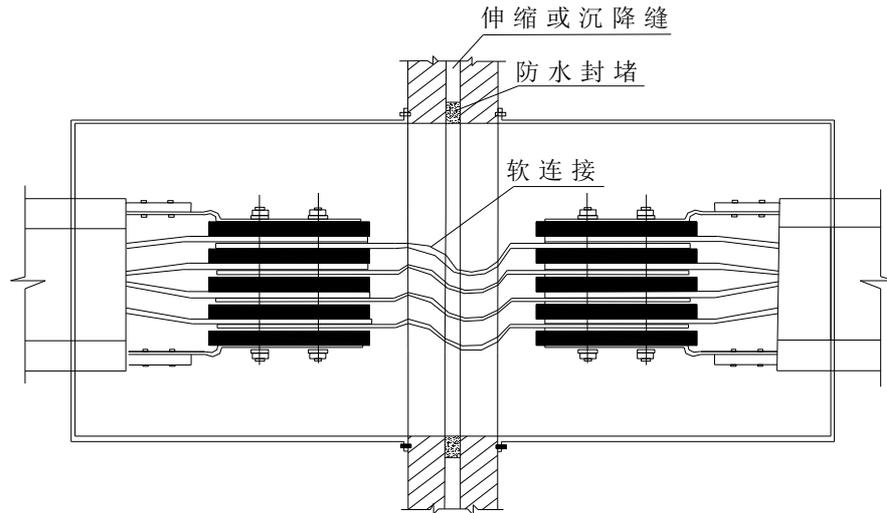


图 7.4.6-1 母线通过变形缝安装示意图

7 母线槽的金属外壳等外露可导电部分应与保护接地导体(PE)可靠连接,并应符合下列规定:

1) 每段母线槽的金属外壳间应连接可靠,且母线槽全长与保护接地导体(PE)可靠连接不应少于 2 处;

2) 分支母线槽的金属外壳末端、母线槽的插接箱、始端箱的金属箱体、箱门应与保护接地导体(PE)可靠连接;

3) 保护连接导体的材质、截面积应符合设计要求。

8 母线槽的电气间隙和爬电距离应符合表 7.4.6-1 的规定:

表 7.4.6-1 母线槽电气间隙和爬电距离 (mm)

额定绝缘电压 $U_i$ (V)	电气间隙			爬电距离		
	过电压类别			材料组别		
	IV	III	II	II	IIIa	IIIb
$60 < U_i \leq 300$	5.5	3.0	1.5	3.6	4	4
$300 < U_i \leq 660$	8.0	5.5	3.0	7	10	10
$660 < U_i \leq 1000$	14.0	8.0	5.5	14	16	—

9 母线槽外壳的接地端子应采用铜材制成,应符合表 7.4.6-2 的规定:

表 7.4.6-2 接地端子最小规格

额定电流 $I_e$ (A)	接地螺母最小规格
$I_e \leq 630$	M8
$630 < I_e \leq 1000$	M10
$I_e > 1000$	M12

7.4.7 母线槽与其他设备连接应符合下列规定:

1 母线槽与变压器、低压柜的连接,应走向合理;母线槽的中性导体(N)排、保护接地导体(PE)排应与低压柜的中性导体(N)排、保护接地导体(PE)排布置位置相吻合。

2 变压器室母线槽固定时,在电力变压器低压侧首付支架应用槽钢,用相应规格的扁钢抱箍将母线槽固定在槽钢上。

3 母线槽与配电柜及变压器连接的搭接导体规格,应设计文件选择。

4 母线槽与变压器、发电机以及有振动的大电流设备连接时,应采用软连接或软电缆过

渡连接。

5 母线槽在接续设备端子前应可靠固定，电气元器件或设备端子不得承受母线槽荷载。

6 母线槽与电气设备采用螺栓连接时，螺纹宜露出螺帽 2~3 扣，平垫和弹簧垫应安装齐全。裸露母线间的电气间隙和爬电距离应符合表 7.4.6-1 的规定。

7 母线槽与母线或其他设备连接的搭接母线钻孔直径和搭接长度应符合 GB50303 的规定。

8 母线的连接螺栓的拧紧力矩应符合产品技术文件的要求。

9 母线槽不同材质导体连接时应采取过渡技术措施。母线与母线、母线与电器或设备接线端子搭接，搭接面的处理应符合下列规定：

1) 铜与铜连接时，户外、高温且潮湿的户内，搭接面应搪锡或镀银；干燥的户内，可不搪锡、不镀银；

2) 铝与铝连接时，可直接搭接；

3) 钢与钢连接时，搭接面搪锡或镀锌；

4) 铜与铝连接时，在干燥的户内，铜导体搭接面搪锡；在潮湿场所，铜导体搭接面搪锡或镀银，且采用铜铝过渡连接；

5) 钢与铜或铝连接时，钢搭接面镀锌或搪锡。

7.4.8 防水、防火处理和封堵应符合下列规定：

1 有可能发生漏水的部位，应做好防水措施。

2 母线槽垂直穿越楼板处，其孔洞四周应设置高度为 50mm 及以上的防水台。

3 母线槽穿墙或楼板的防火处理应符合下列要求：

1) 应按现行国家标准《防火封堵材料》GB23864 选择防火堵料，进场检验合格后严格按照厂家技术要求配制使用。防火封堵应符合现行国家标准《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T51410 的规定；

2) 竖向穿越楼板时，在楼板的下方用  $\Phi 8$  膨胀螺栓固定防火隔板，将孔洞封死，填入防火堵料，在楼板上方向同样用  $\Phi 8$  膨胀螺栓固定防火隔板；

3) 横向穿越防火分区时，在穿墙处填入防火堵料，用  $\Phi 8$  膨胀螺栓于墙体两侧固定防火隔板。

7.4.9 通电前测试应符合下列规定：

1 母线槽工程安装完毕，应对安装质量进行验收检测；检测应在断电的状态下进行。

2 绝缘电阻测试应符合下列规定：

1) 检测应符合现行国家标准《低压成套开关设备和电控设备基本试验方法》GB/T 10233 中绝缘电阻试验的相关要求。

2) 检测时，应断开母线槽与变压器、配电柜的连接，并使分接单元的断路器处于分闸位置。

3) 采用绝缘电阻测量仪器（例如：兆欧表）测量线路中各相之间及相导体与接地端子之间的绝缘电阻。

4) 绝缘电阻应不小于  $0.5M\Omega$ 。

5) 应按表 7.4.7 选择测量仪器：

表 7.4.7 试验仪器的电压等级

设备额定电压 $U_e/V$	测量仪器的电压等级 $/V$
$U_e < 500$	500
$500 \leq U_e < 1000$	1000
$U_e \geq 1000$	1500

3 当绝缘电阻值小于  $0.5M\Omega$  时, 宜通过各分接单元内开关的分合进行绝缘测试, 以判断故障位置。

4 当母线槽受潮导致绝缘下降, 应查找受潮的原因并进行干燥处理, 母线槽干燥前应根据母线槽受潮情况制定烘干方法及有关技术措施。烘干方法根据受潮程度可选择循环热风干燥法、热辐射光源干燥法和电流加热干燥法; 环境温度无突变情况下, 母线槽绝缘电阻值经 5h 稳定并达到规范要求时, 方可认为母线槽干燥完毕。

7.4.10 通电调试应符合下列规定:

1 母线槽的金属外壳与外部保护导体连接完成, 母线绝缘电阻测试和交流工频耐压试验合格, 方可通电试运行。

2 母线槽在额定工作电压下应先空载通电 1h, 通电后应巡回检查, 检查壳体尤其是母线连接部位的温度, 当连接处的温升均超过  $60K$ , 则考虑产品的设计容量不够; 当个别连接处温升超过  $60K$ , 则考虑是连接处接触不良, 应调整紧定措施后再涂上电力复合脂。

## 7.5 质量标准

7.5.1 主控项目应符合下列规定:

1 母线槽的金属外壳等外露可导电部分应与保护接地导体(PE)可靠连接, 并应符合下列规定:

1) 每段母线槽的金属外壳间应连接可靠, 且母线槽全长与保护接地导体(PE)可靠连接不应少于 2 处;

2) 分支母线槽的金属外壳末端应与保护接地导体(PE)可靠连接;

3) 连接导体的材质、截面积应符合设计要求。

2 当设计将母线槽的金属外壳作为保护接地导体(PE)时, 其外壳导体应具有连续性且符合现行国家标准《低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分: 型式试验和部分型式试验成套设备》GB 7251.1 的规定。

3 当母线与母线、母线与电器或设备接线端子采用螺栓搭接连接时, 应符合下列规定:

1) 母线的各类搭接连接的钻孔直径和搭接长度、力矩值应符合 GB50303 的规定; 当一个连接处需要多个螺栓连接时, 每个螺栓的拧紧力矩值应一致;

2) 母线接触面应保持清洁, 宜涂抗氧化剂, 螺栓孔周边应无毛刺;

3) 连接螺栓两侧应有平垫圈, 相邻垫圈间应有大于 3mm 的间隙, 螺母侧应装有弹簧垫圈或锁紧螺母;

4) 螺栓受力应均匀, 不应使电器或设备的接线端子受额外应力。

4 母线槽安装应符合下列规定:

1) 母线槽不宜安装在水管正下方;

2) 母线应与外壳同心, 允许偏差为  $\pm 5mm$ ;

3) 当母线槽段与段连接时, 两相邻段母线及外壳宜对准, 相序应正确, 连接后不应使母线及外壳受额外应力;

4) 母线的连接方法应符合产品技术文件要求;

5) 母线槽连接用部件的防护等级应与母线槽本体的防护等级一致。

5 母线槽通电运行前应进行检验或试验, 并应符合下列规定:

1) 高压母线交流工频耐压试验应交接试验合格;

2) 低压母线绝缘电阻值不应小于  $0.5M\Omega$ ;

3) 检查分接单元插入时, 接地触头应先于相线触头接触, 且触头连接紧密, 退出时, 接地触头应后于相线触头脱离;

4) 检查母线槽与配电柜、电气设备的接线相序应一致。

5.5.2 一般项目应符合下列规定:

1 母线槽支架安装应符合下列规定：

1) 除设计要求外，承力建筑钢结构构件上不得熔焊连接母线槽支架，且不得热加工开孔；

2) 与预埋铁件采用焊接固定时，焊缝应饱满；采用膨胀螺栓固定时，选用的螺栓应适配，连接应牢固；

3) 支架应安装牢固、无明显扭曲，采用金属吊架固定时应有防晃支架，配电母线槽的圆钢吊架直径不得小于 8mm；照明母线槽的圆钢吊架直径不得小于 6mm；

4) 金属支架应进行防腐，位于室外及潮湿场所应按设计要求做特殊处理。

2 母线与母线、母线与电器或设备接线端子搭接，搭接面的处理应符合下列规定：

1) 铜与铜：室外、高温且潮湿的室内，搭接面应搪锡或镀银；干燥的室内，可不搪锡、不镀银；

2) 铝与铝连接时，可直接搭接；

3) 钢与钢连接时，搭接面搪锡或镀锌；

4) 铜与铝连接时，在干燥的室内，铜导体搭接面搪锡；在潮湿场所，铜导体搭接面搪锡或镀银，且采用铜铝过渡连接；

5) 钢与铜或铝连接时，钢搭接面镀锌或搪锡。

3 母线采用螺栓搭接时，连接处距绝缘子的支持夹板边缘不小于 50mm。

4 母线的相序排列及涂色，当设计无要求时应符合下列规定：

1) 上、下布置的交流母线，由上至下或由下到至上排列应分别为 L1、L2、L3；直流母线应正极在上、负极在下；

2) 水平布置的交流母线，由柜后向柜前或由柜前向柜后排列应分别为 L1、L2、L3；直流母线应正极在后、负极在前；

3) 面对引下线的交流母线，由左至右排列应分别为 L1、L2、L3；直流母线应正极在左、负极在右；

4) 母线的涂色：交流母线 L1、L2、L3 应分别为黄色、绿色和红色，中性导体为淡蓝色；直流母线应正极为赭色、负极为蓝色；保护接地导体(PE)应为黄绿双色，保护中性导体(PEN)应为全长黄-绿双色终端用淡蓝色或全长淡蓝色终端用黄-绿双色；在连接处或支持件边缘两侧 10mm 以内不应涂色。

5 母线槽安装应符合下列规定：

1) 水平或垂直敷设的母线槽固定点每段设置一个，且每层不得少于一个支架，其间距应符合产品技术文件规定，距拐弯 0.4m~0.6m 处设置支架，固定点位置不应设置在母线槽的连接处或分接单元处；

2) 母线槽段与段的接口不应设置在穿越楼板或墙体处，垂直穿越楼板处应有与建(构)筑物固定的专用部件支座，其孔洞四周应设置高度为 50mm 及以上的防水台，并有防火封堵措施；

3) 母线槽跨越建筑物变形缝处，应设置补偿装置；母线槽直线敷设长度超过 80m，每 50m~60m 宜设置伸缩节；

4) 母线槽直线段安装应平直，水平度与垂直度偏差不宜大于 1.5%，全长最大偏差不宜大于 20mm；照明用母线槽水平偏差全长不应大于 5mm，垂直偏差不应大于 10mm；

5) 外壳与底座间、外壳各连接部位及母线的连接螺栓应按产品技术文件要求选择正确、连接紧固；

6) 母线槽上无插接部件的接口及母线端部应用专用的封板封堵完好；

7) 母线槽与各类管道平行或交叉的净距应符合表 7.4.3 的规定。

## 7.6 成品保护

7.6.1 母线槽安装完毕，如暂时不能送电运行，现场应设置明显标志牌，以防损坏。

7.6.2 母线槽安装完毕，如有其他工种作业应对母线槽采取硬防护，以免损伤。

## 7.7 应注意的问题

7.7.1 吊装母线槽需有专人指挥，指挥者应充分了解起重机具性能和现场情况，在场施工人员应服从指挥，听从命令。

7.7.2 在施工过程中，应集中思想，专心作业，在搬运母线槽及配件时，应防止轧伤手脚。

7.7.3 母线槽在连接时，操作者应戴好手套，手不应放在母线槽插接口，用力应一致。

7.7.4 在已受电的母线槽附近进行施工作业时，应做好隔离防护措施，并且应做好警告标志。

7.7.5 对受潮母线槽使用碘钨灯进行烘干前，应清扫易燃物，碘钨灯不应过于靠近，并有专人值守。

7.7.6 对受电母线槽进行通电加热期间，应由电工进行巡视检查，监视电流数值，并用安全围绳围护警告。

7.7.7 母线槽的外包装箱拆除后，应及时清除干净。

## 8 导管敷设

### 8.1 材料要求

- 8.1.1 钢导管应壁厚均匀，焊接钢导管应焊缝均匀，无劈裂、砂眼、棱刺和凹扁现象，钢管外表层完整无脱落，管内无毛刺。
- 8.1.2 塑料导管壁厚均匀，无劈裂和凹扁现象，氧指数在规定范围内。
- 8.1.3 管路连接使用的通丝管箍的丝扣清晰、不乱扣，镀锌层完整无脱落、无劈裂，两端光滑；锁紧螺母（根母）外形完好无损，专用护口要完整无损；JDG 管连接附件为厂家配套产品。
- 8.1.4 圆钢、扁钢、角钢等材质应符合国家有关规范要求；螺栓、螺丝、胀管螺栓、螺母、垫圈等应采用镀锌件。镀锌产品的镀锌层完整无损。
- 8.1.5 其他材料（如铅丝、电焊条、防锈漆、水泥、机油等）无过期变质现象。

### 8.2 主要机具

- 8.2.1 一般工具应包括煨管器、液压煨管器、液压开孔器、压力案子、套丝板手、套管管道套丝机、钻头、拉铆枪；手锤、錾子、钢锯、半圆锉、圆锉、扳手、鱼尾钳、JDG 管专用工具；粉笔、铅笔、线坠、灰铲、灰桶、水壶、油桶、油刷、粉线袋、高凳；绝缘手套、工具箱、工具袋等。
- 8.2.2 主要电动机具应包括电焊机、手持式电钻、台式电钻。
- 8.2.3 主要测量仪器（表）应包括皮尺、盒尺、水平尺（仪）、测距仪

### 8.3 作业条件

- 8.3.1 现浇混凝土板内导管敷设，应在底层钢筋绑扎完成，上层钢筋未绑扎前进行。
- 8.3.2 现浇混凝土墙体导管敷设，应在混凝土墙体线和支模线弹好，墙体钢筋绑扎完毕后进行。
- 8.3.3 二次结构中的导管墙体砌筑同步敷设。
- 8.3.4 吊顶内或护墙板内导管敷设
- 1 结构顶板内、墙体內的预埋接线盒全部到位。
  - 2 土建做好吊顶灯位及电器具位置翻样图（物料排布图）。

### 8.4 操作工艺

- 8.4.1 工艺流程应符合下列规定：
- 1 导管暗敷设工艺流程应符合图 8.4.1-1 的规定：

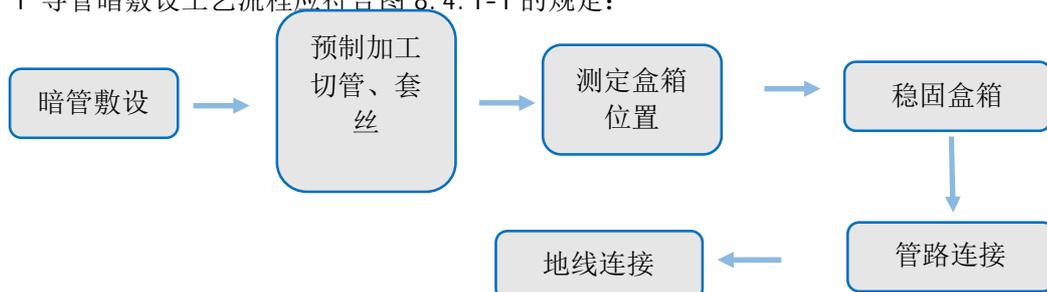


图 8.4.1-1 导管暗敷设工艺流程

2 导管明敷设工艺流程应符合图 8.4.1-2 的规定：

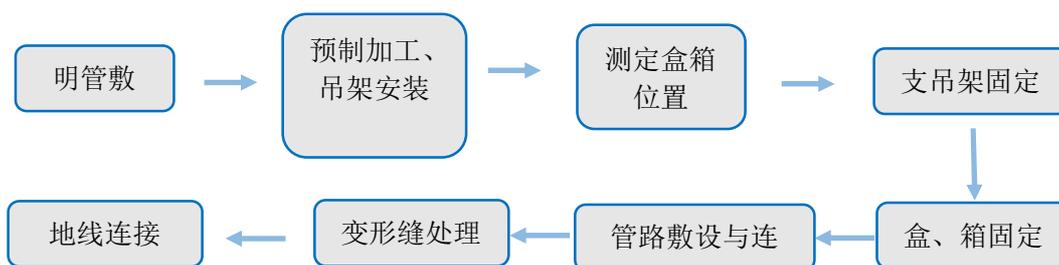


图 8.4.1-2 导管明敷设工艺流程

8.4.2 导管暗敷设操作工艺应符合下列规定：

1 预制加工时，应根据设计图，加工好各种盒、箱、管弯；管径在 50 以下的钢管煨弯可采用冷煨法，管径在 50mm 以上的钢管可采用成品弯头。

2 切管时，管子切断常用钢锯、无齿锯、砂轮锯，将需要切断的管子长度量准确，放在钳口内卡牢切割，断口处应平齐不歪斜，管口内侧刮锉光滑，无毛刺，清除管内铁屑。

3 套丝时，应采用套丝板手、套管机，根据管外径选择相应板牙；将管子用台虎钳或龙门压架钳紧牢，再把绞板套在管端，均匀用力，不得过猛，随套随浇冷却液，套丝不乱不过长，清除渣屑，丝扣干净清晰。

4 测定盒、箱位置时，应根据设计图确定盒、箱轴线位置，以土建弹出的水平线为基准，挂线找平，线坠找正，标出盒、箱实际尺寸位置。

5 稳注盒、箱应符合下列规定：

1) 稳注盒、箱时，灰浆应饱满，平整牢固，坐标正确。现浇混凝土板墙中盒、箱需加支铁固定，盒、箱底距外墙面小于 30mm 时，需加金属网固定后再抹灰，防止空裂。

2) 在现浇混凝土楼板稳注灯头盒时，将盒子堵好随底板钢筋固定牢，管路配好后，随土建浇灌混凝土施工同时完成。

6 管路连接应符合下列规定：

1) 管箍丝扣连接时，套丝不得有乱扣，应使用通丝管箍；上好管箍导管连接后，管口应对严。外露丝不多于 2 扣；

2) 套管连接宜用于暗配管，的套管长度应为连接管径的 2.2 倍；连接管口的对口处应在套管的中心并相互顶紧，焊口应焊接牢固严密；

3) 镀锌和壁厚小于等于 2mm 的钢导管，不得套管焊连接，不得对口熔焊连接；

4) 管路超过下列长度，应加装接线盒，其位置应便于穿线；无弯时，30m；有一个弯时，20m；有两个弯时，15m；有三个弯时，8m。

5) 电管路与其他管道最小距见表 8.4.2-1。

表 8.4.2-1 配线导管与其他管道间最小距离

管道名称	方式	最小距离 (mm)
蒸汽管	上平行	1000
	下平行	500
	交叉	300
暖、热水管	上平行	300
	下平行	200
	交叉	100
通风、上下水、 压缩空气管	平行	100
	交叉	50

7) 地线连接时，管路应作整体接地，穿过建筑物变形缝时，应有接地补偿装置，采用跨接方法连接。

1) 焊接时，跨接地线两端双面焊接，焊接面不得小于该跨接线直径的 6 倍，焊缝均匀牢固，焊接处要清除药皮，刷防腐漆。跨接线的规格见表 8.4.2-2；

表 8.4.2-2 跨接线的规格表

管径	圆钢	扁钢
15~25	Φ5	—
32~38	Φ6	—
50~63	Φ10	25×3
≥70	Φ8×2	(25×3)×2

2) 卡接时，镀锌钢管应用专用接地线卡连接，不得采用熔焊连接地线。

#### 8.4.3 导管明装敷设应符合下列规定：

1) 预制加工、支吊架制作应符合下列规定：

1) 根据设计图，加工好各种盒、箱、管弯；

2) 根据施工方案，加工与管路相匹配的支、吊架；吊杆禁止使用通丝吊杆，支架使用角钢焊接而成，做防腐处理。

2) 测定盒、箱和支、吊架位置应符合下列规定：

1) 根据设计首先测出盒、箱与出线口等的准确位置；会审图纸，与通风暖卫等专业协调，应绘制翻样图（可使用 BIM 技术）经审核无误后，在顶板或地面进行弹线定位；

2) 根据测定的盒、箱位置，把管路的垂直、水平走向弹出线，按照安装标准规定的固定点间距尺寸要求，计算确定支架、吊架的具体位置。

3) 支、吊架安装应符合下列规定：

1) 固定方法：固定方法有胀管法、预埋铁件焊接法、抱箍法；

2) 在测定好的位置处打膨胀螺栓，胀栓的规格能承受管路重量，且不小于 M6；

3) 在有振动的场所如车库不宜使用内胀螺栓固定支、吊架；

4) 固定点的距离应均匀，管卡与终端、转弯中点、电气器具边缘的距离为 150mm~500mm；

中间的管卡最大距离，见表 8.4.3；

表 8.4.3 钢管中间管卡最大距离（mm）

管壁厚度 \ 钢管直径	15~20	25~32	32~40	50~75	75 以上
壁厚>2mm 钢管	1500	2000	2500	2500	3500
壁厚≤2mm 钢管	1000	1500	2000	2000	—

5) 超过 3kg 的电气具和灯具，应在结构施工时在灯位处预埋吊钩，吊钩直径不应小于灯具挂销直径，且不应小于 6mm，吊钩做好防腐处理；

6) 吊钩直径不应小于吊扇挂销直径，且吊扇吊钩不应小于 8mm，吊钩做好防腐处理。

4 盒、箱固定应符合下列规定：

1) 由地面引出管路至盒、箱，需在盒、箱下侧 100~150mm 处加稳固支架，将导管固定在支架上。盒、箱安装应牢固平整，开孔整齐，与管径吻合，一管一孔；铁制盒、箱不得用电气焊开孔。

2) 安装在吊顶内的灯头盒两侧的吊杆间距控制在 150mm~200mm 内，管入盒顺直；没使用的敲落孔不应脱落，已脱落的要补好；盒、箱，至少有 2 根导管与之连接，末端盒、箱要单独加支、吊架。

5 管路敷设与连接应符合下列规定：

1) 敷管时，先将管卡一端的螺丝拧进一半，然后将管敷设在内，逐个拧牢；使用支架时，可将钢管固定在支架上，不应将钢管焊接在其他管道上；

2) 吊顶内管路敷设应横平竖直，管路应敷设在主龙骨的上方，先固定管路的吊杆，然后把管路固定于吊杆上，管路固定点的间距见表 8.4.3；灯位测定后，把灯头盒与管路固定；

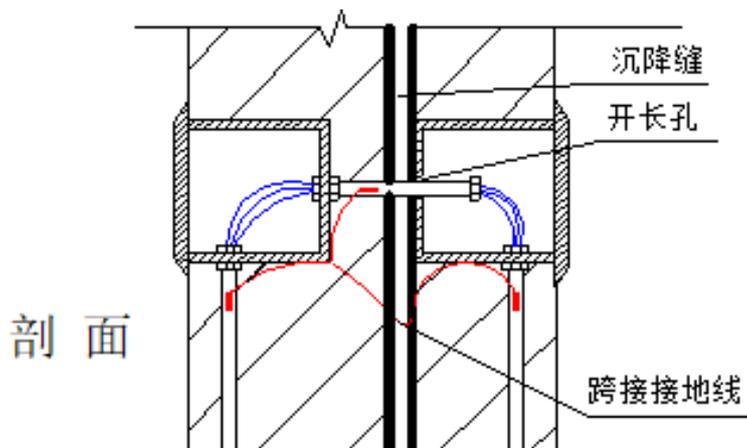
3) 管路连接应采用丝扣连接或专用接头连接；

4) 应将钢管敷设到设备接线盒（箱）内，管口距地面高度不宜低于 200mm；如不能直接连接时，在干燥室内，可在钢管出口处加一接线盒，过渡管应采用金属软管与设备接线盒连接；室外或潮湿房间内，可在管口处装设防水弯头，由防水弯头引出的导线应加柔性保护软管，经防水弯引入设备；

5) 采用柔性金属软管、可弯曲金属软管（可挠金属管、普利卡管）引入设备时，柔性导管的长度在动力工程中不宜大于 0.8m，照明工程中不宜大于 1.2m 金属软管应用管卡固定，其固定间距不应大于 0.5m。

6 变形缝处理应符合下列规定：

管路通过建筑物变形缝时，在两侧各埋设接线盒，做补偿装置，接线盒相邻面穿一短钢管，短管一端与盒固定，另一端应活动自如。明配管跨接地线，应美观牢固。



7 地线连接可参见导管暗敷设操作工艺第 8.4.2 条第 7 款。

### 8.5 质量标准

8.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 金属导管不得对口熔焊连接；镀锌和壁厚小于 2mm 的钢导管不得套管熔焊链接。
- 2 镀锌钢管、可挠性导管不得熔焊跨接地线。以专用接地卡跨接时，两卡间连线为铜芯软线，截面积不小于 4mm<sup>2</sup>。
- 3 非镀锌钢管采用螺纹连接时，连接处两端焊接跨接地线；镀锌导管采用螺纹连接处两端用专用接地卡固定跨接地线；紧定式钢导管（JDG）接口处应涂电力复合脂，可不作跨接线。

8.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 导管连接紧密，管口光滑，护口齐全，明配管及其支架、吊架应牢固、排列整齐，管子弯曲处无明显折皱，油漆防腐完整，暗配管保护层厚度大于 15mm，与消防相关的管路保护层不小于 30mm；盒、箱设置正确，固定可靠，管子进入盒、箱处顺直，在盒、箱内露出的长度小于 5mm；用锁紧螺母固定的管口，管子露出锁紧螺母的螺纹宜为 2~3 扣。
- 2 导管进入电气设备和器具的管口位置正确。
- 3 管路的保护应符合以下规定：穿过变形缝处有补偿装置能活动自如；穿过建筑物和设备基础处加保护管。保护套管在隐蔽工程记录中标示正确。
- 4 金属电线保护管、盒、箱及支架接地，地线敷设应符合以下规定：连接紧密牢固，接地线截面选用正确，需防腐的部分涂漆均匀无遗漏，线路走向合理，色标准确，涂刷后不污染设备和建筑物。
- 5 焊接钢管的内、外壁应做防腐处理；埋设于混凝土内的焊接钢管，内壁应做防腐处理。
- 6 室内进入落地式柜、台、箱、盘内的管口，应高出基础面 50~80mm。
- 7 室外埋设的电缆导管，埋深不应小于 0.7m。壁厚小于 2mm 的金属导管不应埋设于室外土壤内。
- 8 套接紧定式钢导管（JDG）连结处紧定螺丝应用专用工具将螺帽拧断或将旋钮旋转到

位。

7 明敷设的消防管路应刷防火涂料（防火漆）。

8.5.3 允许偏差项目应符合下列规定：

表 8.5-1 允许偏差项目值（mm）

项 目	允许偏差值	检查方法
管最小弯曲半径	一个弯	$\geq 4D$
	两个弯以上	$\geq 7D$
管 弯 扁 度	$\leq 0.1D$	观 察
不同管径固定点间距	15~20	30
	25~32	40
	32~40	50
	50 以上	70
管平直度、垂直度（2m 段内）	3	吊线、尺量

表 8.5-2 管路敷设及盒箱安装允许偏差值（mm）

项 目	允许偏差	检验方法
管路最小弯曲半径	$\geq 7D$	尺量及检查安装记录
弯扁度	$\leq 0.1D$	观 察
箱垂直度	高 500mm 以下	1.58
	高 500mm 以上	3
箱高度	5	尺 量
盒垂直度	1	吊线、尺量
盒高度	并列安装高度	0.5
	同一场所高差	5
盒、箱凹进墙面深度	10	尺 量

## 8.6 成品保护

8.6.1 剔槽不得过大、过深或过宽。预制梁柱和预应力楼板均不得随意剔槽打洞；混凝土楼板、墙等均不得断筋。

8.6.2 现浇混凝土楼板上配管时，注意不要踩坏钢筋，土建浇注混凝土时，电工应留人看守，以免振捣时损坏配管及盒、箱移位。遇有管路损坏时，应及时修复。

8.6.3 明配管路及电器具安装时，应保持顶棚、墙面及地面的清洁完整；搬运材料和使用高凳机具时，不得碰坏门窗、墙面等。电器具安装完成后，土建不能再喷浆。

8.6.4 吊顶内稳盒配管时，不要踩坏龙骨。不得踩电线管行走，刷防锈漆不应污染墙面、吊顶或护墙板等。

8.6.5 使用手板煨管器时，移动要适度，用力不要过猛。使用油压煨管器或煨管机时，模具要配套，管子的焊缝应在正反面。

8.6.6 应在稳注盒、箱时，将周围灌满灰浆，盒、箱口应及时收好后再穿线上器具。

8.6.7 镀锌层受到破坏，应急时补刷防锈漆。

## 8.7 应注意的问题

8.7.1 作业时应采用Ⅱ类手持电动工具。

8.7.2 使用人字梯，应有防滑装置和固定连接装置。

## 9 梯架、托盘及槽盒安装

### 9.1 材料要求

- 9.1.1 梯架、托盘及槽盒内外应光滑平整，无棱刺，无扭曲、翘边等变形现象。
- 9.1.2 钢板、圆钢、扁钢、角钢、螺栓、垫圈、弹簧垫等金属材料均应经过热镀锌处理。
- 9.1.3 辅助材料应包括钻头、电焊条、氧气、乙炔气、防锈漆、调和漆。

### 9.2 主要施工机具

- 9.2.1 一般工具应包括铅笔、钢盒尺（5m）、线坠、粉线袋。
- 9.2.2 电动机具应包括电焊机、手电钻、冲击钻、切割机、角磨机。

### 9.3 作业条件

- 9.3.1 预留孔洞、预埋铁和预埋吊杆、吊架等应全部完成。
- 9.3.2 竖井内顶棚和墙面的粉刷应完成。

### 9.4 操作工艺

- 9.4.1 梯架、托盘及槽盒安装工艺流程应符合图 9.4.1 的规定：

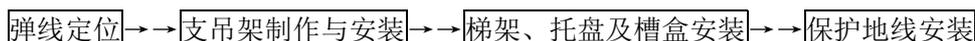


图 9.4.1 梯架、托盘及槽盒安装工艺流程

- 9.4.2 梯架、托盘、槽盒安装操作工艺应符合下列规定：

#### 1 弹线定位应符合下列要求：

1) 根据设计图确定的配电箱、柜等电气器具的安装位置，从始端到终端（先干线后支线），找好水平或垂直线；用粉线袋沿墙壁、顶棚和地面等处，按线路的中心线弹线；

2) 按照设计图要求及施工验收规范规定，分匀支架、吊架的档距，标出支架、吊架的具体位置（左右间距、上下间距）。

#### 2 支吊架制作与安装应符合下列要求：

1) 所用钢材应平直，无扭曲。下料后长短偏差应在 5mm 范围内，切口处无卷边、毛刺；  
2) 钢支吊架应焊接牢固，无变形，焊缝均匀平整，焊缝长度应符合要求，不得出现裂纹、咬边、气孔、凹陷、漏焊、焊漏等缺陷；

3) 支吊架应安装牢固，横平竖直，在有坡度的建筑部位，支吊架应与建筑物有相同坡度；

4) 万能吊具应采用定型产品，对槽盒进行吊装，并应有各自吊装卡具或支撑设施；

5) 固定支点间距一般不应大于 1.5~3m，垂直安装的支架间距不大于 2m；在进出接线盒、箱，拐角、转弯和变形缝两端及丁字接头的三端 500mm 以内应设支持点；

6) 吊顶内敷设槽盒应各自有单独卡具吊装或支撑设施，吊装直径不应小于 8mm；

7) 防晃支架安装符合施工验收规范规定，抗震支架安装符合图纸设计要求；

8) 在地下车库等震动场所，禁止使用内胀螺栓安装固定支、吊架。

3 梯架、托盘及槽盒安装应符合下列要求:

1) 安装前应再次检查梯架、托盘及槽盒是否平整、无扭曲变形,内壁是否有毛刺,各种附件是否齐全;

2) 直线段连接采用连接板和内衬片,用垫圈(平垫、弹垫)、螺母紧固(螺母在线槽壁外侧),每端固定螺栓不少于4个,接茬处缝隙严密、平整;

3) 转弯部位采用相应的弯头,交叉、丁字、十字连接采用相应的二通、三通、四通。接缝处应对正顶紧紧密平直;

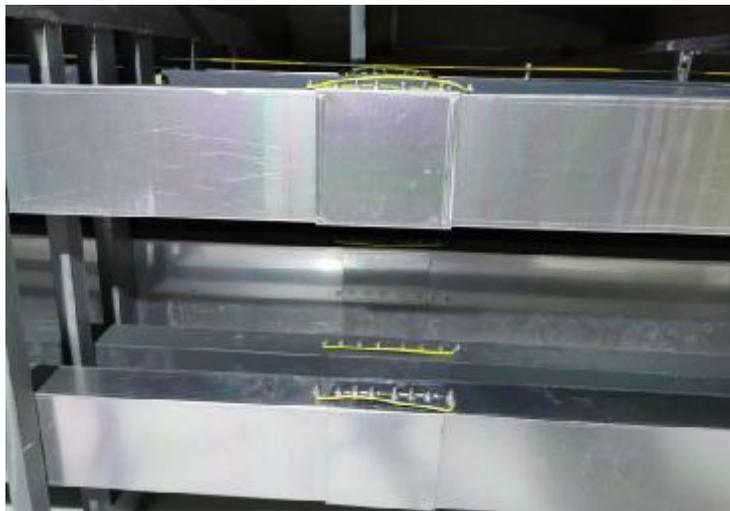
4) 连接螺栓应采用槽盒、梯架或托盘厂家提供的专用配套件,螺杆从内向外穿出,螺帽置于槽盒、梯架或托盘的外侧;

5) 镀锌梯架、托盘或槽盒的连接板两端应有不少于2个螺栓,采用有防松螺帽或采用防松垫圈+平垫圈+普通螺帽的连接固定螺栓,螺母置于槽盒外侧;

6) 非镀锌金属槽盒、梯架或托盘的连接处应采取将槽盒、梯架或托盘本体进行电气导通的跨接连接,跨接导体应采用截面积不小于 $4\text{mm}^2$ 的铜芯软导线;

7) 梯架、托盘或槽盒与配电箱(柜)等连接时,进线和出线口等处应采用抱脚或翻边连接,并用螺丝紧固;

8) 经过建筑物的变形缝(伸缩缝、沉降缝)时,应有伸缩装置。可采用定制的短节,将连接板一端的螺栓拧紧,另一端不拧紧的搭接方式。保护地线和槽盒内导线均应有补偿裕量;



9) 梯架、托盘或槽盒末端应以标准配件进行封堵;

10) 当槽盒、梯架或托盘穿越防火隔断墙时,槽盒、梯架或托盘的四周、内部均应采用防火材料(防火棉、防火枕、防火胶泥等)封堵严密。

4 保护地线安装应符合下列要求:

1) 金属槽盒、梯架或托盘不得用作保护导体的接续导体;

2) 当设计无要求时,金属梯架、托盘或槽盒全长不大于30m时,不少于2处与保护导

体与接地干线连接；全长大于 30m 时，应每隔 20m~30m 应增加一个连接点，起始端和终点端均应与保护导体可靠连接；

3) 保护地线与梯架、托盘或槽盒牢靠连接，不得遗漏。

9.4.3 地面槽盒安装应符合下列规定：

1 地面槽盒安装时，应及时配合土建地面工程施工；

2 根据地面的形式不同，先抄平，然后测定固定点位置，将上好卧脚螺栓和压板的槽盒水平放置在垫层上，然后进行槽盒连接，如槽盒与管连接、槽盒分线盒连接、分线盒与管连接、槽盒出线口连接、槽盒末端处理等，都应安装到位，螺丝紧固牢靠；

3 地面槽盒及附件全部上好后，再进行一次系统调整，主要根据地面厚度，仔细调整槽盒干线，分支线，分线盒接头转弯、转角、出口等处，水平高度要求与地面平齐，将各种盒盖盖好或堵严，以防止水泥砂浆进入，直至配合土建地面施工结束为止；

4 槽盒保护地线安装：保护地线接线处螺丝直径不应小于 6mm；并且加装平垫和弹簧垫圈，用螺母压接牢固。

## 9.5 质量标准

9.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 梯架、托盘及槽盒应符合图纸设计要求。

2 非镀锌金属槽盒的跨接接地线应是截面积不小于 4mm<sup>2</sup> 铜芯的软导线；镀锌金属槽盒、桥架连接板两端不少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

3 金属槽盒、桥架不做设备的接地导体，设计无要求时金属梯架、托盘或槽盒全长不少于 2 处与接地干线连接。

9.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 梯架、托盘或槽盒应安装牢固，横平竖直，无扭曲变形，布置合理，盖板无翘角，接口严密整齐，拐角、转角、丁字连接、转弯连接正确，槽盒内外无污染。

2 梯架、托盘或槽盒支吊架应布置合理、固定牢靠。

3 梯架、托盘或槽盒在建筑物变形放处，应有补偿装置；钢制电缆桥架超过 30m，铝合金和玻璃钢制电缆桥架超过 15m 设伸缩节。

4 梯架、托盘或槽盒穿过梁、墙、楼板等处时，其四周应当有缝隙，按防火区内外用材料堵严。

5 梯架、托盘或槽盒易燃易爆气体管道和热力管道的下方，设计无要求时，与管道的最小净距。应符合表 7.5-1 的规定。

表 9.5-1 梯架、托盘或槽盒与管道的最小净距 (m)

管道种类		交叉净距	平行净距
一般工艺管道		0.3	0.4
易燃易爆气体管道		0.5	0.5
热力管道	有保温层	0.5	0.3
	无保温层	1.0	0.5

6 梯架、托盘或槽盒的平直程度和垂直度允许偏差不应超过全长的 5%。

#### 9.6 成品保护

- 9.6.1 梯架、托盘或槽盒进场后妥善保管，避免雨水浸泡。
- 9.6.2 搬运梯架、托盘或槽盒，要轻拿轻放以防变形。
- 9.6.3 安装时，土建施工完毕应保持墙面、地面的内清洁。
- 9.6.4 梯架、托盘或槽盒安装后，要清理干净，不留杂物。
- 9.6.5 检查接地线是否连接到位，无遗漏。
- 9.6.6 槽盒内电线电缆施工完毕，盖板应齐全、平实，不得遗漏。
- 9.6.7 做防火封堵时，防火包不得拆开，防火泥不得污染墙面。
- 9.6.8 高处作业使用高凳时，不要碰到建筑物的墙面及门窗等。

#### 9.7 应注意的问题

- 9.7.1 在潮湿场所、吊顶内、竖井内施工用的临时照明电源，应采用 36V 及以下安全电压。
- 9.7.2 电动工具作业时，应采用 II 类手持电动工具。
- 9.7.3 施工现场应及时清除现场易燃易爆物品，配备消防器材。
- 9.7.4 在配电间及竖井处作业时，应有防止材料、工具落下的措施。

## 10 导线敷设

### 10.1 材料要求

10.1.1 绝缘导线的型号、规格应符合设计要求，并有产品出厂合格证、“CCC”认证标志和认证证书复印件；电线进场时，应对其导体电阻值进行见证取样复验，合格后方可使用。

10.1.2 镀锌铁丝或钢丝应顺直无背扣、扭接等现象，并具有相应的机械拉力。

10.1.3 应根据管径的大小选择相应规格的护口。

10.1.4 采用钢绞线作为钢索，其截面积应根据实际跨距、荷重及机械强度选择，最小截面不小于  $10\text{mm}^2$ ，且不得有背扣、松股、断股、抽筋等现象；如采用镀锌圆钢作为钢索，其直径不应小于  $10\text{mm}$ 。

10.1.5 塑料槽盒及附件应经过阻燃处理并有阻燃标记，塑料槽盒应有产品合格证和检测报告，外壁应有间距不大于  $1\text{m}$  的连续阻燃标记和制造厂标，不应使用非阻燃材料；选用塑料槽盒时，应根据设计要求选择型号、规格相应的产品。

10.1.6 辅助材料应包括滑石粉、布条、钻头、套管、自攻螺丝、塑料胀塞、塑料线卡等。

### 10.2 主要机具

10.2.1 一般工具应包括克丝钳、尖嘴钳、剥线钳、压接钳、一字改锥，十字改锥、电工刀、绝缘手套、工具袋、高登、人字梯、放线架、放线车、粉线袋、激光水平仪、钢锯、铅笔、皮尺、钢卷尺、水平尺、线坠、线管堵塞探测器、穿线器、手锤、剪子、錾子、钢锯、扁锉、圆锉、半圆锉、套丝板、煨管器、液压煨管器、气焊工具、压力案子。

10.2.2 电动工具应包括手电钻、冲击钻、角磨机、砂轮锯、套管机、电焊机。

### 10.3 作业条件

10.3.1 配管工程或槽盒安装工程配合土建结构施工应完毕。

10.3.2 高层建筑中的强电竖井、弱电竖井配管及槽盒安装应完毕。

10.3.3 配合土建工程顶棚施工配管或槽盒安装应完毕。

10.3.4 在配合土建结构施工的同时，应已做好预埋铁件及预留孔洞。

10.3.5 配合土建装修，钢索吊装及配管、配线应已完成。

10.3.6 顶棚和墙面粉刷工作结束后，方可进行槽盒安装和塑料护套线敷设。

### 10.4 操作工艺

10.4.1 工艺流程应符合下列规定：

1 管内穿线工艺流程应符合图 10.4.1-1 的规定：



图 10.4.1-1 管内穿线工艺流程

2 槽盒内敷线工艺流程应符合图 10.4.1-2 的规定：

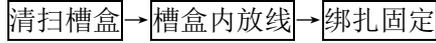


图 10.4.1-2 槽盒内敷线工艺流程

3 钢索配线工艺流程应符合图 10.4.1-3 的规定：

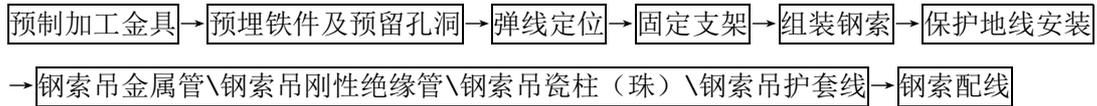


图 10.4.1-3 钢索配线工艺流程

4 塑料槽盒配线工艺流程应符合图 10.4.1-4 规定：



图 10.4.1-4 塑料槽盒配线工艺流程

10.4.2 管内穿线操作工艺应符合下列规定：

1 选择导线应符合下列规定：

- 1) 应根据设计图纸的规定选择导线；
- 2) 相线、中性线及保护地线的绝缘层颜色应加以区分，同一建筑物、构筑物的电线绝缘层颜色选择应一致，即保护地线（PE 线）应为黄绿相间色，中性线（N 线）为淡蓝色，相线：L1 相色为黄色、L2 相色为绿色、L3 相色为红色。

2 清扫管路应符合下列规定：

- 1) 清扫管路的目的是清除管路中的灰尘、泥水等杂物；
- 2) 清扫管路的方法：将布条的两端牢固的绑扎在带线上，两人来回拉动带线，将管内杂物清净；

3 穿带线应符合下列规定：

- 1) 穿带线的目的是检查管路是否畅通，管路的走向及盒、箱的位置是否符合设计及施工图的要求；

- 2) 带线一般采用  $\phi 1.2 \sim 2.0\text{mm}$  的铁丝，先将铁丝的一端弯成不封口的圆圈，再利用穿线器将带线穿入管路内，在管路的两端均应留有  $100 \sim 150\text{mm}$  的余量；在管路较长或转弯较多时，可以在敷设管路的同时将带线一并穿好；穿带线受阻时，应用两根铁丝同时搅动，使两根铁丝的端头互相钩绞在一起，然后将带线拉出。

4 放线及断线应符合下列规定：

1) 放线前根据施工图纸对导线的规格、型号进行核对；放线时导线应置于放线架或放线车上；

2) 剪断导线时，导线的预留长度应按以下四种情况考虑：接线盒、开关盒、插座盒及灯头盒内导线的预留长度应为 150mm；配电箱内导线的预留长度应为配电箱箱体周长的 1/2；出户导线的预留长度应为 1.5m；共用导线在分支处，可不剪断导线而直接穿过。

5 导线与带线的绑扎应符合下列规定：

1) 当导线根数较少时，例如二至三根导线，可将导线前端的绝缘层削去，然后将线芯直接插入带线的盘圈内并折回压实，绑扎牢固，使绑扎处形成一个平滑的锥形过渡部位；

2) 当导线根数较多或导线截面较大时，可将导线前端的绝缘层削去，然后将线芯错位排列在带线上，用绑线缠绕绑扎牢固，不要将线头做得太粗太大，应使绑扎接头处形成一个平滑的锥形过渡部位，便于穿线。

6 管内穿线应符合下列规定：

1) 钢管（电线管）在穿线前，应首先检查各个管口的护口是否齐全，如有遗漏和破损，均应补齐或更换；

2) 当管路较长或转弯较多时，要在穿线前往管内吹入适量的滑石粉；

3) 穿线时，两端的工人应配合协调，一拉一送；

4) 穿线时应注意下列问题：同一交流回路的绝缘导线不应敷设于不同金属导管内；除设计要求以外，不同回路、不同电压等级和交流与直流线路的绝缘导线，不应穿于同一导管内；

5) 导线在变形缝处，补偿装置应活动自如，导线应留有一定的余量。

10.4.3 槽盒内敷线操作工艺应符合下列规定：

1 清扫槽盒应符合下列规定：

1) 清扫明敷槽盒时，可用抹布擦净槽盒内残存的杂物和积水，使槽盒内外保持清洁；

2) 清扫暗敷于地面内的槽盒时，可先将带线穿通至出线口，然后将布条绑在带线一端，从另一端将布条拉出，反复多次就可将槽盒内的杂物和积水清理干净；也可用空气压缩机将槽盒内的杂物和积水吹出。

2 槽盒内放线应符合下列规定：

1) 放线前应先检查管与槽盒连接处的护口是否齐全；导线和保护联结导体的选择是否符合设计图的要求；管进入盒、箱时内、外根母是否锁紧，确认无误后再放线；

2) 放线方法：先将导线抻直、捋顺，盘成大圈或放在放线架（车）上，从始端到终端

(先干线, 后支线) 边放边整理, 不应出现挤压背扣、扭结、损伤导线等现象;

3) 地面槽盒放线时, 利用带线从出线一端至另一端, 将导线放开、抻直、捋顺, 削去端部绝缘层, 并做好标记, 再把芯线绑扎在带线上, 然后从另一端抽出即可。放线时应逐段进行。

3 绑扎固定应符合下列规定:

1) 导线敷设完毕后, 每个分支应绑扎成束, 绑扎时应采用尼龙绑扎带, 不允许使用金属导线进行绑扎;

4 槽盒内敷线应符合下列规定:

1) 在同一槽盒内(包括绝缘层在内)的导线截面积总和应该不超过内部截面积的 40%, 且载流导体不宜超过 30 根; 当控制和信号等非电力线路敷设于同一槽盒内时, 绝缘导线的总截面积不应超过槽盒内截面积的 50%; 分支接头处绝缘导线的总截面积(包括外护层)不应大于该点盒(箱)内截面面积的 75%;

2) 槽盒底向下配线时, 应将分支导线分别用尼龙绑扎带绑扎成束, 并固定在槽盒底板下, 以防导线下坠;

3) 同一槽盒内不宜同时敷设绝缘导线和电缆。不同电压、不同回路、不同频率的导线应加隔板放在同一槽盒内; 当电压在 65 伏及以下、同一设备或同一流水线的动力和控制回路、照明花灯的所有回路、三相四线制的照明回路可放在同一槽盒内;

4) 导线较多时, 除采用导线外皮颜色区分相序外, 也可利用在导线端头和转弯处做标记的方法来区分;

5) 在穿越建筑物的变形缝时, 导线应留有补偿余量;

6) 绝缘导线在槽盒内应留有一定余量, 并按回路分段绑扎, 绑扎点间距不应大于 1.5m; 当垂直或大于 45° 倾斜敷设时, 应将绝缘导线分段固定在槽盒内的专用部件上, 每段至少应有一个固定点; 当直线段长度大于 3.2m 时, 其固定点间距不应大于 1.6m; 槽盒内导线排列应整齐、有序;

7) 接线盒内的导线预留长度不应超过 15cm; 盘、箱内的导线预留长度应为其周长的 1/2;

8) 敷线完成后, 槽盒盖板应复位, 盖板应齐全、平整、牢固;

9) 从室外引入室内的导线, 穿过墙外的一段应采用橡胶绝缘导线, 不允许采用塑料绝缘导线。穿墙保护管的外侧应有防水措施。

10.4.4 塑料护套线直敷布线操作工艺应符合下列规定:

1 弹线定位应符合下列规定:

1) 按照图纸测出盒、箱、出线口等安装点的准确位置，并在测定位置做出标记；

2) 测定时应从始端至终端（先干线后支线）找好水平或垂直线，根据测定的位置，用粉线弹出塑料护套线敷设的路径，按要求标出线卡子的位置；

3) 在盒、箱固定点位置进行钻孔，埋入膨胀螺栓、塑料胀塞或伞形螺栓。弹线时不应弄脏建筑物表面。

2 保护管预埋应符合下列规定：

1) 塑料护套线与保护导体或不发热管道等紧贴和交叉处及穿梁、墙处等易受机械损伤的部位，应采取保护措施；

2) 穿楼板处应用热镀锌钢管保护，其保护高度距地面不应低于 1.8m。

3 箱、盒固定应符合下列规定：

1) 塑料胀塞法：用与塑料胀塞直径相匹配的冲击钻头在混凝土墙、砖墙已标出的固定点位置上用冲击钻钻孔，钻孔不应歪斜，钻孔应垂直，钻好孔后，将孔内残存的杂物清理干净，用木锤把塑料胀塞垂直敲入孔中，并与建筑物表面平齐，再将缝隙填实抹平。用镀锌自攻丝加垫圈将接线盒固定在塑料胀塞上，紧贴建筑物表面；

2) 抽芯拉铆钉法：用与抽芯拉铆钉直径相匹配的麻花钻头在彩钢板墙面、屋顶已标出的固定点位置上用手电钻钻孔，钻好孔后，用镀锌自攻丝加垫圈将接线盒固定在已标出的位置上，要求接线盒安装牢固，紧贴建筑物表面；

3) 膨胀螺栓法：用与膨胀螺栓相匹配的冲击钻头在混凝土墙、砖墙已标出的固定点位置上用冲击钻钻孔，钻孔不应歪斜，钻孔应垂直，钻好孔后，将孔内残存的杂物清理干净，用手锤将膨胀螺栓垂直敲入孔中，胀管并与建筑物表面平齐，加垫圈将配电箱或接线盒固定在墙上，紧贴建筑物表面。

4 护套线配线应符合下列规定：

1) 使用与塑料护套线相匹配的专用线卡子，根据原先测定的导线敷设位置和标出线卡子的位置开始敷设塑料护套线；

2) 使用线卡子把塑料护套线卡住，线卡子位置与标出线卡子的位置一致，利用手锤将线卡子自带的钢钉子垂直敲入混凝土墙或砖墙的墙面内；

3) 根据线路的实际长度量好导线长度并剪断；应从线路的一端开始逐段地敷设，边敷设，边固定，然后将导线理顺调直；

4) 当塑料护套线侧弯或平弯时，其弯曲处护套和导线绝缘层均应完整无损伤，侧弯和平弯弯曲半径应分别不小于护套线宽度和厚度的 3 倍；

5) 塑料护套线进入盒(箱)或与设备、器具连接,其护套层应进入盒(箱)或设备、器具内,护套层与盒(箱)入口处应密封;

6) 塑料护套线的固定应符合下列规定:固定应顺直、不松弛、不扭绞;护套线应采用线卡固定,固定点间距应均匀、不松动,固定点间距宜为 150mm~200mm;在终端、转弯和进入盒(箱)、设备或器具等处,均应装设线卡固定,线卡距终端、转弯中点、盒(箱)、设备或器具边缘的距离宜为 50mm~100mm;塑料护套线的接头应设在明装盒(箱)或器具内,多尘场所应采用 IP5X 等级的密闭式盒(箱),潮湿场所应采用 IPX5 等级的密闭式盒(箱),盒(箱)的配件应齐全,固定应可靠;

7) 多根塑料护套线平行敷设的间距应一致,分支和弯头处应整齐,弯头应一致。

#### 10.4.5 钢索配线操作工艺应符合下列规定:

1 预制加工金具应符合下列规定:

1) 加工预埋铁件:其尺寸不应小于 120mm×60mm×6mm;焊在铁件上的锚固钢筋的直径不应小于 8mm,其尾部要弯成燕尾状;

2) 根据设计图纸的要求尺寸加工好预留孔洞的框架,加工好抱箍、支架、吊架、吊钩、耳环、固定卡子等热浸镀锌铁件;

3) 采用镀锌铜绞线和圆钢作为钢索时,应按实际所需长度剪断,擦去表面的油污,欲先将其拉直,以减少其伸长率。

2 预埋铁件及预留孔洞应符合下列规定:

应根据设计图标注的尺寸位置,在土建结构施工时将预埋件固定好,并配合土建准确地将孔洞留好。

3 弹线定位应符合下列规定:

根据设计图确定的固定点的位置,弹出粉线,均匀分出档距,并用色漆做出明显标记。

4 固定支架应符合下列规定:

将已经加工好的抱箍支架固定在结构上,将心型环穿套在耳环和花篮螺栓上用于吊装钢索。固定好的支架可作为线路的始端、中间点和终端。

5 组装钢索应符合下列规定:

1) 将预先拽好的钢索一端穿入耳环,并折回穿入心形环,再用两只钢索卡固定两道。为防止钢索尾端松散,可用铁丝将其绑紧;

2) 将花篮螺栓两端的螺杆均旋进螺母,使其保持最大间距,以备继续调整钢索的松紧度;

3) 将绑在钢索尾部的铁丝拆去，将钢索穿过花篮螺栓和耳环，折回后嵌入心形环，再用两只钢索卡固定两道；

4) 将钢索与花篮螺栓同时拉起，并钩住另一端的耳环，然后用大绳把钢索收紧，由中间开始把钢索固定在钩钩上；调节花篮螺栓的螺杆，使钢索的松紧度符合要求。

6 安装保护地线应符合下列规定：

1) 钢索就位后，在钢索的一端应装有明显的保护地线；

2) 每个花篮螺栓处均与保护导体可靠连接。

7 钢索吊装金属管应符合下列规定：

1) 根据设计要求选择金属管、三通及五通专用明配接线盒、相应规格吊卡；

2) 在吊装管路时：应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的顺序连接起来，与接线盒连接的丝扣应拧牢固，进盒内露出的丝扣不得超过 2 扣；吊卡的间距应符合施工及验收规范要求。每个灯头盒均应用 2 个吊卡固定在钢索上；

3) 双管并行吊装时，可将两个吊卡对接起来的方式进行吊装，管与钢索应在同一平面内；

4) 吊装完毕后接线盒的两端应使用黄绿双色软导线跨接。

8 钢索吊装刚性绝缘导管应符合下列规定：

1) 根据设计要求选择绝缘管、专用明配接线盒及灯头盒、管子接头及吊卡；

2) 管路的吊装方法同金属管的吊装，管进入接线盒及灯头盒时，可以用管接头进行连接；两管对接可用管箍粘接法；

3) 吊卡应固定平整，吊卡间距应均匀。

9 钢索吊瓷柱（珠）应符合下列规定：

1) 根据设计图，在钢索上准确地量出灯位、吊架的位置及固定卡子之间的间距。用色漆做出明显标记；

2) 应对自制加工的二线式扁钢吊架和四线制扁钢吊架进行调平、找正、打孔；然后再将瓷柱（珠）垂直、平整、牢固的固定在吊架上；

3) 将上好瓷柱（珠）的吊架，按照已确定的位置用螺丝固定在钢索上；钢索上的吊架不应有歪斜和松动现象；

4) 终端吊架与固定卡之间应用镀锌拉线连接牢固。

5) 瓷柱（珠）及支架的安装规定：瓷柱（珠）用吊架和支架安装时，一般应使用小于 30mm×30mm×3mm 的角钢或使用不小于 40×4mm 的扁钢。瓷柱（珠）配线时其支持点间距及

导线的允许距离应符合下表 10.4.5-1；瓷柱（珠）配线时导线至建筑物的最小间距应符合表 10.5.5-2。瓷柱（珠）配线时其绝缘导线距地面最小距离应符合表 10.4.5-3。

表 10.4.5-1 支持点及线间距离

导线截面 mm <sup>2</sup>	瓷柱（珠） 型号	支持点间距 最大允许距 离（mm）	线间最小允 许距离（mm）	线路分支、转 角处、灯具等 处支持点间距 离（mm）	导线边线对建筑 物最小水平距离 （mm）
1.5~4	G38	1500	50	100	60
	(296)	1500	50	100	
6~10	G50				
	(249)				

表 10.4.5-2 导线至建筑物最小距离

导线敷设方式	最小间距（mm）
水平敷设的垂直距离、距阳台、平台上方，跨越屋顶	2500
在窗户上方	200
在窗户下方	800
垂直敷设时距阳台、窗户的水平间距	600
导线至墙壁、构架的间距（挑檐除外）	35

表 10.4.5-3 导线至建筑物最小距离

导线敷设方式	最小距离（mm）	
导线水平敷设	室内	2500
	室外	2700
导线垂直敷设	室内	1800
	室外	2700

10 钢索吊护套线应符合下列规定：

1) 根据设计图，在钢索上量出灯位及固定点的位置；将护套线按段剪断，调直后放在放线架上；

2) 敷设时应从钢索的一端开始，放线时应先将导线理顺，同时用铝卡子在标出固定点的位置上将护套线固定在钢索上，直至终端；

3) 在接线盒两端 100mm~150mm 处应加卡子固定, 盒内导线应留有适当裕量;

4) 灯具为吊链灯时, 从接线盒至灯头的导线应依次编叉在吊链内, 导线不应受力。吊链为瓜子链时。可用塑料线将导线垂直绑在吊链上。

12 钢索配线应符合下列规定:

1) 应采用镀锌钢索, 不应用含油芯型。钢索的钢丝直径应小于 0.5mm, 钢索不应有扭曲和断股等缺陷。钢索上绝缘导线至地面的距离, 在室内时应大于 2.5m;

2) 室内的钢索布线用绝缘导线明敷时, 应采用瓷(塑料)夹或鼓形绝缘子、针式绝缘子固定; 用护套线、金属管和硬质塑料管布线时, 可直接固定在钢索上;

3) 钢索布线所采用的钢绞线的截面, 应根据跨度、荷重和机械强度选择, 最小截面不宜小于 10mm<sup>2</sup>; 钢索的固定件应采用热浸镀锌件, 钢索与终端拉环套接处应采用心形环, 固定钢索的线卡不应少于 2 个, 钢索端头应用镀锌铁线绑扎严密, 与保护导体可靠连接; 钢索的两端应拉紧, 当跨距较大时应在中间增加支持点, 中间支持点的间距不应大于 12 米;

4) 钢索上吊装瓷瓶时, 应符合下列要求: 支持点间距不应大于 1.5m; 屋内的线间距不应小于 50mm; 扁钢吊架的终端应加拉线, 其直径应不小于 3mm。

10.4.6 塑料槽盒配线操作工艺应符合下列规定:

1 弹线定位应符合下列规定:

1) 应按设计图确定进户线、盒、箱等电气器具固定点的位置, 从始端至终端(先干线后支线)找好水平或垂直线, 用粉线袋在线路中心弹线, 分匀档, 用冲击钻打孔, 然后再埋入塑料胀塞;

2) 用冲击钻打孔时不应污染建筑物表面。

2 槽盒固定应符合下列规定:

1) 混凝土墙、砖墙可采用塑料胀塞固定塑料槽盒。根据胀塞直径和长度选择钻头, 在标出的固定点位置上用冲击钻钻孔, 钻孔不应歪斜, 钻孔应垂直, 钻好孔后, 将孔内残存的杂物清理干净, 用木锤把塑料胀塞垂直敲入孔中, 并与建筑物表面平齐, 再将缝隙填实抹平;

2) 用镀锌自攻螺丝将槽盒底板固定在塑料胀塞上, 紧贴建筑物表面; 应先固定两端, 再固定中间, 同时找正槽盒底板, 应横平竖直, 并沿建筑物形状表面进行敷设。

3 槽盒连接应符合下列规定:

1) 槽底固定点间距应小于 500mm, 底板离终点 50mm 处应固定; 槽盒的槽底应用双钉固定。槽底对接缝与槽盖对接缝应错开并不小于 100mm; 槽体固定点最大间距应符合表 10.4.6-1 的规定;

表 10.4.6-1 槽体固定点最大间距 (mm)

固定点型式	槽板宽度		
	20~40	60	80~120
	固定点最大间距		
中心单列	800	-	-
双列	-	1000	-
双列	-	-	800

2) 槽盒分支接头, 槽盒附件如直通、三通转角、接头、插口、盒、箱应采用相同材质的产品。槽底、槽盖与各种附件相对接时, 接缝处应严实平整, 固定牢固;

3) 槽盒各种附件安装要求: 盒子均应两点固定, 转角、三通等处固定点不应少于两点(卡装式除外); 接线盒、灯头盒应采用相应插口连接, 槽盒的终端应采用终端头封堵; 在线路分支接头处应采用相应接线盒、箱。

4 槽盒内放线应符合下列规定:

- 1) 放线前应清扫槽盒, 可用布清除槽内的污物, 使槽盒内外清洁;
- 2) 放线应按先干线, 后支线的顺序进行, 并在导线两端做好标记; 不应出现挤压、扭结、损伤导线等现象。

## 10.5 质量标准

10.5.1 主控项目应符合下列规定:

1 管内穿线和槽盒内敷线应符合下列规定:

- 1) 同一交流回路的绝缘导线不应敷设于不同的金属槽盒内或穿于不同金属导管内;
- 2) 除设计要求以外, 不同回路、不同电压等级和交流与直流线路的绝缘导线不应穿于同一导管内;
- 3) 绝缘导线接头应设置在专用接线盒(箱)或器具内, 不得设置在导管和槽盒内, 盒(箱)的设置位置应便于检修。

2 塑料护套线直敷布线应符合下列规定:

- 1) 塑料护套线不应直接敷设在建筑物顶棚内、墙体内、抹灰层内、保温层内或装饰面内;
- 2) 塑料护套线与保护导体或不发热管道等紧贴和交叉处及穿梁、墙、楼板处等易受机械损伤的部位, 应采取保护措施;

3) 塑料护套线在室内沿建筑物表面水平敷设高度距地面不应小于 2.5m, 垂直敷设时距地面高度 1.8m 以下的部分应采取保护措施。

3 钢索配线应符合下列规定:

1) 钢索配线应采用镀锌钢索, 不应采用含油芯的钢索; 钢索的钢丝直径应小于 0.5mm, 钢索不应有扭曲和断股等缺陷;

2) 钢索与终端拉环套接应采用心形环, 固定钢索的线卡不应少于 2 个, 钢索端头应用镀锌铁线绑扎紧密, 且应与保护导体可靠连接;

3) 钢索终端拉环埋件应牢固可靠, 并能承受在钢索全部负荷下的拉力, 在挂索前应对拉环做过载试验, 过载试验的拉力应为设计承载拉力的 3.5 倍;

4) 当钢索长度小于或等于 50m 时, 应在钢索一端装设索具螺旋扣紧固; 当钢索长度大于 50m 时, 应在钢索两端装设索具螺旋扣紧固。

4 塑料槽盒配线应符合下列规定:

1) 槽盒内电线无接头, 电线连接设在器具处; 槽板与各种器具连接时, 电线应留有余量, 器具底座应压住槽板端部。

2) 槽盒敷设应紧贴建筑物表面, 且横平竖直、固定可靠, 不应用木楔固定; 塑料槽板应有阻燃标识。

10.5.2 一般项目应符合下列规定:

1 管内穿线和槽盒内敷线应符合下列规定:

1) 除塑料护套线外, 绝缘导线应采取导管或槽盒保护, 不可外露明敷;

2) 绝缘导线穿管前, 应清除管内杂物和积水, 绝缘导线穿入导管的管口在穿线前应装设护线口;

3) 与槽盒连接的接线盒(箱)应选用明装盒(箱); 配线工程完成后, 盒(箱)盖板应齐全、完好;

4) 当采用多相供电时, 同一建(构)筑物的绝缘导线绝缘层颜色应一致;

5) 槽盒内敷线应符合下列规定:

a 同一槽盒内不宜同时敷设绝缘导线和电缆;

b 同一路径无防干扰要求的线路, 可敷设于同一槽盒内; 槽盒内的绝缘导线总截面积(包括外护套)不应超过槽盒内截面积的 40%, 且载流导体不宜超过 30 根;

c 当控制和信号等非电力线路敷设于同一槽盒内时, 绝缘导线的总截面积不应超过槽盒内截面积的 50%;

d 分支接头处绝缘导线的总截面面积(包括外护层)不应大于该点盒(箱)内截面面积75%;

e 绝缘导线在槽盒内应留有一定余量, 并按回路分段绑扎, 绑扎点间距不应大于 1.5m; 当垂直或大于 45° 倾斜敷设时, 应将绝缘导线分段固定在槽盒内的专用部件上, 每段至少应有一个固定点; 当直线段长度大于 3.2m 时, 其固定点间距不应大于 1.6m; 槽盒内导线排列应整齐、有序;

f 敷线完成后, 槽盒盖板应复位, 盖板应齐全、平整、牢固。

2 塑料护套线直敷布线应符合下列规定:

1) 当塑料护套线侧弯或平弯时, 其弯曲处护套和导线绝缘层均应完整无损伤, 侧弯和平弯弯曲半径应分别不小于护套线宽度和厚度的 3 倍;

2) 塑料护套线进入盒(箱)或与设备、器具连接, 其护套层应进入盒(箱)或设备、器具内, 护套层与盒(箱)入口处应密封;

3) 塑料护套线的固定应符合下列规定:

a 固定应顺直、不松弛、不扭绞;

b 护套线应采用线卡固定, 固定点间距应均匀、不松动, 固定点间距宜为 150mm~200mm;

c 在终端、转弯和进入盒(箱)、设备或器具等处, 均应装设线卡固定, 线卡距终端、转弯中点、盒(箱)、设备或器具边缘的距离宜为 50mm~100mm;

d 塑料护套线的接头应设在明装盒(箱)或器具内, 多尘场所应采用 IP5X 等级的密闭式盒(箱), 潮湿场所应采用 IPX5 等级的密闭式盒(箱), 盒(箱)的配件应齐全, 固定应可靠。

4) 多根塑料护套线平行敷设的间距应一致, 分支和弯头处应整齐, 弯头应一致。

3 钢索配线应符合下列规定:

1) 钢索中间吊架间距不应大于 12m, 吊架与钢索连接处的吊钩深度不应小于 20mm, 并应有防止钢索跳出的锁定零件;

2) 绝缘导线和灯具在钢索上安装后, 钢索应承受全部负载, 且钢索表面应整洁、无锈蚀;

3) 钢索配线的支持件之间及支持件与灯头盒之间最大距离应符合表 8.5.2-1 的规定。

表 10.5.2-1 钢索配线的支持件之间及支持件与灯头盒之间最大距离(mm)

配线类别	支持件之间最大间距	支持件与灯头盒之间的最大距离
钢管	1500	200

塑料导管	1000	150
塑料护套线	200	100

4 塑料槽盒配线应符合下列规定:

1) 塑料槽盒无扭曲变形。槽板底板固定点间距应小于 500mm; 槽板盖板固定点间距小于 300mm; 底板距终端 50mm 和盖板距终端 30m 处应固定;

2) 槽盒的底板接口与盖板接口应错开 20mm, 盖板在直线段和 90° 转角处应成 45° 斜口对接, T 型分支处应成三角叉接, 盖板应无翘边, 接口应严密整齐;

3) 槽盒穿过梁、墙和楼板处应有保护套管, 跨越建筑物变形缝处槽板应设补偿装置, 且与槽板结合严密;

4) 槽盒敷设的偏差应符合表 10.5.2-2 的规定。

表 10.5.2-2 槽板配线允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差(mm)	检查方法
1	水平或垂直敷设	平直程度	5	拉线、尺量检查
2	直线段敷设	垂直程度	5	拉线、尺量检查

## 10.6 成品保护

10.6.1 管内穿线成品保护应符合下列规定:

1 穿线时不得污染设备和建筑物品, 保持周围环境整洁。

2 使用高凳及其他工具时, 应注意不得碰坏其他设备和门窗、地面、墙面等。

3 导线入盒、箱内封堵严实, 以防污染。同时应防止盒、箱内进水。

4 穿线时不得遗漏带护口。

10.6.2 槽盒内敷线成品保护应符合下列规定:

1 穿线时不得污染设备和建筑物, 应保持周围环境清洁。

2 配线完成后, 槽盒盖板应齐全平实, 不得遗漏, 导线不允许裸露在槽盒之外, 并防止损坏和污染槽盒。

3 配线完成后, 不得再进行喷浆和刷油。以防止导线和电气器具受到污染。

4 使用梯子、高凳时及其他工具时, 注意不要碰坏建筑物的墙面、地面、门窗及其他设备等。

10.6.3 塑料护套线直敷布线成品保护: 应符合下列规定:

1 配线时，应保持顶棚、墙面整洁，弹粉线应采用淡黄色。

2 配线完成后，不得喷浆和刷油，以防污染导线及电气器具，搬运物件时不要碰松导线。

#### 10.6.4 钢索配线成品保护应符合下列规定：

1 电气设备安装的过程中，应注意不要碰坏其它设备及建筑物的门窗、墙面、地面等，并防止将已敷好的导线碰松、砸断。

2 配管、配线完成后，不得再进行喷浆、刷油，以免污染导线和电气器具。

### 10.7 应注意的问题

10.7.1 扫管穿线时，两人穿线应协调一致。一呼一应，有节奏的进行，防止管口挤手和带线弹力勾伤眼睛。

10.7.2 使用人字梯时，应拴好防滑绳，不得两人同梯作业，不得在最高一层操作，梯子下面应有人监护，不应抛接管材、工具。

10.7.3 高处作业应按要求使用安全带，站在高处传递物品时要拿稳，防止掉落伤人。

10.7.4 施工中所剩的电线头及绝缘层等，不得随地乱丢，应分类收集，电线的包装不得随处丢弃，要工完场清。

## 11 电缆敷设

### 11.1 材料要求

11.1.1 电缆的规格型号应符合国家现行技术标准的规定及设计要求，按批检查电缆合格证。电缆进场时，应对其导体电阻值进行见证取样复验，合格后方可使用。

11.1.2 电缆外观检查时，电缆应无压扁、扭曲，铠装不应松卷。电缆外护层应有明显标识和制造厂标。

11.1.3 矿物绝缘电缆外观完好无损，铜保护套无锈蚀、无机械损伤，无明显皱折和扭曲现象。

11.1.4 各种矿物绝缘电力电缆支架、吊架、套管、电缆盖板、标志牌及白布、砂布、清洗剂、润滑油、汽油等应准备到位。

11.1.5 矿物绝缘电缆附件由终端、接线端子、接地片、中间连接器等组成。

11.1.6 各种电缆卡子、绑线、捆扎带、防火堵料、矿棉或玻璃纤维、电缆标志牌等。

### 11.2 主要机具

11.2.1 工具用具应包括电工工具、手电钻、冲击钻、工具袋、工具箱、合梯、高凳电绞盘、滑轮、电缆导轮、滑轮、钢丝绳卡具、电缆导轮、承重工字钢梁、电缆盘支架、液化气或汽油喷灯、压接钳、铜皮剥切器、敷设电缆用架及轴、电缆滚轮、转向导轮、吊链、滑轮、钢丝绳、大麻绳、千斤顶、钢锯、手锤、扳手、电气焊工具、电工工具、无线对讲机及其封盖旋合器、封盖压合器等。

11.2.2 监测装置应包括兆欧表、万用表、皮尺、水平尺、钢卷尺、角尺等、拉应力传感器、卷扬机力矩报警器、无线对讲机等。

11.2.3 施工机械应包括卷扬机等。

### 11.3 作业条件

11.3.1 电缆线路的安装工程已按批准的设计施工完成。

11.3.2 与电缆线路安装有关的建筑物、构筑物的土建工程质量，应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范中的有关规定。

11.3.3 电缆线路安装前，土建工程应具备下列条件：

- 1 预留孔洞、预埋件符合设计要求，预埋件安装牢固，强度合格。
- 2 电缆沟、隧道、竖井及人孔等地的地坪及抹面工作结束，电缆沟排水畅通，无积水。
- 3 电缆层、电缆沟、隧道等地的施工临时设施、模板及建筑废料等清理干净，施工用的

道路畅通，盖板齐全。

11.3.4 电缆线路铺设后，不应再进行对电缆有影响的土建施工项目。

11.3.5 有较宽的操作场地，施工现场干净，并配有 220V 交流电源。

11.3.6 作业场所环境温度在 0℃ 以上，相对湿度 70% 以下，不应在雨、雪、风天气中施工。

11.3.7 高空作业（电杆上）应搭好平台，在施工部位上方搭好帐篷，防止灰尘侵入（室外）。

11.3.8 变配电室内全部电气设备及用电设备配电箱柜安装完毕。

11.3.9 电缆桥架、电缆托盘、电缆支架及电线过管、保护管安装完毕，并检验合格。

## 11.4 操作工艺

11.4.1 工艺流程应符合下列规定：

1 直埋电缆敷设工艺流程应符合图 11.4.1-1 的规定：



图 11.4.1-1 直埋电缆敷设工艺流程

2 电缆梯架、托盘和槽盒内电缆敷设工艺流程应符合图 11.4.1-2 的规定：

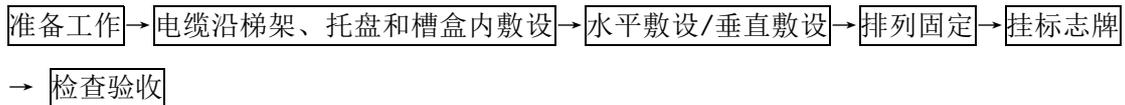


图 11.4.1-2 电缆梯架、托盘和槽盒内电缆敷设工艺流程

3 排管内电缆敷设工艺流程应符合图 11.4.1-3 的规定：



图 11.4.1-3 排管内电缆敷设工艺流程

4 电缆沟内及电缆竖井内电缆敷设工艺流程应符合图 11.4.1-4 的规定：

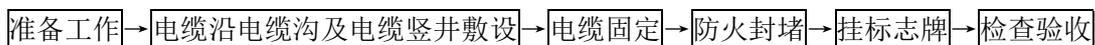


图 11.4.1-4 电缆沟内及电缆竖井内电缆敷设工艺流程

5 预分支电力电缆敷设工艺流程应符合图 11.4.1-5 的规定：

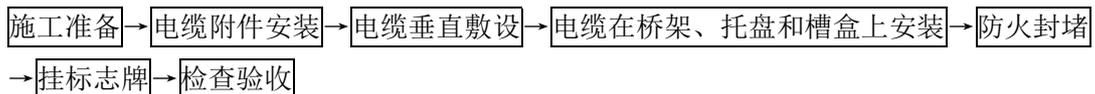


图 11.4.1-5 预分支电力电缆敷设工艺流程

6 超高层垂直电力电缆敷设工艺流程应符合图 11.4.1-6 的规定：

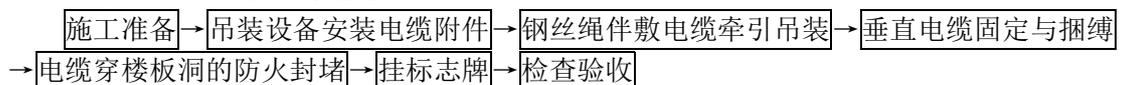


图 11.4.1-6 超高层垂直电力电缆敷设工艺流程

7 矿物绝缘电缆敷设工艺流程应符合图 11.4.1-7 的规定：



图 11.4.1-7 矿物绝缘电缆敷设工艺流程

11.4.2 直埋电缆敷设操作工艺应符合下列规定：

1 应沿已选定的路线挖掘沟道，然后把电缆埋在地下沟道内。

1) 电缆的线路路径上有可能使电缆受到机械损伤、化学作用、振动、热影响、虫鼠等的危害地段，应采取保护措施；

2) 电缆表面距地面的距离不应小于 0.7m, 穿越农田时不应小于 1m；在北方寒冷地区，电缆应埋于冻土层以下，当无法深埋时，应采取保护措施（如加套管）；

3) 电缆之间、电缆与其他管道、道路、建筑物等之间的水平和交叉时的最小间距应符合表 11.4.2-1 规定；

表 11.4.2-1 电缆与管道的最小净距离

管道类别		平行净距 (mm)	交叉净距 (mm)
一般工艺管道		400	300
可燃或易燃易爆气体管道		500	500
具有腐蚀性气体管道		500	500
热力管道	有保温层	500	300
	无保温层	1000	500

4) 电缆与铁路、公路、城市街道、厂区道路交叉时，应敷设在坚固的保护管内；管顶距障碍物不应小于 1m。管的两端伸出道路路基边 2m 深，伸出排水沟 0.5m；

5) 直埋电缆的上下方需铺设不小于 100mm 厚的软土和砂层，并盖于混凝土保护管和砖，其覆盖宽度应超过电缆两侧各 50mm, 可参见图 11.4.2-1 做法；

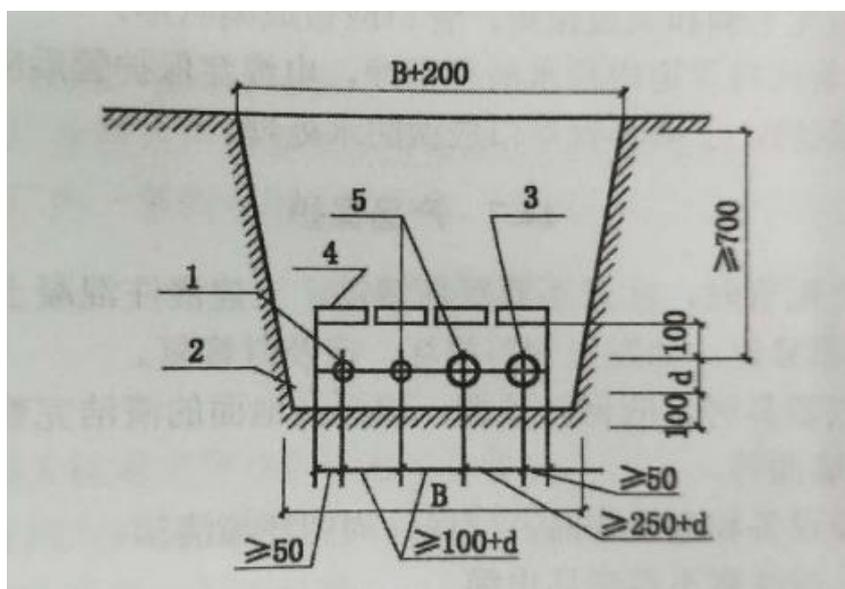


图 11.4.2-1 电缆直埋敷设电缆间的尺寸

1-控制电缆；2-沙或软土；3-35kv 电缆；4-保护板；5-10kv 及以下电缆

6) 清理沟内杂物，在沟底铺上 100mm 厚的软土和砂层，准备敷设电缆；

7) 电缆敷设可用人力拉引和机械牵引，当电缆较重时，宜采用机械牵引，当电缆较短较轻时，宜采用人力牵引；

8) 电缆机械牵引，常用慢速卷扬机直接牵引，可参见图 11.4.2-2 做法；般牵引速度为 5~6m/min。在牵引过程中应注意滑轮是否翻倒，张力是否适当，特别注意电缆引出口或电缆经弯曲后电缆的外形和外护套层有无刮伤或压扁等不正常现象，以便及时采取防范措施；

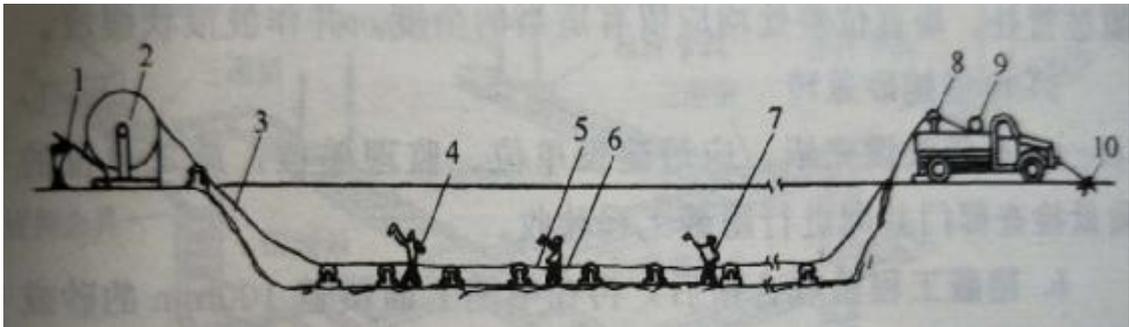


图 11.4.2-2 电缆机械牵引示意图

1- 制动；2-电缆盘；3-电缆；4-滚轮监视人；5-牵引头监视人；6-防捻器；7-滚轮监视人；

8-张力计；9-卷扬机；10-锚碇装置

9) 电缆的人工拉引一般是人力拉引、滚轮和人工相结合的方法，可参见图 11.4.2-3 做法。这种方法需要的施工人员较多，特别要注意的是人力分布要均匀合理，负荷适当，并要统一指挥。电缆展放过程中，在电缆轴两侧应有协助推盘及负责刹盘滚动的人员；为避免电缆拖拉损伤，可把电缆放在滚轴上，拉引电缆的速度要均匀；

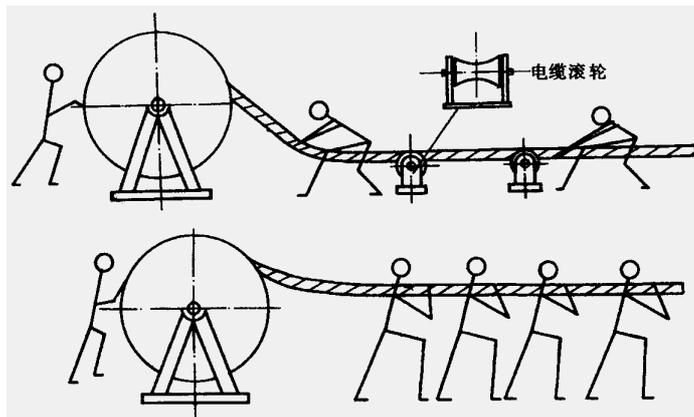


图 11.4.2-3 人工拉引电缆示意图

10) 电缆敷设时, 应注意电缆的弯曲半径应符合规范要求及电缆本身的要求, 可参见表 11.4.2-2;

表 11.4.2-2 电缆最小允许弯曲半径

序号	电缆种类	最小允许弯曲半径
1	无铅包钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	10D
2	有钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	20D
3	聚氯乙烯绝缘电力电缆	10D
4	交联聚氯乙烯绝缘电力电缆	15D
5	多芯控制电缆	10D

注: D 电缆外径

11) 电缆放在沟底时, 边敷设边检查电缆是否受损。放电缆的长度不能控制的太紧, 电缆的两端、中间接头、电缆井内、电缆过管处, 垂直位差处均应留有适当的余度, 并作波浪状摆放。

2 铺沙盖砖应符合下列规定:

1) 电缆敷设完毕, 应请建设单位, 监理单位, 施工单位的质量检查部门共同进行隐蔽工程验收;

2) 隐蔽工程验收合格后, 再在电缆上覆盖 100mm 的砂或软土, 然后盖上保护板, 板与板连接紧密, 覆盖宽度应超过电缆两侧各 50mm, 使用电缆盖板时, 盖板应指向受电方向。

3 回填土应符合下列规定:

1) 回填土前, 应清理积水;

2) 隐蔽工程验收合格后, 应及时回填土, 并进行分层夯实。

4 埋标志桩应符合下列规定:

1) 电缆回填土后, 做好电缆记录, 并应在电缆拐弯、接头、交叉、进出建筑物等处设置明显方位标桩;

2) 直线段每隔 100 米设标志桩, 标志桩可以采用 C15 钢筋混凝土制作, 并且标有“下有电缆”字样。

3) 标志桩露出地面以 15cm 为宜, 可参见图 11.4.2-4 标志桩示意图。

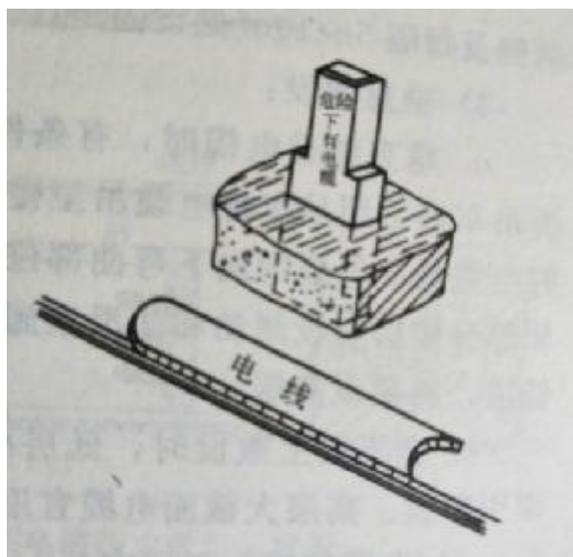


图 11.4.2-4 标志桩示意图

5 管口防水处理应符合下列规定：

1) 直埋电缆进出建筑物处，进入室内的电缆管口低于室外地面者，对其电缆管口按设计要求或相应标准做好防水处理。

6 挂标志牌应符合下列规定：

- 1) 标志牌规格应一致，并有防腐性能，挂装应牢固。
- 2) 标志牌上应注明电缆编号、规格、型号、电压等级及起始位置。

11.4.3 梯架、托盘和槽盒内电缆敷设施工工艺应符合下列规定：

1 电缆沿梯架、托盘和槽盒内敷设时，电缆牵引可用人力或机械牵引，见直埋电缆牵引方式。

2 水平敷设应符合下列规定：

1) 电缆沿桥架或托盘敷设时，应将电缆单层敷设，排列整齐；不得有交叉，拐弯处应以最大截面电缆允许弯曲半径为准，可参见表 11.4.3-1；

表 11.4.3-1 电缆最小允许弯曲半径

电缆形式	电缆外径 (mm)	多芯电缆	单芯电缆
------	-----------	------	------

塑料绝缘电缆	无铠装	—	15D	20D	
	有铠装		12D	15D	
橡皮绝缘电缆			10D		
控制电缆	非铠装型、屏蔽型软电缆		6D	—	
	铠装型、铜屏蔽型		12D		
	其他		10D		
铝合金导体电力电缆			—	7D	
氧化镁绝缘刚性矿物绝缘电缆			<7	2D	
			≥7, 且<12	3D	
			≥12, 且<15	4D	
		≥15	6D		
其他矿物绝缘电缆		—	15D		

注：D 电缆外径

2) 不同等级电压的电缆应分层敷设，高压电缆应敷设在最上层；

3) 同等级电压的电缆沿桥架敷设时，电缆水平净距不得小于电缆外径；

4) 电缆敷设排列整齐，水平敷设的电缆，首尾两端、转弯两侧及每隔 5m~10m 处设固定点。

3 垂直敷设应符合下列规定：

1) 垂直敷设电缆时，有条件的最好自上而下敷设；土建未拆吊车前，用吊车将电缆吊至楼层顶部；敷设前，选好位置，架好电缆盘，电缆的向下弯曲部位用滑轮支撑电缆，在电缆轴附近和部分楼层应设制动和防滑措施；敷设时，同截面电缆应先敷设低层，再敷设高层；

2) 自下而上敷设时，低层小截面电缆可用滑轮大麻绳人力牵引敷设；高层大截面电缆宜用机械牵引敷设，当采用机械敷设大截面电缆时，应在施工措施中确定敷设方法、线盘架设位置、电缆牵引方向；校核牵引力和侧压力，配备充足的敷设人员、机具和通信设备；侧压力和牵引力的常用计算公式见现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB50168-2018 中附录 A 的规定。

4 排列固定应符合下列规定：

1) 电缆敷设排列整齐，间距均匀，不应有交叉现象；

2) 大于 45° 倾斜敷设的电缆每隔 2m 处设固定点；水平敷设的电缆，首尾两端、转弯两侧及每隔 5m~10m 处设固定点；

3) 对于敷设于垂直梯架、托盘和槽盒内的电缆，每敷设一根应固定一根，全塑型电缆的固定点为 1m，其他电缆固定点为 1.5m，控制电缆固定点为 1m；

4) 敷设在竖井及穿越不同防火区的梯架、托盘和槽盒，按设计要求位置，作好防火封堵。

5 挂标志牌应符合下列规定：

1) 标志牌规格应一致，并有防腐性能，挂装应牢固；标志牌上应注明电缆编号、规格、型号、电压等级及起始位置；

2) 沿电缆梯架、托盘和槽盒敷设的电缆在其两端、拐弯处、交叉处应挂标志牌，直线段应适当增设标志牌。

11.4.4 排管内电缆敷设施工工艺应符合下列规定：

1 准备工作应符合下列规定：

1) 金属导管不应熔焊连接；防爆导管不应采用倒扣连接，应采用防爆活接头，其结合面应紧密。管口平整光滑，无毛刺；

2) 检查管道内是否有杂物，在敷设电缆前，应将杂物清理干净；

3) 试牵引：经过检查后的管道，可用一段（长约 5m）的同样电缆作模拟牵引，然后观察电缆表面，检查磨损是否属于许可范围。

2 穿管敷设应符合下列规定：

1) 将电缆盘放在电缆入孔井口的外边，先用安装有电缆牵引头并涂有电缆润滑油的钢丝绳与电缆的一端连接，钢丝绳的另一端穿过电缆管道，如图 11.4.4-1 所示，拖拉电缆力量要均匀，检查电缆牵引过程中有无卡阻现象，如张力过大，应查明原因，问题解决后，继续牵引电缆；

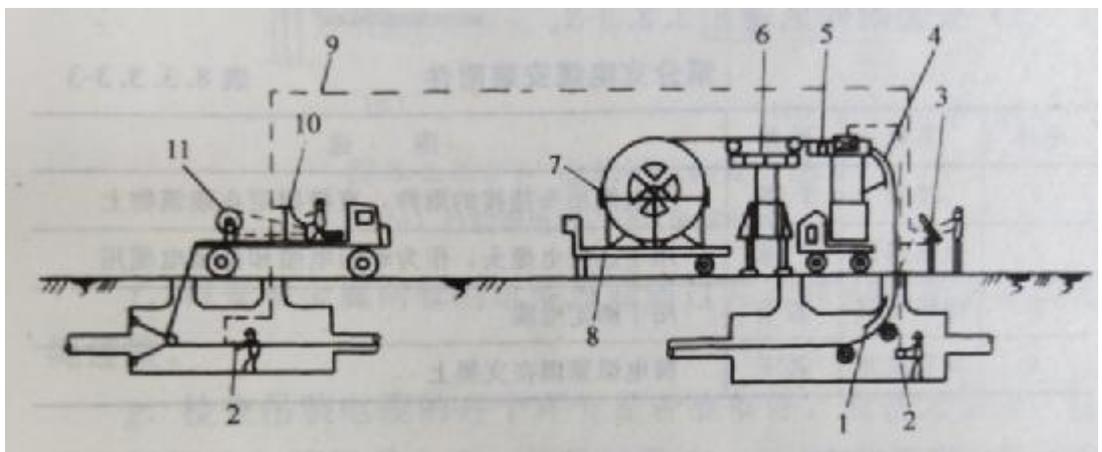


图 11.4.4-1 管道内敷设电缆牵引图

1- R 型护板；2-卷扬机停机按钮；3-卷扬机及履带牵引机控制台；4-滑轮组；5-履带牵引机；6-敷设脚手架；

7-手动电缆盘制动装置；8-电缆盘拖车；9-卷扬机遥控及通信信号用控制电缆；10-卷扬机控制台；11-卷扬机；

2) 每管宜只穿 1 根电缆。除发电厂、变电站等重要性场所外，对一台电动机所有回路或同一设备的低压电动机所有回路，可在每管合穿不多于 3 根电力电缆或多根控制电缆；

3) 三相或单相交流单芯电缆不得单独穿于钢导管内；

4) 电缆人孔井：电缆在管道内敷设时，为了抽拉电缆或做电缆连接，电缆管分支、拐弯处，均需按设计要求或规范要求设置电缆人孔井，电缆人孔井的距离，应按设计要求设置，一般在直线部分每隔 50m~100m 设置一个；

3 防火封堵应符合下列规定：

1) 敷设电缆的电缆管，按设计要求的位置，有防火阻隔措施。

4 挂标志牌应符合下列规定：

1) 标志牌规格应一致，并有防腐性能，挂装应牢固；

2) 标志牌上应注明电缆编号、规格、型号、电压等级及起始位置；

3) 沿电缆管道敷设的电缆在其两端、人孔井内应挂标志牌。

11.4.5 电缆沟及电缆竖井内电缆敷设操作工艺应符合下列规定：

1 准备工作应符合下列规定：

1) 电缆在电缆沟内及竖井敷设前，土建专业已根据设计要求完成电缆沟及电缆支架的施工，电缆敷设在沟内壁的角钢支架上。电缆支架间平行距离电力电缆为 1m，控制电缆为 0.8m；垂直距离电力电缆为 1.5m，控制电缆为 1m；电缆层间距，10kV 及以下电缆为 150mm~250mm，控制电缆为 120mm；电缆支架最下层距沟底的距离不小于 50mm~100mm；可参见图 11.4.5-1；

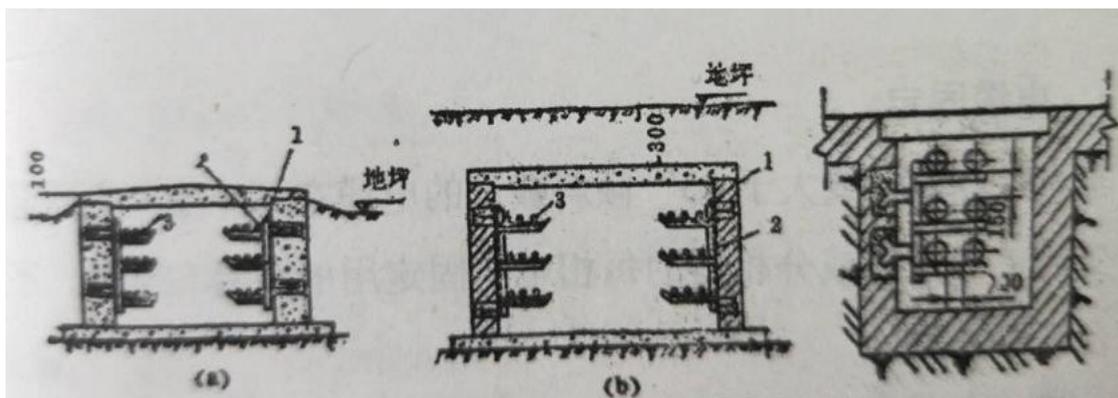


图 11.4.5-1 电缆在电缆沟内敷设示意图

1-接地线；2-支架；3-电缆

2) 电缆在竖井内敷设，当设计无要求时，电缆支架最上层至竖井顶部或楼板的距离不小于 150mm~200mm；电缆支架最下层至地面的距离不小于 50mm~100mm；

3) 支架与预埋件焊接固定时，焊缝饱满；用膨胀螺栓固定时，选用螺栓适配，连接紧固，防松零件齐全；支架应横平竖直；

4) 电缆牵引可用人力或机械牵引，见直埋或梯架、托盘和槽盒电缆牵引方式。

2 电缆沿电缆沟及电缆竖井敷设应符合下列规定：

1) 电缆敷设前，应验收电缆沟及电缆竖井，电缆沟的尺寸及电缆支架间距应符合设计要求，电缆沟内应清洁干燥，应有适量的积水坑；

2) 电缆在支架上敷设时，应按电压等级排列，高压在上面，低压在下面，控制电缆在最下面。如两侧装设电缆支架，则电力电缆与控制电缆应分别安装在沟的两侧；

3) 在支架上敷设时，其水平间距不得小于下列数值：

a 电缆在支架敷设时，电力电缆间距为 35mm，但不小于电缆外径尺寸；不同等级电力电缆间及其与控制电缆间的最小净距为 100mm；控制电缆间不作规定；

b 电缆支架间的距离应按设计规定施工，当设计无规定时，电缆间平行距离不小于 100mm，垂直距离为 150mm~200mm；

c 电缆在支架上敷设，拐弯处的最小弯曲半径应符合电缆最小允许弯曲半径的规定，可参见表 11.4.2-2。

3 电缆固定应符合下列规定：

1) 垂直电缆敷设或大于 45° 倾斜敷设的电缆在每个支架上固定；

2) 交流单芯电缆或分相后的每相电缆固定用的夹具和支架，不形成闭合铁磁回路；

3) 电缆排列整齐, 少交叉; 当设计无要求时电缆支持点间距不大于表 11.4.5-1 的规定;

表 11.4.5 电缆支持点间距 (mm)

电 缆 种 类		电缆外径	敷 设 方 式	
			水 平	垂 直
电 力 电 缆	全塑型	—	400	1000
	除全塑型外的中低压电缆		800	1500
	35kV 高压电缆		1500	2000
	铝合金带联锁铠装的铝合金电缆		1800	1800
控制电缆			800	1000
矿 物 绝 缘 电 缆		<9	600	800
		≥9, 且 <15	900	1200
		≥15, 且 <20	1500	2000
		≥20	2000	2500

4) 设计无要求时, 电缆与管道的最小净距, 可参见表 11.4.2-1 的规定, 且敷设在易燃易爆气体管道的下方。

4 防火封堵应符合下列规定:

1) 敷设电缆的电缆沟和竖井, 按设计要求的位置, 做好防火阻隔。

5 电缆挂标志牌应符合下列规定:

1) 标志牌规格应一致, 并有防腐性能, 挂装应牢固;

2) 标志牌上应注明电缆编号、规格、型号、电压等级及起始位置;

3) 沿电缆管道敷设的电缆在其两端、拐弯处、交叉处应挂标志牌, 直线段应适当增设标志牌。

11.4.6 预分支电力电缆敷设操作工艺应符合下列规定:

1 预分支电力电缆附件安装应符合下列规定:

1) 吊挂装置安装应符合下列规定:

a 预分支电力电缆装置的顶端支撑的方式有电缆加紧装置和悬挂绝缘装置两种;

b 悬挂绝缘装置也称为吊具或吊挂装置; 电缆加紧装置也称为钢丝绳吊具;

c 采用吊挂装置时, 应由土建专业施工人员在现浇混凝土楼板上预埋好吊钩; 采用钢丝绳吊具时, 需要在竖井内的墙上安装槽钢吊钩横担; 预分支电缆吊具安装, 可参见图

11.4.6-1;

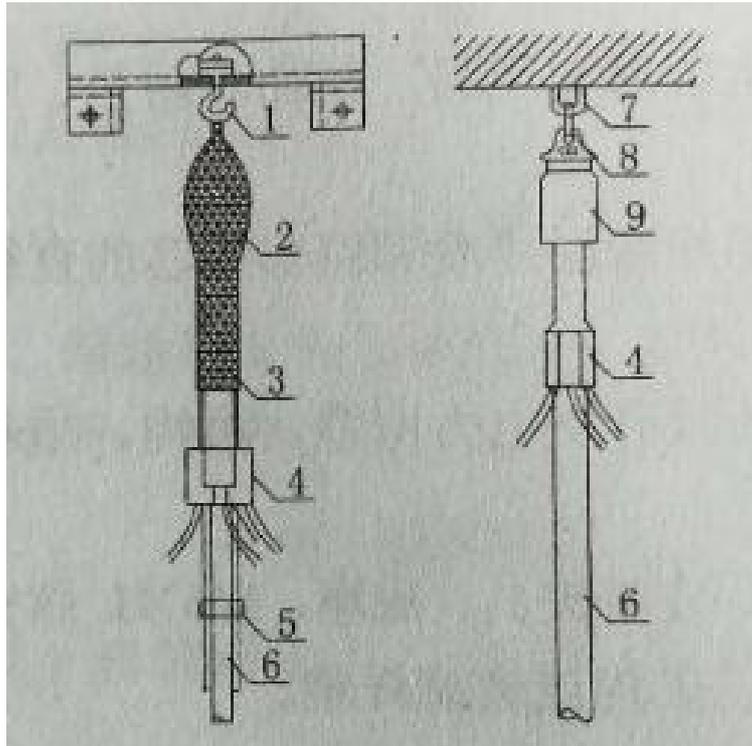


图 11.4.6-1 预分支电缆吊具

1-吊钩；2-钢丝网吊具；3-困扎带；4-分支接头；5-扎带；6-预制分支电力电缆；7-预埋吊钩；8-U型吊环；9-吊具或吊挂装置

d 预分支电力电缆，固定电缆的支架种类很多，均由厂家配套供应，有吊装固定单回路及多回路的主干电缆和分支电缆的 U 型槽钢支架，用 U 型槽钢管卡固定电缆；还有用角钢支架使用尼龙制作的电缆夹子（也称固定夹具）来加紧固定电缆；也有的用扁钢做支架用固定夹具加紧固定主干电缆和分支电缆。

2) 电缆支持夹具：竖井内单回路及双回路多芯预制分支电力电缆，还需要在竖井的每层楼板处地面上安装支持夹具，用于固定电缆。

2 预分支电力电缆垂直敷设应符合下列规定：

1) 电缆吊装应符合下列规定：

a 当预分支电力电缆长度较小时，电缆系成圈绑扎供货，可以在竖井顶层由上向下人工放缆；在电缆穿过预留孔洞处更应注意不应出现致使表面严重划伤等缺陷；

b 当预分支电力电缆系绑扎在电缆盘上供货时，电缆盘可在竖井顶部放置，通过滑轮向下放置电缆，但电缆盘应有制动装置；当电缆盘重量大搬运不十分方便时，也可以在底层地面处设置电缆盘，用卷扬机在竖井顶层通过滑轮由下向上牵引起吊电缆；

c 预分支电力电缆的分支电缆是紧紧的绑在主干电缆上，待电缆顶端支承安装完成和主干电缆固定好一部分后，才可将分支电缆绑扎解开，在安装时不应过分强拉分支电缆。

2) 电缆固定应符合下列规定：

a 预制分支电力电缆的顶端支承（也称悬吊装置）只是在垂直敷设情况下起吊挂电缆时使用，完成吊装工作后应立刻把电缆的主干电缆固定在已安装在墙面上的支架上，吊环就不应再承受预制分支电力电缆的整体总重负荷；

b 主干电缆固定，应在每个分支接头的上、下侧边缘 300mm 处加以固定；分支电缆的起端支架，应在距主干电缆中心 300mm 处固定，终端支架应在距分支电缆转弯处的弯头中 300mm 处固定；

c 分支电缆较长时，中间应增设支架固定电缆，中间支架之间的间距不宜大于 400mm，固定点应间距均匀。

3) 预制分支电力电缆主干电缆为单芯和多芯电缆用支架安装，其电缆支架安装，可参见图 11.4.6-2；预制分支电力电缆的主干电缆采用单芯电缆时，应考虑防止涡流效应，禁止使用导磁金属夹具和管卡安装固定；

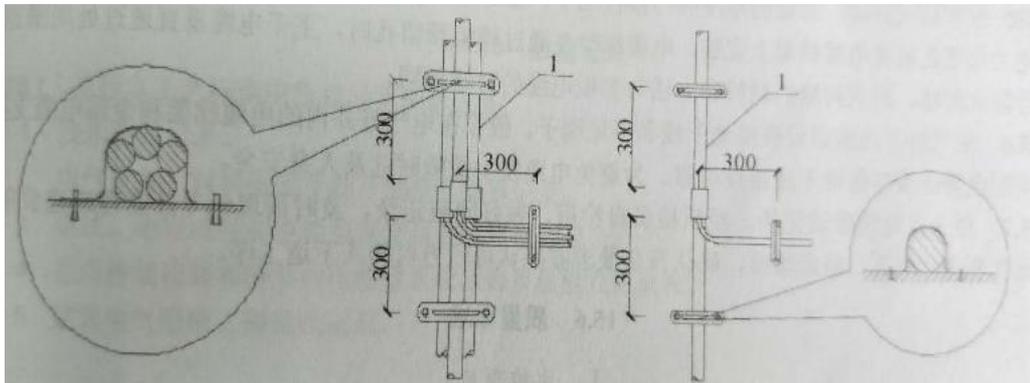


图 11.4.6-2 预制分支电力电缆支持夹具安装

1-主干电缆；

4) 电缆的弯曲应符合下列规定：

a 预制分支电力电缆固定后，分支电缆即需要进行弯曲，在分支电缆进入配电箱处也需要进行弯曲；

b 单芯电缆的最小弯曲半径，不应小于电缆外径的 20 倍；多芯电缆的最小弯曲半径不应小于电缆外径的 15 倍；

c 预置分支电力电缆在电气竖井内的安装，可参见图 11.4.6-3。

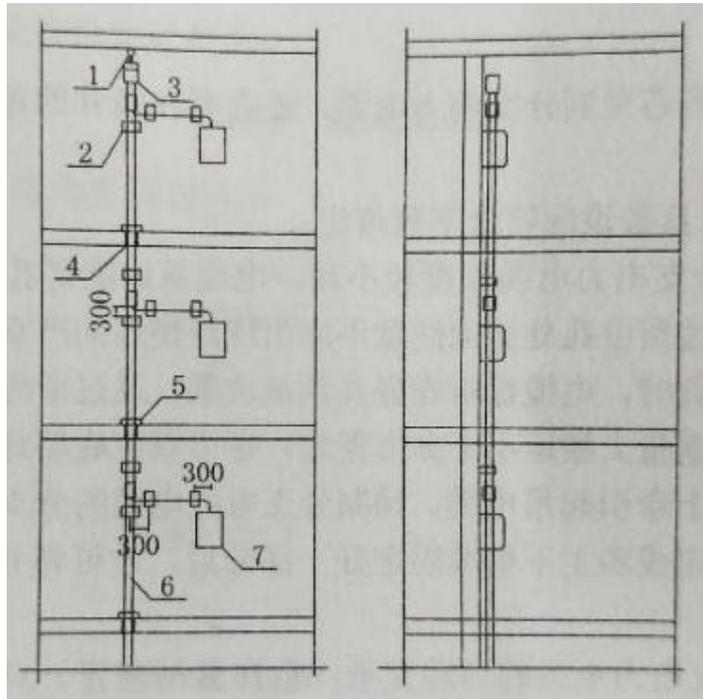


图 11.4.6-3 电缆在电气竖井内的安装

1-预埋吊钩；2-吊具；3-槽钢支架；4-防火封堵；5-支持夹具；6-主干电缆；7-配电箱

3 预制分支电力电缆在梯架、托盘和槽盒上安装应符合下列规定：

1) 梯架、托盘和槽盒安装应符合下列规定：

a 竖井内垂直安装，在需要分支处可以使用等宽或变宽，水平三通，在分支电缆的转角部分使用  $90^\circ$  下弯通；

b 梯架、托盘和槽盒可以使用门型支架或扁钢支架在竖井墙上固定，除端部固定外，距端部固定支架 400mm 处以及距楼板上、下侧 400mm 处均应用支架加以固定；

c 梯架、托盘和槽盒的中间固定支架的间距不应大于 1m，间距应均匀。

2) 预制分支电力电缆在梯架、托盘和槽盒上安装应符合下列规定：

a 预制分支电力电缆在电缆梯架、托盘和槽盒上安装，使用固定在墙上的 12 号槽钢的吊钩横担悬吊安装；

b 主干电缆在梯架、托盘和槽盒上的绑扎固定间距不应大于 1m；分支电缆应在每个梯架横档上加以绑扎固定；

c 固定点间距应均匀，绑扎牢固无松动。电缆相互间应间距均匀、排列整齐；预制分支电力电缆的分支电缆弯曲处弯曲半径符合前述要求，多根电缆应弯曲一致，预制分支电力电

缆敷设，不应有绞拧、压扁、护层断裂和表面严重划伤缺陷。

4 防火封堵应符合下列规定：

a 预制分支电力电缆在竖井内敷设完毕应先做电气交接试验，合格后再按设计要求做防火封堵；

b 单根预制分支电缆在通过楼板预留孔处应用 SDF- II 型防火封堵和矿棉或玻璃纤维进行封堵；

c 多根预制分支电缆在通过楼板预留孔处应用 SDF- II 型防火封堵，封堵的厚度应与楼板相平，上下两侧再用 SDF-III型防火封堵料封堵；

d 预制分支电力电缆在竖井电缆梯架、托盘和槽盒上安装，电缆梯架、托盘和槽盒在通过楼板预留孔时，主干电缆垂直通过处周围也应进行防火封堵，防火封堵的材料和方法与多根电缆的封堵相同。

5 电缆挂标志牌应符合下列规定：

1) 标志牌规格应一致，并有防腐性能，挂装应牢固；

2) 标志牌上应注明电缆编号、规格、型号、电压等级及起始位置；

3) 沿电缆管道敷设的电缆在其两端、拐弯处、交叉处应挂标志牌，直线段应适当增设标志牌。

11.4.7 超高层垂直电力电缆敷设施工工艺应符合下列规定：

1 使用电缆吊装设备安装电缆附件应符合下列规定：

1) 根据电缆吊装的重量，选择慢速卷扬机（提升速度 5m/min），钢丝绳选择抗拉能力大于吊装电缆重力 1.8 倍；电缆吊装的材料、设备设置吊装形式可参见图 9.4.7-1；

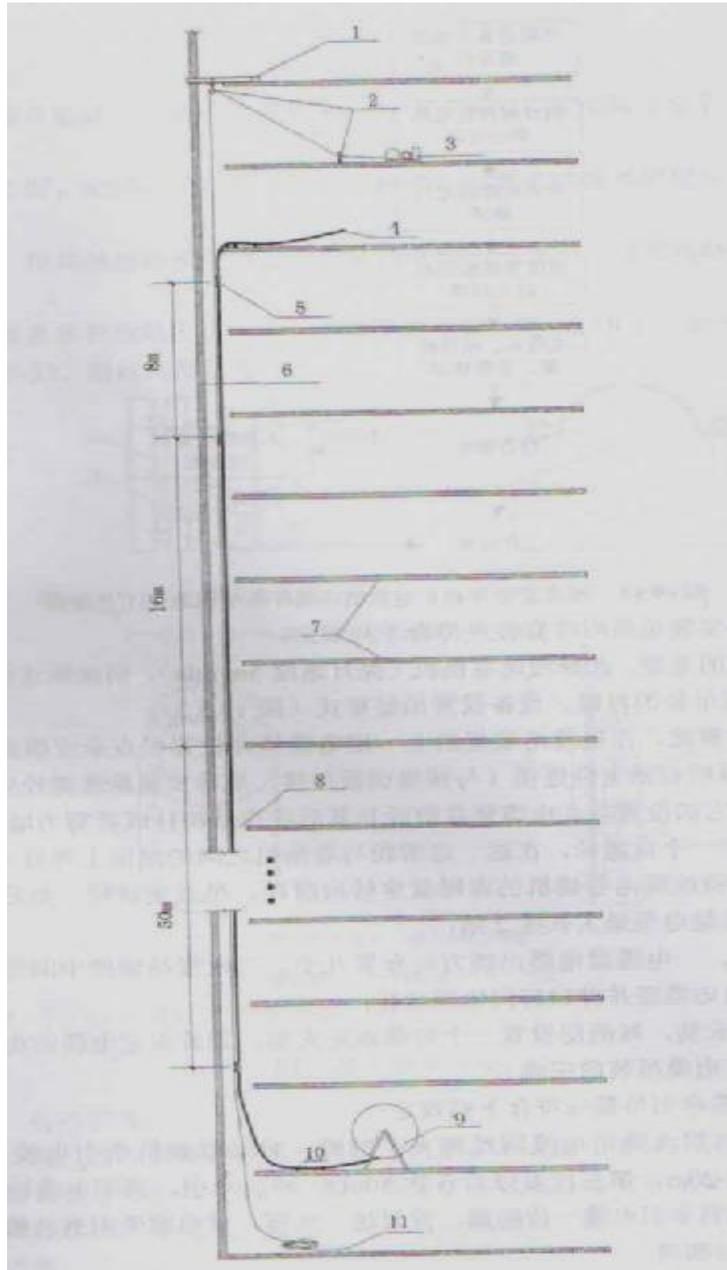


图 11.4.7-1 超高层垂直电缆吊装

1-承重横梁；2-滑轮；3-电动卷扬机；4-电缆；5-电缆钢丝绳卡子；6-建筑墙体；  
7-楼板；8-电缆竖井；9-电缆盘；10-滚轮；11-钢丝绳

2) 设置吊点承重横梁，在电缆吊装层的上一层电缆竖井设置吊点承重横梁，横梁应采用工字钢，它与剪力墙和地板应有固定件连接（与预埋钢板焊接，或者安装膨胀螺栓固定）；

3) 卷扬机安装，应安装在电缆竖井附近，并且其后应有结构柱或者剪力墙；设置滑轮，在吊点承重横梁上悬挂一个定滑轮，在这一定滑轮与卷扬机之间的地面上再设一个转向滑轮；

4) 穿放钢丝绳，钢丝绳由卷扬机的容绳盘穿转向滑轮、吊点定滑轮，然后垂直引下在

电缆盘附近，其长度应大于吊装电缆最大长度的 2 倍；

5) 设置电缆导轮，首先在电缆盘电缆出线方向布置几个，其次电缆吊装的中间层设几个垂直导向电缆导轮，然后电缆横向出电缆竖井井口转向电缆导轮；

6) 电缆固定支架安装，每两层设置一个电缆固定支架，预装固定电缆的电缆抱箍。

2 钢丝绳伴敷电缆牵引吊装应符合下列规定：

1) 放开电缆，电缆与钢丝绳用电缆钢丝绳夹子捆缚，启动卷扬机牵引电缆一定距离（第一次 8m~10m，第二次 16m~20m，第三次及以后各次 50m），停止牵引。

2) 再用电缆钢丝绳夹子捆缚电缆与钢丝绳，再启动卷扬机牵引电缆一段距离，重复这一过程，使电缆牵引到达敷设位置。

3 垂直电缆固定与捆缚应符合下列规定：

1) 由上至下拆除电缆钢丝绳夹子，拆除一个电缆钢丝绳夹子固定一段电缆，电缆在支架上用电缆抱箍固定（每两层设置一个电缆固定支架）；

2) 其余部分电缆捆缚在电缆桥架上的梯档上（每米捆缚一次）。

4 电缆穿楼板的防火封堵应符合下列规定：

1) 电气竖井、间各楼层之间应做防火封堵隔离，即防火封堵；

2) 电力电缆在竖井内敷设完毕，应先做电气交接试验，合格后再按设计要求做防火封堵；

3) 电缆在通过楼板预留孔处应用 SDF-II 型防火堵料和矿棉或玻璃纤维进行封堵；单根电缆在通过楼板预留孔处应用矿棉或玻璃纤维填塞，填塞厚度应与楼板上下面低 1 厘米，上下两面再用 SDF-III 型防火堵料封堵；

4) 电缆在竖井电缆梯架上安装，电缆桥架在通过楼板预留孔时，主干电缆垂直通过处周围也应进行防火封堵，首先在楼板桥架洞处用 3mm 钢板裁型固定于楼板底面，然后进行防火封堵（材料和方法与单根电缆的封堵相同）。

5 电缆挂标志牌应符合下列规定：

1) 标志牌规格应一致，并有防腐性能，挂装应牢固；

2) 标志牌上应注明电缆编号、规格、型号、电压等级及起始位置；

3) 沿电缆管道敷设的电缆在其两端、拐弯处、交叉处应挂标志牌，直线段应适当增设标志牌。

11.4.8 矿物绝缘电缆敷设操作工艺应符合下列规定：

1 施工准备应符合下列规定：

1) 根据施工现场情况确定电缆位置、走向, 计算长度;

2) 计算敷设电缆所需长度时, 应考虑电缆敷设的附加长度以及留有 1% 的余量, 尽可能避免使用中间接头。

2 电缆进场检查应符合下列规定:

1) 在敷设前, 应对电缆的种类、型号、规格、电压等级等进行详细检查, 电缆检查结果均应符合设计要求, 外观无扭曲、破损等现象;

2) 应用 1000V 兆欧表对电缆线芯之间、线芯与护套间进行绝缘电阻测定, 绝缘电阻应符合标准要求; 不应低于  $100\text{M}\Omega$ 。绝缘电阻测定不合格者, 检查电缆线芯是否受潮; 如受潮, 应加热去潮或锯掉电缆头一段再测试, 直到合格为止; 电缆测试完毕, 应立即用热缩型套管或环氧树脂进行临时密封, 以防受潮;

3) 核对电缆附件包括终端、接线端子、接地片、中间连接器等, 应配套、齐全。

3 矿物绝缘电缆敷设应符合下列规定: :

1) 支架直接裸敷、穿管明敷、防火桥架内裸敷、防火桥架内穿管敷设、穿管埋墙暗敷等; 矿物绝缘电缆外径并不算大, 一般是软态出厂, 电缆敷设与普通电缆敷设一样, 在敷设量不大时, 采用人力放电缆, 大量敷设时可采用专用机械;

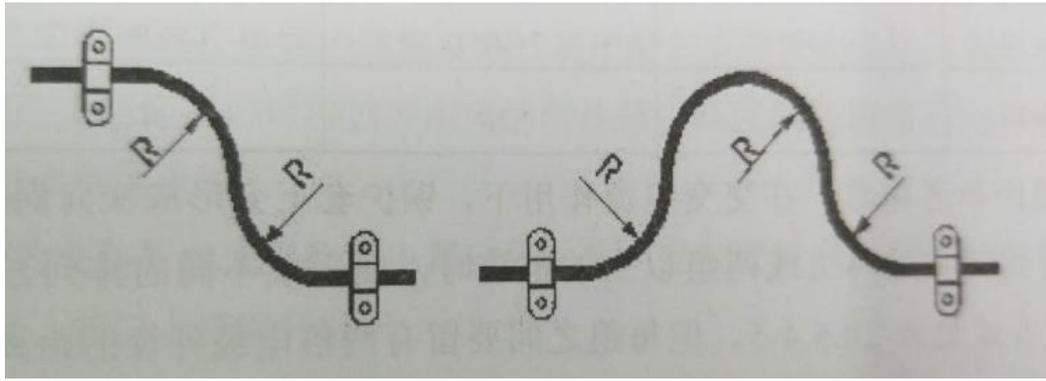
2) 矿物绝缘电缆敷设要利用放缆盘缓慢放缆, 放缆时应一边转动缆盘一边扳直电缆, 必要时可以使用弯曲扳手, 将电缆调直或弯制成需要的弧度;

3) 电缆埋地敷设, 尽量不要有中间接头, 如无法避免, 则接头处需做好防水处理; 对电缆在运行中可能造受到机械损伤的部位, 应采取适当的保护措施;

4) 单芯电缆敷设时, 应逐根敷设, 待每组布齐并矫直后, 再做排列绑扎, 绑扎间距以  $1\text{m}\sim 1.5\text{m}$  为宜。

5) 为防止电缆受潮, 电缆锯断后应立即对其端部进行临时性密封; 电缆应逐段施工, 务必当天截断的当天施工完, 否则将造成氧化镁吸潮, 电缆绝缘下降; 为控制好电缆绝缘, 应每施工完毕一段, 应对其电缆绝缘进行测试。

6) 电缆在沟内、竖井内敷设两端或中间接头处、过管处、或联接用电器可能产生振动时, 均应留有适当余量, 通常要在允许的场合设置“S”形或“ $\Omega$ ”形膨胀弯可参见 11.4.8-1, 其弯曲半径  $R$  不小于 6 倍的电缆外径;



11.4.8-1 膨胀弯示意

7)一般矿物绝缘电缆无需穿管敷设,特殊场合应穿管的可参见表 11.4.8-1、表 11.4.8-2  
(单芯交流电缆不允许单独穿金属管敷设);

表 11.4.8-1 单芯矿物绝缘电缆穿管规格

电缆规格 (mm <sup>2</sup> )		10	16	25	35	50	70	95	120
单芯电缆根数 (根)	2	SC25	SC25	SC32	SC32	SC40	SC40	SC50	SC50
	3	SC25	SC25	SC32	SC32	SC40	SC50	SC50	SC65
	4	SC40	SC50	SC50	SC65	SC65	SC80	SC80	SC100

表 11.4.8-2 多芯矿物绝缘电缆穿管规格

电缆规格	穿管规格	电缆规格	穿管规格 (mm)	电缆规格	穿管规格 (mm)
2×1.0	SC15	2×1.5	SC15	4×1.5	SC15
2×1.5	SC15	2×2.5	SC15	4×2.5	SC20
2×2.5	SC15	2×4.0	SC20	4×4.0	SC20
2×4.0	SC15	2×6.0	SC20	4×6.0	SC20
3×1.0	SC15	2×10	SC20	4×10	SC25
3×1.5	SC15	2×16	SC25	4×16	SC32
3×2.5	SC15	2×25	SC32	4×25	SC40
4×1.0	SC15	3×1.5	SC15	7×1.5	SC20
4×1.5	SC15	3×2.5	SC15	7×2.5	SC20

4×2.5	SC15	3×4.0	SC20	10×1.5	SC25
7×1.0	SC15	3×6.0	SC20	10×2.5	SC25
7×1.5	SC15	3×10	SC25	12×1.5	SC25
7×2.5	SC20	3×16	SC25	12×2.5	SC25
-	-	3×25	SC32	19×1.5	SC32

8) 矿物绝缘电缆敷设时要注意电缆的弯曲半径应符合产品规定或设计要求，产品无规定或设计未要求时，电缆允许最小弯曲半径见表 11.4.8-3 矿物绝缘电缆最小弯曲半径；

表 11.4.8-3 矿物绝缘电缆允许最小弯曲半径

电缆外径 D	$D < 7$	$7 \leq D < 12$	$12 \leq D < 15$	$D \geq 15$
电缆内侧最小弯曲半径	2D	3D	4D	6D

9) 对于大截面单芯电缆，在交变电流作用下，铜护套上会形成横向涡流，造成能量损耗。当线路负荷特别大而需要用两组或两组以上的电缆时，应采取不同的排列方式来减少涡流的影响，常见的排列方式可参见表 11.4.8-4。但每组之间要留有两倍电缆外径的距离，而且每组电缆接线位置应相同。

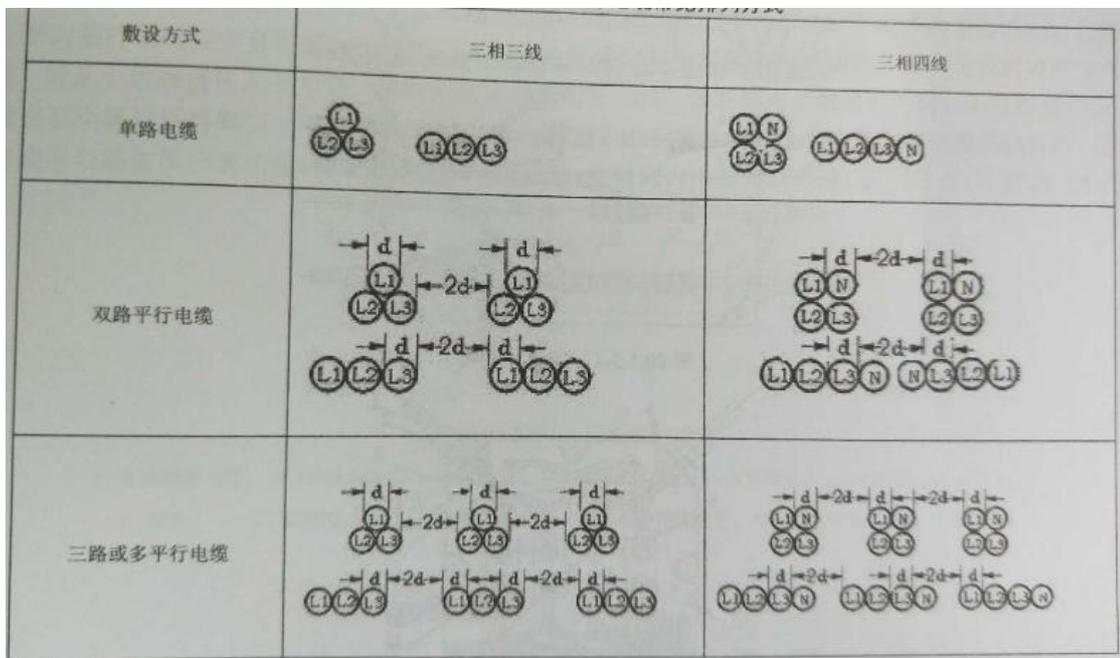


表 11.4.8-4 矿物绝缘电缆常见排列方式

4 矿物绝缘电缆固定应符合下列规定：

1) 电缆敷设后要及时固定，其固定点之间的间距，除在转弯处、中间连接器两侧、应加以固定外，其余电缆段可参见表 11.4.8-5 推荐的数据固定；

表 11.4.8-5 电缆固定点之间的最大距离

电缆外径 (mm)		$D < 9$	$9 \leq D < 15$	$D \geq 15$
固定点之间的最大距离 (mm)	水平	600	900	1500
	垂直	800	1200	2000

2) 不同规格的电缆一起明敷时，从整齐美观考虑，可按最小规格电缆标准要求固定。

5 电缆进配电箱、柜连接：

1) 在电缆进配电箱、柜时为防止电缆在进箱、柜的钢板面上产生涡流，在箱柜的面板上打孔，可参见图 11.4.8-2 中的 a、b、c 三种方式开孔，开口最窄处不应小于 3mm；

2) 固定电缆需在箱、柜的面板上打孔，或加垫非磁性材料的隔板固定电缆，在箱、柜上应按图 11.4.8-3 中的 a、b 方式排列，支架固定，以防涡流产生；

3) 支架一般采用铝母线或铜母线加工制作。

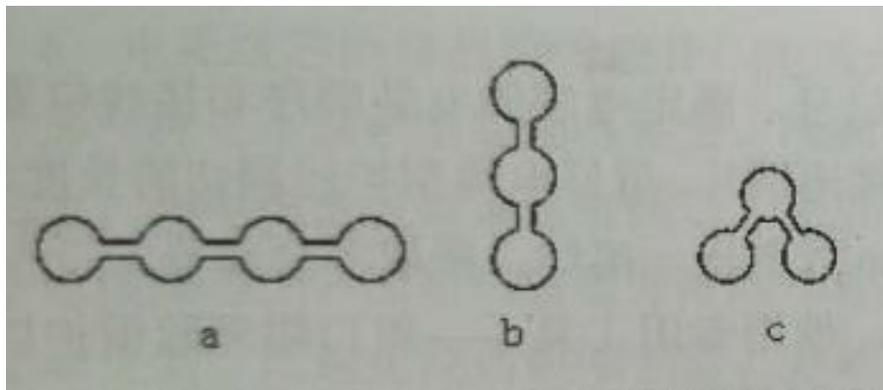


图 11.4.8-2 电气箱、柜进线孔示意图

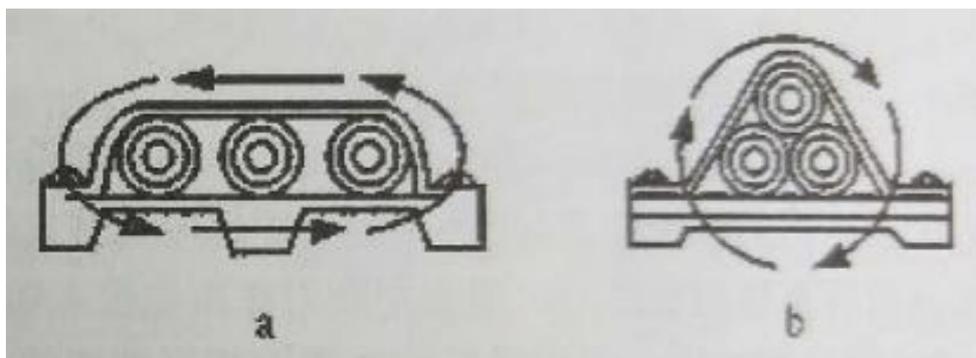


图 11.4.8-3 涡流的产生及其消除措施示意图

6 防火封堵应符合下列规定：

1) 敷设电缆的电缆沟和竖井，按设计要求的位置，做好防火阻隔。

7 电缆挂标志牌应符合下列规定：

1) 标志牌规格应一致，并有防腐性能，挂装应牢固；

2) 标志牌上应注明电缆编号、规格、型号、电压等级及起始位置；

3) 沿电缆管道敷设的电缆在其两端、拐弯处、交叉处应挂标志牌，直线段应适当增设标志牌。

### 11.5 质量标准

11.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 金属电缆支架应与保护导体可靠连接。

2 电缆敷设不得存在绞拧、铠装压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷。

3 当电缆敷设存在可能受到机械外力损伤、振动、浸水及腐蚀性或污染物质等损害时，应采取防护措施。

4 除设计要求外，并联使用的电力电缆的型号、规格、长度应相同。

5 交流单芯电缆或分相后的每相电缆不得单根独穿于钢导管内，固定用的夹具和支架不应形成闭合磁路。

6 当电缆穿过零序电流互感器时，电缆金属护层和接地线应对地绝缘；对穿过零序电流互感器后制作的电缆头，其电缆接地线应回穿互感器后接地；对尚未穿过零序电流互感器的电缆接地线应在零序电流互感器前直接接地。

7 电缆的敷设和排列布置应符合设计要求，矿物绝缘电缆敷设在温度变化大的场所、振动场所或穿越建筑物变形缝时应采取“S”或“Ω”弯。

11.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 电缆敷设应符合下列规定：

1) 电缆的敷设排列应顺直、整齐，并宜少交叉；

2) 电缆转弯处的最小弯曲半径应符合表 11.4.3-1 的规定；

3) 在电缆沟或电气竖井内垂直敷设或大于 45° 倾斜敷设的电缆应在每个支架上固定；

4) 在梯架、托盘或槽盒内大于 45° 倾斜敷设的电缆应每隔 2m 固定，水平敷设的电缆，首尾两端、转弯两侧及每隔 5m~10m 处应设固定点；

5) 无挤塑外护层电缆金属护套与金属支(吊)架直接接触的部位应采取防电化腐蚀的措

施；

6) 电缆出入电缆沟，电气竖井，建筑物，配电(控制)柜、台、箱处以及管子管口处等部位应采取防火或密封措施；

7) 电缆出入电缆梯架、托盘、槽盒及配电(控制)柜、台、箱、盘处应做固定；

8) 当电缆通过墙、楼板或室外敷设穿导管保护时，导管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。

2 直埋电缆的上、下应有细沙或软土，回填土应无石块、砖头等尖锐硬物。

3 电缆的首端、末端和分支处应设标志牌，直埋电缆应设标示桩。

### 11.6 成品保护

11.6.1 电缆及附件的运输、保管，除应符合本章要求外，当产品有特殊要求时，尚应符合产品的要求。

11.6.2 电缆及附件在安装前的保管要求系指保管期限在一年以内者；允许长期保管时，应遵守设备保管的专门规定。

11.6.3 在运输装卸过程中，不应使电缆及电缆盘受到损伤，禁止将电缆盘直接由车上推下，不允许将吊绳直接穿电缆轴孔吊装，以防止孔处损坏。电缆盘不应平放运输、平放储存。

11.6.4 运输及滚动电缆盘前，应检查电缆盘的牢固性。

11.6.5 电缆及附件如不及时安装，应按下列要求储存：

1 电缆应集中分类存放，盘上应标明型号、规格、电压、长度。电缆盘之间应有通道，地基应坚实（否则盘下应加垫），易于排水；橡胶套电缆应有防日晒措施。

2 电缆附件与绝缘材料的防潮包装应密封良好，并置于干燥的室内。

3 电缆在保管期间，应每 3 个月检查一次。木盘应完整，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。

11.6.6 直埋电缆敷设完毕应及时会同建设单位、监理单位进行全线检查（并办隐蔽工程验收记录见表）。如无误，应立即进行铺砂盖砖，以防电缆损坏。

11.6.7 在电缆敷设期间内，竖井内无人工作时，竖井每层的维护检修门应关门上锁，防止已安装好部位损坏。

11.6.8 电缆中间接头制作完成后，应立即安装固定，送电运行。暂时不能送电或有其他作业时，对电缆头加木箱给予保护，防止砸碰。

### 11.7 应注意的问题

11.7.1 电缆敷设的施工人员，工作时应戴好安全帽，穿长袖上衣和长裤，戴手套，穿防钉

鞋。

11.7.2 电缆穿保护管时，送电缆手不可离管口太近，防止挤手。

11.7.3 竖井内电缆支架安装时，每层楼板上的预留孔应遮盖严密，防止在立体作业时掉东西击伤人员。

9.7.4 敷设电缆时，处于电缆转向拐角的人员，应站在电缆弯曲弧的外侧，切不可站在弯曲弧内侧，防止挤伤。

11.7.5 人力拉电缆时，用力要均匀，速度应平稳，看护人员不可站在电缆盘的前方。

11.7.6 超高层垂直电缆施工应注意以下两个方面：

1 力矩保护器应安装在固定滑轮与吊点之间；

2 智能重量显示限制器，主要用于各种重量和力值测量和过载保护场合。整套装置主要有电阻应变式传感器和智能重量显示限制器（二次仪表）两部份组成；具有声光报警并切断起重机起升回路电源和数字显示重量等功能。

11.7.7 在交通道路附近或较繁华地点施工时，电缆沟要设栏杆和标志牌，夜间要设置红色标志灯。

11.7.8 施工中所剩的电缆头及绝缘层等，不得随地乱丢，应分类收集，电缆的包装不得随处丢弃，要工完场清。

## 12 导线、电缆连接

### 12.1 材料要求

12.1.1 L1、L2、L3 相线、中性导体 (N) 及保护接地导体 (PE) 的颜色, 应按规定分别为黄色、绿色、红色、淡蓝色、黄绿双色, 灯具开关控制线宜使用白色导线。

12.1.2 导线连接器应符合下列规定:

1 适用于电气线路中的截面积为  $6\text{mm}^2$  及以下铜导线的连接。

2 导线连接器有无螺纹型 (包括通用型和推线式)、扭接式、螺旋型。

3 进场验收时应提供检测报告以及使用说明等技术文件; 如果为进口产品, 则应提供上述中文版质量保证资料 (商检证明) 等文件。

12.1.3 套管应包括有铜套管、铝套管、铜铝过渡套管三种, 选用时应采用与导线材质、规格相配套的套管。

12.1.4 应根据导线的根数和总截面积选择相应的接线端子。

12.1.5 焊锡应由锡、铅、铋等元素制成的条状和丝状低熔点 ( $185\text{-}260^\circ\text{C}$ ) 合金。

12.1.5 焊剂应能清除铜或铜合金焊件污物和抑制表面氧化物的专用焊接膏或松香。

12.1.6 辅助材料应包括塑料绝缘胶带、塑料绝缘带、阻燃黑绝缘胶布、滑石粉等。

### 12.2 主要机具

12.2.1 主要工具应包括克丝钳、尖嘴钳、剥线钳、压接模块、液压钳、放线架 (放线车)、电锡锅电工刀、各种规格的一字、十字螺丝刀。

12.2.2 测试仪表应包括万用表、兆欧表。

### 12.3 作业条件

12.3.1 在土建结构施工、墙面、地面、抹灰作业完成, 配合土建工程顶棚施工配管、槽盒安装完毕, 配管穿线工程、槽盒布线工程完成 (带好护口)。

12.3.2 导线绝缘电阻测试应合格。

### 12.4 操作工艺

12.4.1 工艺流程应符合下列规定:

1 导线连接器连接工艺流程应符合图 12.4.1-1 的规定:

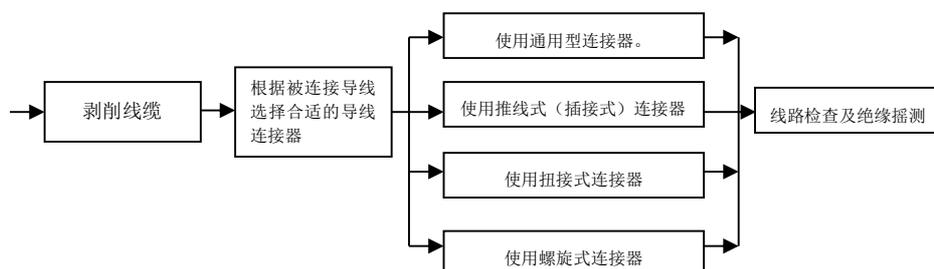


图 12.4.1-1 导线连接器连接工艺流程

2 导线、电缆套管端子压接工艺流程应符合图 12.4.1-2 的规定：

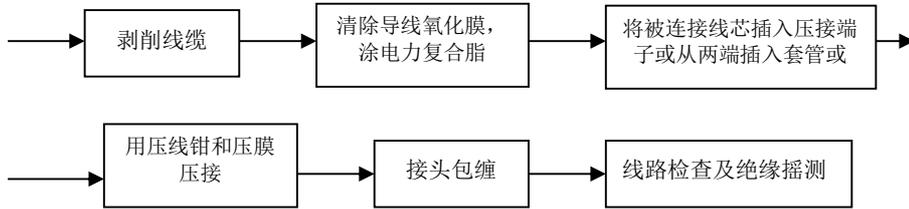


图 12.4.1-2 导线、电缆套管端子压接工艺流程

3 导线、电缆缠绕涮锡连接工艺流程应符合图 12.4.1-3 的规定：



图 12.4.1-3 导线、电缆缠绕涮锡连接工艺流程

12.4.2 剥削线缆应符合下列规定：

1 由于各种导线截面、绝缘层薄厚程度、分层不同，因此应合理选用剥削工具；常用工具有电工刀、多功能快速剥线钳和固定线规剥线钳；见图 12.4.2-1。

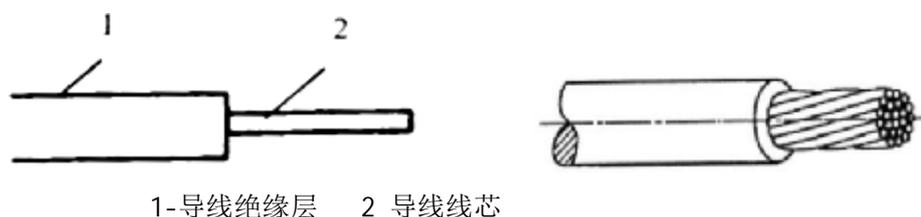


图 12.4.2-1

2 导线绝缘层剥除方法

1) 采用单层剥削法时， $6\text{mm}^2$  及以下的聚氯乙烯绝缘导线，使用多功能快速剥线钳，按照规定的剥线长度调节定位装置，将准备好的缆线放入剥线刀口至定位装置，按压工具手柄，即完成剥线；使用固定线规剥线钳时，需要根据导线规格选择相应的剥线刀口，将准备好的导线放在剥线工具的刀刃中间，选择好要剥线长度，握住剥线工具手柄，将导线夹住，缓缓用力使导线外表皮慢慢剥落，松开工具手柄，取出导线，这时导线线芯整齐露出外面，其余

绝缘层完好无损；单芯导线不得损伤导线线芯，多股软导线剥除导线绝缘层后，不得出现线芯松散和断丝，应及时绞紧涮锡，导线不得使用电工刀刀刃在导线绝缘层外周环割；见图 12.4.2-2。



1-导线绝缘层 2 导线线芯

图 12.4.2-2 单层剥削法

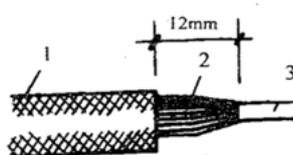
2) 采用分层剥削法时，一般适用于两层及以上绝缘层的导线剥削，如编织橡皮绝缘导线，用电工刀先剥去外层编织层，并留有约 12mm 的绝缘台，线芯长度随接线方法而定；见图 12.4.2-3；



1-导线外编织层 2-导线内绝缘层 3-导线线芯

图 12.4.2-3 分层剥削法

3) 采用斜削法时，用电工刀以 45° 角倾斜切割绝缘层，当切近线芯时停止用力，随后将刀面倾斜角度改为 15° 左右，沿着线芯表面向前端推出，然后把残存的绝缘层剥离线芯，用刀口插入背部以 45° 角削断 12mm；见图 12.4.2-4；



1-导线外绝缘层 2-导线内绝缘层 3-导线线芯

图 12.4.2-4 斜削法

### 12.4.3 导线连接器连接工艺应符合下列规定：

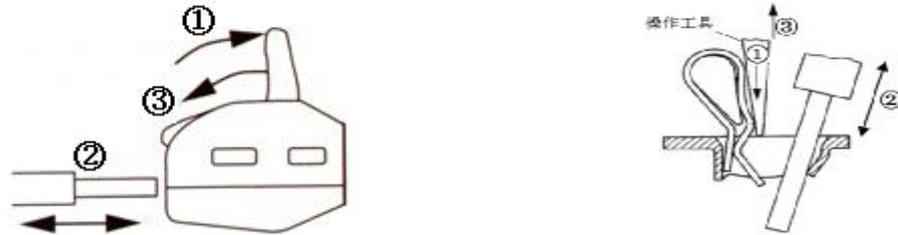
1 通用型导线连接器连接应符合下列要求：

1) 通用型导线连接器适用于电气线路中截面积为 6mm<sup>2</sup> 及以下范围内，单芯、多股铜导线的连接；

2) 采用通用型连接器连接导线时，先将导线夹紧件打开，将符合剥线要求的导体放入连接器孔并至最大深度，再将导线夹紧件复位。通过连接器本身的辅助装置或简单的操作

工具打开夹紧件①，然后插入导线②，再将辅助装置复位或取出操作工具③，即完成导线的安装；见图 12.4.3-1；

3) 拆卸通用型连接器时，将导线夹紧件打开，即可将被拆分导体从连接器中取出。



a 带辅助装置（摇杆式）的连接器操作

b 使用简单的工具操作

图 12.4.3-1 通用型连接器的安装与拆卸

2 推线式（插接式）导线连接器连接应符合下列要求：

1) 推线式（插接式）导线连接器适用于电气线路中截面积为  $6\text{mm}^2$  及以下范围内，单芯铜导线和经焊锡处理的（软）导线的连接；

2) 安装推线式（插接式）连接器时，将符合剥线要求的平直导体推进连接器孔，并至最大深度即完成安装；

3) 拆卸推线式（插接式）连接器时，双手分别握持被拆分导线和连接器，往复转动连接器，同时向外拔，见图 10.4.3-2 所示，即可拆下被连接导线；

4) 当正确使用条件下的拆卸推线式（插接式）连接器，拆卸后肉眼观察无明显损坏，则仍可重复使用。

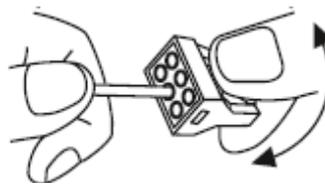


图 12.4.3-2 推线式连接器的导线拆卸示例

12.4.4 连接套管、端子压接连接工艺应符合下列要求：

1 运用冷态机械压接原理，将连接套管内两端导线压接形成金相渗透，构成导电通路；为达到冷态机械压接工艺质量的可靠性，应符合下列基本要求：

- 1) 连接套管规格、形状与连接导线截面积相对应；
- 2) 连接套管、接线端子与芯线材质相同；
- 3) 压模的规格、形状与连接套管及连接导线截面积相对应；
- 4) 连接导线表面和连接套管内壁应彻底清除氧化膜。

2 圆形套管压接应符合下列要求：

- 1) 清除芯线表面的氧化膜，涂覆抗氧化电力复合脂；
- 2) 将要连接的芯线分别插入圆形套管的两端，各插到套管一半处，见图 12.4.4-1；

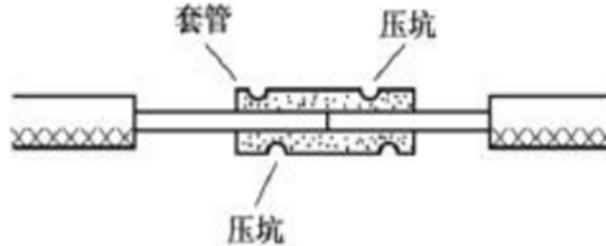


图 12.4.4-1 圆形套管压接示意图

3) 采用相应圆形套管规格的压模压接。

3 椭圆形套管压接应符合下列要求：

- 1) 清除芯线表面的氧化膜，涂覆抗氧化电力复合脂；
- 2) 将要连接的芯线分别对插入椭圆形套管，椭圆形套管两端分别露出 4mm。见图

12.4.4-2；

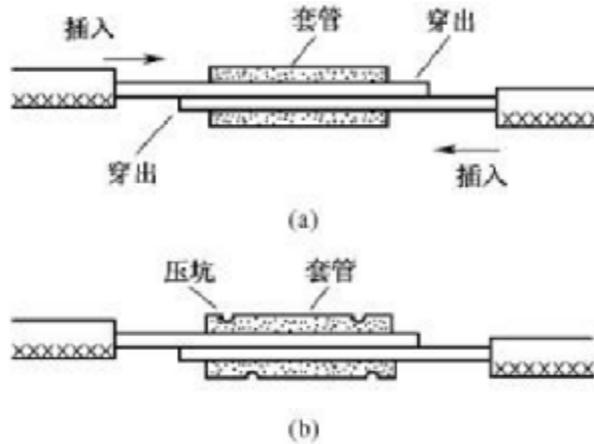


图 12.4.4-2 椭圆形套管压接示意图

3) 采用相应椭圆形套管规格的压模压接。

4 管型套管、接线端子压接应符合下列要求：

- 1) 清除芯线表面的氧化膜，涂覆抗氧化电力复合脂；
- 2) 将要连接的导线分别插入管型套管、接线端子。见图 12.4.4-3、图 12.4.4-4；

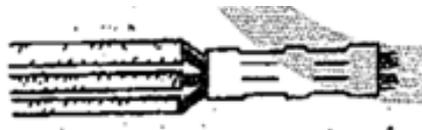


图 12.4.4-3 管型套管压接示意图

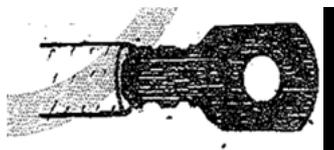


图 12.4.4-4 接线端子压接示意图

3) 管型套管采用相应规格压模压接两道，接线端子环压一道。

5) 管型套管、接线端子压接连接绝缘应符合下列要求：

1) 各型套管采用高分子绝缘套管热缩或绝缘胶带包缠；

2) 接线端子的导线外露部分应小于 2mm，外露部分采用高分子绝缘套管热缩或绝缘胶带包缠。

12.4.5 缠绕涮锡连接工艺应符合下列规定：

1) 不同导线类型的连接应符合下列要求：

1) 单芯导线与单芯导线连接，单芯导线缠绕 5~7 圈，见图 12.4.5-1；

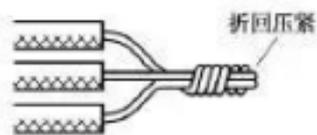


图 12.4.5-1

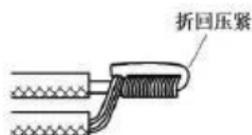


图 12.4.5-2

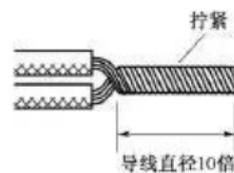


图 12.4.5-3

2) 单芯导线与多股软导线，多股软线涮锡后缠绕 5~7 圈，见图 12.4.5-2；

3) 多股软导线与多股软导线连接，见图 12.4.5-3。

2) 导线接头涮锡应符合下列要求：

1) 放入锡锅内的焊锡熔化状态温度应适度并保持恒温；

2) 将导线缠绕接头涂抹焊剂后放入锡锅涮锡；

3) 导线连接处涮锡工序完成后，用棉布将涮锡处的污物擦除干净。

3) 导线接头包扎应符合下列要求：

1) 先用塑料绝缘带从导线接头处始端的完好绝缘层开始，缠绕 1~2 个绝缘带宽度，再以半幅宽度重叠进行缠绕。在包缠过程中应尽可能地收紧绝缘带；最后在绝缘层上缠绕 1-2 圈后，再进行回缠，至少包缠 2 层；

2) 采用橡胶绝缘带包扎时, 应将其拉长 2 倍后再进行缠绕, 然后再用阻燃黑胶布包扎, 包扎时要衔接好, 以半幅宽度边压边进行缠绕, 同时在包扎过程中收紧胶布, 导线接头处两端应用阻燃黑胶布包封严密; 包扎后应呈枣核形, 见图 12.4.5-4; 潮湿场所应使用聚氯乙烯胶带或涤纶胶带。

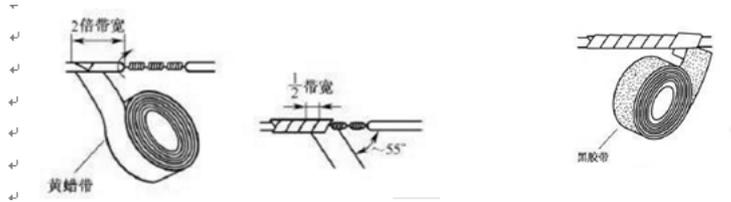


图 12.4.5-4

## 12.5 质量标准

12.5.1 主控项目应符合下列要求:

- 1 导线的规格、型号应符合设计要求和国家标准规定。
- 2 照明线路的绝缘电阻不应小于 0.5 M $\Omega$ , 动力线路的绝缘电阻值不应小于 1 M $\Omega$ 。
- 3 低压或特低压配电线路线间和线对地间的绝缘电阻值不应小于表 12.5.1-1 的规定, 矿物绝缘电缆线间和线对地间的绝缘电阻应符合国家产品技术标准的规定。

表 12.5.1-1 低压或特低压配电线路绝缘电阻最小值

标称回路电压 (V)	直流测试电压 (V)	绝缘电阻 (M $\Omega$ )
SELV 和 PELV	250	0.5
500 V 及以下, 包括 FELV	500	0.5

4 电缆端子与设备或器具采用螺栓连接时, 应符合下列规定:

- 1) 连接螺栓两侧有平垫圈, 相邻垫圈间有大于 3mm 的间隙, 螺母侧装有弹簧垫圈或锁紧螺母;
  - 2) 螺栓受力均匀, 不使电器或设备的接线端子受额外应力。
- 5 涮锡接头涮锡应均匀饱满。

12.5.2 一般项目应符合下列规定:

1 导线连接器连接接头应符合下列要求:

- 1) 导线连接器件外壳应完好无破裂;
- 2) 被连接导线的导体部分不应外露;
- 3) 无螺纹型连接器所连接的导线应插接到位;

- 4) 扭接式连接器外部导线应至少出现 1 圈扭绞状态。
- 5) 螺纹型连接器（含螺纹型接线端子块或端子排）的压紧螺丝应拧紧；
- 6) 多尘或潮湿场合，导线连接器的防护等级应为 IP5X 或 IPX5，当连接器防护等级达不到线路设计要求时，接线盒（箱）应满足防护等级要求。

2 导线与电器或设备的连接应符合下列规定：

- 1) 截面积在 10mm<sup>2</sup> 及以下的单芯铜芯线直接与设备或器具的端子连接；
  - 2) 截面积在 2.5 mm<sup>2</sup> 及以下的多芯铜芯线接续端子或拧紧搪锡后与设备或器具的端子连接；
  - 3) 截面积大于 2.5 mm<sup>2</sup> 的多芯铜芯线，除设备自带插接式端子外，接续端子后与设备或器具的端子连接；多芯铜芯线与插接式端子连接前，端部拧紧搪锡；
  - 4) 每个设备或器具的端子接线不多于 2 根导线或 2 个连接金具；
  - 5) 绝缘导线、电缆的线芯连接金具(连接套管和端子)，其规格应与线芯的规格适配，且不得采用开口端子，其性能应符合国家现行有关产品标准的规定；
  - 6) 当接线端子规格与电气器具规格不配套时，不应采取降容的转接措施。
- 3 导线采用缠绕搪锡连接时，连接头缠绕搪锡后应采取可靠绝缘措施。

## 12.6 成品保护

12.6.1 导线涮锡连接并经绝缘处理后，应放置在接线盒（箱）内，其防护等级应满足线路设计要求。

12.6.2 当导线连接器防护等级达不到线路设计要求时，其连接器接头应放置在接线盒（箱）内，以满足防护等级要求。

12.6.3 套管连接导线后，中间接头应放置于接线盒（箱）内；压接端子连接导线后应及时压接到所连接的器具上，其防护等级应满足线路设计要求。

## 12.7 应注意的问题

12.7.1 涮锡作业时，焊锡应选用无铅产品，避免产生有害气体物质损害作业人员健康；涮锡作业应具有防止烫伤、预防火灾措施。

12.7.2 废旧电线、电缆等废弃物应及时回收。

## 13 电动机、电加热器及电动执行机构检查接线

### 13.1 材料要求

13.1.1 设备应有铭牌，注明制造厂名，出厂日期、规格、型号及出厂合格证等有关技术资料，附件齐全，电气接线端子完好，设备器件无缺损，涂层完整。

13.1.2 查验合格证和随带技术文件，生产许可证和强制性认证文件。

13.1.3 与电动机配套的控制、保护、起动设备应完好齐全。

13.1.4 除电机安装用螺栓外，均应采用热镀锌螺栓，并配相应的热镀锌螺母平垫圈、弹簧垫。

### 13.2 主要机具

13.2.1 搬运吊装机具应包括汽车吊、卷扬机、吊链、龙门架、绳扣、道木、钢丝绳、滚杠。

13.2.2 安装机具应包括台钻、砂轮、电焊机、气焊工具、手电钻、电锤、台虎钳、活扳手、榔头、套丝板、油压钳。

13.2.3 测试器具应包括 钢卷尺、钢板尺、塞尺、水平尺、红外线水平仪、线坠、兆欧表、万用表、转速表、电子点温计、测电笔、钳型电流表、相序指示仪。

### 13.3 作业条件

13.3.1 施工图及技术资料应齐全无误。

13.3.2 土建工程基本施工完毕，屋顶、楼板工作已完成，不得有渗漏现象，门窗完好。

13.3.3 室外安装的电机，应有防潮、防雨措施。

13.3.4 电动机的基础应达到允许安装的强度，地脚螺栓孔、预埋件、电缆管位置、尺寸和质量应符合设计和国家现行有关标准的规定。

13.3.5 安装场地应清理干净，道路畅通。

13.3.6 电动执行机构驱动的设备已安装完成，且初验合格。

13.3.7 应具备相应容量的试运行电源。

### 13.4 操作工艺

13.4.1 电动机、电加热器及电动执行机构检查接线工艺流程应符合图 13.4.1 的规定：

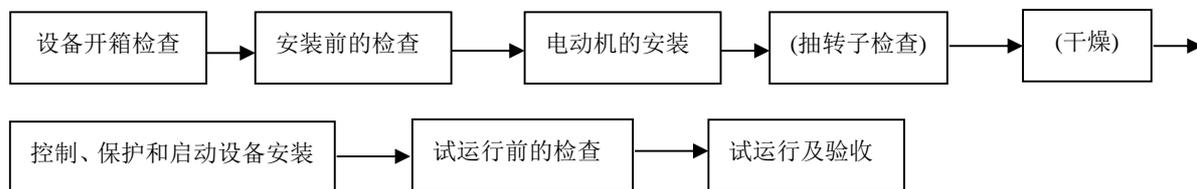


图 13.4.1 电动机、电加热器及电动执行机构检查接线工艺流程

13.4.2 操作工艺应符合下列规定：

1 设备开箱检查应符合下列要求：

1) 设备开箱点件应由安装单位、供货单位，会同建设单位代表共同进行，并做好记录；

2) 应按照设备清单、技术文件, 对设备及其附件、备件的规格、型号、数量进行详细核对。

2 安装前的检查应符合下列要求:

1) 设备外观应完好, 附件、备件应齐全、无损伤, 绕组绝缘电阻值应满足产品技术文件要求; 电动执行机构的紧固件不得松动, 可动部件应灵活可靠;

2) 定子和转子分箱装运的电动机, 其铁芯、转子的表面及轴颈的保护层应完整, 并应无损伤和锈蚀现象;

3) 盘动转子应灵活, 不得有碰卡声;

4) 润滑脂应无变色、变质及变硬等现象, 其性能应符合电动机的工作条件;

5) 可测量空气间隙的电动机, 其气隙的不均匀度应满足产品技术文件要求, 当无要求时, 各点气隙与平均气隙的差值不大于平均气隙的 5%;

6) 电动机接线盒内的空间应满足电缆曲绕压接的需要, 引出线鼻子焊接或压接应良好, 编号应齐全, 接线端子支持强度应能承受电缆弯曲产生的应力, 电缆在接线盒内不应受外力挤压和磨损, 裸露带电部分的电气间隙应满足产品技术文件要求;

7) 应检查绕线式电动机的电刷提升装置, 动作顺序应满足产品技术文件要求;

8) 电动机接线盒密封性能应满足电机防护等级要求;

9) 电动机过电压保护器、加热器及测温元件检查, 应满足产品技术文件要求;

8) 电动机的性能应符合电动机周围工作环境的要求。

3 电动机的安装应符合下列要求:

1) 大型电动机安装需要搬运和吊装时应有起重工配合;

2) 应审核电动机安装的位置是否满足检修操作运输的方便;

3) 固定在基础上的电动机, 一般应有不小于 1.2m 维护通道;

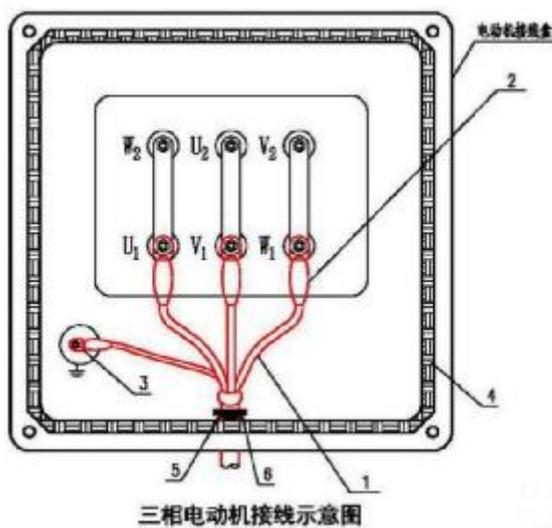
4) 采用水泥基础时, 如无设计要求, 基础重量一般不小于电动机重量的 3 倍; 基础各边缘应超出电动底座边缘 100 mm~150mm;

5) 稳固电机的地脚螺栓应与砼基础牢固地结合成一体, 浇灌前预留孔应清洗干净, 螺栓本身不应歪斜, 机械强度满足要求;

6) 电刷的刷架刷握及电刷的安装应符合安装规范要求;

7) 电动机接线方式应与供电电压相符;

8) 电动机、电加热器及电动执行机构的外露可导电部分应与保护导体可靠连接; 电机接线示意图见 13.4.2-1。



13.4.2-1 电动机接线示意图

1. 电缆；2. 热缩套管；3. 接地端子；4. 密封圈；5. 防火封堵；6. 电缆卡子

4 当电动机有下列情况之一时,应抽转子检查:

- 1) 出厂日期超过制造厂保证期限;
- 2) 外观检查或电气试验,质量可疑时;
- 3) 开启式电动机端部检查可疑时;
- 4) 试运转时有异常情况。

5 电动机抽转子检查应符合下列要求:

- 1) 电动机内部应清洁无杂物;
- 2) 电动机的铁芯、轴颈、集电环和换向器应清洁、无伤痕和锈蚀,通风孔无阻塞;
- 3) 绕组绝缘层应完好,绑线应无松动;
- 4) 定子槽楔应无断裂、凸出和松动,并按产品技术文件要求检查端部槽楔应嵌紧;
- 5) 转子的平衡块及平衡螺丝应紧固锁牢,风扇方向应正确,叶片应无裂纹;
- 6) 磁极及铁轭固定应良好,励磁绕组应紧贴磁极,且不应松动;
- 7) 鼠笼式电动机转子铜导电条和端环应无裂纹,焊接应良好;浇铸的转子表面应光滑平

整;导电条和端环不应有气孔、缩孔、夹渣、裂纹、细条、断条和浇注不满;

- 8) 电动机绕组的连接应正确,焊接应良好;
- 7) 直流电动机的磁极中心线与几何中心线应一致;
- 9) 电动机的滚动轴承检查应符合下列规定:

a 轴承工作面应光滑清洁、无麻点、裂纹或锈蚀,并应记录 轴承型号;

b 轴承的滚动体与内外圈接触应良好、无松动,转动应灵活 无卡涩,其间隙应满足产品技术文件要求;

c 加入轴承内的润滑脂应填满其内部空隙的 2/3;不得将不同品种的润滑脂填入同一轴承内。

6 电动机干燥应符合下列规定:

1) 电动机由于运输、保管或安装后受潮,绝缘电阻或吸收比达不到规范要求,应进行干燥处理;

2) 电动机干燥工作,应由有经验的电工进行,在干燥前应根据电机受潮情况制定烘干方法及有关技术措施,经批准后实施;

3) 烘干温度要缓慢上升,一般每小时升温  $5^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ ,铁芯和线圈的最高温度应控制在  $70^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ ;

4) 当电动机绝缘电阻值达到规范要求时,在同一温度下经 5h 稳定不变时,方可认为干燥完毕;

5) 烘干工作可根据现场情况、电动机受潮程度选择以下方法进行:

a 采用循环热风干燥室进行烘干;

b 灯泡干燥法。灯泡可采用红外线灯泡或一般灯泡使灯光直接照射在绕组上,温度高低的调节可用改变灯泡瓦数来实现;

c 电流干燥法。采用低压电压,用变阻器调节电流,其电流大小宜控制在电机额定电流的 60%以内,并应设置测温计,随时监视干燥温度。

7 控制、保护和启动设备安装应符合下列规定:

1) 电动机的控制和保护设备安装前应检查是否与电机容量相符;

2) 控制和保护设备的安装应按设计要求进行,一般应装在附近;

3) 电动机、控制设备和所拖动的设备应对应编号;

4) 引至电动机接线盒的明敷导线并应加强绝缘,易受机械损伤的地方应套保护管;刚性导管经柔性导管与电动机接线盒连接时,柔性导管的长度不大于 0.8m,潮湿场所应煨出 U 形滴水弯;

5) 直流电动机、同步电机调节电阻回路及励磁回路的连接,应采用铜导线,导线不应有接头;调节电阻器应接触良好,调节均匀;

6) 电动机应装设过流和短路保护装置,并应根据设备需要装设相序、断相和欠电压保护装置;

7) 自耦减压起动器应垂直安装, 油浸式起动器的油面不得低于标定油面线; 减压抽头在 65%~80%额定电压下, 应按负荷要求进行调整; 起动时间不得超过自耦减压起动器允许的起动时间;

8) 电动机保护元件的选择应符合设计要求。

13.4.3 试运行前的检查应符合下列规定:

1 土建工程全部结束, 现场清扫整理完毕;

2 设备本体安装检查结束;

3 冷却、调速、润滑、温度检测等附属系统应安装完毕, 验收合格, 润滑脂应无变色、变硬、变质的现象, 分部试运行情况良好, 性能应符合电动机的工作条件;

4 电动机保护、控制、测量、信号、励磁等回路的调试应完毕动作正常;

5 多速电动机的接线、极性应正确。连锁切换装置应动作可靠, 操作程序应符合产品技术条件规定;

6 电动机的电气开关柜、电缆防火封堵施工应完毕, 并应验收合格;

7 电动机及控制按钮、事故按钮等装置应标识准确、齐全、清晰;

8 有固定转向要求的电动机, 试车通电前应检查电动机与电源的相序, 并应一致。

9 电动机试验应符合下列规定:

1) 测量绝缘电阻: 低压电动机使用 1000V 兆欧表测量, 绝缘电阻值应大于  $0.5M\Omega$ ;

2) 1KV 及以上电动机应作交流耐压试验;

3) 1KV 以上或 1000KW 以上、中性点连线已引出至出线端子板的定子绕组应分相作直流耐压及泄漏试验;

4) 1KV 以上 100kW 以上的电动机应测量各相绕组直流电阻值, 相互差别不应大于其最小值的 2%; 中性点未引出的电动机, 可测量线间直流电阻值, 其相互差别不应大于最小值的 1%。

10 电刷与换向器或集电环的接触应良好;

11 盘动电机转子应转动灵活, 无卡阻现象;

12 电动机接线端子与电缆的连接、相位应正确, 且应固定牢固, 连接紧密; 直流电动机串励回路接线应正确, 接线形式应与其励磁方式相符;

13 电动机外壳应油漆完整, 保护接地良好;

14 电动执行机构通电前, 应检查执行机构的电源电压是否符合要求, 电动执行器与控制器输出的标准信号是否匹配。

#### 13.4.4 试运行及验收应符合下列规定:

1 交流电动机应先进行空载试运行,空载运行时间宜为 2h 以上直至电动机轴承温度稳定为止;直流电动机空载运转时间不宜小于 30min;做好电动机空载电流电压记录;

2 电机试运行接通电源后,如发现电动机不能起动和起动时转速很低或声音不正常等现象,应立即切断电源检查原因;

3 起动多台电动机时,应按容量从大到小逐台起动,不能同时起动;

4 交流电动机带负荷起动次数应符合产品技术文件的规定,如产品无规定时,应符合下列规定:

1) 在冷态时可启动 2 次。每次间隔时间不得小于 5min;

2) 在热态时,可启动 1 次;当处理事故或启动时间不超过 3s 时,可再启动 1 次;

5 电机试运行中应进行下列检查:

1) 电机、风扇的旋转方向符合要求,声音正常;

2) 换向器、集电环及电刷的工作情况正常;

3) 启动电流、启动时间、空载电流应符合要求;

4) 电动机的温度不应有过热现象;

5) 滑动轴承温度不应超过 80℃,流动轴承温度温升不应超过 75℃;

6) 电动机的振动应符合规范要求。

6 电机验收时,应提交下列资料 and 文件:

1) 设计变更洽商;

2) 产品说明书、试验记录、合格证等技术文件;

3) 安装记录(包括电机抽芯检查记录、电机干燥记录等);

4) 调整试验记录。

### 13.5 质量标准

#### 13.5.1 主控项目应符合下列规定:

1 电动机、电加热器及电动执行机构的外露可导电部分应与保护导体可靠连接。

2 低压电动机、电加热器及电动执行机构的绝缘电阻值不应小于 0.5MΩ。

3 高压及 100kW 以上电动机的交接试验应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。

#### 13.5.2 一般项目应符合下列规定:

1 电气设备安装应牢固,螺栓及防松零件齐全,不松动。防水防潮电气设备的接线入口

及接线盒盖等应做密封处理。

2 除电动机随机技术文件说明不允许在施工现场抽转子检查外,有下列情况之一的电动机,应抽转子检查:

- 1) 出厂时间已超过制造厂保证期限;
- 2) 外观检查、电气试验、手动盘转和试运转有异常情况。

3 电动机抽转子检查应符合下列规定:

- 1) 电动机内部应清洁无杂物;
- 2) 线圈绝缘层应完好、无伤痕,端部绑线不应松动,槽楔应固定、无断裂、无凸出和松动,引线应焊接饱满,内部应清洁、通风孔道无堵塞;

- 3) 轴承应无锈斑,注油(脂)的型号、规格和数量应正确,转子平衡块应紧固、平衡螺丝锁紧,风扇叶片应无裂纹;

- 4) 电动机的机座和端盖的止口部位应无砂眼和裂纹;

- 5) 连接用紧固件的防松零件应齐全完整;

- 6) 其他指标应符合产品技术文件的特有要求。

4 电动机电源线与出线端子接触应良好、压接牢固、防松附件齐全、清洁,高压电动机电源线紧固时不应损伤电动机引出线套管。

5 在设备接线盒内裸露的不同相间和相对地间电气间隙应符合产品技术要求,否则应采取绝缘防护措施。

### 13.6 成品保护

13.6.1 电机及其附属设备安装在机房内,机房门应加锁。非安装人员不得入内。

13.6.2 电机及附属设备如安装在室外,根据现场情况采取必要的保护措施,控制设备的箱、柜要加锁。

13.6.3 施工各工种之间要互相配合,保护设备不受碰撞损伤。

13.6.4 电机安装后,应保持机房干燥,以防设备锈蚀。

13.6.5 电机及电机拖动设备安装后,应保持清洁。

13.6.6 起吊电机转子时,不可将吊绳绑在滑环、换向器或轴颈部分;起吊定子或转子时,不得碰伤定子绕组或铁芯。

13.6.7 电动机解体时,应随时将拆卸下来的零件做上记号,以便回装时各就其位;细小零件应放入专用小箱。对不更换润滑脂的轴承,应将它盖好,以免弄脏。

### 13.7 应注意的问题

13.7.1 施工前应对班组所有人员进行安全技术交底。

13.7.2 进入施工现场应佩戴安全帽，劳动保护用品配备齐全；施工现场安全设施齐全，照明充足。

13.7.3 吊装电动机应由起重工指挥操作，起重工应持证上岗。

13.7.4 电动机干燥时，应清理周围易燃物，并配备消防器材。

13.7.5 设备试运行前，应检查设备接线正确无误，摇测设备、线路绝缘，设备接地良好；试运行由电工送电操作。

## 14 插座、风扇安装

### 14.1 材料要求

14.1.1 插座和风扇及其附件应符合下列规定：

1 实行强制认证的产品应有 CCC 标志；防爆产品有防爆标志。

2 插座的面板及接线盒箱体应完整、无碎裂、零件齐全，风扇应无损坏，涂层完整，调速器等附件适配。

3 对插座的电气和机械性能进行现场抽样检测，并应符合下列规定：

1) 不同极性带电部件的电气间隙和爬电距离应不小于 3mm；

2) 绝缘电阻值应不小于  $5M\Omega$ ；

3) 用自攻锁紧螺钉或自切螺钉安装的，螺钉与软塑固定件旋合长度应不小于 8mm，软塑固定件在经受 10 次拧紧退出试验后，应无松动或掉渣，螺钉及螺纹无损坏现象；

4) 金属间相旋合的螺钉螺母，拧紧后完全退出，反复 5 次应仍能正常使用。

4 对插座、接线盒及其面板等塑料绝缘材料阻燃性能有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测。应选用难燃型定型产品，并具有足够的强度；塑料（台）板应平整，无弯翘变形等现象，并有产品合格。

14.1.2 各种插座和吊扇规格、型号应符合设计要求。

14.1.3 吊扇的各种零配件应齐全，扇叶无变形和受损现象，吊杆上的悬挂销钉应装设防震橡皮垫及防松装置。

14.1.4 塑料（台）板应具有足够的强度，台板应平整、无弯翘变形等现象。

14.1.5 辅助材料中金属铁件（膨胀螺栓、木螺丝、机螺栓等）均应是镀锌标准件，其规格、型号应符合设计要求，与组合件应匹配。

### 14.2 主要机具

14.2.1 安装机具应包括盒尺、水平尺、一字形和十字形螺丝刀、圆头锤、电工刀、钢锯、电钻、钻头、电锤、钢丝钳、剥线钳、压接钳、电笔、锡锅、高凳。

14.2.2 检测机具应包括兆欧表、万用表、插座安全检测仪。

### 14.3 作业条件

14.3.1 插座施工前，建筑工程符合下列要求：

1 插座安装有妨碍的模板、脚手架应拆除。

2 顶棚和墙面的喷浆、油漆及内装修等应基本完成，地面清理工作应结束。

14.3.2 线路的导线已敷设完毕，导线绝缘已测试，记录结果应符合要求。

14.3.3 各种管路、接线盒已经敷设完毕，接线盒收口应平整、干净整洁，隐检记录签认齐全。

14.3.4 风扇的安装所需固定点的预埋金属件应完成。

14.3.5 插座、风扇的技术交底及有关材料进场应完成。

#### 14.4 操作工艺

14.4.1 插座、风扇安装工艺流程应符合图 14.4.1 的规定：

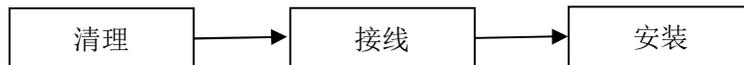


图 14.4.1 插座、风扇安装工艺流程

14.4.2 清理应符合下列要求：

1 器具安装之前，应将预埋盒子内残存的灰块、杂物剔掉清除干净，再用湿布将盒内灰尘擦净。

2 金属盒内有锈蚀，应除锈刷漆；盒内预留的导线如被污染应清理干净（勿损伤导线绝缘层）。

14.4.3 接线应符合下列规定：

1 插座接线应符合下列规定：

1) 应根据插座的类别和安装方式而确定接线方法；

2) 单相双孔插座接线：横向安装时，面对插座的右极接线柱应接相线，左极接线柱应接中性线。竖向安装时，面对插座的上极接线柱应接相线，下极接线柱应接中性线；

3) 单相三孔插座接线时，面对插座上孔的接线柱应接保护接地线，面对插座的右极的接线柱应接相线，左极接线柱应接中性线。

4) 三相四孔插座接线时，面对插座上孔的接线柱应接保护地线，下孔极和左右两极接线柱分别接相线。

5) 插座箱是由多个插座组成，众多插座导线连接时，应采用缠绕涮锡后，然后再作分支线连接。

6) 接线时，首先，将箱内甩出的导线留出维修余量，削出线芯，操作要精心，不得碰伤线芯；将导线按顺时针方向盘绕在、插座对应的接线柱上旋紧压头，连接独芯导线时，可将线芯直接插入接线孔内，紧固顶丝将其导线芯压紧；线芯不得外露。（具体接线见图 14.4.3 所示）

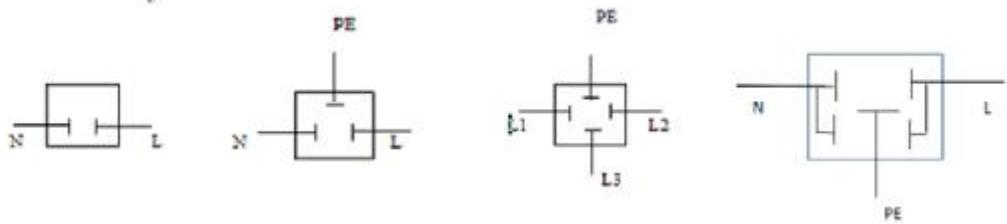


图 14.4.3 插座接线示意图

7) 插座的接地端子不与中性线端子连接，同一场所的三相插座接线的相序及导线的颜色应一致。

8) 交、直流或不同电压的插座安装在同一场所时，应设置明显标志加以区别，其插头与插座应配套，不得互相代用。

9) 接地或中性线在插座间不得串联连接。

2 开关接线应符合下列规定：

1) 同一场所的切断位置应一致，且操作灵活，接点接触可靠。

2) 相线应经控制。接线时应仔细，识别导线的相线与中性线，严格做到控制（即分断或接通）电源相线，应使断开后插座上不带电。

3) 双联及以上的暗扳把，每一联即为一只单独的，能分别控制一回路插座；接线时，应将相线连接好，分别接到上与动触点连通的接线柱上，而将线接到静触点的接线柱上。双联以上单控的相线不应套（串）接。

4) 暗装的应采用专用盒。专用盒的四周不应有空隙，盖板应端正，并应紧贴墙面。

14.4.3 插座安装应符合下列规定：

1 插座应采用安全型插座，其安装的标高应符合设计要求和规范的规定。

2 落地式插座应具有牢固可靠的保护盖板；地插座面板与地面应齐平、紧贴地面、盖板固定牢固密封良好。

3 插座标高允许偏差值应符合以下规定：同一室内安装的插座高度差不宜大于 5mm；并列安装的相同型号的插座高度差不宜大于 1mm。

4 明装插座应安装在塑料台上，位置应垂直端正，用木螺丝固定牢固。

5 暗装插座固定在在专用盒上，面板应端正，紧贴墙面；每一插座能任意使用 I 类和 II 类家用电器。

6 常规家用电器的插座，单相者用三孔插座，三相者用四孔插座，其中一孔应与保护 PE

线紧密连接。

14.4.4 吊扇组装应符合下列规定：

1 不应改变扇叶角度；

2 扇叶的固定螺钉防松零件齐全；

3 杆之间、吊杆与电机之间的螺纹连接，其啮合长度每端不小于 20mm，且防松零件齐全紧固；

4 吊扇应接线正确，当运转时扇叶不应有明显颤动和异常声响；

5 涂层完整，表面无划痕、无污染，吊杆上下扣碗安装牢固到位；同一室内并列安装的吊扇高度一致，且应控制有序不错位。

14.4.5 吊扇安装应符合下列规定：

1 将吊扇托起，并把预埋的吊钩将吊扇的耳环挂牢，然后接好电源接头，注意多股软铜线盘圈涮锡后进行包扎严密，向上推起吊杆上的扣碗，将接头扣于其内，紧贴建筑物表面，拧紧固定螺丝。

2 吊扇挂钩应安装牢固，吊扇挂钩的直径不应小于吊扇悬挂销钉的直径，且不得小于 8mm；吊扇悬挂销钉应装设防震橡胶垫；销钉的防松装置应齐全、可靠。

3 吊扇扇叶距地面高度不宜小于 2.5m。

14.4.6 壁扇安装应符合下列规定：

1 壁扇底座应采用膨胀螺栓固定；膨胀螺栓的数量不应少于两个，且直径不应少于 8mm。壁扇底座固定应牢固可靠。

2 壁扇的安装，其下侧边缘距地面高度不宜小于 1.8m，且底座平面的垂直偏差宜大于 2mm，涂层完整，表面无划痕、无污染，防护罩无变形。

3 壁扇防护罩扣紧，固定可靠，当运行时扇叶和防护罩均应无有明显的颤动和异常声响。

## 14.5 质量标准

14.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 当交流、直流或不同电压等级的插座安装在同一场所时，应有明显的区别，插座不得互换；配套的插头应按交流、直流或不同电压等级区别使用。

2 不间断电源插座及应急电源插座应设置标识。

3 插座接线应符合下列规定：

1) 对于单相两孔插座，面对插座的右孔或上孔应与相线连接，左孔或下孔应与中性导

体（N）连接；对于单相三孔插座，面对插座的右孔应与相线连接，左孔应与中性导体（N）连接。

2) 单相三孔、三相四孔及单相五孔插座的保护接地导体（PE）应接在上孔；插座的保护接地导体（PE）端子不得与中性导体（N）端子连接；同一场所的三相插座，其接线的相序应一致。

3) 保护接地导体（PE）在插座之间不得串接。

4) 相导线与中性导体（N）不应利用插座本体的接线端子转接供电。

4 吊扇安装应符合下列规定：

1) 吊扇挂钩安装牢固，吊扇挂钩的直径不小于吊扇挂销直径，且不小于 8mm；挂钩销钉应有防震橡胶垫；挂销的防松零件齐全、可靠；

2) 吊扇扇叶距地高度不小于 2.5m；

3) 吊扇组装不应改变扇叶角度，扇叶的固定螺栓防松零件齐全；

4) 吊杆间、吊杆与电机间螺纹连接，啮合长度不小于 20mm，且防松零件应齐全紧固；

5) 吊扇接线正确，当运转时扇叶无明显颤动和异常声响；

6) 吊扇安装标高应符合设计要求。

5 壁扇安装应符合下列规定：

1) 壁扇底座采用膨胀螺栓或焊接固定，固定牢固可靠；膨胀螺栓的数量不少于 3 个，且直径不小于 8mm；

2) 壁扇防护罩扣紧，固定可靠，当运转时扇叶和防护罩无明显颤动和异常声响。

14.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 暗装的插座盒与盒应与饰面平齐，盒内干净整洁，无锈蚀，绝缘导线不得裸露在装饰层内；面板应紧贴饰面、四周无缝隙、安装牢固，表面光滑、无碎裂、划伤，装饰帽（板）齐全。

2 插座安装应符合下列规定：

1) 插座安装高度应符合设计要求，同一室内相同规格并列安装的插座高度宜一致；

2) 地面插座应紧贴饰面，盖板应固定牢固、密封良好。

3 温控器安装高度应符合设计要求；同一室内并列安装的温控器高度宜一致，且控制有序不错位。

4 吊扇安装应符合下列规定：

1) 吊扇涂层应完整、表面无划痕、无污染，吊杆上、下扣碗安装应牢固到位；

2) 同一室内并列安装的吊扇高度宜一致，并应控制有序、不错位。

5 壁扇安装应符合下列规定：

1) 壁扇安装高度应符合设计要求；

2) 涂层应完整、表面无划痕、无污染，防护罩应无变形。

6 换气扇安装应紧贴饰面、固定可靠。无专人管理场所的换气扇宜设置定时。

#### 14.6 成品保护

14.6.1 安装、插座时，不得碰坏墙面，要保持墙面的清洁。

14.6.2 插座安装完毕后，不得再次进行喷浆，以保持面板的清洁。

14.6.3 在插座上不能插接超过插座允许的临时负荷。

14.6.4 其他工种在施工时，不要碰坏、碰歪插座。

#### 14.7 应注意的问题

14.7.1 熔化焊锡丝或锡块时，锡锅要干燥，防止锡液爆溅；锡锅手柄处要使用隔热效果比较好的材料。

14.7.2 吊扇安装完毕后一定作通电试验，检查吊扇转动是否平稳，若不平稳及时查找原因。

14.7.3 托儿所、幼儿园及小学等儿童活动场所插座安装高度不小于 1.8m，要采用安全型插座。

14.7.4 插座安装完成后，全数用插座三相检测仪检测插座接线是否正确及漏电保护器动作情况，并且用漏电检测仪检测插座的所有漏电动作时间，不合格的应更换。

14.7.5 插座及吊扇安装所剩的电线头及绝缘层等不得随地乱丢，应分类收集放于指定地点。

14.7.6 吊扇的包装带、及插座的包装盒等不得随地乱丢，应分类收集放于指定地点。

14.7.7 吊扇安装过程中掉下的建筑灰渣应及时清除干净。

## 15 电动车充电桩设备安装

### 15.1 材料要求

#### 15.1.1 主材及设备应符合下列规定：

1 充电设备上级开关应使用具备过流保护和剩余电流保护功能断路器，其额定容量为所选用的充电设备额定容量不低于 1.25 倍。

2 充电设备外壳、电缆、配电箱应选择防腐蚀、阻燃的材料。

3 充电设备应具备良好的绝缘、防水、防尘、防雷和安全保护等功能。

4 充电设备应具备漏电保护功能，输出侧过流和短路保护功能。

5 充电设备应具备急停开关，可通过手动或远方通信的方式紧急停止充电。

#### 15.1.2 辅材应符合下列规定：

1 线缆保护管不应有裂缝和显著的凹瘪现象，管口应无毛刺和尖锐棱角，线缆穿管敷设在易受机械损伤或受较大外力地方时，应采用足够强度的管材。

2 除地脚螺栓及防震装置螺栓外，螺栓等紧固件均应采用镀锌螺栓，防松平垫圈和弹簧垫齐全。

### 15.2 主要机具

15.2.1 施工机具应包括手锤、线轴、混凝土钻孔机、电锤、手电钻、冲击电钻、照明用具、梯子、剥线钳、压接钳、适配螺丝刀等小型工具。

15.2.2 测量仪器（表）应包括接地电阻测试仪、水平尺、线坠、卷尺、万用表、测电笔、钳形电流表、兆欧表等。

15.2.3 安全防护用具应包括围栏围挡、警戒带、安全警示牌、安全帽、绝缘鞋、反光背心、护目镜、手套等。

### 15.3 作业条件

#### 15.3.1 安装前报装手续应符合下列规定：

1 具备充电站（车位）场地产权或场地租赁相关证明材料。

2 具备物业或场地管理方允许建设充电设备的证明。

3 用户应取得用电报装等相关手续。

#### 15.3.2 现场作业条件应符合下列要求：

1 附近具备满足充电设备供电需求的可用电源。

2 安装场地不存在影响公共安全或环境噪音纠纷等现象。

3 土建施工应具备充电桩安装条件。

#### 15.4 操作工艺

15.4.1 电动车充电桩设备安装工艺流程应符合图 15.4.1 的规定：

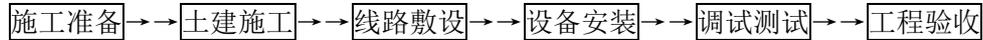


图 15.4.1 电动车充电桩设备安装工艺流程

15.4.2 施工准备应符合下列规定：

- 1 检查充电设备，外观应完好，无损坏、磕碰、变形、漆面划伤脱落等现象。
- 2 检查施工所用电缆、管材、断路器等关键材料应符合规范要求。
- 3 施工前应完成设备图纸、施工方案、安全技术交底等核查。

15.4.3 土建施工应符合下列规定：

- 1 安装需要的墙体、地面、基础、电缆沟等应符合设计要求并满足充电设备安装要求。
- 2 预埋件规格、尺寸及预埋方式应符合设计要求，应做好防腐处理。
- 3 防雷接地网应符合设计要求，接地电阻值应符合设计要求。
- 4 场地排水坡度应符合设计要求，不应积水。

15.4.4 线路敷设应符合下列规定：

1 安装前需对电路进行检查确认，上级电源及断路器容量应满足充电设备功率需求；电源与设备额定电压的偏差应在+7%和-10%之间。

- 2 电线导管、槽盒施工应符合国家验收规范的规定。
- 3 电缆线路路径应避免外力影响、机械震动、化学腐蚀、热影响等区域。
- 4 电缆敷设前应按勘测的路径再次确认电缆长度，电缆中间不应出现接头。
- 5 电缆敷设前应检查电缆外观，应确保电缆绝缘层无损伤且绝缘良好。
- 6 在电缆穿过竖井、墙壁、楼板或配电柜的孔洞处，应做好防火、防水封堵。
- 7 电缆不应与重要公用回路或有弱电线路的回路敷设在同一桥架或线槽中。
- 8 电缆线路明管敷设要求
  - 1) 电缆线路明管敷设应排列整齐；
  - 2) 固定点间距均匀，管卡间距水平间距宜为 1.5m，垂直间距不宜超过 2m；
  - 3) 电缆线路明管敷设时，水平或垂直安装的允许偏差为 1.5%，电缆直径不应大于管内径的 1/2。
- 9 电缆线路桥架敷设应符合下列要求：

1) 电缆在桥架、托盘或金属线槽内横断面积不应大于 40%，桥架上部距顶棚、楼板或梁等障碍物不宜小于 300mm；

2) 水平敷设时，支撑点间距宜为 1.5m~3m；垂直敷设时，其固定点间距不宜大于 2m；

3) 电缆桥架及支架应可靠接地，且全长不应少于 2 处与保护接地导体（PE）做可靠电气连接。

10 沿屋架敷设、室内停车场宜用 PVC 穿线管进行安装。

11 埋地敷设电缆保护方式应采用镀锌钢管或直埋盖板保护。

12 电缆埋设深度应符合设计要求，穿马路或者有车辆通行的地面埋管深度不应低于 700mm，或该地区冻土层以下。

13 埋地敷设挖沟前，应查明敷设沿线地下管线情况，以避免挖沟时损坏水、电等线路及出现其他安全隐患。

14 埋地线路需装设线缆标志牌，字迹应清晰不易脱落。

15 配电箱在室外安装时防护等级应达到 IP54，所有安装孔洞应做好防尘防水保护。

16 壁挂式配电箱安装高度宜为配电箱底距地 1.8m。

17 配电箱的金属外壳、维修门应可靠接地，接地类型和接地电阻应符合国家标准《低压电气装置 第 5-54 部分》GB 16875.3-2017 的规定。

18 配电箱内部线路接线在终端头与接头应留有适量备用长度，接线安装应排列整齐、清晰、美观，导线绝缘应良好、无损伤。

19 导线压头应牢固可靠，导线剥削处不应损伤线芯或线芯过长；导线引出过线孔时，过线孔应光滑无毛刺，应装设绝缘保护套；当接线端子为压接式端子时，独股线直接插入，导线绝缘外皮至端子压板距离宜为 1.0mm~2.0mm；多股线采用相应规格的冷压接头，导线绝缘外皮至接头管之间距离宜为 1.0mm~2.0mm。

15.4.5 充电设备安装应符合下列规定：

1 自用充电设备的安装应满足充电设备说明书要求的工作条件；位置选择应避免接近水源、暖气管线、振动源和粉尘及危险气体等不安全场合；不可占用或遮挡消防设备、设施，满足消防相关要求；宜选择便于施工、方便使用且减少对现场破坏的位置；应考虑充电电缆长度和车辆停放位置，室外安装时应考虑防雨、防尘、防雷措施。

2 落地式充电设备的安装应安装在高于地面不小于 200mm 的混凝土基座上，容易水浸或积雪的位置，应适当提高基座的高度。安装完毕后，桩体的下部进线孔应可靠封堵，防止进水受潮；宜在充电设备的四周安装防撞装置或在车位安装车挡。

3 壁挂式充电设备安装在墙面或立柱上时，安装高度宜为充电设备底部距地面高度 1.2m~1.4m。

4 充电设备安装不垂直度不应超过 5%。

5 充电设备操作面板、充电桩充电连接器、急停按钮应在便于客户操作的位置；对于落地式充电桩，应留出维护或检修操作的足够空间。

6 充电设备在室外安装时，防护等级应达到 IP54，。

7 充电设备的金属外壳、门应可靠接地，室外安装在无法取得建筑物接地的情况下，应设置独立的接地装置，其接地电阻不应大于 4 欧姆。

8 接地类型和接地电阻应符合现行国家标准《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》GB/T16895.3-2017 的要求，不应使用 TN-C 和 IT 系统。

9 充电设备电缆接线在终端头与接头处应留有适量备用长度。

15.4.6 充电设备调试、测试应符合下列规定：

1 检查各部件安装是否紧固，标识正确，结构件无变形、毛刺、无锈蚀等。

2 检查各部件连接线，应连接正确、无松动、虚接、线号标识正确，柜体内部无其他杂物。

3 用万用表检查交流输入侧、输出侧相间及各相对 PE 间应不导通。

4 使用兆欧表进行输入对 PE、输出对 PE 绝缘测试，绝缘阻值应大于 10MΩ。

5 闭合桩体进线开关，进行功能调试、参数配置、系统联调等操作。

6 功能测试，测试充电桩充电、显示、计量、通讯及各项保护功能、各项性能指标等是否达到设计要求和用户要求。

15.4.7 验收应符合下列规定：

1 对充电设备安装工程质量及充电设备性能、功能的各项指标测试应符合设计要求和用户要求，填写验收记录，各参建方签字确认。

2 验收资料应包括以下内容：

1) 设计文件及设计变更文件；

2) 充电设备安装调试记录；

3) 充电设备安装验收记录；

4) 产品质量证明文件：“CCC”、试验记录、合格证、图纸、说明书等技术文件。

## 15.5 质量标准

15.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 所用电缆、配电柜（箱）及充电桩规格、型号、数量应符合设计要求。
- 2 充电设备安装位置应正确。
- 3 充电设备对地绝缘电阻和接地电阻应符合设计要求。
- 4 充电设备显示屏和状态显示灯应显示正确，状态显示灯应无故障、无异常或警告显示。
- 5 充电设备显示的运行数据、计量信息、时钟信息等应准确无误。

#### 15.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 充电设备安装应牢固，螺栓及防松零件齐全，不松动。
- 2 充电设备接线应正确，端子安装紧固、导线压接牢固、无裸露金属。
- 3 充电设备安装不垂直度不应超过 5%。
- 4 应避免高温环境使用 PVC 管、腐蚀环境使用金属管。
- 5 电表箱/配电柜（箱）内断路器，漏电保护器金属导线依据导线直径留出适当长度，无多余导线外露。
- 6 充电设备、配电箱进线处进行封堵处理，未封闭间隙用硅胶密封处理，达到 IP54 等级。
- 7 电源点电压测量、电压允许偏差为额定电压的+7%、-10%。

### 15.6 成品保护

#### 15.6.1 运输应符合下列规定：

- 1 设备成品的运输过程中应有保护、固定措施，以防在运输过程中受损。
- 2 所有设备成品确保进场验收时完整、无破损，对于破损等影响到实体质量或安全的应做退场处理。

#### 15.6.2 搬运应符合下列规定：

- 1 搬运时应注意轻拿轻放，必要时应采取保护措施，避免震动、碰撞等受损。
- 2 搬运过程中应选定最佳行进路线，不得对其他构件、施工部位等造成破坏。

#### 15.6.3 储存应符合下列规定：

- 1 场地要平整、夯实，存放地点应按照施工现场实际情况事先安排。
- 2 储存时应做好防雨、防晒、防风、防浸泡等保护措施。设备码放平稳，不得超高、倾斜，并有可靠的排水措施，严防倒塌和压坏。

#### 15.6.4 施工过程的成品保护应符合下列规定：

- 1 应采取可靠保护措施进行遮盖、包裹等，不得在已完成的施工部位进行有污染性或破坏性的施工行为。

2 施工时，应避免因交叉作业引起的设备成品污染和破坏。

3 对遭污染或破坏的设备成品应根据程度轻重制定清理、修补、更换、返工等措施进行处理，确保使用功能和外观质量。

### 15.7 应注意的问题

15.7.1 进入现场施工前应进行安全技术交底，防护措施应符合现场安全要求。

15.7.2 施工用电须经施工负责人和相关单位检查确认后方可使用，不得私自乱接，施工现场临时电源须安排专人看管并悬挂安全警示标识，供电线路应采用二级漏电保护。

15.7.3 登高作业超过两米时应佩戴安全带或安全绳，现场需做好高空坠物预防。

15.7.4 使用梯子登高作业时，梯子与地面的工作角度宜为 60 度，需有专人看护。

15.7.5 使用切割设备和吊丝打孔操作人员应佩戴护目镜。

15.7.6 施工现场应配备足够的灭火器材并禁止吸烟。

15.7.7 在车库及停车场的施工，如需使用焊接或切割设备，应远离车辆停放区域进行操作，如现场条件不允许须远离车辆发动机底舱，并在操作点周围做好安全隔离防护。

15.7.8 工作现场应按要求装设围栏、围挡及标示牌。

15.7.9 合理安排施工时间，杜绝因疲劳作业带来的安全影响。

15.7.10 在有限空间内作业时应符合有限空间作业相关要求。

## 16 等电位联结安装

### 16.1 材料要求

16.1.1 等电位端子箱应采用制造厂的成品，产品规格应符合设计图纸要求，应具有“CCC”认证标识。

16.1.2 镀锌材料应包括扁钢、圆钢、抱箍、接地卡子、铅丝、螺栓、螺母、平光垫、弹簧垫圈、接线盒；产品应有材质检验证明及产品出厂合格证。

16.1.3 塑料铜线、PVC 阻燃管、铜端子、铜母带等产品应有材质检验证明及产品出厂合格证；塑料铜线还应有“CCC”认证。

16.1.4 电焊条、油漆、焊锡等应有出厂合格证。

### 16.2 主要机具

16.2.1 常用工具应包括电钻、电焊、气焊工具、手锤、钢锯、锯条、喷灯。

16.2.2 测试工具应包括钢尺、等电位测试仪等。

### 16.3 作业条件

16.3.1 暗装等电位端子箱应随土建结构预留好安装位置后稳装，明装等电位端子箱应在抹灰喷浆完成后安装。

16.3.2 各类金属进户管、干管应安装完毕。

16.3.3 等电位干线、支线管路应敷设完毕。

16.3.4 进行金属门窗等电位联结应在门窗框定位后，墙面装饰层和抹灰层施工之前进行。

16.3.5 浴室或具有洗浴功能的卫生间设备应安装完毕。

### 16.4 操作工艺

16.4.1 等电位联结安装工艺流程应符合图 16.4.1 的规定：

等电位端子箱安装 → 等电位联结线联结 → 等电位联结系统导通性测试

图 16.4.1 等电位联结安装工艺流程

16.4.2 等电位联结应符合以下基本要求：

1 总等电位联结应包括以下内容：

- 1) 总保护导体（保护接地导体、保护接地中性导体）；
- 2) 电气装置总接地导体或总接地端子板；
- 3) 进出建筑物的水管、燃气管、采暖和空调管道等各种金属干管；
- 4) 可接用的建筑物金属结构部分。

2 辅助等电位联结应包括以下内容：

1) 按设计要求，将 2.5m 伸臂范围内可同时触及的电气设备之间或电气设备与外界可导电部分之间直接用导体进行联结；

2) 按设计要求，在某一部范围内通过等电位端子板，将金属管道、建筑物钢筋网、插座 PE 线及其他外露可导电部分进行联结。

3 保护等电位联结的截面积应符合设计要求，当设计无要求时，应符合表 14.4.2 的规定。

表 16.4.2 保护等电位联结的截面积

类别取值	总等电位联结线	辅助等电位联结线	
一般值	不应小于配电线路最大保护接地导体 (PE) 导体截面积的 1/2	两个外露可导电部分间	其电导不应小于接到外露可导电部分的较小保护接地导体 (PE) 的电导
		外露可导电部分和装置外可导电部分间	其电导不应小于相应保护接地导体 (PE) 截面积 1/2 的导体所具有的电导
最小值	6mm <sup>2</sup> 铜导体 16mm <sup>2</sup> 铝导体 50mm <sup>2</sup> 钢导体	单独敷设, 有机械保护时	铜导体不应小于 2.5mm <sup>2</sup> 铝导体不应小于 16mm <sup>2</sup>
		单独敷设, 无机械保护时	铜导体不应小于 4mm <sup>2</sup> 铝导体不应小于 16mm <sup>2</sup>
最大值	25mm <sup>2</sup> 铜导体或按载流量与其相同的铝或钢导体	——	

4 等电位联结端子板应采用铜质材料，端子板的截面积不得小于所接联结线的截面积。

5 金属管道的连接处一般不需要做跨接线。

6 给水系统的水表应做跨接线。

7 塑料管 (含铝塑管)、与塑料管连接的金属散热器及金属扶手、浴巾架、手纸盒、肥皂盒等孤立金属物可不作等电位联结。

8 等电位联结线应有黄绿相间的色标。

9 等电位联结的符号应为 “”，并应在等电位联结端子箱上做标识。

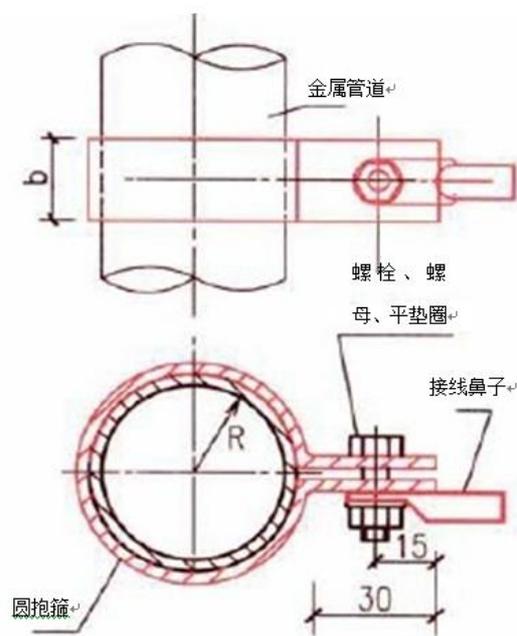
10 等电位端子箱应设置在便于接线和检测的位置，箱体均宜有敲落孔或活动板。

16.4.3 等电位端子箱安装应符合下列规定：

- 1 应依据图纸要求，确定等电位端子箱位置。
- 2 等电位端子箱可采用明装也可采用暗装。
- 3 等电位端子箱体安装位置、标高应准确，安装应平正、牢固；等电位端子箱体开孔与等电位连接线（扁铁、导管、圆钢）应相适应，暗装箱箱盖应紧贴墙面。
- 4 等电位端子箱内等电位铜排孔径应与螺栓相匹配，铜排与联结线压接应牢固，平光垫、弹簧垫应齐全。

#### 16.4.4 等电位联结线联结应符合下列规定：

- 1 应按设计要求，采用镀锌扁钢（或镀锌圆钢、铜排、铜线等）作为等电位联结线；从接地体（极）敷设至总等电位箱的联结线应不少于 2 处。
- 2 等电位联结线与金属管道的联结可采用抱箍法或焊接法。
  - 1) 镀锌管宜采用抱箍法。应选择与镀锌管径相匹配的金属抱箍，用不小于  $M8 \times 30mm$  螺栓将抱箍与金属管卡紧；抱箍与管道接触处的接触面应刮拭干净，安装完毕后应刷防锈漆，抱箍内径应等于管道外径；给水系统的水表应加装跨接线，以保证水管的等电位联结有效；可参见图 16.4.4-1 等电位联结线与金属管道抱箍法联结做法；



**小管径管道的连接**

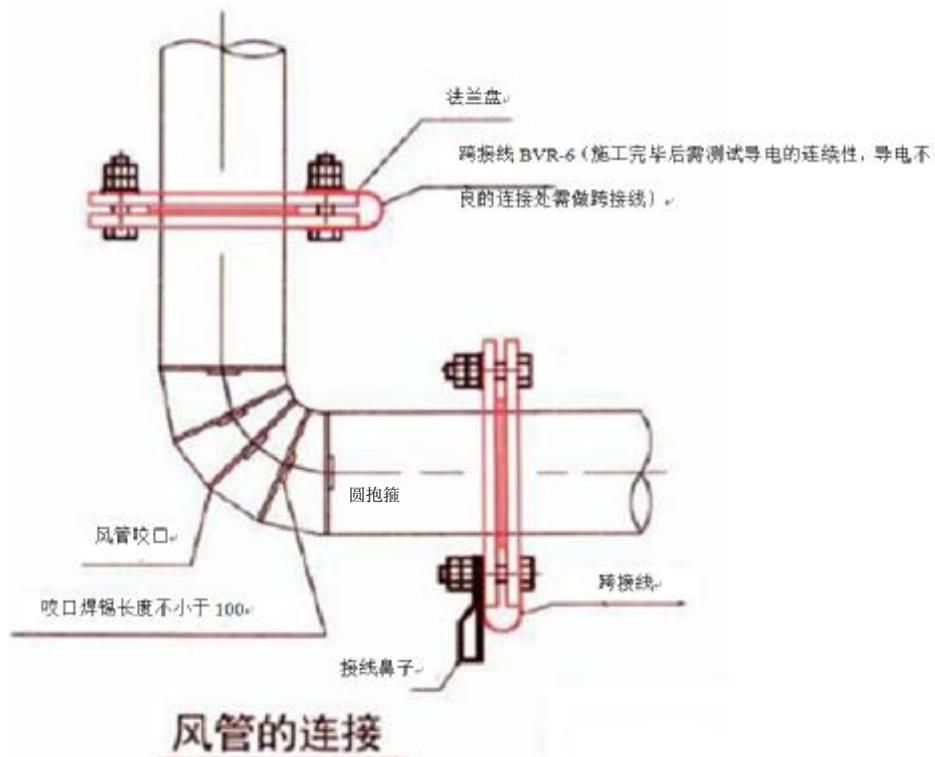
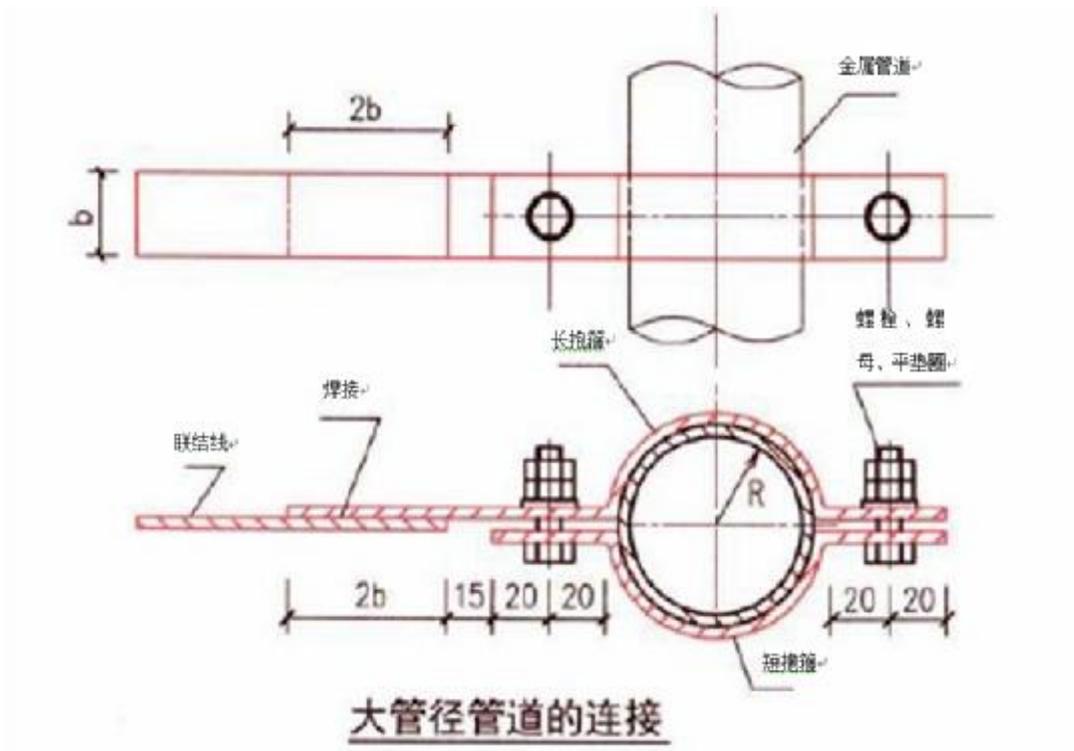


图 16.4.4-1 等电位联结线与金属管道抱箍法联结示例

2) 非镀锌金属管道可采用焊接法。将镀锌扁铁折成  $70^\circ$  直角, 角铁一端弯成一个管径相适合的弧形并与管焊接, 另一端钻  $\phi 10.5\text{mm}$  的孔, 用  $\text{M}10 \times 30\text{mm}$  螺栓与做为等电位联结

线的镀锌扁铁相连接固定；可参见图 16.4.4-2 等电位联结线与金属管道焊接法联结做法；

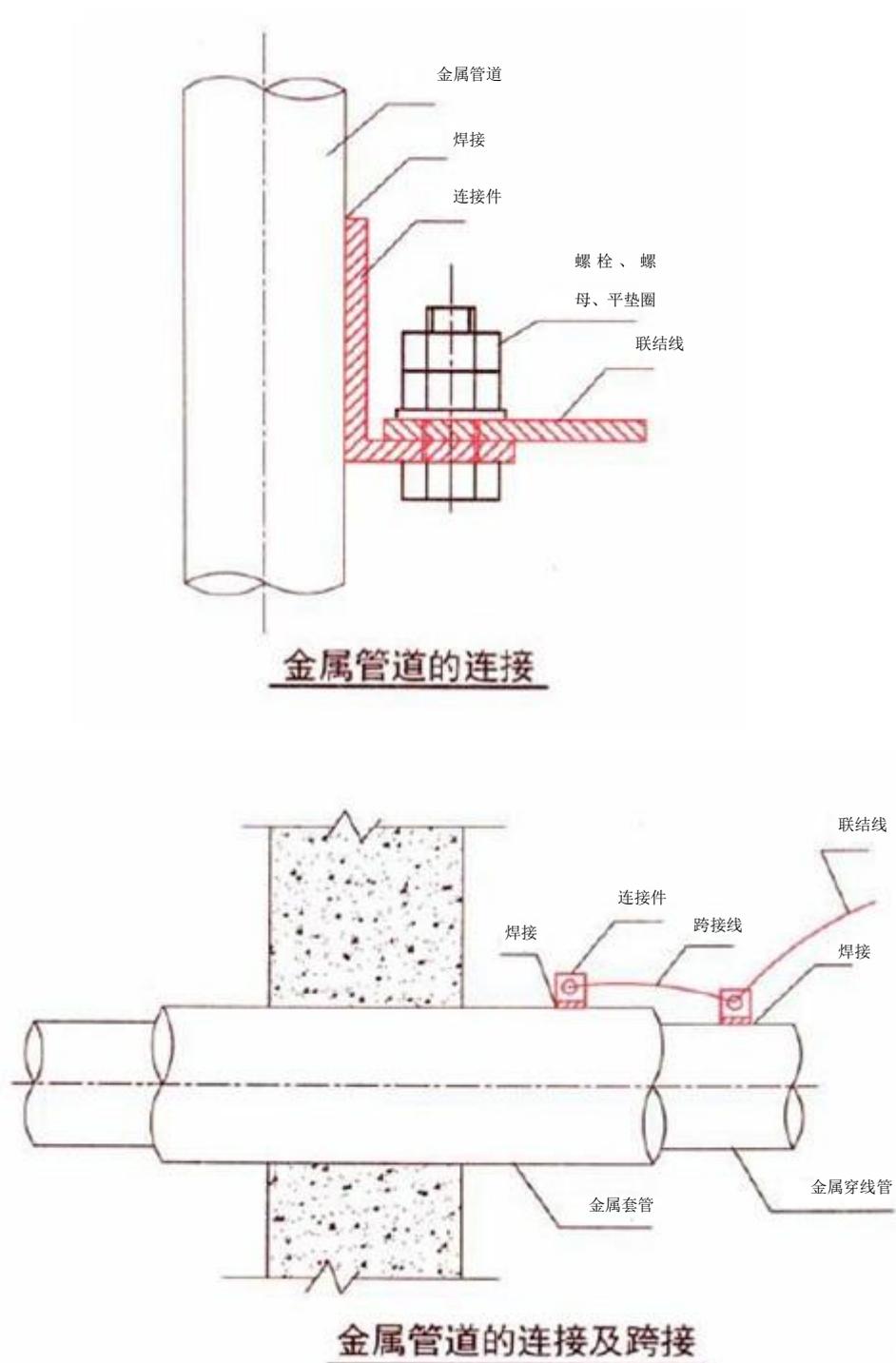


图 16.4.4-2 等电位联结线与金属管道焊接法联结示例

3 总等电位联结应符合下列规定：

- 1) 总等电位联结端子箱宜设置在电源进线或进线配电柜（箱）附近；
- 2) 总等电位端子板应直接与建筑物用作防雷和接地的结构金属构件及室外接地体联结；
- 3) 当敷设内部环形导体时，在需联结设施的房间内宜设置等电位联结端子箱，需联结的

设施应与该等电位端子箱内的端子板联结；当设计无特别要求，内部环形导体可采用 40×4 热镀锌扁钢；

- 4) 自环形导体引至端子箱的联结导体，应采用“T”接形式，“T”接处应焊接；
- 5) 总等电位联结可参见图 16.4.4-3、图 16.4.4-4、图 16.4.4-5 做法。

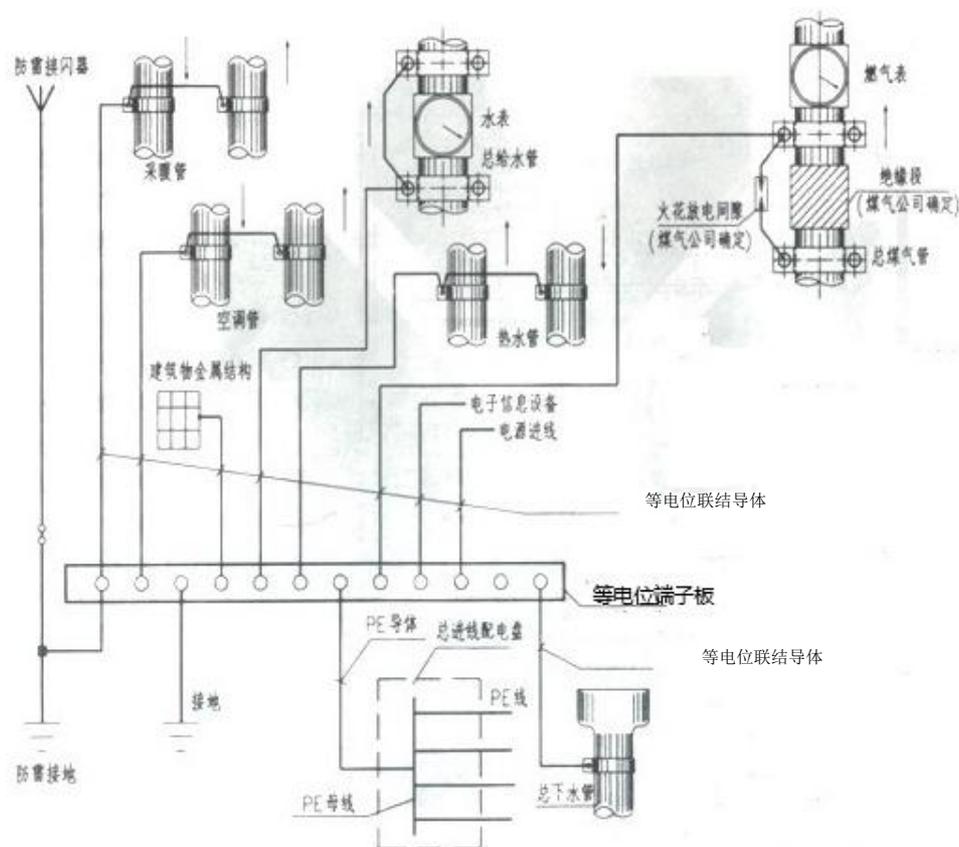


图 16.4.4-3 总等电位联结示例

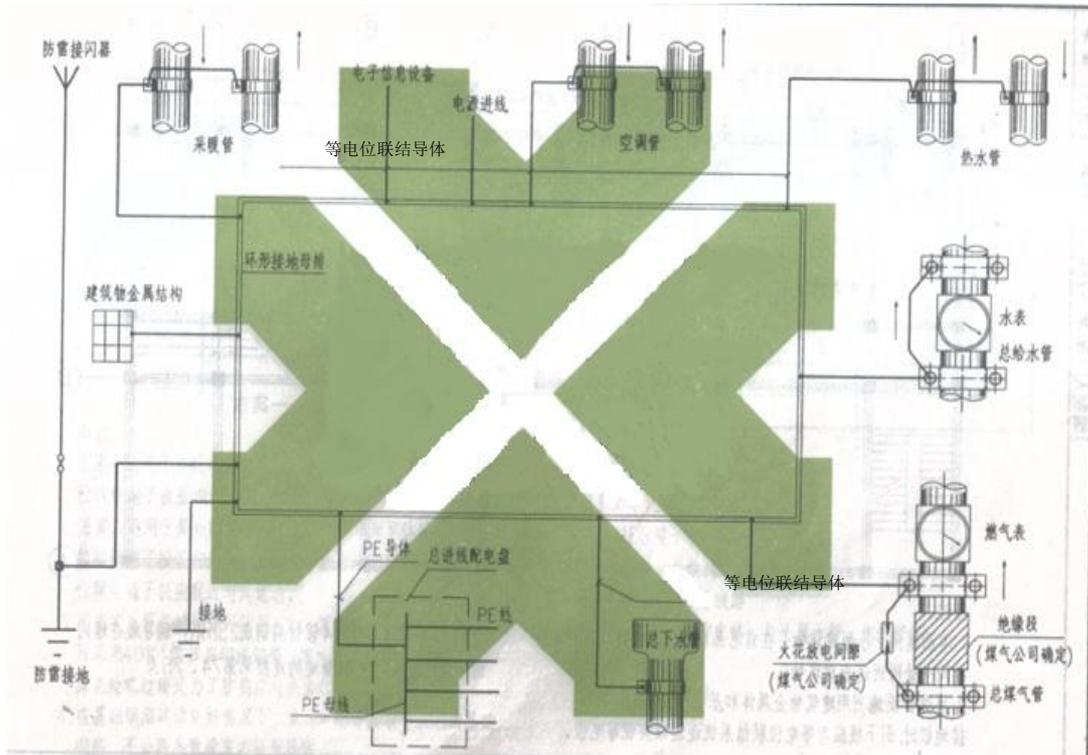


图 16.4.4-4 设置环形导体总等电位联结示例

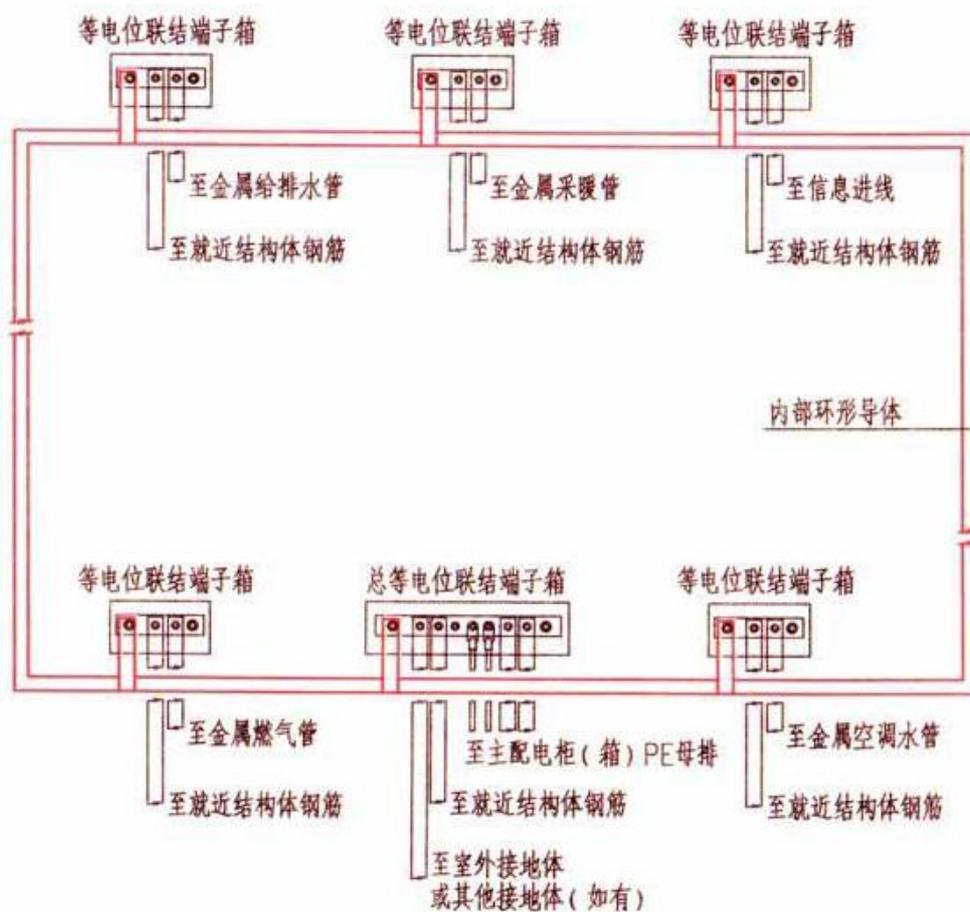
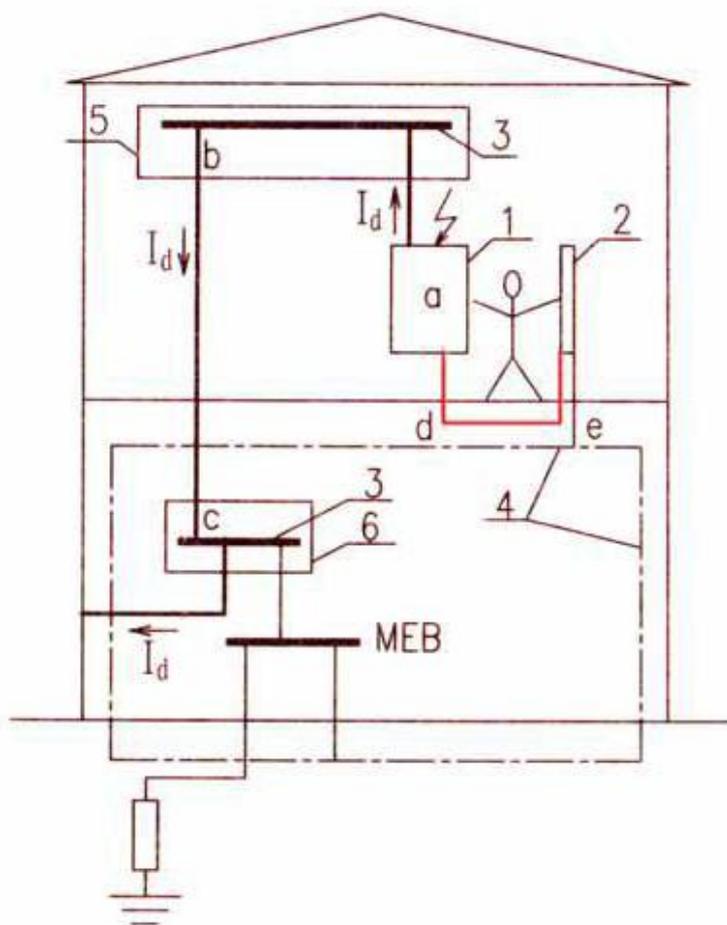


图 16.4.4-5 环形导体“T”接示例

4 辅助等电位联结应符合下列规定：

- 1) 应按设计要求，将电气设备外露可导电部分之间及与外界可导电部分之间直接进行联结；
- 2) 辅助等电位联结可参见图 16.4.4-6 做法。



### 辅助等电位联结

1—电气设备；2—暖气片；3—保护接地导体（PE）；4—结构钢筋；  
5—末端配电箱；6—进线配电箱； $I_d$ —故障电流

图 16.4.4-6 辅助等电位联结示例

5) 浴室（或具有洗浴功能的卫生间）等电位联结应符合下列规定：

1) 等电位联接应包括浴室内的金属给水管、金属排水管、金属采暖管、金属浴盆、加热系统的金属部分、燃气系统的金属部分、可触及的建筑物金属部分以及建筑物结构钢筋网等；可不包括金属扶手、浴巾架、肥皂盒等孤立金属物；

2) 如果浴室内原无 PE 线，浴室内的等电位联结不得与浴室外的 PE 线相连；如果浴室内有 PE 线，浴室内的等电位联结应与该 PE 线相连；

3) 等电位联结线可采用  $-25 \times 4$  镀锌扁钢或不小于  $BVR-1 \times 2.5\text{mm}^2$  导线，导线应穿绝缘导管敷设；

4) 等电位联结端子箱的设置位置应方便检测；

5) 等电位联结可参见图 16.4.4-7 做法。

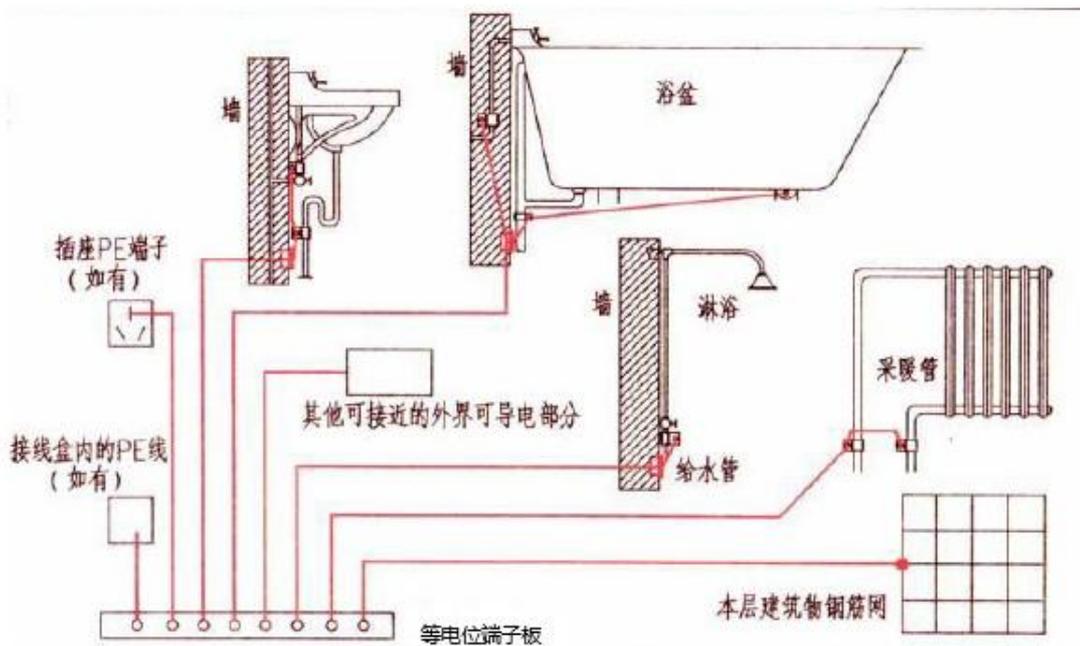


图 16.4.4-7 浴室等电位联结示例

6 电梯井道等电位联结应符合下列规定：

- 1) 电梯的金属导轨、井道地面及侧墙内钢筋网内应纳入等电位联结；
- 2) 等电位联结线可采用  $-25 \times 4$  镀锌扁钢或不小于  $BVR-1 \times 4\text{mm}^2$  导线；
- 3) 等电位联结可参见图 16.4.4-8 做法。

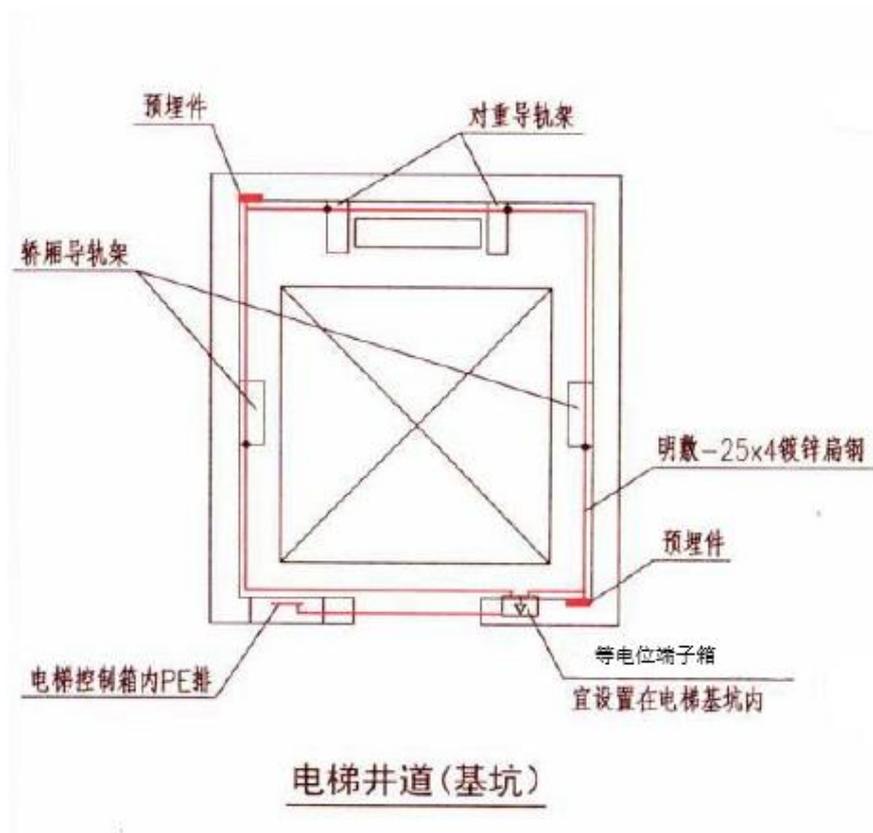


图 16.4.4-8 电梯井道等电位联结示例

7 配电间或电气竖井等电位联结应符合下列规定：

- 1) 等电位端子箱应与本层地面内钢筋网连通；
- 2) 应将配电箱、电缆桥架、母线槽等设备的金属外壳与配电间或电气竖井内的等电位联结线做联结；
- 3) 等电位联结可参见图 16.4.4-9 做法。

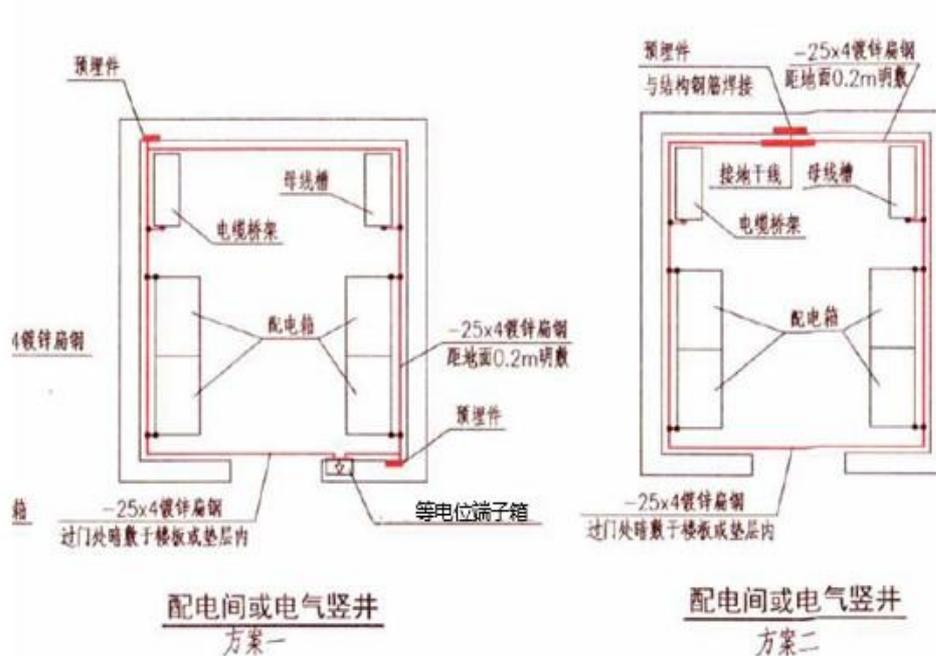


图 16.4.4-9 配电间或电气竖井等电位联结示例

8 水泵房电机等电位联结应符合下列规定：

- 1) 电机金属外壳应与金属导管、金属水管及楼板钢筋网连通；
- 2) 与楼板钢筋网连接的扁钢应采用焊接方式；
- 3) 电机电源进线采用非复合型可挠金属导管时，可挠金属导管应与等电位联结线联结。
- 4) 水泵两端的橡胶软接头应采用等电位联结线跨接。
- 5) 等电位联结线的选择应符合表 16.4.2 的规定；
- 6) 等电位联结可参见图 16.4.4-10 做法。

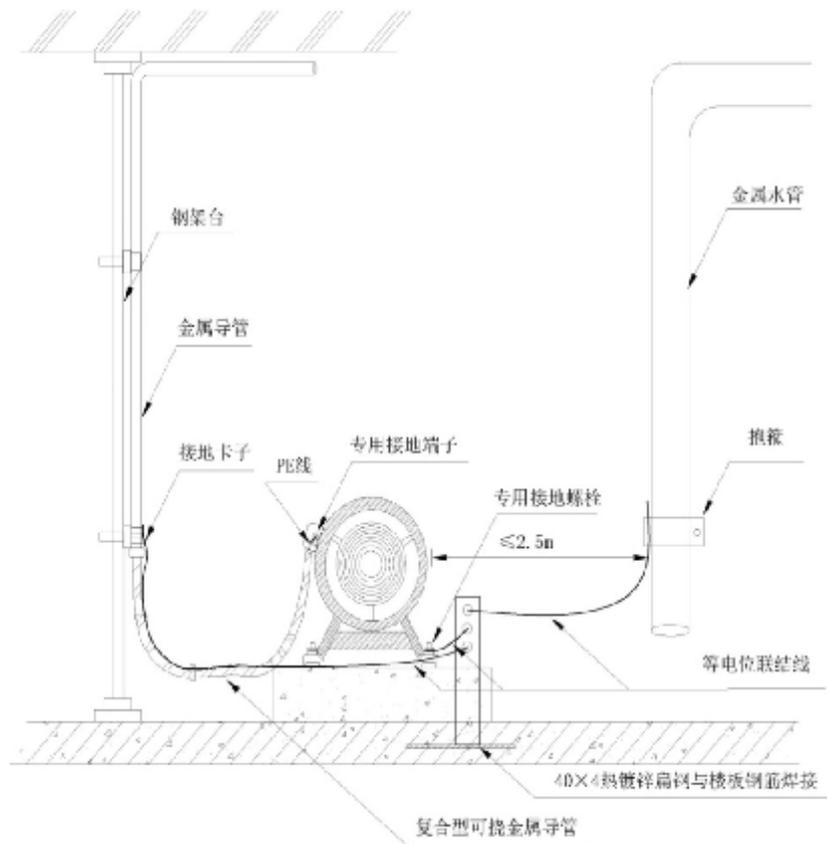


图 16.4.4-10 水泵房电机等电位联结示例

7 电动伸缩门、空调室外机等电位联结应符合下列规定：

- 1) 在电动伸缩门、空调室外机周边地面下应敷设电位均衡线，间距宜为 0.6m，最少在 2 处做横向连接；
- 2) 电位均衡线可采用 -25×4 镀锌扁钢或  $\phi 10$  镀锌圆钢。也可采用网格为 150×150、 $\phi$  的铁丝网；
- 3) 电位均衡线宜接近地表面，并有防护层；
- 4) 等电位联结可参见图 16.4.4-11 做法。

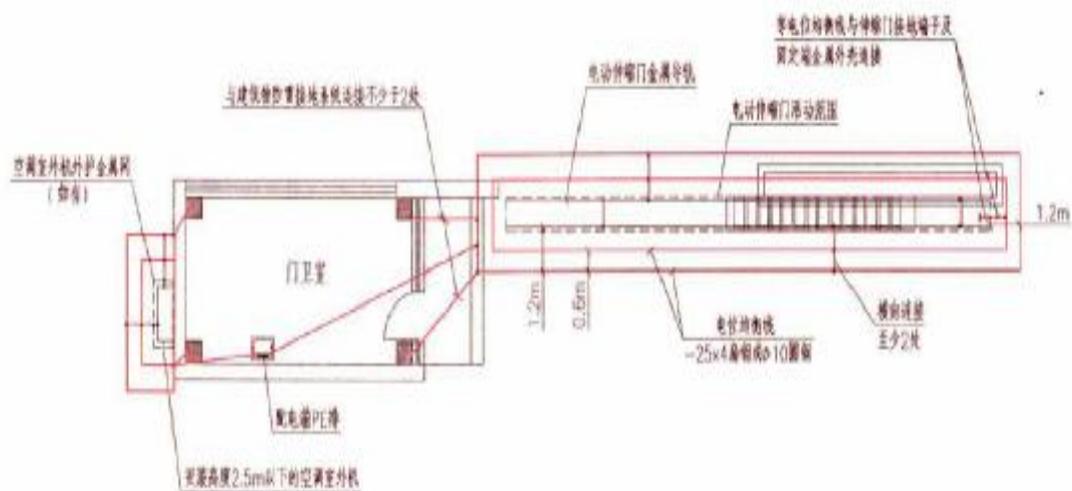


图 16.4.4-11 电动伸缩门、空调室外机等电位联结示例

10 游泳池等电位联结应符合下列规定：

- 1) 在 0 区、1 区、2 区内的所有装置外可导电部分和这些区域内外露可导电部分的保护接地导体应做等电位联结；
- 2) 区域内无 PE 线，则不应引入 PE 线；
- 3) 装设于 2 区内的电气加热单元，应覆盖以金属网格，并应连接到等电位系统；
- 4) 等电位联结可参见图 16.4.4-12 做法；
- 5) 第 3 项金属网格的做法可参见图 16.4.4-13。

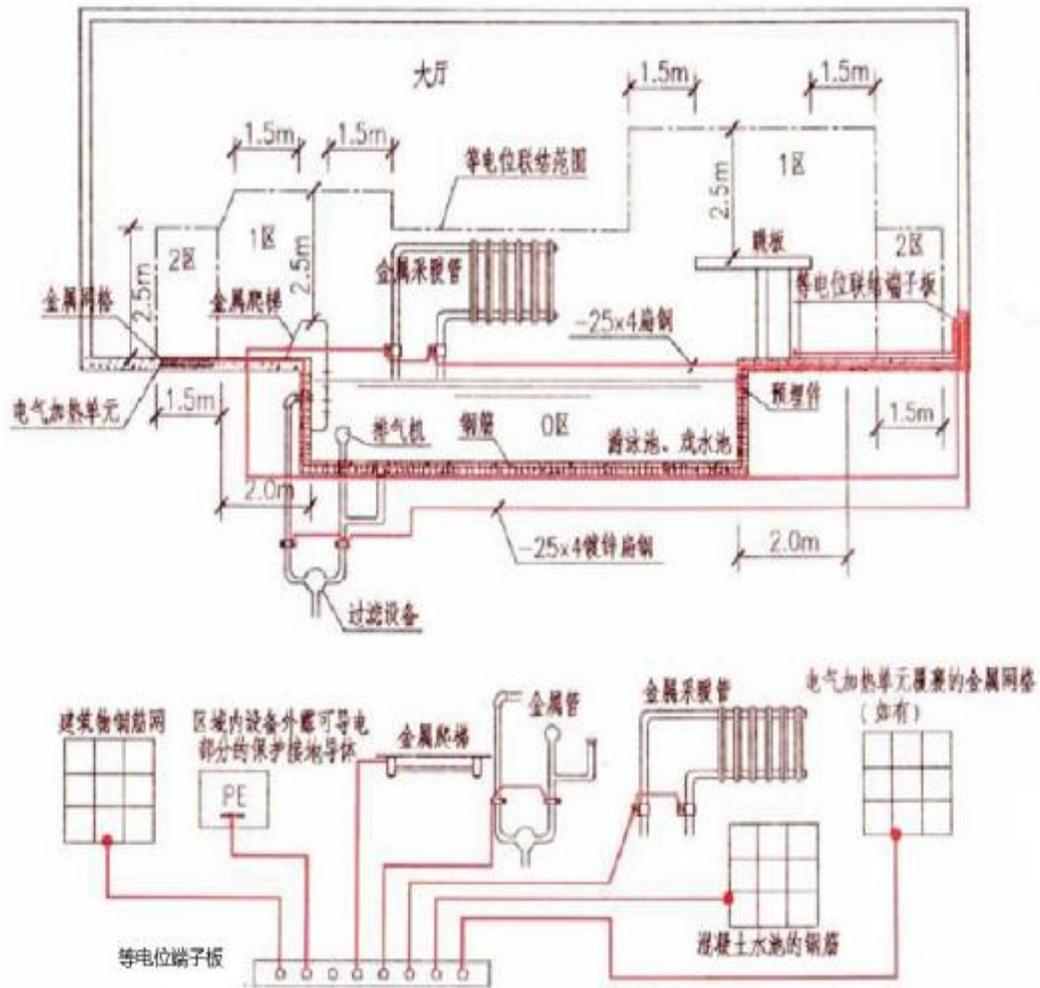
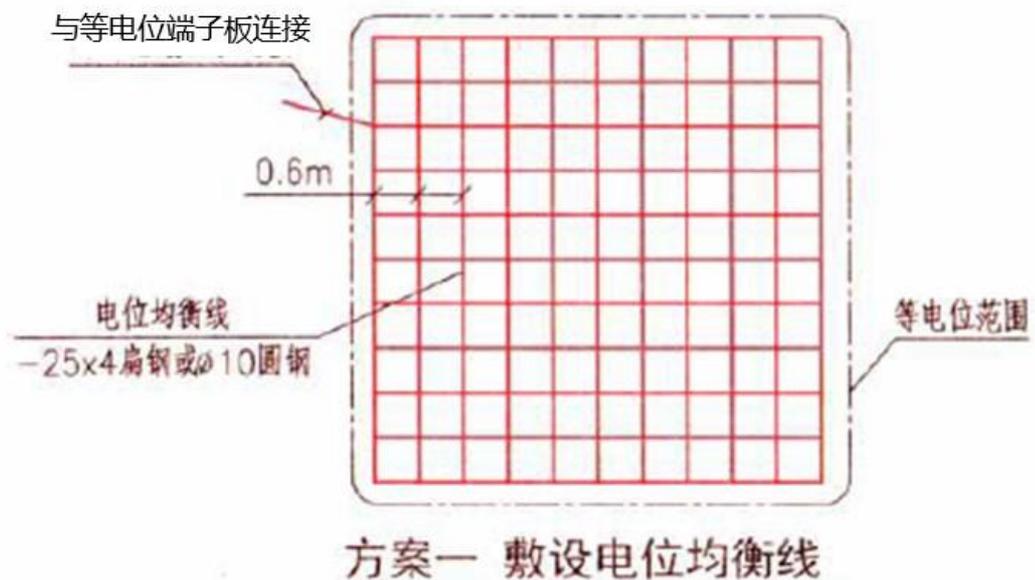


图 16.4.4-12 游泳池等电位联结示例



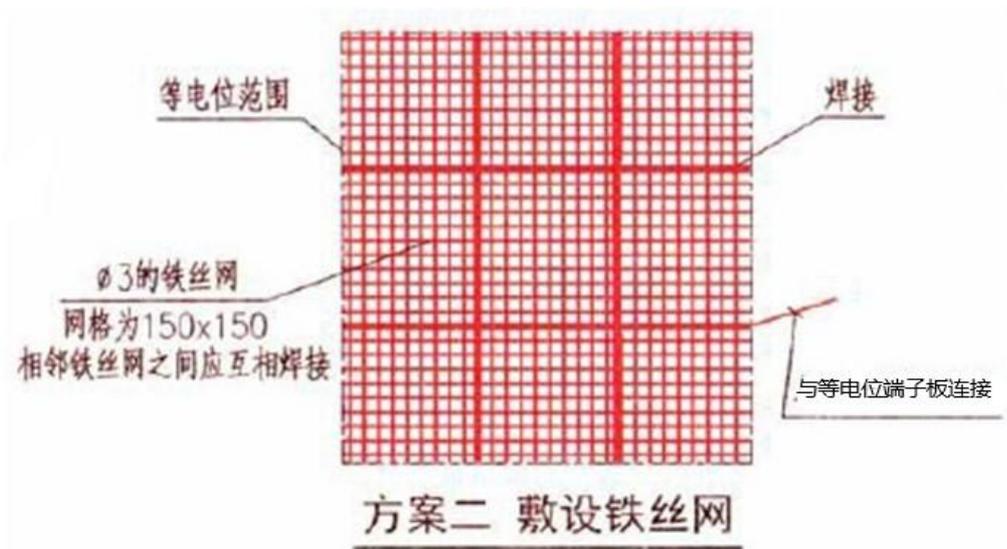


图 16.4.4-13 金属网格示例

11 手术室等电位联结应符合下列规定：

- 1) 每个 1 类和 2 类医疗场所内应设置等电位联结；
- 2) 保护接地导体、外界可导电部分、抗电磁干扰的屏蔽物、导电地板网格、隔离变压器的金属外壳等均应接至等电位端子板；
- 3) 固定安装的可导电的手术台、理疗椅、牙科治疗椅等宜与等电位联结导体联结；
- 4) 等电位联结可参见图 16.4.4-14 做法。

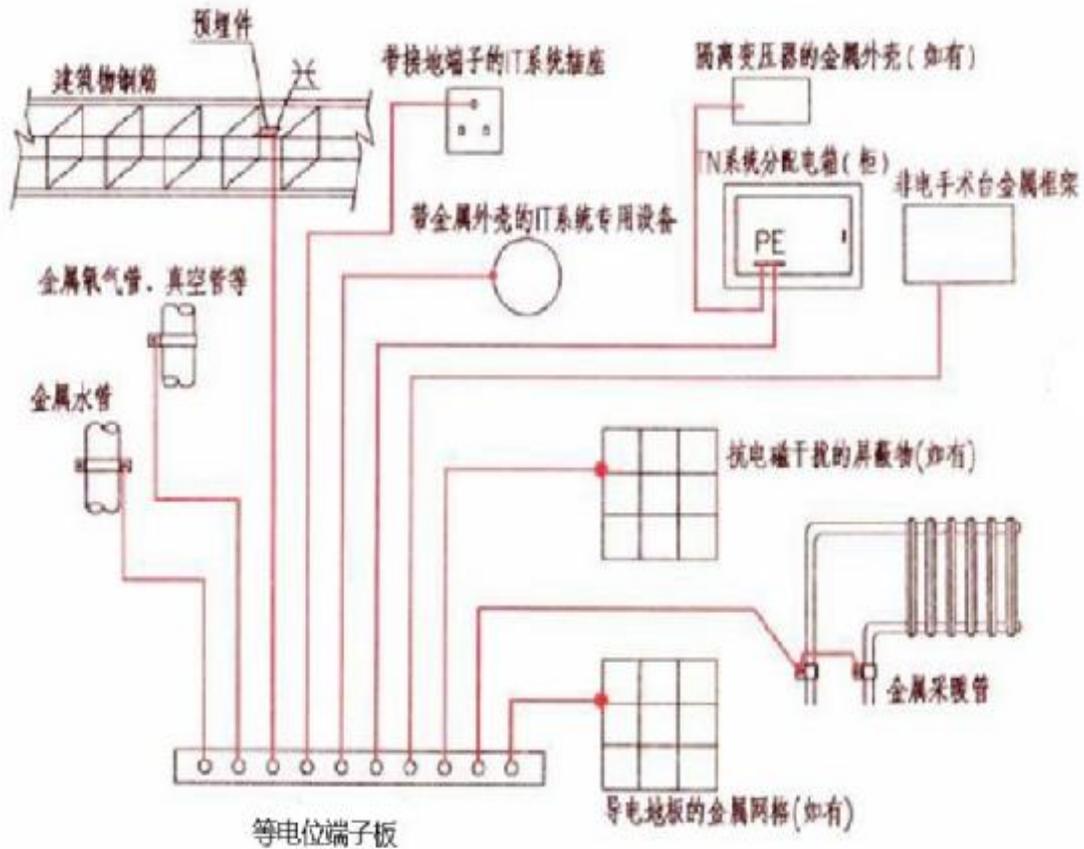


图 16.4.4-14 手术室等电位联结示例

12 数据中心或电子信息机房等电位联结应符合下列规定：

- 1) 等电位联结带应就近与等电位联结端子箱、各类金属管道、金属槽盒、设备外露可导电部分、防静电地板、建筑物金属结构进行联结；
- 2) 机柜应采用两根不同长度的  $6\text{mm}^2$  铜导线与等电位联结网络联结；
- 3) 等电位网络可采用铜箔或编织铜带，截面积应符合设计要求；
- 4) 铜箔之间的连接应采用焊接，编织铜带之间的连接可采用机械连接；
- 5) 等电位联结可参见图 16.4.4-15 做法。

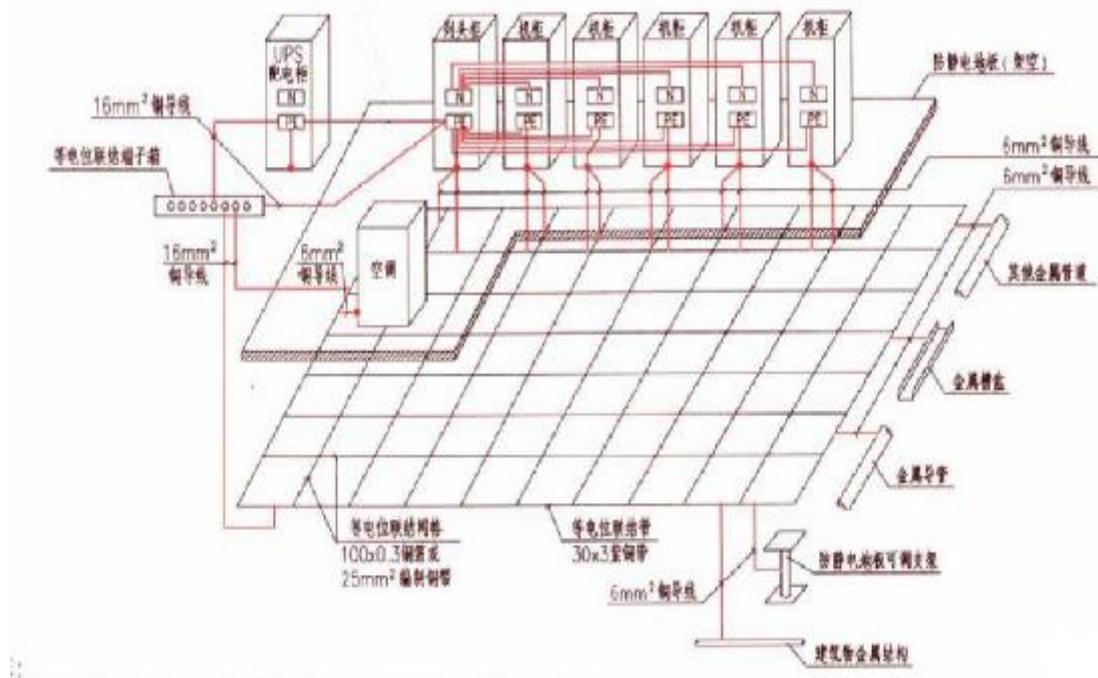


图 16.4.4-15 数据中心或电子信息机房等电位联结示例

13 金属门窗等电位联结应符合下列规定：

- 1) 应按设计要求的楼层设置均压环，均压环可利用圈梁主筋或单独敷设规格不小于  $\phi 10$  圆钢或  $-25 \times 4$  扁钢；
- 2) 应采用  $\phi 10$  镀锌圆钢或  $-25 \times 4$  镀锌扁钢与均压环焊接，并引至金属门窗结构预留洞处；
- 3) 门窗安装时与固定金属门窗的搭接板（铁板）可靠连接；
- 4) 等电位联结可参见图 16.4.4-16 做法。

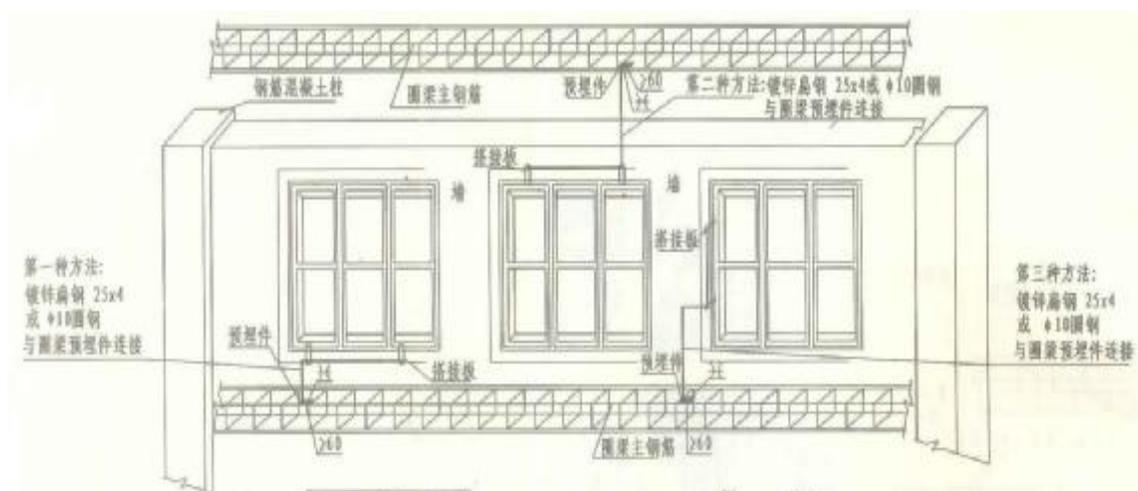


图 16.4.4-16 金属门窗等电位联结示例

16.4.5 等电位联结系统导通性测试应符合下列规定：

- 1 等电位联结安装完毕后，应采用等电位测试仪进行导通性测试。

2 浴室、带洗浴功能的卫生间及 1 类医疗场所，等电位端子板与等电位联结范围内的金属体之间的电阻不应大于  $3\Omega$ ；2 类医疗场所，等电位端子板与等电位联结范围内的金属体之间的电阻不应大于  $0.2\Omega$ ；其他场所的等电位，端子板与等电位联结范围内的金属体之间的电阻不应大于  $3\Omega$ 。

3 当距离较远，可分段进行测量，然后将电阻值相加。

4 当测试发现导通不良的连接处应做跨接线。

### 16.5 质量标准

16.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 建筑物等电位联结的范围、形式、方法、部位及联结导体的材料和截面积应符合设计要求。

2 与需做等电位联结的外露可导电部分或外界可导电部分的连接应可靠。

16.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 需等电位联结的卫生间内金属零部件或零件的外界可导电部分，应设置专用接线螺栓与等电位联结导体连接，并应设置标识；连接处螺帽应紧固、防松零件应齐全。

2 等电位连接线采用钢质材料焊接时其焊接应满足如下要求。

1) 扁钢的搭接长度不应小于其宽度的 2 倍，并三面焊接；

2) 圆钢的搭接长度不应小于其直径的 6 倍；

3) 镀锌扁钢与钢管焊接时，为了连接可靠除应在其接触部位两侧进行焊接外，还应直接将扁钢本身弯成弧形紧贴  $3/4$  钢管表面上下两侧施焊；

4) 等电位联结线采用焊接，焊接处焊接应饱满并有足够的机械强度，不得有夹渣、咬肉、裂纹、虚焊、气孔等缺陷，焊接处的药皮应清除干净，并应刷沥青做防腐处理。

3 当等电位联结导体在地下暗敷设时，其导体间的连接不得采用螺栓压接。

4 明敷设等电位联结线支持件间距应均匀、水平直线间距宜为  $0.5\text{m}\sim 1.0\text{m}$ ，垂直部分宜为  $1.5\text{m}\sim 3.0\text{m}$ ，转弯部分宜为  $0.3\text{m}$ 。

5 等电位联结线跨越建筑物变形缝时，应有补偿措施。

### 16.6 成品保护

16.6.1 等电位联结线采用导管敷设时，导管应有防堵塞措施。

16.6.2 暗装等电位端子箱安装箱门（或面板）前，应采取箱内及端子板等被污染的防护措施。

16.6.3 安装等电位端子箱面板时应保持墙面整洁无污染。

16.6.4 等电位端子箱安装后，应采取箱门被碰坏、污染等防护措施。

### 16.7 应注意的问题

16.7.1 与电气设备进行等电位联结时，应切断电源，确保联结部位不带危险电位。

16.7.2 电焊工进行电焊作业时，应穿戴相应的防护用品；电焊机应完好，接地应可靠；使

用设置剩余电流保护器的电焊机专用配电箱，线缆、电焊钳绝缘应良好；设专人看火，并配备相应的灭火器材。

## 17 防雷引下线及接闪器安装

### 17.1 材料要求

17.1.1 施工前的材料准备应符合下列规定：

1 应根据设计要求、合同技术要求、相关规范（如制造规范、施工规范、设计规范等）、施工方案、质量策划与技术交底等要求编制出防雷引下线与接闪器安装分项工程所使用的全部主要材料、辅助材料的详细规格、型号、数量清单与材料进场计划。

2 主材（如热镀锌扁钢、角钢、圆钢、钢导管、不锈钢线材等）的规格型号符合设计要求。

3 螺栓、垫圈、弹簧垫圈、T型支架、螺母应为标准件，宜为热浸镀锌制品或不锈钢制品。

4 焊条、银粉漆、防腐漆等辅料使用时应在保质期时间范围内。

17.1.2 施工单位在施工前应完成材料向监理单位进行报验并得到监理单位批复同意后才能进行施工。

### 17.2 主要机具

17.2.1 施工中采用的主要机具应包括电焊机、气焊设施、氩弧焊设施、冲击钻、手锤、钢锯、线坠、卷尺、水平尺、弹簧秤、压力案子等。

### 17.3 作业条件

17.3.1 防雷引下线暗敷设的施工作业条件应符合下列规定：

1 接地装置施工应完毕，竖向结构钢筋绑扎并调整合格。

2 建筑物（或构筑物）操作部位应有脚手架或爬梯等，达到能上人操作的条件。

3 利用建筑物结构主筋作引下线时，结构钢筋应绑扎完毕；利用建筑物竖向钢结构构件做防雷引下线时，钢构件应吊装就位完毕。

17.3.2 防雷引下线明敷设作业条件应符合下列规定：

1 土建外装修施工应完毕。

2 建筑物（或构筑物）有脚手架或爬梯，应达到能上人操作的条件。

3 支架安装完毕并应验收合格。

17.3.3 均压环暗敷设作业条件应符合下列规定：

1 建筑物（或构筑物）操作部位有脚手架或爬梯等，达到能上人操作的条件。

2 建筑物水平结构内钢筋绑扎、调整完成，本层竖向钢筋调整完成或钢构件吊装完成。

17.3.4 接闪网（带）暗敷设作业条件应符合下列规定：

1 建筑物（或构筑物）应有脚手架或爬梯等，达到能上人操作的条件。

2 当在建筑物屋面楼板内敷设接闪网（带）时，应在屋面面层施工前完成。

3 当在女儿墙压顶内暗敷接闪网（带）时，应在压顶装修施工前施工完毕。

17.3.5 接闪网（带）明敷设作业条件应符合下列规定：

- 1 连接接闪网（带）的引下线敷设位置正确。
- 2 在屋面明敷设的接闪网（带）作业前，屋面装修施工应完毕。
- 3 在女儿墙明敷设的接闪网（带）作业前，女儿墙面层施工应完毕。
- 4 支架或混凝土支墩安装、检（试）验完毕。
- 5 场地应具备调直等条件。

17.3.6 接闪杆安装作业条件应符合下列规定：

- 1 接闪杆安装的埋件应验收合格，基础装修应完毕。
- 2 引下线应已经敷设到连接接闪杆的正确位置；接闪杆制作、验收应完毕。
- 3 接闪杆保护的设施（如屋面安装的冷却塔、航空障碍灯、节日彩灯等）安装应完毕。
- 4 作业处处脚手架搭设应完毕。

### 17.4 操作工艺

17.4.1 防雷引下线与接闪器施工工艺流程应符合下列规定：

1 防雷引下线暗敷设工艺流程应符合图 17.4.1-1 的规定：

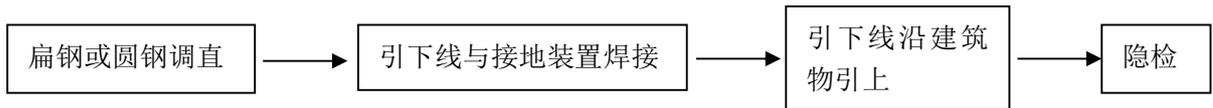


图 17.4.1-1 防雷引下线暗敷设工艺流程

2 利用柱主筋作为防雷引下线工艺流程应符合图 17.4.1-2 的规定：



图 17.4.1-2 利用柱主筋作为防雷引下线工艺流程

3 防雷引下线明敷设工艺流程应符合图 17.4.1-3 的规定：

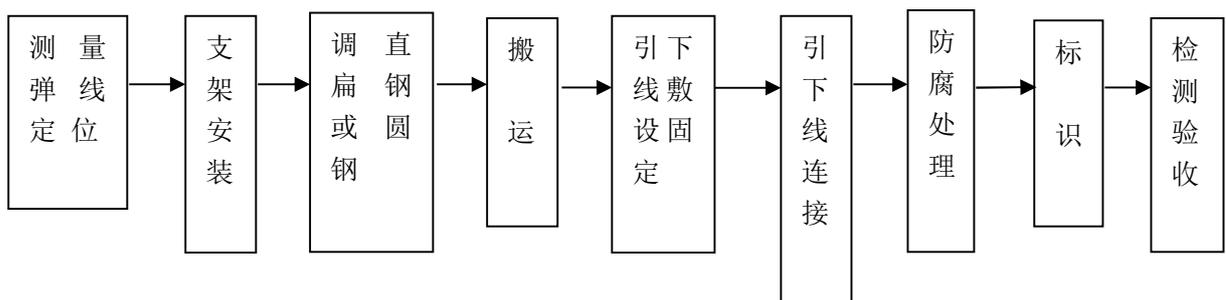


图 17.4.1-3 防雷引下线明敷设工艺流程

4 接闪杆安装工艺流程应符合图 17.4.1-4 的规定：

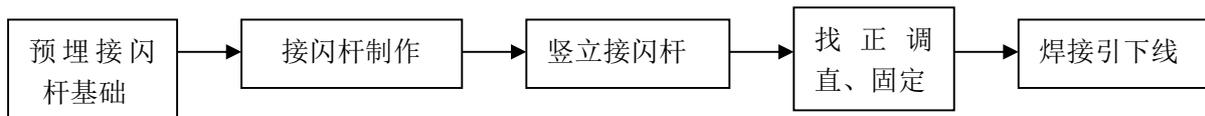


图 17.4.1-4 接闪杆安装工艺流程

2) 接闪网(带)安装工艺流程应符合图 17.4.1-5 的规定:

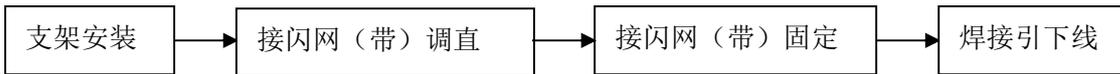


图 17.4.1-5 接闪网(带)安装工艺流程

17.4.2 接闪网(带)、接闪杆与防雷引下线的材料、结构、最小截面积应符合表 17.4.2 的规定:

表 17.4.2 接闪网(带)、接闪杆与防雷引下线的材料、结构、最小截面积

材料	结构	最小截面积 (mm <sup>2</sup> )	备注
铜	单根扁铜	50; 厚度 2mm	当防雷装置位置具有高温或外来机械力的威胁时, 截面积 50 mm <sup>2</sup> 的单根金属材料的尺寸应加大到 60 mm <sup>2</sup> 的单根扁形材料或用直径为 8mm 的单根圆形材料。
	单根圆铜	50; 直径 8mm	
	铜绞线	50; 每股线直径 1.7mm	
	单根圆铜	176; 直径 15mm	---
镀锡铜	单根扁铜	50; 厚度 2mm	当防雷装置位置具有高温或外来机械力的威胁时, 截面积 50 mm <sup>2</sup> 的单根金属材料的尺寸应加大到 60 mm <sup>2</sup> 的单根扁形材料或用直径为 8mm 的单根圆形材料。
	单根圆铜	50; 直径 8mm	
	铜绞线	50; 每股线直径 1.7mm	
铝	单根圆铝	50; 直径 8mm	当防雷装置位置具有高温或外来机械力的威胁时, 截面积 50 mm <sup>2</sup> 的单根金属材料的尺寸应加大到 60 mm <sup>2</sup> 的单根扁形材料或用直径为 8mm 的单根圆形材料。
	铝绞线	50; 每股线直径 1.7mm	
	单根扁铝	70; 厚度 3mm	---
铝合金	单根扁形导体	50; 厚度 2.5mm	当防雷装置位置具有高温或外来机械力的威胁时, 截面积 50 mm <sup>2</sup> 的单根金属材料的尺寸应加大到 60 mm <sup>2</sup> 的单根扁形材料或用直径为 8mm 的单根圆形材料。
	绞线	50; 每股线直径 1.7mm	---
	单根圆形导体	50; 直径 8mm	---
	单根圆形导体	176; 直径 15mm	---
	表面镀铜的单根圆形导体	50; 径向镀铜厚度至少 0.25mm, 铜纯度 77.7%	---
热浸镀锌钢	单根扁钢	50; 厚度 2.5mm	当防雷装置位置具有高温或外来机械力的威胁时, 截面积 50 mm <sup>2</sup> 的单根金属材料的尺寸应加
	绞线	50; 每股线直径 1.7mm	

			大到 60 mm <sup>2</sup> 的单根扁形材料或用直径为 8mm 的单根圆形材料。
	单根圆钢	50; 直径 8mm	---
	单根圆钢	176; 直径 15mm	---
不锈 钢	单根扁岗	50; 厚度 2.0mm	当防雷装置位置具有高温或外来机械力的威胁时, 截面积 50 mm <sup>2</sup> 的单根金属材料的尺寸应加大到 60 mm <sup>2</sup> 的单根扁形材料或用直径为 8mm 的单根圆形材料。
	绞线	70; 每股线直径 1.7mm	
	单根圆钢	50; 直径 8mm	---
	单根圆钢	176; 直径 15mm	---
钢	表面镀铜的 单根圆钢	50; 径向镀铜厚度至少 0.25mm, 铜纯度 77.7%	---

17.4.3 利用金属屋面做第二类、第三类防雷建筑物的接闪器时, 接闪的金属屋面的材料和规格应符合表 17.4.3 的规定:

表 17.4.3 利用金属屋面做第二类、第三类防雷建筑物接闪器时金属屋面材料、规格

材料名称	金属板下无易燃物时	金属板下有易燃物时
	最小厚度	最小厚度
铅板	≥2mm	---
钢、钛板	≥0.5mm	≥4mm
铜板	≥0.5mm	≥5mm
铝板	≥0.65mm	≥7mm
锌板	≥0.7mm	---
单层彩钢板	符合本表格以上相关要求	符合本表格以上相关要求

17.4.4 接闪网(带)、接闪杆、均压环、防雷引下线等防雷装置应采用搭接焊, 除埋设在混凝土中的焊接接头外, 应采取防腐措施; 防雷装置外露的焊接部分应先把焊药清除彻底后采取防腐措施, 防腐层外部应涂刷面层, 面层颜色与装饰场所及引下线、接闪器适配, 焊接处不应打磨, 搭接长度应符合下列规定:

- 1 扁钢与扁钢搭接不应小于扁钢宽度的 2 倍, 且应至少三面施焊。
- 2 圆钢与圆钢搭接不应小于圆钢直径的 6 倍, 且应双面施焊。
- 3 圆钢与扁钢搭接不应小于圆钢直径的 6 倍, 且应双面施焊。
- 4 扁钢与钢管, 扁钢与角钢焊接, 应紧贴角钢外侧两面, 或紧贴 3/4 钢管表面, 上下两

侧施焊。

17.4.5 明装防雷引下线支架、明装接闪网（带）支架或支墩高度不应低于 150mm，支架与螺栓、螺母、垫圈、弹簧垫圈等固定附件材料应采用热浸锌或其他防腐措施（如不锈钢材料等），且防腐层完整，附件规格不应小于 M8。当建筑物外墙、屋面、女儿墙压顶装修为块材时，应符合下列规定：

1 明装防雷引下线、接闪带（网）支架（支墩）最大间距应符合表 17.4.5 的规定。

表 17.4.5 明装防雷引下线、接闪带（网）支架或支墩的最大间距（mm）

布置方式	扁形导体和绞线固定支架的间距	单根圆形导体固定支架的间距
水平面上的水平导体	500	1000
垂直面上的水平导体	500	1000
地面至 20m 处的垂直导体	1000	1000
从 20m 处起往上的垂直导体	1000	1000

2 明装防雷引下线、接闪网（带）不得直接固定、放置在装饰材料表面上。

3 明装引下线、接闪网（带）的搭接、防腐要求应符合本规程第 17.4.4 条的规定。

4 转弯处支架间距应在 240mm~300mm 范围内，且支架设置应均匀对称。

5 防雷引下线与接闪网（带）支架均应固定牢固可靠，每个支架应能承受不小于 49N 的垂直拉力。接闪带与支架连接见图 17.4.5-1、17.4.5-2。

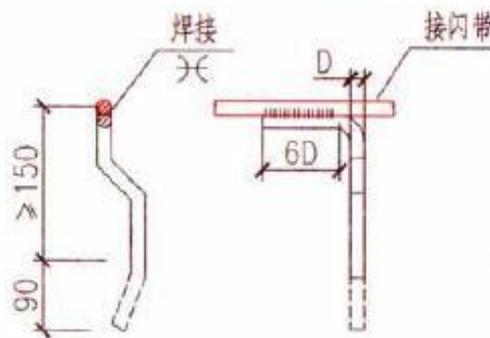


图 17.4.5-1 圆钢接闪带与圆钢固定支架连接做法示意图

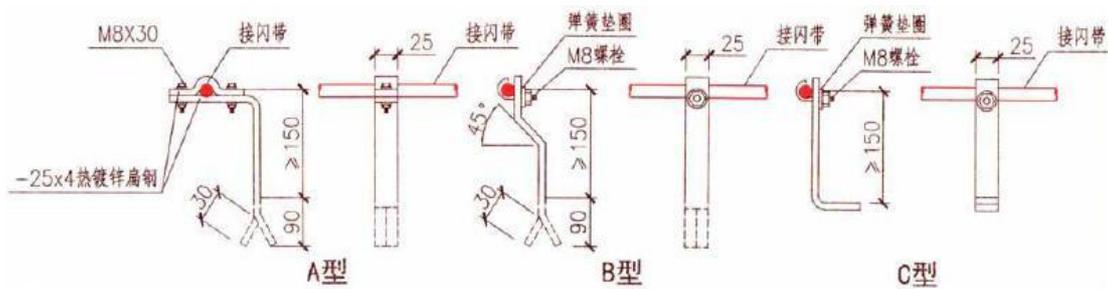


图 17.4.5-2 圆钢接闪带与扁钢固定支架连接做法示意图

6 固定引下线、接闪带的螺栓朝向应一致，螺母位置安装在引下线、接闪网（带）与装饰面之间。

17.4.6 专设防雷引下线的敷设应符合下列规定：

1 专设防雷引下线暗敷设应符合下列规定：

1) 引下线的型号、规格、敷设方式、走向等应符合设计要求，且圆钢直径不应小于 12mm，扁钢截面积不应小于  $100\text{mm}^2$ ，厚度不应小于 4mm；

2) 引下线之间的搭接应牢固，应与接地装置、均压环、接闪器搭接可靠，搭接与防腐要求应符合本规程 17.4.4 条的规定。做法见图 17.4.6-1、17.4.6-2、17.4.6-3；

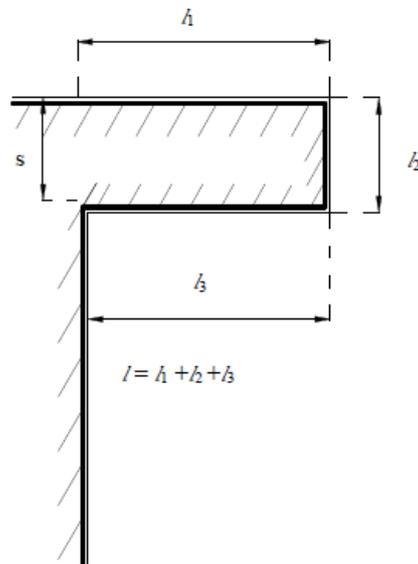


图 17.4.6-1 引下线安装中避免形成小环路的安装示意图

S—隔距；l：计算隔距的长度

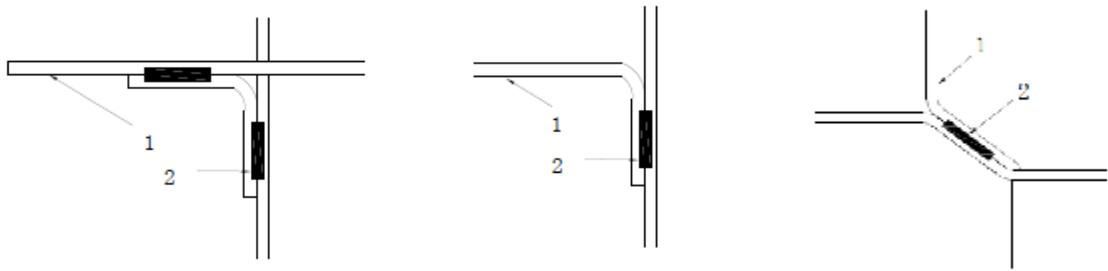
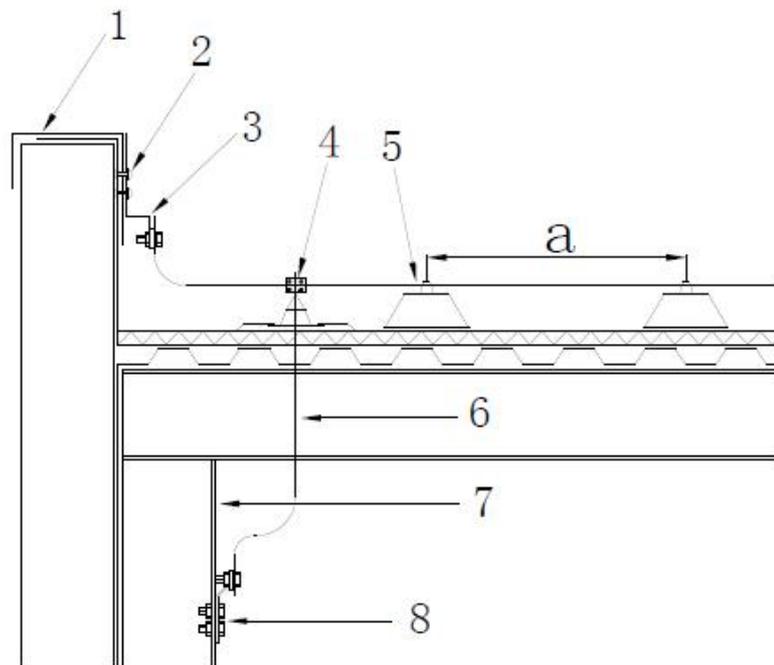


图 17.4.6-2 引下线（接闪导线）在弯曲处焊接要求示意图

1—钢筋；2—焊接缝口



1—屋面女儿墙； 2—接头； 3—可弯曲的接头 4—T型连接点；  
5—接闪导体；6—穿过防水套管的引下线； 7—钢筋梁； 8—接头；

a—接闪带固定支架的间距，取 500mm~1000mm

图 17.4.6-3 使用屋面自然金属构件做 LPS 施工做法示意图

- 3) 引下线的固定间距应符合本规程表 17.4.5 的相关规定；
- 4) 引下线安装与易燃材料的墙壁或墙体保温层之间间距应大于 0.1m；
- 5) 每条引下线在 0.3m 以上应按照设计要求设置防雷接地测试点，每处测试点应有序号（建筑物仅有一处测试点除外）与标识，做法应符合现行国家建筑标准设计图集《建筑物防

雷设施安装》15D501 的相关规定。

2 专设防雷引下线明敷应符合下列规定：

1) 引下线的型号、规格、敷设方式、走向应符合设计要求与本规程中表 17.4.2 的规定取值，且圆钢直径不应小于 12mm，扁钢截面不应小于 100mm<sup>2</sup>，厚度不应小于 4mm；

2) 引下线宜采用圆钢或扁钢，宜优先采用圆钢，应采用热浸锌防腐或其他防腐材料（如不锈钢材料等）；

3) 引下线支架设置应间距均匀、无急弯，间距应符合本规程 17.4.5 条的规定；

4) 引下线之间的搭接应牢固，并应与接地装置、接闪器连接可靠，搭接与防腐要求应符合本规程 17.4.4 条的相关规定；

5) 引下线安装与易燃材料的墙壁或墙体保温层之间间距应大于 0.1m；

6) 在地面上 2.7m 至地面下 0.3m 区间内易受损伤的外露引下线应穿厚度不小于 3mm 厚的交联聚乙烯管保护，且每根引下线应与距地面不低于 0.3m 处设置的断接卡连接可靠，每处断接卡点应有序号（建筑物仅有一处断接卡除外）与标识，测试用的蝶形螺栓、平垫片、防松垫圈等应配置齐全，做法应符合现行国家建筑标准设计图集《建筑物防雷设施安装》15D501 的相关规定。

17.4.7 兼做防雷引下线的敷设应符合下列规定：

1 兼做防雷引下线的轴线、位置、数量、规格、型号、走向、连接工艺等应符合设计要求。

2 兼做防雷引下线竖向钢筋下端应与接地装置可靠连接，引下线上端应与接闪器可靠焊接。

3 利用钢筋混凝土柱、梁内钢筋兼做防雷引下线时，柱内四角竖向钢筋应在基础接地装置钢筋网片内先进行电气连接后，再按照设计或经过监理批准的施工方案要求选择对角钢筋用热浸镀锌圆钢与（桩）基础钢筋搭接，引下线最顶端应采用热浸镀锌圆钢把柱内对角引下线钢筋进行电气连通，采用热浸镀锌圆钢的直径不应小于 12mm，搭接与防腐要求应符合本规程第 17.4.4 条的规定。

4 兼做防雷引下线钢结构竖向首件构件下端、末端钢构件的上端应采用直径不应小于 12mm 的热浸镀锌圆钢与接地装置及接闪器可靠连接，承力钢构件在制作时应预先安装焊接引下线的钢板，钢板型号、规格应符合设计要求。

5 除设计要求外，兼做防雷引下线的承力钢结构构件之间采用高强螺栓连接工艺以及混凝土梁、柱内钢筋与钢筋之间采用土建施工的绑扎法、直螺纹套筒等机械连接工艺时，连接处两端不得进行热加工跨接连接。

6 引下线安装与易燃材料的墙壁或墙体保温层之间间距应大于 0.1m。

17.4.8 建筑物均压环的暗敷设应符合下列规定：

1 均压环钢筋的轴线、位置、走向、钢筋规格等应符合设计要求。

2 结构梁、板内的钢筋之间应保证电气连通，并与同层的防雷引下线连接可靠，电气连通应采用直径不小于 12mm 的热浸锌圆钢，其搭接要求应符合本规程第 17.3.4 条的规定。

3 当设计无要求时，结构梁、板内钢筋之间连接采用钢筋工程的绑扎连接或螺纹套筒等机械连接工艺时，在连接部位两端可不进行热加工电气跨接连通。

4 外檐的金属门、窗、扶手、栏杆、幕墙金属预埋件等应与均压环可靠连接，预埋件位置、型式、防腐措施等要求应符合设计要求。

15.4.9 接闪网（带）在建筑物顶部和外墙内暗敷应符合下列规定：

1 接闪网（带）型号、规格、间距、位置、走向、连接、敷设方式应符合设计要求。

2 接上网（带）钢筋的连接应优先采用焊接工艺，搭接与防腐要求应符合本规程第 17.3.4 条的规定。

3 接闪网（带）的最大间距应符合设计要求。

4 接闪网（带）暗敷时，建筑物顶部和外墙上需要与防雷装置电气连通的建筑物栏杆、旗杆、吊车梁、管道、设备、太阳能热水装置、太阳能光伏装置、门窗、幕墙支架等的金属埋件应采用直径不小于 12mm 的热浸锌圆钢与接闪网（带）可靠连接；接闪带暗敷设做法见图 17.4.9。

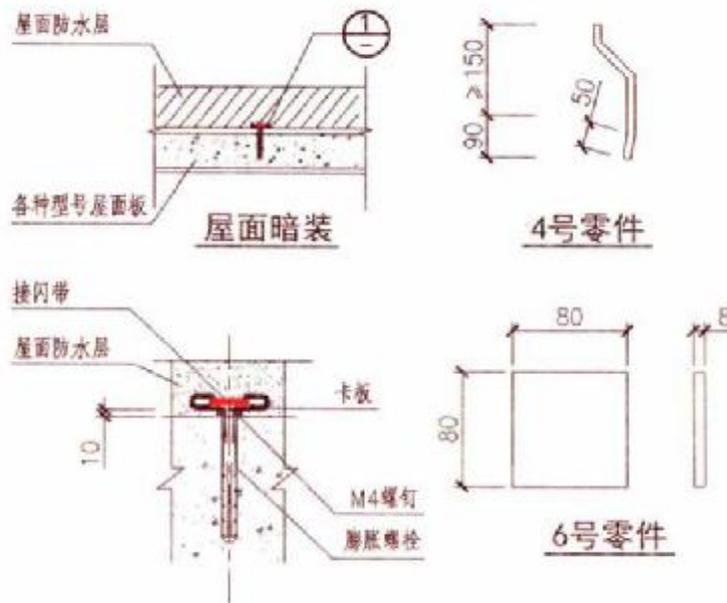


图 17.4.9 膨胀螺栓安装做法示意图

17.4.10 接闪网（带）的明敷应符合下列规定：

1 兼用接闪网（带）明敷应符合下列规定：

1) 当设计利用金属屋面做接闪器时，金属屋面板的厚度不应小于本规程表 15.4.3 的规定，其搭接辅助材料、搭接工艺、搭接长度应符合设计要求；

2) 当设计利用金属栏杆做接闪带时，金属栏杆的安装位置、材料规格、防腐措施等应

符合设计要求与国家建筑标准设计图集《建筑物防雷设施安装》15D501 的相关规定；栏杆转弯处应加工成弧形，不得有急弯且弯曲角度不应小于  $90^\circ$ ；

3) 兼用接闪器的金属屋面的板及其金属龙骨、金属栏杆及其埋件与引下线应直接可靠焊接并防腐。

2 专用接闪网（带）明敷应符合下列规定：

1) 专用接闪网（带）材料的型号、规格、防腐措施、搭接要求、安装位置等应符合设计要求与国家建筑标准设计图集《建筑物防雷设施安装》15D501 的相关规定，建筑物屋面、女儿墙及安装在其上面的设置应处于保护范围之内；

2) 接闪网（带）敷设应顺直或沿建筑造型曲线敷设，转弯处不得有急弯且弯曲角度不应小于  $90^\circ$ ，其支架的设置位置、固定要求等应符合本规程第 15.4.5 条的规定；

3) 接闪网（带）与支架应采用相同材料，当材料不一致时在接触部位应采取防止电化学腐蚀措施。

4) 接闪网（带）上不得附着、固定其他线路；

5) 高层建筑的接闪网（带）应采用明敷设，建筑物顶部和外墙上的接闪网（带）应与建筑物的栏杆、旗杆、吊车梁、管道、风管、设备、太阳能热水设施、太阳能光伏设施、门窗、幕墙支架等外露金属物进行可靠电气连接；

6) 其跨越建筑物变形缝处应采取补偿措施，补偿措施应符合国家建筑标准设计图集《建筑物防雷设施安装》15D501 的相关规定；接闪带跨越建筑物变形缝做法见图 17.4.10。

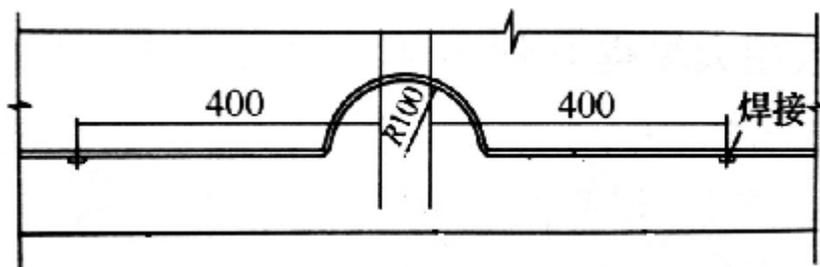


图 17.4.10 接闪带跨越建筑物变形缝做法示意图

3 接闪网（带）的搭接、防腐措施等要求应符合本规程第 17.4.4 条的规定。

17.4.11 接闪杆的制作与安装应符合下列规定：

1 设计利用旗杆、栏杆、铁塔等金属物兼作接闪器时，其材质、规格、型号、安装位置、固定措施等应符合设计要求。

2 专用接闪杆的制作应符合下列规定：

1) 专用接闪杆材质、规格、型号、总高度、节的数量、各节之间连接方式、防腐措施等应符合设计要求；

2) 具体加工要求应符合国家建筑标准设计图集《建筑物防雷设施安装》15D501 的相关

规定：

3) 接闪杆的接闪段宜做成半球状。

3 专用接闪杆的安装应符合下列规定：

- 1) 接闪杆安装位置正确，焊接固定时焊缝饱满、连续、无遗漏，焊接部分防腐完整；
- 2) 成品接闪杆安装应符合使用说明书的要求；
- 3) 在雷暴日较多地区，宜在屋面转角处安装短接闪杆。

### 17.5 质量标准

17.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 防雷引下线应与接闪器、接地装置应采用连接可靠，防腐完整。

2 建筑物顶部和外墙上的接闪器应与建筑物栏杆、旗杆、吊车梁、管道、设备、太阳能热水器、门窗、幕墙支架等外露的金属物进行电气连接。

17.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 明敷的专用引下线应分段固定，并应以最短路径敷设到接地体，敷设应平正顺直、无急弯。焊接固定的焊缝应饱满无遗漏，螺栓固定应有防松零件（垫圈），焊接部分的防腐应完整。

2 专用接闪杆位置应正确，焊接固定的焊缝应饱满无遗漏，焊接部分防腐应完整。接闪导线应位置正确、平正顺直、无急弯。焊接的焊缝应饱满无遗漏，螺栓固定的应有防松零件。

3 暗敷在建筑物抹灰层内的引下线应有卡钉分段固定。

### 17.6 成品保护

17.6.1 接闪网（带）的敷设，不得损坏外檐装修。遇坡顶瓦屋面时，操作时应采取措施，以免踩坏屋面瓦。接闪网（带）敷设后，应采取避免砸碰的保护措施。

17.6.2 防雷引下线明（暗）敷设时，安装保护管应注意保护好土建结构及装修面。同时，拆架子时不要磕碰引下线。

### 17.7 应注意的问题

17.7.1 进入现场应遵守现场的各项规章制度，进场前，应进行安全教育，按规定正确佩戴安全帽。

17.7.2 现场机具布置应符合安全规范，机具摆放间距应充分考虑操作空间，机具摆放整齐，留出行走及材料运输通道。严格按照机具使用的有关规定进行操作。

17.7.3 对加工用的电动工具要坚持日常保养维护，定期作安全检查；不用时立刻切断电源。使用电器设备，电动工具要有可靠的保护接地措施。

17.7.4 登高作业时，应采用梯子或脚手架进行，并采取相应的防滑措施；高度超过 2m 时应系好安全带，不得蹬踏设备或绝缘子进行施工作业。

17.7.5 不得私自拉接电气线路或未经批准对已安装的电气器具通电，通电前应做好电气安全检查及相关准备工作。

17.7.6 做好施工现场技术安全交底工作，要有针对性的做好技术安全工作，并及时做好签字交接工作。对技术安全措施要在施工前做好检查落实，并做好相关记录。

17.7.7 焊接安装作业时，要戴好防护眼镜盒、专用防护手套。

17.7.8 使用人字梯应紧固，距梯脚 0.4m~0.6m 处要拉绳，防止劈开。使用单梯上端要绑牢，下端应有人扶持。

17.7.9 使用明火时，应经现场管理人员报有关部门批准，明火现场应远离易燃物，并在现场备足灭火器材，且做好必要防护，设专职看火人。

## 18 接地装置安装

### 18.1 材料要求

18.1.1 主要材料应包括圆钢、扁钢、角钢、钢管、成品接地模块、电焊条等；辅助材料应包括沥青油、油漆、银粉等。

18.1.2 圆钢、扁钢、角钢、钢管或成品接地模块的规格、型号应符合设计及规范的要求。

18.1.3 接地装置安装中使用的金属钢材（如：扁钢、圆钢、钢管、角钢等）均应采用热浸镀锌制品，当在混凝土内敷设时可采用非镀锌制品，但不得使用螺纹钢。

18.1.4 圆钢的直径、扁钢的宽度和厚度、钢管的管径和壁厚、角钢的宽度和厚度均应符合制造标准，表面应无严重锈蚀、无过度扭曲、弯折变形，镀锌层应覆盖完整、镀锌均匀、表面无锈斑。

18.1.5 电焊条包装完好，拆包抽检，焊条尾部无锈蚀。

### 18.2 主要机具

18.2.1 常用工具应包括电焊机、切割机、手锤、钢筋弯曲工具等，人工接地体安装时除此之外可包括挖土机、推土机、夯实机、电镐、铁锹、铁镐等。

18.2.2 其他工具应包括卷尺、油漆桶、油漆刷、钢锯、锯条、接地电阻测试仪及常用电工工具等。

### 18.3 作业条件

18.3.1 组织准备应符合下列规定：

- 1 设计施工图纸应齐全，接地装置做法应明确；
- 2 电气施工方案应已审批。
- 3 接地装置安装技术交底应已完成。
- 4 需要挖土机、推土机作业时，其作业人员应按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。

18.3.2 自然接地体作业条件应符合下列规定：

- 1 底板筋与柱筋连接处应帮扎完。
- 2 桩基内钢筋与柱筋连接处应帮扎完。

18.3.3 人工接地体作业条件应符合下列规定：

- 1 室外回填土应施工完毕。
- 2 室外管线应施工完毕。

3 按设计位置场地应清理好。

## 18.4 操作工艺

18.4.1 工艺流程应符合下列规定：

1 自然接地体安装工艺流程应符合图 18.4.1-1 的规定：

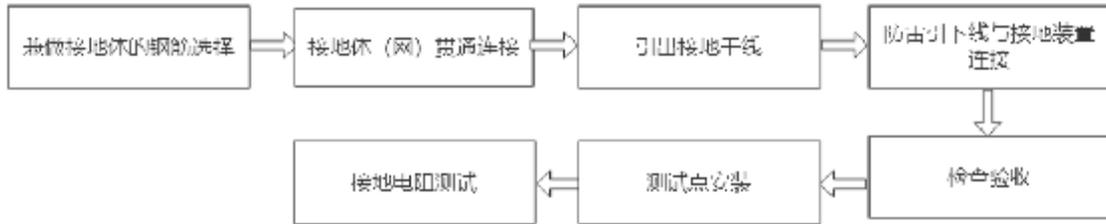


图 18.4.1-1 自然接地体安装工艺流程

2 人工接地体安装工艺流程应符合图 18.4.1-2 的规定：

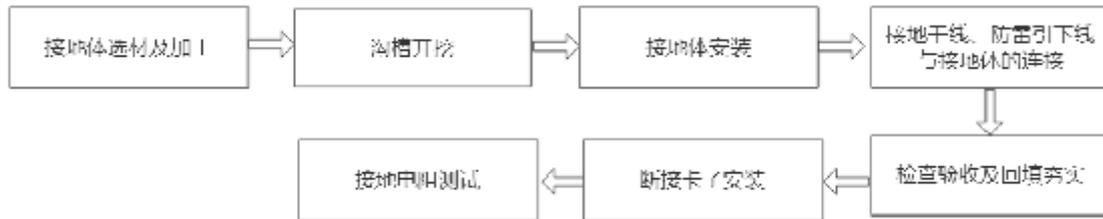


图 18.4.1-2 人工接地体安装工艺流程

18.4.2 自然接地体安装操作工艺应符合下列规定：

1 兼做接地体的钢筋选择应符合下列规定：

1) 利用柱形桩基及平台钢筋做接地体时，根据设计图纸要求，找好桩基组数位置，确定好兼作接地线的桩基钢筋及承台钢筋的位置、数量，并应用油漆做好标记，最后应将桩基钢筋与其承台钢筋焊接；见图 18.4.2-1 所示；

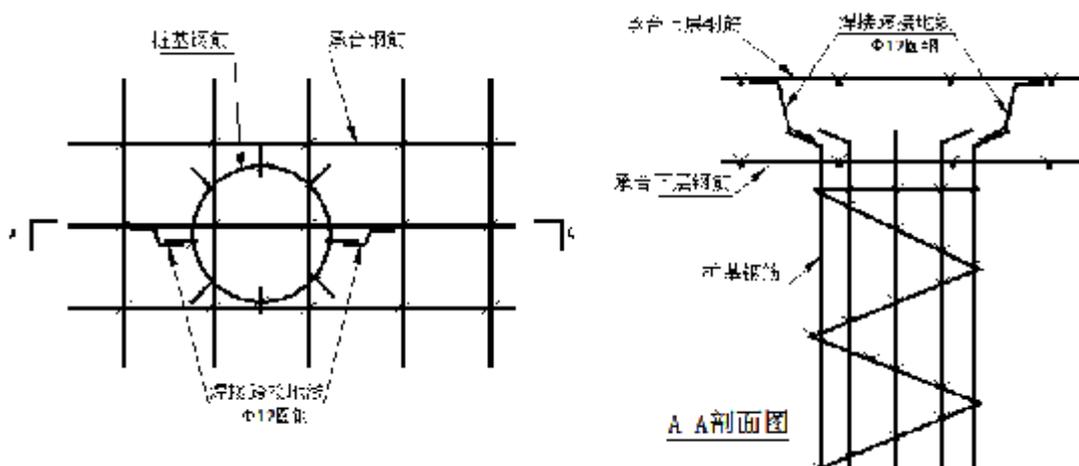


图 18.4.2-1 利用桩基基础内钢筋做接地体示意图

2) 利用基础底板钢筋或深基础做接地体时，应根据设计图纸要求，确定好兼作接地线

的基础钢筋位置、数量、接地网格尺寸和主筋的规格，并利用油漆做好标记，最后应将底板钢筋纵横连接贯通形成接地网；见图 18.4.2-2 所示。

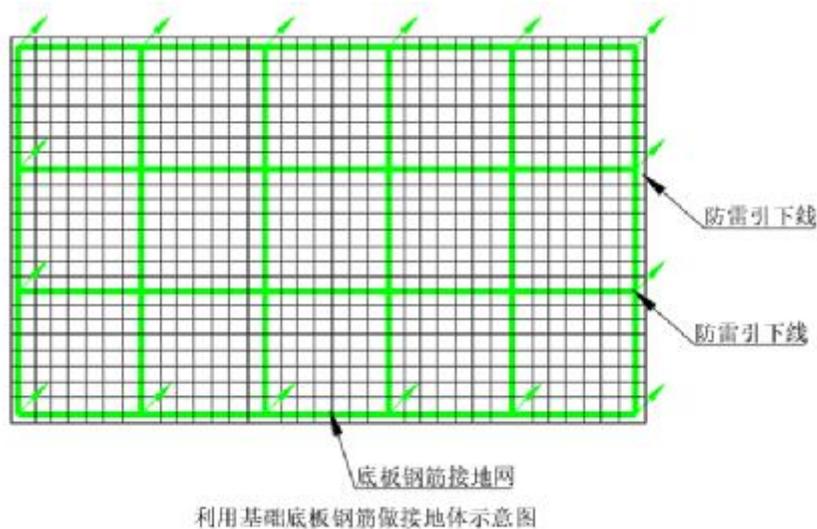


图 18.4.2-2 利用基础底板钢筋做接地体示意图

2 接地体（网）贯通连接应符合下列规定：

1) 根据设计图纸要求的位置和数量，应将兼作接地线的桩基钢筋、承台钢筋或基础底板钢筋进行贯通连接，形成整体电气通路；

2) 接地装置纵、横、竖向钢筋的贯通连接应采用焊接，不能错焊或漏焊；焊接时应选择不小于  $\Phi 12$  的圆钢进行跨接（有设计要求时除外），不得使用螺纹钢代替；

3) 土建采用的直螺纹连接、搭焊连接的钢筋可不作电气跨接，但连接点应满足电气贯通性及土建验收要求。

3 引出接地干线应符合下列规定：

1) 应根据设计图纸要求的位置、数量，从接地装置处引出总等电位接地干线、配电间接地干线、机房接地干线、变压器中性点接地干线、电梯井道接地干线等设计要求的预留干线，应将接地干线随结构施工依次敷设至设计要求的位置；

2) 接地干线的材质、规格、型号以及敷设方式应由设计确定，设计无要求时应及时办理变更洽商；

3) 接地干线与接地装置的连接应采用焊接，搭接焊时跨接圆钢应采用不小于  $\Phi 12$  的圆钢（有设计要求时除外，但不得使用螺纹钢代替），连接牢固可靠，不得错焊或漏焊；

4) 采用铜带或电缆作接地干线时，宜在建筑物底层墙柱上预留接线箱作过渡措施，即先采用镀锌扁钢（截面不小于铜带或电缆）从接地装置引至建筑物底层墙柱上的预留接线箱内，再选择设计要求的铜带或电缆从接线箱内引至相应位置，不同金属连接处还应采取防电

化腐蚀措施；见图 18.4.2-3 所示。

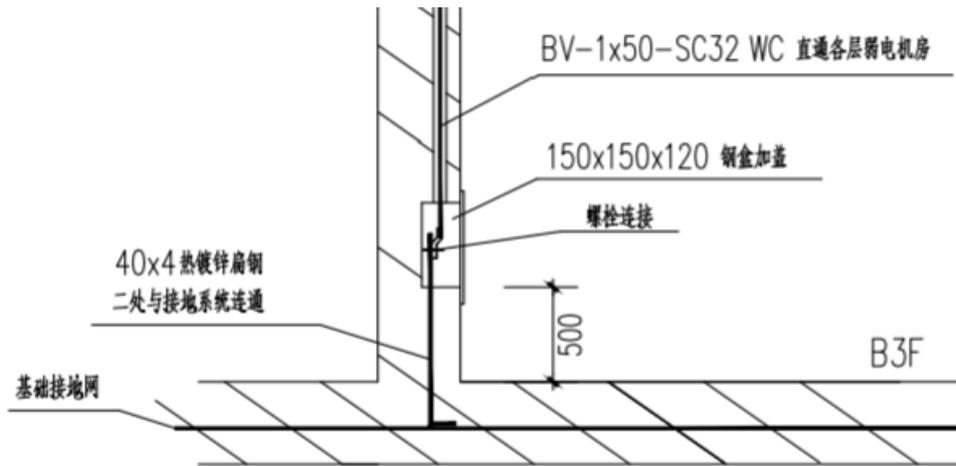


图 18.4.2-3 接地干线在底层墙柱上的过渡做法示意图

4 防雷引下线与接地装置连接应符合下列规定：

1) 利用结构柱内钢筋或结构钢柱兼做防雷引下线时，应根据设计要求的位置、数量，选择不小于 $\Phi 12$ 的圆钢（有设计要求时除外，但不得使用螺纹钢代替）将兼作防雷引下线的结构柱主筋（每组引下线不少于 2 根柱主筋）或钢柱的底部与接地装置钢筋网可靠焊接；

2) 采用专设防雷引下线时，根据设计要求的位置、数量以及引出干线的规格、型号，应将接地干线预留至相应位置以备与防雷引下线连接。

5 检查验收应符合下列规定：

1) 作为接地体钢筋的规格型号、位置、数量是否符合设计要求；

2) 引出接地干线的材质、规格型号、位置、数量是否符合设计要求；

3) 接地体（网）贯通连接时不应错焊或漏焊；

4) 引出接地干线、防雷引下线与接地装置连接应可靠。

6 测试点安装应符合下列规定：

1) 在主体结构施工至地面以上时，在设计要求的引下线处，利用 $\Phi 12$ 镀锌圆钢与防雷引下线可靠焊接，并随墙柱结构暗敷至接地测试点端子箱安装位置附近，再采用 $40 \times 4$ 的镀锌扁钢与圆钢可靠焊接并准确的引入至测试点端子箱位置处；测试点端子箱应根据设计位置随结构施工进行预留，其尺寸应满足操作需要；见图 18.4.2-4 左图所示；

2) 预留扁钢在引入测试点端子箱内前应先开好孔，开孔直径不得小于 10mm；进入端子箱后，扁钢侧面与建筑面垂直、安装端正，扁钢根部与端子箱点焊固定，扁钢开孔处应安装不小于 10mm 的螺栓并配置燕尾螺母，平垫、弹垫齐全；见图 18.4.2-4 所示；

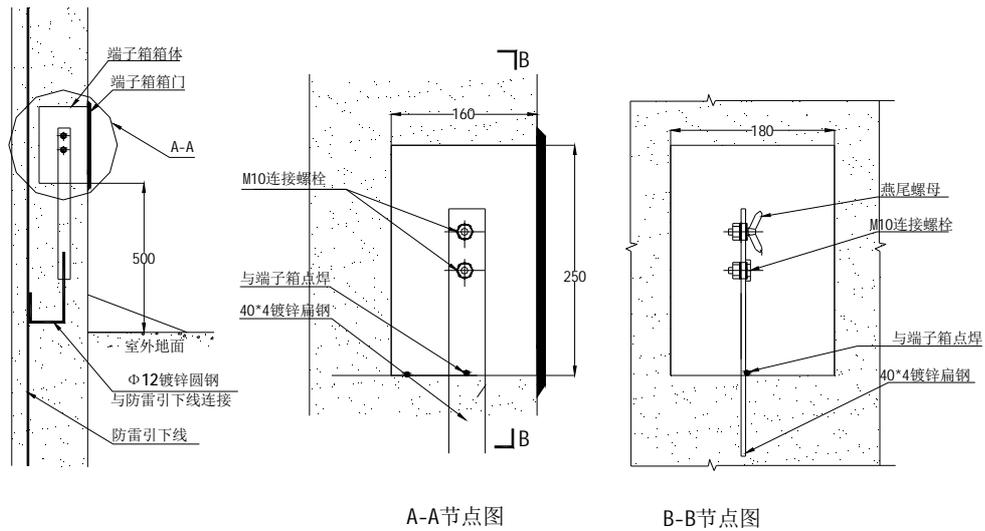


图 18.4.2-4 接地测试点安装示意图

- 3) 接地测试点采用的端子箱箱门上应有接地标识 ( $\equiv$ )、“接地测试点”文字标识、端子箱编号，箱体和箱门应与扁钢可靠电气跨接，箱门装锁；
- 4) 测试点不应被外墙饰面遮蔽，当端子箱安装处的外墙柱装饰面为干挂石材时，端子箱安装位置应位于干挂石材面上；
- 5) 当接地测试点位于玻璃幕墙上时，应与幕墙专业提前沟通，共同确定端子箱安装位置，测试点位置处的玻璃应在加工订货时预留相应洞口或者设置开启玻璃窗，开启角度应大于 70 度且方便测试点安装试验操作。安装端子箱前，先用  $40 \times 40 \times 4$  镀锌角钢制作固定端子箱的支架，将两端焊接在幕墙的主龙骨上，再按标高和事先确定的位置安装测试端子箱，最后将接地母线引至箱内，具体见图 18.4.2-5 所示。

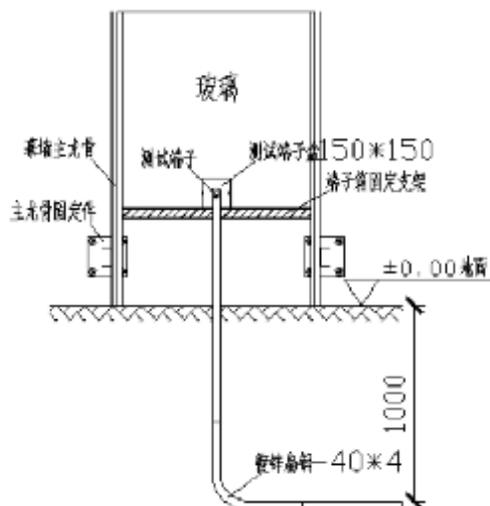


图 18.4.2-5 幕墙测试点安装示意图

7 接地电阻测试应符合下列规定：

1) 在建筑物室外回填土完成后，应在接地测试点处测试接地装置的接地电阻值，当接地电阻值达不到设计要求时，应补充设计人工接地体；

2) 接地电阻的测试时间宜在每年的 10 月至次年的 4 月间的干燥季节进行，阴雨天气不得测试接地电阻。

18.4.3 人工接地体安装操作工艺应符合下列规定：

1 接地体选材及加工应符合下列规定：

1) 人工接地体类型常见的有桩式接地体、网片式接地体及接地模块，无论何种类型均应根据设计要求选择人工接地体及接地线的材质、规格、型号、尺寸、数量；

2) 桩式人工接地体一般采用镀锌角钢或镀锌钢管切割而成，长度不小于 2.5m，一端加工成尖头形状以便砸入地下；见图 18.4.3-1 所示；

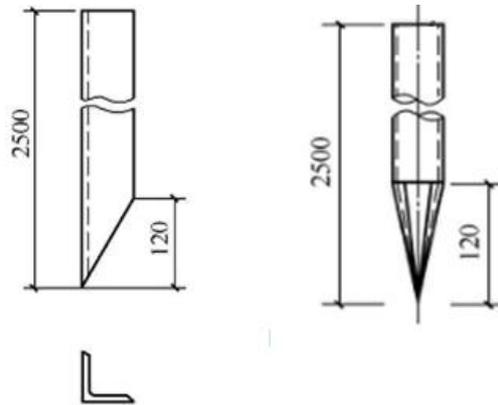


图 18.4.3-1 角钢和钢管接地极制作示意图

3) 网片式人工接地体通常采用铜带、扁钢等导体组成网格状或带状埋设于土壤或混凝土内，其材质、规格型号、尺寸、数量等均由设计确定；

4) 人工接地体也可利用成品的接地模块，接地模块由专业厂家提供，模块的规格型号应满足设计要求并经设计确认；见图 18.4.3-2 所示。

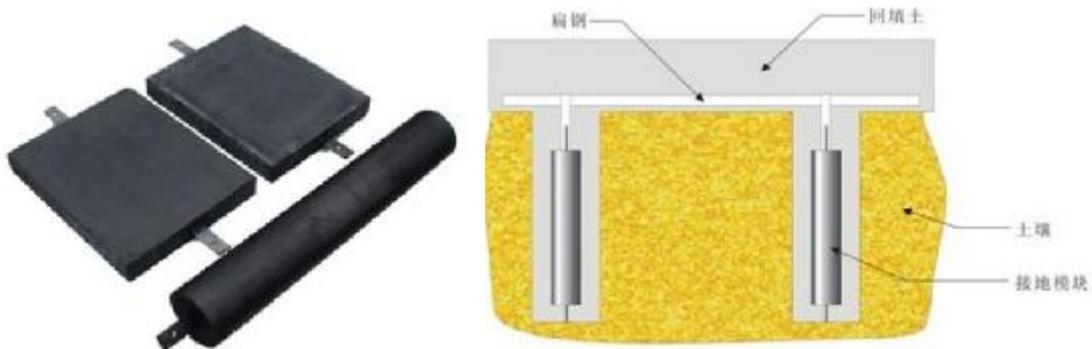


图 18.4.3-2 接地模块安装示意图

2 沟槽开挖应符合下列规定：

1) 按照设计图纸位置，依据结构轴线弹线定位，确定人工接地体沟槽的位置和尺寸，按照弹好的线进行挖掘；沟槽的深度应为 0.8m~1m，且应在冻土层以下，宽度应满足埋入人工接地体的需要，沟槽上部稍宽，底部渐窄，沟底石子应清除；

2) 采用接地模块时，先挖好沟槽，在此基础上再挖掘接地模块埋设基坑，宜为模块外形尺寸的 1.2 倍~1.4 倍，且应详细记录开挖深度内的地层情况。

3 人工接地体的安装应符合下列规定：

1) 沟槽挖好后，应尽快检查确认，并安装接地极和敷设接地干线，防止土方倒塌或雨雪天气雨水灌入；

2) 接地极应位于沟槽的中心线上，除网片式人工接地体外，角钢、钢管、铜棒、铜管等接地极应垂直敲入地中，敲打时应在接地极顶部采取保护措施防止打劈，接地极间距不应小于 5m。采用接地模块时，接地模块间距不应小于模块长度的 3 倍~5 倍；接地模块应垂直或水平就位，并应保持与原土层接触良好；

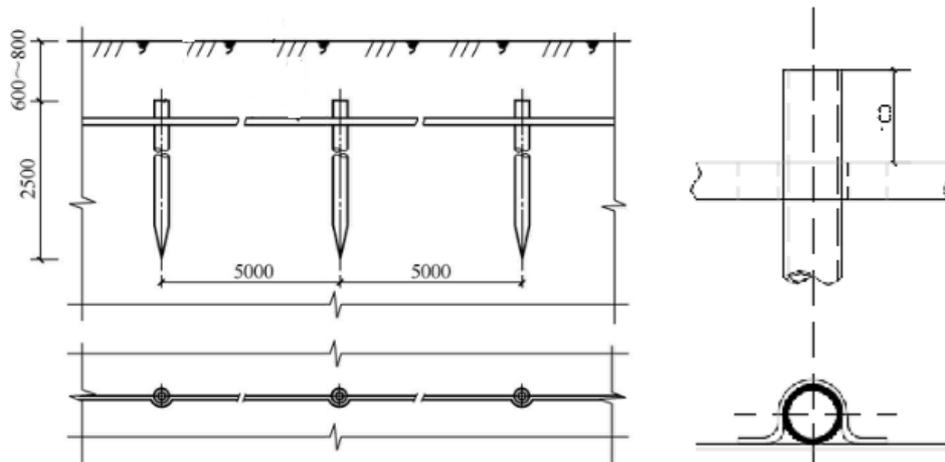


图 18.4.3-3 桩式人工接地极安装示意图

3) 选择设计规定的材质及其规格型号的接地线，敷设前应先调直，再放置于沟槽内；应依次将各接地极（体）间可靠电气贯通连通，并应将焊接处的焊渣清理干净后刷沥青油防腐。接地线采用镀锌扁钢时，扁钢应侧放不应平放，扁钢与接地极连接的位置距接地极最高点约 100mm，见图 18.4.3-3 所示；

4) 网片式接地体一般采用扁钢、铜带等导体按照设计要求的网格尺寸、数量组成网格或带状埋设，在交叉、拐弯处进行焊接，形成电气贯通网。沿建筑物四周敷设的环形接地体无设计要求时，环形接地体与建筑物距离应不小于 1m，环形贯通焊接，见图 18.4.3-4 所示；

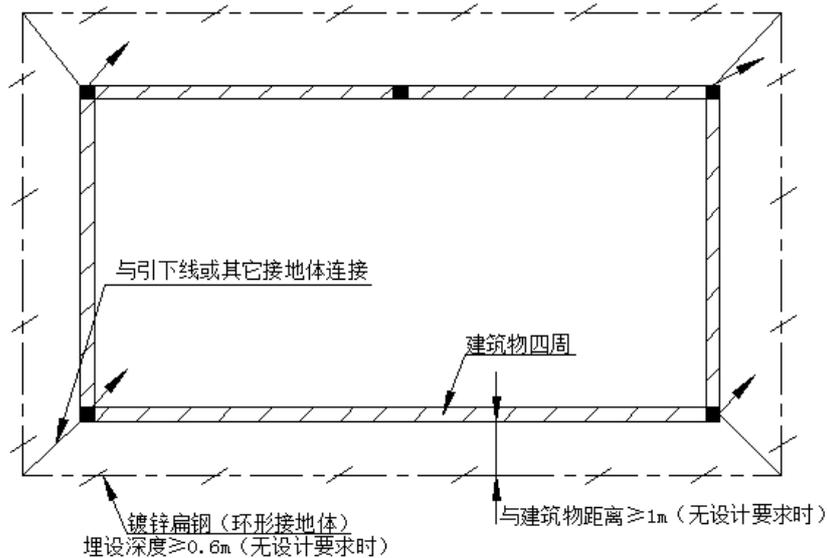


图 18.4.3-4 沿建筑物四周敷设环形接地体示意图

5) 设计无要求时, 接地极顶部埋设深度应为 600mm~800mm, 在敲入或埋入接地极时应控制好其顶部距地面距离。

4 接地干线、防雷引下线与接地体的连接应符合下列规定:

1) 人工接地体安装后应依据设计要求为防雷引下线、测试点、总等电位、配电室中性点接地等预留接头, 并引至设计要求的位置, 预留足够的连接长度以待使用;

2) 具体做法参照规程第 18.4.2 条的第 3 款和第 5 款。

5 检查验收及回填夯实应符合下列规定:

1) 接地体连接完毕后, 应及时进行隐蔽工程检查, 重点核查内容有: 接地体材质、规格、型号、位置、数量以及引出的接地干线应符合设计要求, 焊接质量、防腐处理应符合规范要求, 沟槽内及回填土内不应夹有石块和建筑垃圾等, 外取的土壤不得有较强的腐蚀性;

2) 上述内容检查验收合格后, 方可进行回填, 在回填土时应采用净土分层夯实。

6 断接卡子安装应符合下列规定:

1) 采用埋入土壤中的人工接地体时, 应在人工接地体与引下线之间设置断接卡子; 人工接地装置由多个分接地装置组成时, 应按设计要求设置断接卡子; 自然接地体与人工接地体的连接处也应有便于分开的断接卡子;

2) 按照设计要求的位置、标高、数量确定断接卡子, 距地面宜为 0.3m~1.8m, 上端与引下线连接, 下端与人工接地体连接; 其做法见图 18.4.3-5 所示;

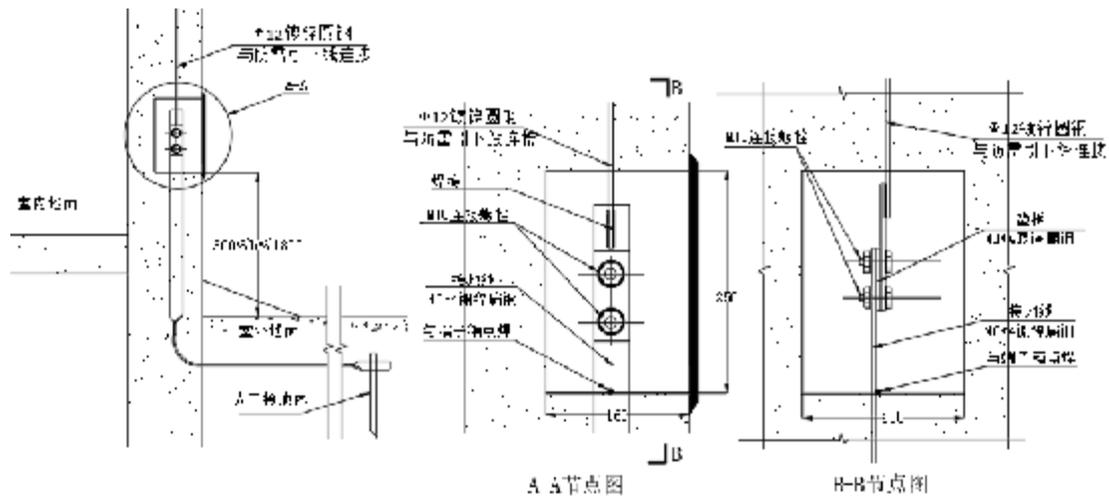


图 18.4.3-5 断接卡子安装示意图

3) 断接卡子端子箱安装具体做法参照本规程第 18.4.2 条的第 6 款。

7 接地电阻测试应符合下列规定：

1) 接地断接卡子设置完后，应及时对人工接地体进行接地电阻测试，其接地电阻值应符合设计要求，当土壤电阻率较高，难以达到设计要求的接地电阻时，可采用增加接地极法、换土法、降阻剂法或其他新材料、新技术降低接地体的电阻；

2) 当人工接地装置由多个分接地装置组成时，或由自然接地体与人工接地体组成时，应在断接卡子处断开连接，分别测试各组合单元的接地电阻值。

## 18.5 质量标准

18.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 接地装置的材料规格、型号应符合设计要求。

2 接地装置安装中，各构件的连接应牢固可靠，形成贯通的电气通路，接地电阻值应符合设计要求。

3 接地装置在地面以上的部分，应按照设计要求设置测试点，测试点不应被外墙饰面遮蔽，且应有明显标识。

4 在建筑物外人员可经过或停留的引下线与接地体连接处 3m 范围内，应采取防止跨步电压对人员造成伤害的下列一种或多种方法：①铺设使地面电阻率不小于  $50\text{k}\Omega \cdot \text{m}$  的 5cm 厚的沥青层或 15cm 厚的砾石层；②设立阻止人员进入的护栏或警示牌；③将接地体敷设成水平网格。

18.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 接地连接点的连接方式应符合下列规定：

1) 接地装置由接地体和接地线组成，接地体之间的连接应采用焊接（土建采用的直螺



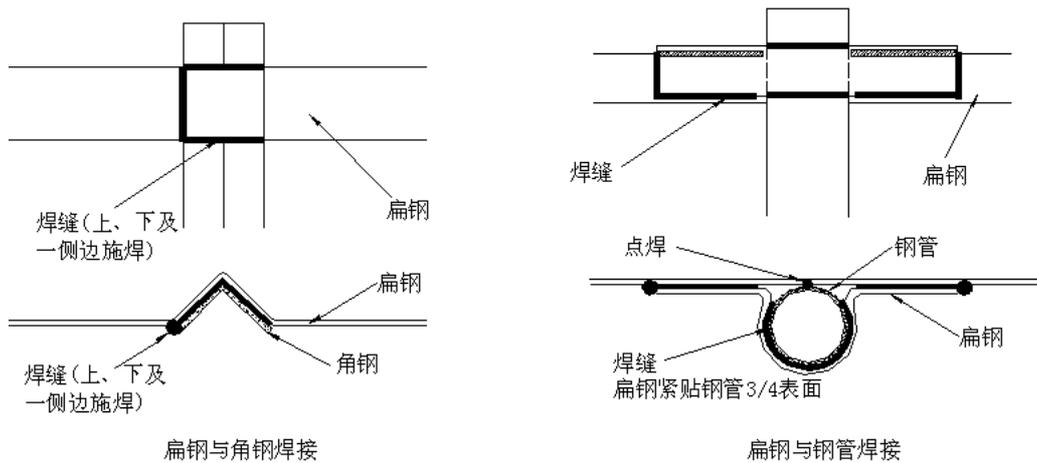


图 18.5.2 防雷装置钢材焊接示意图

2) 接地连接点采用热剂焊时，熔接接头应将连接的导体完全包在接头里，保证连接部位的金属完全熔化，并连接牢固，接头处无贯穿的气孔，表面平滑。

3) 不同材质的导体连接时（如：铜与钢），应采取防电化腐蚀措施，当采用螺栓连接时，钢导体搭接面应经热镀锌处理，铜导体搭接面应经搪锡或加垫银箔纸处理，或在搭接面均作镀银处理。

4) 接地连接点（焊接处）外侧 100mm 范围内应做防腐处理（埋入混凝土内的焊接接头除外），且无遗漏，防腐前应去掉焊接处残留的焊药。

3 接地线跨伸缩缝或沉降缝处时，应有补偿措施，可将接地线本身弯成弧状代替。

4 接地装置安装中所有的隐蔽项目应做好隐检，不能遗漏，隐检内容齐全，留存相片及隐检记录。

## 18.6 成品保护

18.6.1 对自然接地体的保护应符合下列要求：

1 电工不得随意移动或切割土建专业已经绑扎固定好的钢筋。

2 接地装置安装完后，不得随意切断或调整作为接地装置的主筋，包括钢筋直螺纹连接处、搭接焊处、接地跨接处；因钢筋安装质量问题返工导致兼做接地装置的钢筋网电气贯通性受影响时，应通知项目管理部电气专业工程师，专门研究处理。

3 土建专业不得私自切断或破坏已焊接好的接地连接点和接地引出干线，当影响到土建作业时，应与项目管理部电气专业协商解决。

18.6.2 对人工接地体的保护应符合下列要求：

1 沟槽开挖、往地下打入钢管或角钢等桩式接地极时，不得破坏地下已埋设的管线、室外散水和外墙装饰等。

2 室外的人工接地体安装完毕后，应对接地体位置作标识，其他专业室外动土作业时，应有保护措施防止接地体被破坏。

3 不得擅自切断、隐埋或损坏引出的接地干线。

16.6.3 其他方面的保护应符合下列要求：

1 不得损坏结构外墙上为测试点预留的端子箱和接地扁钢。

2 使用油漆为接地装置做标识时，不应污染结构钢筋；不宜采用过宽的毛刷，避免油漆标识面积过大。

3 电工施焊时，不得烧伤结构钢筋。

### 18.7 应注意的问题

18.7.1 人工接地装置中的沟槽开挖、接地体安装、回填夯实工序应避开雨雪天气。

18.7.2 电焊作业时，应先办理动火证，并按照电焊安全技术操作规程作业，采取防火、防触电措施。

18.7.3 使用挖土机、推土机等特种作业车辆时，应有专人看护指挥，防止机械意外伤害。

18.7.4 开挖沟槽和打入接地极前，应确定地面下管线位置与接地装置无冲突，尤其是要避开高压电缆、燃气管道、水暖管道及重要通讯线路等。

18.7.5 生产经营单位应为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

## 19 电气设施设备检验和试运行

### 19.1 材料要求

- 19.1.1 从事检验的人员应有资格证明文件。
- 19.1.2 检验所需技术资料应包括但不限于以下内容：
  - 1 设计图纸。
  - 2 工程变更记录及工程洽商记录。
  - 3 隐蔽工程验收记录及签证。
  - 4 交接试验合格报告。
  - 5 动力工程的空载试运行记录。
  - 6 培训记录及培训资料。

### 19.2 主要机具

- 19.2.1 用于检验的器具或设备包括但不限于以下内容：
  - 1 游标卡尺、刻度尺、卷尺、激光测距仪、厚度计等计量器具。
  - 2 具有测量电压、电流、电阻（包括接地电阻、绝缘电阻、导体连通性等）、故障回路阻抗、相序、RCD 特性等一个或多个功能的仪表。
  - 3 照度计、红外线温度计、热像仪等测量仪器。
  - 4 功率计、电能质量分析仪等仪器。
- 19.2.2 仪表与仪器应符合下列要求：
  - 1 应事先对工程中需要使用的仪表和仪器进行检查，确认电池充足、功能正常、配件齐全、安全无故障。
  - 2 仪表和仪器的精度应符合检验要求，并经过相应计量部门校验取得合格证。

### 19.3 作业条件

- 19.3.1 检验应随工程进度进行。
- 19.3.2 检验包括外观检查和仪表测试，并应参考《建筑电气工程施工资料编制指南及填写范例》要求填写相关文档。
- 19.3.3 随工检验应由施工单位的项目专业质量检查员、专业工长等实施。
- 19.3.4 实施检验的人员应采取佩戴护目镜、安全帽，穿着绝缘手套、绝缘靴等人身防护措施。

### 19.4 操作工艺

19.4.1 工艺流程应符合下列规定：

1 装置通电前检查流程应符合图 19.4.1-1 的规定：



图 19.4.1-1 装置通电前检查流程

2 装置通电后检查流程应符合图 19.4.1-2 的规定：

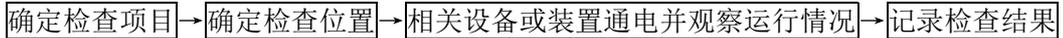


图 19.4.1-2 装置通电后检查流程

3 装置通电前测试流程应符合图 19.4.1-3 的规定：



图 19.4.1-3 装置通电前测试流程

4 装置通电后测试流程应符合图 19.4.1-4 的规定：

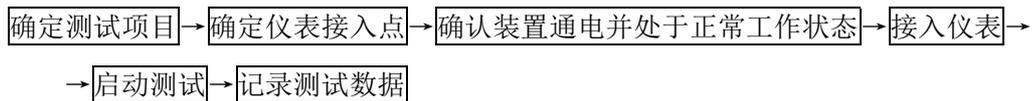


图 19.4.1-4 装置通电后测试流程

19.4.2 外观检查操作工艺应符合下列规定：

1 通电前检查项目应包括但不限于以下内容：

- 1) 装置的电击防护措施应符合设计要求；
- 2) 装置的防火和热效应防护措施应符合设计要求；
- 3) 导体的选择应符合设计要求；
- 4) 保护电器的选择、整定、选择性和配合应符合设计要求；
- 5) 过电压保护电器（SPD）的选择、布置和安装应符合设计要求；
- 6) 隔离和开关电器的选择、布置和安装应符合设计要求；
- 7) 设备的 IP 防护等级和机械防护措施应符合设计要求；
- 8) 中性导体和保护导体的标识应正确无误；
- 9) 配电简图、警示标志或其他类似信息的设置应符合设计要求；
- 10) 回路、过电流保护电器、开关、端子等的标识应符合设计要求；
- 11) 电缆、导体的端接和连接应符合安装工艺要求；
- 12) 接地配置、保护导体及其连接的选择和安装应符合设计要求；
- 13) 控制设备应便于操作、识别和维修；

- 14) 装置的抗电磁骚扰的措施安装应符合设计要求;
  - 15) I 类设备的外露可导电部分与接地配置连接应符合设计要求;
  - 16) 布线系统的选择和安装应符合设计要求;
  - 17) 特殊场所的照明系统安装应符合设计要求。
- 2 通电后外观检查项目应包括但不限于以下内容:
- 1) 开关应与用电设备的控制顺序相对应;
  - 2) 电气装置通电连续试运行期间内应无明显异常或故障。

19.4.3 绝缘电阻测试应符合下列规定:

1 绝缘电阻测试仪表应符合现行国家标准《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备 第 2 部分 绝缘电阻》GB/T 18217.2 的规定。

2 测试绝缘电阻的操作应符合下列规定:

- 1) 应根据被测设施或设备电源回路标称电压, 按表 19.4.1 选择测试仪表的测试电压;

表 19.4.1 绝缘电阻测试电压及绝缘电阻最小值

设施或设备电源回路标称电压 (V)	直流测试电压 (V)	绝缘电阻 (MΩ)
SELV 和 PELV	250	0.5
500 V 及以下, 包括 FELV	500	0.5 (1)
500 V 以上	1000	1.0
高压电机的绝缘电阻测试	2500	10
用绝缘电阻代替 1000V 交流工频耐压试验	2500	10

- 2) 除仪表施加的测试电压外, 被测导体上不应带电;
- 3) 被测回路不应连接用电设备;
- 4) 应临时拆除被测回路中的电涌保护器 (SPD);
- 5) 仪表的测试线 (表笔) 与被测导体应可靠连接;
- 6) 按下电子式仪表的测试按钮, 或匀速转动手摇式仪表手柄的时间应符合设计要求, 并应等待仪表显示稳定数值后记录读数;
- 7) 释放仪表测试按钮或停止转动手柄后, 应等待仪表显示为 0 后再取下测试电极, 并应恢复用电设备或电涌保护器 (SPD) 等测试前的连接状态。

19.4.4 接地电阻测试应符合下列规定:

1 应根据配电系统接地形式以及接地极具体安装情况, 选择下列接地电阻测试仪表与方法:

- 1) 当测试孤立接地极的接地电阻, 且有条件设置辅助接地极时, 宜采用符合现行国家

标准《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 5 部分：对地阻抗》GB/T18217.5 的仪表，并采用三电极法测试接地电阻；

2) 当不适于采用三电极法测试接地电阻时，宜采用符合现行国家标准《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 3 部分：环路阻抗》GB/T18217.3 的仪表，通过测试接地故障回路阻抗间接测试接地电阻；

3) 当多个接地极已彼此形成闭合回路，且不适于采用三电极法测试其接地电阻时，可采用钳形接地电阻测试仪测试接地电阻。

2 三电极法测试接地电阻的操作应符合下列规定：

1) 当被测接地极 (RE) 与两个辅助电极 (RS、RH) 呈直线分布能到达 20m 及以上间距时，应按图 19.4.4-1 设置辅助接地极；

2) 当被测接地极 (RE) 与两个辅助电极 (RS、RH) 呈三角形分布能到达 20m 及以上间距时，应按图 19.4.4-2 设置辅助接地极；

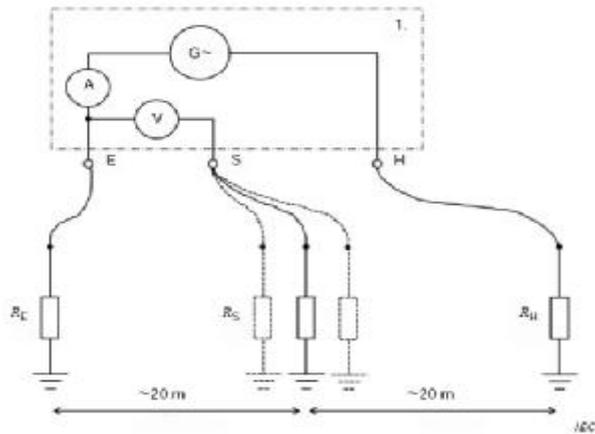


图 19.4.4-1 直线分布三电极法测试接地电阻

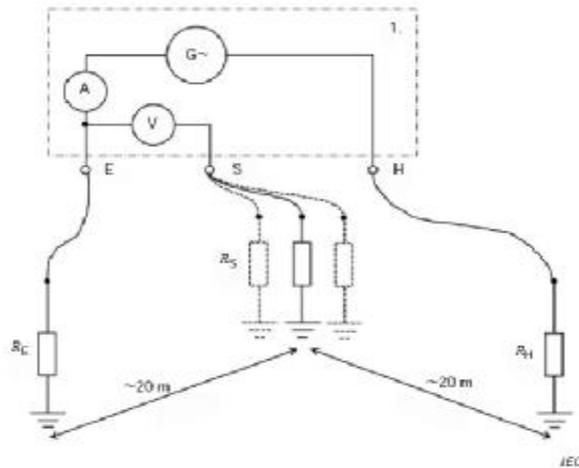


图 19.4.4-2 三角形分布三电极法测试接地电阻

3) 辅助电极打入土壤的深度应符合仪表使用规定；

- 4) 辅助电极 (RS) 应沿直线向被测接地极 (RE) 或辅助接地极 (RH) 前后移动约 2m 的距离 (见图 17.4.2 中虚线 RS 所示), 并观察仪表读数;
- 5) 应在不同的测试位置, 记录大体一致的 3 个测试结果, 取其算术平均值作为被测接地电阻值。
- 3 接地故障回路阻抗法测试接地电阻的操作应符合下列规定:
- 1) 宜在配电系统主开关电器带电侧 (进线端) 进行测试, 主开关电器应处于分断状态;
  - 2) 应按图 19.4.2-3 所示, 将 TT 系统设备侧接地导体 (1) 与总接地端子 (MET) 临时断开;
  - 3) 仪表测试线 (表笔) 应分别与相导体和被测接地极可靠连接, 启动测试, 待仪表显示稳定后记录读数;
  - 4) 对测试值进行评判时, 应考虑相导体电阻和变压器次级绕组电阻的影响。

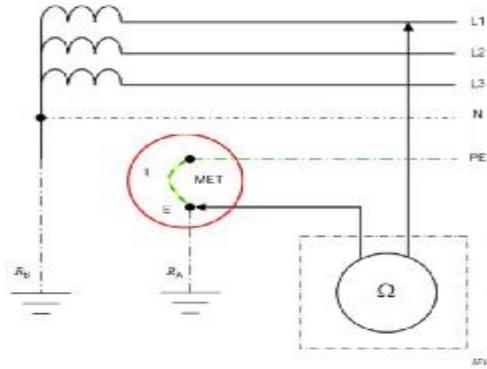


图 19.4.2-3 接地故障回路阻抗法测试接地电阻

- 4 钳形接地电阻测试仪测试接地电阻的操作应符合下列规定:
- 1) 被测接地极应与多个接地极形成闭合回路;
  - 2) 应使用仪表配套校准器对其进行校准, 记录仪表基础读数;
  - 3) 应按图 19.4.4-4 所示, 将测试仪表套接在被测接地导体上, 待仪表显示稳定后记录读数;

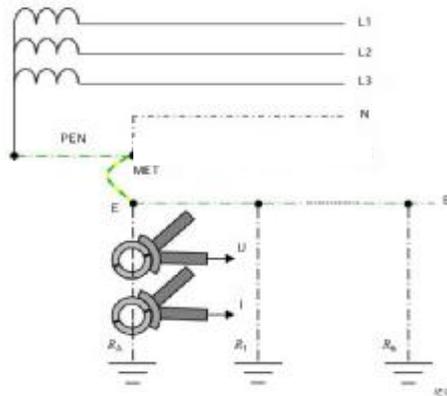


图 19.4.4-4 钳形接地电阻测试仪测试接地电阻

4) 当 TT 系统设备侧仅有一个接地极时, 可见图 19.4.4-5 所示, 临时将保护接地导体 (PE) 与中性导体 (N) 连接, 形成闭合回路后将测试仪表套接在被测接地导体上, 待仪表显示稳定后记录读数;

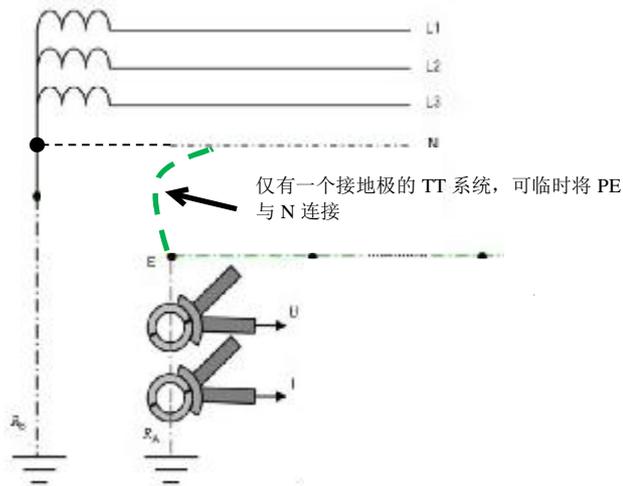


图 19.4.4-5 钳形接地电阻仪测试仅有一个接地极的 TT 系统的接地电阻

5) 对测试值进行评判时, 应从测试值中减去仪表校准时记录的基础读数, 并应考虑与被测接地极并联的其他接地极电阻的影响。

#### 19.4.5 接地故障回路阻抗测试应符合下列规定:

1 接地故障回路阻抗测试仪表应采用符合现行国家标准《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 3 部分: 环路阻抗》GB/T18217.3 的规定。

2 测试接地故障回路阻抗的操作应符合下列规定:

- 1) 被测回路应处于正常带电状态;
- 2) 应在回路最末端接入进行测试, 见图 19.4.5 所示;

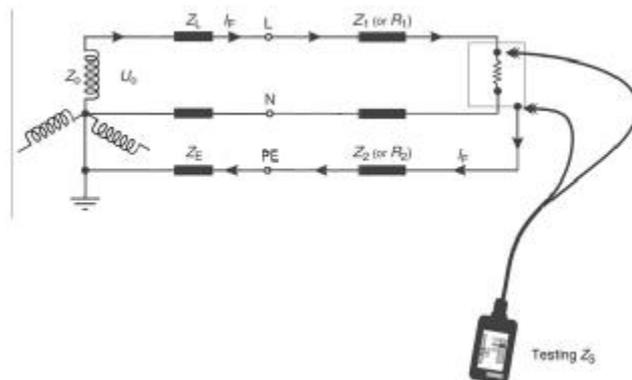


图 19.4.5 测试接地故障回路阻抗

3) 宜选择仪表的“大电流测试”挡位进行测试;

4) 将仪表测试线(表笔)分别与相导体和保护接地导体(PE)可靠连接后启动测试,待仪表显示稳定后记录读数;

5) 当测试导致被测回路中的 RCD 脱扣时,可选择仪表的“不脱扣(no trip)测试”挡位或临时将 RCD 旁路后复测。

#### 19.4.6 RCD 动作特性测试应符合下列规定:

1 RCD 测试仪表应符合现行国家标准《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护检测的试验、测量或监控设备 第 6 部分在 TT 和 TN 系统中的剩余电流装置(RCD)》GB/T18217.6 的规定。

2 连接 RCD 测试仪表应符合下列规定:

1) 被测回路应处于正常带电状态;

2) 当测试末端回路 RCD 时,应在其所保护回路的最末端接入仪表;

3) 当测试干线 RCD 时,应在其输出端接入仪表;

4) 当使用三测试线(表笔)仪表时,应按仪表标记将测试线分别与相导体、中性导体(N)和保护接地导体(PE)可靠连接;

5) 当使用两测试线(表笔)仪表时,应按仪表标记将测试线分别与相导体和保护接地导体(PE)可靠连接。

3 当测试 RCD 实际脱扣时间时,应根据被测 RCD 类型(AC、A、B 等)和额定动作剩余电流值( $I_{\Delta n}$ )设置仪表,之后按下测试按钮,记录仪表显示的时间读数。

4 当测试 RCD 实际剩余动作电流时,应选择仪表的“斜坡电流(ramp)”功能,之后按下测试按钮,记录仪表显示的电流读数。

#### 19.4.7 相序测试应符合下列规定:

1 相序测试仪表应符合现行国家标准《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护检测的试验、测量或监控设备 第 7 部分 相序》GB/T18217.7 的规定。

2 相序测试的操作应符合下列规定:

1) 被测回路应处于正常带电状态;

2) 宜先在电源起始位置连接仪表,记录仪表测试线色标及相位顺序,以此作为“起始相序”;

3) 在需要鉴别相序的位置,按“起始相序”测试线色标连接仪表,并记录相位顺序。

19.4.8 回路电压降测试应符合下列规定：

- 1 回路电压降应在负载可开启和关闭条件下测试；
- 2 测试回路电压降的操作应符合下列规定：
  - 1) 被测回路空载时，测量并记录设备电源输入端电压值；
  - 2) 启动负载并进入正常运行状态后，测量并记录设备电源输入端电压值；
  - 3) 根据公式 19.4.8 计算电压降值。

$$\Delta u\% = \frac{U_2 - U_1}{U_0} \times 100\% \quad (19.4.8)$$

$\Delta u\%$ ——以百分数表示的回路电压降

$U_1$ ——实测带负载时电源电压 (V)

$U_2$ ——实测空载时电源电压 (V)

$U_0$ ——回路标称电压 (V)

19.4.9 等电位联结连通性测试应符合下列规定：

1 连通性测试仪表应符合现行国家标准《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备第 4 部分接地电阻和等电位接地电阻》GB/T18217.4 的规定。

2 连通性测试的操作应符合下列规定：

1) 测试表笔应分别连接在被等电位联结的外露可导电部分或外界可导电部分，不应接在等电位联结导体上；

2) 当外露可导电部分或外界可导电部分与电气装置 PE 导体有联结关系时，测试表笔的一端可就近连接在 PE 导体上进行测试；

3) 当外露可导电部分或外界可导电部分与建筑物结构钢筋有联结关系时，测试表笔的一端可就近连接在建筑物结构钢筋上进行测试；

4) 当使用辅助测试引线进行测试时，应在测试前先测试并记录辅助引线的电阻值，或带辅助测试引线进行仪表校准归零，以消除辅助测试引线对连通性测试结果的影响。

19.4.10 保护电器温度测试应符合下列规定：

1 电气装置通电连续试运行阶段，每 2h 按回路，用非接触式测温设备（红外测温仪或热像仪）测试各回路开关电器接线端子处的温度。

2 测试传感器与被测端子间距应符合仪表使用要求。

19.4.11 照度测试应符合下列规定：

1 建筑照明系统通电连续试运行阶段，每 2h 测试设计文件中规定的相关场所或区域照度。

2 照度计传感器与光源距离应符合设计文件要求。

19.4.12 谐波含量测试应符合下列规定：

1 装置通电连续试运行阶段，每 2h 在设计文件规定回路，测试 N 和 PE 导体的电流谐波值。

2 仪表的电流互感器量程应与被测电流值相匹配。

3 每次测试，仪表宜连续记录 1 分钟谐波数据。

4 测试谐波电流时，宜同时记录电压数据。

### 19.5 质量标准

19.5.1 主控项目应包括以下项目，且应符合设计要求：

1 基础电气参数的测试，例如：电压、电流、电阻（包括接地电阻、绝缘电阻、导体连通性等）。

2 故障回路阻抗测试。

3 RCD 特性测试。

4 相序测试。

5 照度测试。

6 温度计测试。

7 功率测试。

8 谐波含量测试。

19.5.2 当检验指标不符合规定时，应按下列规定进行处理：

1 经返工或返修后，应重新进行检验，直至符合设计要求。

2 经有资质的检测机构检测鉴定达不到设计要求，、但经原设计单位核算认可能够满足安全和使用功能的，可判定为合格。

### 19.6 成品保护

19.6.1 检验不得对被测设施或设备造成损伤。

19.6.2 当应拆卸设施或设备外壳、面板等保护物或装饰物才能完成检验时，检验完毕应予以恢复。

### 19.7 应注意的问题

19.7.1 检验操作过程中应遵守仪表操作说明，不得超过绝缘耐压等级使用仪表；

19.7.2 不得使用外壳、测试线等绝缘损坏的仪表或仪器。

19.7.3 检验期间，即便存在电路接续缺陷，预防措施应确保避免造成对人员、财产损失。

## 本规程用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《民用建筑电气设计标准》GB51348
- 《建筑物防雷设计规范》GB50057
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303
- 《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB50148
- 《低压成套开关设备和电控设备基本试验方法》GB/T 10233
- 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB50150
- 《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB50257
- 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB50168-2018
- 《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB50575
- 《防火封堵材料》GB23864
- 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411
- 《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T51410
- 《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体》  
GB/T16895.3-2017
- 《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备第  
2 部分绝缘电阻》GB/T 18217.2
- 《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护措施的试验、测量或监控设备第  
3 部分：环路阻抗》GB/T18217.3
- 《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备第  
4 部分接地电阻和等电位接地电阻》GB/T18217.4
- 《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护措施的试验、测量或监控设备第  
5 部分：对地阻抗》GB/T18217.5
- 《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备第  
6 部分在 TT 和 TN 系统中的剩余电流装置(RCD)》GB/T18216.6
- 《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备第  
7 部分相序》GB/T18217.7
- 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46

《建筑施工安全检查标准》 JGJ59