

ICS 29.120.60  
K 31  
备案号: 20951-2007

# DB32

## 江苏省地方标准

DB32/T989—2007

---

### 低压电气装置规程

Regulations on Low-voltage Electric Apparatus

(实施指南)

2007-07-01 发布

2007-09-10 实施

---

江苏省电力公司 发布

## 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	
3 术语和定义	
4 总则	
5 接户装置	
5 进户装置	
6 电能计量及配电装置	
7 高层建筑配电	
8 室内外配线装置	
9 电气照明装置	
10 通用用电设备装置	
11 电动机及其附属设备	
12 移相电容器装置	
13 起重运输设备电气装置	
14 自备应急电源和双电源电气装置	
15 建设工程施工现场(临时性用电)电气装置	
16 电涌保护装置	
17 接地装置	
附录 A 各种规格的导线截面根数、直径及近似英规的对照表	
附录 B 导线穿管的管径选择表	
附录 C 熔丝额定电流表	
附录 D 用电设备电流计算公式表	
附录 E 功率因数的计算和补偿	
附录 F 架空铝绞线送电距离参考表	
附录 G 铜芯、铝芯导线及电缆(三相 380V)每 1A·km 的电压损失(%)	
附录 H 36V 及以下安全低电压线路负荷计算表	
附录 I 高层建筑物分类表	
附录 J 爆炸和火灾危险环境电气设备防爆结构选型表	
附录 K 母线搭接螺栓的拧紧力矩	
附录 L 综合布线电缆与电力电缆的间距	
附录 M 剩余电流保护装置接线方式	
附录 N 一般民用公共建筑物电涌保护系统可靠性等级的典型评估	
附录 O 三相 SPD 电涌能量承受能力	
附录 P 第一支持物规格	

## 前 言

为规范我省电力用户低压电气装置的设计、安装，贯彻执行国家技术经济政策，确保人身安全，提高用户安全用电水平，防止用电事故的发生，根据现行国家标准、规范和行业标准，制定本规程，作为我省低压电气装置设计、安装和验收的依据。

本标准按 GB/T1.1-2000《标准化导则 第1部分：标准的结构和编写规则》、GB/T1.2-2002《标准化导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》编制。

本规程附录 A、C、D、F、G、H 为资料性附录。

本规程附录 E、I、J、K、L、M、N、O、P 为规范性附录。

本规程由江苏省经济贸易委员会提出。

本规程由江苏省电力标准化专业技术委员会归口。

本规程由江苏省电力标准化专业技术委员会起草。

本规程主要起草人：季强、沈建新、周定华、张卫民、金农、张凌浩、陈林荣、毛士良、宋建刚、潘洋。

### 【条文解释】

**江苏省电力行业标准《低压电气装置技术规程》是由江苏省电力公司、江苏省电力行业协会组织对原江苏省电力工业局制订的《低压电气装置规程》进行修订。原《低压电气装置规程》自颁布实施以来，规范了电力用户低压电气装置的设计、安装。使电力用户电气装置做到了标准化、规范化。提高了用户安全用电的水平，用电事故大幅度下降。但规程颁布十几年来，由于新技术、新设备、新材料、新工艺的不断出现，原《低压电气装置规程》已满足不了要求，需要进行修订。本规范在修订过程中，编写组进行了广泛的调查研究，认真总结了全省在执行原规程过程中的经验和创新，广泛吸取有关单位和专家的意见修改后完成。**

**本规程共分十八章及附录。**

**本规程较修订前的规程有以下重要技术内容的改变：**

**(1) 电涌保护器是现代综合防雷体系中的一个环节，是内部防雷保护的重要部分。近几年来电涌保护装置得到了广泛的应用。因此增加了电涌保护装置的设计、施工安装、验收的相关规定，以适应当前对电子设备和 IT 行业低压防雷的要求。为此，在本规范修订时专门作为一章，增加了这方面的内容。**

**(2) 等电位联结降低了接触电压，是保障人身安全的技术措施。虽然在国家标准中已做出规定，但原规程没有涉及，因此增加了这方面的内容。**

**(3) 增加了电梯、自动扶梯和自动人行道及母线桥架（槽）、架空绝缘导线等相关内容。**

**(4) 增加了建设工程施工现场（临时用电）电气装置的内容。**

**(5) 原规程中某些不适合当前要求的章节条款，已予删除或修改。**



# 低压电气装置规程

## 1 范围

本规程规定了低压电气装置规程的总则、术语和定义、接户装置、进户装置、电能计量及配电装置、高层建筑配电、室内外配线装置、照明电气装置、通用用电设备装置、电动机及其附属装置、移相电容器装置、起重运输设备电气装置、应急电源、双电源电气装置、建设工程施工现场（临时性用电）电气装置、电涌保护装置和接地装置。

本规程适用于江苏省行政区域内工业与民用的用户低压电力电气装置。

本规程未涉及的内容，还应执行现行的国家标准、规范以及电力行业标准的有关规定。

### 【条文解释】

**本章为制定本规程的原则，内容，要求。**

**本规程的适用范围，是全省行政区域内，工业，交通，邮电，财贸，文教及民用建筑等各个行业的用户，即经过供电部门的杆上公用变压器或箱式变电站供电的，供电电压为 220 / 380V，电气设备的产权与维护管理的责任分界点客户侧的电气装置**

**由于电气技术方面的国家标准、行业标准及规程、规范较多。本规程也不可能全部引入。因此本条明确了，在本规程未涉及的内容，还应执行现行的国家标准，规范和电力行业标准。**

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而构成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均适用于本标准，然而鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 50052-1995	供配电系统设计规范
GB 50053-1994	10kV 及以下变电所设计规范
GB 50045-1995	高层民用建筑设计防火规范
GB 50054-1995	低压配电设计规范
GB 50055-1995	通用用电设备配电设计规范
GB 4208-1993	外壳防护等级（IP 代码）
GB 5023.1~GB5023.7	额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆
GB 6829-1995	剩余电流动作保护器的一般要求
GB 50303-2002	建筑电气施工质量验收规范
GB/T 3091-2001	低压流体输送用焊接钢管
GB/T 20041.1-2005	电气安装用导管系统 第 1 部分：通用要求
DL/T 621—1997	交流电气装置的接地
DL/T 842—2003	低压并联电容器装置使用技术条件
DGJ32/J 11-2005	居住区供配电设施建设标准
CECS 174-2004	建筑物低压电源电涌保护器选用、安装、验收及维护规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**接户线 service conductor**

从低压电力线路到用户室外第一支持物的一段线路，或由一个用户接到另一个用户的一段线路。

### 3.2

**进户线 service entrance**

自第一支持物至用户电能计量装置的一段导线。

3.3

**入户线 service wire**

自电能表后资产分界点至用户电气装置的一段导线。

3.4

**资产分界点 demarcation point of assets**

资产分界点也是责任分界点，是相互连接的供电、用电设备的分界处。资产分界点是明确供用电双方对供电设施和用电设施的拥有权，同时认定供用电双方对供用电设施运行、维护、管理的范围和职责。用于保障供用电安全，确认一旦发生供用电事故时的责任方。

3.5

**中性线 neutral line**

与变压器直接接地的中性点连接的导体。

3.6

**保护接地 protective earthing**

电气装置的金属外壳、配电装置的构架和线路杆塔等，由于绝缘损坏有可能带电，为防止其危及人身和设备的安全而设的接地。

3.7

**保护中性线 PEN conductor**

具有中性线和保护线两种功能的接地线。

3.8

**保护线 (PE) protective conductor**

为防止电击用来与外露可导电部分、装置外可导电部分、总接地线或总等电位联结端子、接地极、电源接地点或人工中性点作电气连接的导线。

3.9

**等电位联结 equipotential bonding**

各外露可导电部分和装置外可导电部分的电位实质上相等的电气连接。

3.10

**等电位联结线 equipotential bonding conductor**

确保等电位联结而使用的保护导体。

3.11

**人工接地体 artificial earthing electrode**

用人工埋入大地中的导体。

3.12

**自然接地体 natural earthing electrode**

埋入大地中的金属管道（易燃、易爆者除外）、金属井管、建筑物钢筋混凝土基础的钢筋。

3.13

**接地装置 grounding connection**

接地线和接地体的组合。

3.14

**电涌保护器 surge protective device, SPD**

用于分泄电涌电流并限制电涌电压的器件。它至少含有一个非线性的防护元件。

注：“电涌保护器”是低压系统防雷标准中的术语。在有些文件中又称浪涌保护器、过电压保护器、

防雷保护器，这些不是国家标准的用语。

### 3.15

**电压开关型电涌保护器** voltage switching type SPD

没有电涌时具有高阻抗，有电涌电压时能立即转变为低阻抗的 SPD。常用的元件有放电间隙、气体放电管、晶闸管（硅可控整流器）和三端双向可控硅开关元件。

### 3.16

**电压限制型电涌保护器** voltage limiting type SPD

没有电涌时具有很高的阻抗，随着电涌电流和电压增加阻抗连续减少的 SPD。有时称作“箝压型 SPD”。常用的元件是金属氧化物压敏电阻和瞬态抑制二极管。

### 3.17

**复合型（组合型）电涌保护器** combination type SPD

由电压开关型元件和电压限制型元件组成的 SPD。根据所加的电压和电流，可表现为电压开关型或电压限制型特性，或两者兼有的特性。

### 3.18

**密集型母线槽** intensive bus slot

将裸母线用绝缘材料覆盖后，紧贴通道壳体放置的母线槽。

### 3.19

**持续载流量** Continuous Current-carrying Capacity

导体、器件或电器在稳态温度不超过规定值的条件下所能持续承载的最大电流。

### 3.20

**热剂焊（放热焊接）** thermit welding

利用金属氧化物与铝粉的化学反应，还原出来的高温熔融金属，达到熔接的目的。

## 4 总则

4.1 为规范我省低压电气装置，贯彻执行国家技术经济政策，保障人身安全，根据现行国家标准、规范和行业标准，结合我省具体情况而制定。作为低压电气装置设计、安装和验收的依据。

### 【条文解释】

**制订本规程的目的、要求和依据以及明确本规程是结合本省的实际情况而制订的。**

**由于各地在不违背执行国家标准的前提下，存在着地区性的差异。因此明确了本规程作为本省的行业标准，设计、安装、运行等单位都应遵照执行。我省的设计、安装单位到外省（区）从事建设工程时，就不能全部套用本规程。同样，外省（区）的设计、安装单位到我省从事建设工程时，就应执行本规程。**

4.2 采用的电气设备、器件和材料应符合国家标准。低压电气产品应经过国家强制性安全认证并具有（CCC）安全认证标志。不应采用国家已明令淘汰的电气产品。

进口电气设备、器具和材料，应符合 IEC 及我国的国家标准、规范。除符合本规范规定外，还应提供商检证明和中文的质量合格证证明文件、规格型号性能检测报告以及中文的安装使用维修和试验要求等技术文件。

### 【条文解释】

**国家对低压电器产品实行“3C”认证。凡是没有经过“3C”认证的产品，不得使用。特别对低压开关柜、箱，它的认证是按容量系列分别进行的。凡是没有覆盖的系列，也不得使用。如：1000A~2500A 开关柜，通过了“3C”认证，但 630A 的产品就不能使用。**

**根据国家经委等部门颁发的《鼓励推广节能机电产品和停止生产淘汰落后产品的暂行规定》（经机（1986）366 号文），国家机械委、国家计委等部门颁发的《关于下达机械工业第九批节能产品推广项目的通知》（机委科（1987）70 号文），基本建设、技术改造项目和更新设备都应优先采用节能产品并严禁采用国家已公布的能耗高、落后的机电产品。**

**在通用电工产品中，BSL 低压开关柜、DW<sub>10</sub> 空气开关、CJ<sub>12</sub> 交流接触器等一批产品均被淘汰。因**

此，在客户工程设计中仍采用国家已公布的淘汰产品，一律视为劣质设计。已安装的设备，不予接电。低压电器淘汰的产品，主要有：

- 1 低压断路器。DZ10 系列、DZ6 系列、DZ8 系列、DW5 系列、DW10 系列。
- 2 低压交流接触器。CJ10 系列、CJ8 系列、CJ0 系列。
- 3 全纸低压并联电容器。低压 BY 系列。
- 4 刀开关。HD3 系列、HD6 系列、HD9 系列。
- 5 封闭式负荷开关。HH2 系列。
- 6 BSL 低压开关柜。

中国加入世界贸易组织后，进口的电气设备、器具、材料日趋增多，按国际惯例应进行商检，且应提供中文的相关文件。

4.3 低压用户在进行电气装置的新装、增容、改造工作之前，应先向供电企业办理用电手续，以确定供电方式（供电相数、进户方式、计量方式等）。隐蔽工程（如暗管、接地极等）的施工过程，应实施监督。照明用电工程结束后，应向供电方提出竣工报告，经验收合格，方可装表接电。

**【条文解释】**

本条涉及《供电营业规则》、《用电检查管理办法》中的有关要求，因与电气装置的设计、安装和验收有密切关系，故列入。

4.4 低压用户受电装置的电气设计图纸和资料，应报供电方审核同意后，方可施工安装。若变更设计应征得供电部门同意。

**【条文解释】**

《用电检查管理办法》第九条规定了用电检查工作的职责之一是：“负责用户受（送）电装置工程电气图纸和有关资料的审查”。《供电营业规则》第三十九条也规定了“用户受电工程设计文件和有关资料应一式两份送交供电企业审核”，并明确了设计文件审查的范围；第四十条也强调了，“用户受电工程设计文件，未经供电企业审核同意，用户不得据以施工，否则，供电企业将不予检验和接电”。

要求用户将受电装置的设计图纸送交审查的目的不仅是我们的职责，主要还是避免在工程建设中，由于设计、安装，在电能计量、安全运行等方面存在着与现行的国家标准、电力行业标准不一致的部分予以修正，以确保电力系统和客户电气设备的安全运行；同时也避免在工程实施时不必要的返工。除此受电装置为配电所之外的，其他低压供电用户应提供负荷组成和用电设备清单。

4.5 用户受电装置的电气工程竣工后，应向供电企业提供以下资料：

- a) 全部电气工程竣工图纸。
- b) 隐蔽工程施工验收记录。
- c) 电气设备的试验报告和调试记录、接地电阻测试报告。

**【条文解释】**

本条规定了低压用户受电装置竣工后报送的竣工资料内容。

4.6 进网作业电气承装（修、试）单位，应取得国家电力监管委员会颁发的《承装（修、试）电力设施许可证》后，方可在承装（修、试）范围内承接电气装修工程。无承装许可证的的单位和个人不得承揽电气装修工程。

**【条文解释】**

本条是国家电力监管委员会（2005）6 号令第七条的规定：

2 取得五级承装（修、试）电力设施许可证的，可以从事10kV以下电压等级电力设施的安装、试验业务。

没有取得相应资质等级的施工企业，不得施工。

## 5 接户装置

### 5.1 接户线

5.1.1 接户线在不适宜采用架空敷设的场所，可采用电力电缆。电力电缆的敷设要求应符合第 9 章的有关规定。

**【条文解释】**

由于城市建设的发展，考虑到建筑景观的需要，一些公用杆变改为箱式变电站供电。因此，接户线已从单一的架空敷设发展到电力电缆作为接户线。而且已在各城市中实施。本条明确了，在不适宜

采用架空敷设的场所，可考虑选用电力电缆。

5.1.2 接户线档距不大于 25m，超过 25m 时，应装设接户杆。沿墙敷设的接户线，档距不应大于 6m。对住宅大楼沿墙敷设的接户线支持物间距离可适当加大，最大不应超过 10m。

注：同一幢住宅大楼两凸形单元之间的接户连线可直接连接，第一支持物和连接线支持物应采用热浸锌角钢。

**【条文解释】**

新增“不得超过 10m”的内容，主要适考虑到多层住宅沿墙敷设接户线时，如不明确支持物之间的距离，造成档距太长，弧垂较大，不利于安全。

5.1.3 接户线应采用交联聚乙烯绝缘导线，导线截面应按持续载流量及电压损失选择。接户线的最小允许截面为：铜芯绝缘线 10mm<sup>2</sup>；多户合用的铜芯绝缘线为 16mm<sup>2</sup>。

**【条文解释】**

本条：

1 是明确了接户线使用辐照交联绝缘线；

2 是接户线最小截面加大，主要是城网改造，一户一表工程的实施，原规程所规定的最小截面已满足不了客户用电需求。再者 10mm<sup>2</sup> 以上的导线为多股线，在户外遇到外力破坏不宜造成断线。

5.1.4 居住区内单元接户线最小截面应符合表 1 的规定。

表 1 居住区内单元接户线最小截面

单位为平方毫米

项 目	交联聚乙烯绝缘导线
单元接户线	95、70

**【条文解释】**

本条引用了《居住区供配电设施建设标准》DGJ/J 11—2005 第 3.3.3 条第 3 款的规定。

5.1.5 不同金属、不同规格、不同绞向的接户线，不应在档距内连接。

**【条文解释】**

本条的规定，主要考虑确保对用户供电的可靠性。不同金属导体（铜、铝）在档距内连接，发生氧化后，影响供电；同时又增加报修工作量。

5.1.6 一个用户的墙外第一支持物接到另一个用户第一个支持物的连接线，包括接户线在内的总长度应不超过 60m。

**【条文解释】**

接户线的连接线不超过 60m 的规定，是考虑到电能质量的要求。适用于无法架设低压线路的地方。

5.1.7 分相架设的绝缘接户线的线间最小距离应符合表 2 的规定。

表 2 分相架设的绝缘接户线的线间最小距离

单位为毫米

架设方式		档 距	线间距离
自电杆	引下	25 及以下	0.15
沿墙敷设	水平排列	6 及以下	0.10
	垂直排列	6 及以下	0.15

**【条文解释】**

本条的规定，是安全运行的需要，规定了最小线间距离。

5.1.8 接户线跨越街道或靠近窗户、阳台等的最小距离应符合表 3 的规定。

表 3 接户线跨越交叉对象的最小距离

单位为毫米

序号	线户跨越交叉对象		最小距离
1	跨越通车的街道		6.0
2	跨越通车困难的街道、人行道		3.5
3	跨越里、弄、巷		3.0 <sup>a)</sup>
4	跨越阳台、平台		2.5
5	与通讯、广播、有线	接线户在上方时	0.6 <sup>a)</sup>

	电视等弱电线路交叉	接线户在下方时	0.3 <sup>b)</sup>
6	离开屋脊		0.6
7	在窗户上		0.3
8	在窗户或阳台栏杆下面		0.8
9	与阳台或窗户的水平距离		0.75
10	与墙壁或构架的距离		0.05
11	对树枝之间的距离		0.5
a)住宅区跨越场地宽度在3m以上8m以下的,则高度应不低于4.5m。			
b)如不能满足要求时,应采取隔离措施。			

**【条文解释】**

**本条的规定,是安全运行的需要,规定了最小跨越距离。**

5.1.9 接户线不宜从变压器构架两侧顺线路的方向引出。

**【条文解释】**

**由于公用杆变台架上的结构紧凑,高、低压线与电杆距离较近。如接户线从台架顺线路平行方向架设时,工作人员工作时与高压引下线的净距,难以满足安全距离的要求。**

5.1.10 接户线、连接线遇有铜、铝连接时,应采用铜铝过渡装置。

**【条文解释】**

**铜与铝连接易产生化学反应,造成连接处腐蚀,影响供电安全。因此,应采用铜铝过渡装置。**

5.1.11 接户线受电端对地面的距离不应小于2.5m。

**【条文解释】**

**人伸手后的高度不超过2.2m,防止触及导线作出的规定,是安全的需要。**

**室外绝缘导线与地面之间的最小距离为2.5m。考虑到进户线穿管进户时,户外端一般有0.2m的松弛度,故作出规定。**

**目前进户管一般采用PVC刚性塑料管。因此,绝缘导线穿非金属管进户时,即可以用一根直径较大的PVC管,又可以采用分相穿管方式;但穿金属管时必须穿在同一根管内。**

## 5.2 第一支持物

5.2.1 第一支持物的安装应符合下列规定:

a) 第一支持物安装应牢固可靠。

b) 第一支持物离地面高度不高于4m,不低于3m,在主要街道不应低于3.5m,在特殊情况下最低不应低于2.5m,否则应采取加高措施。

c) 在多层居住区内第一支持物,可装设在6m~6.3m处,若底层层高增加时,可根据土建的具体情况确定。

**【条文解释】**

**第一支持物,俗称“墙头铁板”。安装高度的规定,不仅是保证安全,还考虑到便于通行的安全。**

**“多层住宅设在6~6.3m处”。主要考虑有三点:**

**1 是接户连接线即使弧垂超过规定,导线对地距离也不会过低;**

**2 是在住宅小区内,接户连接线在幢与幢之间跨越小区道路时,也能满足表5.1.8的要求;**

**3 是防止窃电(私搭外线)。**

5.2.2 接户线杆应采用长度不小于8m的圆形非预应力钢筋混凝土杆。电杆表面光洁平整、壁厚均匀,没有弯曲、裂缝、露筋、水泥酥松剥落等现象,其埋设深度应符合表4的规定。

表4 电杆埋设深度

单位为毫米

杆高	8.0	9.0	10.0	12.0	13.0	15.0
埋深	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.3

**【条文解释】**

1 本条对接户线杆的要求,作了规定。钢筋混凝土电杆,有预应力(梢茎 190mm)和非预应力(梢茎 150mm)两种。规定采用非预应力电杆的安全性较好。

电杆埋设深度系按  $1/6H$  和  $1/10H+0.6$  ( $H$  为杆高) 进行计算,并综合考虑其它有关条件后确定的。这适用于在一般土壤内的电杆。

2 据了解,各地采用的配电线路电杆埋设深,为杆长的  $1/6$ ,施工、运行中比较安全。

3 《环行混凝土电杆》GB 4623—2006,第 6 章规定了要求如下:

第 6.1 条,抗压强度规定如下:钢筋混凝土电杆的混凝土强度等级不宜低于 C40,脱模时混凝土抗压强度不宜低于 20MPa;预应力混凝土电杆、部分预应力混凝土电杆的混凝土强度等级不宜低于 C50,脱模时混凝土抗压强度不宜低于 30MP。

第 6.2 条,外观质量应符合表 15.5.7—1 的规定。

表 5.2.2—1 外观质量要求

序号	项 目		项目类别	质 量 要 求
1	表面裂缝		A	预应力混凝土电杆和部分预应力混凝土电杆不得有环向和纵向裂缝,钢筋混凝土电杆不得有纵向裂缝,环向裂缝宽度不得大于 0.05mm。
2	漏浆	横边合缝处	A	横边合缝处不应漏浆。但如漏浆深度不大于 10mm、每边漏浆长度不大于 300mm、累计长度不大于杆长的 10%、对称漏浆的搭接长度不大于 100mm 时,允许修补。
		钢板圈(或法兰盘)与杆身结合面	A	钢板圈(或法兰盘)与杆身结合面不应漏浆。但如漏浆深度不大于 10mm、环向长度不大于 1/4 周长、纵向长度不大于 50mm 时,允许修补。
3	局部碰伤		B	局部不应碰伤。但如碰伤深度不大于 10mm、每处面积不大于 50cm <sup>2</sup> 时,允许修补。
4	内、外表面露筋		A	不允许
5	内表面混凝土塌落		A	不允许
6	蜂窝		A	不允许
7	麻面、粘皮		B	不应有麻面或粘皮。但如每米长度内麻面或粘皮总面积不大于相同长度外表面的 5% $\leq$ 3,允许修补。
8	钢板圈坡口至混凝土端面距离		B	大于钢板厚度的 1.5 倍且不小于 20mm。

注:表面裂缝中不计龟纹和水纹

第 6.3 条,尺寸允许偏差。电杆外形尺寸应符合 GB/T4623 要求或按设计图纸制造。尺寸允许偏差应符合表 15.5.7—2 的规定。

表 5.2.2—2 尺寸允许偏差

序号	项 目		项目类别	质量要求/mm	
1	杆长	整根杆	B	+20 -40	
		组装杆杆段	B	$\pm 10$	
2	壁 厚		A	+10 -2	
3	外 径		B	+4 -2	
4	保护层厚度		A	+8 -2	
5	弯曲度	电杆梢径小于或等于 190	A	$\leq L/800$	
		电杆梢径或直径大于 190	A	$\leq L/1000$	
6	端部倾斜	杆 底	B	$\leq 5$	
		钢板圈	B	$\leq 3$	
		法兰盘	B	$\leq 2$	
7	预留孔	纵向两孔间距		B	$\pm 4$
		横 向	固定式	B	$\leq 2$
			埋管式	B	$\leq 3$
		直 径		B	+2
	钢板圈	厚 度		B	+1 -10
		内 径	电杆外径 $\leq 400$	B	$\pm 2$
			电杆外径 $> 400$	B	$\pm 3$
		法兰盘	内外径		B
	螺孔中心距		B	$\pm 1$	
	端板厚度		铸造	B	+1.5 -0.5
焊接			B	$\pm 0.5$	
8	钢板圈或法兰盘轴线与杆段轴线		B	$\leq 2$	

注:保护厚度偏差为制造与设计的差数,但最小厚度必须符合 6.4 的规定。

**第 6.4 条，保护层厚度。纵向受力钢筋的净保护层厚度不得小于 15mm。钢板圈、法兰盘接头端纵向受力钢筋顶部，必须采取有效防腐措施处理。保护层允许厚度偏差见表 15.5.5—2。**

5.2.3 绝缘子应采用蝶式绝缘子并安装牢固。

**【条文解释】**

**明确规定在支持物上使用蝶式绝缘子，不使用针式绝缘子。在具体选用上，应根据导线截面选择相应规格。**

5.2.4 第一支持物应采用热浸锌角钢，其埋入深度不得小于 120mm。安装牢固可靠。根据受力情况，必要时应加拉线或支撑。角钢的规格选择见附录 P。

**【条文解释】**

**取消“尖、平铁板”。城镇一户一表改造后，接户线截面增大，采用“尖、平铁板”作为第一支持物，已满足不了机械强度的要求，且在砖混墙面上只能钉在墙缝内，造成安装不牢。各地已不再使用，故取消。**

5.2.5 蝶式绝缘子与建筑物之间的最小距离不应小于 200mm，特殊情况可适当延长支持物，并采取加固措施。

**【条文解释】**

**规定蝶式绝缘子与建筑物之间的距离，是考虑到蝶式绝缘子的直径和工作人员施工便利。**

5.2.6 第一支持物（包括接户线杆）安装应牢固，横向应保持水平。根据受力情况，必要时应加拉线或支撑。

**【条文解释】**

**由于现场情况差异，接户线进线方向也不一致。如在侧面下火，而第一支持物采用直线角钢，使角钢受力较大，易使角钢弯曲。故增加了“必要时应加支撑”。**

## 6 进户装置

### 6.1 供电方式

6.1.1 进户线的供电相数应根据供电变压器容量、负荷大小、性质及特点来决定。

#### 6.1.1.1 永久装置

用户单相用电设备总容量在 16kW 及以下时可采用低压 220V 供电；用户用电设备总容量在 100kW 及以下者，可采用低压三相四线制供电。用电负荷密度较高的地区，经过技术经济比较，低压供电的容量可适当提高，但不得超过 160kW。

**【条文解释】**

**本条对低压供电的容量界限作了规定。这是根据我省的具体情况而作出的，比《供电营业规则》的规定的低压供电容量界限有所提高。**

#### 6.1.1.2 单相供电的临时装置

可根据供电变压器容量适当放宽。

**【条文解释】**

**对单相供电的临时用电，供电容量可根据配电变压器容量适当提高，可不受 16kW 的限制。**

6.1.2 仅有三相设备的用户，可三相三线供电；若同时还装有单相设备的，应以三相四线供电，但系统保护型式应满足其它相应规范的要求。

**【条文解释】**

**系统接地型式，在《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050-2008 中作了明确规定。**

**在我省，由公用配变供电（包括柱上、居住区）的低压接地系统型式为 TN—C 系统。因此，在进户时要形成 TN—C—S 接地型式，将中性线（N）和保护线（PE）分开，形成局部 TN—S 系统。这样，才能使保护线（PE）起到保护作用。**

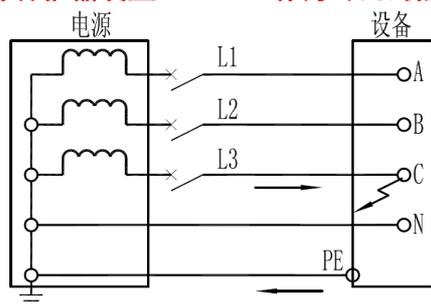
**在具体工程实施中，就是将进户线的中性线（N）与保护线（PE），在户外第一支持物处与配电变压器的中性线（N）（零线）及进户点的重复接地线、第一支持物（角钢）相连接可靠后，进入户内电能计量装置的保护线（PE）母排或总等电位联结端子排。**

### 低压系统的接地型式

#### （1）TN 系统

在 TN 系统中，碰外壳短路的接地故障多为金属性短路，故障点易被熔焊，故障电流大。可利用原来作过负荷保护的过电流保护开关及时动作，兼作接地故障保护。这是 TN 系统的优点。但在某些情况下，如线路过长，导线截面小的情况下，过电流保护电器常不能满足自动切断电源时间要求，则

利用剩余电流动作保护器装置（RCD）作为专门的接地故障保护最为有效。

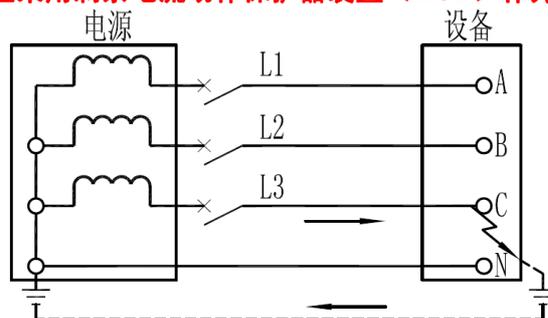


若 L3 绝缘破坏，发生单相接地故障。L3 通过设备金属外壳及 PE 线与电源与电源中性点形成单相接地短路回路。配电和分支线路建筑物采用 TN 接地系统，建筑物内部必须采用 TN-S 系统。GB50057—94（2000 年版）第 6.4.1 条作为强制性条文提出。

TN 系统，又分为 TN-S、TN-C-S、TN-C 三种型式。TN-C-S 为局部的中性线和保护线分开的系统。TN-C 为中性线和保护线合一的系统。

### (2) TT 系统

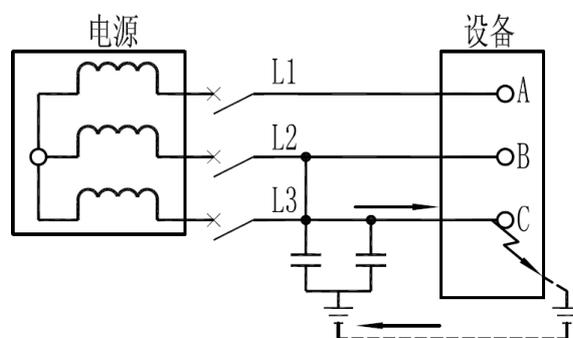
与 TN 系统相比，TT 系统故障回路阻抗大，故障电流小，故障点未被熔焊而呈现接触电阻，其阻值难以估算。由于 TT 系统的故障电流不易准确地计算，且故障电流较小，过电流保护常难以满足灵敏度要求，因此在 TT 系统中应采用剩余电流动作保护器装置（RCD）作为接地故障保护。



若 L3 绝缘损坏，发生单相接地故障。L3 通过设备金属外壳（未被熔焊）接地至大地与电源中性点接地形成单相接地短路回路

### (3) IT 系统

IT 系统发生第一次一相接地故障时，故障电流为另外两相对地电容电流的相量和。故障电流很小，外露导电部分的故障电压限制在接触电压限值以下，不构成对人体产生危害，不需要切断电源，这是 IT 系统的优点。发生第一次接地故障后应由绝缘监测装置发出信号，以便及时排除故障，以免另两相发生接地故障形成相间短路。



若 L3 绝缘损坏，发生单相接地故障，L3 与另两相的电容形成单相接地回路。Id 为单相接地故障电容电流，其值较 TN、TT 系统单相接地故障电流要小得多。

在具体工程实施中，就是将进户线的中性线（N）与保护线（PE），在户外第一支持物处与配电变压器的中性线（N）（零线）及进户点的重复接地线、第一支持物（角钢）相连接可靠后，进入户内电

**能计量装置的保护线（PE）母排或总等电位联结端子排。**

6.1.3 商业用房（包括辅助用房）面积在 80m<sup>2</sup>及以上时，宜采用三相供电；商业用房（包括辅助用房）面积在 80m<sup>2</sup>以下时，采用单相供电。

**【条文解释】**

商业用房（门面房），在初始申请用电时其用途难以确定，只有在房屋出售（租）后，才能确定其用途。出售（租）后有的只是纯照明用电，有的还有烘培、冷冻等三相用电。因此，在初始申请用电时，既不能按装见设备容量计算，也不能按负荷密度计算，很难确定其用电容量。根据我省的实践经验，按使用面积来确定单相供电还是三相供电，能够满足用电需求。

6.1.4 为居住区内公共服务设施供电的低压线路不应与为住宅供电的低压线路共用一路。

**【条文解释】**

为居住区内公共服务设施供电的低压线路不应与为住宅供电的低压线路共用一路。是参照江苏省《居住区供配电设施建设标准》DGJ32/J11-2005 第 3.3.4 条第 4 款的规定。目的是确保居民的供电可靠性，不致因低压线路的故障而影响居民正常用电。

6.1.5 居住区内公建用电设备总容量在 250kW 或需用变压器容量在 160kVA 以下者可采用低压方式供电。

**【条文解释】**

由于居住区的用电负荷相对集中，对公建部分（如幼儿园、物业、会所、地下车库等）的用电负荷，在新建时也考虑了配电变压器容量的配置。因此，低压供电的容量可以适当放大。

这里要指出的是，有些居住区的门面房是出售的，并具有房屋产权证，如果简单的将这些用电负荷相加，超过了 250kW 而采用高压供电，将会带来诸如运行管理、电价电费的问题。这点务必注意。

## 6.2 居住区用电容量

### 6.2.1 居住区用电容量确定原则

6.2.1.2 建筑面积 120m<sup>2</sup>及以下的，基本配置容量每户 8kW；建筑面积 120m<sup>2</sup>以上、150m<sup>2</sup>及以下的住宅，基本配置容量每户 12kW；建筑面积 150m<sup>2</sup>以上的住宅，基本配置容量每户 16kW。

**【条文解释】**

本条为居住区内住宅用电容量的基本配置规定，即建筑面积为 120m<sup>2</sup>及以下的住宅，按每户 8kW 配置；建筑面积为 120m<sup>2</sup>以上、150m<sup>2</sup>及以下的住宅，按每户 12kW 配置；建筑面积为 150m<sup>2</sup>以上的住宅，按每户 16kW 配置。以上规定是住宅配置容量的下限，可根据用电需求增加配置容量，可以上调一档及以上进行容量配置，即以 4kW 整数倍递增。

6.2.2.2 高档住宅，基本配置容量根据实际需要确定。

**【条文解释】**

本条说明了高档住宅容量的统计标准，即每户应按实际核算后容量进行配置，但考虑到其装修和建设标准较高，要求每户配置容量不得低于 16kW。

6.2.2 居住区内公共服务设施应按实际设备容量计算。设备容量不明确时，按负荷密度估算：

- a) 办公（60~100）W/m<sup>2</sup>。
- b) 商业（会所）（100~150）W/m<sup>2</sup>。

**【条文解释】**

本条说明了公建负荷容量的计算要求，即应按实际设备容量计算。当设备容量不明确时，由居住区建设单位按负荷密度进行合理估算。估算的标准按公建用途性质进行确定，一般情况下，作为物业管理办公用房时可按接近负荷密度标准下限 60 W/m<sup>2</sup> 估算；作为写字楼的办公用房时可按接近负荷密度标准上限 100 W/m<sup>2</sup> 估算；作为商铺的商业用房时可按接近负荷密度标准下限 100 W/m<sup>2</sup> 估算；作为饭店、娱乐休闲场所的商业用房时可按接近负荷密度标准上限 150 W/m<sup>2</sup> 估算。当公共服务设施用途不确定时，建议选用负荷密度标准的上限。

## 6.3 进户方式

6.3.1 一个建筑物内部相互连通的房屋、多层住宅每一个单元或同一围墙内一个单位的照明、动力用电，只允许设置一个进户点。

**【条文解释】**

本条的规定，一是营业管理的需要，便于对用户的用电检查；二是安全的需要，有二个进户点时，极有可能形成由二台配电变压器供电或由不同的高压线路供电。在用户不增容的情况下，当一个受电

点停电时，另一个受电点用电，用户会将内部线路连通，而形成低压双电源（双回路）供电，极易造成倒送电事故。

6.3.2 进户点的选择，应满足下列规定：

- a) 进户点处的建筑应牢固和不渗漏水。
- b) 保证施工安全及便于维修。
- c) 宜接近供电线路和用电负荷中心。
- d) 与邻近房屋的进户点宜取得一致。

**【条文解释】**

本条规定了进户点选择的四点要求。是保证受电装置的安全及保证电压质量。

6.3.3 进户点应在接户线支持物或沿墙支持物的下方 0.2m 处，并使进户点与接户线的垂直距离在 0.4m 以内，进户点离地高度应不低于 2.6m。进户线路在进户点处应采用绝缘导线穿热浸锌钢管或 PVC 刚性绝缘导管进户。

**【条文解释】**

本条规定了进户装置安装的基本要求，一是安装高度；二是采用热浸锌钢管或 PVC 绝缘导管。进户点高度不低于 2.6m 的规定，是安全的需要，防止人员伸手后触及带电导体。

6.3.4 进户线路不宜与通讯线、有线电视线、广播线、互联网线在同一进户点进户。

**【条文解释】**

随着时代的发展，人民对文化物质生活需求增加，不仅电话、还有有线电视、宽带网也进入平常百姓家。这些网络的进户，与客户强电的进户线如不做出规定，一旦发生事故，将要承担责任。

6.3.5 住宅的进户点，应避开阳台、露台、走廊等。

**【条文解释】**

进户点不宜设在阳台等处。目前，住宅在向小康型迈进，住宅设计的多样化，增加了北阳台、平台，如不做此规定，接户线与阳台等的安全距离将难以保证。

6.3.6 建筑物内采用综合布线系统时，综合布线电缆与电力电缆的间距应符合附录 L 的规定。

**【条文解释】**

综合布线已广泛在建筑物中应用。为防止强电产生的高电平电磁对弱电的干扰，将会影响到综合布线电缆的传输质量与安全。《综合布线系统工程设计规范》GB 50311—2007，第 7.0.1 条对综合布线电缆与电力电缆的间距作了规定。

## 6.4 进户线

### 6.4.1 绝缘导线进户

6.4.1.1 进户线应采用绝缘良好的铜芯导线，不应使用软导线，中间不应有接头。导线的持续载流量（A）应大于装表容量。其截面：单相供电，不小于 10mm<sup>2</sup>；三相供电，不小于 6mm<sup>2</sup>。并应符合下列规定：

- a) 按 GB5023.1~5023.7 标准生产的有安全认证标志（CCC）的产品；
- b) 常用 BV 型绝缘电线的绝缘层厚度不应少于表 5 的规定。

表 5 BV 型绝缘电线的绝缘层厚度

单位为平方毫米

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
电线芯标称截面	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
绝缘层厚度规定值	0.7	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.4	1.4	1.6	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6

**【条文解释】**

1 对接户线的截面改为 10mm<sup>2</sup>是按一户 8kW 的用电容量而定。从导线安全载流量选择，因为是穿管敷设，6mm<sup>2</sup>就不能满足。因此，规定为 10mm<sup>2</sup>。这也符合《住宅设计规范》GB 50096—1999（2003 年）版的规定。

2 增加了对 BV 型绝缘电线使用的要求。《额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》国家标准的第一部分：一般要求中，前言指出“本标准使用的产品，均是我国电工产品认证委员会强制性认证的产品”，所以，按此标准生产的产品应有安全认证标志（CCC）施行生产许可证的，应在合格证上或提供的文件上有合格证编号。按现行国家标准《额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》GB

5023.1~5023.7-1~7生产的电缆(电线),其适用范围是标称电压不超过450/750V的动力装置。对施工安装而言,铝芯绝缘电线的制造标准未列入国家标准。目前,除在农村用电中使用外,一般也不采用。通常在进场验收是,对电线、电缆的绝缘层厚度和芯线直径比较关注。仅从电线、电缆的几何尺寸,不足以说明其导电性能、绝缘性能一定能满足要求。电线、电缆的导电性能、绝缘性能和阻燃性能,除与几何尺寸有关外,更重要的是与构成的化学成分有关。在进场验收时是无法判定的,要送国家质检部门检测。

3 目前,市场上的电线、电缆产品良莠不分。有些生产企业不按国家标准进行生产,而按自行规定的“企业标准”进行生产,其实际的电线芯线截面比所标称的电线芯线截面小;且绝缘层的厚度也小于国家标准的规定。因此列出了绝缘层的厚度,做为使用、检测的依据。

6.4.1.2 动力线和照明线不得穿在同一根管内。进户的相线上均应装设户外熔断器(俗称羊角保险器)。

**【条文解释】**

动力或照明线不得穿在同一根管内,是考虑到动力或照明线路内部发生短路故障时,不致于影响另一回路用电,同时也便于及时修复;  
进户的相线上应装设熔断器,是防止在客户内部发生短路时,能及时切断故障点,不至于造成事故的扩大。

6.4.1.3 居民与商业等单位合用的综合楼,单位与居民用电的进户线必须分别敷设。

**【条文解释】**

居民和商业是不同用电性质的用电类别。因此,进户线必须分别敷设,这也便于进行用电检查。

6.4.1.4 进户线应采用穿PVC刚性绝缘导管或热浸锌金属管从户外接至电能表处。安装应安全牢固可靠。进户线应有足够的长度,一端应能接到电能计量表接线盒内。另一端与接户线搭接后要有一定的驰度,沿线路应做滴水弯,进户线及中性线(N)、保护线(PE)的绝缘层应采用黄、绿、红、淡蓝、绿/黄色标等明显标识。

**【条文解释】**

1 “接户线搭接后要有一定的驰度,沿线路应做滴水弯”,是防止雨水沿绝缘导线表面接入受电装置。

2 导线分色,便于施工和接线错误及维修。

6.4.2 电缆进户

6.4.2.1 进户电力电缆的连接方式

6.4.2.1.1 与低压架空线路连接。

6.4.2.1.2 与沿墙低压线连接。

6.4.2.1.3 与低压电缆分接箱内开关连接。

6.4.2.2 进户电缆与低压架空线路、沿墙低压线连接处应装设户外熔断器。

6.4.2.3 进户电缆应采用按国家标准生产的具有安全认证标志(CCC)的交联聚乙烯绝缘电缆,电缆缆芯数应与低压系统接地型式相一致,并视使用环境采用外护套、阻燃型。其最小截面应符合第5.4.1条的要求。

6.4.2.4 进户电缆线应由地下进户,并通过预埋的热浸锌金属管等予以保护,电缆的户外埋地部分应留有适当的裕度,管口封堵严密。

6.4.2.5 进入住宅的进户电缆应接至电能表箱的进线单元;进入动力用户的进户电缆宜接入电源进线隔离柜,不宜直接接至电能计量柜或总开关柜。电缆终端芯线应用铜质或铜铝接线端子与进线单元(电源进线隔离柜)小母线可靠连接;接线端子与芯线压接应紧密、牢固。

6.4.2.6 对住宅楼,进线电缆应采用经低压电缆分接箱向各住宅单元放射式供电的接线形式。不应采用树干式供电的接线形式。

6.4.2.7 进户电缆线的其他安装和敷设要求应符合8.8的有关规定。

**【条文解释】**

本条,

1 规定了进户电力电缆的三种连接方式。

2 防止发生电缆时，影响到其他线路，因此电缆连接处装设熔断器。

3 对电缆型号的要求，特别规定了，采用阻燃型电缆及电缆缆芯数应与低压系统接地型式相一致的规定。进户电缆采用三相五芯电缆，是考虑到进户后低压系统的接地型式为 TN-S 或 TN-C-S 系统。避免发生一根四芯电缆外加另一个电缆情况的发生。

4 本条规定了进户电缆应由地下进户。不得采用沿墙壁或架空敷设的方式进户。

5 进户电缆应先接入电源进线隔离柜（住宅接至电能表箱的进线单元）。这种方式主要是，一则电缆施工连接方便；二则做电缆预防性试验（测量绝缘电阻）时，拆搭电缆终端方便。电源进线隔离柜（一般称“边屏”）的宽度以 300~400mm 为宜。隔离柜上应装设刀开关和与总开关的机械或电气连锁装置，防止微操作事故的发生。

6 线路的供电型式有两种。一是树干式供电，其特点主要是减少供电的回路数，（公用配变的低压架空线路就采用这种方式），不足之处是一旦需要对线路检修或每一用户的故障，将会全部停电；二是放射式供电，其特点是供电可靠性高，不会因某一回路的接线或故障，正常全部停电；与放射式供电相比，增加了投资。

考虑到目前对住宅供电可靠性的要求，应采用放射式供电。

#### 6.4.3 进户线截面选择

##### 6.4.3.1 进户绝缘导线（电缆）截面的选择

###### 6.4.3.1.1 照明及电热负荷

导线的持续载流量（A）应大于或等于所有用电设备的计算电流之和。

###### 6.4.3.1.2 电力负荷：

a) 一台电动机，导线的持续载流量（A）应大于或等于电动机的额定电流。

b) 多台电动机，导线的持续载流量（A）应大于或等于容量最大的一台电动机额定电流+其余电动机的计算负荷电流。

#### 【条文解释】

照明、电热由于其负荷特性，只要接通电源就会满负荷工作。在容量较小时同时率一般较高，故导线截面的选择可按总装接容量的额定电流，作为计算负荷电流。当装接容量较大时，允许选择 0.8 以上的需用系数（同时率）。进户线截面应按最大相电流来选择，在单相、三相四线回路中，中性线（N）的截面，一般与相线等截面。

#### 6.5 进户管

6.5.1 进户管应采用 PVC 刚性绝缘导管或热浸锌金属管，管径应根据进户线的根数和截面选择。（参照附录 C）。管内导线（包括绝缘层）的总截面不应大于管内径有效截面的 40%。

#### 【条文解释】

管内导线（包括绝缘层）的总截面不应大于管内有效截面的 40% 的规定，一是散热；二是便于施工或检修。

6.5.2 进户管不应有裂缝或轧伤，户外一端应有防雨弯头，管子伸入箱内的长度不应超过 30mm，装置应牢固。进户金属管的管壁应不小于 2.5mm；PVC 刚性绝缘导管的管壁厚度应不小于 2mm 进户金属管的管口应光滑无毛刺，金属管两端应有护圈或采取套软塑料管、包绝缘胶布等保护导线绝缘的措施。进户线穿金属管时应全部穿于一根管内。

#### 【条文解释】

本条是对进户管的施工具体要求。进户钢管采用焊接钢管或镀锌焊接钢管。如采用焊接钢管，应涂防锈漆。目前工程中，多数采用 PVC 刚性塑料管，但防水弯头（滴水弯）制作要符合规定。不应采用 PVC 水管弯头套接（弯曲半径不符合要求）。

#### 6.6 门面装潢的接户、进户线和照明装置

6.6.1 凡围入装潢内的进户线和连接线，应采用绝缘良好的铜芯导线并将各相导线（含中性线）穿入 PVC 刚性绝缘导管内，穿入管内的导线不应有接头和扭结。

#### 【条文解释】

目前各地商业等单位都设置门面装潢，现行的国家规范都没有涉及。而且，触电事故

时有发生。因此，在我省有必要作出规定。对围入装潢内的导线敷设做了规定。

6.6.2 PVC 刚性绝缘导管的规格及其安装要求应符合第 9.6 节的有关规定。

6.6.3 各门面装潢框架上方应留有 600mm~800mm 的距离，以便装设和检修进户装置。

**【条文解释】**

**本条的规定，是为了便于装设、检修装潢内的进户装置。**

6.6.4 进户点设在框架内时，进户线应延长至装潢框架外侧的支持物以外，以便与接户线或接户连接线相连接，连接处应用绝缘带均匀缠绕，并不低于导线本身的绝缘强度，动力和照明进户线应分别穿管后敷设到受电装置（电能计量箱）处。

**【条文解释】**

**本条主要是考虑原进户点已存在，或在门面装潢时要求移动接户线、进户线，因此在装潢时做出相应规定。**

6.6.5 作为第一支持物的角钢，其规格和埋设深度应符合 5.2 的有关规定。

6.6.6 装潢框架内供接户（进户）线使用的 PVC 刚性绝缘导管应沿墙明敷，并采用便于拆装的管卡固定在墙上的角钢上，不应敷设或固定在装潢框架上，管子宜水平排列，在特殊情况下也可垂直排列，但无论采用何种排列方式，导线不应受力和影响管子敷设及固定管卡的装拆。

**【条文解释】**

**本条明确了，装潢框架内的塑料必须沿墙敷设。规定了，不准敷设或固定在装潢框架上。由于装潢的尺寸大小不一，因此对硬塑料管的排列做了规定。**

6.6.7 装潢框架为全封闭式时，在靠近进户线处应有便于施工人员进出的门或活动盖板，其尺寸不应小于 600mm×600 mm，框架应能承受 100kg 的重量。

**【条文解释】**

**由于街道商业用房是紧密相连，商家也要考虑装潢美观。因此采用全封闭式时，就应有进出门和活动盖板。其尺寸是工作人员能进入，并对框架的承受重量做了规定是为了保证工作人员的安全。**

6.6.8 装潢内的电气照明装置应符合下列规定：

a) 宜采用 PVC 刚性绝缘导管布线，绝缘导管在金属框架上固定牢固并有滴水弯。

b) 宜采用 BV 型塑料护套绝缘线。导线连接时应加密闭式接线盒，芯线及护套层应同时引入盒内，接线盒应装设牢固。

c) 应采用防水照明灯具；荧光灯及镇流器应用支架固定并采取防水措施。

**【条文解释】**

**本条对装潢内的电气照明装置的安装要求做了明确的规定。现在每年都会因装潢框架漏电，而发生触电事故。究其原因，就是装潢内电气照明装置的安装不符合规定，不采用防水灯具；导线不穿塑料管；金属框架不采取接地或等电位联结；不装设剩余电流保护装置所造成。**

6.6.9 装潢金属框架应可靠接地或作等电位联结。接地电阻不大于 10Ω。

**【条文解释】**

**等电位联结是防止人身触电的有效措施。**

## 7 电能计量及配电装置

### 7.1 一般规定

7.1.1 电能计量装置应安全可靠，确保准确计量。

**【条文解释】**

**电能计量的原则：准确、合理。**

7.1.2 电能计量方式和电能计量用电流互感器的变比、直接接入式电能表的表量、安装位置由供电方在供电方案中确定。电能计量装置应装设在用户受电装置总开关前。

**【条文解释】**

**由于电能计量方式和计量互感器变比的确定是供电企业用电人员的职责和权力。规定本条的目的是防止客户及安装施工单位不遵守《供电营业规则》的规定，自行其事。也需要客户、安装施工单位**

遵守。

7.1.3 负荷电流为 80A 及以下时，应采用直接接入式电能表；负荷电流为 80A 以上、100A 及以下时时宜采用直接接入式电能表，负荷电流为 100A 以上时，应采用经电流互感器接入式电能表。

**【条文解释】**

实践证明，由于电能表的质量问题，直接接入式电能表的额定最大电流超过 80A 时，接线端子易过热受损。因此，低压供电线路的负荷电流为 80A 及以下时，宜选用额定最大电流不大于 80A 的直接接入式电能表；当低压供电线路的负荷电流大于 80A 时，宜选用经互感器接入式的电能表。

7.1.4 电能表及电流互感器一次回路的进出线宜采用 450/750V 铜质绝缘导线；互感器二次回路连接导线应采用铜质单芯绝缘导线，绝缘层颜色为黄（U）、绿（V）、红（W）、中性线（N）黑色。不得使用多股软绞线，且中间不应有接头。电压和电流互感器二次回路连接导线的最小截面不应小于 4mm<sup>2</sup>。

**【条文解释】**

目前，还存在着电能计量装置的二次回路不符合 DL/T448—2000 的规定，应引起重视。对二次连接导线的相色也做出了规定，在实际工作中也应执行。分相分色便于对电能计量二次回路的接线和检查，可以避免错接线的情况发生。二次回路连接导线的截面规定 4mm<sup>2</sup> 是江苏省地方标准的规定，应予执行。

7.1.5 电流互感器与电源线应连接牢固，与一次侧导线发生铜铝衔接时，应采用铜铝过渡装置。

**【条文解释】**

在日常报修工作中，由于电流互感器与电源导线体连接处烧损比较常见，究其原因：一是同质导线体连接不紧密；二是铜、铝导线连接处由于长期超过负荷电力后，形成氧化，造成连接处电阻增大而烧损，因此，应引起用电检查和装表接电人员工作中注意。

7.1.6 电能表表箱采用金属材料制作时，可开启的表箱门与箱体应有保护线（PE）连接，箱体应有专门的接地端子。

**【条文解释】**

目前，电能计量柜已有统一标准，但一些小容量电能表箱没有按统一标准制作，而是用动力箱改制的非标产品。因此，强调电能表箱采用金属材料制作时，箱体应有接地端子。

7.1.7 安装在用户处的贸易结算用电能计量装置应配置全国统一标准的电能计量柜或电能计量箱。电能计量柜（箱）内，电能表及电流互感器安装处应设置观察窗并能实施铅封。装表容量在三相 150A 以下的应设置电能计量箱；装表容量在三相 150A 及以上的用户应有单独的配电所并配置电能计量柜。

**【条文解释】**

电能计量柜（箱）装设观察窗及能铅封，是便于检查核对用户电能计量互感器变比；电能表参数，也便于用电检查和供、用双方抄录电量。

目前，一些低压用户的电能计量箱内电流互感器无法加封。而用电营业人员，在报装接电验收中又不提出这个问题。这样极易造成用户窃电和违约用电。作为供电企业，电能计量装置的完善与否直接关系到企业的经济效益，必须引起重视。

装表容量大于 150 安培，主要是作为大、小用户划分的界限。而且 100kW 及以上用户，（装 150/5 及以上计量电流互感器）的配电间均配置了配电柜。所以确定以装表容量来区分是配置计量柜还是计量箱。

也明确了电能计量装置不应装在易燃、易爆、腐蚀等场所；对居民户，不应装在卧室内。主要确保计量装置完好，又便于抄表和用电检查。计量柜的安装要求已引用有关规定。

7.1.8 配电柜应符合国家标准。断路器宜垂直安装，上端接电源，下端接负荷，各分路相序应一致，并应标明线路名称。硬裸母线应刷黄（U）、绿（V）、红（W）、中性线（N）浅蓝色、保护接地线（PE）绿/黄双色相色漆或在每相导体上贴上相应色标。

**【条文解释】**

**配电柜的基本要求。**

7.1.9 人防（地下）公用建筑用电，应单独装表计量。电能计量装置及总配电装置宜装设在地下进出口处。

**【条文解释】**

现在人防（地下）设施的使用，是采用平、战结合方式。目前一般均做为地下商场或娱乐文化场所。从建筑物产权界定，属人防工程的产权是属各地市的人防办公室。人防（地下）建筑由人防办公室负责管理。因此，此条规定了应单独装表计量及电能计量装置的装设位置。

**7.2 电能表位置的选择和安装**

**7.2.1 电能计量柜或电能计量箱宜装在楼下，周围环境应明亮、干燥，不易受损、受震及便于抄读和装拆工作。**

电能计量柜（箱）及总的配电装置应集中装设在一起，位置应接近进户点，不应装设在易燃、易震、潮湿、高温、腐蚀、多尘、有磁力影响以及卧室内的场所。电能计量装置及总的配电装置安装在厂房（车间）内时，应加装栅栏，栅栏至总配电设备最凸的部分至少应有 0.8m 的距离。

**【条文解释】**

**电能计量装置宜装设在底层，便于抄表。装设地点的要求，是保证电能表计量的准确性。安装在厂房内加装栅栏，是安全的需要。**

**7.2.2 户内电能计量箱安装高度应符合下列规定：**

- a) 嵌入式为表箱下沿距楼面（地面）1.4m~1.6m之间。
- b) 明装为表箱下沿距楼面（地面）1.6m~1.8m之间。

当安装在专用计量小室、配电所时，可采用明装方式。安装高度为电能计量箱下沿距楼面（地面）大于1m。

- c) 若电能计量箱下沿距楼面（地面）的高度小于上述要求，应采取安全防护措施。

**【条文解释】**

省公司 2010 年 3 月颁发了《居民用电计量箱技术标准》Q/GDW-10-J187-2010 企业标准。统一了全省居民用电计量箱的标准。

**1 新型的居民用电计量箱的主要特点：**

对表箱结构设计，特别是对塑料集中组合表箱结构进行了一些创新设计。主要在以下几个方面进行了创新：

- a) 模数化设计。以 6 个基本模数单元计量箱为基础，通过组合派生出各种表位数的计量箱，以满足客户需求；产品规格少，制造简单，标准化生产，便于管理。
- b) 表计透明观察窗采用通用型设计。因电能表种类和制造厂不同，造成计量箱透明观察窗大小不一，给换装不同计量电能表带来了困难，往往需对计量箱进行改造，造成了极大的浪费。本次设计采用了独特结构，做到了通用，换装不同类型电能表时，无需在对计量箱进行改造，节省了投资，外形美观，使用方便。
- c) 塑料集中组合表箱实现二次安装。目前国内使用的塑料集中组合表箱，均无法实现二次安装，给现场施工管理带来了困难，易造成计量箱内元器件丢失、损坏。采用二次安装后，避免了上述问题出现，减少了损耗，提高了安装质量。
- d) 提升塑料箱体和零件强度。针对以往塑料箱体强度差，易变形、破损的现象，本次结构设计采用了大量加强径结构，在极大地提高了强度的同时，减少了材料使用，节省了投资。
- e) 封闭结构设计。满足计量装置封闭性要求的同时，在计量箱门敞开的情况下，做到不可见裸露带电导体，确保使用、操作安全。
- f) 元件安装板通用设计。计量箱内安装板采用长腰圆不通孔密布的方式，可以满足各种电能表、元器件、布线槽的随意位置安装固定。
- g) 表箱进线电源专用分线母排设计。对分线母排专用设计，做到连接可靠、体积小、载流量大、安装方便和封闭性。

**2 型式选用**

**1) 单体计量箱**

**1.1 适用于零散住宅用电计量。**

**1.2 单相用电采用单体计量箱，三相用电应采用单体三相计量箱。**

**1.3 箱内电气设备应按相应的用电负荷电流选择配置。**

**1.4 宜采用户外安装方式。户外安装一般选用塑料单体计量箱，对别墅等高档住宅宜选择不锈钢**

单体计量箱。对户内安装并需采用嵌入式安装方式时，宜选择冷轧钢板单体计量箱。

## 2) 集中组合计量箱

2.1 适用于多层、小高层和高层住宅用电计量，以及别墅类等高档住宅采用集中安装计量电能表方式。

2.2 箱内电气应按相应用电负荷电流选择配置。

2.3 宜采用户内安装方式。户内安装时宜选用塑料集中组合计量箱。根据安装环境，可采用悬挂式或嵌入式安装方式。对特殊需要安装在户外时，应选择户外型不锈钢集中组合计量箱。

## 3 表位选择

### 1) 单体计量箱

单体计量箱表位数为 1。

单体计量箱安装预付费电能表时，当电能表额定最大电流 $\leq 60\text{A}$ 时，应采用内置式跳闸预付费电能表；当电能表额定最大电流 $\geq 80\text{A}\sim 100\text{A}$ 时，应采用外置式跳闸预付费电能表。当用于安装外置式跳闸预付费电能表时，应选择带开关附件盒的箱体。

### 2) 集中组合计量箱

2.1 集中组合计量箱表位数应按“表位数 $\geq$ 安装电能表数量+1”公式计算选择。即“安装电能表数量”为每台集中计量箱内安装的电能表数，包含楼道公用计量电能表数；“+1”为每台集中组合计量箱需预留一只低压电能信息收集终端的安装表位。

如：一住宅楼道为 6 层，每层为 2 户，若楼道还需安装一只公用照明计量电能表，该楼道“安装电能表数量”为 13 只，应选择集中组合计量箱表位数 $=13+1=14$ ，即选择 14 表位计量箱。

2.2 单台集中组合计量箱表位数一般不超过 15 表位，超过时宜进行分户处理，选择安装多个集中组合计量箱。

2.3 由 2 个紧挨基本单元组合而成的塑料集中组合计量箱，必须由制造厂在出厂时完成拼装，并安装好两个基本单元箱进线电源连接。

## 4 进线电源

1) 集中组合计量箱供电电源应按三相电源进线方式设计，原则上宜采用三相电源进线。

2) 塑料集中组合计量箱由 2 个紧挨基本单元组合而成时，供电电源应从最大表位单元接入。两个基本单元箱电源连接应优先采用 BVR-绝缘铜导线连接，可按连接该表箱内的用电负荷进行选择连接导线截面。

3) 每个集中组合计量箱宜采用独立供电电源进线方式。对于分散布置多个集中组合计量箱供电电源也可采用链式方式，连接数量一般不宜超过 2 台，链接导线或专用链接件截面原则上要求与进线电源电缆等截面；当链接导线小于进线电缆截面时，其链接导线长度不宜超过 3 米，同时满足连接集中组合计量箱内用电负荷的要求。

4) 集中组合计量箱供电电源应采用上、下垂直进线方式，其进线电缆（导线）转弯半径不应小于 0.8 米。

## 5 安装要求

1) 应符合江苏省《居住区供配电建设标准》相关要求。

2) 安装于户外的表箱应采用下进、下出进出线方式，并采取防止阳光直射的措施。

3) 箱体采用膨胀螺丝固定安装，安装牢固、平整。

4) 对采用嵌入式安装方式时，应采取相应措施减少墙体对箱体的压力。

5) 对集中组合计量箱现场采用二次安装方式的，在装表接电重新安装计量箱电气安装板时，应保证底箱与电气安装板一一对应，各部件机构安装，以及电气连接应正确、牢固、可靠。

7.2.3 联排各商业（门面）用房的电能计量装置宜集中设置在计量小室内，便于集中管理。计量小室位置应考虑进出线方便，其面积不应小于 $5\text{m}^2$ 。计量小室的出入口应设置在公用通道或走廊处。

### 【条文解释】

由于联排各商业（门面）用房地电能计量装置的设置，没有规定。而且各地的差异较大。设置电能计量柜的小室面积可以不大于 $5\text{m}^2$ 。因此有必要对此做出规定。

7.2.4 各类计量表箱应按照国家 and 电力行业相关技术标准制造，并经当地供电部门确认后使用。

7.2.5 装表方式规定如下：

a) 单相供电装一只单相有功电能表。

b) 三相四线供电的装一只三相四线有功电能表；特殊情况亦可安装三只单相有功电能表。若仅为三相动力用电时，可装一只三相四线有功电能表。有考核功率因数要求者，应加装具有无功计量功能的电能表。

c) 动力用电单位的照明电能表应和动力表装设在一起。

**【条文解释】**

**本条规定的三种装表方式，予以规范。**

7.2.6 单户住宅（含别墅）用电，应采用单户外电能计量箱。表箱宜安装在户外（含其他用电），安装高度为表箱下沿距地面 1.6m~1.8m 之间，并应具有防雨和防阳光直射计量表计等防护措施。

**【条文解释】**

**1 对单户住宅，电能表装设在户外，便于抄表和维护。**

**2 安装高度的要求，是便于居民自己和供电企业抄表。**

7.2.7 居住区住宅用电计量装置的安装

7.2.7.1 应采用相对集中安装方式。同一居住区内各电能计量装置安装方式和安装位置应尽量统一。

7.2.7.2 九层及以下住宅采用以单元为单位的集中安装方式。表箱安装位置宜装在架空层或楼道间负一层至一层半之间的墙面上。安装在负一层时，应满足相应的照明、通风、防潮等方面的要求。

7.2.7.3 十层及以上住宅用电计量表计安装视不同情况，按下列原则处理：

a) 每层户数在4户及以上时，采用每层或分层集中装表方式。表箱宜安装在每层的配电井（间）或公用部位。

b) 每层户数在4户以下时，采用分层集中装表方式。在相应楼层设置安装表箱点（间），每个点安装的表数应不低于6只。

c) 当同一单元户数较多时，其单元可装设多个多户表箱，应分别敷设表箱供电电源。高层住宅同一处安装多个多户表箱时，相邻表箱之间供电电源，可通过加装电源过渡箱方式连接。

d) 导线保护管应进入表箱内，保护导线不受损坏。

e) 居住区宜采用具有通讯接口电能表和数据采集终端、主台管理系统的远程自动抄表方式。

f) 电能表及互感器应由供电部门负责统一检定及安装。

**【条文解释】**

**高层住宅在各地兴起。而且各地的装表方式已不尽一致。目前，小高层 17 层以下的一般采用在首层单元集中装表方式。开发商减少投资，供电部门抄表、报修也方便；对超过 17 层的采用分层装表。本规定第 1.2 条明确了分层装表方式供电范围不超过 9 层，是为了保证电能质量。**

**本规定又明确了在中高层及以上住宅居民用电计量宜采用智能型远传抄表方式。这是根据省公司实行居民住宅用电，实行集中抄表的规定。因此，要求在工程建设中，按要求预留安装一台数据集中采集器的位置。这对于适应时代发展，提高供电企业的劳动生产率都有好处。**

7.2.8 公用楼梯，公用走道的照明及公用电力（电梯、水泵等）应单独装表计量，其电能计量装置应符合本章的规定。

**【条文解释】**

**住宅楼道照明设计中，一般有三种方式。一是分层装表时直接接在表箱进线；二是接在每户自己的照明回路内；三是单独装一具楼道照明表。第一种方式是严禁使用的，因为是无表用电（窃电），一经发现就会停电。第二种，虽不涉及无表用电，但有些住户往往将灯具拆掉，也不给使用。第三种虽然比较合理，但会造成无人缴纳电费而停电。应此，在此条中明确住宅楼道照明应单独装表。**

7.3 配电所及配电装置

7.3.1 配电所的建筑应符合下列规定：

a) 配电所严禁设置在卫生间、浴室、水箱、水池及经常积水场所的正下方，且不宜与其贴邻。

b) 地震基本烈度为 7 度及以上的地区，应采取必要的抗震措施。

c) 配电所屋顶承重构件的耐火等级不应低于二级，其他部分不应低于三级。

d) 配电所的顶棚，墙面及地面的建筑装修应少积灰；顶棚不宜抹灰；内墙面应刷白。

e) 配电所可设置能开启的自然采光窗并应配置纱窗。柜后不宜开窗；若必须开窗时，应装设钢板护网。配电所的门应向外开启并配有纱门，门的宽度应不小于 0.8m，高度应不低于 1.9m，并满足设备运输的要求。

f) 配电所的门窗关闭应密合；与室外相通的洞、通风孔应设防止鼠、蛇类等小动物进入的网罩，防护等级不宜低于 GB4208-1993 中规定的 IP3X 级。直接与屋外露天相通的通风孔还应采取防雨，雪飘入的措施。

g) 应考虑进出线方便及满足导线对地距离要求。

h) 室内外地坪高差不小于 0.3m。

i) 配电所长度超过 7m 时，应设两个出口，并尽量布置在配电装置室的两端；配电装置长度大于 6m 时，其柜（屏）后通道应设两个出口，当两个出口之间的距离超过 15m 时，尚应增加出口；当为楼上，楼下两部分布置时，楼上部分的出口应至少有一个出口通向该层走廊或室外的安全出口。

j) 位于地下室和楼层内的配电所的土建应设置满足最大体积设备运输通道。各种通道的宽度应符合地面上配电所的规定并应有排水、除湿、通风设施。

#### 【条文解释】

1 防止渗漏水，而影响配电间的安全运行。

2 建筑物规范要求。

3 配电间的耐火等级要求。

4 配电间内墙抹灰刷白是为了配电间等环境清洁、明亮。由于配电间常有裸露的带电部分，所以规定顶棚只刷白而不抹灰。以避免抹灰脱落造成带电体短路事故。如配电柜采用封闭结构，顶棚也可抹灰。

5 低压配电间可以开窗，以利自然采光，也便于停电检修时的检查和清扫工作。

6 蛇、鼠类小动物往往能从密封不严的缝和孔、洞爬入室内，

7 此点是指配电间的建筑高度。如采用架空进出线，就有一个导线对地面距离的要求（不低于 2.9 米）而配电柜高度为 2.2 米加上基础型钢约 2.3m；再加上，柜顶与顶棚之间还要考虑工作人员在柜上工作的距离。因此，低压配电室的高度，考虑到进出线对地面距离、设备的尺寸和工作人员检修，一般以 3.8-4.0m 为宜。

8 建筑设计的要求。

9 国家设计规范中要求配电间的通道是这样规定的。

10 结合工程实际发生的问题，增加了排水、除湿条款。

在高层建筑设计时，通常将配电室设在地下室或楼道内，且位置偏僻。因此，一定要考虑到安装时和在运行维护时的设备运输通道问题。在实际工作中要特别注意，不仅向电气设计人员提出运输通道问题，同时还要审查相关部位的土建设计，如果我们不注意这个问题，而忽视后，将给工程实施带来影响。设备无法进出（特别是干式变），即使勉强能运进，待需维修检查更换设备时，难度就更大。

地下配电间的建筑物防水处理很重要，防水处理的好坏之间影响到配电间的安全运行，在防水处理上有二点要注意，一是基础部分防水，二是管、孔的防水，这二点要向设计人员提出。

地下配电间，还存在湿度大的问题。因此，在雨季空气湿度大、配电柜结露现象严重。影响了安全运行。因此，增加了排水，除湿度设施的规定。

7.3.2 配电柜出线电缆沟的布置应符合下列规定：

a) 出线电缆沟宜设在柜后，宽度宜不小于 0.8m，深度宜不小于 0.8m。

b) 电缆沟应能防水、防渗漏。

c) 电缆沟盖板，应采用防滑钢盖板或钢筋混凝土盖板，（钢筋混凝土盖板每块重量不超过 50kg）。

#### 【条文解释】

本条明确了配电柜（盘）出线地沟的布置要求。

对配电间出线地沟方式，国家没有规定。一般有两种情况，一是在配电柜下方；二是在配电柜后。目前采用配电柜柜后地沟方式较多。在柜后设出线地沟的好处是，便于对出线电缆维护、检修。因此本条规定“出线地沟应设在柜（盘）后”。

对地沟、电缆沟盖板提出了具体要求，每块钢筋砼盖板重量，不超过 50kg，是考虑工作人员移动方便。

7.3.3 电缆沟内敷设导线的支架应预埋，支架应经防腐处理，支架间的距离应符合下列规定：

- a) 水平距离不应大于 800mm~1000mm。
- b) 上下层的距离不应小于 150mm。
- c) 最下层的支架至沟底距离不应小于 150mm，最上层的支架至配电所电缆沟盖板距离不应小于 150mm。

**【条文解释】**

**本条的规定，一是便于施工敷设；二是利于运行中电缆散热。**

7.3.4 基础型钢的安装应水平，安装后其顶部宜高出地面找平层 10mm；抽屉式开关柜按产品技术要求执行。水平度和不直度，每 m 偏差不超过 1mm，全长不超过 5mm；不平行度全长不超过 5mm。基础型钢应在两端与保护线（PE）或保护中线（PEN）连接可靠。

**【条文解释】**

**目前国内盘、柜的安装，一般均用基础型钢作底座。基础型钢与接地干线就在两端接地（PE）或接零（PEN），按地干线与基础形钢应可靠焊接。焊接面应符合本规程导线连接的要求。基础型钢的施工前，首先要检查型钢的不直度并予以校正。对不平行度和基础位置误差的限制，保证盘、柜对整个配电室的相对位置。**

7.3.5 成排布置的配电屏，其屏前和柜后的操作通道宽度，不应小于表 6 所列数值。

**【条文解释】**

**有的开关在屏后操作，因此屏后通道要适当加宽，以便于操作和维护工作进行。由于这种操作不是经常性的，屏后通道不能完全按屏后操作维护通道一样的要求。**

7.3.6 配电所通道上方裸带电体距地面的高度不应小于下列数值：

- a) 跨越屏前通道的裸导电部分高度应不低于 2500mm，当低于 2500mm 时应加遮护，遮护后的护网高度应不低于 2200mm。
- b) 屏后通道的裸导电部分高度应不低于 2300mm，当低于 2300mm 时应加遮护，遮护后的护网高度应不低于 1900mm。

**【条文解释】**

**根据我国情况一般人的举手高度在 2.2m 左右，在屏前通道内，因通行的人较屏后多，且并非全是经过训练的电工，故在举手高度上再加 0.3m 的安全距离，规定屏前裸导体的高度为 2.5m。屏后通行的人少，一般为经过训练的电工，所以安全距离考虑为 0.1m，屏后高度定为 2.3m。**

表 6 配电屏前后通道的最小宽度

单位为毫米

配电屏种类		单排布置		双排面对面布置		双排背对背面布置		多排同向布置		屏后 至屏 前通 道				
		屏 前	屏 后		屏 前	屏 后		屏 前	前、后排屏距 墙					
			维 护	操 作		维 护	操 作		维 护		操 作			
固 定 式	不受限制时	1.5	1.0	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	1.5	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0
	受限制时	1.3	0.8	1.2	1.8	0.8	1.2	1.3	1.3	2.0	1.8	1.3	0.8	0.8
抽 屉 式	不受限制时	1.8	1.0	1.2	2.3	1.0	1.2	1.8	1.0	2.0	2.3	1.8	1.0	1.0
	受限制时	1.6	0.8	1.2	2.1	0.8	1.2	1.6	0.8	2.0	2.1	1.6	0.8	0.8

注 1：受限制时是指受到建筑平面的限制、通道内有柱等突出物的限制；

注 2：控制屏、柜前后的通道最小宽度可按表 6 的规定执行或适当缩小；

注 3：屏后操作通道是指需在屏后操作运行中的开关设备的通道；

注 4：背靠背布置时屏前通道宽度参照表 6 中各项屏前尺寸

注 5：落地式动力配电箱通道宽度可按表 6 的规定执行。

7.3.7 当裸带电体用遮护物遮护时，裸带电体与遮护物之间的净距应满足下列规定：

- a) 当采用防护等级不低于 IP2X 级的网状遮护物时，应不小于 100mm，
- b) 当采用板状遮护物时，应不小于 50mm。

**【条文解释】**

1 一般运行人员手指误入网状遮拦时手指长不大于 70mm，考虑到施工误差和安全距离。因此规定了裸带电体与网状遮拦的距离应不小于 100mm。

2 板状遮拦，在施工、安装后也不平整。因此，规定了裸带电体与板状遮拦的距离应不小于 50mm。

7.3.8 穿墙套管中心对室外通道、路面的垂直距离不小于 3650mm。

**【条文解释】**

对低压供电的配电间，当容量较大时，进户装置，采用穿墙套管进线。因此应对穿墙套管的安装尺寸做出规定。穿墙套管中心对室外通道、路面的垂直距离 3650mm。

7.3.9 同一配电所内并列的两段母线，当任一段母线有一级负荷时，母线分段处应设防火隔板等隔断措施。

**【条文解释】**

本条的规定是作为增强一级负荷配电可靠性的措施之一，当没有一级负荷的母线发生故障引起火灾时，有一级负荷的母线可因存在有隔断而不直接受到影响或少受影响。隔断可以用防火材料的隔板，也可是隔墙。隔墙是整体形时，墙上应开通行孔洞。

在实际工作中，这条规定往往被忽视。

7.3.10 当高压及低压配电设备设在同一室内时，且二者有一侧柜顶有裸露的母线，二者之间的净距应不小于 2000mm。当高压开关柜和低压配电屏的顶面封闭母线外壳防护等级符合 IP2X 级时，两者可靠近布置。

**【条文解释】**

本条的规定，是防止电工在柜（屏）顶进行维护工作时，误跨触到邻近的带电的屏（柜）顶上的裸带电母线而造成电击事故。

7.3.11 抽出式配电柜的安装应符合下列规定：

a) 抽屉推拉应灵活，无卡阻碰撞现象，机械联锁或电气联锁应正确可靠，断路器分闸后，隔离触头才能分开。

b) 动触头与静触头的中心线应一致，且触头接触紧密，投入时，接地触头先于主触头接触；退出时，接地触头后于主触头脱离。

**【条文解释】**

抽出式开关柜安装时，机械联锁（电气联锁）是否正常，是一项最基本的要求。是防止带负荷推入、拉出开关。带有接地触头的抽出式开关，投入或退出时，对接地触头位置的要求，也是从安全运行，防止人身触电的角度考虑。一旦产生绝缘损坏，在操作时抽屉外壳处于地状态，降低了人体的接触电压。家用电器的插头制造也是遵循保护接地先于电源接通，后于电源断开这一普遍性的安全原则。

7.3.12 配电柜裸露母线的电气间隙和漏电距离应符合表 7 的规定。

**【条文解释】**

1 电气间隙系指裸露带电体之间及对地的空气距离。

2 漏电距离系指，裸露带电体沿绝缘物表面的距离。

7.3.13 柜、屏、台、盘相互间或与基础型钢应用热浸锌螺栓连接，且防松零件齐全。

**【条文解释】**

屏、柜等与基层型钢连接，有的采用焊接。明确规定应使用螺栓连接固定，即方便拆卸更换，又避免因焊接固定而造成柜（屏）等壳体涂层防腐损坏、使用寿命短。

表 7 柜（盘）裸露母线的电气间隙和漏电距离

单位为毫米

类别	电气间隙	漏电距离
交直流低压柜（盘）、电容柜、动力箱	12	20
照明箱	10	15

7.3.14 低压成套配电柜、控制柜（屏、台）和动力、照明配电箱应有可靠的防电击保护措施。柜（屏、台、箱、盘）内保护导体应有裸露的连接外部保护导体端子，当无设计要求时，柜（屏、台、箱、盘）内保护导体最小截面  $S_p$  不应小于表 8 的规定。

表 8 保护导体（PE）的截面 单位为平方毫米

相线的截面 S	相应保护导体的最小截面 $S_p$
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	$S/2$
$400 < S \leq 800$	200
$S > 800$	$S/4$

注：S 指柜（屏、台、箱、盘）电源进线相线截面，且两者（S、 $S_p$ ）材质相同

**【条文解释】**

低压成套设备中的 PE 线要符合表 8 的要求，且指明 PE 线的导体材料和相线导体材料不同时，要将 PE 线导体截面积的确定，换算至与表 8 相同的导电要求，是因为，使载流量足以承受流过的接地故障电流，使保护器的动作，在保护器件动作电流和时间范围内，不会损坏保护导体或破坏它的电连续性。诚然也不应在发生故障至保护器件动作这个时段内危及人身安全。本条规定的原则适用于供电系统各级的 PE 线导体截面积的选择。

7.3.15 配电柜（屏、台、箱、盘）安装垂直度允许偏差为 1.5%，相互间接缝应不大于 2mm，成列盘面偏差应不大于 5mm。

**【条文解释】**

本条规定了，屏、柜安装时垂直度、相互间接缝、成列盘面间的要求。

在基层型钢安装符合规程要求时，如柜（屏）的制造厂家质量也符合标准，本条规定的误差一般均能达到。既使有误差也会控制在本规定范围内。

7.4 裸母线、封闭母线、插接式母线、密集型母线安装

7.4.1 绝缘子的底座、套管的法兰、保护网（罩）及母线支架等可接近裸露导体应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠，不应作为保护线（PE）或保护中性线（PEN）的连续导体。

**【条文解释】**

本规定是强制性条文，必须严格执行。

母线是供电干线，凡与其相关的可接近的裸露导体要接地或接零的理由，主要是：发生漏电可导入接地装置，确保接触电压不危及人身安全，同时也给具有保护或讯号的控制回路正确发出信号提供可能。为防止接地或接零支线线间的串联连接，所以规定绝缘子底座等不能作为接地或接零的中间导体。

7.4.2 母线表面应光洁平整，不得有裂纹、折皱、夹杂物及变形和扭曲现象。

**【条文解释】**

本条是对母线材料的一般要求。但在市场上铜、铝母排，还存在着伪劣产品，除了导电率不合格外，母排里杂质较多，因此在压延时，会沿母排表面有裂纹等，在母线安装时，转曲后就更明显，母线有裂纹、折皱杂质后将影响导电性能和允许载流量以及所承受的短路电动力。因此要杜绝使用劣质母线。

7.4.3 成套供应的封闭母线、插接母线槽、密集型母线槽的各段应标志清晰，附件齐全，外壳无变形，内部无损伤。螺栓固定的母线搭接面应平整，其镀银层不应有麻面、起皮及未覆盖部分。

**【条文解释】**

本条规定了成套封闭母线、插接母线安装前对出厂的产品外表验收的要求。如果各段标志不清晰、变形及附件残缺、损伤，将会给安装带来极大不便，甚至影响到安装质量。

成套封闭母线等各段之间的电气联接，制造厂均提供连接附件，在安装前验收时，要特别注意。

7.4.4 母线与母线，母线与分支线，母线与电器接线端子搭接时，其搭接面的处理应符合下列规定：

- a) 铜与铜：室外、高温且潮湿或对母线有腐蚀性气体的室内，应搪锡，在干燥的室内可直接连接。

- b) 铝与铝：直接连接。
- c) 钢与钢：应搪锡或热浸锌，不应直接连接。
- d) 铜与铝：在干燥的室内，铜导体应搪锡，室外或空气相对湿度接近 100% 的室内，应采用铜铝过渡板，铜端应搪锡。
- e) 钢与铜或铝：钢搭接面应搪锡。
- f) 封闭母线螺栓固定搭接面应镀银。
- g) 母线的各类搭接连接的钻孔直径和搭接长度应符合规定，用力矩扳手拧紧钢制连接螺栓的力矩应符合本规范附录 M 的规定。

**【条文解释】**

**对母线及导体搭接连接时，根据不同材质和使用环境对其搭接面的处理作出规定。是为了确保连接良好。**

**对封闭母线搭接面应镀银，不能忽视。封闭母线安装后一般不易检查到。因此对搭接面的处理要比敞开母线要求更高。制造厂出厂时，母线搭接面均做了镀银处理。因此做出此规定也是为了确保安装质量。**

**母线连接螺栓，应使用力矩扳手紧固。其紧固力矩值见附录。**

7.4.5 母线在绝缘子上的安装应符合下列规定：

- a) 金具与绝缘子母线间的固定应平整牢固，不使母线受额外应力。
- b) 交流母线的固定金具或其他支持金具不应形成闭合铁磁回路。
- c) 除固定点外，当母线平置时，母线支持夹板的上部压板与母线间有(1~1.5)mm 的间隙；当母线立置时，上部压板与母线有(1.5~2)mm 间隙。
- d) 母线在支柱绝缘子上的固定死点，每段设置 1 个，设置于全长或两母线伸缩节的中点。
- e) 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。

**【条文解释】**

**母线在运行中通过的电流是变化的，发热状况也是变化的，所以母线在支柱绝缘子上的固定既要牢固，又要能使母线自由伸缩，以免使其受额外的应力。为避免交流母线因产生涡流而发热，金具之间不能形成闭合磁路。金具有棱角、毛刺会产生电晕放电，造成损耗和对弱电的信号干扰。**

7.4.6 封闭式母线适用于干燥和无腐蚀性气体的室内场所。

**【条文解释】**

**由于封闭式母线的特点，安装完工投运后，不易检查、维护。因此，对使用环境就有一定要求。**

7.4.7 封闭式母线水平敷设时，至地面的距离应不小于 2.2m。垂直敷设时，距地面 1.8m 以下部分应采取防止机械损伤措施。但安装在配电室、电机室、电气竖井、技术层等电气专用房间时，其至地面的最小距离可不受此限制。

**【条文解释】**

**本条对封闭式母线垂直、水平敷设距离的规定，是防止封闭式母线受到机械损伤。**

7.4.8 封闭式母线水平敷设的支持点间距不宜大于 2.0m。垂直敷设时，应在通过楼板处采用专用附件支承。垂直敷设的封闭式母线，当进线盒及末端悬空时，应采用支架固定。

**【条文解释】**

**垂直敷设时，对容量较小(400A 及以下)的封闭式母线可以隔层在楼板面上支承，400A 以上的封闭式母线则需每层支承。**

7.4.9 封闭、插接式母线安装应符合下列规定：

- a) 母线与外壳同心，允许偏差为±5mm。
- b) 当段与段连接时，两相邻段母线及外壳应对准，连接后不使母线及外壳受额外应力；
- c) 母线的连接方法符合产品技术文件要求。
- d) 母线组装和固定位置应正确，外壳与底座间、外壳各连接部位和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。
- e) 封闭式母线的连接不应在穿过楼板或墙壁处进行；在穿过防火墙及防火楼板时，应采取防火隔

离措施。

f) 插接式母线的连接，应有足够的接触面积和压力，接触紧密可靠。

g) 橡胶伸缩套的连接头、穿墙处的连接法兰、外壳与底座之间、外壳各连接部位的螺栓应采用力矩扳手紧固，各结合面应密封良好。

h) 封闭式母线的插接分支点应设在安全及安装维护方便的地方。

#### 【条文解释】

1 现在封闭母线由制造厂成套供应，故安装时应按其编号及标志进行组装，不得随意互换。

2 封闭母线的外壳在由铝板焊接而成，在运行中有电流通过，因此不允许伤及母线外壳，以往在现场，对封闭母线的外壳随意堆放、踩踏、造成外壳，损伤变形。

3 在焊接封闭母线外壳的相间短路板时位置必须正确，否则将改变封闭母线原来磁路而引起外壳发热，以往有的工程就因短路板位置焊错而产生封闭母线外壳严重发热的现象。

4 在施焊以前，封闭母线各段应全部就位，以避免，一端设备没有到就对母线施焊，结果出现与另一端设备对接不上，或长或短。

5 插接式母线的连接，一是保证接触面，二是保证接触点有一定压力，只有保证了接触面和接触压力，连接才可靠，连接处在运行中不易过热。

### 7.4.10 密集型母线安装

#### 7.4.10.1 弹簧支撑器的安装

——当母线槽垂直安装时，安装弹簧支承器应符合设计规定。当设计无规定时，每层楼安装一副。当母线槽沿墙垂直安装时，弹簧支承器应安装在母槽盒的两侧。

——弹簧支承器安装前应修正楼板孔，保证同一轴线楼板孔的同心度，使母线槽穿越任何一楼板孔时，与孔边保持5~10mm的距离。

——当弹簧支承器的槽钢底座采用膨胀螺栓固定在楼板上时，每根底座大固定点不应少于两点。

——弹簧支承器的底座应固定牢固，底座与母线槽外壳之间应留有活动间隙；弹簧应与底座垂直，并处于半压缩状态，弹簧的上螺帽应处于松开状态。

#### 【条文解释】

弹簧支承器有固定、承重、调直、消除母线槽外壳局部膨胀的功能。

随着母线槽工作温度的变化，调整弹簧支承器弹簧的弹力是必须的，弹簧支承器装在母线槽的左右侧，是为了便于调整和检查。

弹簧支承器底座应吊线坠定位，使垂直安装的母线槽呈一直线。

弹簧支承器底座固定时，要考虑前后还左右两个方向，确保弹簧和母线槽保持平行。

由于楼板内有钢筋，弹簧支承器的底座很难直接用膨胀螺栓固定到所需的位置上。解决办法是在楼板的预留孔处先安装一个用槽钢制作的矩形柜，再把弹簧支承器的底座固定在槽钢矩形柜上。

必须了解弹簧支承器的四个作用：固定、承重、调直、伸缩，才能正确安装弹簧支承器。

#### 7.4.10.2 母线槽支架的安装

——水平敷设时，每一单元母线槽不应少于两个支架，高低应一致，支架间距不应大于2m且应可靠固定。

——垂直敷设时，应在母线槽的分接口处设置防晃支架，防晃支架应紧贴母线槽外壳。

——支架与母线槽之间采取压紧连接。

#### 【条文解释】

支架位置要避开母线槽的接头，为保证水平安装的母线槽保持水平，每一单元母线槽应有不小于两个支架，以避免母线槽端部因不平衡而产生外力。水平支架安装时要拉线，以保证高低一致。

母线槽分线口处设置防晃支架，可避免插接箱插拔时引起母线槽晃动。防晃支架的前后距离应可调整。

当工作温度变化时，母线槽会发生伸缩变形，如果母线槽与支架间采取刚性连接，母线槽就会弯曲。

#### 7.4.10.3 母线槽本体的安装

——安装前应用1kV绝缘电阻测试仪，测量每一单元母线槽相间、相对地、相对中性线和中性线对

地的绝缘电阻，且不应小于  $20M\Omega$ 。

——安装时母线槽的连接头应完好，且无机械损伤或异物进入。

——母槽盒接头处的绝缘板应完整无损，规格相符。

——母槽盒可由电源端向负载端安装；安装时应采用尼龙绳或麻绳捆扎吊装。

——当母线槽对口插接时，不应采取撞击安装。垂直安装时，可利用母线槽自重插入；水平安装时，可人工拖拉插入。

——母线槽初步对接就位后，插接部位应清扫干净，装上保护板，并用力矩扳手拧紧穿芯螺栓。穿芯螺栓紧固力矩应符合附录 M 的规定。

——当垂直安装的母线槽外壳与弹簧支承器之间连接固定后，应调整支承器弹簧的压力，使其处于正常状态。

——应采用线坠检查垂直安装母线槽插接口两侧 1m 长度范围内的垂直度，并调整弹簧支承器之间两侧的调整螺母，使垂直度达到要求。

——水平安装的母线槽，应采用压板将母线槽外壳固定在支架上。压板螺栓不宜拧得过紧。

——每安装好一个单元母线槽后，应用 1kV 绝缘电阻测试仪，测量母线槽的绝缘电阻。允许总绝缘电阻逐段下降，但不应有突变，且总绝缘电阻不应小于  $0.5M\Omega$ 。

——母线槽与变压器、低压柜的连接，应走向合理，接触紧密。当采用螺栓连接时，螺纹宜露出螺帽 2~3 扣。裸露母线间的电气间隙不应小于 10mm；爬电距不应小于 12mm。

——分接箱与母线槽之间应可靠固定。分线口的高度，当设计有规定时，按设计要求进行；当设计无规定时，中心高度宜距地面 1.3~1.5m。

——母线槽经过建筑物的沉降缝或伸缩缝处，应配置母线槽的软连接单元。

——母线槽安装完毕后，应对穿越墙壁和楼板的孔洞进行消防封堵。

#### 【条文解释】

**母线槽每一单元的绝缘电阻通常都能达到  $500M\Omega$ ， $20M\Omega$  是最低要求。**

**母线槽搬运或安装时要防止接头绝缘损坏。一旦发生损坏，要请制造厂修复后方可安装。母线槽接头处应清洁，若有污物进入，应用吸尘器清除。**

**母线槽电源端的位置是定尺的，因此也可以从电源端开始安装母线槽。用钢丝绳捆扎会损坏母线槽外壳的防护层。**

**母线槽安装时，若发现母线间距不对，应纠正后再安装。穿芯螺栓穿越多孔，若同心度不对，应请厂方纠正后再安装。**

**穿芯螺栓的紧固力影响电气连接的可靠性，因此要用力矩扳手操作。**

**弹簧全压缩或全松都属于不正常状态。弹簧弹力调整后，将弹簧支承器与母线槽外壳连接，然后松开弹簧支承器的上螺母，使母线槽能够向上胀。**

**把母线调直是十分重要的。**

**压板的作用是定位，因此压板螺栓不要拧得过紧，以免影响母线的自由伸缩。**

**母线槽每安装好一个单元，要采用 1000V 绝缘电阻测试仪，测一次母线槽的绝缘电阻，这是检查已安装的母线槽是否发生短路的有效措施。**

**母线槽的走向应走捷径，以减少母线槽的能量损耗。分接箱和母线槽之间，除了电气连接外，还应有机械固定，以确保分接箱工作可靠。高度的规定是考虑操作和维护方便。**

**穿越建筑物沉降缝或伸缩缝时，母线槽应断开。目前系采用软连接方法把断开的母线槽连成一体，以保证用电安全。**

**封堵可采用有机堵料、无机堵料或防火包将孔洞封堵。消防封堵材料有三级，应用一级（耐火 3h）材料封堵。**

#### 7.4.10.4 母线槽的接地

——母线槽的金属壳体、外露穿芯螺栓应可靠接地，与 PE 线间的电阻不应大于  $0.1\Omega$ 。

——母线槽始端金属外壳上应设置铜质接地端子。接地端子与 PE 排应有可靠明显的连接。

#### 【条文解释】

应采用大电流专用接地电阻测试仪测试。

母线槽间连接情况的检查，除采用力矩扳手对紧固力复核外，尚应打开连接头盖板，采用0.05mm×10mm的塞尺检查母线搭接面情况。检查结果应符合表7.4.10.4的要求：

表 7.4.10.4 母线搭接面允许塞入深度 (mm)

母 线 宽 度	塞尺最大塞入深度
≥ 63	6
≤ 56	4

7.4.11 母线的相序排列，当设计无规定时应符合下列规定：

a) 上、下布置的交流母线，由上到下排列为U(A)、V(B)、W(C)相，直流母线正极在上，负极在下。

b) 水平布置的交流母线，由盘后向盘前排列为U(A)、V(B)、W(C)相，直流母线正极在后，负极在前。

c) 引下线的交流母线，由左至右排列为U(A)、V(B)、W(C)相，直流母线正极在左，负极在右。

**【条文解释】**

本条规定了，母线相序统一排列方式，有助于运行操作及人员的安全，因为C相的相色漆规定为红色，故将其排在最易接近的一侧，以引起接近母线人员的警觉。

7.4.12 母线涂漆的颜色

7.4.12.1 三相交流母线

U(A)相—黄色、V(B)相—绿色、W(C)相—绿色、N线(明敷)—浅蓝色。

7.4.12.2 直流母线

正极—赭色；负极—蓝色。

**【条文解释】**

本条为了便于识别相序，尤其在室内母线交叉较多的地方，有明显的相序标志，给运行带来方便，故规定涂的不同颜色的漆(或贴色标)以区别不同相别。

7.4.13 母线在下列各处不应刷相色漆：

a) 母线的螺栓连接处及支持连接处、母线与电器的连接处及距所有连接10mm以内的地方。

b) 供携带式接地线连接用的接触面上，不刷漆部分的长度应为母线的宽度或直径，且不应小于50mm，并在其两侧涂以宽度为10mm的黑色标志带。

**【条文解释】**

凡母线接头处或母线与其它电器有电气连接处，都不应涂漆，以免增大接触面的接触电阻，引起连接处过热。

7.4.14 由穿墙套管至计量柜(箱)的电源进线，当采用裸导体时，应装设带观察窗的封闭式母线桥或加钢板护网，防护等级不小于IP20，护网应能加封。

**【条文解释】**

当用电容量较大时(或高供低计用户)，当进户点采用穿墙套管时，一般在室内穿墙套管下方装设负荷开关(隔离开关)，通过矩形母线，引到计量柜(屏)，负荷(隔离)开关起到明显断开点的作用。如不加护围遮护，母线就明露在外，极易造成窃电和违约用电。因此，规定要装设遮护围。

7.5 总开关

7.5.1 每个受电计量点应装设一个总开关，装设地点应靠近电能计量表。高压侧未装设断路器的变压器低压侧应设总开关。

**【条文解释】**

规定每个受电计量点应设一个总开关的目的是便于控制受电侧的电气装置，以及作为各分支线路的后备保护。装置地点紧靠电能计量装置，也是考虑营业管理的需要，使电能计量装置与总开关之间距离最短。

对高供低计客户，一般高压侧不装设断路器，而是靠户外跌落式熔断器或负荷开关—熔断器保护。因此新增的条款是给予明确，应装设总开关。使因低压侧发生短路故障时，由低压总开关分断，而户外跌落式熔断器或负荷开关—熔断器起到后备保护，另外也便于客户内部检修停电操作便利。

7.5.2 总开关宜选用低压断路器。

**【条文解释】**

过去低压用户采用、密闭式负荷开关、熔断器作为总开关，在运行中发生事故的机率较多。由于空气断路器分断能力较强，目前已得到广泛应用。因此，明确规定总开关宜选用空气断路器。

7.5.3 低压配电柜内作为总进线或分支干线馈线的低压断路器前，应装设有明显断开点的隔离刀闸（刀开关），采用抽出式低压断路器或抽屉式配电柜的可以不装隔离刀闸。低压断路器的各部件应完整无损，操作机构安全可靠，并有额定电压、电流值和分合位置的标志。

**【条文解释】**

在自动开关前应有明显断开点，是根据《电业安全工作规程（发电厂和变电所电气部份）》第68条规定。

总开关的铭牌参数以生产厂名、型号、额定电压、电流值为主。这在产品中已列出。开关的分、合闸位置的标示，包括红、绿灯指示要标明分、合闸位置。这是配电装置安全运行的基本要求。

7.5.4 总开关的安装位置要保证安全，便于操作。总开关为封闭式负荷开关时，应考虑在开关盖打开时，不致撞击装在下部的设备。

**【条文解释】**

本条是对封闭式负荷开关（铁壳开关）做为总开关时的安装要求。

7.5.5 采用断路器作为总开关时，过电流脱扣器的整定电流应与总熔断器相配合，以满足选择性要求，并应尽量接近被保护回路的计算负荷电流，同时保证在正常条件下出现短时间的尖峰负荷电流（如电动机的启动或自启动电流）时，保护装置不致错误地将回路切断。

**【条文解释】**

对采用空气断路器作为总开关时，为满足总开关的选择性和可靠性要求，而保护的灵敏度、快速性要求是由控制开关完成，并非是总开关“任务”。

## 7.6 熔断器

7.6.1 熔断器宜采用螺旋式及有填料封闭式熔断器。熔断器应完整无损，接触紧密可靠，螺旋式及有填料封闭式的底座应有型号，额定电压，电流的标志。并应垂直安装。

**【条文解释】**

本条表述了一般常用的低压熔断器的形式及安装要求。

瓷插式熔断器，目前仍在沿用中。由于其价格低廉、更换熔丝方便，在用户的配电回路中使用机率仍很高。但它的保护性能不稳定，同时该产品的结构和质量问题，造成连接端子发热烧坏情况。但只限用在选择性、可靠性要求不高的线路或设备上，本条制订时将原规程的瓷插式熔断器取消。应提倡使用有填料封闭管式或螺旋式熔断器。

7.6.2 螺旋式熔断器的进线应接底座的中心点上，出线应接螺纹壳上。

本条规定了螺旋式熔断器安装方法。取消了瓷插式熔断器。

对螺旋式熔断器的安装要求，是当更换或停用时，熔断器底座螺纹壳上不能带电，以防人员触电。

7.6.3 熔断器及熔体大小的选择应满足正常工作电流，同时还应考虑电动机的起动电流。各级熔体应相互配合，后一级要比前一级小。熔体的选择方法如下：

—— 照明及电热线路熔体的额定电流大于或等于所有电具的计算电流之和。

—— 一台电动机熔体的额定电流大于或等于  $(1.5-2.5^{1)}) \times$  电动机的额定电流。

—— 多台电动机熔体的额定电流大于或等于  $(1.5-2.5^{1)}) \times$  容量最大的一台电动机的额定电流 + 其余电动机额定电流。

注：1) 在个别情况下，此系数取 2.5 后仍不能满足起动要求时，可以适当放大，但不能超过 3。

**【条文解释】**

本条对熔断体为达到可靠性要求提出了具体选择方法。

7.6.4 总开关熔断器熔体的额定电流或过电流脱扣器的整定电流应与电业的进户总熔丝相配合，并应尽量接近被保护线路的实际负荷电流，同时还应保证在正常条件下出现短时间的尖峰负荷电流（如电动机的起动电流或自起动电流）时，不致错误地将线路切断。

**【条文解释】**

当低压用户进线装设总熔断器（电业）时，用户内部的熔断器应与总熔断器配合，在内部发生故障时，应首先将内部的熔丝熔断，以保证选择性。电动机起动时电流较大，特别是直接起动的电动机，起动电流将是电动机额定电流的几倍，因此熔丝的选择，应能躲过起动电流。

7.6.5 采用熔断器保护时，熔断器应装在各相线上，单相线路的中性线上应装熔断器。在线路分支处，应加装熔断器。采用保护中性线（PEN）时，在二相三线或三相四线回路的保护中性线（PEN）上严禁装熔断器。

**【条文解释】**

本条的规定，一是熔断器只能装设在相线上，在 TN—C 系统，严禁在 N 线上装设，否则电气设备绝缘损坏时，其外壳将失去接地保护，对人身安全带来威胁；二是在线路分支处装设熔断器不仅在分支线出现故障时断开，不影响其他回路的用电，而且又便于线路的检修、维护。

## 8 高层建筑配电

**【条文解释】**

目前，各地高层建筑的兴起，方兴未艾。因而对高层建筑的供配电系统的要求，应做出做规定。所以，在本规程制定时，参照现行的国家标准、规范及行业标准，结合在过去各地在高层建筑用电工作中的实际经验，新增了“高层建筑”一章。

8.1 高层建筑低压配电系统的确定应符合下列规定：

- a) 应满足计量、维护管理、供电安全及可靠性的要求。
- b) 应将照明与电力负荷分成不同的配电系统。
- c) 消防及防灾用电设施的配电系统应自成体系。
- d) 一类高层建筑应按一级（关键）负荷要求供电，
- e) 二类高层建筑应按二级（重要）负荷要求供电。

**【条文解释】**

本节明确了高层建筑低压配电系统确定的原则，是满足计量、维护管理、供电安全可靠。对高层建筑供电的负荷级别要求也作了规定。

8.2 一类高层建筑自备应急电源，应设有自动启动装置，并能在 30s 内供电。

**【条文解释】**

一类高层建筑由于其重要性，一般设有自备发电机，因此要求，在市电失电后，能在 30S 内自启动。

8.3 二类高层建筑自备应急电源，当采用自动启动有困难时，可采用手动启动装置。

**【条文解释】**

对二类高层建筑发电设备，因负荷等级降低，允许手动启动发电设备。

8.4 在高层建筑物内，当向楼层各配电点供电时，宜采用分区树干式配电；但部分较大容量的集中负荷或重要负荷，应从低压配电室以放射式配电。各层配电所的配电宜采用下列方式：

- a) 工作电源采用分区树干式，备用电源也采用分区树干式或由首层到顶层垂直干线的方式。
- b) 工作电源和备用电源都采用由首层到顶层垂直干线的方式。
- c) 工作电源采用分区树干式，备用电源取之应急照明等电源干线。

**【条文解释】**

本节规定了在高层建筑内配电系统方式的原则，即对各楼层采用分区树干式配电，对容量较大的负荷或重要负荷放射式配电。

8.5 高层建筑内的消防及其他防灾用电设施，以及其他重要用电负荷的工作电源与备用电源应在末端自动切换。高层建筑中应急照明和消防用电设施的配电要求，应符合第 9.5 节及第 10.6 节有关规定。

**【条文解释】**

高层建筑的消防、防灾设施是指消防控制室、消防水泵、消防电梯、防烟排烟风机。对这些用电，应从配电所放专用回路到上述用电地点，在末级切换是保证供电可靠性。如采用在配电所自动切换。由于配电所还供其他负荷用电，一是“备自投”因各种原因失灵，将会在高层建筑发生火灾时的抢救带来影响，高层建筑均设有消防控制室，在建筑高度超过 100mm 的超高层建筑及高度不超过 100m 的

一类高层建筑以及二类建筑中的重要部位均设有火灾自动报警系统、自动灭火系统。因此对这类用电可靠性要求极高。当发生火情时不能因供电的问题而影响到施救。

8.6 高层建筑的配电箱设置和配电回路划分，应根据负荷的性质和密度、防火分区、维护管理等条件综合确定。

**【条文解释】**

本条规定了高层建筑配电箱设置和配电线路划分的原则规定。由于高层建筑的用电性质不一。用电负荷也不尽相同。因此，可根据其建筑物功能及用电设备容量大小，而确定。

8.6.1 普通高层住宅的照明配电，当每套住宅用电容量在 12kW 及以下时，应采用单相供电计量方式；当每套住宅用电容量为 16kW 时，也可采用三相供电计量方式；

**【条文解释】**

本条对普通高层住宅的规定与现行《居住区供配电设施建设标准》的规定相一致。

8.6.2 其他用电负荷，每一单相回路如装设总计量表时其额定电流不宜超过 60A；超过 60A 时，应采用三相供电。

**【条文解释】**

本条的规定与本规范的相关条款一致。

8.7 自层配电箱至用电负荷的分支回路，对于旅馆、饭店、公寓等建筑物内的客房，宜采用每套房间设一配电箱的树干式配电，每套房间内应设置节能控制型总开关，并根据负荷性质再设若干支路；但对贵宾间则宜采取专用分支回路供电。

**【条文解释】**

本条规定了在高层建筑内配电系统方式的原则，即对各楼层采用分区树干式配电，对容量较大的负荷或重要负荷放射式配电。对贵宾间的供电也规定了明确要求。

8.8 高层住宅居民用电，配电主干线宜采用高质量的密集型插接式母线或预分支电缆。

**【条文解释】**

配电主干线采用插接式母线，再配以相应的断路器，简化了安装接线，便于对每层配电的检修、维护。

1 采用插接式母线的特点：

1) 安装方便。不仅母线敷设便利，而且至各层面的配电分支线的连接，在各层面的竖井配电小室可通过分支断路器接插连接；

2) 检修便利。当每个层面需要停电检修时，可断开（或拉出）层面断路器即可。

3) 客户增加用电容量，施工简单、便利。不仅可以单相供电，也可以三相供电。

4) 为降低工程造价，可采用变截面的插接式母线。

2 预分支电缆的特点

1) 预制分支电缆是由工厂预制成完整连续的成套电缆，在主干电缆规定部位及其要求，将主干电缆和分支电缆的导体，通过铜或铜合金管压缩连接，并进行完整的绝缘处理。垂直敷设时，其上端具有合适的起吊装置；水平敷设时，牵引构件可任选。起吊装置或牵引机构处也应有完整的绝缘处理。

2) 预制分支电缆适用于空气敷设的建筑用额定电压 0.6kV/1kV 及以下供电干线使用的预制分支电缆和隧道、桥梁用照明线路及其他类似用途，符号为“FZ”。预分支电缆，是一种新型的产品，目前，已开始工程中采用。

3) 预制分支电缆规格

表 8.8—1 预制分支电缆规格

型 号	芯 数	标称截面 mm <sup>2</sup>	
		主干电缆	分支电缆
FZVV、FZYJV	1	16~800	4~240
Z-FZVV	2	16~50	4~35
Z-FZYJV	3	16~50	4~35
WDZ-FZYJV	4	16~50	4~35
	5	16~50	4~35
N-FZYJV	1	16~120	6~70

注：分支电缆截面按用户要求配置，但分支电缆截面应不大于主干电缆截面。

表 8.8—2 四芯、五芯电缆相线、中性线和地线截面积

相线 mm <sup>2</sup>	16	25	35
中性线 mm <sup>2</sup>	10~16	16~25	16~35
地线 mm <sup>2</sup>	10~16	16~25	16~35

8.9 10层及以上的高层建筑，用于消防的用电设备、电梯、水泵、楼梯公用灯、应急照明等应采用专用的供电回路，宜使用绝缘线穿钢管敷设在非燃烧体结构内，且保护层厚度不宜小于30mm。应设备用电源，并装有末端切换装置。

**【条文解释】**

**防火的需要。即使发生火灾的情况下，消防用电设备和应急照明仍能继续供电，满足施救的要求。**

## 9 室内外配线装置

### 9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于电压500V以下的电力、照明用室内外明、暗配线装置：

- 明配线装置——敷设于墙壁、天花板、行架等处的表面。
- 暗配线装置——敷设于墙壁、天花板、闷顶或楼板夹层的内部。

**【条文解释】**

**本条明确适用范围以及明（暗）配线装置的定义。**

**布线的敷设方式分为明敷及暗敷两种。两者是以线路在敷设以后，能否为人们用肉眼直接观察到而区分。因此，敷设在建筑物顶棚内的布线称为暗敷。**

9.1.2 配线应便于检查、更换导线，并有切断其全部线路电源的开关。

**【条文解释】**

**本条明确了配线敷设的基本要求。**

**目前在建筑工程施工中，对暗管敷设存在着：暗敷电线导管的材料及安装不符合规范要求，导管的弯曲半径、导管的连接以及导管的直径等均不符合规范的要求，以致无法更换导线。**

**规定“并有切断其全部线路电源的开关”，是便于检修。**

9.1.3 线路装置严禁利用大地作相线和中性线。

**【条文解释】**

**本条的规定，是安全用电的需要。在1999年全省农村电网改造之前，在一些偏僻地区，10kV高压线路采用“两线一地”的供电方式；低压采用“一线一地”的供电方式。在1999年之前，是为了节省投资，解决农村的用电。但在运行中，不仅不安全，造成人身触电伤亡事故；而且线损也大并且对通讯干扰大。这在当时是权宜之计。随着国民经济发展，更主要的是节能和安全的需要。目前，即使在农村，也不采用这种供电方式。因此，仍须作出规定。**

9.1.4 室内、外配线应使用450/750V绝缘导线。导线截面的选择应符合下列规定：

- 按敷设方式及外界影响确定的导线载流量，不应小于计算电流，并应考虑留有负荷发展的裕度。
- 导体应满足线路保护的要求。
- 导体应满足热稳定的要求。应与断路器的短路，过负荷保护整定值或熔断体相匹配。
- 线路电压损失应满足用电设备正常工作及启动时端电压的要求。
- 导体最小截面应满足机械强度的要求。固定敷设的导线芯线的最小截面和支持物间距离，应分别等于或大于表9所列数据。

——当单相供电时，中性线（N）应与相线截面相同；在三相四线制配电系统中，中性线（N）的允许载流量不应小于线路中最大的不平衡负荷电流，且应计入谐波电流的影响。TN—C系统的保护中性线（PEN），其截面不应小于线路中的相线截面的二分之一。但导线载流量在50A以下时，保护中性线（PEN）与相线的截面应相同；以气体放电灯为主要负荷的回路中，中性线（N）截面不应小于相线截面；采用可控硅调光的三相四线或二相三线配电线路，其中性线（N）或保护中性线（PEN）的截面不应小于相线

截面的2倍。

表9 户内、外线路装置的最小截面和距离

装置场所	敷设方式	绝缘导线最小截面 (mm <sup>2</sup> )		敷设距离						
		铜芯	铝芯	绝缘导线截面 (mm <sup>2</sup> )		前后支持物间的最大距离 (m)	线间最小距离 (mm)	与地面最小距离 (m)		
				铜芯	铝芯			水平敷设	垂直敷设	
户内	槽盒中敷设	1.5	2.5			0.5(底钉间)		0.15	0.15	
						0.5(盖钉间)				
	导管中敷设	1.5	2.5							
	塑料护套线	0.5	1.5			0.2		0.15	0.15	
	瓷夹板明线	1.5	2.5	1.5-4.0		0.6		2.5	1.8	
				6.0-10.0		0.8				
				1.0-4.0		1.5				35
	瓷柱明线	1.5	2.5	6.0-10.0		2.0	50	2.5	1.8	
				16.0-25.0		3.0	75			
				1.5-4.0		1.5	35			
敷设在绝缘子上	1.5	2.5	1.5	2.5	≤ 2.0	100	2.5	1.8		
			2.5	4.0	2.0 ≤ 6.0					
			4.0	6.0	6.0 ≤ 16				150	
			6.0	10	16 ≤ 25					
户外	瓷柱明线		在雨雪不能直接落到导线的地方允许采用，要求与户内瓷柱明线相同。							
	瓷瓶	装在墙上铁板上	2.5	6.0	2.5及以上	6.0及以上	10.0	150	2.7	2.7
		装在电杆横担上	2.5	6.0	2.5	6.0	10.0	200	2.7	2.7

**【条文解释】**

本条明确了室内、外配线导线截面选择的要求。

1 满足线路电压损失，是导线截面选择的最基本的要求，

2 敷设方式有明、暗两种，还有穿管和不穿管及管内穿几根导线之分以及所使用环境不同。我国对电线电缆所给的载流量表中的环境温度的基准值为：空气中敷设+40℃，土壤中敷设+15℃。

电缆在空气中并列敷设时的载流量校正系数

电 缆 中 心 距 (mm)	根数				
	1	2	3	6	4
S	○	○○	○○○	○○○○○○	○○ ○○
S=d	1.00	0.85	0.8	0.70	0.70
S=2d	1.00	0.95	0.95	0.90	0.90
S=3d	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95

注：d为电缆外径，但电缆外径不同时，可取平均值。

3 满足机械强度的要求是最基本的要求。

4 由于电动机的启动方式不同，启动电流差别也很大，电动机直接时，启动电流为额定电流的6~

8 倍。同时在线路上产生的电压降超过允许值时，满足不了机械设备对电动机特别是对重载启动的电动机导线截面的选择，更应考虑。

5 在 TN 系统中，中性线可流过不平衡电流及谐波电流，当回路中接有大量的气体放电灯、可控硅用电设备及三相严重不平衡时，中性线中电流的有效值可能接近或超过相线电流。

6 应与断路器的短路，过负荷保护整定值或熔断体相匹配。

9.1.10 线路装置应用 500V 绝缘电阻测试仪，测量全线的导线之间以及导线对大地之间的绝缘电阻。绝缘电阻正常情况下应小于下列数值：

- a) 相对地 0.22MΩ。
- b) 相对相 0.38MΩ。
- c) 36V 特低电压线路，绝缘电阻亦不应小于 0.22 MΩ。
- d) 明、暗管线装置的钢管，电缆线装置的金属包皮在结构上和电气上应成一连续不断的导体，使钢管系统或金属包皮系统任意两点之间的电阻不大于 1Ω。

**【条文解释】**

1 导线对大地之间的绝缘电阻数值的要求；

2 明、暗管线（增加了金属线槽、电缆桥架）系统在安装后任意两点之间的电阻不大于 1Ω。这主要是确保金属管线、线槽、桥架接地（PE）或接零（PEN）良好。

9.1.11 线路装置应根据使用环境按表 10 进行选择。

表 10 线路装置的选择

敷设方法	敷 设 场 所					
	干燥	潮湿	户外	腐蚀	可燃	易燃易爆
瓷夹板明线	√					
塑料槽盒线	√	√				
瓷柱明线	√	√	√		√	
瓷瓶明线	√	√	√	√	√	
护套线	√	√				
明暗管线	√	√	√	√	√	√
电缆线	√	√	√	√	√	√

注 1：“√”表示可以适用。  
 注 2：易燃易爆场所是指第一类，第二类生产场所，可燃场所是指第三类生产场所。  
 注 3：爆炸和火灾危险场所的等级，应根据发生事故的可能性和后果，按危险程度及物质状态的不同划分，具体分级见 9.2.1~9.2.3。

**【条文解释】**

本条规定了按使用环境选择线路装置的要求。

9.1.12 绝缘铜绞线的连接，应符合下列规定：

- a) 导线截面为 2.5mm<sup>2</sup> 及以下的多股铜芯线的芯线，应先拧紧，搪锡后再连接；截面超过 2.5 mm<sup>2</sup> 的多股铜芯线的终端，应焊接或压接端子后，再与电气器具连接；
- b) 6 mm<sup>2</sup> 以下的连接，本身自缠长度不应小于 5 圈；
- c) 用裸绑线缠绕时，缠绕长度不应小于导线直径的 10 倍。

**【条文解释】**

本条规定了导线连接的基本工艺要求是：连接牢固、导电良好。

9.1.13 下列场所的室内、外配线应采用铜芯绝缘导线或铜芯电力电缆：

- a) 特等建筑 具有重大纪念, 历史或国际意义的各类建筑。
- b) 重要的公共建筑和居住建筑。
- c) 重要的资料室, 包括档案室、书库、重要的库房。
- d) 影剧院等人员集聚较多的场所。
- e) 特别潮湿场所和对铝材质有严重腐蚀性的场所。
- f) 连接于移动设备或敷设于剧烈震动的场所。
- g) 配电柜的二次回路。
- h) 易燃易爆的场所
- i) 有特殊规定的其他场所。

**【条文解释】**

铜导体有良好的导电性能和一定的机械强度。而低压电器设备(器具)的连接桩头(端子)均为铜质, 同质导体的连接一般不易产生电化反应。因此对重要或环境恶劣的场所采用铜线或电缆供电能够确保规定的可靠性。

9.1.14 明线装置的导线绝缘必须良好。接头处应有安全可靠的连接, 并用绝缘包布包好, 其绝缘强度不应小于导线的原有绝缘强度。腐蚀场所使用的导线应采取塑料绝缘导线。

**【条文解释】**

导线绝缘良好是线路装置的基本要求。接头处原有绝缘损坏, 是线路装置的薄弱点。重新缠绕绝缘带时, 应加强绝缘。

9.1.15 线路截面减少的地方或分支线处, 应装设短路保护。下列情况之一可不装设。

9.1.15.1 配电线路

——配电线路被前段线路短路保护电器有效的保护, 且此线路和其过负载保护电器能承受通过的短路电流;

——配电线路电源侧装有电流为 20A 及以下的保护电器;

——架空配电线路的电源侧装设了短路保护电器。

9.1.15.2 配线装置

——线路截面减少的导线或分支线的允许载流量不小于前面一段有保护导体允许载流量的 50%, 且长度在 50m 内时。

——前面一段的线路上已经装有额定电流不大于 16A 的短路保护时。

——当分支线长度: 穿管敷设不大于 30m 时; 明敷不大于 50m 时。

**【条文解释】**

在线路截面减少或分支处装设短路保护是考虑保护的选择性和便于查找故障。在导线截面减少或分支线路上发生故障时将使分支处装设的保护装置动作, 而不影响到主干线的供电。

9.1.16 严禁在热力管道, 烟道等表面直接敷设电气线路。与各种管道间的距离见表 11。

表 11 各种配线与管道间的最小距离 单位为毫米

	穿管配线		绝缘导线明配		裸导线明配	
	平行	交叉	平行	交叉	平行	交叉
蒸汽管	1000 (500)	300	1000(500)	300	1500	1500
暖、热水管	300(200)	100	300(200)	100	1500	1500
通风、上下水、压缩空气管	100	50	200	100	1500	1500
工艺 设备	—	—	—	—	1500	—

注: 表内有括号者为电气管线在其他管道下面的数据。

**【条文解释】**

电气线路在运行中将产生一定的热量, 且绝缘材料也有耐热等级。导线的允许载流量或额定载流

量是按气温为 65℃规定的，导线绝缘层的破坏和老化时间长短，受环境温度影响较大。锅炉、冶金工艺窑炉及其烟道等发热表面，其温度一般均在 65℃以上，长期受热不仅促使绝缘材料加速老化，而且还影响到电气线路的载流量，故不要沿其表面敷设导线，以确保配线工程安全运行和使用寿命。因此，规定严禁在热力管道、烟道上敷设电气线路。

9.1.17 当达不到表 11 规定距离时，应采取下列措施：

- a) 在蒸汽管外包隔热层后，平行距离可减至 200mm，交叉距离应考虑便于维修，但管线周围温度不应超过 35℃。
- b) 暖、热水管——包隔热层。
- c) 裸导体——加装保护网。

**【条文解释】**

本条是指特定条件下，电气线路无法避开热力管道、烟道时，为保证电气线路的安全运行，所应采取的措施。

9.1.18 导线之间交叉时，交叉处应套绝缘管并加支持物。

**【条文解释】**

导线交叉或穿越建筑物时导线绝缘层因受力、摩擦而会损坏。因此要采取保护措施。建筑物的伸缩缝起到伸缩作用。因此导线跨越时除了两端应固定外，还应留有一定的裕度。

9.1.18.1 导线穿过建筑物时，应用瓷管、钢管、PVC 刚性绝缘导管保护。钢管两端应有护圈，管子两端露出建筑物不应小于 5mm。

9.1.18.2 绝缘导线通过楼板时，穿管保护高度距地面不小于 1800mm。经过伸缩缝处，应在跨越处两端将导线固定，并留有适当余量的导线，导线应用软管保护。

**【条文解释】**

导线交叉或穿越建筑物时导线绝缘层因受力、摩擦而会损坏。因此要采取保护措施。建筑物的伸缩缝起到伸缩作用。因此导线跨越时除了两端应固定外，还应留有一定的裕度。

9.1.19 室内、外所有控制线路的开关、刀闸等应标明所带负荷和设备的名称。在开关箱内的内侧，应标有实际安装的单线系统图。

**【条文解释】**

所有开关刀闸等应标明所带负荷和设备名称。这是安全运行的需要，便于对线路设备的检修和故障处理时不会发生人身触电伤亡事故。

## 9.2 爆炸和火灾危险环境的线路装置

9.2.1 爆炸性气体环境危险区域划分，应根据爆炸性气体混合物出现的频繁程度和持续时间，按下列规定进行分区。

### 9.2.1.1 0 区

连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境。

### 9.2.1.2 1 区

在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境。

### 9.2.1.3 2 区

在正常运行时不可能出现爆炸性气体混合物的环境，或即使出现也仅是短时存在爆炸性气体混合物的环境。

**【条文解释】**

气体或蒸气爆炸性混合物的危险区域的划分。危险区域的划分是根据爆炸性混合物出现的频繁程度和持续时间，划分为 0 区、1 区、2 区，等效采用了国际电工委员会规定。除了封闭的空间，如密闭的容器、贮油罐等内部气体空间，很少存在 0 区。

虽然高于爆炸上限的混合物不会形成爆炸性环境，但是对有可能进入空气而使其达到爆炸极限的环境，仍应划分为 0 区。例如固定顶盖的易燃液体贮罐，当液面以上空间未充惰气时，应划分为 0 区。

在生产中 0 区是极个别的，大多数情况属于 2 区。

9.2.2 爆炸性粉尘环境危险区域划分，应根据爆炸性粉尘混合物出现的频繁程度和持续时间，按下列规定进行分区。

#### 8.2.2.1 10 区

连续出现或长期出现爆炸性粉尘环境。

#### 9.2.2.2 11 区

有时会将积留下的粉尘扬起而偶然出现爆炸性粉尘混合物的环境。

#### 【条文解释】

本规范中对爆炸性粉尘环境的分级，是采用与爆炸性气体环境的分级相应的划分方法，将爆炸性粉尘连续出现或长期存在的区域划分 10 区(在 0 的符号前面加了个“1”)。这样做是既与气体、蒸气爆炸危险区域的 0 区相对应，又区别于气体、蒸气爆炸危险区域。将有时会将积留下的粉尘扬起而偶然产生爆炸危险的区域分为 11 区，这与气体、蒸气爆炸危险区域的 1 区相对应，在 1 的符号前面也加了“1”。故本规范将粉尘爆炸危险区域分为 10 区及 11 区。按照其它国家的分级观点，粉尘爆炸危险区域不存在 2 区的情况，所以本规范也未列入 12 区这一级。

9.2.3 火灾危险环境区域划分应根据火灾事故发生的可能性和后果，以及危险程度及物质状态的不同，按下列规定进行分区。

#### 9.2.3.1 21 区

具有闪点高于环境温度的可燃液体，在数量和配置上能引起火灾危险的环境。

#### 9.2.3.2 22 区

具有悬浮状、堆积状的可燃粉尘或可燃纤维，虽不可能形成爆炸混合物，但在数量和配置上能引起火灾危险的环境。

#### 9.2.3.3 23 区

具有固体状可燃物质，在数量和配置上能引起火灾危险的环境。

#### 【条文解释】

当划分火灾危险区域时，在个别情况下，例如区域空间很大，而易燃液体的量较扒并且有生产运行经验证明无爆炸危险而只有火灾危险时，亦可划为火灾危险。因此在划分一个区域是否有火灾危险时，首先要仔细考虑可燃物质在区域内的量和配置，以决定是否有引起火灾的可能。若有可能，才能划为火灾危险区域，而不能认为只要有可燃物质，就属于火灾危险环境。

9.2.4 爆炸性气体(粉尘)危险环境的电气装置。

9.2.4.1 爆炸性气体危险环境的电气设备，应根据爆炸危险区域的分区，电气设备的类型和防爆结构的要求选择相应的电气设备。防爆电气设备应有“EX”标志和标明防爆电气设备的类型级别组别的标志铭牌，并在铭牌上标明国家指定的检验单位发给的防爆合格证号。其选型应符合附录 J 的规定。

#### 【条文解释】

防爆电气设备的级别、组别与环境条件相符，才能保证安全，按新防爆电气设备产品标准的规定，对为保证安全，指明在规定条件下使用的电气设备和低冲击能量的电气设备在防爆合格证后加有特殊标志“X”，此外为指定环境条件而设计的产品在产品型号后标有规定的符号，如户外环境用产品——W；；湿热带环境用产品——TH；中等防腐环境用产品——FI 等标志，安装时需要注意。附录 L 系引用 GB 50058-92 表 2.5.3—2。

9.2.4.2 电气线路应在爆炸危险性较小的环境或远离释放源的地方敷设。

#### 【条文解释】

本条是对爆炸危险环境电气线路敷设的路径的规定，以在发生爆炸事故时，不影响电气线路的安全运行。

9.2.4.3 敷设电气线路的沟道、电缆或钢管，所穿过的不同区域之间墙或楼板的孔洞，应采用非燃性材料严密堵塞。

#### 【条文解释】

电缆沟敷设时，沟内应充沙及采取排水措施。为将爆炸性气体或火焰切断，防止传播到管子的其他部位，故防爆钢管配线需设置隔离密封。

9.2.4.4 当电气线路沿输送易燃气体或液体的管道栈桥敷设时，应沿危险程度较低的管道一侧；当易

燃物质比空气重时，应在管道上方，比空气轻时，应在管道的下方。

**【条文解释】**

**本条是对电气线路沿易燃气体或液体管道栈桥敷设的具体规定。**

9.2.4.5 敷设电气线路时宜避开可能受到机械损伤，振动，腐蚀以及可能受热的地方，不能避开时，应采取预防措施。

**【条文解释】**

**本条的规定，是为了防止电气线路因外界损伤而破坏绝缘，击穿打火而要求爆炸事故。**

9.2.4.6 低压电力，照明线路用的绝缘导线和电缆的额定电压，必须不低于工作电压，且不应低于500V。工作中性线的绝缘的额定电压应相线电压相等，并应在同一护套或管子内敷设。

**【条文解释】**

**本条的规定，是为了避免因线路的绝缘不良产生电火花而引起爆炸事故。**

9.2.4.7 在1区、10区内单相网络中的相线及中性线均应装设短路保护，并使用双极开关同时切断相线及中性线。

**【条文解释】**

**本条规定，在单相网络中发生短路故障将相线和中性线同时断开，是防止只断开相线而使中性线带电。**

9.2.4.8 在1区内应采用铜芯电缆；在2区内宜采用铜芯电缆，当采用铝芯电缆时。与电气设备的连接应有可靠的铜—铝过度接头等措施；在架空桥架敷设时宜采用阻燃电缆。在1区内电缆线路严禁有中直接头，在2区、10区、11区内电缆线路不应有中直接头。

**【条文解释】**

**从安全观点看，铝线的机械强度差，易于折断，需要过度连接而加大接线盒，另外，在连接技术上也难于控制，以保证质量。铝线在60A以上的电弧引爆时，其传爆间隙又接近制造规程中的允许间隙上下，电流再大时很不安全，因此铝线较铜线危险得多。**

**但考虑到铝芯电缆使用面较广，故规定在2区内如符合一定要求，能确保安全的，也可以选用。**

9.2.4.9 在1区、2区、10区内，绝缘导线和电缆截面应按其导体允许载流量，不小于熔断器熔体额定电流的1.25倍，和自动开关长延时过电流的1.25倍选择。

**【条文解释】**

**本条是对在1区、2区、10区内采用的导线和电缆截面选择的作了规定。**

9.2.4.10 引向电压为1000V以下鼠笼型感应电动机支线的长期允许载流量，不应小于电动机额定电流的1.25倍

**【条文解释】**

**本条是对引向低压鼠笼型感应电动机的支线截面选择作了规定。**

9.2.5 爆炸性气体危险场所电缆的敷设

9.2.5.1 在可能范围应使电缆距爆炸释放源较远，敷设在爆炸危险较小的场所并应符合下列规定：

a) 易燃气体比空气重时，电缆应在较高处敷设，且对非铠装电缆采取穿管或置于盘，槽盒中等机械性保护。

b) 易燃气体比空气轻时，电缆应敷设在较低处的管、沟内，沟内非铠装电缆应埋沙。

9.2.5.2 电缆沿输送易燃气体的管道敷设时，应配置在危险程度较低的管道一侧，且应符合下列规定：

a) 易燃气体比空气重时，电缆宜在管道上方。

b) 易燃气体比空气轻时，电缆宜在管道下方。

9.2.5.3 电缆及管沟穿过不同区域之间的墙、板、孔、洞处，应以非燃材料严密堵塞。

8.2.5.4 电缆线路中间不应有接头。

**【条文解释】**

**1 电缆沟敷设时，沟内应充砂及采取排水设施。可根据各地区经验做成有电缆沟底的或无电缆沟底的。**

2 为将爆炸性气体或火焰隔离切断，防止传播到管子的其它部位，故防爆钢管配线需设置隔离密封。

3 在国际电工委员会 IEC 规程中规定采用阻燃型电缆。由于我国阻燃型电缆的价格较贵，将使建设投资增加，

4 对于爆炸危险区内的中间接头，若将该接头置于符合相应区域等级规定的防爆类型的接头盒中时，则是符合要求的。本规范内的严禁在 1 区和不应在 2 区内设置中间接头，是指一般的没有特殊防护的中间接头。

### 9.2.6 爆炸危险环境内的钢管配线

9.2.6.1 配线钢管应采用低压流体输送用热浸锌焊接管。

9.2.6.2 钢管与钢管、钢管与电气设备、钢管与钢管附件之间的连接，应采用螺纹连接。不应采用套管焊接，并应符合下列规定：

- a) 在螺纹上应涂以电力复合脂或导电性防锈脂。不得在螺纹上缠麻或绝缘胶带及涂其他油漆。
- b) 在爆炸性气体环境 1 区和 2 区时，螺纹有效啮合扣数：管径为 25mm 及以下的钢管不应小于 5 扣；管径为 32mm 及以上的钢管不应小于 6 扣。与隔爆型设备连接时螺纹连接处应有锁紧螺母。
- c) 在爆炸性粉尘环境 10 区和 11 区时，螺纹有效啮合扣数不应小于 5 扣。
- d) 连接处一般可不焊接跨接线。
- e) 在爆炸性气体环境 1 区、2 区和爆炸性粉尘环境 10 区的钢管配线，应在电气设备无密封装置的进线口、通过与相邻隔墙的任一侧、通过楼板或地面的上方装设不同型式的隔离密封件。管径为 50mm 及以上的管路在距引入的接线箱以内 450mm 以内及 15m 处，应装设一隔离密封件。

9.2.6.3 金属管间与灯具开关线盒等的罗纹连接处紧密牢固，除设计有特殊要求外，连接处不跨接接地线；

9.2.6.4 防爆导管不应采用倒扣连接；当连接有困难时，应采用防爆活接头，其结合面应严密。

#### 【条文解释】

1 配线钢管采用焊接时，因有焊缝极易使爆炸性气体渗入。防止电气线路故障时，而发生爆炸。采用螺纹连接，辅以防锈脂等，将使连接紧密。

2 规定螺纹有效啮合扣数，是保证连接良好。

3 装设隔离密封件也是防止气体渗入电气线路内，以保证安全运行。

### 9.2.7 防爆灯具的安装

9.2.7.1 灯具的防爆标志、外壳防护等级和温度组别与爆炸危险环境相匹配。灯具的种类和防爆结构的选型应符合附录 J 的规定；

9.2.7.2 灯具配套齐全，外壳完整，无损伤、凹陷或沟槽。严禁用非防爆零件替代灯具配件（金属护网、灯罩、接线盒等）

9.2.7.3 灯具安装位置应离开释放源，且不在各种管道的泄压口及排放口上下方安装灯具；

9.2.7.4 灯具及开关安装牢固可靠，密封垫圈完好，灯具吊管及开关与接线盒螺纹齿合数不小于 5 扣。

#### 【条文解释】

防爆灯具的安装主要是严格按图纸规定选用规格型号，且不混淆，更不能用非防爆产品替代。各泄放口上下方不得安装灯具，主要因为泄放时有气体冲击，会损坏防爆灯具，如管道放出的是爆炸性气体，更加危险。

### 9.2.8 火灾危险环境的电气装置

9.2.8.1 火灾危险环境应根据火灾危险区域的等级和使用条件，选择相应类型的电气设备。其选型应符合附录 J 的规定；

9.2.8.2 火灾危险环境内，可采用非铠装电缆或金属管配线明敷设。在火灾危险环境 21 区或 23 区内，可采用 PVC 刚性阻燃型绝缘导管配线。沿未抹灰的木质吊顶和木质墙壁敷设的以及木质闷顶内的电气线路应穿钢管明设。

9.2.8.3 在火灾危险环境内，电力，照明线路的绝缘导线和电缆的额定电压，不应低于线路的额定电

压，且不应低于 500V。

9.2.8.4 移动式和携带式电气设备的线路，应采用移动电缆或橡套软线。

9.2.8.5 应急照明线路在每个防火分区，应有独立的应急照明回路，穿越不同防火分区的线路应采取防火隔堵措施。

9.2.8.6 当采用裸铝、裸铜母线时，应采用熔焊或钎焊；母线与电气设备的螺栓连接应可靠，并应防止自动松脱；在 21 区、23 区内宜装设防护罩，在 22 区应有 IP5X 结构的外罩；露天安装，应有防雨、雪措施。

**【条文解释】**

1 对电气设备的选择，提出了要求。

2 线路装置应采用阻燃型电缆或阻燃型绝缘导管、钢管敷设。是防火的需要。

3 不同防火分区的线路，作防火封堵。是避免在某一分区发生火灾时，不致波及其他分区的正常供电。

4 IP5X 为防尘，不能完全防止尘埃进入，但进入的灰尘量不得影响设备的正常运行，不得影响安全。

9.3 瓷（塑料）线夹、鼓形绝缘子、针式绝缘子布线

9.3.1 瓷（塑料）线夹布线宜用于正常环境的屋内场所和挑檐下的屋外场所。鼓形绝缘子和针式绝缘子布线宜用于屋内、屋外场所。

**【条文解释】**

本条规定了瓷（塑料）线夹、鼓形绝缘子和针式绝缘子布线的适用范围。

瓷线夹（俗称瓷夹板），目前很少采用。

9.3.2 采用鼓形绝缘子和针式绝缘子在屋内、屋外布线时，绝缘导线最小间距，应符合表 12 的规定。

表 12 屋内屋外布线的绝缘导线最小间距

支持点间距 (L)	导线最小间距 (mm)	
	屋内布线	屋外布线
$L \leq 1.5\text{m}$	50	100
$1.5\text{m} < L \leq 3\text{m}$	75	100
$3\text{m} < L \leq 6\text{m}$	100	150
$6\text{m} < L \leq 10\text{m}$	150	200

**【条文解释】**

本条规定了采用鼓形绝缘子和针式绝缘子布线时导线最小间距。

9.3.3 瓷（塑料）线夹、鼓形绝缘子、针式绝缘子的型号应与导线截面相配合。导线在转角、支持以及接入灯具等处，均应加装支持物。支持物与转角中点两侧、支持点和电气用具边缘的距离，瓷（塑料）线夹布线为 40mm~60mm；鼓形（针式）绝缘子布线为 60mm~100mm。

导线应绑扎在绝缘子的外侧或同一侧，转角时，导线应有弧弯并绑扎在绝缘子受力的一侧，绑扎时不应损伤导线的绝缘层。布线时，支持物之间、导线之间，对地面的距离应符合表 9 的规定。

**【条文解释】**

本条为施工工艺的要求。

9.3.4 在建筑物顶棚（天花板、闷顶）内，严禁采用瓷（塑料）线夹、鼓形绝缘子及针式绝缘子布线。

**【条文解释】**

在建筑物顶棚内采用瓷（塑料）线夹、鼓形绝缘子、针式绝缘子布线而引起火灾事故的实例，时有发生。究其主要原因一是顶棚内通风散热环境不好；二是顶棚内布线在平时不易观察和监视。由于线路过负荷、接头氧化发热、绝缘老化、绝缘强度降低及固定支持件损坏使导线脱落等原因而引发火灾。

9.3.5 绝缘电线明敷在高温辐射或对绝缘有腐蚀的场所时，电线间及导线至建筑物表面最小净距，应不小于表 13 所列数值。

表 13 高温或腐蚀性场所绝缘电线间及导线至建筑物表面最小净距

电线固定点间距 L (m)	最小净距 (mm)
$L \leq 2$	75
$2 < L \leq 4$	100
$4 < L \leq 6$	150
$6 < L \leq 10$	200

**【条文解释】**

在高温辐射以及对绝缘有腐蚀的场所，导线的绝缘层极易老化和破损以致发生脱落和漏电等情况。为安全起见，此时导线间及导线至建筑物表面的最小净距应按裸导体布线考虑。

9.3.6 在与建筑物相关联的室外部位布线时，绝缘电线至建筑物的间距，不应小于表 14 所列数值。

表 14 绝缘导线至建筑物的最小间距 单位为毫米

布 线 方 式		最小间距
水平敷设时的垂直间距	在阳台、平台上和跨越建筑屋顶	2500
	在窗户上	200
	在窗户下	800
垂直敷设时至阳台、窗户的水平间距		600
电线至墙壁、构架的间距（挑檐下除外）		35

**【条文解释】**

绝缘导线与建筑物的最小间距，是安全的需要，防止人身触电事故的发生。

9.3.7 在建筑物顶棚（天花板、闷顶）内布线时，应符合下列规定：

- 导线应穿金属导管敷设；也可采用可挠金属电线保护套管布线。
- 导线穿越建筑物顶棚时应穿金属导管。
- 导线承力处不准有接头。
- 荧光灯镇流器不能直接安装在可燃物上。

**【条文解释】**

本条对在建筑物顶棚内布线作了规定。由于顶棚内的环境较差，而且多数使用易燃材料，因此敷设线路首先应考虑防止发生电气火灾事故的发生，因此不宜采用塑料线、塑料护套线直接明敷。所以，本条规定“宜采用金属管布线”。在工程实施时，还应采用金属接线盒（盖板应齐全），在顶棚内看不到电气线路。

荧光灯镇流器直接安装在可燃物上，在损坏时也会发生火灾事故，这点也是有事故教训的。

9.4 直敷布线

9.4.1 直敷布线宜适用于正常环境屋内场所和挑檐下屋外场所。

**【条文解释】**

直敷布线，就是将绝缘导线（护套绝缘导线）直接敷设在墙体上，因此只适用于正常环境的场所。

直敷布线主要用于居住及办公建筑室内电气照明及日用电器插座线路的明敷布线线路。目前在工程中所采用的护套绝缘导线，多为塑料护套绝缘线，塑料护套线在室外露天敷设易老化，影响使用寿命。

9.4.2 直敷布线应采用护套绝缘导线，其截面不宜大于  $6\text{mm}^2$ 。

**【条文解释】**

本条规定，是考虑到超过  $6\text{mm}^2$  的绝缘护套线的芯线是多股线构成，其柔性大，难以保证直敷布线在施工时的横平竖直要求，影响工程质量和美观。况且，作为照明及日用电器插座线路  $6\text{mm}^2$  截面其载流能力一般已足够。并据此以限制其使用范围。

9.4.3 直敷布线的护套绝缘导线，应采用线卡沿墙壁、顶棚或建筑物构件表面直接敷设，固定点间距为  $150\text{mm} \sim 200\text{mm}$ 。最大不应大于  $300\text{mm}$ 。线卡距接线盒、灯具、开关等处以  $30\text{mm} \sim 40\text{mm}$  为宜。护套绝缘导线应用塑料夹头、防锈的金属夹头或其它材料的夹头安全可靠的支持。护套绝缘导线的转角内径不应小于宽度的 3 倍。线路中间不应有接头，分支或接头应在灯头、开关、接线盒内进行。在无尘和潮湿

场所应用密闭式接线盒严禁将护套绝缘导线直接埋入墙壁、顶棚的水泥或石灰抹灰层内。

**【条文解释】**

本条的规定，是施工工艺的要求。

1 护套绝缘导线的转角内径的规定，是防止导线损伤。

2 “严禁将护套绝缘电线直接埋入墙壁、顶棚的水泥或石灰抹灰层内”的规定是基于以下几点：

(1) 护套绝缘导线直接埋入墙壁、顶棚的抹灰层内，常因导线质量不佳或施工粗糙、违反规程规定而造成漏电严重，危及人身安全；

(2) 会因从墙面钉入铁件而损坏导线，引起事故；

(3) 导线直接埋入抹灰层内不能检修和更换导线；

(4) 导线因水泥、石灰等碱性物质的腐蚀，而加速老化，严重时会使绝缘层产生龟裂，受潮时可能发生严重漏电现象。

9.4.4 直敷布线绝缘导线至地面的距离应不小于表 15 的规定。当导线垂直敷设至地面 1.80m 部分，应穿管保护。

表 15 绝缘导线至地面的最小距离

单位为毫米

布线方式		最小距离
导线水平敷设	室内	2.5
	室外	2.7
导线垂直敷设	室内	1.8
	室外	2.7

**【条文解释】**

1 至地面的最小距离，防止人员触及导线。

2 导线敷设在地面处，极易造成损伤，因此应穿管保护。

9.4.5 护套绝缘导线与接地导体及不发热的管道紧贴交叉时，应加绝缘管保护，敷设在易受机械损伤的场所应用金属管保护。

**【条文解释】**

物体交叉处，极易受到磨损。因此，需加绝缘管、金属管保护。

### 9.5 槽盒布线

**【条文解释】**

目前在市场上木槽板几乎绝迹，曾有一段时间塑料槽板也风行过。但作为一种布线方式，在一些地区的民用建筑或古建筑修复工程中仍有使用。因此，还应该掌握其布线的基本要求。

#### 9.5.1 塑料槽盒布线

9.5.1.1 塑料槽盒布线宜适用于正常环境的室内场所，在高温和受机械损伤的场所不宜采用。

**【条文解释】**

“槽盒”俗称“线槽”。由于塑料材质较脆，抗冲击性差机械强度低、高温时易变形。因此明确规定了适用于正常环境的室内场所。

9.5.1.2 塑料槽盒内、外应光滑无棱刺，无扭曲变形。塑料槽盒应为阻燃型的产品，并有间距不大于 1m 的阻燃连续标记。

**【条文解释】**

本条规定了应采用阻燃型的塑料线槽产品，防止电气火灾的发生。

9.5.1.3 电力线路、非电力线路不应同敷于一根槽盒内。槽盒内电线或电缆总截面及根数应符合第 9.5.2 条的规定。

**【条文解释】**

本条的规定是安全的要求。防止电力线路绝缘损坏后造成弱电线路带电，而影响人身和设备的安全。

9.5.1.4 一条槽盒内应敷设同一回路的导线。在同一槽盒内不得敷设不同相位的导线。

**【条文解释】**

规定一条槽盒内应敷设同一回路的导线，是防止一个回路的故障，而影响其他回路的正常运行。

9.5.1.5 电线、电缆在槽盒内不得有接头，分支接头应在接线盒内进行。盖板不应挤伤导线的绝缘层。并列安装时，槽盖应便于开启。

**【条文解释】**

为了防止导线接头松脱，增大接触电阻，使接头处发热，引起火灾事故，槽板内接头不便于今后检查和维修，所以规定在槽板内不要有导线接头。

9.5.1.6 槽盒板应紧贴敷设面固定，排列整齐、横平竖直，并随敷设面形状弯曲，槽盒相接做到槽口对齐，对缝紧密。底板或盖板均应成 $45^\circ$ 的斜口相接。底板接口与盖板接口应错开，其间距不应小于20mm。槽盒底板固定的间距不应小于500mm。盖板固定的间距不应小于300mm；在底板距起点或终点50mm处，盖板距起点或终点30mm处都应采用双钉固定。

**【条文解释】**

对槽板固定点间距作了具体规定。其数值经实践证明是可行的。为保证连接严密、装饰美观，也对连接方法作了规定。

## 9.5.2 金属槽盒布线

9.5.2.1 金属槽盒布线宜用于正常环境的屋内场所明敷，但对金属槽盒有严重腐蚀的场所不应采用。具有槽盖的封闭式金属槽盒，可在建筑顶棚内敷设。

**【条文解释】**

带槽盖封闭式金属线槽，具有与金属管相当的耐火性能，故可以敷设在建筑物顶棚内。

9.5.2.2 槽盒应安装牢固，无扭曲变形，紧固件的螺母应在槽盒外侧。

**【条文解释】**

线槽内的各种连接螺栓，均要由内向外穿，尽量使螺栓的头部与线槽内壁平齐，以利敷线，不致敷线时损坏导线的绝缘护层。

9.5.2.3 电线在槽盒内有一定余量，不得有接头。但在易于检查的场所，可允许在槽盒内有分支接头，电线、电缆和分支接头的总截面（包括外护层）不应超过该点槽盒内截面的75%，电线按回路编号分段绑扎，绑扎点间距不应大于2000mm。

**【条文解释】**

导线在金属线槽内接头，破坏了导线的原有绝缘，并会因接头不良、包扎绝缘受潮损坏而引起短路故障，因此宜避免在线槽内接头。“不超过该点线槽内截面的75%”是参照国外有关标准而订。

9.5.2.4 同一回路的相线和中性线（N），应敷设在同一金属槽盒内。

**【条文解释】**

金属线槽属铁磁性材料。此种线槽会因线槽内线路存在不平衡交流电流产生的涡流效应，使线槽温度升高，槽内绝缘导线迅速老化甚至脱落，发生漏电，甚至短路、着火等故障。

9.5.2.5 同一电源的不同回路无抗干扰要求的线路可敷设于同一回路槽盒内；敷设于同槽盒内有抗干扰要求的线路用隔板隔离，或采用屏蔽电线且屏蔽护套一端接地。槽盒内电线或电缆的总截面（包括外护层）不应超过槽盒内截面的20%，载流导线不宜超过30根。控制、信号或与其相类似的线路，电线或电缆的总截面不应超过槽盒内截面的50%，电线或电缆根数不限。

注1：控制、信号等线路可视为非载流导线。

注2：三根以上电线或电缆在槽盒内敷设，载流量应进行校正，电线或电缆根数不限。但其在槽盒内的总截面仍不应超过槽盒内截面的20%。

**【条文解释】**

同一路径的不同回路可以共槽敷设，是金属线槽布线较金属管布线的突破。金属线槽布线在大型民用建筑特别是功能要求较高、电气线路种类较多的工程中，应用愈来愈普遍。多个回路可以共槽敷设是基于金属线槽布线导线填充率小、散热条件好、施工及维护方便及线路间相互影响较小等原因。

金属线槽布线时，导线的填充率及载流导体的根数，应满足散热、敷线等安全要求。控制、信号线路等非载流导体，不存在因散热不良而损坏导线绝缘问题，填充率可增至50%。

一般情况下，管、槽内导线多于3根时，每根导线最大允许载流量应根据导线根数的多少，乘以不同的降低系数。但如果符合本规范所规定的填充率及载流导线的根数要求时，可不考虑多根导线共

**槽敷设时，允许载流量的降低问题。国外的技术标准也是这样规定的。**

9.5.2.6 金属槽盒布线，在线路连接、转角、分支及终端处应采用相应的附件。

**【条文解释】**

**金属线槽都应带有相应附件。为了金属线槽敷设的一致性，应防止不采用制造厂提供的附件安装。**

9.5.2.7 金属槽盒垂直或倾斜敷设时，应采取措施防止电线或电缆在槽盒内移动。

**【条文解释】**

**电线或电缆在垂直或倾斜敷设的金属线槽内敷设时，如不采取措施予以固定，会因电线或电缆的自重而造成损坏，拉断导线或拉脱接线箱内接头。**

9.5.2.8 金属槽盒敷设时，吊点及支持点的距离，应根据工程具体条件确定，一般应在下列部位设置吊架或支架：

- a) 直线段不大于 3m 或槽盒接头处。
- b) 槽盒首端、终端及进出接线盒 500mm 处。
- c) 槽盒转角处。

**【条文解释】**

**由于金属线槽自身和导线的重量，支架或吊架之间的距离不应太大，否则金属线槽将会下垂；槽盒接头、转角等处，是受力的薄弱点也应设置。**

9.5.2.9 金属槽盒布线，不得在穿过楼板或墙壁等处进行连接。

**【条文解释】**

**导线在楼板或墙壁处连接，不便于今后的维修或更换导线。**

9.5.2.10 金属槽盒应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠，并符合下列规定：

- a) 金属槽盒不得熔焊跨接接地线，以专用接地卡跨接的两卡间连线为铜芯软导线，截面不小于  $4\text{mm}^2$ 。
- b) 金属槽盒不作设备的接地导体，当设计无要求时，金属槽盒全长不少于 2 处与保护线（PE）或保护中性线（PEN）干线连接。
- c) 非热浸锌金属槽盒间连接板的两端跨接铜芯接地线，热浸锌金属槽盒间连接板的两端不跨接接地线，但连接板两端不少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

**【条文解释】**

**电气装置的可接近裸露导体要接地和接零是用电安全的基本要求，以防产生电击现象。本规定主要突出对镀锌与非镀锌的不同处理方法和要求。设计选用镀锌的材料，理由是抗锈蚀性好，使用寿命长，施工中不应破坏锌保护层，保护层不仅是外表面，还包括内壁表面，如果焊接接地线用熔焊法，则必然引起破坏内外表面的锌保护层，外表面尚可用刷油漆补救，而内表面则无法刷漆。这显然违背了施工设计采用镀锌材料的初衷。**

9.5.2.11 地面内暗装金属槽盒布线，宜用于正常环境下大空间且隔断变化多、用电设备移动性大或敷有多种功能线路的场所，暗敷于现浇混凝土地面、楼板或楼板垫层内。

**【条文解释】**

**地面内暗装金属线槽布线，是为适应现代化建筑物电气线路日趋复杂而配线出口位置又多变的实际需要而推出的一种新的布线方式。是将电线或电缆穿在经过特制的壁厚为 2 mm 的封闭式矩形金属线槽内，直接敷设在混凝土地面、现浇钢筋混凝土楼板或预制楼板的垫层之内。**

**地面线槽布线时，由于线槽及附件的体积较大，因此在施工中必须与土建专业密切配合。当线槽敷设在现浇混凝土楼板内时，其楼板厚度不小于 200 mm；当敷设在楼板垫层内时，垫层厚度不小于 70 mm 并避免与其他管路相互交叉。**

9.5.2.12 地面内暗装金属槽盒布线应符合下列规定：

- a) 同一回路的所有导线应敷设在同一槽盒内。
- b) 同一路径无抗干扰要求的线路可敷设于同一回路槽盒内。槽盒内电线或电缆的总截面（包括外护层）不应超过槽盒内截面的 40%。
- c) 电力线路、非电力线路应分槽或增加隔板敷设，两种线路交叉处应设置有屏蔽分线板的分线盒。

适当安排布线（电缆）的敷设路径，以便由电力电缆和信号电缆形成共同环路所围绕的范围减至最低程度。

- d) 地面内暗装金属槽盒内，电线或电缆不得有接头，接头应在分线盒或槽盒出线盒内进行。
- e) 槽盒在交叉、转弯或分支处应设置分线盒，槽盒的直线长度超过 6m 时，宜加装分线盒。
- f) 由配电箱、电话分线箱及接线端子箱等设备引至槽盒的线路，宜采用金属管布线方式引入分线盒，或以终端连接器直接引入槽盒。
- g) 槽盒出线口和分线盒不得突出地面且应做好防水密封处理。
- h) 地面内暗装金属槽盒，在设计时应与土建专业密切配合，以便根据不同的结构型式和建筑布局，合理确定线路路径和设备选型。

#### 【条文解释】

1 金属槽（管）等铁磁性材料，会因槽（管）内线路存在不平衡交流电流产生的涡流效应，使槽（管）温度升高，槽（管）内绝缘导线迅速老化甚至脱落，发生漏电，甚至短路、着火等故障。

2 由于是暗敷线槽，散热条件较明敷线槽好，导线在线槽内的填充率可按金属管布线的填充率考虑。国外的标准均有与此相同的规定。

3 地面线槽分为单槽型及双槽分离型两种结构型式，当强电及弱电线路同时并存时，为防止电磁干扰应将强、弱电线路分离，采用双槽分离型线槽敷设。线路交叉处应设置屏蔽分线盒。

4 地面线槽的制造长度一般为 3m，每 0.6m 设一个出线口并为矩形断面，不能弯曲。因此，当线路交叉或弯曲转向时，必须通过安装分线盒的办法予以解决。

5 线槽直线长度超过 6m，宜加装分线盒是为方便穿线。

6 明确了配电箱等设备引至线槽的线路，宜采用金属管布线及以终端连接器方式引入分线盒或直接进入线槽。是为了确保配电箱等设备的接地接零可靠。

7 线槽出线口和分线盒出口必须与地面齐平，以免妨碍交通和有碍观瞻。做好地面线槽的防水密封是保证线路安全运行的重要措施。

### 9.6 明、暗管布线

#### 9.6.1 金属导管布线

9.6.1.1 金属导管布线宜适用于屋内、屋外场所，但对金属导管有严重腐蚀的场所不宜使用。金属导管在安装前应经过防锈处理。

#### 【条文解释】

本条是金属导管布线的适用范围。“金属管”系指建筑电气工程中使用的钢管或电线管等铁磁性管材。

9.6.1.2 明敷或暗敷于干燥场所的金属导管布线应采用管壁厚度不应小于 1.5mm 的金属导管，明敷于潮湿场所或直接埋于素土内的金属导管布线，应采用符合 GB/T3091 规定的导管。如金属导管有机械外压力时，应采用符合 GB/T20041.1-2005 中耐压分类为中型、重型及超重型金属导管。

#### 【条文解释】

本条是对金属导管的要求。

9.6.1.3 金属导管应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠。

#### 【条文解释】

电气装置的可接近的裸露导体要接地和接零是用电安全的基本要求，以防止产生电击现象。

9.6.1.3.1 热浸镀锌钢管、扣接式薄壁钢管、可挠性金属电线保护套管不得熔焊跨接接地线，以专用接地卡跨接的两卡间连线为铜芯软导线，截面不小于 4 mm<sup>2</sup>。

9.6.1.3.2 非热浸镀锌钢管采用罗纹连接时，连接处的两端焊跨接地线；当热浸镀锌钢管采用罗纹连接时，连接处的两端用专用接地卡固定跨接接地线。

#### 【条文解释】

9.6.1.3.1、9.6.1.3.2 条主要突出对镀锌与非镀锌的不同处理方法和要求。设计选用镀锌的材料，理由是抗腐蚀性好，使用寿命长，施工中不应破坏锌保护层，保护层不仅是外表面，还包括内壁表面，如果焊接接地线用熔焊法，则必然引起破坏内外表面的锌保护层，外表面尚可用油漆补救，而内表面则无法刷漆。这显然违背了施工设计采用镀锌材料的初衷。

9.6.1.3.3 金属导管不应作设备的接地导体,金属管全长不少于 2 处与保护线(PE)或保护中性线(PEN)干线连接。

**【条文解释】**

电气设备的接地,是防止人身触电伤害的基本措施。因此,接地线必须可靠,这其中,还包括接地体的截面要求。由于金属导管系采用丝扣连接,虽然导管采用专用接地卡连接,但接触不够紧密,另外截面也不一定符合要求。因此,不应作设备的接地导体。

9.6.1.4 交流单芯电缆,不得单独穿于金属导管内。

**【条文解释】**

在三相四线系统中,如单芯电缆(导线)单独穿于金属管内,当导体通过电流时,由于电磁感应效应将在金属管上产生涡流,致使金属管发热。不仅降低了电缆(导线)的载流量,严重时将使电缆绝缘损坏,而造成事故。因此必须遵守。

9.6.1.5 金属导管的连接

9.6.1.5.1 金属导管严禁对口熔焊连接;热浸锌和壁厚小于等于 2mm 的钢导管不得与套管熔焊连接。

**【条文解释】**

镀锌管不能熔焊的理由见 9.6.1.2 说明,考虑到技术经济原因,钢导管不得采用熔焊对口连接,技术上熔焊会产生烧穿,内部结瘤,使穿线缆时损坏绝缘层,埋入混凝土中会渗入浆水导致导管堵塞,这种现象是不容发生的;若使用高素质焊工,采用气体保护焊方法,进行焊口破坏性抽检,在建筑电气配管来说没有这个必要,不仅施工工序烦琐,使施工效率低下,在经济上也是不合算的。现在已有不少薄壁钢导管的连接工艺标准问世,如螺纹连接、紧定连接、卡套连接等,技术上既可行,经济上又价廉,只要依据具体情况选用不同连接方法,薄壁钢导管的连接工艺问题是可以解决的。这条规定仅是不允许安全风险太大的熔焊连接工艺的应用。如果紧定连接、卡套连接等的工艺标准鉴定,镀锌钢导管的连接处可不跨接接地线,且各种状况下的试验数据齐全,足以证明这种连接工艺的接地导通可靠持久,则连接处不跨接接地线的理由成立。

薄壁导管是指壁厚小于等于 2 mm 的钢导管;壁厚大于 2 mm 的称厚壁钢导管。

9.6.1.5.2 金属导管与金属导管之间可采用丝扣(束节)连接,与接线盒的连接处应用管螺帽并紧。管端套丝长度不应小于管接头长度的 1/2;薄钢管的连接应用丝扣连接;

9.6.1.5.3 暗配金属导管时可采用套管连接,套管长度为连接管外径的 1.5~3 倍,连接管的对口处应在套管的中心,敷设于含有对导线绝缘有害的蒸汽、气体或多尘房屋内的金属管以及敷设于可能进入油、水等液体的场所的金属管,其连接处应密封严密,亦可采用套管焊接,不得对口焊接。

**【条文解释】**

暗配管主要是敷设在墙体(地面)或予埋在混凝土内,一般敷设后导管不会移动。因此导管与导管可采用套管连接,本款规定的套管长度是为了防止在敷设后水泥砂浆或混凝土没有凝固前的移动。

对特殊场所的金属导管敷设方法也做出了规定。

9.6.1.5.4 金属导管系统的所有连接点必须紧密、可靠,使管路在结构和电气上均连成整体。在建筑物变形缝处,应设补偿装置。

**【条文解释】**

金属导管敷设在建筑物变形缝,如果不设补偿装置,在建筑物伸缩时的应力将导管拉断及导线拉断,影响到电气线路的使用,所以应设补偿装置。补偿装置一般采用软金属管或将电感做成  $\Omega$  形状。

9.6.1.5.5 金属导管进入金属接线盒及配电箱内不应小于 5mm;暗配管可用焊接固定,明配管应用锁紧螺母或护圈帽固定,露出锁紧螺母的丝扣为 2~4 扣。

**【条文解释】**

金属导管进入接线盒或配电箱的要求,是保护绝缘导线在进入处不受损伤。

9.6.1.5.6 室内进入落地式柜、台、箱、盘内的导管管口,应高出柜、台、箱、盘的基础面 50mm~80mm。

**【条文解释】**

管口高出基础面的目的是防止尘埃等异物进入管子,也避免清扫冲洗地面时,水流流入管内,以使管子的防腐和电线的绝缘处于良好状态;管口太高了也不合适,会影响电线或电缆的上引和柜箱内下部电气设备的接线。

9.6.1.6 金属、扣接式薄壁钢导管、金属柔性管敷设

- 9.6.1.6.1 刚性金属导管经柔性金属管与电气设备、器具连接，柔性金属管的长度在动力工程中不大于 0.8m，在照明工程中不大于 1.20m。
- 9.6.1.6.2 扣接式薄壁钢导管管路，不宜穿过建筑物、构筑物或设备基础。当必须穿过时，应另设保护管保护。经过建筑物的变形缝处，应装设两端固定的补偿装置。
- 9.6.1.6.3 明敷或暗敷于建筑物顶棚内正常环境的屋内场所，可采用双层金属层的基本型可挠金属电线保护套管。明敷于潮湿场所或暗敷于墙体、混凝土地面、楼板垫层或现浇钢筋混凝土楼板内，或直埋地下时，应采用双层金属层外覆聚氯乙烯护套的防水型可挠金属电线保护套管。
- 9.6.1.6.4 暗敷于现浇钢筋混凝土楼板内的可挠金属电线保护套管，其表面混凝土覆盖层不应小于 15mm。暗敷于地下的可挠金属电线保护套管的管路不应穿过设备基础。在穿过建筑物基础时，应加保护管保护。
- 9.6.1.6.5 在可挠金属电线保护套管有可能受重物压力或明显机械冲击处，应采取保护措施。
- 9.6.1.6.6 可挠金属电线保护套管或其他柔性金属管与刚性金属导管或电气设备、器具的连接采用专用接头；复合型可挠金属电线保护套管或其他柔性管的连接处应密封良好，防水覆盖层完整无损。
- 9.6.1.6.7 可挠性金属电线保护套管和柔性金属管不能做保护线（PE）或保护中性线（PEN）的连续导体。

**【条文解释】**

在电气工程中，不能将柔性导管用做线路的敷设，仅在刚性导管不能准确配入电气设备器具时，做过度导管用，所以要限制其长度，且动力工程和照明工程有所不同，其规定长度是结合工程实际而确定。

9.6.2 PVC 刚性绝缘导管布线

9.6.2.1 PVC 刚性绝缘导管布线宜用于室内和有酸碱腐蚀介质的场所，但在易受机械挤压的场所不宜采用明敷。

**【条文解释】**

本条规定了 PVC 刚性绝缘导管布线的适用范围。PVC 刚性绝缘导管具有较强的耐酸、碱腐蚀性能，且防潮性能良好，应优先在潮湿及有酸碱腐蚀的场所采用。由于塑料导管材质较脆，高温时易变形，故不应在高温和容易受到机械损伤的场所敷设。

9.6.2.2 布线用塑料导管，应符合 GB/T20041.1 中非火焰蔓延型塑料导管的要求。塑料导管暗敷或埋地敷设时，应选用中等机械应力以上的导管，应采用防止机械损伤的措施。在易燃易爆场所、明敷设时，禁止使用易燃硬塑料管配线。暗敷于建筑物墙体外的 PVC 刚性绝缘导管，应采用强度等级不小于 M10 的水泥砂浆抹面保护，保护层厚度不应小于 20mm。

**【条文解释】**

1 规定了布线用塑料导管应符合国家标准的要求，应是阻燃型。目前塑料导管的伪劣产品充斥市场，给企业、居民的用电安全带来危害。在选用时，务必引起注意。

2 规定了塑料导管的选用，应根据敷设地点、敷设方式确定。由于导管暗敷或埋地敷设，导管将承受一定的压力，长期下去将使导管破裂而影响到电气线路的安全。

3 暗敷于建筑物墙体时，保护层厚度的规定，一是敷设牢固；二是防止墙上钉铁钉时，不易受到损伤。

9.6.2.3 PVC 刚性绝缘导管的连接

9.6.2.3.1 绝缘导管之间可采用同质套管套接并粘结牢固。管口要求光滑。套管的长度不应小于连接管外径的 1.5~3 倍。

9.6.2.3.2 采用粘结插入连接时，插入深度为管壁内径的 1.1~1.8 倍。

9.6.2.3.3 接线盒、开关盒、灯头盒等不宜采用金属盒，塑料管伸入盒内应为 5mm。

9.6.2.3.4 暗装的接线盒、开关盒、灯头盒等应用水泥砂浆保护。

9.6.2.3 PVC 刚性绝缘导管配线用吊架、支架敷设或沿墙敷设时，固定点之间的距离应符合表 16 所列数值。

表 16 PVC 绝缘导管明敷时管卡间最大距离

公称直径, mm	20 及以下	25~40	50 及以上
最大间距, m,	1.00	1.50	2.00

**【条文解释】**

本条规定了塑料导管连接的基本要求。塑料导管的连接,采用粘结是防止墙体的砂浆浸入到管内,而影响导线的穿线及便于更换。

## 9.6.3 其他规定

9.6.3.1 穿管导线绝缘强度不低于交流 450/750V (控制及信号回路的导线除外)。导线在管内不应有接头,有接头时应加装接线盒。导线最小截面为:铜芯绝缘线  $1.5\text{mm}^2$ ;铝芯绝缘线  $2.5\text{mm}^2$ 。

**【条文解释】**

导线在管内有接头,不便于检修和更换导线。这是管内布线的基本要求。

9.6.3.2 穿管的绝缘导线(两根除外)总截面(包括外护层)不应超过管内截面的 40% (导线穿管的管径选择见附录 C)。

**【条文解释】**

穿管导线的总截面不超过管内截面的 40%,是满足导线在通电后的散热要求以及满足线路施工或危险更换导线时不致损伤导线及其绝缘等。

管内导线在三根及以上时,一般情况下不应超过 40%,但当线路很短、误弯曲、穿线容易时,可提高到 60%。

9.6.3.3 不同回路的线路不应穿于同一根导管内,符合下列情况时可穿在同一根管路内(但同一根管内所用导线的绝缘等级应满足管内最高一级电压的绝缘要求):

- 标称电压为 50V 以下的回路。
- 同一设备或同一流水作业线设备的电力回路和无防干扰要求的控制回路。
- 同一照明灯具的几个回路。
- 同类照明的几个回路(可同时切断电源),但管内绝缘导线总数不应多于 8 根。

**【条文解释】**

不同回路的导线能否共管敷设是根据发生故障的危险性和相互之间在运行和维护时的影响而决定。一般不同回路导线不能穿入同一管内。条文中可以“除外”的 4 种情况,其危险性不大和相互之间影响较小。

9.6.3.4 同一回路的各相导线和中性线(N),应穿在同一根钢管内(直流回路及不传导交流工作电流的导线除外)。

**【条文解释】**

安装在金属管内的交流电路的导线,如果各相导线和中性线不穿在同一管内,将产生涡流效应,使管材温度升高,管内绝缘导线绝缘迅速老化甚至脱落,发生漏电,甚至短路、着火等故障。

9.6.3.5 明管敷设时,应符合下列规定:

- 管路在水平和垂直敷设时,应横平竖直,管路本身不应受力;其水平或垂直安装的允许偏差为 1.5%,全长偏差不应大于管内径的 1/2。
- 管路应随建筑的形态敷设,整排管子的敷设应排列整齐,弯曲度一致。
- 管子应采用管卡支持,管卡之间的距离不应大于表 17 的规定。

表 17 金属管管卡间的最大距离

敷设方式	钢管种类	钢管直径 mm			
		16~20	25~32	40~50	65 以上
管卡间最大距离 (m)					
吊架、支架或沿墙敷设	厚壁钢管	1.5	2.0	2.5	3.5

	薄壁钢管	1.0	1.5	2.0	—
--	------	-----	-----	-----	---

**【条文解释】**

**明管敷设的工艺要求，应美观、整齐。**

9.6.3.6 明配金属管应排列整齐固定点间距应均匀，金属管管卡间的最大距离应符合表 17 的规定；管卡与终端、弯头中点、电气器具或盒（箱）边缘的距离宜为 150mm~500mm。

**【条文解释】**

**金属管管卡间的距离过大，将使金属管弯曲而影响绝缘导线受力损坏。**

9.6.3.7 金属导管布线和 PVC 刚性绝缘导管布线的管道较长或转弯较多时，宜适当加装接线盒、拉线盒或加大管径。

**【条文解释】**

**本条的规定，是因为管道较长或转弯较多，不易穿线施工，而需要加装接线盒等。**

9.6.3.7.1 两个拉线点之间的距离应符合下列规定：

- a) 对无弯管路时，不超过 30m。
- b) 两个拉线点之间有一个转弯时，不超过 20m。
- c) 拉线点之间有两个转弯时，不超过 15m。
- d) 两个拉线点之间有三个转弯时，不超过 8m。

**【条文解释】**

**本条的规定，是因为管道较长或转弯较多，在穿线时，由于阻力大可能损坏导线绝缘层或将导线本身被拉断。因此，规定了两个拉线点之间的距离和弯曲数量。**

9.6.3.7.2 垂直敷设的电线导管遇下列情况之一时，应增设固定导线用的拉线盒：

- a) 管内导线截面为  $50\text{mm}^2$  及以下，长度每超过 30m。
- b) 管内导线截面为  $70\sim 95\text{mm}^2$ ，长度每超过 20m。
- c) 管内导线截面为  $120\sim 240\text{mm}^2$ ，长度每超过 10m。

**【条文解释】**

**垂直敷设的线路，由于导线自身的重量，不在一定的距离增加固定点，在导线上方与电气设备端子连接处的受力，将会造成连接端子的损坏。因此规定根据导线截面，增设固定导线用的拉线盒。**

9.6.3.7.3 电线导管的弯曲处不得产生凹裂，弯曲角度不应小于  $90^\circ$ 。转角处曲率半径应符合下列规定：

- a) 一般应不小于管外径的 6 倍，如只有一个弯头时，应不小于管外径的 4 倍，见图 1；
- b) 暗管应不小于管外径的 6 倍；
- c) 埋设于混凝土内时（例如基础内），应不小于管外径的 10 倍。

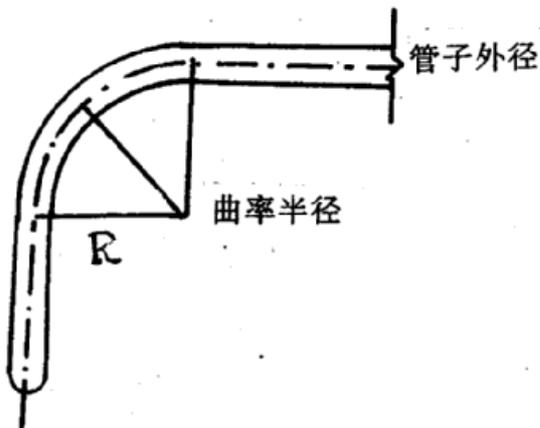


图1 管子弯度要求

**【条文解释】**

本条规定是为便于穿线、维修、防止导线受损伤所作出的规定；电线保护管弯曲半径规定的数值是经验数据，弯曲半径越小，穿线时受拉力越大，绝缘层被管壁磨损越严重，故对弯曲半径作了规定。

9.6.3.8 明、暗管线与各种管道的最小平行、交叉距离应符合表 18 的规定。

表 18 明暗管线与各种管道的最小距离

单位为毫米

管道名称	最小距离	
	平行	交叉
暖汽管	0.3	0.1
蒸汽管	1.0	0.3
煤气管	0.1	0.1

**【条文解释】**

由于各种管道的用途不同，为了避免相互之间的影响，防止因管道受损造成的危害，因此规定了最小交叉、平行的距离。

9.6.3.9 暗配线应选择最近的路径敷设，并尽量减少弯曲，暗敷于建筑物墙体金属管其保护层厚度不应小于 15mm。暗配管线的接线盒、壁式开关的盖板与墙面的抹灰层相平，应安装端正，不得歪斜。

**【条文解释】**

暗配的电线保护管，沿最近的路线敷设，主要是为力求管线最短，节约费用，降低成本；且为保证暗配管敷设后不露出抹灰层，防止因锈蚀造成抹灰面脱落，影响整个工程质量，因此要求管子的保护厚度不小于 15mm。

9.6.3.10 硬塑料管暗敷或埋地敷设时，引出地（楼）面不低于 0.5m 的一段管路，应采取防止机械损伤的措施。

**【条文解释】**

由于塑料管材质原因，遇到外力时极易受到损伤。为防止管内导线不因塑料管损伤而损坏，故作出规定。

## 9.7 钢索布线

9.7.1 钢索布线应采用热浸镀锌钢索，不应采用含油芯的钢索。钢索的单根钢丝直径应小于 0.5mm，钢索不应有扭曲和断股等缺陷。钢索截面应根据跨距、荷重、机械强度选择，但最小截面不宜小于 10 mm<sup>2</sup>。钢索上绝缘导线至地面的距离，在屋内时不低于 2.5m；屋外时不低于 2.7m。

**【条文解释】**

采用镀锌钢索是为抗锈蚀而延长使用寿命；规定钢索直径是为使钢索柔性好，且在使用中不因经常摆动而发生钢丝过早断裂；不采用含油的钢索可以避免积尘，便于清扫。

9.7.2 固定钢索的金属附件应热浸锌。钢索除两端拉紧外，跨距大的，中间应加吊钩或支撑点，吊钩

或支撑点的间距不应大于 12m。

**【条文解释】**

钢索不仅要承受导线的重量，而且还有自重。跨距过大时导线的弧垂也将很大，因此规定了支撑点的距离要求。

9.7.3 钢索的终端拉环预埋件应牢固可靠，钢索与终端拉环套连接处应采用心形环，固定钢索的线卡不应少于 2 个，钢索端头应用热浸镀锌铁线绑扎紧密，且应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠。

**【条文解释】**

固定电气线路的钢索，其端部固定是否可靠是影响安全的关键，所以必须注意。钢索是电气装置的可接近的裸露导体，为防触电危险，故必须与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接。

9.7.4 当钢索长度在 50m 及以下时，应在钢索一端装设 UT 型线夹或花篮螺栓紧固；当钢索长度大于 50m 时，应在钢索两端装设 UT 型线夹或花篮螺栓紧固。

**【条文解释】**

钢索配线有一个弧垂问题，弧垂的大小应按设计要求调整，装设 UT 型线夹或花篮螺栓的目的是便于调整弧垂值。弧垂值的大小在某些场所是个敏感的事，太小会使钢索超过允许受力值；太大钢索摆动幅度大，不利于在其上固定的线路和灯具等正常运行，还要考虑其自由振荡频率与同一场所的其他建筑设备的运转频率的关系，不要产生共振现象，所以要将弧垂调整适当。

9.7.5 电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。

**【条文解释】**

钢索能否承受导线等负载，是钢索配线最基本的要求。

9.7.6 安装固定钢索的金属件，应符合以下规定：

a) 耳环：圆钢直径不小于 10mm；埋入墙面一端应弯成 90°；穿墙安装时，受力面应加钢垫板，并用双螺母紧固；耳环孔径不应小于 30mm。接口应焊牢。

b) 用扁钢包箍时，扁钢不应小于 40mm×4mm。

c) 钢索穿入耳环，花篮螺栓应加垫圈。配索卡子（俗称老虎夹头）不应小于 2 个，花篮螺栓紧固后，应用铁线绑牢。

d) 在梁上或屋架安装的中间吊钩直径不应小于 8mm，吊钩的钩深不应小于 20mm。

**【条文解释】**

固定钢索的金属件安装是否牢固，直接影响到电气线路的安全运行。以上的规定是指在墙体质量符合要求情况下制定的，在目前建筑施工质量下降的情况下，固定钢索的金属件应采用穿墙安装的方法，才能保证钢索布线施工质量。

9.7.7 在钢索上吊装金属导管或塑料导管布线时，应符合下列规定：

a) 吊装接线盒和管道的扁钢卡子宽度不应小于 20mm。吊装接线盒的卡子不小于 2 个。

b) 支持点最大间距应符合表 19 的规定。

表 19 钢索上吊装金属导管或塑料导管支撑点的最大间距

单位为毫米

布线类别	支持点间距	支持点距灯头盒间距
钢管	1500	200
塑料导管	1000	150

**【条文解释】**

钢索上吊装布线导管，由于导管的物理性能，在一定的长度下容易弯曲，因此支持点的距离不能过大。

9.7.8 钢索上吊装护套绝缘导线布线时，应符合以下要求：

a) 用铝卡子直敷于钢索上，其支撑点间隔不应大于 500mm，卡子距接线盒不应大于 100mm。

b) 采用橡胶和塑料护套绝缘线时，接线盒应采用塑料制品。

**【条文解释】**

护套绝缘导线在钢索上布线，是一种常见的布线方式。采用橡胶和塑料护套绝缘线布线时，接线

**盒不应采用金属制品，是防止绝缘导线穿入接线盒时造成损伤。**

9.7.9 钢索上采用瓷质绝缘子吊装绝缘导线布线时，应符合下列规定：

- a) 支持点间距不应大于 1.5m。线间距离，屋内不应小于 50mm；屋外不应小于 100mm。
- b) 扁钢吊架终端应加拉线，其直径不应小于 3mm。

9.8 电缆、电缆桥架、竖井内布线

9.8.1 一般规定

9.8.1.1 根据用电场所的要求而采用电缆线路时，应选择不易遭受各种损坏的有利走向。

电缆一般采用铠装电缆，但敷设在电缆沟、电缆桥架内或敷设在无直接机械损伤及化学侵蚀危险的场所，可采有非铠装电缆。

电缆在屋内、吊顶内、电缆沟、电缆隧道、电缆桥架和竖井内明敷时，不应采用易延燃的外保护层。

**【条文解释】**

**本条为选择电缆及电缆路径的基本要求。**

**1 电缆路径的选择，在《高压电气装置规程》第 16.1.6 条作了明确规定。**

**2 铠装电缆可以防止机械损伤，一般适用于在地下直接敷设。**

**3 室内或沟道内明敷电缆不应有黄麻或其他易延燃外护层，是为了防止发生火灾时火焰蔓延。**

9.8.1.2 电缆不应在有易燃、易爆及可燃的气体管道或液体管道的隧道或沟道内敷设。当受条件限制需要在这类隧道内敷设电缆时，必须采取防爆、防火的措施。

电力电缆不宜在有热管道的隧道或沟道内敷设，当需要敷设时，应采取隔热措施。

**【条文解释】**

**本条的规定，是为了电缆安全运行的需要。确因需要在易燃、易爆及可燃的气体管道或液体管道的隧道或沟道内敷设时，采取防爆、防火的措施有：穿管、埋砂等。**

9.8.1.3 电缆敷设前，应检查电缆是否有机机械损伤，并用 1kV 绝缘电阻测试仪摇测绝缘，绝缘电阻一般不低于 10MΩ。

**【条文解释】**

**电缆外观及绝缘电阻测试，是电缆敷设前必须做的工作内容，以确保电缆电气性能的完好。也为当电缆竣工后试验不合格时的判断提供依据。**

9.8.1.4 同一路径向一级负荷供电的双回路电源电缆应采用阻燃型电缆，不宜敷设在同一沟内；当条件不允许时，可布置在电缆沟两侧的支架上，不应布置在同侧上下支架上。

**【条文解释】**

**本条规定就是为了确保对一级负荷的供电可靠性，防止一回路电缆的故障扩大而影响到另一回路电缆的正常供电。**

9.8.1.5 支承电缆的构架，采用钢制材料时，应采取热浸锌等防腐措施；在有较严重腐蚀的环境中，应采取相适应的防腐措施。

**【条文解释】**

**许多地方电缆隧（沟）道内空气潮湿、积水，有时电缆支架浸泡在水中，致使电缆支架腐蚀严重，强度降低。因此，应采取防腐措施。**

9.8.1.6 电缆的长度，宜在进户处、接头、电缆头处或地沟中留有一定的余量。

**【条文解释】**

**1 电缆敷设时不可能笔直，各处均会有大小不同的蛇形或波浪形。因此，应留有一定的余量，否则长度将会不够。**

**2 在进户处、接头、电缆头附近留有一定的余量，是为故障时的检修提供方便。**

9.8.1.7 电缆敷设的弯曲半径与电缆外径的比值，应不小于表 20 的规定。

表 20 电缆敷设的弯曲半径与电缆外径的比值

电缆护套类型		电力电缆		其他多芯电缆
		单芯	多芯	
金属	铅	25	15	15

护套	铝	30	30	30
	纹铝套和纹钢套	20	20	20
非金属护套		20	15	无铠装 10、无铠装 15

**【条文解释】**

对电缆弯曲半径而言，一是绝缘层、二是导体、三是电缆外护层。在规定的弯曲半径下，电缆的绝缘层、导体、外护层都不会损伤；小于规定的弯曲半径，对电缆损伤的隐患将影响电缆线路的安全运行。

9.8.1.8 三相四线系统中，不应采用三芯电缆另加单芯电缆作中性线，严禁利用电缆外皮作中性线或保护线。

**【条文解释】**

在三相四线制系统中，如用三芯电缆另加一根导线或单芯电缆作中性线，当三相系统不平衡时，相当于单芯电缆的运行状态，容易引起工频干扰。对于裸铠装电缆，还会加速金属护套和铠装层的腐蚀，所以要求选用四芯电缆。

9.8.1.9 用于三相交流的多芯电缆穿入钢管或硬塑料管时，每根电缆穿一根管子，单芯电缆不允许单独穿在钢管内（采取措施者除外），且固定电缆的金属夹具不应构成闭合磁路。

**【条文解释】**

每根电缆穿一根导管，是便于施工和更换。单芯电缆穿在钢管内，将在产生涡流，使钢管发热，固定电缆的金属夹具也应防止。

9.8.1.10 电缆保护管以及铠装电缆或铅包、铝包电缆的金属外皮在两端应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）可靠连接，接地电阻不应大于 10 Ω。

**【条文解释】**

**防止人身触电的安全要求。**

**9.8.2 电缆屋内敷设**

9.8.2.1 屋内敷设时，应尽量明敷。无铠装的电缆在室内明敷，当水平敷设时，其至地面的距离不应小于 2.5m，垂直敷设时，其至地面的距离不应小于 1.8m。当不能满足上述要求时应有防止机械损伤的措施。当明敷在配电室、电机室、设备层等专用房间内时，不受此限制。明敷在房屋内及电缆沟内的电缆应剥除麻带，铠装表面应涂漆。

**【条文解释】**

1 屋内敷设电缆所规定水平、垂直距离的要求，防止在移动设备、物品时的机械损伤和非电气工作人员人员触及。

2 由于配电室等场所，是电气工作人员才能进入。他们都具备一定的电气专业知识，因此，可以不受限制。

3 电缆剥除麻带，是防止发生火灾时的火焰蔓延。

9.8.2.2 相同电压等级的电缆并列敷设时，电缆的净距不应小于 35mm，且不小于电缆外径；当在桥架、托盘和槽盒内敷设时，不受此限制。1kV 及以下电力电缆及控制电缆与 1kV 以上电力电缆宜分开敷设。当并列明敷时其净距不应小于 150mm。

**【条文解释】**

1 电缆并列敷设时，电缆之间应保持一定的距离是为了保证电缆的安全运行和维护、检修的需要；避免电缆在发生故障时，烧坏相邻的电缆；电缆靠近会影响散热，降低载流量、影响检修且易造成机械损伤。

2 电缆桥架、托盘和槽盒等的应用，就是要减少敷设的占用面积，在电缆工程设计时，其载流量的计算，就考虑到其敷设的方式。所以可不受限制，否则其优越性也无法体现。

3 不同用途、不同电压的电缆间更应保持较大距离。

9.8.2.3 架空明敷的电缆与热力管道的净距不应小于 1m，当其净距小于或等于 1m 时应采取隔热措施。电缆与非热力管道的净距不应小于 0.5m，当其净距小于或等于 0.5m 时应在与管道接近的电缆段上，以及由接近段两端向外延伸不小于 0.5m 以内的电缆段上，采取防止机械损伤的措施。在有腐蚀性介质的房屋内明敷的电缆，宜采用塑料护套电缆。

**【条文解释】**

电缆架空明敷时，电缆与管道间的最小允许距离或防护要求，是为了防止热力管道对电缆的热效应和管道在施工和检修时对电缆的损坏。

9.8.2.4 电缆明敷时，其电缆固定部位应符合表 21 的规定。

表 21 电缆的固定部位

敷设方式	构 架 型 式	
	电缆支架	电缆桥架
垂直敷设 或大于 45° 倾斜敷设	电缆的首端和尾端	电缆的上端
	电缆与每个支架的接触处	每隔 1.5~2m 处
水平敷设	电缆的首端和尾端	电缆的首端和尾端
	电缆与每个支架的接触处	电缆转弯处
		电缆其他部位每隔 5~10m 处

**【条文解释】**

电缆的自重较大。因此，为防止电缆为垂直或大于 45° 时明敷时的受力过大，电缆固定点距离应缩短。

## 9.8.3 电缆埋地敷设

9.8.3.1 电缆直接埋地敷设时，沿同一路径敷设的电缆数量不宜超过 6 根。

**【条文解释】**

电缆直接埋地敷设时，对电缆数量的规定，是防止因占用路径较宽，虽有路径标识，也易发生外力破坏的事故。

9.8.3.2 直埋电缆线应留有全长 0.5~1% 的裕度，屋外直接埋地敷设的沟深不小于 700mm。当直埋在农田时，不应小于 1m。沟底应平整，无硬质杂物，铺 100mm 厚的细纱层，电缆敷设后亦应加盖 100mm 厚的细纱层，再覆盖混凝土保护板，保护宽度应超出电缆两侧各 50mm。复土后地面上还应设置电缆走向标志。

**【条文解释】**

1 电缆穿越农田时，由于深翻土地、挖排水沟和拖拉机耕地等原因，有可能损伤电缆。因此敷设在农田中的电缆埋设深度不应小于 1m。

2 在开挖的沟底铺西砂层和覆盖混凝土盖板，一是因砂松软、渗透性好，电缆经常处于干燥的环境中，也不怕冻、腐蚀性小；二是防止电缆不直接承受地面的压力和防止在凿开路面时对电缆的机械损伤。

3 直埋电缆走向标志的设置要求，以便于电缆检修时查找和防止外来机械损伤。

9.8.3.3 电缆的埋设深度，电缆与各种设施接近与交叉的距离，电缆之间的距离和电缆明装时的支持距离应符合表 22 规定。

表 22 电缆装置中的埋深、交叉、间距与支距

单位为 m

项 目	距 离	
直埋电缆的 最小埋设深度	一般情况	0.7
	机耕农田	1.0
电缆与各种设施接近	穿越路面	1.0
	与建沟物基础平行	1.0
	与排水筑底的交叉	0.5
	与热力管道（沟）平行	2.0
与交叉的最小净距	与热力管道（沟）交叉	(0.5) <sup>1)</sup>
	与其他管道平行	1.0 (0.25) <sup>1)</sup>
	与其他管道交叉	0.5 (0.25) <sup>1)</sup>
	与通讯电缆平行	0.5 (0.1) <sup>1)</sup>

	与通讯电缆交叉	0.5 (0.25) <sup>1)</sup>
	与铁路平行 <sup>2)</sup>	3.0
	与铁路交叉 <sup>2)</sup>	0.5 (0.25) <sup>1)</sup>
电缆相互间最小净距	平行接近时	0.1
	交叉接近时	0.5 (0.25) <sup>1)</sup>
	水平装置时	1.0
电缆明装时的最大支持间距	垂直装置时	1.5
	水平装置时	1.0
注 1: 表中括号内数字, 是指局部地段电缆穿管, 加隔板保护或加隔热层后允许的最小净距。		
注 2: 电缆与铁路的最小净距不包括电气化铁路。		

#### 【条文解释】

根据多年的电缆工程实际经验, 本条所规定的电缆与电缆、管道、道路、构筑物设施等之间的容许最小距离对保证安全具有重要的指导意义, 应遵照执行。

#### 9.8.3.4 电缆通过下列各地段应穿热浸锌管保护。

a) 穿管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。两端管口应作成喇叭形, 管子内壁光滑无毛刺。每根电缆穿一管, 单芯电缆不许单独穿在钢管内。出入口管口应封堵, 管口应密封。

a) 电缆通过建筑物和构筑物的基础、散水坡、楼板和穿过墙体等处。电缆引入建筑物时, 所穿保护管应超出建筑物散水坡 100mm。

c) 电缆通过铁路、道路处和可能受到机械损伤的地段。保护管应伸出路基 1m。

d) 电缆引出地面 2m 至地下 200mm 处的一段和人容易接触使电缆可能受到机械损伤的地方。

#### 【条文解释】

1 穿管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍, 一是便于穿管施工; 二是有利于散热。

2 电缆在通过建筑物基础等处, 是防止建筑物的基础、楼板沉降而造成对电缆的损伤。保护管超出散水坡, 是便于在电缆检修、更换。

3 电缆通过铁路、道路路基长度的规定, 是防止铁路、道路维护施工时, 对电缆的机械损伤。

4 电缆引出地面的规定, 是防止发生人身触电事故和机械损伤。

9.8.3.5 埋地敷设电缆的接头盒下面应垫混凝土基础板, 其长度宜超出接头保护盒两端 0.6m~0.7m。电缆带坡度敷设时, 中间接头应保持水平; 多根电缆并列敷设时, 中间接头的位置应互相错开, 其净距不应小于 0.5m。

#### 【条文解释】

埋地敷设的电缆接头处, 是整回电缆的薄弱环节, 为防止机械损伤, 接头盒下面应垫混凝土基础板, 使其承受的压力均匀。中间接头的绝缘比较薄弱, 互相错开的规定, 是防止中间接头敷设故障时对其他电缆安全运行的影响。

#### 9.8.4 电缆沟内敷设

8.8.4.1 电缆在电缆沟内敷设应符合下列规定:

a) 电缆在电缆沟内敷设时, 其支架层间垂直距离和通道宽度的最小净距应符合表 23 的规定。

b) 电缆在电缆沟内敷设时, 其支架间或固定点间的最大间距应符合表 24 的规定。电缆支架的长度, 在电缆沟内不宜大于 350mm。

c) 在多层支架上敷设电缆时, 电力电缆宜放在控制电缆的上层; 在同一支架上的电缆可并列敷设。当两侧均有支架时, 电力电缆和控制电缆宜与 1kV 以上的电力电缆分别敷设于不同侧支架上。

d) 电缆沟不应设在可能流入熔化金属液体或损害电缆外护层和护套的地端。

e) 电缆沟在进入建筑物处应做防火封堵。电缆的穿墙处保护管两端应采用难燃材料封堵。

f) 电缆沟和电缆隧道应采取防水措施; 其底部排水沟的坡度不应小于 0.5%, 并应设集水坑; 积水可经集水坑用泵排出, 当有条件时, 积水可直接排入下水道。

表 23 电缆支架层间垂直距离和通道宽度的最小净距

单位为毫米

名 称		电 缆 隧 道	电 缆 沟	
			沟深 0.6m 及以下	沟深 0.6m 以上
通道宽度	两侧设支架	1.0	0.3	0.5
	一侧设支架	0.9	0.3	0.45
电缆支架层间垂直距离	电力线路	0.2	0.15	0.15
	控制线路	0.12	0.1	0.1

表 24 电缆支架间或固定点间的最大间距

单位为毫米

敷设方式	塑料护套、铝包、铅包、钢带铠装		钢丝铠装
	电力电缆	控制电缆	
水平敷设	1.0	0.8	3.0
垂直敷设	1.5	1.0	6.0

**【条文解释】**

1 电缆构筑物（隧道、电缆沟等）内支架垂直距离和通道宽度及支架间和固定点的间距，是电缆敷设施工与巡视维护作业所必须的。

2 电力电缆与控制电缆分开排列显得越来越重要。原因有二：一是由于自动化程度的提高，低压智能配电系统的广泛应用，电缆数量的增多，控制电缆的抗干扰要求也日益严格，电力电缆与控制电缆敷设在一起，会产生对控制电缆的干扰，造成控制设备误动作。二是电力电缆发生火灾事故后波及控制电缆，使控制设备不能及时作出反应，事故进一步扩大，造成巨大损失，修复困难。

电缆在支架上排列顺序，根据我国惯例，都是按电压等级的高低、电力电缆和控制电缆、强电和弱电电缆的顺序自上而下排列。国外引进工程中也有从下而上排列顺序，与从上而下的排列顺序没有原则性的差别。

3 电缆沟不应设在可能流入熔化金属液体或损害电缆外护层和护套的地端。是保证电缆安全运行的需要。因此，对电缆沟的设置应避免这些地方。

4 电缆隧道、电缆沟极易积水，而影响电缆的安全运行，因此，要采取防水措施。采用积水坑是有效的排水措施。积水坑中可以安装潜水泵，并可实现自动排水，这个措施也开始得到应用，特别是无人值班的变电所，更需安装。

9.8.4.2 电缆沟在进入建筑物处应设防火墙。电缆的穿墙处保护管两端应采用难燃材料封堵。

**【条文解释】**

电缆沟进入建筑物或穿墙保护管两端采取防火措施，也是防止火灾事故的扩大。

9.8.4.3 电缆沟一般采用钢筋混凝土盖板，钢筋混凝土盖板的重量不宜超过 50kg，钢盖板的重量不宜超过 30kg。

**【条文解释】**

为便于维护人员，搬动电缆沟盖板，对盖板的重量作了规定。

## 9.8.5 架空电缆线路敷设

9.8.5.1 除架空绝缘型电缆（全塑自承式）外的非户外型电缆，使用在户外时，宜有罩、盖遮阳。

**【条文解释】**

非户外型电缆，不能耐紫外线敷设，长期在户外使用，将影响到寿命，因此，宜采用罩、盖的方法保护电缆。

9.8.5.2 架空电缆线路的敷设应符合下列规定：

- a) 架空电缆线路档距以 30~45m 为宜。
- b) 架空电缆线路每条钢索上宜架设一回电缆，杆上有两层钢索时，上下两钢索间的垂直间距不应小于 0.6m。
- c) 架空电缆在钢索上敷设，钢索应采用 7 / D3.0mm 的热浸锌钢绞线。电力电缆固定点的间距不应大于 0.75m；控制电缆固定点的间距不应大于 0.6m。

- d) 架空电缆线路距地面的距离不应小于 6m；通车困难的道路不应小于 4m。
- e) 架空电缆与架空线路同杆时，电缆应在架空线路的下面，电缆与最下层的架空线横担的垂直间距不应小于 0.6m。

**【条文解释】**

电缆架空敷设是指电缆固定在建筑物支架上和电杆上的敷设方式。

- 1 电缆本体较重，因此架空电缆线路的档距不宜过大。
- 2 钢索是便于架空电缆的悬挂。因此，钢索的选择，应能承受电缆本体的重量和发生电缆时的电力。
- 3 架空电缆与架空线路同杆架设，电缆线路应在架空线路下面，是便于施工、维修。

9.8.6 电缆桥架敷设

**【条文解释】**

采用桥架敷设电缆，在电气工程中已得到广泛应用。电缆桥架的优点是制作工厂化、系列化，质量容易控制，安装方便，安装后的电缆桥架美观整齐。

电缆桥架的种类有：钢制电缆桥架、铝合金制电缆桥架和玻璃钢制电缆桥架。最常用的是钢制电缆桥架，铝合金和玻璃钢电缆桥架在个别工程中也有应用。

9.8.6.1 电缆桥架配制安装要求：

- a) 桥架在每个支（吊）架上的固定应牢固，梯架（托盘）连接板的螺栓应紧固，螺母应位于桥架的外侧。
- b) 铝合金桥架在钢制支（吊）架固定时，应有防电化腐蚀的措施。
- c) 当直线段钢制电缆桥架超过 30m，铝合金或玻璃钢制电缆桥架超过 15m 时，应有伸缩缝，其连接处宜采用伸缩连接板。电缆桥架跨越建筑物伸缩缝处，应设置伸缩缝。
- d) 电缆桥架转弯处的转弯半径，不应小于该桥架上的电缆最小允许弯曲半径的最大者。

**【条文解释】**

- 1 桥架安装的基本要求。螺母位于外侧是便于拆装。
- 2 铝合金制托架与钢制支架直接接触时会产生电化学腐蚀，为避免铝合金托架的腐蚀，较为简便的方法是在铝合金托架和钢制支吊架间加绝缘衬垫。可利用电缆上剥下来的塑料护套切割而成。
- 3 钢的线膨胀系数为  $0.000012/^\circ\text{C}$ ，铝合金的线膨胀系数为  $0.000024/^\circ\text{C}$ 。当钢制电缆桥架的长度超过 30m 时，如果安装时与运行后的最大温差按  $50^\circ\text{C}$  计，则电缆桥架的长度变化为  $0.000012 \times 50 \times 30\text{m} = 18\text{mm}$ 。直线敷设的电缆桥架，要考虑因环境温度变化而引起的膨胀或收缩，因此施工时应按规定设置伸缩缝，以免产生过大的引力而破坏桥架本体。伸缩缝处采用伸缩连接板时，一般不必考虑伸缩缝的距离。厂家定型的伸缩连接板连接后的伸缩距离均能补偿桥架由于环境温度变化而引起的热胀冷缩。
- 4 电缆敷设要保持电缆弯曲半径不小于最小允许弯曲半径值，目的是防止破坏电缆的绝缘层和外护层，太小了要引起断裂而破坏导电功能。

9.8.6.2 金属电缆桥架及其支架和引入或引出的金属电缆导管应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠，应符合以下规定：

- a) 金属电缆桥架及其支架全长应不小于 2 处与保护线（PE）或保护中性线（PEN）干线相连接可靠。
- b) 非热浸锌电缆桥架间连接板的两端跨接铜芯接地线，接地线最小截面不小于  $4\text{mm}^2$ 。
- c) 热浸锌电缆桥架间连接板的两端不跨接接地线，但连接板两端应有不少于 2 个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

**【条文解释】**

本条规定的目的，是为了保证供电干线电路的使用安全。有的施工设计在桥架内底部，全线敷设一支铜或镀锌扁钢制成的保护地线（PE），且与桥架每段有数个电气连通点，则桥架的接地保护十分可靠。

9.8.6.3 电缆桥架布线应符合下列规定：

- a) 电缆桥架布线适用于电缆数量较多或较集中的场所；
- b) 电缆桥架水平敷设时的距地高度不宜低于 2.50m，垂直敷设时距地 1.8m 以下部分应加金属盖板保护，但敷设在电气专用房间（如配电室、电气竖井、技术层等）内时除外。

c) 电缆桥架水平敷设时,宜按荷载曲线选取最佳跨距进行支撑,跨距一般为 1.50~3m。垂直敷设时,其固定点间距不宜大于 2m。

d) 电缆桥架多层敷设时,其层间距离一般为:控制电缆间不应小于 0.2m;电力电缆间不应小于 0.30m;弱电电缆与电力电缆间不应小于 0.50m,如有屏蔽盖板可减少到 0.30m;桥架上部距顶棚或其他障碍物不应小于 0.30m。

e) 电缆在桥架内敷设时,电缆总截面面积与桥架横断面面积之比,电力电缆不应大于 40%,控制电缆不应大于 50%。

f) 电缆桥架内每根电缆每隔 50m 处,电缆的首端、尾端及主要转弯处应设标记,注明电缆编号、型号规格、起点和终点。

g) 几组电缆桥架在同一高度平行敷设时,各相邻电缆桥架间应考虑维护、检修距离。

#### 【条文解释】

1 电缆桥架布线的适用范围。

2 本条对桥架距地高度的规定仅指梯架和托盘桥架。槽板桥架距地高度可降低到 2.2m。

1.8m 以下为易触及部位。因此,应加金属盖板保护。

3 由于桥架敷设电缆数量较多、密集,而主要是靠支架承重。因此,支架之间的间距,应根据荷载来选择。间距过大,将使桥架受力变形,影响到电缆的安全运行。

垂直敷设固定点间距也一样,不能过大。

4 桥架敷设切忌叠放在一起。保持一定的间距是维护和散热的需要。

5 电缆总截面面积与桥架横断面面积之比的规定,一是便于施工;二是散热。

6 电缆设标志牌,是便于查找和运行检修的需要。

9.8.6.4 电缆桥架不宜敷设在有腐蚀性气体管道和热力管道的上方及腐蚀性液体管道的下方,否则应采取防腐、隔热措施。

电缆桥架与各种管道平行或交叉时,其最小净距应符合表 25 的规定。

表 25 电缆桥架与各种管道的最小净距

单位为毫米 m

管道类别		平行净距	交叉净距
一般工艺管道		0.4	0.3
具有腐蚀性气体管道		0.5	0.5
热力管道	有保温层	0.5	0.3
	无保温层	1.0	0.5

#### 【条文解释】

为防止对桥架的腐蚀和对电缆载流量的影响,电缆桥架不宜敷设在腐蚀性气体管道和热力管道的上方及腐蚀性液体管道的下方。

9.8.6.5 下列电缆,不宜敷设在同一层桥架内:

- 1kV 以上和 1kV 以下的电缆。
- 同一路径向一级负荷供电的双电源电缆。
- 电力电缆和非电力电缆。
- 应急照明和其他照明电缆。

#### 【条文解释】

本条的规定,是为了保障线路运行安全和避免相互间的干扰和影响。

#### 9.8.7 竖井内敷设

9.8.7.1 竖井内布线适用于多层和高层建筑内垂直配电干线的敷设。可采用金属管、金属槽盒、电缆、分支电缆、电缆桥架及封闭式母线等布线方式。

#### 【条文解释】

电气竖井内布线是高层民用建筑中强电及弱电垂直干线线路特有的一种综合布线方式。竖井内常用的布线方式为金属管、金属线槽、电缆或电缆桥架及封闭式母线等。

在电气竖井内除敷设干线回路外，还可以设置各层的电力照明配电箱及弱电线路的端子箱等电气设备。

9.8.7.2 竖井垂直布线时应考虑下列因素：

- a) 顶部最大垂直变位和层间垂直变位对干线的影响。
- b) 导线及金属保护管、罩等自重所带来的载重（荷重）影响及其固定方式。
- c) 垂直干线与分支干线的连接方法。

**【条文解释】**

1 高层建筑的垂直线路的顶部最大变位和层间变位是建筑物由于地震或风压等外部力量的作用而产生的。建筑物变位必然影响到布线系统，实践证明，这个影响对封闭式母线、金属线槽布线的影响最大，金属管布线次之，电缆布线最小。为保证线路的运行安全，在线路的固定、连接及分支上应采取相应的防变位措施。

2 线路敷设时，在每个支持点处同时承受三个荷载：

- a 导线、电缆及金属管槽等的自重。
- b 导体通电以后，由于热应力和周围的环境温度经常变化而产生的反复荷载（材料的潜伸）
- c 线路由于短路时的电磁力而产生的荷载。

因此，在支持点处存在着损坏导体绝缘或管槽的危险因素。所以，要充分研究支持方式及导体被覆材料的选择。

3 垂直干线与分支干线的连接方法，直接影响供电的可靠性和工程造价，必须充分进行研究。特别应注意铝芯导体的连接和铜—铝接头的处理问题。

9.8.7.3 竖井的位置和数量应根据用电负荷性质、供电半径、建筑物的沉降缝设置和防火分区等因素确定。选择竖井位置时应符合下列规定：

- a) 靠近用电负荷中心，应尽可能减少干线电缆沟道的长度。
- b) 不应和电梯、管道间共用同一竖井。
- c) 避免邻近烟道、热力管道及其他散热量大或潮湿的设施。
- e) 在条件允许时宜避免与电梯井及楼梯间相邻。

**【条文解释】**

电气竖井的位置和数量选择，应保证系统的可靠性和减少电能损耗。

1 靠近负荷中心，特别应该注意与变电所或机房等部位的联系方便，以减少损耗、节省投资。

2 电气竖井不能与电梯井或其他管井共用，是为了保证竖井内电气线路及电气设备的运行安全。

《高层民用建筑防火规范》明确规定：“电缆井、管道井、排烟道、排气道、垃圾道等竖向管井应分别独立设置”。

3 电气竖井如邻近烟道等热源或潮湿设施，会使竖井内温度升高，影响线路导体允许载流能力、使配电用断路器误动作或因潮湿而使竖井内线路绝缘强度降低、金属件锈蚀等。否则，应采取相应的隔热、防潮措施。

4 电气竖井和电梯井或楼梯间相邻，会使由竖井内引出的线路通道狭窄，影响出线。电气竖井与电梯井道为邻，竖井内墙面利用率减少且产生震动不利于线路运行。

另外，因电梯为反复短时工作制负荷，在靠近其控制电器及线路部分，易带来对竖井内线路的干扰，这也是应注意的问题。

9.8.7.4 竖井的井壁应是耐火极限不低于 1 h 的非燃烧体。竖井在每层楼应设维护检修门并应开向公共走廊，其耐火等级不应低于丙级。楼层间应做防火密封隔离，隔离措施如下：

- a) 封闭式母线、电缆桥架及金属槽盒在穿过楼板处采用防火隔板及防火堵料隔离。
- b) 电缆和绝缘电线穿钢管布线时，应在楼层间预埋钢管，布线后两端管口空隙应做密封隔离。

**【条文解释】**

本条是根据建筑物防火要求和防止电气线路在火灾时延燃等要求而规定的。《高层民用建筑防火规范》明确规定：“电缆井、管道井……，其井壁应为耐火极限不低于一小时的非燃烧体。井壁上的检查门应采用丙级防火门。电缆井、管道井应每隔 2~3 层在不÷楼板处用相当于楼板耐火极限的非燃烧体作防火分隔”。

为防止火灾沿电气线路蔓延，封闭式母线、电缆桥架、金属线槽、金属管或电缆等布线在穿过竖井楼

**板或墙壁时，应以防火隔板、防火堵料作好密封隔离。**

9.8.7.5 竖井内高压、低压和应急电源的电气线路，相互之间的距离应等于或大于 300mm，或采取隔离措施，并且高压线路应设有明显标志。当电力线路和非电力线路在同一竖井内敷设时，应分别在竖井两侧敷设或采取隔离措施以防止干扰，对于回路线及种类较多的电力线路和非电力线路的电气线路，应分别设置在不同的竖井内。

**【条文解释】**

1 由于高压、低压和应急电源的电气线路的功能不一，为避免发生故障后对其他线路的影响，相互之间应有一定的距离，如果达不到规定的要求，应采取隔离措施。

2 规定电力线路和非电力线路在同一竖井两侧分别敷设，是防止强电的干扰，而影响到弱电装置的正常工作。分别敷设，不仅便于维护，更主要的是避免了干扰。

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

a) 导线截面在 50 mm<sup>2</sup> 及以下，长度大于 30m 时。

b) 导线截面在 50 mm<sup>2</sup> 以上，长度大于 20m 时。

c) 竖井大小除满足布线间隔及端子箱、配电箱布置所必须尺寸外，并宜在箱体前留有不小于 0.8m 的操作、维护通道。

d) 竖井内不应有与其无关的管道等通过。

**【条文解释】**

1 垂直敷设的线路，由于导线自身的重量，不在一定的距离增加固定点，在导线上方与电气设备端子连接处的受力，将会造成连接端子的损坏。因此规定在固定盒内将导线固定。

2 电气竖井的大小应根据线路及设备的布置确定，而且必须充分考虑布线施工及设备运行的操作维护距离。目前在一些工程中受土建布局的限制，大部分电气竖井的尺寸较小，给使用和维护带来很多问题，值得引起重视。

9.8.7.7 竖井内应有接地干线和接地端子。

**【条文解释】**

**竖井内装设接地干线和接地端子，是便于竖井内电气设备和电气线路的接地，不能忽视。**

9.8.8 多孔导管（排管）内敷设

9.8.8.1 电缆在多孔导管（排管）内敷设，应采用塑料护套电缆或裸铠装电缆。

**【条文解释】**

目前采用多孔空导管敷设电力电缆，已得到广泛应用。多孔导管敷设比起直埋和电缆沟敷设有许多优越性。多孔导管敷设，同样便于维护和更换电缆，但造价比电缆沟低。而且导管制造也有 DL/T802 电力行业标准。多孔导管内敷设的电缆型号的选择与在金属导管敷设的要求一样，都不应采用铠装电缆，以防在铠装层损坏时，电缆不易更换。

9.8.8.2 多孔导管（排管）可采用混凝土管或塑料管，并应一次留足备用管孔数，但电缆数量不宜超过 12 根。当无法预计发展情况时，可留 1~2 个备用孔。

**【条文解释】**

本条规定了多孔导管的选用要求。按照 DL/T802 电力行业标准规定，电缆导管有：玻璃纤维增强塑料电缆导管、氯化聚氯乙烯电缆导管、硬聚氯乙烯塑料双壁波纹电缆导管、纤维水泥电缆导管、承插式混凝土预制电缆导管等。

9.8.8.3 当地面上均匀荷载超过 10t / m 时或排管通过铁路及遇有类似情况时，必须采取加固措施，防止多孔导管（排管）受到机械损伤。

**【条文解释】**

多孔导管理设在地中，超过一定的均匀荷载，将使导管破裂。不仅运行到电缆的运行安全，而且在电缆损坏时不易更换。

9.8.8.4 多孔导管（排管）孔的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。但穿电力电缆的管孔内径不应小于 90mm；穿控制电缆的管孔内径不应小于 75mm。

**【条文解释】**

**便于电缆施工穿管。**

9.8.8.5 多孔导管（排管）的敷设应符合下列规定。

- a) 多孔导管（排管）安装时，应有倾向人孔井侧不小于 0.5% 的排水坡度，并在人孔井内设集水坑，以便集中排水；
- b) 多孔导管（排管）顶部距地面不应小于 0.7m，在人行道下面时不应小于 0.5m；
- c) 多孔导管（排管）沟底部应垫平夯实，并应铺设厚度不小于 60mm 的混凝土垫层。

**【条文解释】**

1 多孔导管及电缆沟，每隔 50m 就要设置人孔井，以便于对电缆的维护。规定排水坡度，是防止导管内积水，影响电缆的运行安全。

2 人行道的荷载，小于道路荷载，因此埋设深度可小于道路。

3 多孔导管底部，铺设混凝土垫层，是为了使电缆导管，不受地面局部沉降的影响，而使电缆受力和便于更换电缆。

9.8.9 矿物绝缘（MI）电缆敷设

**【条文解释】**

矿物绝缘电缆，其绝缘是由紧压成型的粉末矿物密实体组成的电缆。按照《额定电压 750V 及以下矿物绝缘电缆及终端》GB/T 13033—2007 的规定，矿物绝缘电缆有二种：500V 电缆（轻型），使用时导体和铜护套及导体之间的电压应不超过 500V（有效值）或者直流电压 500V；750V 电缆（重型），使用时导体和铜护套及导体之间的电压应不超过 750V（有效值）或者直流电压 750V。

9.8.8.1 宜适用于高温或耐火需要的场所。

**【条文解释】**

矿物绝缘电缆，由于其绝缘材料是采用“矿物质”，如氧化镁电缆，所以阻燃、耐火性能优于其他绝缘材料，所以适用于高温和耐火、爆炸性环境需要的场所。其价格高于其他绝缘材料制成的电缆。

宜适用于民用建筑中的下列场所：

1) 特级和一级火灾自动报警系统保护对象的有耐火要求的消防系统（如火灾探测报警系统、消防联动控制系统、送排风（烟）控制系统、应急照明系统）及救生系统等。

2) 必需确保人身、财产安全的场合。

9.8.8.2 电缆敷设的全部路径应满足表 26 规定的电缆最小弯曲半径的要求。

表 26 电缆允许最小弯曲半径

电缆外径 D, mm	$D < 7$	$7 \leq D < 12$	$12 \leq D < 15$	$D \geq 15$
R, mm	2 D	3 D	4 D	6 D

9.8.8.3 电缆敷设时，除在弯曲处、中间联结器两侧，有条件固定的应加以固定外，固定点间距可参见表 27 推荐的数据固定。

表 27 电缆固定点之间的最大间距

电缆外径, mm		$D < 9$	$9 \leq D < 15$	$D \geq 15$
固定点之间的最大间距, mm	水平	600	900	1500
	垂直	800	1200	2000

**【条文解释】**

本条是矿物绝缘电缆敷设时固定位置确定的规定。

9.8.8.4 电缆敷设应符合下列规定：

a) 电缆在温度变化大的场所、振动设备的布线（如电动机进线或发电机出线）、建筑物沉降缝和伸缩缝之间敷设时，由于环境条件可能造成电缆振动和伸缩，应考虑将电缆敷设成“S”或“Ω”型，其弯曲半径应不小于电缆外径的 6 倍。

b) 当电缆倾斜敷设时，电缆与垂直方向成  $30^\circ$  及以下时，按垂直间距固定；大于  $30^\circ$  时，按水平间距固定

c) 对电缆在运行中可能遭受到机械损伤的部位应采取适当的保护措施。

d) 当电缆敷设在铜护套有腐蚀作用的环境中，或部分埋地、穿管敷设时，应采用有聚氯乙烯护

套电缆。

**【条文解释】**

**本条是矿物绝缘电缆敷设的规定要求。**

9.8.10 预分支电缆敷设

9.8.10.1 根据预分支电缆的结构特点，通常将分支电缆紧紧地绑扎在主干电缆上，待主干电缆安装固定后，分支电缆绑扎解开，敷设安装时不应过分强拉分支电缆。

**【条文解释】**

**本条的规定，是对预分支电缆敷设时的施工工艺的次序要求。如不将分支电缆绑扎在主干电缆上，在主干电缆敷设过程中，分支电缆的连接部分受力，将造成分支连接部分损坏。**

9.8.10.2 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和电磁干扰，禁止使用导磁金属夹具。

**【条文解释】**

**见 9.6.1.4 条说明。**

9.9 架空线

9.9.1 架空绝缘导线

9.9.1.1 架空线路的导线，宜采用绝缘导线。架空绝缘导线设计最小截面规定为：

- a) 铝或铝合金芯绝缘线 主干线：95mm<sup>2</sup>； 分支线：35mm<sup>2</sup>；
- b) 铜芯绝缘线 主干线：70mm<sup>2</sup>； 分支线：16mm<sup>2</sup>。

**【条文解释】**

**低压架空线路采用绝缘导线是安全运行的需要。最小截面的规定是满足电压降的要求。**

9.9.1.2 下列地区在无条件采用电缆线路供电时应采用架空绝缘导线：

- a) 裸导线与建筑物的距离不能满足要求的地区。
- b) 高层建筑群地区。
- c) 人口密集，繁华街道区。
- d) 绿化地区及林带。
- e) 污秽严重地区。

**【条文解释】**

**本条规定了采用架空绝缘导线的范围。**

9.9.1.3 线路导线每相的过引线、引下线与邻相的过引线、引下线或导线之间的净空距离，绝缘导线不应小于 100mm。导线与拉线、电杆间的净空距离，绝缘导线不应小于 50mm。

**【条文解释】**

**过引线系指导线的引流线。引下线系指变压器的二次引线。根据过电压保护的要求，本条规定引下线与低压线的距离不应小于 100mm。**

9.9.1.4 集束型架空绝缘导线宜采用专用金具固定在电杆或墙壁上；分相敷设的绝缘导线宜采用水平排列或垂直排列。排列应统一，中性线宜靠电杆或建筑物，同一地区的中性线位置应统一。同一回路的中性线不宜高于相线。

**【条文解释】**

**1 集束型架空绝缘导线，是指用于低压架空线路的两根、三根或四根绝缘导线平行连接在一起的导线束。**

**2 同一地区的中性线位置应统一，对设计、施工、安全运行都是有利的。中性线在低压电网中是很重要的。由于中性线位置变化而接错中性线和中断中性线，易造成烧毁低压设备，为保证运行安全、方便检修，在一个供电地区范围内，要求中性线位置尽量统一。中性线架在电杆侧或靠近建筑物，运行、检修人员登杆作业较安全，也便于接户线引入，当房屋上有人触及低压线时，先碰到中性线相对比较安全。**

**3 同一回路的中性线不宜高于相线，主要是为了安全，当维护需要穿越导线时，不易触及相线。**

9.9.1.5 同杆架设的中、低压绝缘线路，横担之间的最小垂直距离：中压与低压不小于 1m，低压与低

压不小于 0.3m；导线支承点间的最小水平距离为 0.3m。

**【条文解释】**

同杆架设的最小垂直距离，除考虑运行电压、档距、覆冰等因素外，还应满足杆上作业安全距离的要求。

9.9.1.6 沿建筑物架设的绝缘导线，支持点间的距离不宜大于 6m。

**【条文解释】**

本条的规定，是保证绝缘导线的弧垂不超过规定的要求。支持点过大弧垂将增大，且对地面的距离有时会满足不了规定的要求。

9.9.1.7 各相导线的弧垂应一致。同一档距内，同层导线截面不同时，导线的弧垂应以其中最小截面的弧垂确定。施放导线时应考虑初伸长，铝或铝合金绝缘线减小弧垂 20%，铜芯绝缘线减小弧垂 7%~8%。

**【条文解释】**

导线弧垂本应由计算确定，如果不按最小截面的弧垂确定，施工完毕运行时，造成导线截面小的弧垂小，导线截面大的弧垂大的现象，给运行带来隐患。

导线弧垂对塑性伸长的运行，而采取的减少弧垂法补偿的百分数。此法是目前广泛采用的处理初伸长的方法。

9.9.1.8 绝缘导线在最大弧垂时，对地面及跨越物的最小垂直距离应符合表 28 的规定。

表 28 绝缘导线在最大弧垂时，对地面及跨越物的最小垂直距离 单位为毫米

线路经过地区	最小垂直距离	线路经过地区	最小垂直距离
繁华市区	6.0	至电车行车线、人行天桥	3.0
一般城区	5.0	至河流最高水位（通航）	6.0
交通困难地区	4.0	至河流最高水位（不通航）	3.0
至铁路轨顶	7.5	与索道距离（含水平距离）	1.5

**【条文解释】**

本条规定的对地面距离，是为了保证汽车、火车及人员通行的安全。一般汽车载货高度可达 4m，并留有一定的裕度。

9.9.1.9 绝缘导线与树木（考虑自然生长高度）之间的垂直距离，不小于 3m。通过公园、绿化区和防护林带时，与树木的净空距离在风偏情况下应不小于 1m。与街道行道树在最大弧垂情况下的最小垂直距离为 0.2m，在最大风偏情况下的最小水平距离为 0.5m。

**【条文解释】**

本条规定了超过林木时的距离。绝缘导线穿过防护林带也要保持一定距离，防止因长期接触林木时的碰撞而使绝缘层损坏。

9.9.1.10 绝缘导线放线宜在干燥的天气下进行，施放时不得在地面、杆塔或其他物体上拖拉，以防损伤绝缘层、线芯。绝缘线损伤的处理应按规定进行。

**【条文解释】**

本条是对绝缘导线施放时的规定，目的防止绝缘导线损伤。

9.9.1.11 绝缘线的连接不允许缠绕，应采用专用的线夹、接续管连接。绝缘线连接后应进行绝缘处理，绝缘线的全部端头、接头都要进行绝缘密封，不得有导线、接头裸露，防止进水。

**【条文解释】**

绝缘导线工程施工时的基本要求。绝缘导线的连接应采用专用线夹，此种线夹是为绝缘线的配套产品。连接后要进行绝缘密封处理，确保绝缘线的绝缘良好。

9.9.1.12 悬挂绝缘线的钢绞线的自重荷载应包括绝缘线、钢绞线绝缘支架质量及 200kg 施工荷重。钢绞线的最小截面不应小于 50 mm<sup>2</sup>。

**【条文解释】**

绝缘导线除了在电杆上架设外，还可以用悬挂方式敷设。本条规定了对钢绞线的要求，防止在施工时因钢绞线的强度承受不了发生断裂造成人身事故的发生。最小截面是考虑钢绞线自身的机械强度而作的规定。

9.9.2 架空裸导线

9.9.2.1 架空裸导线，应符合国家电线产品技术标准，严禁使用单股铝线、断股、破股（拆股）线和铁线。其最小截面规定为：

——裸铜线 主干线：50mm<sup>2</sup>；分干线：35mm<sup>2</sup> 分支线：16mm<sup>2</sup>。

——裸钢芯铝绞线（铝绞线及铝合金线） 主干线：95mm<sup>2</sup>；分干线：70mm<sup>2</sup> 分支线：50mm<sup>2</sup>。

**【条文解释】**

**规定架空裸导线的最小截面，是安全运行的需要。另外作为用户导线的截面规格不宜过多。**

9.9.2.2 架空裸导线的线间距离，应符合表 29 的规定。

表 29 架空裸导线最小线间的距离

单位为毫米

装置方式	条 件	线间最小距离 (m)	
水平排列	档距在 40 米及以下	0.3	
	档距在 50 米	0.4	
	档距在 60 米	0.45	
	靠近电杆的相邻导线	0.5	
多层排列导线间的垂直距离	直线杆	0.6	
	转角、分支杆	0.3	
同杆架设	导线与上层的 1-10KV 高压线垂直距离	直线杆	1.2
		转角杆	1.0
	导线与下层的通信、广播、电视线垂直距离	1.5	

9.9.2.3 裸导线在最大弧垂和最大风偏时，对地面、水面、邻近建筑物及交叉跨越线路的最小距离应符合表 30 的规定。跨越铁路，高速公路、一级公路，主要通航河流，一、二级弱电线路的跨越档，导线支持要双固定，导线不应有接头（窄轨铁路除外）。架空线与 I 级通讯线的交叉角  $\geq 45^\circ$ ；与 II 级通讯线交叉角  $\geq 30^\circ$ ；与 III 级通讯线交叉角不作规定。

**【条文解释】**

**1 跨越档，导线支持采用双固定，是防止导线断线时，不影响通行、通航、弱电线路的安全。**

**2 对通信线路的跨越交叉角的规定，是避免对弱电线路的干扰。**

9.9.2.4 裸导线在施放时，应采取措施防止发生磨损、断股、金钩（小绕）及过扭现象。

**【条文解释】**

**导线在展放过程中，容易出现一些损伤情况，有的还能出现严重损伤，影响导线机械强度。本条提出一些基本状况，应予以防止，以利导线架设后，满足机械强度和安全运行。**

9.9.2.5 同一回路的各相导线不得采用不同的金属材料，扎线应与导线材料相同。在一个档距内每根导线不应超过一个接头，不同金属、不同规格、不同绞向的铝线或钢芯铝线在绝缘子或金具固定处，宜包铝包带。档距内导线接头距导线的固定点不应小于 0.5m。

**【条文解释】**

**由于各种金属导线性能不同，故不能在档距中进行连接。不同金属、不同规格的导线在档距内连接，造成事故较多，如接错不良、受力不均造成断线、间断供电等现象，为保证供电可靠性，作出此规定。**

9.9.2.6 架空导线一般采用水平排列。中性线应装在靠近电杆或建筑物侧，同一地区的中性线位置应统一。同一回路的中性线，不应高于相线。路灯线在电杆上的位置，不应高于其他相线和中性线。

**【条文解释】**

**1 低压线路导线排列方式，一般为水平排列。其优点如下：**

- 1) 结构简单，便于施工和运行维护。
- 2) 电杆受力均匀，增大了线间距离，提高线路安全运行的可靠性。
- 3) 便于带电作业。

**2 一个地区的低压线路的导线相位排列应统一，这对设计、施工、安全运行是必要的。**

**3 中性线在低压电网中是很重要的，特别是“照明和动力合一”供电方式表现更为突出。在实践**

中，由于中性线位置的变化而接错中性线、断中性线等情况，造成烧低压设备事故较多，特别是烧损家用电器的事故。为保证安全运行，方便检修，对中性线除有一定截面要求外，还应考虑安装位置。根据调查了解，我省各地情况不同，尚不能作出统一规定，但在一个地区范围内，低压配电网的中性线位置应该统一，这是可以做到的。

4 统一回路的中性线不高于相线，是运行、维护、检修的安全需要。特别是在业扩工作中，接线是不需要穿越相线，首先接触到中性线相对较为安全，同时也便于接户线的引入。

5 路灯线在电杆上的位置，不应高于其他相线和中性线，是因为城镇中路灯线与配电线路同杆架设还存在，路灯线只在晚间供电，从安全出发，在低压线路工作时，工作人员穿越路灯线是比较安全的。

9.9.2.7 线路导线每相的过引线、引下线与邻相的过引线、引下线或导线之间的净空距离，裸导线不应小于 150mm。导线与拉线、电杆间的净空距离，裸导线不应小于 100mm。

#### 【条文解释】

过引线系指导线的引流线，引下线系指开关、电气设备等的引线。本条规定了低压线路过引线、引下线之间的最小线间安全距离。

9.9.2.8 架空线路的档距，采用下列数值：

- a) 城镇和村庄：(40~50)m；
- b) 郊区：(40~60)m；
- c) 田间：(50~70)m。

#### 【条文解释】

##### 1 低压线

9.9.2.9 各相导线的弧垂应一致。同一档距内，同层导线截面不同时，导线的弧垂应以其中最小截面的弧垂确定。施放导线时应考虑初伸长，一般裸铝线减小弧垂 20%，裸钢芯铝线减少弧垂 12%。

表 30 架空裸导线对地和跨越物的最小距离

单位为毫米

线路经过地区或跨越项目		最小距离
地面 道路	市区、厂区城镇、公社、公路、 自然村、田野等非居民区	6.0 5.0
	铁路	至铁路轨顶
通航河流		常年洪水位
房屋建筑	垂直	2.5
	水平、最凸出部分	1.0
街道绿化 树木	垂直	1.0
	水平	
通讯线	交叉跨越（电力线应在上方）	1.0
广播线	水平	倒杆距离
特殊管道、一般 管道、索道	垂直（电力线在下面至电力线上的保护设施）	1.5
	水平（在路径限制，至管道、索道任何部分）	1.5
人行天桥	垂直	4.0
	水平（导线边线至人行天桥边缘）	2.0
垂直距 离	1kV 及以下	1.0
	1-10kV	2.0
	35-110kV	3.0
	154-220kV	4.0
	500kV	8.5

电力线	水平距离	1kV 及以下	2.5
		6-10kV	2.5
		35-110kV	5.0
		154-220kV	7.0
		500kV	13.0

### 9.9.3 导线连接

#### 9.9.3.1 导线的连接应符合以下要求：

- 钢芯铝绞线、铝绞线在档距内的连接，宜采用钳压方法。
- 铜绞线在档距内的接头，应采用插接或钳压方法。
- 铜绞线与铝绞线的接头，应采用铜铝过渡线夹或采用插接方法。
- 铜绞线、铝绞线的引下线（跳线）应采用钳压、线夹连接方法。
- 导线接头电阻，不应大于等长导线的电阻。档距内接头的机械强度，不应小于导线计算拉断力的95%。

#### 【条文解释】

**本条提出了导线的接头方式。**

**低压线路在运行中，无法测量接头的机械强度，也很少测试接头的温度，因此，对导线接头所要求达到的机械、电气性能，只有依靠接头工艺来保证。目前采用的钳压法并按照工艺要求连接导线，在运行后，接头的机械强度、电阻值，基本上符合要求。**

#### 9.9.3.2 采用压接管连接应符合下列规定：

- 压接管型号与导线截面一致。
- 导线钳压模数及压后的尺寸应符合表 31、32 的规定。
- 钳压后，导线端头露出管外不应小于 20mm，导线端头的绑线不应拆除。
- 压接后管身应平直，压接管的弯曲度（弯度与长度之比）不应大于 1%，超过时应予校直，校直后压接管不应有裂纹。
- 压接后，压接管两端附近的导线不应有松股等现象。
- 压接后，压接管两端出口处、合缝处应涂刷防潮剂或油漆。

表 31 铝绞线的压接

导线截面, mm <sup>2</sup>	16	25	35	50	70	95	120	150	185
压口数	6	6	6	8	8	10	10	10	10
压后尺寸 D, mm	10.5	12.5	14	16.5	19.5	23	26	30	33.5

表 32 钢芯铝绞线的压接

导线截面, mm <sup>2</sup>	16/3	25/4	35/6	50/8	70/10	95/20	120/20	150/24	185/26	240/30
压口数	12	14	14	16	16	20	24	24	26	2×14
压后尺寸 D, mm	12.5	14.5	17.5	20.5	25.0	29.0	33.0	36.0	39.0	43.0

#### 【条文解释】

**导线连接采用钳压管连接，应按工艺要求去做。主要是铅压的压口位置和操作顺序。钳压连接压接顺序见下图**

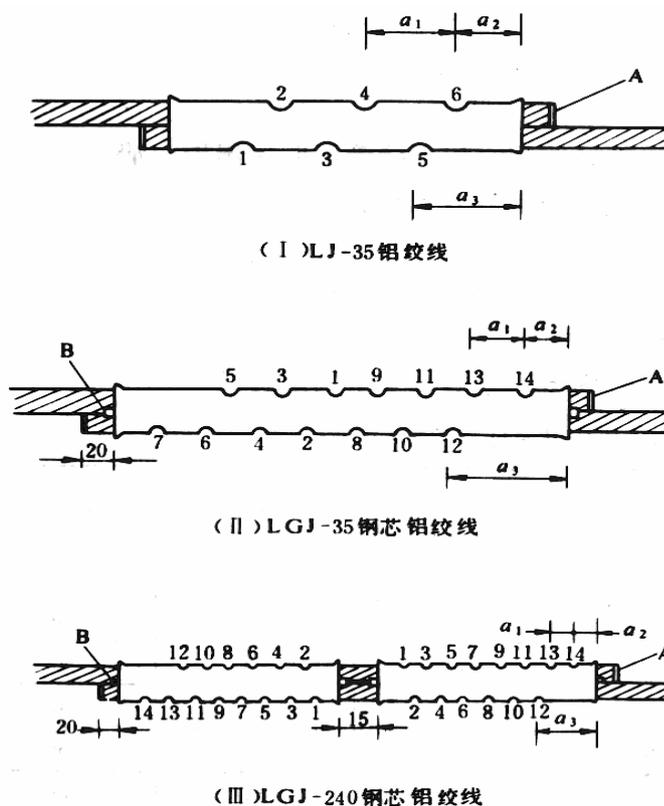


图 9.9.3.2 钳压管连接图  
1、2、3、...表示压接操作顺序  
A—绑线；B—垫片

#### 9.9.4 基坑、电杆、拉线

9.9.4.1 电杆应采用梢径不小于 190mm，杆长不低于 10m 的水泥电杆；使用在终端、转角处的应采用梢径为 190mm 的非预应力水泥电杆。其埋深应符合表 4 的规定。使用在终端、转角对疏松土壤及转角、终端等杆应适当加深、加固，对低洼易积水的地方，杆根四周应将泥土填高夯实以利泄水。

##### 【条文解释】

1 规定采用非预应力混凝土电杆。杆长的规定，是保证在运行中最大弧垂情况下，仍能满足对地面的距离。

2 电杆埋设深度系按  $1/6H$  和  $1/10H+0.6$  ( $H$  为杆高) 进行计算，并综合考虑其它有关条件后确定的。这适用于在一般土壤内的电杆。

据了解，各地采用的配电线路电杆埋设深，为杆长的  $1/6$ ，施工、运行中比较安全。

9.9.4.2 电杆在终端、转角及分支处应加装拉线。拉线装置应符合下列规定：

a) 拉线与电杆的夹角一般采用  $45^\circ$ ，应不小于  $30^\circ$ 。

b) 拉线宜采用热浸镀锌钢绞线，截面应不小于  $25\text{mm}^2$ 。当下端采用圆钢拉棒时，其直径应不小于 16mm，拉线棒应热浸镀锌。腐蚀地区拉线棒直径适当加大 (2mm~4mm) 或采取其他有效的防腐措施。下端拉棒露出地面 (0.3~0.5)m。

d) 拉线穿越带电导线时，应装隔离绝缘子，在断拉线情况下拉线绝缘子对地面处应不少于 2.5m，地面范围的拉线应设置保护套。

e) 拉线下端应固定在埋于地下的地龙木、石条或水泥拉线盘上，不应固定在树上和一般建筑物上。拉线盘埋深一般不小于电杆埋深。

##### 【条文解释】

本条是对电杆装设拉线的一般规定。拉线装设隔离绝缘子 (俗称拉线绝缘子)，是安全的需要，防止架空裸导线在运行中带电导线断线而碰触拉线使拉线带电，造成人身触电伤亡事故。

9.9.4.3 拉线上、下把连接片的装置要求：

- a) 花兰螺丝杆必须在露扣调整后，再用 $\Phi 4.0$ 热浸锌铁线锁住。
- b) UT型线夹螺杆应设双螺帽，拉线断头应用铁丝绑扎。
- c) 元宝螺栓应互相颠倒装设，最后一个元宝螺栓应装于拉线断头侧，断头端用铁丝绑扎，螺栓应配有弹簧垫圈。
- d) 楔型线夹内部要光滑，舌板与拉线接触紧密，断头端应用铁丝绑扎。

**【条文解释】**

**本条是对拉线连接片的安装要求。目前，花篮螺栓采用较少，普遍采用UT型线夹。**

9.9.4.4 三相四线线路一般采用不小于 $63\text{mm}\times 63\text{mm}\times 6\text{mm}$ 的角钢横担或瓷横担。其组装位置，一般在受电侧。转角、分支、终端杆的横担，应装于张力反侧。

**【条文解释】**

**横担的规格应经计算确定。本条规定的角钢横担最小规格，是普遍采用的。**

9.9.4.5 绝缘子可采用针式和蝶式绝缘子或瓷横担，导线截面在 $16\text{mm}^2$ 以上的以及转角杆、终端杆应采用蝶式绝缘子或悬式绝缘子。瓷横担和绝缘子应完整无损。

**【条文解释】**

**目前，低压线路一般采用蝶式绝缘子。**

**蝶式绝缘子的规格尺寸见表9.9.4.5。**

**表 9.9.4.5 低压蝶式绝缘子主要尺寸**

型号	图号	$H$	$h$	$D$	$d$	$d_1$	$d_2$	$R$
ED-1	3	90	46	100	95	50	22	12
ED-2	3	75	38	80	75	42	20	10
ED-3	3	65	34	70	65	36	16	8
ED-4	3	50	26	60	55	30	16	6

注：1 产品型号说明为：ED——低压线路绝缘子；“-”后数字为形状尺寸序数，“1”为尺寸最大的一种。  
2 “ $H$ ”为绝缘子高度；“ $D$ ”为绝缘子上裙边直径；“ $R$ ”为绝缘子敷线处的半径，“ $h$ ”为绝缘子端部至敷线处的尺寸；“ $d$ ”为绝缘子下裙边的直径；“ $d_1$ ”为敷线处最小尺寸；“ $d_2$ ”为孔的直径。

9.9.4.6 角钢横担、金属构架、抱箍等金具应经热浸锌防腐处理。

**【条文解释】**

**目前热浸锌制品使用较为普遍，为确保线路器材长期运行可靠，强调了提高材料的防腐能力的要求，均应使用热浸锌制品。**

9.9.5 铝芯导线的使用

9.9.5.1 采用铝芯绝缘导线时应符合本规程各章节的有关规定。

9.9.5.2 在下列情况使用铝芯绝缘线时，应采用明、暗金属管配线：

- a) 凡空气中含有对铝起腐蚀作用的气体或蒸汽的场所。
- b) 建筑物的平顶内。

**【条文解释】**

**铝芯导线在一般环境中可以明敷使用。本条规定的两种环境须采用明、暗管敷设是电气线路安全运行的需要。**

9.9.5.3 在下列情况下严禁使用铝芯导线：

- a) 重要的资料室，包括档案室、书库、重要的库房及集会场所。
- b) 易燃易爆的生产厂房及仓库（见第9.2.1、9.2.2条）；
- c) 剧场的舞台照明；
- d) 配电盘的二次回路；
- e) 移动用的导线或敷设在有剧烈震动场所的导线。

**【条文解释】**

**铝芯导线由于其性能极易发生氧化和接触不良，从而发生事故。因此规定的五种场所严禁使用铝芯导线。**

#### 9.9.5.4 铝芯导线的连接符合下列规定：

- a) 一般可采用熔接、压接等方法，严禁采用绞接或绑接；
- b) 连接前应把铝芯导线接触面的氧化层刷去涂上中性凡士林；
- c) 采用熔接时，其连接长度不应小于表 33 所列数值；
- d) 铜芯与铝芯导线的连接应采用铜铝接头、铜铝压接管和铜线上镀锡等方法，防止电化腐蚀。

表 33 铝芯导线连接长度表

单股铝绞线		多股铝绞线	
导线截面, mm <sup>2</sup>	连接长度, mm	导线截面, mm <sup>2</sup>	连接长度, mm
2.5	20	16	60
4	25	25	70
6	30	35	80
10	40	50	90
		70	100
		95	120

#### 【条文解释】

铝芯导线直接连接极易发生氧化而接触不良。因此铝芯导线不应采用直接连接的方法。本条规定铝芯导线的连接方法，是保证电气线路的可靠运行。

### 10 照明电气装置

#### 10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于工业及民用建筑物内的照明电气装置，不适用于矿井下、船舶等特殊场所的电气照明装置。

10.1.2 照明装置的器具应完整无损，安全可靠。明装的开关，插座及吊线盒，应选用明装型接线盒。暗装的开关及插座应装牢在开关盒内，开关盒应有完整的盖板。

#### 【条文解释】

本条的规定，是照明装置的一般要求。

10.1.3 照明光源的选择应符合下列规定：

- a) 高度较低房间，如办公室、教室、会议室及仪表、电子等生产车间宜采用细管径直管形荧光灯。
- b) 商店营业厅宜采用细管径直管形荧光灯、紧凑型荧光灯或小功率的金属卤化物灯。
- c) 高度较高的工业厂房，应按照生产使用要求，采用金属卤化物灯或高压钠灯，亦可采用大功率细管径荧光灯。
- d) 一般照明场所不宜采用荧光高压汞灯，不应采用自整流荧光高压汞灯。
- e) 一般情况下，室内外照明不应采用普通照明白炽灯；在特殊情况下需采用时，其额定功率不应超过 100W。

#### 【条文解释】

在选择照明光源时，不单是比较光源价格，更应进行全寿命期的综合经济分析比较，因为一些高效、节能和长寿命光源，虽然价格较高，但使用数量减少，运行维护费用降低，经济上和技术上是合理的。本条是选择光源的一般原则。

1 细管径（≤26mm）直管形荧光灯光效高、寿命长、显色性较好，适用于高度较低的房间，如办公室、教室、会议室及仪表、电子等生产场所。

2 商店营业厅宜用细管径（≤26mm）直管形荧光灯，以紧凑型荧光灯取代白炽灯，以节约能源。小功率的金属卤化物灯因其光效高、寿命长和显色性好，可用于商店照明。

3 高大的工业厂房应采用金属卤化物灯或高压钠灯。金属卤化物灯具有光效高、寿命长等优点，因而得到普遍应用，而高压钠灯光效更高、寿命更长，价格较低，但其显色性差，可用于辨色要求不高的场所，如：锻工车间、炼铁车间、材料库、成品库等。

4 和其他高强气体放电灯相比，荧光高压钠灯光效较低，寿命也不长，显色指数也不高，故不宜

采用。自整流荧光高压汞灯光效更低，故不应采用。

**5 因白炽灯光效低和寿命短，为节约能源，一般情况下，不应采用普通照明白炽灯，如普通白炽灯泡或卤钨灯等；在特殊情况下需采用时，应采用 100W 及以下的白炽灯。**

10.1.4 下列工作场所可采用白炽灯：

- a) 要求瞬时启动和连续调光的场所，使用其他光源技术经济不合理时。
- b) 对防止电磁干扰要求严格的场所。
- c) 开关灯频繁的场合。
- d) 照度要求不高，且照明时间较短的场所；
- e) 对装饰有特殊要求的场所。

**【条文解释】**

**本条规定可使用白炽灯的场所。**

**1 要求瞬时启动和连续调光的场所。除了白炽灯，其他光源要做到瞬时启动和连续调光困难，成本较高。**

**2 防止电磁干扰要求严格的场所。因为气体放电灯有高次谐波，会产生电磁干扰。**

**3 开关灯频繁的场合。因为气体放电灯开关频繁时会缩短寿命。**

**4 照度要求不高、点燃时间短的场所。因为在这种场所使用白炽灯也不会造成大量电耗。**

**5 对装饰有特殊要求的场所。如使用紧凑型荧光灯不合适时，可以采用白炽灯。**

10.1.5 布置和选用灯具时，应考虑使用安全和维修方便，并根据周围环境按以下规定选用：

- a) 易燃、易爆的场所，应采用防爆的灯具。
- b) 特别潮湿、有腐蚀性蒸汽及气体的场所，应采用密封式灯具。
- c) 潮湿及室外场所，应采用有凝结水放出口的封闭式灯具，亦可采用防水灯口的敞开式灯具。
- d) 多尘场所应根据粉尘的浓度及性质，确定采用封闭式或密封式灯具。
- e) 出钢、出铁、轧钢等灼热、多尘场所，应采用反光灯。
- f) 易受外力损伤的厂房等场所，采用有保护网的灯具。
- g) 除敞开式灯具外，其他灯具容量在 100W 及以上者均应采用瓷质灯头。

**【条文解释】**

**本条为几种照明场所，分别规定了应采用的灯具，其依据是：**

**1 在有爆炸和火灾危险的场所所使用的灯具，应符合国家现行相关标准和规范的有关规定。**

**2 在特别潮湿或有蒸汽场所当灯泡点燃时由于温度升高，在灯具内产生正压，而灯泡熄灭后，由于灯泡冷却，内部产生负压，将潮气吸入，容易使灯具内积水。因此，规定在潮湿场所应采用相应等级的防水灯具，至少也应采用带防水灯头的开敞式灯具。**

**3 在多尘有尘埃的场所，应按防尘等级选择适宜的灯具。**

**4 光源可能受到机械损伤或自行脱落，而导致人员伤害和财物损失的，应采用有保护网的灯具。如在生产贵重产品的高大工业厂房等场所。**

10.1.6 生活照明和办公室照明使用螺口灯头时，相线必须接在灯头中心触点的端子上，中性线（N）接在灯头的螺纹上，灯泡拧紧后，金属部分不外露。照明灯具不采用 300W 及以上白炽灯。

**【条文解释】**

**为防止触电，特别是防止更换灯泡时触电而作的技术性规定。**

10.1.7 照明灯具的装置应符合下列规定：

- a) 在墙面或混凝土结构上安装灯具时，应预埋吊钩、螺栓或采用膨胀螺栓、尼龙塞等；
- b) 灯具重量大于 3kg 时，应固定在螺栓或预埋吊钩上。
- c) 软线吊灯，灯具重量在 0.5kg 及以下时，采用软电线自身吊装；大于 0.5kg 的灯具采用吊链，且软电线编叉在吊链内，使电线不受力。
- d) 灯具固定牢固可靠，不使用木楔。每个灯具固定螺钉或螺栓不少于 2 个；当绝缘台直径在 75 mm 及以下时，采用 1 个螺钉或螺栓固定。
- e) 花灯吊钩圆钢直径不应小于灯具挂销直径，且不应小于 6mm。大型花灯的固定及悬挂装置，应

按灯具重量的 2 倍做过载试验。

f) 当钢管做灯杆, 钢管内径不应小于 10mm, 钢管壁厚不应小于 1.5mm。

g) 荧光灯管应用灯座固定灯架上, 不应使用导线直接连接在管脚上; 荧光灯具的重量不得由本身的电源线来承受。紧贴于平顶的荧光灯, 灯架内的镇流器应有适当的通风。荧光灯具不得紧贴装在可燃性的建筑物材料上。

h) 安装在重要场所的大型灯具的玻璃罩, 应采取防止玻璃罩破裂后向下溅落的措施。

i) 室外灯具安装时应做好防水弯, 弯头最低处及室外壁灯应有泄水孔, 绝缘台与墙面应有防水措施。每盏路灯的相线上应装熔断器。

#### 【条文解释】

**1 灯具有一定的重量为防止使用中脱落, 所以在墙面或混凝土结构上安装时应预埋吊钩、螺栓或采用膨胀螺栓、尼龙塞等。**

**2 由于灯具悬于人们日常生活工作的正上方, 能否可靠固定, 在受外力冲击情况下也不致坠落(轻度地震等)而危害人身安全是至关重要的。普通软线吊灯, 已大部分由双股塑料软线替代纱包双芯花线, 且抗张强度降低, 以 RV 导线为例, 其所用的塑料是 PVC/D, 交货状态的抗张强度为  $10\text{N}/\text{mm}^2$ , 在  $80^\circ\text{C}$  空气中经一周老化后为  $10 \pm 20\text{N}/\text{mm}^2$ , 取下限为  $8\text{N}/\text{mm}^2$  (约可承受质量为 0.8kg 不被拉断)。而软线吊灯的自重连塑料灯伞、灯头、灯泡在内重量不超过 0.5kg, 为确保安全, 将普通吊线灯的重量规定为 0.5kg, 超过时要用吊链。**

灯具重量大于 3kg 的规定, 是为了防止灯具坠落而做的技术性规定。

**3 为了保证安装的灯具机械性能牢固可靠、用电安全, 规定不得使用木楔。**

**4 固定灯具的吊钩与灯具一致, 是强度的概念。若直径小于 6mm, 吊钩易受外拉力而变直、发生灯具坠落现象, 故规定灯具挂销直径不应小于 6mm。大型灯具的固定及悬吊装置由施工设计经计算后出图预埋安装, 为检验其牢固程度是否符合图纸要求, 故应做过载试验, 这同样是为了使用安全。**

**5 钢管吊杆与灯具和吊杆上端法兰均为螺纹连接, 直径太小, 壁厚太薄, 均不利于套丝, 套丝后强度不能保证, 受外力冲撞或风吹后极易发生螺纹断裂现象, 于安全所用不利。故规定钢管内径不应小于 10mm, 钢管壁厚不应小于 1.5mm。**

**6 大型灯具的玻璃罩, 在实际使用在, 由于灯泡温度过高, 玻璃罩常有破碎现象发生, 为确保安全, 避免事故的发生, 需有切实的防止玻璃罩碎裂后向下溅落伤人的措施。**

**7 在灯具制造标准《灯具一般安全要求与试验》GB 7000.1 规定: “防滴、防淋、防溅和防喷灯具应设计得如果灯具内积水能及时有效地排出, 比如开一个或多个排水孔”。同样室外的壁灯应防淋, 如有积水, 应及时排放, 如灯具本身不会积水, 则无开排水孔的需有, 也就是说水密型或伞型壁灯可以不开排水孔。在施工中查验排水孔是否畅通, 没有的话, 要加工钻孔。**

10.1.8 壁灯、平顶灯应装牢在敷设面上。每个吊灯应装吊线盒, 盒内导线要打结以承受灯具重量, 重量较大的装璜式吊灯应用金属链条等支持。

10.1.9 嵌入顶棚内的装饰灯具安装, 应符合下列规定:

a) 灯具应固定在专设的框架上, 电源线不应贴近灯具外壳, 灯线应留有裕量, 固定灯罩的边框边缘应紧贴顶棚上面。

b) 矩形灯具的边缘应与顶棚面的装修直线平行, 如灯具对称安装时, 其纵横中心轴线应在同一条轴线上, 偏斜不应大于 5mm。

c) 荧光灯管组合的开启式灯具灯箱, 排列应整齐, 其金属间隔片不应有弯曲扭斜等缺陷。

#### 【条文解释】

**嵌入顶棚内的灯具除有照明作用外, 还有装饰功能, 考虑到顶棚内通风差, 不易散热, 故电源线不能贴近灯具发热表面; 同时为检修方便, 导线应留余量, 以便在拆卸时不必剪断电源线; 为保证装饰效果, 对外观质量提出了技术要求。**

10.1.10 照明开关应接在相线上。开关应采用拉线开关或墙边跷板开关, 不得采用床头开关和灯头开关(采用特低电压的行灯和装置可靠的台灯除外)。拉线开关离地不低于 1.8m, 墙边开关离地一般不低于 1.3m。

#### 【条文解释】

**照明开关装设在相线上是防止触电、避免危及人身安全的技术性规定。距离的规定与人体特征有关，如身高、手臂长度等相匹配，使操作方便，这是经实践验证而认同的。**

10.1.11 220V 灯头的对地面距离，应符合下列规定：

- a) 潮湿、危险场所、一般生产车间及户外不低于 2.5m。
- b) 办公室、商店、住房等室内，应不低于 2m；如因生产和生活需要，将电灯适当放低时，灯具的最低垂直对地距离不应低于 1m，但应在吊灯上加绝缘套管至离地 2m 的高度，并采用安全灯头；若装用荧光灯，则荧光灯架上面加装盖板。
- c) 照明灯头低于上述高度而无安全措施的车间照明以及行灯和机床局部照明应采用特低电压供电。
- d) 地下建筑物内的照明装置，应采用防潮等防护措施。灯头低于 2m 时，应装在人不易触及的地方或预埋的灯头盒内，否则应采用特低电压供电。

10.1.12 当灯具距地面高度小于 2.4m 时，灯具的可接近裸露导体应与保护线(PE)或保护中性线(PEN)连接可靠，有专用接地螺栓，并应有标识。

**【条文解释】**

**据统计人站立时平均伸臂范围最高处可达 2.4m 高度，也就是可能碰到可接近的裸露导体的高限。规定灯具高度低于 2.4m 时，人手可触及，易造成触电事故。所以规定，其可接近的裸露导体必须与 PE 线、PEN 线连接。**

10.1.13 变电所内，高低压配电设备及母线正上方不应安装灯具。

**【条文解释】**

**为确保变电所运行安全及维修安全、便利，变电所内高低压配电装置上方不应安装灯具。**

10.1.14 根据灯具安装场所及用途，引向每个灯具的导线线芯最小截面应符合表 34 的规定。

表 34 导线线芯最小截面

单位为平方毫米

灯具安装场所及用途		芯线最小截面		
		铜芯软线	铜 线	铝 线
灯头线	民用建筑室内	0.5	0.5	2.5
	工业建筑室外	0.5	1.0	2.5
	室 外	1.0	1.0	2.5
移动用电设备	生活用	0.5		
	生产用	1.0		

**【条文解释】**

**为了保证导线能承受一定的机械应力和可靠地安全运行，根据灯具的用途和不同的安装场所，对导线线芯最小截面作了规定。**

## 10.2 专门灯具安装

10.2.1 游泳池和类似场所灯具（水下灯及防水灯具）的等电位联结应可靠，且有明显标识，其电源的专用剩余电流保护装置应全部检测合格。自电源引入灯具的导管应采用绝缘导管，严禁采用金属或金属护层的导管。

**【条文解释】**

**本条的规定，是防止人身触电伤亡事故的发生。**

10.2.2 手术台无影灯安装应符合下列规定：

- a) 固定灯座的螺栓数量不少于灯具底座上的固定孔数，且螺栓直径与底座孔径相匹配，螺栓采用双螺母锁固。
- b) 在混凝土结构上螺栓与主筋相焊接或将螺栓末端弯曲与主筋绑扎锚固。
- c) 配电箱内装有专用的总开关及分路开关，电源分别接在两条专用回路上，开关至灯具的电线采用额定电压不低于 750V 的铜芯多股绝缘电线。
- d) 灯具内灯泡应间隔的接在两条独自专用的回路上，主供和备用电源宜设自动投切装置。

**【条文解释】**

手术台上无影灯重量较大，使用中根据需有经常调节移动，子母式的更是如此，所以其固定和防松是安装的关键。它的供电方式由设计选定，通常由双回路引向灯具，而其专用控制箱由多个电源供电，以确保供电绝对可靠，施工中要注意多电源的识别和连接，如有应急电源的话要区别标识。

## 10.2.3 应急照明灯具安装应符合下列规定：

a) 应急照明灯的电源除正常电源外，应另有一路电源供电；或者是独立于正常电源的柴油发电机组供电；或由蓄电池柜供电或选用自带电源型应急灯具。

b) 应急照明在正常电源断电后，电源转换时间为：疏散照明 $\leq 15s$ ；备用照明 $\leq 15s$ （金融商店交易所 $\leq 1.5s$ ）；安全照明 $\leq 0.5s$ 。

c) 应急照明应选用能快速点燃的光源。采用荧光灯或白炽灯；安全照明采用卤钨灯，或采用瞬时可靠点燃的荧光灯。

d) 疏散照明由安全出口标志灯和疏散标志灯组成。安全出口标志灯距地高度不低于2m，且安装在疏散出口和楼梯口里侧的上方。

e) 疏散标志灯的设置应不影响正常通行，应安装在安全出口的顶部，楼梯间、疏散走道及其转角处，应安装在1m以下的墙面上。不易安装的部位可安装在上部。疏散通道上的标志灯间距不大于20m。

f) 疏散照明线路宜采用耐火电线、电缆。穿金属管明敷或在非燃烧体内穿PVC刚性绝缘导管暗敷，暗敷保护层厚度不小于30mm。电线采用额定电压不低于750V的铜芯绝缘电线。

g) 应急照明灯具，运行中温度大于60℃的灯具，当靠近可燃物时，应采取隔热、散热等防火措施，当采用白炽灯、卤钨灯等光源时，不应直接安装在装修材料或可燃物件上。

h) 安全出口标志灯和疏散标志灯装有玻璃或非燃材料的保护罩。面板亮度均匀度为1:10（最低：最高），保护罩应完整、无裂纹。

**【条文解释】**

应急疏散照明是当建筑物处于特殊情况下，如火灾、空袭、市电供电中断等，使建筑物的某些关键位置的照明器具仍能持续工作，并有效指导人群安全撤离，所以是至关重要的。本条所述各项规定虽然应在施工设计中按有关规定作出明确要求，但是均为实际施工中应认真执行的条款，有的还需施工结束时给予试验和检测，以确认是否达到预期的功能要求。

## 10.2.4 照明灯具及其附属装置选择

10.2.4.1 选用的照明灯具应符合国家现行相关规定。

10.2.4.2 在满足眩光限制和配光要求条件下，应选用效率高的灯具，并应符合下列规定：

- 荧光灯灯具的效率不应低于表35的规定。
- 高强度气体放电灯的效率不应低于表36的规定。

表35 荧光灯灯具的效率

灯具出光口形式	开敞式	保护罩（玻璃或塑料）		隔栅
		透明	磨砂、棱镜	
灯具效率	75%	65%	55%	60%

表36 高强度气体放电灯的效率

灯具出光口形式	开敞式	隔栅或透光罩
灯具效率	75%	60%

**【条文解释】**

本条规定了荧光灯灯具和高强度气体放电灯灯具的最低效率值，以利于节能。这些值是根据我国现有灯具效率制定的。在荧光灯灯具中，带反射器开敞式的灯具效率大于75%的占84.6%；带透明罩的效率大于65%的占80%；带磨砂棱镜罩的灯具效率大于55%的占86%；带格栅的效率大于60%的占58%。对于高强度气体放电灯灯具，带反射器开敞式的效率大于75%占80%；带透光罩的效率大

于60%的占62%。

10.2.4.3 根据照明场所的环境条件，分别选用下列灯具。

- a) 在潮湿的场所，应采用相应防护等级的防水灯具或带防水灯头的开敞式灯具；
- b) 在有腐蚀性气体或蒸汽的场所，宜采用防腐蚀性密闭式灯具。若采用开敞式灯具，各部分应有防腐蚀或防水措施。
- c) 在高温场所，宜采用散热性能好、耐高温的灯具。
- d) 在有尘埃的场所，应按防尘的相应防护等级选择适宜的灯具。
- e) 在装有锻锤、大型桥式吊车等振动、摆动较大场所使用的灯具，应有防振和防脱落措施。
- f) 在易受机械损伤、光源自行脱落可能造成人员伤害或财物损失的场所所使用的灯具，应有防护措施。
- g) 在有爆炸或火灾危险场所所使用的灯具，应符合国家现行标准和规范的有关规定。
- h) 在有洁净要求的场所，应采用不易积尘、易于擦拭的洁净灯具。
- i) 在需防止紫外线照射的场所，应采用隔紫灯具或无紫光源。

**【条文解释】**

**本条对几种照明场所，分别规定了应采用的灯具，其依据是：**

- 1 在有蒸汽场所当灯泡点燃时由于温度升高，在灯具内产生正压，而灯泡熄灭后，由于灯具冷却，内部产生负压，将潮气吸入，容易使灯具内积水。因此，规定潮湿场所应采用相应等级的防水灯具，至少也应采用带防水灯头的开敞式灯具。
- 2 在有腐蚀性气体和蒸汽的产生，因各种介质的危害程度不同，所以对灯具要求不同。若采用密闭式灯具，应采用耐腐蚀材料制作，若采用带防水灯头的开敞式灯具，各部件应有防腐蚀或防水措施。
- 3 在高温场所，宜采用带散热构造和措施的灯具，或带散热孔的开敞式灯具。
- 4 在有尘埃的场所，应按防尘等级选择适宜的灯具。
- 5 在振动和摆动较大的场所，由于振动对光源寿命影响较大，甚至可能使灯泡自动松脱掉下，既不安全，又增加了维修工作量和费用，因此，应采用有保护网的灯具。如在生产贵重产品的高大工业厂房等场所。
- 7 在有爆炸和火灾危险的场所使用的灯具，应符合国家现行和规范等的有关规定。如《爆炸和火灾危险环境电力设计规范》GB 50058。
- 8 在有洁净要求的场所，应安装不易积尘和易于擦拭的洁净灯具，以有利于保持场所的洁净度，并减少维护工作量和费用。
- 9 在博物馆展室或陈列柜等场所，对于需有防止紫外线作用的彩绘、织品等展品，需采用能隔离紫外线的灯具或无紫光源。

10.2.4.4 直接安装在可燃材料表面的灯具，应采用标有Ⓢ标志的灯具。

**【条文解释】**

**直接安装在可燃材料表面上的灯具，当灯具发热部件紧贴在安装表面上时，必须采用标有Ⓢ标志的灯具，以免一般灯具的发热导致可燃材料的燃烧。**

10.2.4.5 照明镇流器的选择应符合下列规定：

- a) 自镇流荧光灯应配用电子镇流器。
- b) 直管形荧光灯应配用电子镇流器或节能型电感镇流器。
- c) 高压钠灯、金属卤化物灯应配用节能型电感镇流器；在电压偏差较大的场所，宜配用恒功率镇流器；功率较小者可配用电子镇流器。
- d) 采用的镇流器应符合该产品的国家能效标准。

**【条文解释】**

**本条规定了选择镇流器的原则。**

- 1 采用电子镇流器，使灯管在高频条件下工作，可提高灯管光效和降低镇流器的自身功耗，有利于节能，并且发光稳定，消除了频闪和噪声，有利于提高灯管的寿命，目前我国的自整流荧光灯大部分采用电子镇流器。
- 2 T8直管形荧光灯应配用电子镇流器或节能电感镇流器，不应配用功耗大的传统电感镇流器，以

提高能效；T5直管形荧光灯（>14W）应采用电子镇流器，因电感镇流器不能可靠启动T5灯管。

3 当采用高压钠灯和金属卤化物灯时，宜配用节能型电感镇流器，它比普通电感镇流器节能；这类光源的电子镇流器尚不稳定，暂不宜普遍推广应用，对于功率较小的高压钠灯和金属卤化物灯，可配用电子镇流器，目前市场上有这种产品。在电压偏差大的场所，采用高压钠灯和金属卤化物灯时，为了节能和保持光输出稳定，延长光源寿命，宜配用恒功率镇流器。

4 采用的镇流器应符合该镇流器的国家能效标准的规定。

10.2.4.6 高强度气体放电灯的触发器与光源的安装距离应符合产品的要求。

#### 【条文解释】

高强度气体放电灯的触发器，一般是与灯具装在一起的，但有时由于安装、维修上的需有或其他原因，也有分开设置的。此时，触发器与灯具的间距越小越好。当两者间距大时，触发器不能保证气体放电灯正常启动这主要是由于线路加长后，导线间分布电容增大，从而触发脉冲电压衰减而造成的，故触发器与光源的安装距离应符合制造厂家对产品的要求。

### 10.3 建筑物景观灯、航空障碍标志灯、庭院灯安装

10.3.1 建筑物彩灯安装应符合下列规定：

- a) 建筑物顶部彩灯采用有防雨性能的专用灯具，灯罩完整无碎裂并应拧紧。
- b) 彩灯配线管路按明配管敷设，应使用热浸锌金属导管，且有防雨功能。管路间、管路与灯头盒间应用螺纹连接，金属导管及彩灯的构架、钢索等接近裸露导体时应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠。
- c) 垂直彩灯悬挂挑臂采用不小于[10槽钢。端部吊挂钢索用的吊钩螺栓直径不小于10mm，螺栓在槽钢上固定，两侧应有螺帽，且加平垫及弹簧垫圈紧固。
- d) 悬挂钢丝绳直径不小于4.5mm，底把圆钢直径不小于16mm，地锚采用架空外线应用拉线盘，埋设深度大于1.5m。
- e) 垂直彩灯采用防水吊线灯头，下端灯头距离地面高于3m。
- f) 彩灯沿建筑物避雷带平行装置时，避雷带的高度应高于彩灯顶部100mm。
- g) 架空彩灯线应采用绝缘良好的导线，其载流量应与负荷相适应，但导线最小截面，铜芯线应不小于 $1.5\text{mm}^2$ ，铝芯线应不小于 $4.0\text{mm}^2$ 。导线应扎在尼龙绳或塑料绳上敷设。尼龙绳或塑料绳的机械强度，应能承受彩灯装置全部承重的三倍以上。

#### 【条文解释】

彩灯安装在建筑物外部，通常与建筑物轮廓线一致，以显示建筑造型的魅力。正由于在室外，密闭防水是关键。垂直装设的彩灯采用直敷钢索配线，在室外要受风力的侵扰，悬挂装置的机械强度至关重要。所有可接近的裸露导体均应保护接地，是为了防止人身触电伤亡事故的发生。

10.3.2 彩灯回路应设专用断路器或熔断器保护。

10.3.3 建筑物景观灯具安装应符合下列规定：

- a) 聚光灯、泛光灯、绿化灯、庭院草坪灯等照明应采用防水灯具和断路器。当灯具装在人体容易触及的位置，灯具的金属外壳与灯具间应有双重绝缘，每套灯具的导电部分对地绝缘电阻大于 $2\text{M}\Omega$ ，并应装设剩余电流动作保护装置。
- b) 金属构架、金属软管和灯具接近裸露导体时应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠，且有标识。

#### 【条文解释】

随着城市美化，照明亮化工程的实施，建筑物景观灯应用众多，有的由于位置关系，灯架安装在人员来往密集的场所或易被人接触的位置，因而要有严格的防灼伤和防触电的措施。

10.3.4 霓虹灯用的变压器应符合下列规定：

- a) 变压器应为双圈，铭牌应标明电压、电流、容量、周波等数据。
- b) 变压器一次侧电压为220V，二次电压不应超过15kV。
- c) 变压器的二次侧，不应串、并联使用。
- d) 每一分路上霓虹灯的总容量不大于16A。

**【条文解释】**

**霓虹灯应用众多。本条对霓虹灯使用的变压器，作出了规定。**

**10.3.5 霓虹灯安装应符合下列规定：**

a) 霓虹灯管完好，无破裂；灯管采用专用的绝缘支架固定，且牢固可靠。灯管固定后，与建筑物、构筑物表面的距离不小于 20mm。

b) 霓虹灯变压器采用双圈式，所供灯管长度不大于允许负载长度。霓虹灯变压器一次侧应装有双极空气断路器或闸刀开关，每台变压器未装空气断路器的初级应加装熔断器保护，开关的位置必须便于操作。

c) 霓虹灯变压器的安装位置应装于灯管附近易于检查的地方，周围不得堆放易燃物品，方便检修，且隐蔽在不易被非检修人触及的场所，明装时，其高度不小于 3m，低于 3m 时应采取防护措施；不得装在吊、平顶内，装在室外时应有防雨雪设施。

霓虹灯变压器不论装在室内、室外都应装在金属制成的有通风孔的箱内；

d) 霓虹灯变压器二次侧导线和灯管间的连接线应采用额定电压大于 15kV 的高压绝缘导线。二次导线与建筑物、构筑物表面的距离不小于 20mm。

当穿过墙壁等物体时必须用双层玻璃套管，双层玻璃套管应露出墙壁面，不应小于 (50~80)mm。高压线之间、高压线与敷设面之间的距离不应小于 50mm，绝缘支持物固定时，支持点距离为：水平线段为 0.5m，垂直线段为 0.75m。

e) 当橱窗内装有霓虹灯时，橱窗门与霓虹灯变压器一次侧断路器应有联锁装置，确保开门时断开霓虹灯变压器的一次侧电源。

f) 霓虹灯变压器的金属外壳、铁心、次级一端都应和保护线 (PE) 或保护中性线 (PEN) 连接可靠。

g) 霓虹灯二次侧线路及灯管与易燃物、其他线路、水管、煤气管等距离不应小于 300mm；室外霓虹灯的铁架和拉线与高压架空电力线路的净空距离不应小于 2m。

h) 彩灯和霓虹灯装置 (包括变压器) 与阳台、窗口、架空线的距离不应小于 1m；与地面的垂直距离；户外不应小于 3m，户内就不小于 2.5m，否则应加遮栏。灯管应用热浸锌铁丝、铜丝或链条等悬挂，不得将灯管悬挂于高压导线上。

**【条文解释】**

**1 霓虹灯为高压气体放电装饰用灯具，通常安装在临街商店的正面，人行道的正上方，要特别注意安装牢固可靠，防止高电压泄漏和气体放电使灯管破碎下落而伤人，同样也要防止风力破坏下落伤人。**

**2 霓虹灯变压器是升压变压器，输出电压高，要注意变压器本体安全保护，又不应危及人身安全。如商店橱窗内装有霓虹灯，当有人进入橱窗进行商品布置或维修灯具时，应将橱窗门打开直至人员退出橱窗门才关闭，这样可避免高电压危及人的安全。**

**10.3.6 航空障碍标志灯安装应符合下列规定：**

a) 灯具装设在建筑物或构筑物的最高部位。当最高部位平面面积较大或为建筑群时，除在最高端装设外，还在其外侧转角的顶端分别装设灯具。同一建筑物或建筑群灯具间水平、垂直距离不大于 45m。

b) 当灯具在烟囱顶上装设时，安装在距 (或低于) 烟囱口 1.5~3m 的部位且呈三角形水平排列。

c) 灯具的选型根据安装高度决定；低光强 (距地面 60m 以下装设时采用中光强) 为红色光；高光强的 (距地面 150m 以上装设时采用) 为白色光，有效光强随背景亮度而定。

d) 灯具的电源按主体建筑中最高负荷等级要求供电。

e) 灯具安装牢固可靠，且设置维修和更换光源的措施；灯具的自动通、断电源控制装置动作准确。

**【条文解释】**

**随着高层建筑物和高耸构筑物的增多，航空障碍标志灯的安装也深为人们关心，虽然其位置选型由施工设计确定，但在施工中应掌握的原则还是要纳入本规范，以防止误装、误用。由于其装在建筑物或构筑物外侧高处，对维护和更换光源不便也不安全，所以要有专门的措施，而这种措施要由建筑设计来提供，如预留悬梯的挂件或可活动的专用平台等，这些要加以注意。**

### 10.3.7 庭院灯（路灯）安装应符合下列规定：

- a) 灯具的自动通、断电源控制装置动作准确。每套灯具的熔断器盒内熔丝齐全，规格与灯具适配，每套灯具的导电部分对地绝缘电阻大于  $2\text{ M}\Omega$ 。
- b) 在人行道等人员来往密集场所安装的立柱式（落地式）灯具，无围栏防护时，其安装高度距地面  $2.5\text{m}$  以上。
- c) 立柱式（落地式）路灯及广告灯、公交站台标志灯、特种园艺灯等灯具与基础固定可靠，地脚螺栓备帽齐全。灯具的接线盒或熔断器盒，盒盖的防水密封垫完整；并应装设剩余电流动作保护装置。
- d) 金属立柱及灯具可接近裸露导体应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠。接地线单设干线，干线沿庭院灯布置形成环网状，且不少于 2 处与接地装置引出线连接，且有标识。
- e) 架空线路电杆上的路灯，固定可靠，紧固件齐全、拧紧，灯位正确。每套灯具配有熔断器保护。

#### 【条文解释】

庭院灯形式多样，结构上高矮不一，造型上花样众多，材料上有金属和非金属之分，但装在室外要防雨水入侵、人们特别是儿童日常易接触灯具表面、随着园艺更新而灯具更迭周期短等共同点，因而灯具绝缘、密闭防水、牢固稳妥、接地可靠是要严格注意的，尤其是灯具的接地支线不能串联连接，以防止个别灯具失去接地保护，而防水人身触电伤亡事故。在大的公园内以及街心花园要注意重复接地极的必要性和每套灯具熔断器熔芯的适配性以及是否装设剩余电流动作保护器。

### 10.3.8 游泳池、喷水池的水中灯具应采用防护等级为 IPX8R 的加压水密型灯具。

#### 【条文解释】

游泳池是人员密集的场所，水中灯具的防水非常重要，所以本条规定了水中灯具的选型要求。

## 10.4 插座、开关、风扇安装

### 10.4.1 插座

10.4.1.1 不同电压的插座，应分别采用不同的型式，并应有明显的标志。且应选择不同结构、不同规格和不能互换的插座。生产车间单相电源用三眼插座，三相电源用四眼插座。在不导电地面屋内可采用两眼或三眼插座。

#### 【条文解释】

同一场所装有交流和直流的电源插座，或不同电压等级的插座，是为不同需要的用电设备而设置的，用电时不能插错，否则会导致设备损坏或危及人身安全，这是常规知识，但必须在措施上保证。

10.4.1.2 插座接线应符合下列规定：

- a) 单相两孔插座，面对插座接插面的右孔或上孔与相线连接，左孔或下孔与中性线（N）连接；单相三孔插座，面对插座接插面的右孔与相线连接；左孔与中性线（N）连接。
- b) 单相三孔、三相四孔及三相五孔插座的保护线（PE）应接在上孔。插座的接地端子严禁与中性线（N）端子连接。同一场所的三相插座，接线的相序一致。
- c) 保护线（PE）或保护中性线（PEN）线在插座间不串联连接。

#### 【条文解释】

为了统一接线位置，确保用电安全，尤其是 TN-S 系统（三相五线）在建筑电气工程中普遍的应用，中性线（N）和保护线（PE）不能混同，除在变压器中性点可以互连外，其余各处不能互相连通，在插座接线位置要严格区分，否则有可能导致线路工作不正常和危及人身安全。

10.4.1.3 插座的安装应符合下列规定：

- a) 明装插座安装高度一般不低于  $1.3\text{m}$ ；暗装插座离地高度不应低于  $0.15\text{m}$ ，在居民住宅和托儿所、幼儿园等儿童活动场所均不得低于  $1.8\text{m}$ ；住宅内插座高度低于  $1.8\text{m}$  时应采用安全型插座，且配电回路应设有剩余电流动作保护装置。
- b) 生产厂房（车间）及实验室的明、暗装插座一般距地面固定不低于  $0.3\text{m}$ ；特殊场所暗装插座一般不低于  $0.15\text{m}$ ；同一室内安装的插座高低差不应大于  $5\text{mm}$ ，成排安装时应不大于  $2\text{mm}$ 。
- c) 地面安装的插座面板与地面齐平或紧贴地面，盖板固定牢固，密封良好；
- d) 暗装的插座应装牢在开关盒内，开关盒应有完整的盖板，盖板应紧贴墙面，四周无缝隙，安装牢

固，表面光滑整洁、无碎裂划伤，装饰帽齐全。

e) 插座的额定容量应与用电负荷相适应。

**【条文解释】**

**插座的安装高度应以方便使用为原则，但在某些易引起触电事故的场所，如幼儿园、小学等易发生用导电异物去触及插座导电部分，所以应加以限制。同一场所的插座高度一致是为了观感舒适的要求。**

10.4.1.4 特殊情况下插座安装应符合下列规定：

a) 当接插有触电危险家用电器的电源时，插座回路应有瞬时动作的剩余电流保护装置；也可采用能断开电源的带开关插座，开关断开相线。

b) 潮湿场所采用密封型并带保护线触头的保护型插座，安装高度不低于 1.5m。

**【条文解释】**

**《剩余电流动作保护装置安装和运行》GB 13955—2005，规定必须安装剩余电流保护装置的场所之一，为：机关、学校、宾馆、饭店、企事业单位和住宅的电源插座或插座回路。是防止使用移动式电器时的触电伤亡事故的发生。**

10.4.2 开关

10.4.2.1 照明开关的安装应符合以下规定：

a) 开关安装位置应便于操作，开关边缘距门框边缘的距离(0.15~0.2)m，开关距地面高度 1.3m。

b) 暗装开关的盖板应端正严密，并与墙面相平。

c) 多尘、潮湿场所和户外，应选用防水型开关或加装保护箱。

d) 在易燃、易爆场所，开关宜安装在正常环境场所，如必须就近安装时，则应采用与防爆环境相一致的防爆密封型开关。

e) 同一室内安装的开关宜选用同一系列的产品，开关通断位置、安装高度应一致；成排安装时高低差不应大于 2mm。

**【条文解释】**

**1 照明开关是人们每日接触最频繁的电气器具，为方便实用，要求通断位置一致，也可给维修人员提供安全操作保障，就是说，如位置紊乱、不切断相线，易给维修人员造成认知上的错觉，检修时较易产生触电现象。**

**2 在易燃、易爆场所，如果选用普通型的开关，在通断时场所的火花将引起火灾或爆炸事故，所以规定应选用防爆密封型开关。**

10.4.3 风扇

10.4.3.1 吊扇安装应符合下列规定：

a) 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；有防振胶垫；挂销的防松零件齐全、可靠。

b) 吊扇扇叶距地面高度不小于 2.5m。

c) 吊杆间、吊杆与电机间螺纹连接，啮合长度不小于 20mm，且防松零件齐全紧固；

d) 调速开关距地面高度为 1.3m。

e) 吊扇接线正确，当运转时扇叶无明显颤动和异常声响。

**【条文解释】**

**本条规定的主旨是确保使用安全。吊扇为转动的电气器具，安装高度低，将对人身造成伤害；且运转时有轻微的振动，为防止安装器件松动而发生坠落，故其减振防松措施要齐全。**

10.4.3.2 壁扇安装应符合下列规定：

a) 壁扇底座采用尼龙塞或膨胀螺栓固定，尼龙塞或膨胀螺栓的数量不少于 2 个，直径不小于 8mm。固定牢固可靠。

b) 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。

c) 壁扇下侧边缘距地面高度不小于 1.8m，底座平面垂直偏差不大于 2mm。

**【条文解释】**

**由于城乡住宅高度趋低，吊扇使用屢有事故发生。壁扇应用较多，固定可靠和转动部分防护措施完善是鉴别壁扇制造和安装质量的要点。**

## 10.5 公用场所的电气装置

10.5.1 影剧院、体育馆、文化宫、大会堂及文化娱乐场所等公共场所的电气装置，除本条规定外，其线路装置还应符合本规范第 9.6 节的有关规定。

### 【条文解释】

**公用场所的电气装置的安装是否符合要求，对公共安全至关重要，因此专门作出规定。**

10.5.2 公共场所的照明装置应符合下列规定。

10.5.2.1 应急照明的电源，应根据应急照明类别、场所使用要求和该建筑电源条件，采用下列方式之一。

10.5.2.1.1 接自电力网有效地独立于正常照明电源的线路。

10.5.2.1.2 蓄电池组，包括灯内自带蓄电池、集中设置或分区集中设置的蓄电池装置。

10.5.2.1.3 应急发电机组。

10.5.2.1.4 以上任意两种组合方式。

10.5.2.2 有警戒任务的场所，应根据警戒范围的需要设置警卫照明。

10.5.2.3 应急照明灯具的选择。

a) 在安全出口和疏散出口处应设安全出口标志灯。安全出口标志灯的设置应符合第 10.2.3 条的要求。

b) 应急照明灯不允许使用高压汞灯、高低压钠灯和气灯。如使用金属卤化物灯做为应急照明，应配置切换时间为 10ms 的 UPS 或 EPS 电源。

c) 在潮湿场所，应采用防潮、防水的密闭型灯具。在可能受水溅侵蚀的场所，宜选用防水灯头的开启式灯具。

### 【条文解释】

**本条对不同场所的应急照明灯具的选择作了规定。**

9.5.3 影剧院建筑的质量标准为甲、乙等级的观众厅应设置座位排号灯，其电源电压不应超过 36V，并可利用座位排号灯兼疏散标志灯。化妆室的演员化妆台宜设置 36V 以下的照明电源插座。

### 【条文解释】

**甲级为 1201 座以上、乙级为 801~1200 座。座位牌号灯、化妆台采用 36V 电压是安全的需要，防止人身触电伤亡事故的发生。**

9.5.4 舞台上的电气装置应符合下列规定：

a) 应采用铜芯绝缘线穿金属管或护套为阻燃材料的铜芯电缆配线。

b) 地面上安装的落地插座，应与地面齐平，紧贴地面，并有护罩或盖板牢固固定密封良好。

c) 所有电气装置应有后台集中控制。控制盘（板）上的开关、熔断器、变阻器等电气设备的外露带电部分应有安全防护措施。

d) 白炽灯与幕布等易燃物的净距一般不小于 300mm，聚光灯碘钨灯等高热灯具与易燃物的净距一般不小于 500mm，台前灯下方应设护网。

e) 接用的负荷三相应尽量平衡。

f) 当舞台照明采用可控硅调光设备时，为抑制谐波干扰，可采取下列措施：

——电源变压器宜选用接线组别 Dyn11 的变压器。

——选用每一调光回路带有滤波装置的调光设备。

——由可控硅调光装置配出的舞台照明线路，应远离电声、电视转播信号线路。当两种线路必须平行敷设时，其间距应大于 1m，若垂直交叉时，其间距应大于 0.5m，否则应采取屏蔽措施。

g) 由可控硅调光装置配出的舞台照明线路宜采用单相配电。当采用三相配电时，可采用三相六线或三相四线配电，后者的中性线截面不应小于相线截面的 2 倍。

h) 舞台上接用的电气负荷应与熔断器、断路器和线路的容量相配合。舞台使用的天幕灯、风雨效果灯等临时灯线及移动电具的引线,应采用橡胶套电缆塑料护套软线,且不得有接头,并要防止引线绝缘受到外力损伤或发热源灼坏。

i) 舞台用电设备应根据低压配电系统接地型式确定采用保护线(PE)或保护中性线(PEN)的保护措施。

#### 【条文解释】

**舞台演出的特点是演员多、灯具变化大。表演艺术灯光的电气线路均为装设的临时灯线和移动电具的引线。因此对舞台电气装置的基本要求,一是防止人身触电;二是防止电气火灾。**

**由于各个演出剧团(组)的用电负荷不一,因此本条规定了“舞台上接用的电气负荷应与熔断器、断路器和线路容量相配合”的要求。这主要是防止因用电负荷超过线路容量而发生事故。另外,舞台上的天幕等灯具一般使用聚光灯、碘钨灯、白炽灯等高热灯具,如果与天幕、布景的距离过小,灯具所产生的热量将引燃幕布而发生火灾事故,这点必须引起注意。本条规定了灯具易燃物的最小距离。**

10.5.5 电影放映室和胶片室的线路装置应符合下列规定:

- a) 线路装置应采用塑料护套线或明、暗管配线。
- b) 电气设备的外露带电部分应有护罩。
- c) 严禁安装敞开式刀闸、开关、熔断器和蓄电池。

#### 【条文解释】

**电影放映室,是电影院的重要部位。线路装置的安全,也是极其重要。**

10.5.6 露天球场照明装置应符合下列规定:

a) 照明灯具的防护等级应不低于 IP65,并加装护罩。开关应装在防雨箱内。灯具的安装高度应满足安全和使用功能的要求,并应符合下列规定:

——篮球场不低于 6m。

——网球场不低于 4.8m。

b) 安装灯具的钢索应有足够的机械强度,最小截面一般不小于  $10\text{mm}^2$ 。钢索中间适当加装档线瓷柱,架设截面不小于  $4\text{mm}^2$  的多芯铜芯绝缘导线。

c) 钢索中间固定点间距不应大于 12m,支持物之间的最大间距,当以钢管或瓷(塑料)柱敷设时为 1500mm;以 PVC 刚性绝缘导尿管敷设时为 1000mm。

d) 电杆的拉线应串隔离绝缘子,隔离绝缘子应装于底层导线下方,其离地高度不应小于 3m。

e) 钢索应与保护线(PE)或保护中性线(PEN)可靠连接。

#### 【条文解释】

**本条对露天球场的照明装置的规定,也是安全的需要。**

10.5.7 博览馆的照明装置应符合下列规定:

a) 展厅的每层面积超过  $400\text{m}^2$  时应设有应急照明。重要藏品库房应设有警卫照明。

b) 藏品库房和展厅的照明线路应采用铜芯绝缘导线,采用暗配线方式。藏品库房的电源开关应统一设在藏品库区内的藏品库房总门之外,并应装设剩余电流保护装置。藏品库房照明宜分区控制。

#### 【条文解释】

**1 博览馆在展出期间,也是人员密集的场所。因此,需要设置应急照明。现行的《民用建筑电气设计规范》JGJ 16—2008,将应急照明设置规定,修改为:展厅的每层面积超过  $1500\text{m}^2$  时,应设应急照明。**

**2 藏品库房的电源开关设置在藏品库房总门之外是安全的需要,在没有人员进入库房时,库房内不带电,保证了不发生电气火灾事故。**

10.6 人防建筑电气装置

10.6.1 地下室,地下掩蔽体、地下通道等人防建筑,可在一个整体范围内适当的距离供给一个电源。人防建筑电气装置的两路供电电源之间,应装设切换开关和联锁装置。

#### 【条文解释】

**人防工程内部是一个整体。因此在一个整体范围内,不能有多个供电点。两路电源之间装设联锁**

**装置，是受电装置安全运行的需要。**

10.6.2 人防建筑内的照明或电力用电，应在人防建筑的进口处装设单相双极或三相三极开关，以控制全部电源。

**【条文解释】**

**装设双极、三极开关是确保在平时不使用时，全部切断供电电源，以保证安全。**

10.6.3 在人防建筑物内，应采用钢制配电柜（箱），配线应采用铜芯绝缘导线，采用明、暗管敷设。

10.6.4 人防建筑物内，照明灯具应距地 2m 以上。如照明灯具距地小于 2m 时，应装于人手不易触及的地方或有防护的壁龛内，否则，应采用不大于 36V 的低压灯。供给低压电源的双线圈变压器，应装在比较干燥和不易触及的地方。

**【条文解释】**

**人防地下建筑物的高度，不可能与民用建筑的高度一样，因此，照明灯具的安装高度应因地制宜，规定 2m 的高度可以使人员在正常行走时不会碰触灯具。供给低压电源的变压器采用双线圈，是安全的需要，即使人员触及副边的电源线，也不会发生触电伤亡事故。因为副边对地的电位是悬浮的，只有电容电流。所以要特别注意，副边的电源线路不能接地。**

10.6.5 人防建筑物内的通风，抽水等用的电动机和应急用发电机，应装设在专用的机房内或装设遮拦。人防电气装置的自备发电机电源与公用电网电源之间，应装设切换开关和联锁装置以防止向电网倒送电。电磁开关或空气断路器的外露带电部分，应加装绝缘防护罩。

**【条文解释】**

**由于人防工程是人员密集的场所，在使用时防止人员触及电气设备是至关重要的。所以，规定电气设备应装设在专用房间内；对没有装设在专用房间内的电气设备必须装设遮拦，也是防止人员触及，而发生事故。**

10.7 特低电压配电（特低电压装置）

10.7.1 本节适用于额定电压为 50V 及以下的特低电压配电。

10.7.2 特低电压电源一般采用安全隔离变压器配电。

**【条文解释】**

**特低电压电源可以采用下列几种：**

- 1 安全隔离变压器：其一次绕组和二次绕组之间因采用加强绝缘层或接地屏蔽层隔离开。
- 2 电动发电机组：其安全等级必须相当于安全隔离变压器。
- 3 电化电源（例如蓄电池）或与电压较高回路无关的其他电源（例如柴油发电机）。
- 4 电子装置：其性能必须保证该装置发生内部故障时，出现端子上的电压不超过 50V；或者输出端子上的电压可能高于 50V，但在直接或间接接触的情况下，其输出端子上的电压能立即降至 50V 及以下。

10.7.3 安全隔离变压器和行灯安装应符合下列规定：

a) 特低电压不大于 36V，在特殊潮湿场所或导电良好的地面上以及工作地点狭窄、行动不便的场所行灯电压不大于 12V。

b) 安全隔离变压器外壳、铁芯和低压侧的任意一端或中性点应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接可靠。

c) 安全隔离变压器为双圈变压器，严禁使用自耦变压器；一次绕组与二次绕组之间应采用加强绝缘层或经接地屏蔽层隔离。其电源侧和负荷侧有熔断器保护，熔丝额定电流分别不应大于变压器一次、二次的额定电流。

d) 移动灯具灯体及手柄绝缘良好，坚固、耐热、耐潮湿；灯头与灯体结合紧固，灯头无开关，灯泡外部有金属保护网、反光罩及悬吊挂钩，挂钩固定在绝缘手柄上。

e) 安全隔离变压器的固定支架牢固，油漆完整。

f) 移动灯具的电线应采用橡套软线。携带型安全隔离变压器的一次侧引线必须采用工作电压不低于 450/750V 的三芯坚韧橡皮或塑料护套软线和三脚插头，其长度不应超过 3m，并不得有接头。三芯线的黑色线芯作保护接地用。

**【条文解释】**

在一些特殊环境场所，如在金属管道（容器）、电梯井道地坑等的某些部位进行检修、安装等工作的人身安全，大都是使用移动便携式超低压电源（行灯变压器）和灯具。

双圈的行灯变压器次级线圈只要有一点接地或接零即可钳制电压，在任何情况下不会超过安全电压，即是初级线圈因漏电而窜入次级线圈时也能得到有效保护。

10.7.4 下列场所的照明灯具电压不应超过 36V：

- a) 危险场所中的安装高度低于 2.5m 的灯具。
- b) 一般场所中的移动式局部照明和手提式行灯。
- c) 机床上和钳工台上的局部照明。

10.7.5 下列场所的特低压照明和手提式行灯，使用电压应不超过 12V：

- a) 危险场所中不便于工作的狭窄地点。
- b) 工作人员接触着接地的大块金属面（如锅炉、蒸发器及其它金属容器内）或金属构架子。
- c) 特别潮湿场所（如井下作业）。
- d) 游泳池、喷水池、水中灯具。

上述未列特殊场所的用电设备，如健身、淋浴、美容、理发等电器应按有关规程规定和电器使用要求，采用相应的特低电压或采取其他安全措施。

10.7.6 36V 及以下特低电压线路装置应整齐清楚，所用的插座必须与较高电压线路上的插座有明显的区别，使特低电压用的插头无法插入较高电压的插座内。

10.7.7 特低电压线路负荷的计算，可参阅附录 H。

10.7.8 特低电压回路应符合下列规定：

- a) 特低电压回路的带电部分严禁与大地或与其他回路的带电部分或保护线（PE）连接。
- b) 特低电压回路的带电部分（尤其是继电器、接触器、辅助开关之类的电气设备）应与电压比它高的回路在电气上隔离，其电气隔离的安全要求应不低于安全隔离变压器输入与输出之间的水平。
- c) 特低电压回路的导线不宜与其他任何回路并靠一起或同穿一根管内敷设，但具有下列条件之一时除外：

——特低电压回路的导线在基本绝缘外包覆以密封的绝缘护套。

——电压不同的回路的导线之间，以接地的金属屏蔽层或接地的金属护套分隔开。

——电压不同的回路包含在一根多芯电缆或其他的组合电线内，但特低电压回路的导线是单独地或集中地按各回路中最高电压绝缘起来的。

——特低电压回路导线额定负荷能力不应小于安全隔离变压器的额定容量。

10.7.9 特低电压用的插头和插座应符合以下要求：

- a) 特低电压插头不能插入其他电压系统的插座。
- b) 特低电压插座不能被其他电压系统的插头插入。
- c) 特低电压插座不应设置保护线触头。

**【条文解释】**

本条对特低电压用的插座、插头的使用作出了规定。主要是从装置上避免发生因插头可以互换而造成的人身触电伤亡事故。

## 11 通用用电设备装置

### 11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于 500V 及以下一般用途的刀开关、熔断器、控制器、接触器、空气断路器、磁力启动器等通用用电设备的安装。

**【条文解释】**

本条规定了适用范围，即一般用途的低压电器设备。

11.1.2 通用用电设备装置的选用，应符合国家或行业现行的有关技术标准，并应符合下列规定：

- a) 设备上应钉有制造厂主要技术数据的铭牌并具有国家强制性安全认证标志（CCC）。
- b) 额定电压与所在回路标称电压相适应。
- c) 额定电流不应大于所在回路的计算负荷电流。
- d) 额定开断电流大于所在回路的计算短路电流。
- e) 额定频率应与所在回路的频率相适应。
- f) 适应所在场所的环境条件。

**【条文解释】**

**通用用电设备装置的选用的原则是符合国家或行业标准及国家颁布的需要经安全质量认证的产品。**

**由于目前，假冒伪劣电气产品充斥市场。一但使用上去将会发生人身和设备事故。**

**第 d 款：低压断路器产品参数中的“额定开断电流”往往容易被忽视。因此作出规定。**

**第 e 款：“相适应”的提法是因用电设备可在偏离标称值或额定值一定范围内正常工作。**

11.1.3 低压电器在安装前的检查，应符合下列规定：

- a) 外壳、油漆、手柄等无损伤。
- b) 内部仪表、灭弧罩、瓷件无裂纹及伤痕。
- c) 所有附件齐全、完好。
- d) 成套配电（控制）柜、屏、台、箱、盘应有完整的出厂试验报告及技术文件。

**【条文解释】**

**安装前对低压电器检查的基本要求。对成套设备应检查是否有完整的出厂试验报告及技术文件。特别对于新产品更为需要，因为技术文件中包含的安装使用说明书，可以使安装符合制造厂家的要求，同时也确保安装后电器设备能正常运行。**

11.1.4 低压电器应安装牢固整齐。安装位置应便于操作检修。安装在震动场所时，螺栓应有防松措施。特殊形式的低压电器应按制造厂的规定或设计要求安装。

**【条文解释】**

**本条主要强调安装在震动场所的电器设备，应按设计要求采取防震措施。因为设计部门掌握盘、柜安装地点的震动情况，据此提出不同的防震措施，强调螺栓应有防松措施，一般常用垫橡皮垫，防震弹簧等办法。**

11.1.5 在多尘或潮湿场所，使用开启式低压电器时应加保护箱，保护箱及其安装应符合下列规定：

- a) 金属箱应刷防腐漆。
- b) 箱的宽度超过 500mm 时应做双扇门；必要时可在前、后两面开门；门与箱体应用保护线连接，其截面不小于  $4\text{mm}^2$ 。
- c) 箱屉板与前、后门的距离，应满足电器设备的运行和安装维修的要求（设备断开时，不影响关门）。
- d) 在室外，应有防雨、雪侵入的措施，导线宜从箱的下侧引入或引出。
- e) 金属箱体应接地良好。

**【条文解释】**

**本条对安装在室外的低压电器提出要求，目前我国已制造室外用的低压电器。但考虑产品的不普遍性，不是所有的低压电器都生产有户外型，因此户内型的开启式低压电器设备在环境很差的多尘和潮湿场所使用，将直接影响到安全运行。因此，必须加保护箱防护。**

11.1.6 低压电器及其操作机构的固定方式和对地距离，如设计无特殊要求时，则操作手柄对地距离，一般应保持在（1.2~1.5）m，侧面操作的手柄距建筑物或其他设备应不小于 0.2m。操作机构应灵活可靠。

**【条文解释】**

**设计施工图一般只给出电气设备平面示意位置，安装高度及与周围的距离要求没有具体规定。本条规定操作机构的安装高度，是考虑在此范围内操作人员所使用的力量为最大并操作方便。**

11.1.7 低压电器的接线，一般静触头应接电源、动触头接负荷。

**【条文解释】**

**本条的规定，主要是安全上的考虑。静触头是固定的，动触头打开后，工作人员工作时比较靠近动触头。动触头不带电比较安全。另外，但需要检修设备时，由于动触头不带电工作人员也不会触电。**

11.1.8 电器安装后需做以下试验，并符合下列规定：

a) 电压线圈动作值校验

——吸合电压不大于额定电压的85%，释放电压应不小于额定电压的5%；

——短时工作的合闸线圈应在额定电压85%~110%范围内、分励线圈应在额定工作电压75%~110%范围下可靠工作。

——失压脱扣器，当电源电压与额定电压的比值小于35%，铁芯应可靠释放，大于65%，铁芯不得释放；大于85%，铁芯应可靠的吸合。

b) 用电动机或液压、气动传动方式操作的电器，除产品另有规定外，当电压、液压或气压在85%至110%额定值范围内，电器应可靠工作；

c) 保护整定值：各类过流脱扣器、失压和分励脱扣器、延时装置等，应按设计要求整定，其整定值误差（%）不得超过产品的标称误差值。

**【条文解释】**

**低压电器安装后，必须进行电压、电流动作值的试验。这是低压电器安装后能否正常工作和安全运行的前提。这点往往被忽视，安装后不进行试验，因此必须引起重视。**

11.1.9 电动机、电加热设备、断路器、日用电器等电气设备在常温下的绝缘电阻应不小于0.5MΩ。

低压电器绝缘电阻的测量部位规定如下：

a) 触头在断开位置时，同极的进线与出线端之间。

b) 触头在闭合位置时，不同极的导电部件之间。

c) 各导电部分与金属外壳之间。

**【条文解释】**

**本条明确规定了低压电器绝缘电阻的测量部位。是保证测试数据的准确性。**

11.1.10 低压断路器等的操作机构应安全可靠，有接通、开断工作和故障电流的能力，有分、合位置的标志。

**【条文解释】**

**自动空气开关的操作机构应有分合位置的标志，是给工作人员工作时的提示，以确保安全。**

11.1.11 潮湿场所和移动式的电气设备的操作电源，一般采用特低电压。

**【条文解释】**

**电气设备在潮湿场所环境中使用其操作电源易因湿度影响加之控制电器的电气间隙较小易造成爬电和漏电危及人身安全因此宜采用安全电压。**

11.1.12 在易燃、易爆腐蚀性气体的场所，应采用防爆型低压电器。

11.1.13 母线与电器的连接处不同相的母线最小电气间隙应不小于10mm。

**【条文解释】**

**大容量电器的引出线端头往往与母线连接时由于母线宽度较大，而接线端子的距离受电器结构尺寸的限制，致使相间距离过小，为了保证母线相间的安全距离，根据有关规定，施工时可将母线弯成侧弯，或截去一角等方法来达到最小净距的要求。**

11.2 刀开关及熔断器

11.2.1 刀开关的安装符合下列规定：

a) 刀开关的静触头与刀片应接触良好，合闸时不应有卡阻现象，联动刀片应同时接触。

b) 双投刀开关在分闸位置时应可靠地固定，不得自行合闸。

c) 带有弹簧消弧触头的刀开关，各相的分闸动作应迅速一致。

d) 刀开关宜垂直安装。

**【条文解释】**

**刀开关的静触头与刀片接触不良，在有负荷电流时将会发热而将触头烧损；双投刀开关在分闸位**

置时操作手柄一般在水平位置，而且是在断电状态，如不能可靠的固定，将会使手柄自落使负荷侧带电，造成事故的发生；带有弹簧消弧触头的刀开关，分闸动作迅速一致，可迅速切断电弧；刀开关水平安装时断弧能力差，因此应垂直安装。

11.2.2 电动机的倒顺开关之前，应加装能切断三相电源的控制开关及熔断器。用转换开关、降压起动设备操作时，前面应加装隔离开关和熔断器。容量在 0.5kW 及以下的电动机和 2kW 及以下的电热设备允许用插头直接启闭。

**【条文解释】**

**加装控制(隔离)开关和熔断器是保证检修时切断电源和起到保护作用。**

**插头在直接起闭电气设备时将产生电弧，容量较大时会形成弧光短路。感性负载在合闸瞬间由于电磁能量的交换所产生的电弧较电阻性负载大因此作出容量的规定。**

11.2.3 熔断器的安装应符合下列规定：

- a) 接触点应接触良好，消弧管应完整。
- b) 熔丝的规格应符合被保护设备容量的要求。
- c) 熔丝熔断指示的装置应面向易观察的方向。
- d) 螺旋式熔断器，其电源线应接在中间的端子上，负荷接在螺纹的端子上。
- e) 安装具有几种规格的熔断器，应在底座旁标明规格。
- f) 有触及带电部分危险的熔断器，应配齐绝缘手柄。
- g) 带有接线标志的熔断器，电源线应按标志进行接线。

**【条文解释】**

**1 熔断器种类繁多，安装方式也各异，第一～四款的规定为一般原则要求。**

**2 d) 款的规定是防止熔芯取下后螺纹带电。**

**3 f) 款规定是以避免配装熔体时出现差错，影响熔断器对电器的正常保护工作。**

**4 g) 款有些熔断器如 RT—18X 系列断相自动报警熔断器，就带有接线标志。电源进线应接在标志指示的一侧。**

### 11.3 低压断路器

11.3.1 低压断路器的安装，应符合下列规定：

- a) 低压断路器一般宜垂直安装，其倾斜度不应大于 5°。
- b) 裸露在箱体外部，且易触及的导线端子应加绝缘保护。
- c) 低压断路器与熔断器配合使用时，熔断器应安装在电源侧。

**【条文解释】**

**1 低压断路器以垂直安装为多，但近年来由于低压断路器性能的改善，在一些场合有横装的，如直流断路器等为水平安装。**

**2 塑料外壳断路器在盘、柜外单独安装时，由于接线端子裸露在外部且很不安全，为此在露出的端子部位包缠绝缘带或做绝缘保护罩作为保护。**

**3 熔断器安装在电原侧主要是为了检修方便，当断路器检修时不必将母线停电，只需将熔断器拔掉即可。**

11.3.2 低压断路器操作机构的安装、调整应符合下列规定：

- a) 操作手柄或传动杠杆的开、合位置正确。
- b) 电动操作机构的接线应正确，在合闸过程中不应跳跃；开关合闸后，限制电动机或电磁铁通电时间的联锁装置应及时动作，使电磁铁或电动机通电时间不超过产品允许规定值。
- c) 触头在闭合、断开过程中，可动部分与灭弧室的零件不应有卡阻现象。
- d) 触头接触面应平整，合闸后接触应紧密。
- e) 开关辅助接点动作应正确可靠，接触应良好。
- f) 有电子脱扣装置的低压断路器，其接线应符合相序要求，脱扣装置的动作应可靠。

**【条文解释】**

**低压断路器操作机构的的功能和操作速度直接与触头的闭和速度有关，脱扣装置也比较复杂。将**

**操作机构安装调整要求单列一条以引起重视。**

11.3.3 自动开关失压脱扣器的线圈，应该与开关的常开辅助接点串接。

11.3.4 装有过流保护的低压断路器等，应按所保护的设备核对电流刻度。有特殊要求者应做升流试验和自由脱扣试验，如设计有要求时，尚应按整定值进行校验。

**【条文解释】**

**低压电器安装后，必须进行电流动作值的试验。这是低压电器安装后能否正常工作和安全运行的前提。这点往往被忽视，因此安装后应进行整定试验。对此必须引起重视。**

11.4 接触器

11.4.1 接触器电磁铁的铁芯表面应无锈斑及油垢，触头表面应平整，接触应紧密，触头的分合动作顺序应正确。

11.4.2 接触器的活动部分动作应灵活、无卡阻情况，交流接触器衔铁吸合后不应有异常响声，短路环应无断裂，断电后能迅速断开。

**【条文解释】**

**低压接触器和电动机启动器在安装前检查时所应达到的，这样就为以后能否顺利的试运行创造了好条件，故此也是最基本的要求。**

**制造厂为了防止铁芯生锈，出厂时在接触器或启动器等电磁铁的铁芯面上涂以较稠的防锈油脂，在通电前必须清除，以免油 粘住而造成接触器在断电后仍不返回。**

11.4.3 控制双电源和可逆设备的接触器、磁力启动器，应装有联锁装置，动作应正确可靠。电磁启动器热元件的规格应按电动机的保护特性选配；热继电器的电流调节指标位置，应调整在电机的额定电流值上，如设计有要求时，应按设计要求进行整定。

**【条文解释】**

1 电动机的保护特性系指电动机反时限允许过载特性。

2 据向制造厂了解，每个热继电器出厂试验时都进行刻度值校验，一般只做三点（最大值、最小值、中间值），为此当热继电器作为电动机过载保护时用户不需逐个进行校验，只需按比例调到合适位置即可；当作为重要设备或机组保护时，对热继电器的可靠性、准确性要求较高，按比例调到合适位置恐怕有误差，这时可根据设计要求，进行定值校验。

11.5 移动式电具、隔离变压器、剩余电流动作保护器

11.5.1 移动式电具

11.5.1.1 移动式电具的种类：理发用的电轧剪、电吹风、电烫发器等美容、美发、健身电器及生产车间、导电地面场所的台风扇、电熨斗、电烙铁、电钻及类似的单相、三相移动使用的电动机具。

**【条文解释】**

**本条规定了移动电具的种类。**

11.5.1.2 凡移动式电具在安装使用前应进行检查，并符合下列规定：

a) 操作手柄应完整无损。

b) 带电部分对外壳的绝缘，用 500V 绝缘电阻测试仪测试，其绝缘电阻不应低于 0.5MΩ。

c) 电源引线应采用三芯（单相）、四芯（三相）坚韧橡皮包线或塑料护套软铜线，中间不应有接头，并装有单相三线或三相四线插头，使电具的金属外壳（外露可导电部分）可靠接地，三芯线或四芯的黑色（或黄绿相间色）线芯作接地（保护线）用。

**【条文解释】**

**本条规定了在使用移动电具前应检查的项目内容。是为了确保工作人员在使用时不发生人身触电事故。**

**电源引线的要求是考虑到在使用的条件是“移动”的，不因在使用过程中造成电源线绝缘损坏或断裂；同时为电击防护，因此规定必须采用坚韧橡皮包线或塑料护套软铜线。**

11.5.1.3 使用电钻或类似的移动电气工具应戴橡胶绝缘手套，但采取下列措施之一后，可不戴橡胶绝缘手套：

a) 使用 36V 及以下电压的电钻等移动电具。

- b) 配用次级不接地的 1: 1 隔离变压器。
- c) 电源回路装有动作可靠的剩余电流动作保护装置。

**【条文解释】**

**使用电钻等移动电气工具必须戴橡胶绝缘手套是防止人身触电的安全防护措施。同时又规定了采取三种安全措施后可以不戴橡胶绝缘手套。**

11.5.1.4 理发用电具、烫发器的电源应装设额定剩余电流电流不大于 10mA 的剩余电流保护装置或采用 1: 1 隔离变压器并由双极闸刀开关控制，并装设专用的熔断器保护。

**【条文解释】**

**理发用的各类电具均与人体接触。特别是烫发的时间较长，触电的机率较大。因此应装设漏电保护器或采用隔离变压器。漏电保护器的额定漏电动作电流值是参照规范的规定。**

### 11.5.2 隔离变压器

11.5.2.1 1: 1 隔离变压器应符合下列规定：

- a) 隔离变压器须用双线卷结构，次级不得接地。
- b) 初级应有熔断器保护，初、次级接线端子应封闭或加装绝缘护罩。
- c) 初级的引线长度不应超过 3 米，不得有接头，应采用三芯塑料绝缘护套软线或坚韧橡皮绝缘线，并装有三脚插头，隔离变压器的金属外壳和铁芯应可靠接地。
- d) 次级装有固定的两眼插座。配合使用的电钻等移动电气工具的引线必须采用双芯塑料绝缘护套软线或坚韧橡皮绝缘线，并装有专用的两脚插头，引线不得有接头，并不宜过长。

**【条文解释】**

**本条规定了对隔离变压器的基本技术要求。**

**隔离变压器的初级和次级线圈之间只有磁的连接而没有电的连接，且次级是悬浮的。因此接在次级回路上的设备即使漏电也不会造成触电。所以隔离变压器的次级严禁接地。**

### 11.5.3 剩余电流动作保护装置

**【条文解释】**

**《剩余电流动作保护器的一般要求》（GB6829—2008）规定：剩余电流保护的主要功能是对有致命危险的人身触电提供间接接触保护。额定剩余动作电流不超过 30mA 的剩余电流保护器在其他保护措施失效时，也可作为直接接触的补充保护，但不能作为唯一的直接接触保护；同时接触被保护电路两线引起的触电危险，不能进行保护。**

11.5.3.1 剩余电流动作保护装置（剩余电流保护器、漏电开关）的选用应符合以下规定：

- a) 剩余电流保护器应符合 GB6829 的规定，并具有国家强制性安全认证标志（CCC），其技术额定值应与被保护线路或设备的技术参数相配合。
- b) 根据电气设备的供电方式和低压供用电系统的接地型式选用二极二线式或单极二线式及三极或三极四线、四极四线式剩余电流保护装置。
- c) 根据电气线路的正常泄漏电流，选择剩余电流保护器的额定剩余电流电流。
- d) 根据电气设备的环境要求选用剩余电流保护器：
  - 剩余电流保护器的防护等级应与使用环境相适应。
  - 对电源电压偏差较大或在高温、特低温环境中的电气设备应优先选用电磁型的剩余电流保护器。
  - 雷电活动频繁地区的电气设备应选用冲击电压不动作型剩余电流保护器。
  - 按装在易燃、易爆、潮湿或有腐蚀性气体等恶劣环境中剩余电流保护器，应根据有关标准选用特殊防护条件的剩余电流保护器，否则应采取相应的防护措施。

**【条文解释】**

**剩余电流动作保护装置是国家强制安全认证的电气产品。每年，省质量技术监督局和省电力公司都对漏电保护器进行质量抽检并公布抽检结果。因此在选用漏电保护器时应根据电气设备的供电方式选用经检测合格的相应的产品；**

**选择剩余电流动作保护装置的额定漏电动作电流值时，应充分考虑到被保护线路和设备可能发生**

**达到正常泄漏电流值，必要时可通过实际测量取得被保护线路或设备的泄漏电流值；还应考虑电气设备的使用环境，以避免由于选择不当而造成误动。**

11.5.3.2 低压供用电系统中为了缩小发生人身电击事故和接地故障切断电源时引起的停电范围，剩余电流保护装置应采用分级保护。

a) 分级保护方式的选择应根据用电负荷和线路具体情况的需要，一般可分为两级或三级保护。各级剩余电流保护装置的动作电流值与动作时间应协调配合，实现具有动作选择性的分级保护。

b) 分级保护应以末端保护为基础。住宅和末端用电设备必须安装剩余电流保护装置。末端保护上一级保护的保护区应根据负荷分布的具体情况确定其保护范围。

c) 为防止配电线路发生接地故障导致人身电击事故，可根据线路的具体情况，采用分级保护。

d) 配电线路电源端的剩余电流保护装置的動作特性与线路末端保护协调配合。

e) 企事业单位的建筑物和住宅采用分级保护，电源端的剩余电流保护装置应满足防接地故障引起电气火灾的要求。

**【条文解释】**

**本条对在低压供电系统中装设的剩余电流动作保护装置应采用分级保护作了规定。**

**根据《住宅设计规范》GB 50096—1999（2003年版）的规定：“每幢住宅应设置电源总断路器，应具有漏电保护功能”。这是因为，接地电弧是常见多发的电气火灾起因，但电弧短路的电流很小，一般的断路器和熔断器不能或不能及时切断电源，而具有漏电保护功能的断路器对电弧短路电流有很高的动作灵敏度，能及时切断电源，防止电气火灾的发生。**

11.5.3.3 应安装剩余电流保护装置的设备和场所：

a) 末端保护

——属于 I 类的移动式电气设备及手持式电动工具<sup>1)</sup>。

——生产用的电气设备。

——施工工地的电气机械设备。

——安装在户外的电气装置。

——临时用电的电气设备。

——机关、学校、宾馆、饭店、企事业单位和住宅等除壁挂式空调电源插座外的其他电源插座或插座回路。

——游泳池、喷水池、浴池的电气设备<sup>2)</sup>。

——安装在水中的供电线路和设备。

——医院中可能直接接触人体的电气医用设备<sup>3)</sup>。

——其它需要安装剩余电流保护装置的场所。

注 1： 电气产品按防电击保护绝缘等级可分为 0、I、II、III 四类。I 类产品的防电击保护不仅依靠设备基本绝缘，而且还应包含一个附加大安全预防措施。其方法是将可能触及的可导电的零件与已安装的固定线路中的保护线或 TT 系统的独立接地装置联接起来，以使可触及的可导电零件在基本绝缘损坏的事故中不带有危险电压。

注 2： 指相关规定属于应安装保护装置区域内的电气设备。

注 3： 指 GB 9706.1 医用电气设备第一部分通用安全要求中 H 类医用设备。

b) 线路保护

低压配电线路根据具体情况采用二级或三级保护时，在总电源端、分支线首端或线路末端（农村集中安装电能表箱、农业生产设备的电源配电箱）安装剩余电流保护装置。

**【条文解释】**

**本条规定了必须安装剩余电流动作保护装置的场所。**

**实践证明，并不是所有的触电都会导致人的死亡，触电后自己能主动摆脱电源者居多数。若触电后不能摆脱电源，就会造成死亡。触电后能否自己摆脱电源，由触电时通过人体的电流大小决定。通过人体的电流越大，人体的生理反应越明显，人的感觉就越强烈，破坏心脏正常工作所需的时间就越短，致命的危险也就越大。**

**感知电流：**感知电流是引起人的感觉的最小电流。对于不同的人，感知电流也不相同。成年男性平均感知电流为 1.1mA，成年女性约为 0.7mA。

**摆脱电流：**摆脱电流是人触电后能自主摆脱电源的最大电流。对于不同的人，摆脱电流也不相同。成年男性平均摆脱电流为 16mA，成年女性约为 10.5mA。成年男性最小摆脱电流为 9mA，成年女性约为 6 mA。最小摆脱电流是按 99.5%的概念考虑的

#### 摆脱电流范围内，触电后人的生理反应情况

电流强度(mA)	生理现象
0~0.9	无感觉
0.9~3.5	感到麻木
3.5~4.5	有些不适的麻木痛楚，轻微痉挛，反射性的手指肌肉收缩
5.0~7.0	手感到有痛楚，且表面有痉挛
8.0~10.0	全手病态痉挛、收缩，且麻疲
11~12	肌肉收缩痉挛传至肩部，强烈疼痛(接触带电体时间不超过 30S)
13~14	手全部自己抓紧，须用力才能放开带电体(接触带电体时间不超过 30S)
15	手全部自己抓紧，不能放开带电体

此外，试验证明直流电流、高频电流、冲击电流对人体都有伤害作用，其伤害程度较工频电流要轻。直流最小感知电流男性为 5.2mA，女性为 3.5mA；平均直流摆脱电流男性为 76mA；女性为 51Ma。致命电流：致命电流是指在短时间内危及生命的最小电流。触电电流在 50mA 以内，一般不致产生致命危险；触电电流为数百毫安，若触电时间不超过 0.75S，也不致发生致命危险；超过数百毫安时将造成死亡。

人体直接接触医疗设备以及在金属容器、游泳池等水上场所中所处环境较差。由于人体干燥皮肤内部电阻为 500Ω。皮肤电阻因人而异，可能差距较大，而且还与接触电压及皮肤表面干湿程度有关。如果将干燥皮肤的电阻取为 1，那么有汗的皮肤电阻约为 1/10，而被水侵蚀的皮肤，其电阻约为 1/25。因此，一旦发生医疗设备或水中线路漏电，极易造成触电。所有规定在这类场所使用的漏电保护器额定漏电动作电流不大于 10mA。

总保护额定漏电动作电流的选用是考虑与下级保护的配合。为了缩小发生人身电击及接地故障切断电源时引起的停电范围，漏电保护器应考虑分级保护。分级保护一般分为两级。两级漏电保护器的额定动作电流和动作时间应协调配合。两级保护的最大分断时间为：总保护 0.3S、末级保护≤0.1S；额定动作电流：总保护 100~200mA、末级保护≤30mA。

末级保护它是对家用电器、移动电器以及其他用电设备的直接接触保护；总保护是监视线路的全部运行状况。当气候突变，如台风、雷击及其他外力所引起的断线落地、倒杆等带来的危险电压造成的间接触电时，作为后备保护。对于在室外的各种原因造成的直接接触触电不是它的职责范围。

11.5.3.4 剩余电流保护器动作参数的选择应符合以下规定：

a) 手持式电动工具、移动电器、家用电器等设备应优先选用额定剩余电流不大于 30mA、一般型(无延时)的剩余电流保护装置。

b) 单台电气机械设备，可根据其容量大小选用额定剩余电流为 30mA 及以上、100mA 及以下、一般型(无延时)的剩余电流保护装置。

c) 电气线路或多台电气设备(或多用户)的电源端为防止接地故障电流引起电气火灾，安装的剩余电流保护装置，其动作电流和动作时间应按被保护线路和设备的具体情况以及泄漏电流值确定。必要时选用动作电流可调和延时动作型的剩余电流保护装置。

d) 在采用分级保护方式时，上下级剩余电流保护装置的的动作时间差不得小于 0.2s。上一级剩余电流保护装置的极限不驱动时间应大于下一级剩余电流保护装置的的动作时间，且时间差应尽量小。

e) 选用的剩余电流保护装置的额定剩余不动作电流，应不小于被保护电气线路和设备的正常运行时泄漏电流最大值的 2 倍。

f) 除末端保护外，各级剩余电流保护装置应选用低灵敏度延时型的保护装置。且各级保护装置的的动作特性应协调配合，实现具有选择性的分级保护。

11.5.3.5 对特殊负荷和场所剩余电流保护器动作参数的选择应符合以下规定：

a) 本规程第 11.5.3.3 中所列医院中的医疗设备安装剩余电流保护装置时,应选用额定剩余电流为 10mA、一般型(无延时)的剩余电流保护装置。

b) 按装在潮湿场所的电气设备应选用额定剩余电流为(16~30) mA、一般型(无延时)的剩余电流保护装置。

c) 安装于游泳池、水景喷水池、水上游乐场、浴室等特定区域的电气设备应选用额定剩余电流为 10mA、一般型(无延时)的剩余电流保护装置。

d) 在金属物体上工作,操作手持式电动工具或使用非特低电压的行灯时,应选用额定剩余电流为 10mA、一般型(无延时)的剩余电流保护装置。

e) 连接室外架空线路的电气设备,可能发生冲击过电压时,可采取特殊的保护措施(例如:采用电涌保护器等过电压保护装置),并选用增强耐误脱扣能力的剩余电流保护装置。

f) 对应用电子元器件较多的电气设备,电源装置故障含有脉动直流分量时,应选用 A 型<sup>4)</sup> 剩余电流保护装置。对负荷带有变频器、三相交流整流器、逆变换器、UPS 装置及特殊医疗设备(例如: X 射线设备、CT)等产生平滑直流剩余电流的电气设备,应选用特殊的对脉动直流剩余电流和平滑直流剩余电流均能动作的剩余电流保护装置。

注: A 型剩余电流动作保护装置,是指对突然施加或缓慢上升的剩余正弦交流电流和剩余脉动直流电流能确保脱扣的剩余电流动作保护装置。

g) 对弧焊变压器应采用专用的防电击保护装置。

#### 11.5.3.6 剩余电流保护装置的安装应符合下列规定:

a) 安装应符合有关标准的要求;并应充分考虑供电方式、供电电压、系统接地型式及保护方式。

b) 保护装置的型式、额定电压、额定电流、短路分断能力、额定剩余动作电流、分断时间应满足被保护线路和电气设备的要求。

c) 保护装置在不同的系统接地形式中应正确接线。单相、三相三线、三相四线供电系统中的正确接线方式见附录 M 《剩余电流保护装置接线方式》。

d) 剩余电流保护装置负荷侧的 N 线,只能作为中性线,不得与其他回路共用,且不能重复接地。

e) 采用不带过电流保护功能,且需辅助电源的剩余电流保护装置时,与其配合的过电流保护元件(熔断器)应安装在剩余电流保护装置的负荷侧。

f) TN-C 系统的配电线路因运行需要,在 PEN 线必须有重复接地时,不应将剩余电流保护装置作为线路电源端保护。

g) 当电气设备有剩余电流保护装置时,电气设备独立接地装置的接地电阻,可适当放宽,但应满足下列规定:

$$R_n \times I_{\Delta n} \leq 50V$$

式中:

$R_n$  ——接地装置的接地电阻和外露可接近导体的接地电阻总和,  $\Omega$ ;

$I_{\Delta n}$  ——剩余电流保护装置的额定剩余动作电流,(A)。

h) 安装剩余电流保护装置的电动机及其它电气设备在正常运行时的绝缘电阻不应小于 0.5M $\Omega$ 。

#### 11.5.3.7 剩余电流保护装置的施工应符合下列规定:

a) 保护装置标有电源侧和负荷侧时,应按规定接线,不得反接。

b) 安装剩余电流断路器时,应按要求,在电弧喷出方向有足够的飞弧距离。

c) 安装时应严格区分中性线(N)和保护线(PE),三极四线式或四极四线式剩余电流保护装置的中性线(N)应接入保护装置。经过剩余电流保护装置的中性线(N)不得作为保护线(PE),不得重复接地或接设备外露可接近导体。保护线(PE)不得接入剩余电流保护装置。

#### 11.5.3.8 安装电流型组合式剩余电流保护装置时,应注意下列事项:

- a) 剩余电流动作保护器应完整无损，动作灵敏可靠，并应根据实际负荷电流的大小合理选用。
- b) 被保护的线路和电气设备应绝缘良好，剩余电流保护器动作电流的档位应正确选择。
- c) 穿过剩余电流保护器圆孔的导线，应绞合在一起，用纱带或胶布包好，并放在中心。剩余电流保护器前后 200mm 范围内集束线不应散开。
- d) 剩余电流保护器应远离交流电磁场，如变压器、电流互感器、电动机，与配用的交流接触器之间的距离应在 400mm 以外，越远越好。
- e) 电气设备采用保护中性线 (PEN) 保护时，通过剩余电流保护装置的零序电流互感器后的中性线不得重复接地，仅允许作工作中性线之用；其设备金属外壳的保护中性线，应从剩余电流保护装置的零序电流互感器前另行接出。电气设置采用 TT 系统时，通过剩余电流保护器的中性线 (N) 也不得重复接地。
- f) 组合式保护器主回路控制开关宜选用带失压脱扣的低压断路器，也可采用交流接触器。
- e) 组合式保护器外部连接的控制回路，应使用单芯绝缘铜绞线，其截面不应小于  $1.5\text{mm}^2$ 。

11.5.3.9 新装的剩余电流保护装置在投入运行前应做如下实验并应正确动作：

- a) 用试验按钮试验 3 次，应正确动作。
- b) 带额定负荷电流分合 3 次，均应可靠动作。
- c) 在保护范围内的出线上用专用装置（测试笔）接地试跳三次。

## 11.6 电梯、自动扶梯和自动人行道

11.6.1 本节适用于装设在工业建筑、公共建筑和住宅建筑中，载重大于 300kg 的电力拖动的各类电梯和自动扶梯、自动人行道的配电。

### 【条文解释】

**本条为本节的适用范围。其中电梯、自动扶梯、自动人行道这三个名词系引自国家标准《电梯、自动扶梯、自动人行道名词术语》GB 7024-2008，不适用于安装在矿山、船舶和其他特殊的专用梯、小型杂货梯以及液压梯。**

11.6.2 各类电梯和自动扶梯、自动人行道的负荷分级为：

- a) 一般乘客电梯为二级；重要的为一级。
- b) 一般载货、医用电梯为三级；重要的为二级。
- c) 自动扶梯、自动人行道为三级；重要的为二级。

### 【条文解释】

**电梯的供电负荷分级，决定于电梯的重要性和使用功能。由于运输对象不同本规范对电梯、自动扶梯、自动人行道作了负荷分级。其中一般乘客电梯系指高层普通住宅、办公楼等用的客梯，定为二级，重要的客梯系指一、三级旅馆等重要公共建筑用的部分客梯，定为一级，载货电梯和医用病床梯的负荷分级一般取三级，但较大型的商业库房建筑用货梯和较大型病房楼的病房梯宜取二级。**

**自动扶梯、自动人行道因其运行速度慢、停电造成人身伤亡事故小，故负荷等级定为三级，但在重要场所如国际航空港、大型火车站等处定为二级。高层建筑的消防电梯在《高层民用建筑设计防火规范》中已有明确规定。**

11.6.3 电梯和自动扶梯、自动人行道的电源应专用，并应由建筑物配电所直接供电至机房。

但电梯等主开关不应切断下述供电线路：

- a) 桥厢、机房和滑轮间的照明和通风。
- b) 桥顶、低坑的电源插座。
- c) 机房和滑轮间内的电源插座。
- d) 电梯井道照明。
- e) 报警装置。

### 【条文解释】

**电梯、自动扶梯是建筑物中重要的垂直运输设备，又起动频繁，为避免其他用电设备的干扰，必须作到安全可靠运行，所以本条规定强调了“电梯电源专用”，即由建筑物配电间设专线直接送至机房。由于运输的轿厢和电源设备设置在不同的地点，维修人员不能在同一地点观察到二者的运行情况，所**

为确保电梯的安全及电梯间互不影响，每台电梯应由专用回路供电。

每台电梯、自动扶梯、自动人行道的电源总开关宜安装在配电房，便于维修、操作。该开关应能起到隔离电路和短路保护的作用。凡是单独用电设备各自的电源进线均应装设各自的隔离电器和短路保护装置，以免主拖动电源断电影响附属安全或检修用电设施。

11.6.4 每台电梯、自动扶梯和自动人行道的电源线，应装设隔离电器和短路保护器。有多路电源进线的电梯机房，每路进线均应装设隔离电器，并应装设在电梯机房内便于操作和维修的地点。

**【条文解释】**

这里所说的“隔离电器和短路保护器”，既可以是两种电器，也可以是具有隔离作用和短路保护作用的一种电器，如封闭式负荷开关（铁壳开关），一种电器具有隔离和短路保护两种作用。

11.6.5 选择电梯、自动扶梯和自动人行道供电导线时，应由电动机铭牌额定电流及相应的工作制确定，并应符合下列规定：

- a) 单台交流电梯供电导线的允许载流量，应大于其铭牌连续工作制额定电流的 140% 或铭牌 0.5h（或 1h）工作制额定电流的 90%。
- b) 单台直流电梯供电导线的连续工作载流量，应大于交直流变流器的连续工作制交流额定电流的 140%。
- c) 向多台电梯供电，应计入同时系数。
- d) 自动扶梯、自动人行道应按连续工作制计。

**【条文解释】**

应按电梯的设备容量向电梯供电。电梯的设备容量应为电梯的电动机额定功率加上其他附属电器之和。

交流电梯的电动机功率应为交直流变流器的交流额定输入功率。

此外，要特别指出的是：交流电梯和直流电梯的铭牌额定功率各不相同。例如交流电梯是指其曳引机功率，而由直流发电机供电的直流电梯是指拖动直流发电机的交流电动机的功率。

交流电梯，在非调频调压系统中，在频繁运行时，是处在反复短时工作制。但起动冲击电流相当大，冲击电流在温升等效电流中占有相当比例，又由于停层时间短（有的小于 10s），即发热休止时间远小于导线的发热时间常数（一般在 8min 以上）。

多台同类型同容量的电梯，其同时工作系数推荐如下，供参考。

电机台数	1	2	3	4	5	6
同时系数	1	0.91	0.85	0.8	0.76	0.72

11.6.6 轿厢的照明电源，可从电梯的动力电源隔离电器前取得，并应装设隔离电器和短路保护器。高层建筑内的乘客电梯，轿厢内应有应急照明（自容式），连续供电时间不小于 20min。

**【条文解释】**

电梯照明是稳定乘客心理情绪的重要措施，不容忽视。此规定是为了在正常电源中断时，轿厢内人员的安全及不造成混乱。

11.6.7 向电梯供电的电源线路，不应敷设在电梯井道内。除电梯的专用线路外，其他线路不得沿电梯井道敷设。

在电梯井道内的明敷电缆应采用阻燃型和耐潮湿的。明敷的穿线管、槽应是阻燃的。

**【条文解释】**

电梯井道易成为火灾的通道，将电梯的电源线路敷设在井道中是不安全的。电源线路本身起火也会危及电梯井道安全。不敷设在井道中，既可防止火灾危及电源线路，又可防止电源线路产生火灾的可能性。

因此，在电梯井道内，除电梯专用线路（控制、照明、信号及井道的消防需要的线路等）外，不允许敷设其他线路。

11.6.8 高层建筑中的消防电梯应符合 GB50045-1995 中 6.3 的规定。

**【条文解释】**

《高层民用建筑设计防火规范》GB 50044-95（2005 年版）第 6.3 节有关规定如下：

1 下列高层建筑应设消防电梯。

1) 一类公共建筑。

- 2) 塔式建筑。
  - 3) 十二层及十二层以上的单元式住宅和通廊式住宅。
  - 4) 高度超过 32m 的其他二类公共建筑。
- 2 消防电梯可与客梯或工作电梯兼用，但应符合消防电梯的要求。
- 3 该标准对消防电梯的设置也作了专门规定。

11.6.9 电梯机房、轿箱和井道的接地，应符合下列规定：

- a) 所有电气设备的外露可接近导体部分均应可靠接保护线（PE）或接保护中性线（PEN）。
- b) 电气设备保护线的连接应符合供电系统接地型式的要求且机房和轿箱的电气设备、井道内的金属件与建筑物的用电设备采用同一接地体。
- c) 轿箱和金属件应采用等电位连接。
- d) 在采用三相四线制供电的接地型式为 TN—C 系统中，严禁电梯电气设备单独接地。
- e) 电梯轿厢可利用随行电缆的钢芯或芯线作保护线，当采用电缆芯线时，不得少于两根，采用铜芯导体每根芯线截面不得小于  $2.5\text{mm}^2$ 。

**【条文解释】**

在一个供电系统中不允许采用两种保护方式，这在我国的各种技术文件和教科书中是一致的，并为广大工程技术人员和施工人员所熟知。但是，近年来随着我国电梯行业的迅速发展，出现了不少新的安装队伍，同时又由于计算机技术在电梯控制上的应用，个别产品提出单独做接地装置的要求，这样一来，有的施工人员错误地把计算机“逻辑地”需要的接地装置当作电气设备的接地保护，这种情况在电梯安装质量大检查中就曾发现，这是很危险的。全国各地的同行对此问题反映强烈。因此，为保证安全，统一施工，作出规定。

11.6.10 采用计算机控制的电梯，其“逻辑地”应按产品要求处理。当产品无要求时，可按下列方式之一进行处理：

- a) 接到供电系统的保护线（PE）上。  
当供电系统的保护线与中性线为合一的 TN—C 系统，应在电梯电源进入机房后将保护线与中性线分开，形成 TN—C—S 系统，该分离点的接地电阻值不应大于  $4\ \Omega$ 。
- b) 悬空“逻辑地”。
- c) 与单独的接地装置连接。该装置的对地电阻值不得大于  $4\ \Omega$ 。

**【条文解释】**

近年来，我国电梯市场上，采用计算机（包括 pc 机）控制的产品越来越多，不同产品对计算机部分的抗噪防护要求不一，使安装施工无所遵循，甚至出现了违反低压电气设备安全保护规定的现象。

关于计算机控制的电梯，应当把计算机看作是整台电梯的一个组成部分，就像其他机械设备具有电气控制部分一样。由于计算机电源均采用隔离变压器供电，接口部分也都有隔离措施和相应的抗噪声处理，其工作部分与外部设备没有直接的电气连接，所以其“逻辑地”在一般情况下可通过专用的接地母排接到系统的保护线（PE 线）上，也可以悬空。当产品的抗噪声性能较差，而环境的噪声干扰又较强，“悬空”和接保护线均不能保证正常工作时，可考虑把“逻辑地”与单独的接地装置连接。需提出注意的是，为计算机单独提供的接地装置不能作为设备的接地保护使用。

## 12 电动机及其附属设备

### 12.1 一般规定

12.1.1 本章适用于固定式交直流电动机及其附属设备的安装。

12.1.2 电动机及其附属的控制保护和起动设备等，应适合周围环境的需要（如在爆炸危险场所采用防爆式电动机）。电动机应装在固定的底脚上。所有电动机等设备的外壳上应钉有制造厂主要技术数据的铭牌。

**【条文解释】**

电动机装在固定的底脚上，是确保安装牢固，以避免发生机械设备和人身事故。

设备铭牌相当于“身份证”，而小型电机也是国家强制安全认证的产品，也需标有“3C”标志。

12.1.3 不可逆的电动机及其所带动的机械，应用标明旋转方向。在起动装置上应标明“起动”、“运行”

和“停止”等标志。

**【条文解释】**

在“不可逆的电动机及其所带动的机械上，应用红漆标明旋转方向”的目的是提示操作人员，开机时或设备检修特别是电气线路拆搭时应注意不要搭错相序，以免造成机械设备损坏。“在起动装置上应标明“起动”、“运行”和“停止”等标志”是提示操作人员避免误操作。

12.1.4 电动机等电气设备的绝缘电阻应不小于  $0.5M\Omega$ 。

12.1.5 电动机的传动部分在人员易接触的部位，应加防护措施。

**【条文解释】**

在电动机的传动部分，一般是加装防护罩，避免电动机在运行时对人身的伤害。

12.1.6 在运行方面有特殊要求的电动机或容量在  $30kW$  及以上的电动机，在操作电动机起动的地点，应装设电流表。在操作地点监视不到电压时，应装设电压表。 $30kW$  以下的电动机可根据需要装设电流表；单台电动机容量在  $75kW$  及以上的还应装设电能表。多台电动机总容量在  $100kW$  及以上时应在总受电装置处，装设电流、电压、功率因数、功率表、电能表。

**【条文解释】**

多台或容量超过  $100kW$  时，作为电气工作人员应掌握总的电气量数值。而且，总容量超过  $100kW$  的用户要实行《功率因数调整电费办法》。不掌握总的功率和自然功率因数，也就不能正确进行无功补偿容量的计算。

12.1.7 在动力电源侧应装指示灯，亦可设在能共同观察到的控制台处。

**【条文解释】**

在电源侧装设指示灯的目的是便于直接观察电源是否有电。

12.1.8 装设在露天场所的电动机及其附属设备，应加防雨措施。

## 12.2 电动机的选择

12.2.1 电动机型式的选择应符合使用场所的条件，可参照表 37 的规定。

表 37 电动机型式的选择

序号	安 装 地 点	采用电动机型式
1	一般场所	防护式开启式
2	潮湿场所	防滴式及有耐潮绝缘的电机
3	有粉尘多纤维及易燃危险性场所	封闭式电机
4	有易燃易爆危险的场所	防爆式电机
5	有腐蚀性气体及有燃气浸蚀的场所	密闭式及耐酸绝缘的电机

**【条文解释】**

电动机的型式较多，适用于不同的环境场所。由于安装地点不同，电动机型式的选择应按表 8.1 的规定进行选择。

12.2.2 电动机类型的选择应符合下列规定：

a) 机械对起动、调速及制动无特殊要求时，应采用笼型电动机，但功率较大且连续工作的机械，当在技术经济上合理时，宜采用同步电动机。

b) 符合下列条件之一时，宜采用绕线转子电动机：

- 重载起动的机械，选用笼型电动机不能满足起动要求或加大功率不合理时；
- 调速范围不大的机械，且低速运行时间较短时。

c) 机械对起动、调速及制动有特殊要求时，电动机类型及其调速方式应根据技术经济比较确定。在交流电动机不能满足机械要求的特性时，宜采用直流电动机；交流电源消失后必须工作的应急机组，亦可采用直流电动机。变负载运行的风机和泵类机械，技术经济合理时，应采用调速装置，并应选用相应类型的电动机。

**【条文解释】**

本条的宗旨是，在满足使用要求下，尽量选用简单、可靠、经济、节能的电动机；即优先选用笼

型电动机，其次为绕线转子电动机，在其次为其他类型，最后为直流电动机。

1 关于笼型电动机变频调速问题参见本条第三款说明。本款包括多速笼型电动机，仅要求数种转速时，应优先予以选用。

选用同步电动机，除个别情况是为稳速外，通常是为了提高功率因数。采用同步电动机是否合理，不仅与额定功率大小有关，还涉及同步转速、运行方式、所在系统无功负荷的大小和分布、货源和价格情况等，规范中不宜对功率界限作出硬性规定，而应通过技术经济比较确定。

2 重载起动的笼型电动机应按起动条件进行校验。当不能满足要求或加大功率不合理时，则应按本款规定选用绕线转子电动机。在起动过程中，堵转转矩（亦称起动转矩）、最小转矩、最大转矩共同起作用，均需校验。能否克服静阻转矩决定于堵转转矩；能否顺利加速则最小转矩是关键；最大转矩除影响起动过程外，还决定电动机的过载能力。绕线转子电动机的转矩——转差特性曲线可通过调节转子回路的电阻而改变，从而适应重载起动条件，并能在一定范围内调节转速。绕线转子电动机配晶闸管串级调速，已能获得较好的调速质量；但在低速下运行时各项性能指标低，不宜时间过长，条文中补充了这一条件。

3 机械对起动、调速及制动有特殊要求时，有多种方案可供选择，如交流换向器电动机、电磁调速电动机、直流电动机、机械调速、液压调速、串级调速、变频调速等。这些方案各有优缺点，并在一定条件下转化。因此，电动机选择涉及众多因素，需结合拖动设计，通过技术经济比较才能确定，规范在不能作出硬性规定。

采用直流电动机通常是为了满足拖动方面的特殊要求，但还存在其他方面的需要，条文中“交流电源消失后，必须工作的应急机组”，主要是针对发电厂某些厂用电装置而列入的。

关于风机和水泵出于节能目的而调速问题，各地都有许多经验。一些企业中变负荷运行的风机、泵类设备加装调速装置后，平均节电 20%~30%；而风机、泵类设备耗电量约占全国发电量的 31%，其中变负荷运行的占 70%，这些措施具有很大效益还是应当肯定的。常用的风机、泵类调速方式有：绕线转子电动机配晶闸管串级调速，笼型电动机配液力耦合器或变频调速器等。目前，变频调速技术和产品发展较快，方案选择应根据电动机功率、流量变化、设备状况等决定。

### 12.3 电动机的安装

12.3.1 电动机的安装位置，应考虑操作、检修、运输的方便。

#### 【条文解释】

**电动机安装位置的三个要素，必须在实际安装中应遵守。**

12.3.2 固定在基础上的电动机，一般应留有不小于 1m 的维护通道。

#### 【条文解释】

**1m 的维护通道是便于检修人员工作。**

12.3.3 电动机的基础、地脚螺栓孔、沟道、孔洞、预埋件、电源导线的管孔及位置尺寸和质量应符合设计及土建的质量要求。如无设计要求时，则混凝土基础的重量一般不小于电动机重量的 3 倍，基础各边应超出电动机底坐边 100mm~150mm。

#### 【条文解释】

**本条规定了对电机基础等建筑工程的质量要求。**

12.3.4 底脚螺栓应与混凝土基础接触严密，螺栓本身不应歪斜，机械强度应满足要求。

#### 【条文解释】

**电动机安装在基础上是否牢固可靠关系到电动机的安全运行。关键是地脚螺栓应与基础接触紧密且电动机底座应水平。不宜采用膨胀螺栓做地脚螺栓。**

12.3.5 基础与电动机底座之间的垫片，一般不超过三块，垫片与基础面接触应紧密。

12.3.6 轴承润滑脂的情况正常，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。

#### 【条文解释】

**电机安装时，应检查转子的转动情况和润滑状况。轴承缺少润滑脂将使电机在高速运转时发热烧损，且润滑脂的品种、质量应符合产品的要求。这是电机安全运行的必备条件之一。**

12.3.7 采用皮带传动的电动机轴及传动装置轴的中心线应平行，滑轨应留有调整余量。

12.3.8 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。伞型齿轮中心线应按规定角度交叉，咬啮合程度一致。

12.3.9 采用联轴器传动时，轴向及允许误差，弹性连接的不应大于 0.5mm，刚性连接的不大于 0.2mm。互相连接的联轴器各螺栓孔应一致，螺帽应有防松装置。

### 12.3.7~12.3.9 条

#### 【条文解释】

**电动机的传动方式一般有三种：皮带传动；齿轮传动；靠背轮传动。条文的规定是电机安装时最基本的要求。**

12.3.10 电动机外壳应有良好的保护接地，其接地端子、接地线应明显、便于检查。

12.3.11 电动机的绕组极性应正确，接线方式应符合电源的额定电压。引出的端子焊接或压接良好，且编号齐全、正确。引至电动机接线盒的明露导线，应加强绝缘，在接线盒口应有护圈保护，易受外力损伤的地方，应穿金属软管保护。

#### 【条文解释】

**电动机绕组接线正确与否关系到电机能否正常起动。三相绕组可以接成△形也可以接成 Y 形，即 220/380V。因此，本条规定“接线方式应符合电源的额定电压”。对电机的引线处提出了加强绝缘的要求。**

12.3.12 电动机安装后，应做数圈的人力转动试验。对大型电动机应做通电点通试验。

#### 【条文解释】

**本条的规定是在电动机安装后检查电动机有无卡死现象。大型电动机，人力转动不易。“点通”，是指连续的间断停电。**

## 12.4 电动机控制和保护设备

12.4.1 电动机控制和保护设备，在正常环境宜设置在电动机附近。并应调试正确，动作可靠，能监视到起动、运行等情况。

#### 【条文解释】

**在机械设备运转中，出现异常状态时，应能即使采取措施使其停止运转。本条就是为保证操作、控制、观察方便以及确保人身和设备安全所做的规定。**

12.4.2 电动机主回路上隔离电器装设应符合下列规定：

a) 每台电动机的主回路上应装设隔离电器，当符合下列条件之一时，数台电动机可共用一套隔离电器：

—— 一套短路保护电器的一组电动机。

—— 由同一配电箱（屏）供电且允许无选择地断开的一组电动机。

b) 电动机及其控制电器宜共用一套隔离电器。符合隔离要求的短路保护电器可兼作隔离电器。移动式 and 手握式设备可采用插头和插座作为隔离电器。

c) 隔离电器宜装在控制电器附近或其他便于操作和维修的地点。无载开断的隔离电器应能防止无关人员误操作。

#### 【条文解释】

**隔离是保证安全的重要措施，规范中应予以明确规定。国标是根据 IEC 标准《建筑物电气装置》(TC64) 第 46 章和第 53 章，并参照美国《国家电气法规》第 430 节而增加的。**

**1 考虑到我国常用配电箱、屏的产品现状和实际运行经验，对数台电动机共用一套隔离电器问题，作了灵活规定。**

**2 IEC 标准《建筑物电气装置》(TC64) 第 537.2 条规定：隔离电器在断开位置时，其触头之间或其他隔离手段之间，应保证一定的隔离距离；隔离距离必须是看得见的，或明显地并可靠地用“开”或“断”标志指示；这种指示只有在电器每个极的断开触头之间的隔离距离已经达到时才出现。半导体电器严禁用作隔离电器。现行国家标准《低压电器基本标准》中，已列入低压空气开关（刀开关）、隔离开关、隔离器、熔断器式开关、熔断器式隔离器等隔离电器；低压断路器标准中亦列入了隔离型。**

**按 IEC 标准，“手握式设备”是在正常使用时要用手握住的移动式设备；“移动式设备”是在工作时移动的设备，或在接有电源时容易从一处移至另一处的设备。请注意，没有搬运把手且重量又使人难以移动的设备（规定这一重量为 18kg），应当归入固定式设备。**

**3 按 IEC 标准的规定，无载开断的隔离电器应装设在能防止无关人员接近的地点或外护物内，或者能加锁。**

12.4.3 电动机控制电器及过载保护电器的装设，应符合下列规定：

- a) 每台电动机应分别装设控制电器。当工艺需要或条件许可时，一组电动机可共用一套控制电器。
- b) 控制电器宜采用接触器、起动器或其他电动机专用控制开关。起动次数少的电动机可采用低压断路器兼作控制电器。当符合控制和保护要求时，3kW 及以下的电动机可采用封闭式负荷开关。但其开关的额定电流应不小于电动机额定电流的 1.5 倍。
- c) 控制电器应能接通和断开电动机的堵转电流，其使用类别和操作频率应符合电动机的类型和机械的工作制。
- d) 控制电器宜装设在电动机附近或其他便于操作和维修的地点。过载保护电器宜靠近控制电器或为其组成部分。

**【条文解释】**

**本条中的控制电器是指电动机的起动器，接触器及其他开关电器，而不是“控制电路电器”。**

**根据起动器标准，起动器定义为“起动和停止电动机所需要的所有开关电器与适当的过载保护电器相结合的组合电器”同时，过载保护器不再单列标准，而是附在起动器标准中。根据起动器与短路保护器协调配合的要求，堵转电流及以下的所有电流，应由起动器分断。**

**电动机的控制电器不得采用开启式负荷开关（胶盖开关）。采用封闭式负荷开关（铁壳开关）亦不够安全，应予限制；考虑到目前实际情况，当符合控制和保护要求时，3kW 及以下的电动机可采用封闭式符合开关（铁壳开关），但要考虑 1.5 倍的可靠系数。**

12.4.4 每台电动机的操作开关，安装地点应能看到电动机和被拖动机械的起动和停止。如电动机和被拖动的机械远离操作地点，则应在机械附近加装紧急用的切断开关和开机预告信号装置。操作开关的安装高度一般为 1.2m~1.5m，操作通道应不小于 1m。单台电动机的电源总开关应按操作开关的要求选择。

**【条文解释】**

**本条是为保证操作、控制、观察方便以及确保人身和设备安全所规定的。**

12.4.5 控制回路的电源和接线方式应安全可靠，简单适用，并应符合下列规定：

- a) 当 TN 或 TT 系统中的控制回路发生接地故障时，控制回路的接线方式应能防止电动机意外起动或不能停车。必要时，可在控制回路中装设隔离变压器。
- b) 对可靠性要求高的复杂控制回路，可采用直流电源。直流控制回路宜采用不接地系统并装设绝缘监视。
- c) 额定电压不超过交流 50V 或直流 120V 的控制回路的接线和布线，应能防止引入较高的电位。

**【条文解释】**

**1 为确保电动机正常运行，控制回路的可靠性是和主回路的可靠性同等重要。**

**2 控制回路电源的取得由以下几种方式：**

- (1) 由主回路供电。
- (2) 独立电源供电。
- (3) 通过隔离变压器或安全隔离变压器供电。
- (4) 直流电源供电。

**3 在 TN 和 TT 系统中的控制回路发生接地故障时，保护或控制接点可被大地短接，使控制失灵或线圈通电，造成电动机不能停车或意外起动。当控制回路接线复杂、线路很长，特别是在恶劣环境中装有较多的行程开关和联锁接点时，这个问题更加突出。**

**为确保控制回路操作时的安全，在控制回路中装设隔离变压器。因为电气隔离是触电防护的一种重要技术措施，实现电气隔离的主要手段是采用装设隔离变压器。同时，还能避免电动机意外起动或不能停车，而且任何一点接地时，电动机能继续运行。**

**4 控制回路采用直流电源时，因直流控制元件较交流控制元件性能可靠，且直流电源独立性强，不受主回路各种事故的干扰，所以更加安全可靠。**

12.4.6 对远控及多点控制的电动机，应在各控制点装设“停、启”信号，并应在电动机附近装设紧急停机按钮和明显断开电源的装置。

**【条文解释】**

**远控及多点控制时，为保证人员和设备安全所作的规定，一旦发现危及人身和设备安全时，可紧急停机。**

12.4.7 每台电动机均应装设控制和保护设备。特殊情况下，多台电动机可采取集中控制，且根据工艺要求应采取联锁及同一制动装置。

12.4.8 互为备用自起动的电动机，除装设可靠的联锁装置外，应在操作回路和主回路中装设断开装置。

12.4.9 交流电动机应装设过载保护、短路保护、接地故障保护和断相保护装置并宜采用电动机综合保护装置。

a) 过载保护装置一般采用热继电器和空气断路器的延时过电流脱扣器；当采用热元件保护时，一般为电动机额定电流的 1.1~1.5 倍；采用熔丝（片）保护时，一般为电动机额定电流的 1.5~2.5 倍；

b) 但在下列情况，可不装设过负荷保护装置：

——短时间内反复开机停机的电动机。

——3kW 及以下的电动机。

——过负荷可能性很少的电动机（如排风机和离心泵）。

c) 每台电动机应分别装设相间短路保护，短路保护装置宜采用熔断器和空气断路器的瞬时过电流脱扣器。断路器瞬时过电流脱扣器的整定电流，可取电动机起动电流的 2~2.5 倍。当符合下列条件之一时，数台交流电动机可共用一套保护电器：

——总计算电流不超过 20A，且允许无选择地切断时。

——根据工艺要求，应同时起停的一组电动机，不同时切断将危及人身设备安全时。

d) 交流电动机的接地故障保护应符合下列规定：

——每台电动机应分别装设接地故障保护，但共用一套电流保护电器的数台电动机，可共用一套接地故障保护器件。

——接地故障保护应符合 GB50054 的规定。

——当电动机的短路保护器件满足接地故障保护要求时，应采用短路保护兼作接地故障保护。

e) 交流电动机的过载保护装设应符合下列规定：

——运行中容易过载的电动机、起动或自起动条件困难而要求限制起动时间的电动机，应装设过载保护。额定功率大于 3kW 的连续运行电动机宜装设过载保护；但断电导致损失比过载更大时，不宜装设过载保护，或使过载保护动作于信号。

——短时工作或断续周期工作的电动机，可不装设过载保护，当电动机运行中可能堵转时，应装设保护电动机堵转的过载保护。

——交流电动机的过载保护器件的动作特性应与电动机过载特性相配合。过载保护器件宜采用热过载继电器（简称热继电器）或反时限特性的过载脱扣器，亦可采用反时限过电流继电器。有条件时可采用温度保护或其他适当的保护。

——热继电器或过载脱扣器的整定电流，应接近但不小于电动机的额定电流；过电流继电器整定电流的确定应计入可靠系数、接线系数及返回系数；动作时限应躲过电动机的正常起动或自起动时间。

f) 交流电动机的断相保护应符合以下规定：

——无人经常监视且连续运行的三相电动机，宜装设断相保护。

——连续运行的三相电动机，当采用熔断器保护时，应装设断相保护；当采用低压断路器保护时，宜装设断相保护；当低压断路器兼作电动机控制电器时，可不设断相保护。

——短时工作或断续周期工作的电动机或额定功率不超过 3kW 的电动机，可不装设断相保护。

——断相保护器件宜采用断相保护热继电器，亦可采用温度保护或专用的断相保护装置。

**【条文解释】**

**1 规定了热元件、熔丝的选择要求；**

**我国熔断器和低压断路器标准中，均已列入保护电动机型。低压熔断器的分断范围和使用类别用两个**

字母表示。第一个表示分断范围（g——全范围分断能力熔断体，a——部分范围分断能力熔断体）。第二个字母表示使用类别（G——一般用途熔断体，M——保护电动机回路的熔断体）。如“gM”即为全范围分断的电动机回路中用的熔断体。

关于熔断体的选择。由于各种熔断器的安秒特性曲线差别较大，因此根据所选用的熔断器的安秒特性曲线及偏差后略高于电动机起动电流和起动时间的交点来选取。

2 可不装设过负荷保护装置的规定；

3 相间短路保护装置的规定。采用瞬动过电流脱扣器或过电流继电器的瞬动元件时，应考虑电动机起动电流非周期分量的影响。电动机起动电流非周期分量主要出现在第一半波，第二三周波即明显衰减，其后则微乎其微。电动机起动电流第一半波的有效值通常不超过其周期分量有效值的 2 倍，个别可达 2.3 倍。故其整定电流应躲过电动机起动电流低压半波的有效值。考虑到动作电流误差，本规范规定为 2~2.5 倍。

数台电动机共用一套短路保护属于特殊情况，应从严掌握。总计算电流不超过 20A，系参照国家标准《低压配电设计规范》的规定而定。

4 关于 TN、TT 和 IT 系统中接地故障保护的具体要求，在现行国家标准《低压配电设计规范》第四章第四节中作了专门论述。但采用漏电保护器时，应考虑电动机突然断电可能引起的后果；必要时，可采用现行国家标准《低压配电设计规范》中所列的其他间接触电保护方法。

5 电动机过载主要是由下列因素造成的机械过载、断相运行、电压过低、频率升高、散热不好、环境温度过高等。

过载引起的电动机温升过高是导致电动机损坏的主要原因。因此，对电动机采取过载保护是非常必要的。

1) 除对运行中容易过载（如简易货梯）的电动机，起动或自起动严酷（如锅炉房输煤皮带）的电动机应装设过载保护外，对不易过载运行的电动机亦尽可能装设过载保护。

2) 在电动机带动的工艺设备不允许电动机停转，如果电动机停转会造比损坏电动机更为严重的后果时，不允许装设过载保护或装设过载保护不直接切断电源而作用于信号，以确保电动机不停转。

3) 过载保护器件最普通应用的是热继电器和过载脱扣器（长延时脱扣器），容量较大的电动机也可采用过流继电器，通常为反时限继电器，用于堵转保护时可采用定时限继电器。

常用的过载保护器件为双金属片式热继电器。当过载时线路中的电流增加使热继电器的热脱扣器动作切断电源以达到对电动机的保护。该继电器的双金属片动作特性与电动机的发热特性不易配合，双金属片在过载范围内动作不均，过电流保护在低过载倍数下的动作时间明显低于电动机的允许时间，使整定困难。但要使保护器件达到保护的必须使保护器件的保护特性与被保护的电动机发热特性准确匹配才能达到保护目的。

6 在过载烧毁的电动机中，断相故障所占比例很大，根据参考资料称，在美国和日本约占 12%，在俄罗斯约占 30%；而我国则明显超过以上数字。这与断相保护不完善有直接关系。

关于低压断路器保护的电动机，本条规定宜装设断相保护。据发生断相故障的 181 台小型电动机的统计，因熔断器一相熔断或接触不良的占 75%，因刀开关或接触器一相接触不良的占 11%，因电动机定子绕组或引线端子松开的占 14%。由此可见，除熔断器外，其他原因约占 25%，仍不容忽视，但对熔断器和低压断路器两种情况宜适当区别（用语分别为“应”和“宜”）。

关于定子绕组为星形接法的电动机，在断相运行时，绕组中流过的不平衡电流包括负序分量，而在转子中负序电流的频率接近电源频率的两倍，致使定子电流不能正确反映转子的发热。断相运行时，普通三相热继电器只有两个热元件流过电流，由于驱动力减少，使动作电流的下限上升 10%。虽然星形接法的电动机的线电流与相电流一致，但因上述两点影响，它在断相时并不能反映电动机的实际发热，亦不能使普通三相热继电器正确动作。因而不能认为星形接法的电动机不需要断相保护。

12.4.10 交流电动机的低电压保护应符合下列规定：

a) 生产上不允许自起动的电动机和为保证重要机械的电动机能自起动和分批自起动而需要切除的电动机，应装设低电压保护装置并采用停电后来电非自动合闸的合闸操作方式；

b) 按工艺或安全条件不允许自起动的电动机或为保证重要电动机自起动而需要切除的次要电动机，应装设低电压保护。不允许自起动的重要电动机应装设短延时的低电压保护，其时限可取 0.5~1.5s。

c) 需要自起动的重要电动机，不宜装设低电压保护，但按工艺或安全条件在长时间停电后不允许

自启动时，应装设长延时低电压保护，其时限可取 9~20s；

d) 低电压保护器件宜采用低压断路器的欠电压脱扣器或接触器的电磁线圈；必要时，可采用低电压继电器和时间继电器。

当采用电磁线圈作低电压保护时，其控制回路宜由电动机主回路供电；当由其他电源供电，主回路失压时，应自动断开控制电源。

e) 对于不装设低电压保护或装设延时低电压保护的重要电动机，但电源电压中断后在规定的时限内恢复时，其接触器应维持吸合状态或能重新吸合。

#### 【条文解释】

交流电动机装设低电压保护是为了限制自启动，而不是保护电动机本身。当系统电压降到一定程度，电动机将疲倒、堵转，这个数值可称为临界电压，并与电动机类型和负载大小有关。据资料介绍，临界电压与额定电压的比值如下：在额定负载下，笼型电动机为 0.67，绕线转子电动机为 0.71，同步电动机为 0.5；在额定负载的 80% 下，同步电动机为 0.4；在额定负载的 50% 下，异步电动机为 0.4 左右。低电压保护的動作电压均接近临界电压（欠压保护）或低于以致大大低于临界电压（失压保护——低压电动机应用甚广）。由此可见，在系统电压降低到低电压保护的動作电压之前，电动机早已因电流增加而过载。低电压保护可归纳为两类：为保证人身和设备安全，防止电动机自启动（包括短延时和长延时）；为保证重要电动机能自启动，切除足够数量的次要电动机（瞬时）。

为配合自动重合闸和备用电源自投时限，与继电保护规程协调一致，低电压保护时限为 0.5~1.5S；延时低电压保护时限为 9~20S。

## 12.5 电动机的启动

12.5.1 笼型电动机和同步电动机启动方式的选择，应符合下列规定：

a) 当符合下列条件时，电动机应全压启动：

——电动机启动时，配电母线的电压：频繁启动时不宜低于额定电压的 90%，不频繁启动时，不宜低于额定电压的 85%。

——机械能承受电动机全压启动时的冲击转矩。

——制造厂对电动机的启动方式无特殊规定。

b) 当不符合全压启动的条件时，电动机宜降压启动，或选用其他适当的启动方式。

c) 当有调速要求时，电动机的启动方式应与调速方式相配合。

d) 宜采用软启动器、变频启动器。

#### 【条文解释】

笼型电动机的启动方式有两种：一是全压启动；一是降压启动。全压启动简单可靠、启动转矩大；降压启动，启动电流小、启动转矩小、启动时间长、电动机绕组温升高、启动设备复杂、投资大，只有在不允许全压启动时，才能考虑降压启动。

本条的重点是正确选择全压启动或降压启动。必须指出，一款所列的全压启动条件是充分条件，除此以外，别无他项。许多手册、规程中，往往把“电动机绕组的温升不超过允许值”亦列为一个条件，这种提法似是而非。问题不在这句话本身，而在于不能将这一条件与笼型电动机和同步电动机的启动方式联系起来。可以证明，笼型电动机和同步电动机降压启动时绕组发热比全压启动更严重。因此，这类电动机启动时的温升问题，不能采用降压启动方式解决，只能正确选择电动机类型和定额解决。因此笼型电动机和同步电动机的额定功率应按启动条件校验。当选用笼型电动机不能满足启动要求或加大功率不合理时，宜采用绕线转子电动机。

某些构造特殊的电动机，如铸钢转子笼型电动机，全压启动时，转子表面可能过热。在这类情况下，应按制造厂规定的方式启动。

当不符合全压启动的条件时，应采用降压启动方式，包括切换绕组接线、串接阻抗、自耦变压器启动等。应该指出，除降压启动外，还可能采用其他适当的启动方式。如某些机械带有盘车用的电动机可以利用；某些变流机组可利用其直流发电机作为直流电动机来启动；某些有调速要求的电动机，可利用调速装置来启动。

12.5.2 由低压公用电网供电的电动机，单台容量超过 10 千瓦的，应加装降压启动设备由专用变压器供电的电动机，可根据启动时对生产机械的冲击、电动机端子的电压、启动转矩大小和不影响其他用电

设备的正常工作等要求选用起动方式。但当单台电动机容量超过变压器容量的 30%时,应加装降压起动设备。

**【条文解释】**

**确保对客户供电的电压质量符合国家标准是供电企业的基本职责。由城市公用电网供电的客户较多,因此,必须对电动机直接起动的容量作出限制。否则,较大容量的电动机在起动过程中所产生的电压降将会使低压公用电网受到影响。使其他客户无法正常用电。**

**对专用变供电的电动机全压起动的容量也作出规定。当电动机容量超过变压器容量 30%时,全压起动时的起动电流很大,所产生的电压降将会超过允许值,造成无法起动。**

12.5.3 交流电动机的降压起动器,应符合下列规定:

a) 铭牌电压为 380V、 $\Delta$ 结线的(或 380/660V、 $\Delta$ /Y 结线的)电动机,其起动转矩满足生产要求时,可采用 Y- $\Delta$ 起动器。需要提高起动转矩时,也可采用自耦补偿器作降压起动。

b) 铭牌电压为 380V、Y 结线的(或 200/380V、 $\Delta$ /Y 结线的)电动机,应配用自耦降压变压器作降压起动。

c) 绕线型电动机,一般应采用在转子回路接入频敏变阻器或电阻器起动。并应符合下列规定:

——起动电流平均值不宜超过电动机额定电流的 2 倍或制造厂的规定值。

——起动转矩应满足机械的要求。

——当有调速要求时,电动机的起动方式应与调速方式相配合。

——低速运转或要求起动力距大的传动装置,其电动机不宜采用频敏变阻器起动,而应采用电阻器起动。

**【条文解释】**

**本条规定了常用的降压起动器的使用范围和要求。**

**绕线转子电动机采用频敏变阻器起动,且有接线简单起动平滑成本较低维护方便等优点,应优先选用;但在某些情况下尚不能取代电阻器,特别是在需要调速的场合。**

**绕线转子电动机配晶闸管串级调速时,因调速范围限制,通常仍需接起动电阻。**

12.5.4 星—三角启动器的检查调整应符合下列规定:

a) 启动器接线应正确,电动机定子绕组正常工作时应为三角形接法。

b) 手动操作的星—三角启动器,应在电动机转速接近运行转速时进行切换;自动转换的应按电动机负荷要求正确调整延时装置。

**【条文解释】**

12.5.5 变阻式起动器的变阻器安装后,应检查其电阻切换程序、触头压力、灭弧装置及起动值,并应符合设计要求或产品技术文件的规定。

**【条文解释】**

12.5.6 液体启动器的安装应符合下列规定:

a) 安装场所应无显著冲击振荡,周围介质应无爆炸危险,无足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体或尘埃。

b) 作业场所环境温度 $-5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ,相对温度不大于 85%。

c) 电液箱与控制屏应安装在可以泄水的平台上,安装时应注意箱体与水平面垂直。外壳应接地,接地电阻小于  $10\ \Omega$ 。变阻器的传动机构在出厂时已调整完毕,投入前应对减速器及传动丝杆加适量润滑油。

d) 主电机转子引出线应先经转子短接接触器后再引向液体变阻器,以减小电机投运后转子回路电阻值。

## 13 移相电容器装置

### 13.1 一般规定

13.1.1 用于并联补偿的电力电容器应根据需要采用集中补偿或分散补偿。100kW 及以上电力用户的功率因数不低于 0.95;其他电力用户的功率因数不低于 0.9、农业用电的功率因数不低于 0.85。电力电

容器不得装在潮湿、多尘、高温、有腐蚀性气体、有易燃、易爆炸危险以及长期遭受震动的场所，宜采用自愈式电容器。

**【条文解释】**

1 提高用电功率因数，减少因电网向用户输送无功所引起的有功电力损失，则是降低线损的一项重要措施，而且，无功电力的就近供应、就地平衡，也是一项极重要的节能措施。

2 用户无功补偿的一般原则：应按电压等级逐级补偿，做到就近供应、就近平衡，使电网输送的无功电力为最小，保证无功潮流分布经济合理；分散补偿与集中补偿相结合，以分散补偿为主，以取得最大的节能和经济效益；补偿的无功电源应做到随负荷变化进行调整并尽可能实现自动投切，以防止因过补偿造成无功倒送而降低节能效果和恶化电压质量现象发生。

3 提高功率因数的措施：

1) 改善自然功率因数，改善的主要办法有，合理选配机电设备，使之匹配得当，防止大马拉小车；带经常性变动和周期性变化负载的电机，应采用调速装置，保证电机出力与负载有最佳的匹配；减少或限制设备的轻载或空载运行时间，降低无功损耗；对较大的机械尽可能选用同步机作原动力。

2) 人工补偿，常用的办法有，采用电力电容器、绕线式异步电动机配用进相机或同步化等。

13.1.2 电容器在分散安装时，也可安装在通风良好的电容器柜内。

**【条文解释】**

电容器的运行特点是，一经合闸就处于满载状态。而且环境温度不得超过 40℃。当电容器数量较多时，仍然装设在配电间内，就满足不了运行要求。所以规定了也可装在电容器室内。

13.1.3 电容器室应有良好的通风，一般每 kvar 进风孔（下孔）有效面积不小于 10cm<sup>2</sup>，出风孔（上孔）有效面积不小于 20cm<sup>2</sup>，若自然通风不能将室温控制在 +40℃ 以下时，应增设机械通风，室内通风应考虑避免有过热的死角。电容器不应受到阳光的直射，如无法避免时应采用通风良好的遮阳措施，但应加装金属护网、网眼不应大于 10mm×10mm。

**【条文解释】**

1 控制电容器运行温度是保证电容器安全运行和使用年限的重要条件。运行温度过高可能导致介质击穿强度的降低，或导致介质损耗的迅速增加。若温度继续上升，将破坏热平衡，造成热击穿，影响电容器的寿命。并联电容器一般都靠空气自然冷却，所以周围空气温度对电容器的运行温度很有影响。电容器室通风的主要目的是排除室内余热。在进行电容器室的通风计算时，余热量应包括设备散热量和通过围护结构传入室内的太阳辐射热。

计算电容器室设备散热量时，主要考虑的是电容器介质损耗转换的热量。介质损耗功率按下式计算：

$$P_s = Q_c \operatorname{tg} \delta$$

式中  $P_s$ —— 电容器介质损耗功率（kW）；

$Q_c$ —— 电容器室内安装的电容器容量（kvar）；

$\operatorname{tg} \delta$ —— 电容器的介质损耗角正切值。

2 自然通风是安全可靠的通风方式，有效而又节能。所以，应优先采用有组织的自然通风方式。当采用自然通风方式达不到室内余热所需要的通风量时，应设置机械通风装置。一般采用自然进风、机械排风的通风方式。由于电容器室内电容器台数较多，布置分散，所以散热比较均匀，因而需要均匀地多设置一些进、排风口，合理的组织气流，以期得到较好的通风效果。一般来说，电容器室的机械排风口不会设置很多，因此，多设置一些进风口并合理的组织气流显得非常重要。

3 排风温度是以排热为主要目的的通风计算中的一个关键数据，它对通风量的影响非常明显。因此，排放温度的确定是一个十分重要的问题。在确定排放温度时，既要考虑电容器的安全运行，又要与电容器室内布置的其它设备适用的环境温度以及通风系统的经济性作统一考虑，因此规定了 40℃。

4 减少太阳辐射热和充分利用自然通风，在并联电容器装置设计时，应予综合考虑。布置电容器室应尽量避免夏季西晒，利用夏季最大频率风向的影响，使尽可能多的自然风进入电容器室，以获得最好的夏季通风效果。屋外电容器组布置时，应尽量使电容器的小面朝向太阳直射时间最长的方向，减少太阳辐射热引起的温升，同时，也应考虑夏季通风良好，二者宜适当兼顾。

13.1.4 电容器室应设有干粉或二氧化碳灭火器等消防设施。

**【条文解释】**

电容器室的防火容易忽视，予以明确。

13.1.5 凡商店、机关、部队、学校、工厂等单位装设气体放电灯、霓虹灯时，均应加装电容器。

**【条文解释】**

由于气体放电灯配电感镇流器时，通常其功率因数很低，一般为0.4~0.5，所以应设置电容补偿，以提高功率因数。有条件时，宜在灯具内装设补偿电容，以降低照明线路电流值，降低线路能耗和电压损失。

13.1.6 电容器装置应装设采用半导体开关电器、机械开关电器以及复合开关电器，具有过零自动投切功能的分相补偿或混合补偿方式。当采用混合补偿时，分相补偿容量不得小于总补偿容量的40%。并应符合DL/T 842的规定。

**【条文解释】**

1 复合开关电器的原理：在低压无功补偿设备中，为了既能实现对低压电力电容器的“零投切”，又能减少功率损耗，较多采用“复合开关电器”。也就是将晶闸管与继电器（或接触器）的触点相并联。由于晶闸管导通时间可控性好，导通功耗大，而继电器触点的接通、断开时间可靠性差，但接通功耗小，两者取长补短，合闸时先在电压过零点附近导通晶闸管，然后接通继电器触点，分闸时先断开继电器触点，然后在电流过零点晶闸管截止。

2 明确规定了，低压无功补偿装置采用的二种补偿方式。混合补偿，是指在补偿装置中既装有单相电容器组，又装有三相电容器组。具体采用哪种补偿方式，应根据客户用电负荷的特性确定。

3 对于泵站等三相负荷基本平衡的客户，其无功补偿装置在具有过零投切功能时，可不采取分相补偿。其他要求还应符合本章的规定。

4 分相补偿容量不得小于总补偿容量的40%是考虑到，对电力用户，即使是单相设备较多的用户在设计或安装中，尽可能地将单相设备平衡地接入三相系统中。由于在使用过程中的不确定因素，实际也难以达到三相平衡，但不可能出现一相负荷极高的极端情况，总是有一定的负荷是三相平衡的，对这部分三相负荷完全可以按三相补偿来考虑，如果无功补偿完全按单相进行补偿，在经济上也是不合理的。考虑到这个因素，提出了分相补偿容量不得小于40%的规定。

13.1.7 无功补偿电容器应装设抑制谐波的滤波装置和涌流装置。

**【条文解释】**

1 本条规定了客户装设无功补偿装置的基本要求是：应装设抑制谐波的滤波装置和涌流装置，使客户用电时注入电网的谐波含量不超过国家标准的规定。

“涌流装置”，对于低压电容器柜选型时，核对产品的配套元件是否齐全。在一定条件下，有的元器件可不装设，如：当交流接触器或电容器本身具备限制涌流功能时，可不装设限流线圈；装设谐波超值保护时可不装热继电器。对于高压电容器应装设抑制涌流的电抗器。

2 由于中低压电网谐波污染日趋严重。为确保电能质量，对具有非线性负荷等低压设备也应采取治理谐波的措施。因此规定了“宜采用低压静止型动态无功补偿装置（SVC）”。

## 13.2 电容器的安装

13.2.1 电容器在安装前应对外表进行检查，外壳应完整、无凹凸现象，套管应完好；引出线导电杆不应弯曲、松动；螺丝、螺帽齐全；标牌正确；无渗油、漏油现象；轻敲顶盖无空罐声。

**【条文解释】**

**本条为电容器安装前的检查项目和要求，这是保证安装质量的前提。**

13.2.2 电力电容器的布置，应符合下列规定：

- a) 电力电容器应安装在铁架上，上、下布置不应超过三层，层与层之间不应装水平隔板。
- b) 电力电容器带电桩头与上层电力电容器的箱底相距不应小于100mm，箱壁宽面之间的净距不应小于50mm，箱壁窄面之间的净距应不小于50mm，底层电容器的箱底离地应不小于200mm。
- c) 电力电容器带电桩头离地低于2.2m时，应加网式遮栏，遮栏离带电桩头至少100mm。遮栏网孔以20mm×20mm为宜。
- d) 铁架布置一排或二排时，其巡视、维护通道的净距应符合表6的规定。

**【条文解释】**

**本条是对电容器框架设计和安装的要求。**

1 设计电容器组框架应考虑以下几点：

1) 有利于电容器通风散热。良好的通风散热条件是减少电容器故障的重要保证。在层间设置隔板

(为了防止上层电容器漏油滴到下层电容器上),以及在电容器柜(柜台架)的四周用钢板围护,这些做法均会影响到电容器的通风散热,使电容器温升增加,导致电容器的故障发生,设备生产制造和设备采购均应注意这个问题。

2) 方便维护和更换设备。电容器框架设计,应考虑巡视设备的运行检修工作的方便;巡视设备的运行状况、停电后对设备进行检查和清扫工作、对故障电容器进行更换工作。电容器的框架设计还应考虑:方便维护人员站立和脚踩的位置。总之,要给电容器的运行维护和检修尽量创造方便条件。

3) 节约占地。工程建设要节约占地,这是我国的国策。分层布置节约占地,在采用分相布置时,也要考虑电容器分层放置。为了方便运行巡视和维护检修,框架分层不宜超过三层,若超过三层,站在地面不易看清上层设备的运行情况,为降低框架高度还可考虑采用横放式电容器。节约占地和方便运行维护,在电容器框架设计时两者兼顾。

2 规定电容器端子采用软导线连接,是防止电容器端子受力后造成渗、漏油而影响到电容器的安全运行;铭牌面向通道是便于对电容器容量的检查。

13.2.3 电容器应垂直安装,放置平稳。每个电容器应予编号,各组电容器的主母线上应分相涂有与电网系统相符合的黄(U)、绿(V)、红(W)油漆或色标。

13.2.4 电力电容器的金属外壳和支架应可靠接地,集中安装于电容器柜内时,接地线宜接成环接并于两点接于柜体。

#### 【条文解释】

保证人身安全的需要。

13.2.5 电容器在安装时,应使三相电流尽量达到平衡,各相间电流差一般应不大于5%。与母排连接时,宜采用软连接。

#### 【条文解释】

1 各相间电流差不超过5%,是考虑到电容器在运行中,在谐波和过电压的共同作用下,回路电流一般不会超过1.3倍电容器组额定电流。

2 考虑到硬母线将会由于温度的变化而胀缩使端子套管受力造成漏油,宜采用软导线连接。

13.2.6 电力电容器除固定并接于受、用电设备外应采用自动投切装置,自动控制器应具有过压、欠流等保护功能,用于自动投切的开关宜采用具有相同功能的其他电器,并配置短路保护用熔断器、过载保护用热继电器及过电压保护用避雷器,除采用具有限制涌流的接触器外,应串接限流电抗器,所配开关、导线、熔断器的额定电流不应小于电容器额定电流的1.5倍,所配熔体的额定电流应为电容器额定电流的1.43~1.55倍。其他保护装置的定值要躲过合闸冲击电流。

#### 【条文解释】

1 《供电营业规则》第四十一条规定“无功电力应就地平衡。用户应在提高用电自然功率因数的基础上,按有关标准设计和安装无功补偿设备,并做到随其负荷和电压变动及时投入和切除,防止无功电力倒送”。因此,自上世纪八十年代开始出现了“功率因数自动补偿装置”。本条规定了自动补偿装置功能的基本要求以及电力电容器装置中电器设备配置的规定。

2 所配开关、导线等不应小于电容器额定电流的1.5倍系引用《10kV及以下变电所设计规范》(GB 50053-94)第5.1.2条的规定。

根据并联电容器国家标准的规定,在过电压和谐波的共同作用下,电容器应能在有效值为1.3倍额定电流的稳定过电流下运行。如果考虑到电容器最大正偏差,则过电流允许达到1.43倍额定电流,但在制造厂供应成批产品的总容量误差达不到+10%,故可不用1.43倍电容器组额定电流作为选择载流导体的依据。

至于低压电容器组,按JB《低压无功功率补偿装置》标准所规定的1.5倍选择。

3 目前,有专供低压电力电容器使用的交流接触器产品。应以选用。

13.2.7 电力电容器组一般应装有自动放电装置,使电力电容器断开电源时能自动放电。使电容器组两端的电压从峰值( $\sqrt{2}$ 倍额定电压)降至50V所需的时间,最长为1min。一般可采用2只15~25W的白炽灯串联后接成三角形或采用白炽灯与电阻串联,并联的放电装置。

注:如电力电容器内附放电电阻或不经开关直接连在变压器或电动机上,则可不另装放电装置。用于表明电容器投切状态并兼作放电的与电容器并接的指示灯宜选用变压器降压型指示灯。

#### 【条文解释】

低压电容器组按 JB 低压无功功率补偿装置标准规定，放电设施应保证电容器断开后，从额定电压峰值放电至 50V 历时不大于 1min。现在生产的自动补偿器均为自动循环投切，控制电容器投入或切除有 5~90s 连续可调延时，因此低压电容器组装有自动投切装置，可以满足放电时间不大于 1min 的要求。

低压电容器组的放电回路，一般采用白炽灯、电阻、信号灯作为放电装置。

13.2.8 电容器的放电电阻值可按下列式计算：

$$R \leq 15 \times 10^6 \times U^2 / Q$$

式中：

$R$  — 放电电阻

$U$  — 线路的相电压 (kV)

$Q$  — 电容器的容量 (kvar)

放电电阻值不宜太小，一般为每 kvar 在放电电阻器内的功率损耗不超过 1W。

13.2.9 在电容器装置回路中应设置抑制谐波的串联电抗器，串联电抗器也可兼作限制合闸涌流的电抗器，或采用具有相同功能的电容器专用接触器。

#### 【条文解释】

在电力设备中，受电网高次谐波影响最大的是并联电容器，这是因为电容器容抗值与电压频率成反比， $X_C = 1 / \omega C$ 。在高次谐波电压作用下，因电容器  $n$  次谐波容抗是基波容抗值的几分之一，即使谐波电压值不很高，也可产生显著的谐波电流，造成电容器过电流，加速了电容器损坏。消除谐振的根本办法是在电容器回路中串入电抗器，使电容器和电抗器串联回路对电网中含量最高的谐波而言成为感性回路而不是容性回路，以消除产生谐波振荡的可能性。

在电力系统中存在的谐波次数应通过实测确定。一般电网中以 5 次谐波比较高。在电容器回路中串入 5%~6% 容抗值的电抗器，则可抑制 5 次谐波；如电网中含有较高的 3 次谐波，则可在电容器回路中串入 13% 容抗值的电抗器。目前电容器回路中使用的大多数是 6% 及 13% 电抗器，用于限制 5 次谐波和 3 次谐波。

## 14 起重运输设备电气装置

### 14.1 一般规定

14.1.1 本章适用于电动桥式起重机、电动梁式起重机、门式起重机和电动葫芦的配电。不适用于易燃、易爆场所起重运输设备的电气装置。

#### 【条文解释】

**本章的适用范围。**

14.1.2 起重运输设备的电气装置的安装，除应符合本章规定外，还应符合本规范其他有关条款的要求。

14.1.3 起重机电气设备（电动机、控制设备）的结构形式和绝缘类别应与运行环境相适应。

14.1.4 起重机上的电气设备，应安装牢固。采用螺栓固定时应有弹簧垫圈。

#### 【条文解释】

**起重机是移动的设备，如电气设备安装不牢固，将影响作业时的安全。**

14.1.5 起重机上凡易于触及的裸露导电部分应有防护装置。

#### 【条文解释】

**防止发生人身触电事故。**

14.1.6 起重机的音响信号装置应清晰可靠。

#### 【条文解释】

**为保证人身、设备的安全而规定的保护措施。**

14.1.7 起重机照明回路应接在起重机总电源开关的外侧，在总开关切断电源后，照明不应断电。

#### 【条文解释】

**起重机照明装置的一般规定。在需要作业时，特别是夜间，当司机在进入司机室时，就能有照明。**

14.1.8 起重机电气装置的构架、滑接线支架等非带电金属部分，均应热浸锌或涂防腐漆。

#### 【条文解释】

**本条文的规定是为延长设备使用年限，防止锈蚀。**

14.1.9 司机室与起重机本体用螺栓固定时，应进行电气跨接，跨接点不小于两处。跨接线宜采用多股软铜线，截面不小于  $16\text{mm}^2$ ；采用圆钢时，直径不小于  $12\text{mm}$ ；采用扁钢时，不小于  $40\text{mm}\times 4\text{mm}$ 。

**【条文解释】**

**本条规定主要是为了保证人身安全，对非带电金属部分的接地作了一些具体规定。**

14.1.10 起重机每条轨道应设两点接地。轨道接头处之间应做电气跨接，接地电阻不小于  $4\Omega$ 。

**【条文解释】**

**在 TN 系统中，接地电阻按下式计算取得：**

$$R \leq \frac{50}{I}$$

式中：

$R$  —— 考虑到季节变化接地装置最大接地电阻， $\Omega$ 。

$I$  —— 计算用的单相接地故障电流；消弧线圈接地系统为故障点残余电流。

**但不应大于  $4\Omega$ 。**

## 14.2 起重机

### 14.2.1 滑触线

14.2.1.1 电动桥式起重机、电动梁式起重机和电动葫芦宜采用绝缘式安全滑触线供电。在对金属有强烈腐蚀作用的环境中或小型电动葫芦，宜采用软电缆供电。

**【条文解释】**

**目前我国起重机的供电方式通常为下列几种：滑触线供电型式，有固定式裸钢材滑触线、悬挂式滑触线和绝缘式安全滑触线；软电缆供电型式，有悬挂式软电缆和卷筒式软电缆等。**

**固定式裸钢材滑触线应用较广，它具有制造简单、容易上马等优点，但亦存在导电率低、相间距离大、阻抗大、电压损失大，以及安装时不容易平直、集电器挠性差等缺点。**

**国外在上世纪 80 年代开发了一种新型的绝缘式安全滑触线，我国某厂引进了，经安装使用，性能良好。目前国内已有些厂研制成功，并进行了技术鉴定，有的命名为 H 型节能滑触线，有的称为绝缘式安全滑触线或安全滑触线。绝缘式安全滑触线的结构为 H 型铝基座，外面罩有塑料绝缘安全罩，集电器为万向型挠性结构，集电器与滑触线接触的滑触面为不锈钢带，具有耐磨、寿命长、运行安全、供电可靠、阻抗小及在滑触线不停电的情况下检修吊车设备等优点，其载流量有  $250\text{A}$ — $1250\text{A}$  五种规格；另一种安全滑触线则采用扁铜线作载流体，多根载流体平行地插入一根塑料槽内，槽内对应每根载流体有一个开口缝，用作电刷滑行的通道，其载流量为  $60\text{A}$ 、 $100\text{A}$ 、 $150\text{A}$  三种；这几种安全滑触线在室内正常、灰尘、潮湿、高温及气体腐蚀等情况下均能正常工作。随着我国制造的绝缘式安全滑触线的发展和实际运行的考验，将得到大力推广。**

14.2.1.2 滑触线或软电缆的电源线，应装设隔离电器和短路保护器，并应装设在滑触线或软电缆附近，便于操作和维修的地点。

**【条文解释】**

**这里所说的“隔离电器和短路保护电器”，既可以是两种电器，亦可以是具有隔离作用和短路保护作用的一种电器，如封闭式负荷开关（铁壳开关），是一种电器具有隔离和短路保护两种作用。**

14.2.1.3 起重机的电源线，采用软电缆时，悬吊软电缆的滑轮，应能沿滑道向装置两侧自由、灵活无跳动的移动，不得有卡阻现象，软电缆不应受拉力；悬挂装置的电缆夹应与软电缆可靠固定，但电缆夹与其连接零件间宜能自由转动；电缆夹间的距离不宜大于  $5\text{m}$ 。

**【条文解释】**

**由于软电缆可取代小车滑接线，电动葫芦使用软电缆也比较多，因此提出了这一规定。**

14.2.1.4 滑触线应平直，接触面平滑无锈蚀。型钢滑触线的连接，应采用附有连接托板对头焊接，圆形截面的滑触线，应尽量避免中间接头。如对接时，高差不应大于  $0.5\text{mm}$ ，接头处应处理光滑，并应有足够的机械强度。

**【条文解释】**

**为保证滑接线接头的强度及滑接器移动时尽量减少跳动而提出的要求；大型起重机有的以轻轨供**

电，所以规定了轨道滑接线焊接时应符合钢轨焊接工艺对材料和质量的要求；导线与滑接线的接头处，为保证接触良好，提出了应镀锡或加焊有电镀层的接线板。

14.2.1.5 安装于户外的或潮湿场所的滑触线，应采用户外式绝缘子；固定滑触线的瓷绝缘子两端，均应垫防震垫片。钢滑触线与导线连接处，应在钢接触面上涂锡。

**【条文解释】**

本条是对滑接线支架、绝缘子安装的一般要求；垫防震垫片，是为防止在安装、运行时产生的应力损坏绝缘子；绝缘子两端固定螺栓用高标号水泥砂浆灌注，是调研时多数单位提供的方案。

14.2.1.6 滑触线距离地面的高度不应低于 3.5m，在室外跨越汽车通道处，不应低于 6m。当不能满足要求时，应采取防护措施。

**【条文解释】**

本条主要从安全出发，并根据 1000V 以下裸导体对地安全距离而定的。而室外汽车通道处，车辆进出频繁，并考虑汽车上装货允许最高高度为 4.8m，再考虑一定的裕度或者车上有人等因素，因此，裸滑触线距离地面的高度不应低于 6m。当不能满足要求时，必须采取防护措施。

14.2.1.7 滑触线与一般管道之间的距离，不应小于 1m；与设备和氧气管道之间的距离，不应小于 1.5m；与易燃气体、液体管道之间的距离不应小于 3m。

**【条文解释】**

布置滑接线时，应考虑运行及维护的方便和安全。

14.2.1.8 滑触线膨胀补偿装置安装时，应符合以下要求：

a) 在补偿装置处滑触线应留有 10~20mm 的间隙，间隙两侧滑触线两端部的边缘应加工圆滑。两端应在同一水平上，其高低差不超过 1mm。

b) 在间隙的两侧，应加装滑触线支架。从间隙中心线至支架中心线的距离不应超过 150mm。

c) 滑触线伸缩缝处应用软导线跨接，跨接线应留有裕度，其允许载流量应不小于电源导线的允许载流量。

**【条文解释】**

固定式滑触线过长，由于温度变化所造成的应力集中和建筑变形等原因，会造成滑触线变形、断裂等故障。因此，需装设膨胀补偿装置，它与滑触线的材质、截面大小有关。

对固定式裸钢材滑触线在温度变化范围为  $\Delta t$  时，角钢长度变化  $\Delta L$ ，按下列公式计算：

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

式中： $\alpha$ —为膨胀系数，在常温范围内取  $12 \times 10^{-6} 1 / ^\circ\text{C}$ ；

$\Delta t$ —按一般室温为  $35^\circ\text{C}$ ，当  $L$  为 50m 时，按上式求得  $\Delta L$  为 20mm，即膨胀补偿装置间隙为 20mm，此数值亦和一般作法相符合。

因为各制造厂生产的绝缘式安全滑触线结构和导电材质都不相同，故绝缘式安全滑触线装设膨胀补偿装置的要求应根据其制造厂提供的产品技术参数确定。

在跨越伸缩缝处，辅助导线亦应考虑膨胀补偿。

14.2.1.9 悬吊滑触线的安装应符合下列规定：

a) 线路终端应采用两个拉紧绝缘子，并用花蓝螺栓紧固。

b) 花蓝螺栓应有适当的调节余量：当滑触线和吊索长度小于或等于 25m 时，其调节裕度不应小于 0.1m；长度在 25m 以上时，其调节裕度不应小于 0.2m。

c) 悬挂点间距一般不应大于 25m，线间距离不应小于 300mm，滑触线间各相弛度偏差不应大于 20mm。

d) 滑触线应终端装置之间的绝缘应可靠。

**【条文解释】**

本条对悬吊滑触线的安装作出规定。因自由悬吊滑触线与吊索有共同点，故综合提出一般要求；其温度和弛度的要求等均参照了标准图集“吊车移动电缆安装”的规定。

14.2.1.10 起重机在终端位置，滑触器与滑触线末端距离不应小于 200mm；固定装设的型钢滑触线，其终端支架与滑触线末端距离不应大于 800mm。

**【条文解释】**

**本条的是滑触线终端安装的一般要求；考虑了起重机运行时的窜动及变动因素，为确保安全而规定；滑触线末端的两个数值是使起重机行走于极限位置时，滑触器不会脱离滑接线。**

#### 14.2.2 滑触器

14.2.2.1 安装在起重机桥架或小车结构的滑触器，应符合下列规定：

- a) 滑触器的型式应和所采用的滑触式及其敷设方式相符合，滑触器沿滑触线全长应可靠地接触，自由无阻地滑动，在任何部位滑触器的中心线（宽面）不应超出滑触线边缘。
- b) 滑触器和滑触线的接触部分不应有尖锐边棱。
- c) 绝缘子和绝缘衬垫不应有裂纹、破损及瓷釉损坏等缺陷，导电部分对地的绝缘应良好；
- d) 压紧弹簧的压力应符合要求。

14.2.2.2 轮型或槽型的滑触器，在任何位置时，滑触器和滑触线都应接触良好。

14.2.2.3 滑触器与导线之间的连接应采用多股软铜线。

##### 【条文解释】

**为保证滑触器与滑触线可靠接触，对滑触器的安装作出规定。**

#### 14.2.3 配线和附属设备

14.2.3.1 起重机上的配线应符合下列规定：

- a) 起重机上的配线除弱电系统外，均应采用额定电压不低于 500V 的多股铜芯绝缘导线或电缆。多股电线截面面积不得小于  $1.5\text{mm}^2$ ；电缆截面面积不得小于  $1.0\text{mm}^2$ 。
- b) 在易受机械损伤、热辐射或有润滑油滴落部位，电线或电缆应装于钢管、槽盒、保护罩内或采取隔热保护措施。
- c) 电缆应按引出的先后顺序排列整齐；不宜交叉；强电与弱电电缆宜分开敷设，电缆两端应有标牌。
- d) 固定敷设的电缆应卡固，支持点间距不应大于 1m。

14.2.3.2 接于柜（盘）及控制器等装置上的导线，排列整齐，导线两端应有接线编号。

14.2.3.3 起重机操作手柄或操作方向，应与机械动作方向一致。

14.2.3.4 起重机的行程限制开关，在下列情况下应能自动使有关的所有的电动机切断电源，使运行机构停止上升或移动：

- a) 当吊钩、抓斗、起重臂距离极限位置 100mm 处，应完全停止上升。
- b) 起重机桥架及小车等，在距离行程末端 200mm 处，应完全停止前进。
- c) 两台起重机临近时，在相距不小于 400mm 处，即应完全停止前进。

##### 【条文解释】

**本条规定了起重机上的配线应采用多股导线，满足国家标准《起重机设计规范》GB/T 3811-2008 和《起重机械安全规程》GB6067.1-2010 的要求；还规定了电线或电缆穿过孔、洞及有油或热辐射的部位，应有保护措施；配线应接触良好，有明显的编号及标牌；对固定式电缆敷设提出了要求。**

**起重机上的钢管、线槽应固定牢固，防止运行时的振动造成移位损坏；规定了管口及线槽的进出口，应有保护措施，这是防止电线或电缆损坏所规定的。**

#### 14.3 胶带输送机运输线（以下简称胶带运输线）

14.3.1 同一胶带运输线的电气设备的供电电源，宜取之同一供电母线。若胶带运输线较长或电气设备较多时，可按工艺分段，采用多回路供电。当主回路和控制回路由不同电源供电时，应装设联锁装置。

##### 【条文解释】

**主回路和控制回路要求同时得电、失电，否则，当控制回路电源有电，主回路电源失电又恢复供电时，将引起自启动，易发生事故，所以应有联锁装置。**

14.3.2 胶带运输线应采取下列安全措施：

- a) 沿线设置起动预告信号。
- b) 在值班点设置事故信号、设备运行信号、允许起动信号。
- c) 控制箱（屏、台）面上设置事故断电开关或自锁式按钮。

d) 根据具体情况在联锁机械旁设置断电开关或自锁式按钮。事故断电开关宜采用钢绳操作的限位开关或防尘密闭式开关。当采用防尘密闭式开关或自锁式按钮时，每隔（20~30）m 设置一个。

**【条文解释】**

根据冶金、机械、水泥不同企业的具体情况，为了防止发生人身、设备事故，提出几点常用措施。

1 联锁起动预告，一般采用音响信号（如电笛、电铃、喇叭）。如胶带运输线长，就地设有值班人员，经检查后分别起动或用电话、灯光信号通知控制人员起动。

2 设事故信号可帮助操作、维护人员及时发现故障，及时处理故障，避免事故扩大。

3 就地控制箱、屏、台的地点一般选择在机组较集中的场合，并有专人负责，事故断电开关装在控制箱、台上，使用维修方便，工作比较可靠。

4 胶带运输线比较长，宜在其巡视通道装设事故断电开关或自锁式按钮，以便巡视人员发现故障时，能及时切除，防止故障扩大。

按钮采用自锁式，主要是由于事故切断时，从安全考虑，在事故未解除前不允许别的地方进行操作。根据 IEC 标准《建筑物电气装置》（TC64）537.4.6 款“紧急开关用电器的操作工具必须能自锁住或被限制在“断”或“停”的位置，除非紧急开关用的操作工具和重新通电用的操作工具两者是由同一人控制”。

14.3.3 控制箱（屏、台）面板上的电气元件，应按控制顺序布置，较复杂的控制系统，宜设置模拟图。

**【条文解释】**

一般设计原则。很多厂反映，使用模拟图花钱不多，便于观察，操作方便，很有必要。较复杂的联锁系统尤其是无触点系统更有必要。

14.3.4 胶带卸料小车及移动式配合胶带输送机，应采用悬挂式软电缆供电。

**【条文解释】**

胶带卸料小车及移动式配合胶带输送机一般容量不大，速度较慢，每次移动距离较小，工作地点粉尘或潮湿比较严重，此时采用悬挂式软电缆供电，具有装置简单、可靠、安装方便，不受粉尘影响，因此，宜首先采用软电缆采用工字钢滚轮悬挂，尤其采用带滚珠轴承的双滚轮结构，滑动轻巧、灵活、没有卡住及拉断电缆的现象。

14.3.5 胶带运输线上各电气设备的接地应符合 DL/T 621 的规定。胶带卸料小车及移动式胶带输送机的接地，宜采用移动电缆的第五根芯线作接地线。

**【条文解释】**

因原料场散料易撒在轨道上，积灰太多而造成轨道与车轮接触不良，因此，宜采用移动电缆的第五根芯线（PE）作接地线。

## 15 自备应急电源、双电源电气装置

### 15.1 自发电

15.1.1 单机容量在 300kW 以下的自发电不得与电网并列运行；单机容量在 300kW 及以上的自发电机组并网与否，由供电企业确定。

**【条文解释】**

规定单机容量 300kW 的发电机组，作为能否并网发电的容量界限是考虑到在一些化工、纺织、行业均需供热，从节能考虑一般 20t 的锅炉可配 300kW 的背压式余热发电机组。如不允许并网发电，发电机也不可能稳定运行。因此规定以 300kW 为界为宜。

15.1.2 并网自发电应符合下列规定：

- 自发电的设计图纸应经供电企业审核同意。
- 用户发电站或变电所与供电调度部门之间有保证通讯畅通的专用调度电话。
- 并网的自发电机组在解列点应装设电流速断、低电压、低周波等继电保护装置。
- 应装置可靠的同期并列以及防止倒送电装置。
- 并网运行的发电机在结线上应考虑机组突加突卸负荷，一般不超过机组额定容量的 70%。

**【条文解释】**

本条对并网自发电的技术和管理要求作出的一般规定。

1 对自发电设计图纸的审查是国家赋予供电企业的权利和职责。

2 专用调度电话是调度规程所规定的。是确保电网及用户发电机组安全运行的必备通信联系工具。

**3 解列解列点应装设的继电保护装置是设计规范所规定的。**

**4 可靠的防止倒送电装置是防止在电力线路停电检修工作时的工作人员的安全。**

15.1.3 自备应急电源一般可由以下几种方式取得：

- a) 自备发电机。
- b) UPS 不间断供电电源。
- c) EPS 智能集中性应急电源。
- d) D-UPS 应急电源。
- e) 其它不间断供电电源。

一般的重要负荷可由自备发电机提供自备应急电源；需要不间断供电的小容量重要负荷可由 UPS 提供自备应急电源；需要大容量重应急电源的重要负荷则可由 EPS 或 D-UPS 来提供自备应急电源。

**【条文解释】**

**本条提供了六种自备应急电源的种类，供客户依据保安负荷的容量和对供电可靠性的要求选择。**

**在应用中要避免一提到的“自备应急电源”就是采用自备发电机组的情况。**

**多年来实际运行经验表明，电气故障是无法限制在某个范围内的。因此，应急电源与电网在电气上应是独立的各式电源，例如：蓄电池、柴油发电机等。供电网络中有效地独立与正常电源的专用的馈电线路即是指保证两个供电线路不大可同时中断供电的线路。**

15.1.4 装设自备发电机组或其他应急电源，应符合下列规定：

a) 一级负荷的特别重要负荷，允许装设自启动装置。启动回路应采用主断路器的辅助接点；不应采用继电器接点。

b) 其他负荷，不允许装设自启动装置。

**【条文解释】**

**本条对不并网自发电的技术要求作出的一般规定。**

**1 防止不并网的自发电机组向电网倒送电的最简单有效的技术措施是装设双投刀闸。装设四极双投刀闸是血的事故教训的总结，最先是由苏州供电公司提出的。在八十年代，苏州地区曾发生过一起在高压设备停电检修时，自发电机组虽然装设了双投刀闸，但仍然发生人身触电伤亡事故。分析其原因，发电机组在三相不平衡的情况下电源经发电机中性线从变压器零线向高压倒送电。当然，安全措施不完善也是一个重要原因。因此，为防止自发电倒送电，**

**2 连续性用电较高的客户（电信机房、一类高层建筑等）都装设了自起动的发电机组。一旦电网停电，发电机就会自启动。对此类客户装设双投刀闸显然是不适宜的。因此规定了“连续性用电要求较高者，经供电部门审查同意可装电气连锁装置（但应定期进行检查）”。**

**3 对启动回路的二次回路作了明确规定。一般自启动装置的启动回路采用主断路器的辅助接点和采用继电器接点的二种方式。从实际运行经验。继电器接点可靠性较差。因此，规定不应采用**

15.1.5 允许或不允许自启动的自备发电机组的电气接线，应在自备应急电源与电网电源之间装设防止向电网倒送电的电气装置，并应符合下列规定之一：

- a) 装设有明显断开点的双投四极刀开关。
- b) 装设双投四极带零位的自动转换负荷开关。
- c) 装设带控制器的四极双断路器。
- d) 自发电机组的中性线应单独接地，禁止利用供电部门线路上的接地装置接地，接地电阻不得大于  $4\Omega$ 。

**【条文解释】**

**“应急电源和工作电源之间必须采取可靠措施防止并列运行”。这是根据血的教训的而做的规定。在上世纪 80 年代初期，某市的一个用户在高压电气设备检修时，由于发电机电源与市电在低压总开关柜只装设双投三极刀开关。当三相负荷不平衡时发电机中性线的电压通过变压器中性点的接地线向变压器高压侧倒送电。造成工作人员在变压器的高压侧触电死亡的重大事故。**

**但在原江苏省电力局颁布的《低压电气装置规程》做出规定后，至今尚未发生此类触电伤亡事故。**

15.2 双电源

15.2.1 双电源的电气装置应符合下列规定：

- a) 双电源应设置在一个配电所内受电。  
b) 两路电源之间应装设双投刀闸或其它安全可靠的联锁装置，防止倒送电。且安装牢固、可靠。

**【条文解释】**

本条对双电源电气装置的技术要求作出的一般规定。

1 双电源在一个配电间内受电是便于管理和装设联锁装置。

2 防止倒送电的技术措施。规定了除装设双投刀闸以外还可以装设其他安全可靠的联锁装置，如程序锁、902 令克锁、机械程杆等

15.2.2 一级负荷的供电电源，经供电方审查同意可装设备用电源自动投入装置，配电所应具有防止倒送电的电气机械闭锁回路，并应符合下列规定：

- a) 0.4kV 侧的进线、分段断路器二次回路应设置具有故障闭锁合闸回路的功能。  
b) 在进线断路器控制回路中，应具有在合闸前，断开分段断路器或另一进线断路器合闸回路的功能。  
c) 断路器应装设闭锁控制开关，并应具有将操作把手取出的功能。  
d) 应定期进行切换和检查。

**【条文解释】**

规定了装设自动投切装置的要定期进行切换检查。某地区医院曾发生过，当一路电源失电后自投装置失灵的全院停电的事故。一般应每月检查切换一次，以确保自投装置处于完好状态。

“自动投切装置的二次应装设故障闭锁回路”是防止当发生永久性故障事故时，一路失电而故障点没有消失，另一路自投后也将跳闸，造成事故扩大而全部失电。

自动投切装置的二次应装设故障闭锁回路图，见《典设》（培训版）

16 建设工程施工现场、临时性用电的电气装置

16.1 建设工程施工现场用电，是指基建工地，农田基本建设和市政建设等非永久性用电，时间一般不超过六个月的临时用电，临时用电不包括正常气候的农业周期性季节用电，如脱粒机、小电泵、黑光灯等移动式电力设备；临时用电结束后，临时线路及设备应及时拆除。

**【条文解释】**

本条为临时用电的适用范围。

16.2 临时用电应装设专用的电能计量柜（箱）和配电装置，其装置要求应符合本规范第 7 章的有关规定。

**【条文解释】**

本条对临时用电的电能计量要求。不应是临时用电就忽视对电能计量装置的要求。目前，一般低压临时用电的计量装置存在电能表、电流互感器无法装设铅封的现象，必须引起重视。而且，有些临时用电容量较大更应按照本规范第 7 章《电能计量及配电装置》的规定执行。

16.3 在建工程不得在高、低压线路下方施工，也不得在其下方搭设作业棚，建造临时的或永久的生活设施以及堆放构件、材料等杂物。

**【条文解释】**

本条的规定是考虑到在高、低压线路下施工或搭设作业棚等设施，将会在施工中工作人员稍不注意，物件触碰电力线路、抛物以及生活设施的烟尘造成线路短路而危及电力系统和人身安全。

16.4 施工现场的机动车道与电力架空线路的最低点与路面的最小垂直距离应符合表 38 规定。

表 38 施工现场的机动车道与架空线路交叉时的最小距离

外电路电压等级 (kV)	< 1	1~10	35
最小垂直距离 (m)	6.0	7.0	7.0

**【条文解释】**

本条考虑到施工现场车辆运输物料等因素而作出的防止人体直接或间接接近外电架空线路的最小安全距离规定。

16.5 移动式的起重设备、建筑脚手架、井字架的外侧边缘与各级电压线路的水平安全距离（导线在最

大计算风偏时的安全距离)应符合表 39 的规定。

表 39 建筑设备、架构与电力线水平距离

电压, kV	建筑用设备与施工架构等与电力线距离, m
0.4	1.0
10	1.5
35	3.0
110	4.0
220	5.0
500	8.5

**【条文解释】**

本条是考虑到起重机吊装作业被吊物摆幅等因素而作出的防止起重机(包括吊臂、吊绳)及其吊装物接近外电架空线路和吊装落物碰触及损伤外电架空线路的规定。特别防止触及带电线路,造成工作人员触电伤亡施工的发生。

16.6 起重机严禁越过无防护设施的电力架空线路作业。在电力架空线路附近吊装时,起重机的任何部位或被吊物边缘在最大偏斜时与架空线路的最小安全距离应符合表 40 规定。

表 40 起重机与架空线路边缘的最小距离

电压, kv	< 1	10	35	110	220	330	500
沿垂直方向安全距离, m	1.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.5
沿水平方向安全距离, m	1.5	2.0	3.5	4.0	6.0	7.0	8.5

**【条文解释】**

见 16.5 条说明。

16.7 当达不到本规范第 16.4~16.6 中的规定时,应采取绝缘隔离防护措施,增设屏障、遮栏、围栏或保护网,并应悬挂醒目的警告标志牌。架设防护设施时,应经有关部门批准。采用线路暂时停电或其他可靠的安全技术措施,并应有电气工作技术人员和专职安全人员监护。防护设施与外电线路之间的安全距离应不小于表 41 所列数值。

表 41 防护设施与外电线路之间的最小安全距离

外电线路电压等级, kv	< 10	35	110	220	330	500
最小安全距离, m	1.7	2.0	2.5	4.0	5.0	6.0

**【条文解释】**

本条防护设施恢复现行国家标准《建筑物的电气装置电击防护》GB 14821.1,直接接触防护措施中用遮拦、外护物和用阻挡物防护的规定。防护设施宜采用木、竹或其他绝缘材料搭设,不宜采用钢管等金属材料搭设。防护设施的警告标志必须昼、夜均醒目可见。防护设施与外电线路之间的最小安全距离是按电力行业标准《电力建设安全工作规程(架空线路部分)》DL 5009.2 关于高处作业与带电体的最小安全距离所作的规定。

16.8 临时架空线路应满足下列规定:

a) 应采用绝缘导线,导线绝缘良好。导线中的负荷电流不应大于导线允许载流量,其最小截面为  $10\text{mm}^2$ 。

b) 导线对地距离不低于 6m。

c) 档距不超过 25m。

d) 最小线间距离 200mm。

e) 电杆宜采用钢筋混凝土杆,当采用木杆时,木杆总长度不宜小于 8m,梢径不宜小于 140mm。电杆埋设深度应符合规定。电杆应完好无损,不应有倾斜、下沉及杆基积水等现象。

f) 拉线从导线之间穿过时,应装设拉线绝缘子。拉线绝缘子距地面的高度不应小 2.5m。临时线路禁止跨越铁路、公路和一、二级通讯线路。

**【条文解释】**

**1 采用绝缘导线是安全的需要。施工现场作业时经常移动物件，往往会触及架空线路，如采用裸导体线路，将会造成人身触电事故。对架空线路导线截面选择条件和截面要求是结合施工现场用电工程的特点而作的规定。**

**2 导线对地距离的规定，是考虑到车辆运输时的安全。**

**3 档距过大弧垂也会过大。因此，作出规定。**

**4 装设拉线绝缘子，是防止带电导体脱落后使拉线带电危及人员安全。**

16.9 低压电缆（不包括油浸电缆）需要架空敷设时，应沿建筑物、构筑物架设，其装设高度不应低于2m；接头处应绝缘良好，并应采取防水措施。

16.10 低压电缆中应包括全部工作芯线和用作中性线或保护线的芯线。需要三相四线制配电的电缆线路应采用五芯电缆。五芯电缆应包含淡蓝、绿/黄二种颜色绝缘芯线。淡蓝色芯线应用作中性线（N）线，绿/黄双色芯线应用作保护线（PE），严禁混用。

16.11 临时性用电的配电装置应符合以下规定：

a) 在电源和用电端，应分别装设配电（开关）箱，配电（开关）箱应防雨；其进线口和出线口宜设在箱的下面或侧面，电源的引出线应穿管并设防水弯头；对地高度不低于1.5m。

b) 配电（开关）箱内的导线应绝缘良好、排列整齐、固定牢固，导线端头应采用螺栓连接或压接。

c) 具有3个回路以上的配电箱应设总刀闸及分路刀闸。每一分路刀闸不应接2台或2台以上电气设备，不供应2个或2个以上作业组使用。

d) 照明、动力合一的配电箱应分别装设刀闸或开关。

e) 配电（开关）箱内安装的接触器、刀闸、开关等电气设备，应动作灵活，接触良好可靠，触头没有严重烧蚀现象。

f) 熔断器的规格应满足被保护线路和设备的要求；熔体不得削小或合股使用；熔体应有保护罩。管型熔断器不得无管使用；有填充材料的熔断器不得改装使用。

**【条文解释】**

**工程施工现场，比较杂乱。所以本条对配电箱的所有要求作出规定，其目的是防止发生人身触电伤亡事故的发生，以确保工作人员的安全。**

16.12 移动式电动工具或手持式电动工具的电源线，必须采用铜芯多股橡胶套软电缆或聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套软电缆。

**【条文解释】**

**移动式电动工具在施工现场经常使用。规定必须采用软电缆，是防止在移动过程中将配线拉断。**

16.13 每个移动电器的设备、施工间隔的电缆均应分别装设开关，开关应装在醒目和便于操作的地方，开关一经断开能使该设备或施工间隔全部失去电源。

**【条文解释】**

**为防止因1台电动工具发生故障而影响其他电动工具的使用。同时也是为了使用、检修及维护方便而作出的规定。**

16.14 下列特殊场所应使用安全特低电压照明器：

a) 隧道、人防工程、高温、有导电灰尘、比较潮湿或灯具离地面高度低于2.5m等场所的照明，电源电压不应大于36V。

b) 潮湿和易触及带电体的照明，电源电压不得大于24V。

c) 特别潮湿场所、导电良好的地面、锅炉或金属容器内的照明，电源电压不得大于12V。

**【条文解释】**

**本条所规定的场所环境极差，如果采用标准电压，在使用过程中，极易发生人身触电伤亡事故。使用对这些场所的电源电压分别作出规定。**

16.15 照明灯具的金属外应与保护线（PE）相连接，照明开关箱内应装设隔离开关、短路及过载保护电器和剩余电流动作保护器。

**【条文解释】**

**装设剩余电流动作保护器是防止人身触电的有效方法。**

16.16 对夜间影响飞机或车辆通行的在建工程及机械设备，应设置醒目的红色信号灯，其电源应设在施工现场总电源开关的前侧，并应设置外电线路停止供电时的应急自备电源。

**【条文解释】**

**本条规定主要强调对于施工现场有碍外部安全的高大在建工程，建筑机械及开挖沟槽、基坑等，设置夜间警戒照明，而且要求从电源取用上标志警戒照明更加可靠。采用红色警戒信号灯则是依据国家标准《安全色》GB 2893的规定。红色系指：传递禁止、停止、危险或提示消防设备、设施的信息。**

16.17 临时用电应在总配电箱、开关箱靠近负荷的一侧装设剩余电流保护装置，且不得用于启动电气设备的操作。电气设备的金属外壳应有可靠接地。

**【条文解释】**

**剩余电流动作保护装置装设在开关箱负荷一侧的规定，是防止剩余电流保护装置动作后，不影响总配电箱、开关箱的正常供电。剩余电流动作保护装置的功能是作为漏电保护使用的，因此不得用于启动电气设备的操作。**

16.18 剩余电流保护装置的选择应符合下列规定：

a) 开关箱中剩余电流动作保护器的额定漏电动作电流不应大于 30mA，额定漏电动作时间不应大于 0.1s。使用于潮湿或有腐蚀介质场所的，剩余电流动作保护器应采用防溅型产品，其额定漏电动作电流不应大于 15mA，额定漏电动作时间不应大于 0.1s。

b) 开关箱中剩余电流动作保护器的额定漏电动作电流应不大于 30mA，额定漏电动作时间应不大于 0.1s，但其额定漏电动作电流与额定漏电动作时间的乘积不应大于 30mA。

**【条文解释】**

**本条对剩余电流保护装置额定漏电电流的选择，按不同使用环境作了规定。**

16.19 施工现场的接地保护应符合以下规定：

a) 低压侧应采用保护线 and 中性线分离的接地系统（TN-S 系统）。

b) 当线路终端与总配电装置或区域配电（开关）箱的距离超过 50m 以上时，其保护线（PE 线）应做重复接地，接地电阻不应大于 10Ω；

c) 用电设备的保护线或保护中性线应并连接地，严禁串联接保护线或保护中性线；

d) 保护线或保护中性线应采用焊接、压接、螺栓连接或其他可靠方法连接。严禁缠绕或钩挂。

**【条文解释】**

**本条规定了适合于施工现场临时用电工程系统接地的基本形式，强调采用 TN-S 系统，禁止采用 TN-C 系统。并对保护线和保护中性线的接地方式作了规定。**

**重复接地的目的，在于减少设备外壳带电时的对地电压。**

## 17 电涌保护装置

### 17.1 一般规定

17.1.1 电源电涌保护系统的可靠性等级，应符合下列规定：

a) 建筑物交流低压电源系统的电涌保护等级，宜按所保护的电气、电子系统的重要性、建筑物规模和雷电环境，建筑物和配电系统（除电涌保护外）的防雷措施等因素进行雷电电涌风险分析后，确定不同的建筑物电涌保护等级。

b) 建筑物电涌保护应以必要的建筑物外部防直接雷措施和内部防雷措施为基础。需要对电气、电子系统进行电涌保护的建筑物，当其未装设防直接雷装置且不处于其他建筑物或物体的保护范围内时，宜按第三类防雷建筑物采取防直接雷的措施。

c) 设有电气、电子系统的建筑物电涌保护系统的可靠性可分为甲、乙、丙、丁四个等级。对一般民用公共建筑物，其电涌保护系统的可靠性等级可按附录 P 的典型评估确定。

对防雷改造工程，当除电涌保护以外的各种防雷措施不完善时，以及对特殊情况的建筑物，可根据具体情况参照 CECS174-2004 中附录 A “雷电电涌风险简化评估方法” 进行分析后，确定建筑物电涌保护系统的可靠性等级。

**【条文解释】**

1 建筑物电源电涌保护方案的强调与电气、电子系统的重要性，建筑物和配电系统（除电涌保护外）的各种防雷措施，建筑物规模和雷电环境因素有关。根据有关因素进行雷电电涌风险分析而确定不同等级的电涌保护要求，才能做到既安全可靠、有经济合理。

建筑物内的低压交流电源基本上都是一个系统，一个设备的电涌保护与其他设备以致整个电源系统密切相关。因此，本条对建筑物的电涌保护系作整体考虑。建筑物电涌保护系统以雷害概率、设备可靠性要求来决定。建筑物电涌保护系统设计与单个电涌保护器的选用是不同的。

2 防雷电电磁脉冲是在建筑物遭受直接雷或附近遭雷击的情况下，线路和设备过电流和过电压，即防在上述情况下产生的电涌。

三类防雷建筑物系指：1) 省级重点文物保护的建筑物即省级档案馆；2) 预计雷击次数大于或等于 0.012 次/a，且小于或等于 0.06 次/a 的部、省级办公建筑物及其它重要或人员密集的公共建筑物；3) 预计雷击次数大于或等于 0.06 次/a，且小于或等于 0.3 次/a 的住宅、办公楼等一般性民用建筑物。4) 预计雷击次数大于或等于 0.06 次/a 的一般性工业建筑物；5) 根据雷击后对工业生产的影响及产生的后果，并结合当地气象、地形、地质及周围环境等因素，确定需要防雷的 21 区、22 区、23 区火灾危险环境；6) 在平均雷暴日大于 15d/a 的地区，高度在 15m 的烟囱、水塔等孤立的高耸建筑物，在平均雷暴日小于或大于 15d/a 的地区，高度在 20m 及以上的烟囱、水塔等孤立的高耸建筑物。

3 为确定建筑物内交流低压电源系统电涌保护的要求，不仅要分析各种因素的影响，而且宜进行直接、间接损失评估和建设、维护投资预测，最后进行综合平衡，全面评估。现在国内尚缺少有关防雷问题的基础数据和详细的理论分析。我国将引入 IEC 有关标准作为建筑物雷击防护水平和风险评估的国家标准，但该标准的评估方法比较复杂，且缺乏基础的和经济的数据，也不清楚是否切合我国国情，工程上难于应用。目前需要有简单实用的方法。本条 c) 款参考了《气象信息系统雷击电磁脉冲防护规程》QX3—2000 所用的雷击危险度分析方法。该方法能做相对比较，简明扼要，是目前实际可行的一种方法。

对其他情况，如防雷改建、扩建工程，除电涌保护外的各种防雷措施不完善预计特殊建筑物，变化多样，可根据具体情况参照 CECS174-2004 中附录 A“雷电电涌风险简化评估方法”进行分析后，确定建筑物电涌保护系统的可靠性等级。

#### 17.1.2 电涌保护器的安装应符合下列规定：

a) 新建工程的 SPD 宜装设在有隔仓或隔板的配电柜内。对有后续或改建工程，当配电箱内有位置，且可与其他电器保持一定距离时，SPD 宜在配电箱内安装，并宜装设隔板；当配电箱内安装有困难，可在配电箱近旁设置电涌保护箱，并应缩短引线。

b) 在安装动作时向外喷射气体的间隙 SPD 时，应注意制造厂对 SPD 的机械固定、与器壁间的距离、绝缘和阻燃的要求。

c) SPD 接入主电路的引线应短而直，且采取各种减少电感的措施。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）长度大于 0.5m 时，应采取减少电感到措施：如采用凯尔文接线（V 形接线），或采用多根接地线并在多处接地等。不应将 SPD 电源侧引线与被保护侧引线合并绑扎或互绞。

d) 减少设备级 SPD 与被保护设备间的线路距离时，应采用减少两连线间的环路面积，或使用电缆连接到方法。

e) SPD 应在最近的接地/等电位连接点，或宜在预埋的接地板上进行接地。当在局部范围内信号接地点与电源接地点分开时，电源 SPD 的接地点应在电源地上。

f) SPD 上引线应采用多股绝缘铜线。其导线截面积：入口级不应小于  $10\text{mm}^2$ ，接地引线不应小于  $16\text{mm}^2$ ；中间级、设备级上引线不应小于  $4\text{mm}^2$ ，接地引线不应小于  $10\text{mm}^2$ 。

g) SPD 接地线的截面积应大于上引线的截面积。对 SPD 装设在 TT 接地型式的剩余电流保护装置之前时，其中性线与地间 SPD 的上、下引线，入口级应大于  $16\text{mm}^2$ ，其后各级应大于  $10\text{mm}^2$ 。当采用矩形铜导体时，其厚度不应小于 2mm，并应保证线间和对地（对机壳）的空气绝缘距离和机械固定。

**【条文解释】**

1 为保证 SPD 的限压效果，应尽量缩短其安装引线长度。国外认为 SPD 直接接入设备柜体为好。

但目前国内许多防雷工程，装设 SPD 是在改造过程中进行的，难以装入设备柜体内。因此 a) 款提出了区别不同情况，确定安装位置的原则。

2 支路两端的电压由残压和引线上的电感电压降组成，后者可能大于残压。SPD 引线布置要考虑其电感和巨大的雷电流电动力，第一级尤其要注意。为了减少引线电感，如能开断主电路凯尔文接线（V 接线）是最好的，否则可采用宽而扁的引线。圆导线增加截面积不能降低电感。多根且在多处接地的引线只有好处没有坏处。尖角处的电动力大，电源侧引线的雷电流很大，如与被保护侧引线并拢时会耦合很高的电压，因此是不允许的。

防雷引线的要求有时与常规电工布线要求不一致，特别是在改造工程中，SPD 的位置和引线布线都比较困难。施工时要尽量协调两方面的要求。要注意到防雷是一个重大安全问题，在新建工程设计时必须满足两方面的要求。

引线截面的要求是根据 GB 50057—94（2000 年版）等电位联结导体的截面而确定的。

17.1.3 电涌保护器辅助机构的选用应符合下列规定：

- 金属氧化物电阻 SPD 或电涌保护箱应选用具有运行状态指示器和 SPD 故障脱离器的产品。
- 金属氧化物电阻 SPD 或电涌保护箱宜选用具有报警指示或报警触点的产品。
- 间隙 SPD 可选用具有运行状态指示器的产品。
- SPD 或电涌保护箱可选用具有雷电计数器或雷电记录器的产品。

#### 【条文解释】

本条对电涌保护器辅助机构的选用的规定，是为了在电涌保护器动作后，便于运行人员能及时发现问题并记录动作次数。

17.2 电涌保护对象和电涌保护器的配置

17.2.1 电涌保护宜主要保护下列对象：

- 信息系统中心（计算机网络中心，有线、无线通信机房，有线电视机房）的电源电气设备或电力电子设备（如 UPS）。
- 建筑物整体安全的监控中心（如消防监控中心、电梯控制室，楼宇自动控制中心）的电源设备。
- 重要的大型电气设备（如消防用电动机、中央空调用电动机、电梯动力设备、变频生活给水泵），由是配备智能控制模块、电子监控模块、电力电子模块或装置的设备。
- 关系人身安全场所（如医院手术室、急诊室、监护室、电子医疗设备室）的供电和照明。
- 备用和在用的应急、备用电源机组和机房。

#### 【条文解释】

低压电涌保护是相对较新的防雷措施，虽然在许多情况是需要的，但是其投资较大，而且常常要配多个电涌保护器，配置时应考虑不同的现场实际情况，采用不同的保护等级，以达到较合理的技术效果，所以，本条针对需作电涌保护的物体作出了规定。

17.2.2 电压保护水平的确定应以电气、电子设备的冲击耐受水平（以绝缘冲击耐受电压和电涌抗扰度表示）为目标，其数值均应由制造部门提供。当无提供的数据时，冲击耐受水平按表 42 的绝缘冲击耐受电压确定。

各 SPD 的电压保护水平  $U$  应低于其保护范围内被保护设备的冲击耐受水平并留有裕度。对很重要的设备，其冲击耐受水平宜按其值的 80% 考虑。

表 42 220/380V 三相电源系统设备绝缘耐冲击过电压值

1.25 μs

耐冲击过电压类别	IV	III	II	I
冲击耐压值, kV	6	4	2.5	1.5
设备类型和位置	电源线路进入建筑物处的设备	配电线路设备的分支线路设备	用电设备	特殊需要保护的物体

#### 【条文解释】

电涌保护的目的是限制过电压水平使之不危害设备。明确被保护设备的电压保护水平的冲击耐受水平是电涌保护的第一步。

冲击耐受水平不仅指绝缘冲击耐受电压可参考表 42。

**在做冲击耐受水平配合时，应考虑裕度。20%的裕度是根据 GB 50057—94（2000 年版）第 6 章，考虑了绝缘老化、引线电压降和波过程距离效应。**

17.2.3 建筑物电涌保护系统内 SPD 的布局应符合下列规定：

a) 甲级电涌保护系统

——在电源进入建筑物处应配置一组电涌能量承受能力大、电压保护水平不大于 1.5kV 的 SPD 作为入口级。安装位置可在总配电柜（每段母线）靠近进线端处，并宜将线路的金属保护层或屏蔽层中 LPZOA<sup>1)</sup>（或 LPZO<sub>B</sub><sup>2)</sup>）与 LPZi<sup>3)</sup> 界面处做一次等电位联结。

——在重要电气、电子设备输入端和机房电源设备输入端应装设电压保护水平与入口级相等的 SPD（通常称设备级）。

——在入口级和设备级间应加装中间级 SPD，位置可在与线路中点相近的楼层配电箱处。当机房有屏蔽时，可在电源线路进入机房处。其电压保护水平宜与第一级相等。对特别重要的电子设备，宜在其电源输入端口上再装一组 SPD（精细级），其电压保护水平不宜大于 1.2kV。处在屋顶的大型电气设备除处于接闪器保护范围内和就近接地外，还应装设 SPD。该 SPD 按入口级要求，位置在其电源线路引出建筑物屋顶的开关箱处。

b) 乙级电涌保护系统

——在电源线进入建筑物应配置一组电涌能量承受能力大、电压保护水平不大于 2.5kV 的 SPD 作为入口级。安装位置可在总配电柜（每段母线）靠近进线端处，并宜将线路的金属保护层或屏蔽层中 LPZOA<sup>1)</sup>（或 LPZO<sub>B</sub><sup>2)</sup>）与 LPZi<sup>3)</sup> 界面处做一次等电位联结。

——在重要电气、电子设备输入端和机房电源设备输入端应装设电压保护水平不大于 1.5kV 的 SPD（通常称设备级）。当设备级 SPD 离入口级的距离小于 10m 时，入口级的电压保护水平应低于设备级的电压保护水平，或在设备级前串入解耦器（应在做技术经济比较后确定）。

——一般情况下，在入口级和设备级之间的线路上可不装设 SPD，仅在具有可能带电断开的较长的电源分支线段（多芯电缆或穿金属管线路大于 40m，散线大于 30m）的分支处，或当机房有屏蔽时，在电源线路进入机房处宜装设中间级 SPD。其电压保护水平不应大于 2.5kV，位置可在分支所在楼层的配电箱处。当入口级  $U_b$  不大于 1.5kV 时，在入口级和设备级之间的线路上，无论距离多长、有无分支线均不宜装设中间级 SPD。处在屋顶的大型电气设备和引出建筑物屋顶的开关箱处应装设 SPD，选择方法同本条 a 的规定。

c) 丙级电涌保护系统

在电源线进入建筑物处应配置一组电涌能量承受能力大、电压保护水平不大于 2.5kV 的 SPD 作为入口级。安装位置同本条第 a 款的规定。在主要设备和机房入口处装设设备级 SPD，其电压保护水平  $U_b$  不应大于 1.5kV。

当设备级 SPD 离入口级的距离小于 10m 时，入口级的电压保护水平应低于设备级的电压保护水平，或在设备级前串入解耦器（应在做技术经济比较后选定）。

d) 丁级电涌保护系统

在电源线进入建筑物处的 SPD，电压保护水平  $U_b$  不宜大于 2.5kV。

注：1) LPZOA 为直接雷非防护区，该区内各类物体都可能遭到雷击，电磁场没有衰减；

2) LPZO<sub>B</sub> 为直接雷防护区，该区内各类物体不可能遭到大于所选滚球半径对应的雷电流直接雷击，电磁场强度仍没有衰减；

3) LPZi 为第一雷电屏蔽防护区，该区内各类物体不可能遭到直接雷击，由于进入的雷电流较 LPZO<sub>B</sub> 区小，以及建筑物的屏蔽，本区的电磁场得到初步衰减。

**【条文解释】**

**SPD 的配置应全面考虑各种要求，应按下列原则布局。**

- 1 使 SPD 电压保护水平能与被保护设备冲击耐受电压相配合。**
- 2 在任意两防雷分区交界处配置。**

3 在同一防雷区中还需限制波过程引起的电压升高，如开路线路末端的正反射。

4 各级 SPD 通过的电涌能量不超过其电涌能量承受能力。

因此，在一个建筑物中可能需在多个位置上配置要求不同的 SPD，做分散的、多级的配置。

SPD 的布局和电压保护水平有很大关系。目前已有电压保护水平为 1~1.5kV 的金属氧化物 SPD 和触发型间隙 SPD。从电压保护水平开路，入口级 SPD 有可能保护 IV、III、II 三类设备。但是，主要的被保护设备属于 I 类设备，冲击耐受电压 1.5kV，一般与入口的距离在 10m 以上。即使从最有利情况考虑，设备近旁也必须装设 SPD（通常称设备级）。至于中间级也要求在两个防雷区界面处装设 SPD，当机房有屏蔽时仍需装设 SPD。此外，当入口级的电压保护水平较高时，也需要在线路中间装设中间级 SPD，以将线路中间电压限到 II 类设备冲击耐受电压。这两种要求目前是并存的，本条只能将两种标准的要求都考虑。本条根据计算提出：即使在排序一电压保护水平为 2.5kV 的情况下，在分支线长于 30~40m 时也需要装设排序二的 SPD，当屋面属于 LPZOB 区时，雷电流尚未散开，故此处装设 SPD 应按排序一的要求考虑。

此外，现在有些电源设备内部已配备了 SPD，但制造商并不熟悉如何进行级间配合，在电涌能量承受能力、保护水平和最大持续工作电压等方面都不一定合适，而且常常不提供这些参数。这就可能出现级间失配，可能因设备内置 SPD 通过的雷电流大于设备外部 SPD 的雷电流而损坏，甚至爆炸。所以，在做多级配置时应查找并校核内置 SPD 的参数，如发现明显不配合，应重新选配。

17.2.4 电源电涌保护器的保护模式应符合下列规定：

a) TN 接地方式下，电涌保护器宜采用相线/中线对地保护模式。在甲级电涌保护系统中的设备级、精细级和在乙级电涌保护系统中的设备级应采取全保护接法。

b) 在 TT 接地方式下的电涌保护器，当变压器外壳与低压侧中性点不共地或变压器高压侧中性点不接地时，金属氧化物电压限制型入口级 SPD 可位于剩余电流保护器（RCD）之负载侧，采取对地保护模式，接于各相线和中线与地之间，也可位于 RCD 之电源侧的接线形式。当变压器外壳与低压侧中性点共地、变压器中性点有效接地时，入口级 SPD 接线形式接于 RCD 之电源侧。

c) 在 IT 接地方式下当中性线 N 未配出时，SPD 仅在各相与地之间接入；当中性线 N 配出时，在中性线与地之间也应接入 SPD。

d) 单相 SPD 接法，应接于相线与地和中性线与地之间，或接于相线与中性线和中性线与地之间的接法。单相全保护模式应接于相线与中性线之间和相线与地、中性线与地之间的接法。

#### 【条文解释】

相电源保护的保护模式应遵照 GB 50057—94（2000 年版）第 6.4.5 条的规定执行。

作用于相线与地之间的过电压（有时称共模过电压）出现的幅值和概率较相线与中线之间的过电压（有时称差模过电压）高，但后者的危害性较大，最好是做全保护。但是，全保护所需 SPD 模块较多，而且在许多情况下电压限制型 SPD 三相同时动作，不产生线间过电压。因此，一般情况下只做相线对地的保护，仅在最重要的情况下做全保护。即使全保护，也仅在各相与中线之间而不在相间接入 SPD。

对 TT 制式，如变压器高压或低压侧发生单相接地，由于中性点的位移，低压侧各相线对地可能出现高电压，但相线对中线的电压不会升高，因此，利用 CECS 174—2004 标准中图 4.1.4—4 接线形式 2 的 SPD 是有利的。

### 17.3 电涌保护器结构类型的选择和级间配合

17.3.1 电涌保护器结构类型的选择应符合下列规定：

a) 当参数符合要求时，建筑物内入口级 SPD 宜选用电压限制型。当向建筑物供电的配电线路为架空线时，入口级 SPD 可选用以间隙作为保护元件的电压开关型 SPD。

b) 入口级以后各级均宜选用金属氧化物非线性电阻或其他类型的限压型 SPD。可选用包含 L—C 滤波器（串联电感，并联电容低通滤波衰减器）的二端口 SPD 作为电子设备的 SPD（特别是入口级为电压开关型 SPD 时）。

c) 可选用内装单级或已配合好的多级 SPD 模块和辅助机构的电涌保护箱，并应注意控制引线长度和减少电感。不应选用以金属氧化物 SPD 产品外部并联的方法扩大电涌能量承受能力的电涌保护箱。

#### 【条文解释】

现在, 气体间隙 SPD 性能有很大改进, 解决了自动熄灭工频续流的问题, 但其动作时形成的截断波可能形成很大的电磁干扰, 截断波对绕组类绝缘也是不利的。此外, 常规气体间隙 SPD 的电压保护水平(火花放电电压)较高, 达到 4kV 左右, 难以与电源设备耐压匹配(计及 SPD 引线电压降, 设备绝缘的老化等)。所以, 本条提出了在参数同样能满足要求的条件下, 排序一的 SPD 宜选用金属氧化物 SPD。电子触发间隙可以降低动作电压(到 1~1.5kV), 并易于实现级间配合, 其火花放电电压也较低, 但制造厂对电子触发机构本身的可靠性和耐久性应有保证。

间隙与金属氧化物电阻片串联或并联的组合型 SPD 当然是理想的, 但是使用上应慎重。制造厂应提供充分的反映非线性电阻片和间隙两方面特性参数。

金属氧化物 SPD 发展到现今, 只要制造厂严格按标准生产, 严格进行质量控制, 应用者参数选择适当, 应该是可靠的。带 L-C 滤波器的串联型 SPD 能降低电压陡度, 或能滤去高频干扰, 是有好处的。但其电感、电容元件参数的合理性及其在雷电陡度下的苛刻工作条件, 将影响整个 SPD 的可靠性。

现在出现了许多由代理商制作的电涌保护箱, 应检查其质量, 并明确无论箱内采用哪一家的 SPD 产品, 一旦装入箱中, 就应由电涌保护箱的制作者负责。此外, 一个电涌保护箱一应按其外部特性视为一个电涌保护器, 作为一个整体参与电涌保护方案。已发现有的供应商以金属氧化物 SPD 产品外部并联的方法扩大电涌能量承受能力, 这是没有保证的。

由于电涌保护箱在被保护线路中的接入点只有一处, 对中、大型建筑物, 设计要求各级的 SPD 做分散布置, 因此, 不论其内部有几级 SPD, 整个电涌保护箱应作为一级考虑。但对于小型建筑物, 从配电线进户处至被保护设备的电气距离很短(5~10m), 难以展开布置多级的 SPD, 将所需各级集中于防雷箱中, 箱中安排序一的 SPD 和排序末尾的 SPD 考虑。以满足原设计排序的 SPD 和末级的要求, 其效果基本上是一样的。

17.3.2 电涌保护器的级间配合应符合下列规定:

a) 当同一条线路上配置多个 SPD 时, 应检查级间电涌能量承受能力的'。当不能进行专门的校验时, 可选用制造厂建议的多级系列 SPD 产品和级间配合措施。

b) 当制造厂未提供 SPD 级间配合措施, 也未提出级间距离要求时, 金属氧化物电阻 SPD 与金属氧化物电阻 SPD 之间的电气距离不宜小于 10m, 非触发式间隙 SPD 与金属氧化物电阻 SPD 之间的电气距离不宜小于 15m, 触发式间隙 SPD 与下一级金属氧化物电阻 SPD 之间的电气距离不宜小于 5m。

c) 对入口级为间隙型 SPD、后级为金属氧化物电阻 SPD, 当级间电气距离不足时可串入解耦器。

#### 【条文解释】

1 当按本节要求选择了各级各个 SPD 的技术参数, 开始选择具体产品时, 可能有许多品牌和规格、型号可挑选。这时除了考虑单个 SPD 产品技术经济指标是否合适外, 更重要的是检查各级之间的配合情况。级间配合的目的是既保证各级都在其位置上实现所需的电压保护水平, 又能保证各级都不会超过各自能承担的最大雷电能量。如检查发现级间配合不合适或无保证, 就应改变 SPD 产品的选择方案, 或者采取增加级间配合的措施, 如增加级间距离, 串入专用解耦器等。

级间配合校验要进行专门的计算或试验, 这对一般工程设计单位来说不是容易的事。实际上最方便、可行的方法是按制造厂的要求选择系列化的 SPD 和建议的解耦器。正规的制造厂都进行过这类计算或试验, 其所提供的级间配合方案是可信的。这就意味着, 各级 SPD 都要采用同一制造厂的各种 SPD 产品; 如采用不同来源的 SPD, 就必须由设计者进行专门的计算或试验。

2 分析和经验说明, 当各级 SPD 的电压保护水平都相等且级间有一定距离时, 或后面各级的电压保护水平高于排序一 SPD 时, 级间配合比较容易满足。

## 18 接地装置

### 18.1 一般规定

18.1.1 低压配电系统的接地型式根据配电系统的具体情况分别采用 TN 系统(含 TN-C 系统、TN-C-S、TN-S 系统)、TT 系统和 IT 系统。

当电源采用 TN 系统时, 从建筑物内总配电箱(箱)开始引出的配电线路和分支线路必须采用 TN-S 系统。

#### 【条文解释】

1 系统的接地型式有以下几种:

1) TN 系统

电源端有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分通过保护中性导体或保护导体连接到此接地点。

根据中性导体和保护导体的组合情况，TN 系统的型式有以下三种。

i) TN-S 系统：整个系统的中性导体和保护导体是分开的。

ii) TN-C 系统：整个系统的中性导体和保护导体是合一的。

iii) TN-C-S 系统：系统中一部分线路的中性导体和保护导体是合一的。

2) TT 系统

电源端有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分直接接地，此接地点在电气上独立于电源端的接地点。

3) IT 系统

电源端的带电部分不接地或有一点通过阻抗接地，电气装置的外露可导电部分直接接地。

2 规定采用 TN 系统时，引出的线路（包括分支线路）必须采用 TN-S 系统。在我省的公用低压配电网采用的是 TN-C 系统，即三相四线系统。当低压用户在进户后应形成 TN-C-S 系统。

当用户变电所低压采用 TN-C 系统时，其进入建筑物后，也必须形成 TN-C-S 系统。但目前正规的设计院，在用户变电所设计时，其 400V 均采用 TN-S 系统。

18.1.2 为确保人身安全，凡因绝缘损坏而可能带有危险电压的电气装置的金属外壳等，均应与保护线（PE）或保护中性线（PEN）可靠连接。如：

- a) 电机、变压器、电器、携带式或移动式用电器具的金属底座和外壳。
- b) 电气设备的传动装置。
- c) 屋内外配电装置的金属和钢筋混凝土构架以及靠近带电部分的金属遮栏和金属门。
- d) 配电、控制、保护用的屏（柜、箱）及操作台等的金属框架和底座。
- e) 交、直流电力电缆的接头盒、终端盒、膨胀器的金属外壳和可触及的电缆金属护层及穿线的钢管。穿线的钢管之间或钢管和电器设备之间有金属软管过渡的，应保证金属软管段接地畅通。
- f) 电缆桥架、支架和井架。
- g) 装在配电线路杆上的电力设备。
- h) 承载电气设备的构架和金属外壳。
- i) 发电机中性点柜外壳、发电机出线柜、封闭母线的金属外壳及其他裸露的金属部分。
- j) 箱式变电站的金属箱体。
- k) 电热设备的金属外壳。
- l) 铠装控制电缆的金属护层。
- m) 互感器的二次绕组。

【条文解释】

1 本条规定了哪些电气设备的外壳必须采用接保护线（PE）或保护中性线（PEN）。

2 近年来对施工工艺质量要求的提高，采用金属软管作为电缆保护管的过渡连接较多，金属软管本身不允许作为接地连接用，特提出“应保证金属软管段接地畅通”即必须采用其他方式作为接地连接。要求使用软管接头和金属软管封闭电缆应接地，可以保证工艺美观和电缆安全；为保证穿线的钢管和金属软管全线良好接地，需要金属软管段两端的软管接头之间保证良好的电气连接。

3 要求控制电缆的铠装层、屏蔽层和接地芯线均应接地，目的是为了保障控制电缆两端连接的电气设备即人身安全。

4 互感器的二次绕组在使用时，回路中会有接地点，当二次绕组在二次回路中被作为备用时，可能就被忽视，但是只要互感器一次侧投运，无论二次绕组是否被使用，从安全而有，都必须接地。

18.1.3 高层建筑应分层设置保护线（PE）干线。层与层的保护线（PE）干线不允许串联拱头连接。

【条文解释】

高层建筑分层敷设接地干线，是便于电气装置的接地。

18.1.4 符合下列情况之一者，其电气设备金属外壳可不与保护线（PE）或保护中性线（PEN）连接（另有规定者除外）：

- a) 装在 2.2m 以上的不导电建筑材料上，应用木梯等才能接触到，并且不会同时碰到接地部分。
- b) 与已接地的机床、机座之间有可靠电气接触的电动机和电器外壳。
- c) 36V 及以下的电气设备。
- d) 在木质、沥青等不良导电地面的干燥房间内，交流额定电压为 380V 及以下或直流额定电压为 440V 及以下的电气设备的外壳；但当有可能同时触及上述电气设备外壳和已接地的其他物体时，则仍应接地。
- e) 电能计量表箱进出线和导线穿过单层楼板的金属保护等。
- f) 在干燥场所，交流额定电压为 127V 及以下或直流额定电压为 110V 及以下的电气设备外壳。
- g) 安装在 3.5m 以上的起重运输机械的滑触线支架。
- h) 安装在配电屏、控制屏和配电装置上的电气测量仪表、继电器和其他低压电器等的外壳，以及当发生绝缘损坏时，在支持物上不会引起危险电压的绝缘子的金属底座。

**【条文解释】**

**本条规定了哪些电气装置不需要接保护线或保护中性线。**

18.1.5 由农村综合变供电的低压配电线路的接地型式宜采用 TT 系统。对安全有特殊要求或纯排灌的电力网可采用 IT 系统。

城镇公用配电变压器的低压配电线路接地型式应采用 TN-C 系统。

同一台变压器供电的电气设备，严禁同时采用保护线（PE）和保护中性线（PEN）两种保护方式。

**【条文解释】**

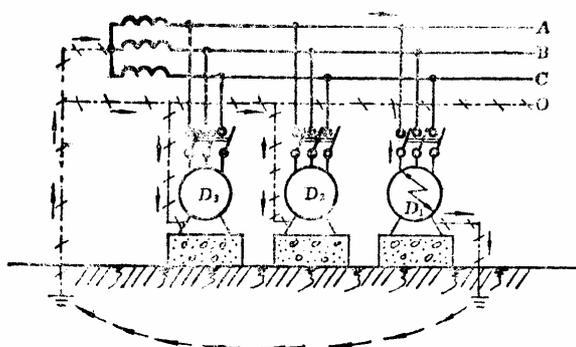


图 2-12 同一供电系统中同时采用接地、接零两种保护方式时的危险性

1 农村综合变供电的低压线路采用 TT 系统，是为了装设剩余电流动作保护装置的分级保护。

2 “同一台变压器供电的电气设备，严禁同时采用保护线（PE）和保护中性线（PEN）两种保护方式”的理由如下：

如图所示，在低压三相四线中性点直接接地系统中，若设备  $D_1$  采用了接地保护，则当设备  $D_1$  发生漏电时（熔丝未及时熔断），短路电流经  $R_d$  和  $R_0$  构成回路，这时使整个中性线（N）上出现危险电压，从而使所有采用接零保护的电气设备（ $D_2$ 、 $D_3$ ）的外壳也同时出现危险电压，威胁人身安全。这时中性线上的电压为：

$$U_0 = R_0 / (R_0 + R_d) \times U_{xg}$$

当  $D_1$  设备漏电，其外壳上的电压为：

$$U_d = R_d / (R_0 + R_d) \times U_{xg}$$

当  $R_0 = R_d = 4$  欧、 $U_{xg} = 220$  伏时，则当  $D_1$  设备漏电，中性线及所有接保护中性线设备外壳上的电压为：

$$U_0 = 4 / 4 + 4 \times 220 = 110V$$

D1 设备外壳上的电压为：

$$U_d = 4 / 4 + 4 \times 220 = 110V$$

可见，接地保护设备  $D_1$  和其它接保护中性线设备的外壳上都带有危险电压。因此，在同一低压系统中，不应同时采用两种保护方式。

18.1.6 采用 TN—C 系统时，变压器中性线（N）应可靠接地，低压架空线的干线每隔 1km 和分支线处应将保护线（PE）或保护中性线（PEN）重复接地。

#### 【条文解释】

本条规定了低压电气装置重复接地的要求。

重复接地的作用：

##### 1 降低漏电设备外壳的对地电压

如图所示，当没有重复降低时，漏电设备外壳对地电压  $U_d$  等于对地电压  $U_d$  等于单相短路电流  $I_d$  在中性线部分产生的电压降  $U_i$ ，即  $U_d = U_i$ ；而当有了重复降低后，漏电设备外壳对地电压仅为  $U_i$  的一部分，即：

$$U_d = R_o / R_o + R_c \times U_i$$

式中  $R_c$  ——为重复降低电阻；

$R_o$  ——中性点降低电阻；

$U_d$  ——设备对地电压；

$U_i$  ——中性线上的压降。

显然，采用重复降低后，危险性就相对减少。

##### 2 减轻中性线断线时的触电危险

如图所示，当中性线没有重复降低时发生中性线断线，而且在断线的后面某电气设备漏电时，这时断线处两边接零设备外壳的对地电压分别接近于零和相电压。当人接触断线处后面的电气设备外壳时，就会发生触电危险。

而当有了重复接地后，则中性线上电压  $U_o = I_d R_o$ ，断线处接零设备的对地电压  $U_c = I_d R_c$ ，显然，采用了重复接地后， $U_o$  和  $U_c$  都将低于相电压，因此降低了触电的危险性。

在 TN—C 系统中，当中性线断线时，即使没有设备漏电，而当三相负荷极端不平衡时中性线上也有可能出现的危险的对地电压，这时，重复接地也有减轻或消除危险的作用。

18.1.7 电缆或低压配电线路在引入厂房（车间）或大型建筑物处，如距接地点超过 50m，应将保护线（PE）或保护中性线（PEN）重复接地。在室内将保护线或保护中性线与配电柜（屏）、控制屏的接地装置相连，宜将保护线（PE）或保护中性线（PEN）环接。

18.1.8 电力设备接地电阻数值，应符合下列规定：

a) 保护接地电阻一般不大于  $4\Omega$ ；当配电变压器总容量不超过 100kVA 时，接地电阻值不大于  $10\Omega$ 。

b) 重复接地电阻值，一般不大于  $10\Omega$ ；当配电变压器总容量不超过 100kVA 且重复接地不少于三处时，重复接地的电阻值不大于  $30\Omega$ 。

18.1.9 保护接地装置与独立避雷针的接地装置在地下的水平距离不应小于 3m。

#### 【条文解释】

本条的规定，是为了防止雷电流在地中向接地网反击。保证了一定的距离，可以防止雷电流反击而造成事故。运行经验证明，避雷针的接地装置在地中与接地网保持 3m 的距离是安全的。

18.1.10 变压器低压侧的相线上宜装设低压避雷器；直接与架空线相连的电计量能表和架空线路与地埋线路的连接处宜装设保护间隙或避雷器。

#### 【条文解释】

变压器低压侧的相线上装设避雷器，是防止低压线路遭受雷击后的雷电侵入波造成对变压器的损坏。同样直接与架空线相连的电计量装置装设避雷器等也是防止雷击后遭受的损坏。这些都是有事故教训的。

18.1.11 三相四线制配电系统，采用中性线（N）和保护线（PE）合一的接地系统（TN—C 系统）时，进户的保护线（PE）应在进户处与电源的中性线（N）可靠连接，形成 TN—C—S 系统。其插座回路应另行敷设保护线（PE）。中性线（N）和保护线（PE 线）上严禁装设熔断器和单相闸刀。

**【条文解释】**

本条规定了在低压配电采用 TN—C 系统时，其插座装置必须另行敷设保护线（PE），形成 TN—C—S 系统。这样，才能起到保护作用。

18.1.12 居住区低压配电系统的接地型式按江苏省工程建设标准 DGJ32/J11 的规定执行。

**【条文解释】**

居住区低压配电系统的接地型式，要求如下：

- 1 第3.5.1条 居住区内变电所配变中性点接地方式应遵从供电部门对该区域的规划要求。
- 2 第3.5.2条 当变电所采用建筑物的基础作接地极且接地电阻小于 $1\Omega$ 时，可不另设人工接地装置。
- 3 第3.5.3条 配变等电气装置安装在由其供电的建筑物内的配电装置室时，其接地装置应与建筑物基础钢筋等相连。

## 18.2 等电位联结

18.2.1 建筑物内应将下列导电部分作等电位联结：

- a) 保护线（PE）、保护中性线（PEN）干线。
- b) 电气装置人工接地极的接地干线或主接地端子。
- c) 建筑物内的公用金属管道，如自来水管、采暖和空调管道等。
- d) 建筑物结构中的金属构件。

等电位联结中金属管的连接处应可靠的连通。

上述导电部分在进入建筑物处，应在紧靠入口处接向总等电位联结端子板。

**【条文解释】**

防止人身间接电击保护的保护措施之一，就是“设置不接地的等电位联结”。由于保护电器不能防止由建筑物外进入的故障电压的危害，因此 IEC 标准和一些技术先进的国家都规定应采取总等电位联结措施，以降低人体受到电击时的接触电压，提高电气安全水平。

18.2.2 当电气装置或电气装置的某一部分的接地故障保护不能满足切断故障回路的时间要求时，应在局部范围内作辅助等电位联结。

**【条文解释】**

总等电位联结固然能大大降低接触电压，如果建筑物离电源较远，建筑物内线路过长，则过电流保护动作时间和接触电压都可能超过规定的限值。这时应在局部范围内作辅助等电位联结，使接触电压小于安全电压 50V。

18.2.3 TN 系统的保护干线（PE 线），当采用 TN—S 系统时，应从变压器中性线点（N）处接至低压配电装置的保护线（PE）母线（排）处后引出；当采用 TN—C 系统时，应从电源进户处、电缆终端箱内的 N 线连接器引出，引出后应重复接地，重复接地电阻值不宜大于  $10\Omega$ 。保护干线（PE）保护中性干线（PEN）应与总等电位联结端子可靠接地。保护干线（PE）在干线与分支的终端应重复接地。电缆线应在每个建筑物进线处重复接地。

**【条文解释】**

本条规定了等电位端子板的连接方法。

18.2.4 具有主供、备用电源，保护接地均采用 TN 系统时，保护接地干线分别从主供、备用电源进线中性线（N）引出，引向总等电位连接端子板。主供、备用电源的保护接地系统分别来自 TT、TN 系统时，负荷可切换至 TT 系统的电气设备均应加装剩余电流保护装置。

**【条文解释】**

本条规定了双电源（双回路）供电的不同接地型式时保护接地干线的安装要求。特别要注意的是不同接地型式时的要求。

18.2.5 总等电位联结主母线的截面不应小于该建筑物内最大保护线截面的二分之一，并不应小于  $6\text{mm}^2$ 。采用铜芯导线时，其截面不得大于  $25\text{mm}^2$ ；采用热浸镀锌钢时，其截面按其相当的允许载流量选择，但圆钢的直径不得小于 10mm，扁钢的截面不得小于  $25\text{mm}\times 4\text{mm}$ 。

**【条文解释】**

本条规定了总等电位联结主母线截面的要求。

18.2.6 局部等电位联结应包括该范围内所有能同时触及的装置的外露可接近导体部分及装置外可导电部分，必要时可设置局部等电位联结端子板汇接。其连接线的截面不应小于连接外露导电部分中较小保护线的截面。采用热浸镀锌钢时，其截面按其相当的允许载流量选择，但圆钢的直径不得小于 8mm，扁

钢的截面面积不得小于  $20\text{mm} \times 4\text{mm}$ 。

**【条文解释】**

**装置外可导电部分是指不属电气装置部分可导电部分，如浴室的把手、毛巾架、金属搪瓷浴缸、非电手术台等。**

18.2.7 总等电位联结端子板及局部等电位联结端子板，宜采用热搪锡的铜板，其截面不得小于所联结的等电位联结板截面，铜板厚度不小于  $1.5\text{mm}$ 。等电位联结线采用汇流排联结方式与端子板压接，端子板上应预留包括采暖管、空调管、给水管、下水管、热水管、无线设备、电讯设备、建筑物金属结构、保护接地干线及其他需要联结部件的螺栓孔。总等电位联结端子板上应刷有黄色底漆并标以黑色记号，起符号为“▽”。等电位联结线应有绿、黄相间的色标。

**【条文解释】**

**本条规定了等电位联结端子板的要求。**

### 18.3 接地装置

18.3.1 交流电气设备的接地装置在满足热稳定条件下，利用与大地可靠连接的自然接地体（如配线的钢管，建筑物的金属结构等）时应符合下列规定：

- 应是厂区（居住区）直接埋入大地、深水中独立系统，有电气连接的非可燃、非可爆的金属管道；
- 利用自然接地体和引外接地装置时，应采用不少于两根导体在不同地点与接地干线相连接。
- 不应用作直流电力回路中的中性线、接地线或接地体。
- 其接地电阻应符合要求

**【条文解释】**

**本条提示了交流电气设备的接地，可以利用直接埋入地中或水中的自然接地体，这几种自然接地体均直接埋入地中或水中，能够很好地起到降低接地电阻、均衡电位的作用，且能节约钢材，提高电气设备运行的可靠性。**

18.3.2 无良好的自然接地体时，应装设人工接地体，见图2。

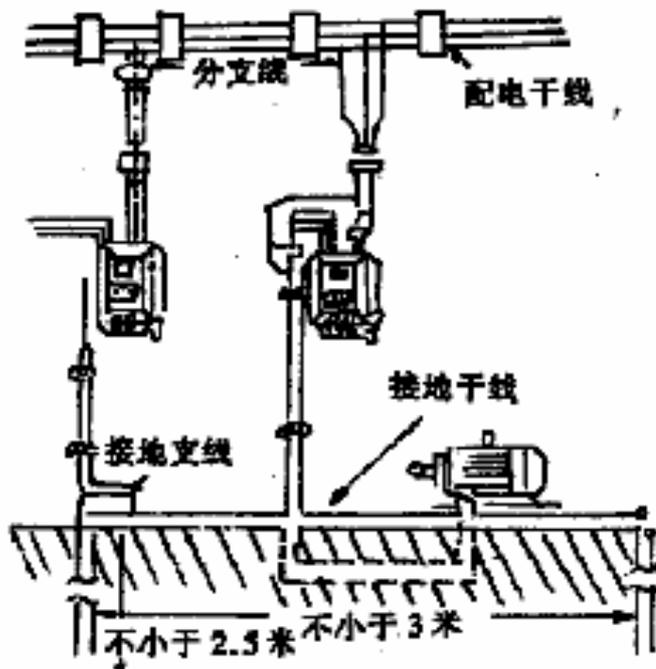


图2 接地线与接地体示意图

18.3.3 人工接地体的敷设应符合下列规定：

- 人工接地体垂直敷设的可采用角钢、钢管；水平敷设的可采用热浸锌圆钢或扁钢、复合型钢，也可采用铜管、铜棒、铜排等。

b) 垂直敷设时，不应少于两根，垂直打入地下的深度不应小于 2.5m，角钢或钢管之间的距离不应小于 3m。

c) 水平敷设时，埋设深度不应小于 0.6m；接地体之间的距离不宜小于 5m；

b) 在有强烈腐蚀性的土壤中，应根据不同的腐蚀介质使用镀铜或热浸锌钢的接地体，也可选用铜管、铜棒、铜排或复合型钢。敷设在地中的接地体不应涂漆。

人工接地体的导体截面应符合热稳定、均压和机械强度的要求，还应考虑腐蚀的影响，其最小规格应不小于表 43、44 的规定。

e) 接地体与建筑物的距离不应小于 1.5m。

表 43 钢接地体的最小规格

单位为毫米

种类、规格		地上		地下	
		屋内	屋外	交流电流回路	直流电流回路
圆钢直径		6	8	10	12
扁钢	截面	60	100	100	100
	厚度	3	4	4	6
角钢厚度		2	2.5	4	6
钢管管壁厚度		2.5	2.5	3.5	4.5

注：电力线路杆塔的接地体引出线的截面不应小于 50mm<sup>2</sup>，引出线应热浸锌。

表 44 铜接地体的最小规格

单位为毫米

种类、规格		地上	地下
铜棒		4	6
铜排		10	30
铜管管壁厚度		2	3

注：裸铜绞线一般不作为小型接地装置的接地体用，当作为接地网的接地体时，截面应满足设计要求。

#### 【条文解释】

1 本条规定了，接地装置可选用的各种金属材料。复合型钢是一种新型的接地装置材料，在腐蚀严重的地区采用较多。

2 一般在地下 0.15~0.5m 处，是处于土壤干湿交界的地方，接地导体易受腐蚀，因此规定埋深不应小于 0.6m；

3 接地体之间的距离不小于 5m，主要考虑接地体互相的屏蔽影响而作出距离的规定；

4 接地体与建筑物的距离不小于 1.5m，主要是考虑接地体安装、维修应避开建筑物的基础而作的规定；

5 我国钢接地体普遍受到腐蚀和锈蚀，接地体（线）规格偏小，根据导电性能、热稳定、均压和机械强度的要求，还应考虑腐蚀的影响，表 43、44 提出了钢、铜接地体（线）导体截面的最小规格。

执行中应注意：表 43、44 所列的钢、铜接地体（线）规格是最小规格，不能作为施工中选择接地体（线）规格的依据。

18.3.4 裸铝导体不准埋入大地作为接地体。

#### 【条文解释】

裸铝导体极易腐蚀、强度低、使用寿命较短。如作为接地体将会起不到接地保护的作用。

### 18.4 接地线

18.4.1 接地线可用绝缘导线（铜或铝芯）或裸导线（包括圆钢、扁钢），所用的接地导线不得有折断现象。严禁在地下用裸铝绞线（排）作为接地线。

18.4.2 接地线可利用以下设备：

a) 建筑物和生产用的金属结构（如梁、柱、行车轨道、配电柜外壳，电梯竖井、起重机、升降机等的构架）。

b) 配线的钢管。

c) 电缆的铅、铝外皮及金属构架。

d) 保证其全长为完好电气通路的金属管道（可燃和有爆炸危险混合物的管道除外）。

利用以上设备接地线时，它与接地体或接地设备的连接必须牢固可靠和便于检查。不应采用可绕金属导管、保温管的金属网或外皮作接地线。

**【条文解释】**

**1 目前已广泛应用建筑物金属结构及满足热稳定要求的混凝土结构内部的非预应力钢筋作交流电气设备的接地线，能够保证设备的运行可靠性。**

**2 可绕金属导管、保温管的金属外皮或金属网等，它们的强度差又易腐蚀，作接地线很不可靠，不应作为接地线。**

18.4.3 接地干线的允许载流量不应小于配电线路中容量最大线路的相线允许载流量的二分之一。单独用电设备，其接地线的载流量不应小于供电分支线相线载流量的三分之一。接地线的最小截面应符合表45的规定。

表 45 接地线的最小截面

单位为平方毫米

类	别	最小规格
铜	移动用电设备	生活用 0.4
		生产用 1.0
	绝缘铜线有机械保护时	2.5
	裸铜线、无机械保护绝缘铜线	4.0
	埋入土壤内有防腐蚀保护	16
	埋入土壤内无防腐蚀保护	25
	电缆的接地芯或与相线包在同一保护外壳内的多芯导线的接地芯	铜：1.0
扁 钢	室内：厚度不小于 3mm	60
	室外：厚度不小于 4 mm	100
	地下：厚度不小于 4mm	100
圆 钢	室内，mm	直径 6.0
	室外，mm	直径 8.0
	埋入土壤内，mm	直径 10
角 钢	室内（厚度，mm）	2.0
	室外（厚度，mm）	2.5
	埋入土壤内（厚度，mm）	4.0
钢 管	室内（厚度，mm）	2.5
	室外（厚度，mm）	2.5
	埋入土壤内（厚度，mm）	3.5

18.4.4 明敷设的接地裸干线表面应涂以 15~100mm 宽度相等的绿色和黄色相间的条纹标识；当使用胶带时，应使用双色胶带。三芯、四芯坚韧橡皮绝缘线和塑料护套绝缘线的黑色芯线应作接地线用。中性线宜涂浅蓝色标识。

**【条文解释】**

本条是参照《绝缘导线和裸导体的颜色标志》GB 7947—1997 第 3.2.2 条的规定制定。

《绝缘导线和裸导体的颜色标志》GB 7947—1997 第 3.2.2 条的规定如下：

绿/黄双色只应用于保护导体（IEV 826—04—05）的识别，不用于其他目的。

绿/黄双色是唯一公认的用于保护导体的颜色组合。

作保护导体用的裸导体应采用 15mm~100mm 宽度相等的绿/黄双色条纹在每根导体的全部长度上，或在导体的每个区间、单元上或每个可触及的部位作出标记。如要使用胶带则只能使用双色带。

对于绝缘导体上的绿/黄双色应做到：在每 15mm 长的绝缘导体上，一种颜色覆盖绝缘导体表面不小于 30%，不大于 70%，而另一种颜色覆盖其余表面。

18.4.5 中性线的重复接地线安装应符合下列规定：

- a) 建筑物进户处应装于第一支持物的下方；
- b) 除用户有自备发电机另有要求者外，应将接户线的中性线（N）、进户中性线（N）、保护线（PE）和第一支持物的接地线连接在一起并与接地体相连；
- c) 重复接地线的最小截面，采用绝缘铜绞线时应不小于  $10 \text{ mm}^2$ ，并应穿硬塑料管保护，保护管的长度不应小于 2.5m，管子应用管卡固定在墙上，固定点不少于四个，采用圆钢、扁钢时亦应符合表 44 的规定。

#### 【条文解释】

本条规定了重复接地线的施工方法和要求。

第一支持物需接地是过电压保护的要求。将接户线的中性线、进户中性线、保护线（PE）和第一支持物的接地线连接在一起接地，是为了接地可靠，特别在 TN-C 系统更为必要，还可以形成 TN-C-S 系统。更主要的是，即使变压器中性点的接地线断线，中性线接地仍然良好，就不会产生因变压器中性线断线而引起的三相电压不平衡，避免客户家用电器的损坏。

18.4.6 接地线应妥善固定，穿过楼板，墙壁及易受损伤的位置应穿管保护。接地线明敷设时，可按水平或垂直敷设，也可随建筑物的形状敷设。沿墙水平敷设时，离地面以 250~300mm 为宜，与墙壁应保持 10~15mm 的间隙。

#### 【条文解释】

本条的规定是为了防止接地线发生机械损伤以及为了接地线固定牢固和美观起见。

18.4.7 携带式电气设备应用专用芯线接地，严禁利用其他用电设备的保护中性线（PEN）接地；保护线和保护中性线应分别与接地装置相连接。应采用软铜绞线，其截面应不小于  $1.5 \text{ mm}^2$ 。

#### 【条文解释】

携带式电气设备的接地线应考虑接地方便且不易折断，为了安全可靠，要求采用截面不小于  $1.5 \text{ m}^2$  的软铜绞线。该截面是保证安全需要的最低要求，具体截面应根据相导线选择。

18.5 连接要求

18.5.1 接地线与接地体的连接应用焊接或机械连接等可靠办法，连接处应便于检查。

采用焊接时，搭接长度应等于扁钢宽度的 2 倍（且至少 3 个棱边焊接）或圆钢断面直径的 6 倍（如图 3）。采用机械连接时，应在接地线端加金属夹头与接地体夹牢，金属夹头与接地体连接的一面应镀锡，接地体连接夹头的地方应擦干净；或在接地体上烧焊接地螺丝，用垫圈、螺帽使接地线与接地体可靠连接。

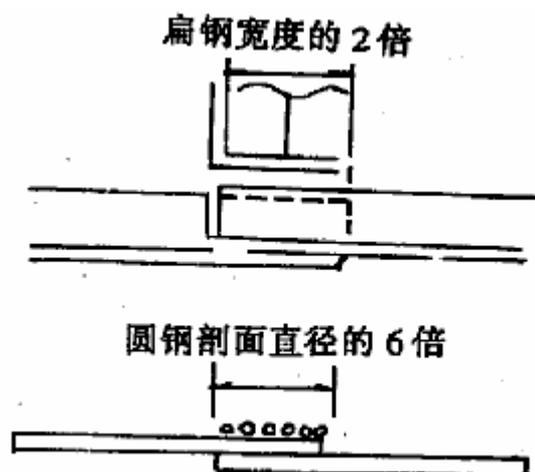


图 3 焊接时搭接长度要求

**【条文解释】**

接地线的连接应保证接触可靠。接于电机、电器外壳以及可移动的金属构架等上面的接地线应以镀锌螺栓可靠连接。

扁钢搭接焊时，至少要有三个棱边焊接。

18.5.2 扁钢与钢管（或角钢）焊接时，为了连接可靠，除应在其接触部位两侧进行焊接外，并应焊以由钢带弯成的弧形（或直角形）卡子，或直接用钢带本身弯成弧形（或直角形）与钢管（或角钢）焊接。

**【条文解释】**

本条的规定是为了确保导电良好。

18.5.3 接地体（线）为铜与铜或铜与钢的连接工艺采用热焊剂（放热焊接）时，其熔接接头必须符合下列规定：

- a) 被连接的导体必须完全包在接头里。
- b) 要保证连接部位的金属完全熔化，连接牢固。
- c) 热焊剂（放热焊接）接头的表面应平滑。
- d) 热焊剂（放热焊接）的接头应无贯穿性的气孔。

**【条文解释】**

鉴于铜材的使用越来越频繁，铜材的连接方式（热剂焊）的使用也越来越普及。本条对热剂焊（放热焊接）工艺的熔接头提出了工艺要求。

18.5.4 接地线用螺栓与电气设备外壳连接处不应有油漆，连接应紧密可靠，接地线严禁接在电动机、台风扇的叶罩壳上，在有震动的地方应采取防松措施（如用弹簧垫圈等）。

**【条文解释】**

本条的规定是为了导电良好。

18.5.5 每一个需要接地的设备应用单独的接地线与接地干线或接地体直接连接。严禁把几个设备的接地部分互相串接后再用一根接地线与接地干线或接地体连接。金属构架组合起来的电气装置，若在电气上为一整体时，可以只装一根接地线。

**【条文解释】**

1 如接地线串联使用，则当一处接地线断开时，造成了后面串接设备接地点均不接地，所以规定禁止串接。

2 目前重要设备和设备构架与主接地装置的连接存在的主要问题，一是只有单根连接线，一旦发生问题，设备将会失地运行；二是接地引下线热容量不够，一旦有接地短路故障便会熔断，亦致使设备失地运行，导致恶性事故。因此规定重要设备和设备构架应有两根与主接地装置不同地点连接的接地引下线，且每根接地引下线均应符合热稳定及机械强度的要求。由于接地引下线的重要性，连接引线要明显、直接和可靠，且便于定期进行检查测试和检查，应符合《交流电气装置的接地》DL/T621的规定。具体讲，如截面（还应考虑防腐）不够应加大，并应首先加大易发生故障设备的接地引下线截面和条数。

18.5.6 明、暗管线的金属管、自来水管及用作自然接地体各种金属管道、金属构件时，所有连接点应紧密可靠，管接头、接线盒、水表、阀门等处应选用和接地干线相同截面的铜导体跨接，使管道在电气上连成一整体，搭接长度不应小于导线直径的6倍。

**【条文解释】**

利用金属管道作自然接地体已比较常见，本条规定的采用金属管道作接地体施工要求是为了确连接可靠。

18.5.7 住宅大楼每个进户点一般应有独立的接地装置，接地线应从接地体、总等电位联结箱（MEB）直接引到底层电能计量装置处。引至各层的保护线（PE），当采用绝缘铜线时，截面应不小于10mm<sup>2</sup>；同一幢大楼的保护线应采用同一颜色的芯线，并与相线和中性线（N）有明显区别。

**【条文解释】**

本条的规定，是确保住宅的每个进户点接地良好。即使配电系统因诸多原因造成中性线接地不良，也不会对住宅的供电失去接地，防止发生因中性线失去接地后造成电压升高而造成家用

附录 A  
(资料性附录)

各种规格的导线截面根数、直径及近似英规的对照表

标称截面 (mm <sup>2</sup> )	固定敷设电线用线芯		固定敷设时要求柔软的电线用线芯		移动式电线用线芯		特别柔软电线用线芯	
	根数/单根直径	近似英规	根数/单根直径	近似英规	根数/单根直径	近似英规	根数/单根直径	近似英规
0.2	—	—	—	—	7 / 0.20	7 / 36	12 / 0.15	12 / 38
0.3	—	—	—	—	7 / 0.23	7 / 34	16 / 0.15	16 / 38
0.4	—	—	—	—	7 / 0.26	7 / 33	23 / 0.15	23 / 38
0.5	1 / 0.80	1 / 21	7 / 0.30	7 / 31	7 / 0.30	7 / 31	28 / 0.15	28 / 38
0.6	1 / 0.90	1 / 20	7 / 0.32	7 / 30	19 / 0.20	19 / 36	34 / 0.15	34 / 38
0.7	—	—	—	—	—	—	40 / 0.15	40 / 38
0.8	1 / 1.00	1 / 19	7 / 0.39	7 / 28	19 / 0.23	19 / 34	45 / 0.15	45 / 38
1	1 / 1.13	1 / 18	7 / 0.43	7 / 26	19 / 0.26	19 / 33	32 / 0.20	32 / 36
1.5	1 / 1.37	1 / 17	7 / 0.52	7 / 25	19 / 0.32	19 / 30	48 / 0.20	48 / 36
2	1 / 1.60	1 / 16	7 / 0.60	7 / 23	49 / 0.23	49 / 34	64 / 0.20	64 / 36
2.5	1 / 1.76	1 / 15	19 / 0.41	19 / 27	49 / 0.26	49 / 33	77 / 0.20	77 / 36
3	1 / 2.00	1 / 14	19 / 0.45	19 / 26	49 / 0.28	49 / 32	98 / 0.20	98 / 36
4	1 / 2.24	1 / 13	19 / 0.52	19 / 25	77 / 0.26	77 / 33	126 / 0.20	126 / 36
5	1 / 2.50	1 / 12	19 / 0.58	19 / 24	98 / 0.26	98 / 33	154 / 0.20	154 / 36
6	1 / 2.73	1 / 11	19 / 0.64	19 / 23	77 / 0.32	77 / 30	189 / 0.20	189 / 36
8	7 / 1.20	7 / 18	19 / 0.74	19 / 21	98 / 0.32	98 / 30	259 / 0.20	259 / 36
10	7 / 1.33	7 / 17	49 / 0.52	49 / 25	126 / 0.32	126 / 30	323 / 0.20	323 / 36
16	7 / 1.70	7 / 16	49 / 0.64	49 / 23	209 / 0.32	209 / 30	513 / 0.20	513 / 36
20	7 / 1.90	7 / 15	49 / 0.74	49 / 21	247 / 0.32	247 / 30	646 / 0.20	646 / 36
25	7 / 2.12	7 / 14	98 / 0.58	98 / 24	209 / 0.39	209 / 28	789 / 0.20	789 / 36
35	7 / 2.50	7 / 12	133 / 0.58	133 / 24	285 / 0.39	285 / 28	1121 /	1121 / 36

## DB32/T998—2007

标称截面 (mm <sup>2</sup> )	固定敷设电线用线芯		固定敷设时要求柔软的电线用线芯		移动式电线用线芯		特别柔软电线用线芯	
	根数/单根直径	近似英规	根数/单根直径	近似英规	根数/单根直径	近似英规	根数/单根直径	近似英规
							0.20	
50	19 / 1.83	19 / 15	133 / 0.68	133 / 22	323 / 0.45	323 / 26	1596 / 0.20	1596 / 36
70	19 / 2.14	19 / 14	189 / 0.68	189 / 22	444 / 0.45	444 / 26	999 / 0.30	999 / 31
95	19 / 2.50	19 / 12	259 / 0.68	259 / 22	592 / 0.45	592 / 26	1332 / 0.30	1332 / 31
120	37 / 2.00	37 / 14	259 / 0.76	259 / 21	555 / 0.52	555 / 25	1702 / 0.30	1702 / 31
150	37 / 2.24	37 / 13	336 / 0.74	336 / 21	703 / 0.52	703 / 25	2109 / 0.30	2109 / 31
185	37 / 2.50	37 / 12	427 / 0.74	427 / 21	854 / 0.52	854 / 25	2590 / 0.30	2590 / 31
240	61 / 2.24	61 / 13	427 / 0.85	427 / 21	1125 / 0.52	1125 / 25	3360 / 0.30	3360 / 31
300	61 / 2.50	61 / 12	513 / 0.85	513 / 21	—	—	—	—
400	61 / 2.85	61 / 11	703 / 0.85	703 / 21	—	—	—	—
500	91 / 2.62	91 / 10	703 / 0.95	703 / 20	—	—	—	—
630	127 / 2.50	127 / 12	854 / 0.97	854 / 20	—	—	—	—
800	—	—	1125 / 0.95	1125 / 20	—	—	—	—
1000	—	—	1425 / 0.95	1425 / 20	—	—	—	—

附录 B  
(资料性附录)  
导线穿管的管径选择表

表 B.1 导线穿管的管径选择表

导线标称截面 (mm <sup>2</sup> )	导 线 根 数								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	电线管的最小管径 (mm)								
1	13	16	16	19	19	25	25	25	25
1.5	13	16	19	19	25	25	25	25	25
2	16	16	19	19	25	25	25	25	25
2.5	16	16	19	25	25	25	25	25	32
3	16	16	19	25	25	25	25	32	32
4	16	19	25	25	25	25	32	32	32
5	16	19	25	25	25	25	32	32	32
6	16	19	25	25	25	32	32	32	32
8	19	25	25	32	32	32	38	38	38
10	25	25	32	32	38	38	38	51	51
16	25	32	32	38	38	51	51	51	64
20	25	32	38	38	51	51	51	64	64
25	32	38	38	51	51	64	64	64	64
35	32	38	51	51	64	64	64	64	76
50	38	51	64	64	64	64	76	76	76
70	38	51	64	64	76	76	76	—	—
95	51	64	64	76	76	—	—	—	—

注：表中的管径是指电线管的外直径。PVC 刚性绝缘导管和热浸锌钢管，参照此表选择。

表 B.2 电线管管径的单位——mm 与英寸的对照表。

mm	13	16	19	25	32	38	51	64	76	90	100	125	150
英寸	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
称呼	4分	5分	6分	1寸	1寸2分	1寸半	2寸	2寸半	3寸	3寸半	4寸	5寸	6寸

附录 C  
(资料性附录)  
熔丝额定电流表

表 C.1 铅熔丝额定电流表 (A)

直径, mm	截面, m <sup>2</sup>	近似英规线号	额定电流, A	熔断电流, A
0.52	0.212	25	2	4
0.54	0.220	24	2.25	4.5
0.60	0.283	23	2.5	5
0.71	0.40	22	3	6
0.81	0.52	21	3.75	7.5
0.98	0.75	20	5	10
1.02	0.82	19	6	12
1.25	1.23	18	7.5	15
1.51	1.79	17	10	20
1.67	2.19	16	11	22
1.75	2.41	15	12	24
1.98	3.03	14	15	30
2.40	4.52	13	20	40
2.78	6.07	12	25	50
3.05	6.84	11	27.5	55
3.14	7.74	10	30	60
3.81	11.40	9	40	80
4.12	13.33	8	45	90
4.44	15.48	7	50	90
4.91	18.93	6	60	120
5.24	21.57	4	70	140

表 C.2 铜熔丝额定电流表

直径, mm	截面, m <sup>2</sup>	近似英规线号	额定电流, A	熔断电流, A
0.234	0.043	34	4.7	9.4
0.254	0.051	33	5	10
0.274	0.060	32	5.5	11
0.295	0.068	31	6.1	12.2
0.315	0.078	30	6.9	13.8
0.345	0.093	29	8	16
0.376	0.111	28	9.2	18.4
0.417	0.137	27	11	22
0.457	0.164	26	12.5	25
0.508	0.203	25	15	29.5
0.559	0.245	24	17	34
0.60	0.283	23	20	39
0.70	0.385	22	25	50
0.80	0.5	21	29	58
0.90	0.6	20	37	74
1.00	0.8	19	44	88
1.13	1.0	18	52	104
1.37	1.5	17	63	125
1.60	2	16	80	160
1.76	2.5	15	95	190
2.00	3	14	120	240
2.24	4	13	140	280
2.50	5	12	170	340
2.73	6	11	200	400

附录 D  
(资料性附录)  
用电设备电流计算表

表 D.1 电灯、电热的电流计算公式

供电相数	功率, W	每相电流, A	计 算 公 式
单 相	1000	4.5	电流 (A) = 功率 (W) / 220 (V)
三 相	1000	1.5	电流 (A) = 功率 (W) / 1.73 × 380 (V)

表 D.2 荧光灯的电流计算公式

供电相数	功率, W	每相电流, A	计 算 公 式
单 相	1000	9	电流 (A) = 功率 (W) / (220V × 0.5 < 力率 >)
三 相	1000	3	电流 (A) = 功率 (W) / (1.73 × 380V × 0.5 < 力率 >)

表 D.3 电动机的电流计算公式

供电相数	功率, kW	每相电流, A	计 算 公 式
单 相	1	8	电流 (A) = 功率 (kW) × 1000 / (220V × 力率 × 效率)
三 相	1	2	电流 (A) = 功率 (kW) × 1000 / (380V × 力率 × 效率)
注 1: 计算公式中, 如无功率、效率的数据时, 单相电动机的功率可以 0.75 计算; 三相电动机的功率和效率可以 0.85 计算。			
注 2: 电动机功率以马力 (匹) 计算时, 与 kW 的关系如下: 1 马力 (匹) = 0.746kW。			

表 D.4 电焊机 X 光机的电流计算公式

供电相数	功率 (kW)	每相电流 (A)	计 算 公 式
单 相	1	4.5	电流 (A) = 功率 (kVA) × 1000 / 220 (V)
三 相	1	2.6	电流 (A) = 功率 (kW) × 1000 / 380 (V)
注: X 光机的铭牌上如注有: kV、mA 时, 计算公式中的功率 (kVA) = kV × mA / 1000。			

附录 E  
(规范性附录)  
功率因数的计算和补偿

表 E.1 (无功电量 / 有功电量) 与功率因数的对照表

比 率	力率	比 率	力率	比 率	力率	比 率	力率
5.0~ 5.35	0.19	2.20 ~ 2.26	0.41	1.22 ~ 1.25	0.63	0.61 ~ 0.63	0.85
4.8~ 5.03	0.20	2.14 ~ 2.19	0.42	1.19 ~ 1.21	0.64	0.59 ~ 0.60	0.86
4.5~ 4.79	0.21	2.08 ~ 2.13	0.43	1.16 ~ 1.18	0.65	0.56 ~ 0.58	0.87
4.3~ 4.55	0.22	2.02 ~ 2.07	0.44	1.13 ~ 1.15	0.66	0.53 ~ 0.55	0.88
4.1~ 4.34	0.23	1.96 ~ 2.01	0.45	1.10 ~ 1.12	0.67	0.51 ~ 0.52	0.89
3.9~ 4.14	0.24	1.91 ~ 1.95	0.46	1.07 ~ 1.09	0.68	0.48 ~ 0.50	0.90
3.8~ 3.96	0.25	1.86 ~ 1.90	0.47	1.04 ~ 1.06	0.69	0.45 ~ 0.47	0.91
3.6~ 3.79	0.26	1.81 ~ 1.85	0.48	1.01 ~ 1.03	0.70	0.42 ~ 0.44	0.92
3.5~ 3.64	0.27	1.76 ~ 1.80	0.49	0.98 ~ 1.00	0.71	0.39 ~ 0.41	0.93
3.3~ 3.50	0.28	1.71 ~ 1.75	0.50	0.96 ~ 0.97	0.72	0.35 ~ 0.38	0.94
3.2~ 3.36	0.29	1.67 ~ 1.70	0.51	0.93 ~ 0.95	0.73	0.32 ~ 0.34	0.95
3.1~ 3.24	0.30	1.63 ~ 1.66	0.52	0.90 ~ 0.92	0.74	0.28 ~ 0.31	0.96
3.0~ 3.12	0.31	1.59 ~ 1.62	0.53	0.87 ~ 0.89	0.75	0.24 ~ 0.27	0.97
2.9~ 3.03	0.32	1.55 ~ 1.58	0.54	0.85 ~ 0.86	0.76	0.18 ~ 0.23	0.98
2.8~ 2.91	0.33	1.51 ~ 1.54	0.55	0.82 ~ 0.84	0.77	0.11 ~ 0.17	0.99
2.7~ 2.81	0.34	1.47 ~ 1.50	0.56	0.80~ 0.81	0.78	0.00 ~ 0.10	1.00
2.6~ 2.72	0.35	1.43 ~ 1.46	0.57	0.77 ~ 0.79	0.79	—	—
2.5~ 2.63	0.36	1.39 ~ 1.42	0.58	0.74 ~ 0.76	0.80	—	—
2.4~ 2.55	0.37	1.36 ~ 1.38	0.59	0.72 ~ 0.73	0.81	—	—
2.4~ 2.47	0.38	1.32 ~ 1.35	0.60	0.69 ~ 0.71	0.82	—	—
2.3~ 2.39	0.39	1.29~ 1.31	0.61	0.66~ 0.68	0.83	—	—
2.2~ 2.32	0.40	1.26 ~ 1.28	0.62	0.64 ~ 0.65	0.84	—	—

表 E.2 每 kW 有功功率所需补偿电容器的无功容量

单位为 kvar

改进前的功率因数 $\cos\Phi$	改进后的功率因数 $\cos\Phi$											
	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00
0.40	1.54	1.60	1.65	1.67	1.70	1.76	1.81	1.87	1.93	2.00	2.09	2.29
0.42	1.41	1.47	1.52	1.54	1.57	1.62	1.68	1.74	1.80	1.87	1.96	2.16
0.44	1.29	1.34	1.39	1.41	1.44	1.50	1.55	1.61	1.68	1.75	1.84	2.04
0.46	1.18	1.23	1.28	1.31	1.34	1.38	1.44	1.50	1.57	1.64	1.73	1.93
0.48	1.08	1.12	1.18	1.21	1.23	1.20	1.34	1.40	1.46	1.54	1.62	1.83
0.50	0.98	1.04	1.09	1.11	1.14	1.19	1.25	1.31	1.37	1.44	1.53	1.73
0.52	0.89	0.94	1.00	1.02	1.05	1.10	1.16	1.21	1.28	1.35	1.44	1.64
0.54	0.81	0.86	0.91	0.94	0.97	1.02	1.07	1.13	1.20	1.27	1.36	1.56
0.56	0.73	0.78	0.83	0.86	0.89	0.94	0.99	1.05	1.12	1.19	1.23	1.48
0.58	0.66	0.71	0.76	0.79	0.81	0.87	0.92	0.93	1.04	1.12	1.20	1.41
0.60	0.58	0.64	0.69	0.71	0.74	0.79	0.85	0.91	0.97	1.04	1.13	1.33
0.62	0.52	0.57	0.62	0.65	0.67	0.73	0.78	0.84	0.90	0.98	1.06	1.27
0.64	0.45	0.50	0.56	0.58	0.61	0.66	0.72	0.77	0.84	0.91	1.00	1.20
0.66	0.39	0.44	0.49	0.52	0.55	0.60	0.65	0.71	0.78	0.85	0.94	1.14
0.68	0.33	0.38	0.43	0.46	0.48	0.54	0.59	0.65	0.71	0.79	0.88	1.08
0.70	0.27	0.32	0.38	0.40	0.43	0.48	0.54	0.59	0.66	0.73	0.82	1.02
0.72	0.21	0.27	0.32	0.34	0.37	0.42	0.48	0.54	0.60	0.67	0.76	0.96
0.74	0.16	0.21	0.26	0.29	0.31	0.37	0.42	0.48	0.54	0.62	0.71	0.91
0.76	0.10	0.16	0.21	0.23	0.26	0.31	0.37	0.43	0.49	0.56	0.65	0.85
0.78	0.05	0.11	0.16	0.18	0.21	0.26	0.32	0.38	0.44	0.51	0.60	0.80
0.80	—	0.05	0.10	0.13	0.16	0.21	0.27	0.32	0.39	0.46	0.55	0.75
0.82	—	—	0.05	0.08	0.10	0.16	0.21	0.27	0.34	0.41	0.49	0.70
0.84	—	—	—	0.03	0.05	0.11	0.16	0.22	0.28	0.35	0.44	0.65
0.85	—	—	—	—	0.03	0.08	0.14	0.19	0.26	0.33	0.42	0.62
0.86	—	—	—	—	—	0.05	0.11	0.17	0.23	0.30	0.39	0.59
0.88	—	—	—	—	—	—	0.06	0.11	0.18	0.25	0.34	0.54
0.90	—	—	—	—	—	—	—	0.06	0.12	0.19	0.28	0.49

例：某厂有功负荷为 100kW，原力率为 0.7，要求达到 0.9，问需加装多少容量的电容器。

查表 7-2 的系数为 0.54，所需无功容量 =  $100 \times 0.54 = 54$  (kvar)

计算公式： $Q = P_{P1} (tg\Phi_1 - tg\Phi_2)$  式中， $Q$  — 所需补偿电容器的无功容量 (kvar)；

$P_{P1}$ ：24h 平均功率 (kW)； $tg\Phi_1$ 、 $tg\Phi_2$  是上表  $\cos\Phi_1$ 、 $\cos\Phi_2$  的对应值。

附录 F  
(资料性附录)  
架空铝绞线送电距离参考表

表 F.1 三相 380V 低压架空线送电距离参考表 (一)

裸铝线 送电距离 (km) 截面 (mm <sup>2</sup> ) 输送容量 (kW)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
6				16	25	25	35	35	35
8			16	25	35	35	50	50	50
10		16	25	35	50	50	70	70	70
15	16	25	35	50	70	70	95		
20	25	35	50	70	95				
25	35	50	70	95					
30	50	70	95						
40	50	95							
50	70								
60	95								

注：本表按力率为 0.8，线间距离为 0.6m 计算编制，电压降不超过额定值的 5%。

表 F.2 三相 380V 低压架空线送电距离参考表 (二)

裸铝线送电距离 (km) 截面 (mm <sup>2</sup> ), 输送容量 (kW)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
6									16
8							16	25	25
10					16	25	25	25	35
15			16	25	25	35	35	50	50
20		16	25	35	35	50	50	70	70
25	16	25	35	50	50	70	70	95	95
30	16	25	35	50	70	70	95		
40	25	35	50	70	95				
50	35	50	70	95					
60	35	70	95						
70	50	95							
80	50	95							
90	70								
100	70								

注：本表按每 Kw(2A)，力率为 0.8，线间距离为 0.4m 计算编制，电压降不超过额定值的 10%。

## 附录 G

(资料性附录)

铜芯、铝芯导线及电缆 (三相 380V) 的电压损失 (%/A·km)

表 G.1 三相 380V 聚氯乙烯绝缘铜芯电线的电压损失 (%/1A·km)  $\theta = 60^{\circ}\text{C}$ 

截 面 (mm <sup>2</sup> )	铜芯导线明敷 (线间距离 150mm)						铜芯导线穿管					
	力 率						力 率					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
1.5	3.321	3.945	4.565	5.181	5.789	6.351	3.230	3.861	4.490	5.118	5.743	6.351
2.5	2.045	2.415	2.782	3.145	3.500	3.810	1.995	2.333	2.709	3.038	3.455	3.810
4	1.312	1.538	1.760	1.978	2.189	2.357	1.226	1.458	1.689	1.918	2.145	2.357
6	0.918	1.067	1.212	1.353	1.487	1.580	0.834	0.989	1.143	1.295	1.444	1.580
10	0.586	0.670	0.751	0.828	0.898	0.930	0.508	0.597	0.686	0.773	0.858	0.930
16	0.399	0.447	0.493	0.535	0.570	0.569	0.325	0.379	0.431	0.483	0.532	0.569
25	0.293	0.321	0.347	0.369	0.385	0.367	0.223	0.256	0.289	0.321	0.350	0.367
35	0.237	0.255	0.271	0.284	0.290	0.264	0.169	0.193	0.216	0.237	0.256	0.264
50	0.190	0.200	0.209	0.214	0.213	0.181	0.127	0.142	0.157	0.170	0.181	0.181
70	0.162	0.168	0.172	0.172	0.168	0.133	0.101	0.118	0.122	0.130	0.137	0.133
95	0.141	0.144	0.145	0.142	0.135	0.10	0.085	0.092	0.098	0.104	0.107	0.009
120	0.127	0.128	0.127	0.123	0.115	0.078	0.071	0.077	0.082	0.085	0.087	0.078
150	0.117	0.116	0.114	0.109	0.099	0.063	0.064	0.068	0.071	0.073	0.073	0.063
185	0.108	0.107	0.104	0.098	0.087	0.051	0.058	0.060	0.062	0.063	0.062	0.051
240	0.099	0.096	0.092	0.086	0.075	0.039	0.051	0.053	0.053	0.053	0.051	0.039

表 G.2 铝芯导线及电缆(三相 380V) 的电压损失 (%/1A·km)

截 面 (mm <sup>2</sup> )	铜芯导线明敷 (线间距离 150mm)						铜芯电缆或铜芯导线穿管					
	力 率						力 率					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
2.5	3.3	3.93	4.54	5.17	5.80	6.34	3.2	3.84	4.47	5.1	5.76	6.34
4	2.10	2.49	2.87	3.25	3.62	3.96	2.02	2.41	2.80	3.18	3.57	3.96
6	1.42	1.70	1.95	2.20	2.48	2.64	1.36	1.62	1.88	2.13	2.38	2.64
10	0.91	1.06	1.20	1.35	1.54	1.58	0.82	0.96	1.13	1.29	1.50	1.58
16	0.60	0.69	0.78	0.87	0.94	0.99	0.52	0.63	0.72	0.81	0.90	0.99
25	0.42	0.47	0.53	0.58	0.61	0.63	0.34	0.40	0.47	0.53	0.58	0.63
35	0.32	0.36	0.40	0.43	0.45	0.45	0.25	0.30	0.34	0.38	0.42	0.45
50	0.27	0.30	0.33	0.35	0.37	0.36	0.20	0.25	0.27	0.31	0.34	0.36
70	0.20	0.22	0.23	0.24	0.25	0.23	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.23
95	0.17	0.18	0.19	0.19	0.19	0.17	0.11	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
120	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.13	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13
150	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.11	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11
185	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.09	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09
240	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07

附录 H  
(资料性附录)  
36V 及以下特低低电压线路负荷计算表

表 H.1 36V 及以下特低低电压线路负荷计算表

导线标称 截面 (mm <sup>2</sup> )	塑料线明敷可接功率 (W)						护套线明敷可接功率 (W)					
	12V		24V		36V		12V		24V		36V	
	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯
1.0	195		405		585		155		310		465	
1.5	225	180	450	380	675	540	205	155	405	310	605	465
2.5	330	255	660	510	990	765	275	205	550	405	830	605
4	430	330	860	660	1290	990	360	275	720	550	1080	830
6	570	430	1140	860	1710	1290	445	350	890	695	1330	1050

注：1) 本表数据是按载流量推算而得。使用本表时应计算低压侧的电压降，不应超过 2.5%。  
2) 每只低电压灯头至少应按 30W 计算，超过 30W 者应照实际负荷计算。  
3) 每一分路所接灯数：电压为 36V 者，不得超过 15 只；24V 者，不得超过 10 只；12V 者，不得超过 5 只。

**附录 I**  
(规范性附录)  
**高层建筑物分类表**

**1.1 民用建筑分类****1.1.1 高层建筑**

- 10 层及 10 层以上的住宅建筑（包括底层设置商业服务网点的住宅）。
- 建筑高度超过 24m 的其他民用建筑。
- 与高层建筑直接相连且高度不超过 24m 的裙房。

**1.1.2 低层建筑**

- 建筑高度不超过 24m 的单层及多层有关公共建筑。
- 单层主体建筑高度超过 24m 的体育馆、会堂、剧院等有关公共建筑。

**1.2 高层建筑分类****1.2.1 一类高层建筑**

- 医院；
- 高级旅馆；
- 建筑高度超过 50m 或 24m 以上部分的任一楼层建筑面积超过 1000m<sup>2</sup> 的商业楼、展览楼、综合楼、电信楼、财贸金融楼；
- 建筑面积超过 50m 或 24m 以上的任一楼层的建筑面积超过 1500m<sup>2</sup> 的商住楼；
- 中央级和省级（含计划单列市）广播电视楼；
- 网局级和省级（含计划单列市）电力调度楼；
- 省级（含计划单列市）邮政楼、防灾指挥调度楼；
- 藏书超过 100 万册的图书馆、书库；
- 重要的办公楼、科研楼、档案楼；
- 建筑高度超过 50m 的教育楼和普通旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等。

**1.2.2 二类高层建筑**

- 除一类建筑以外的商业楼、展览楼、综合楼、电信楼、财贸金融楼、商住楼、图书馆、书库；
- 省级以下的邮政楼、防灾指挥楼、广播电视楼、电力调度楼；
- 建筑高度不超过 50m 的教育楼和普通旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等。

**1.2.3 超高层建筑**

- 建筑高度大于 100m 的高层公共建筑为超高层建筑。

附录 J  
(规范性附录)

## 爆炸和火灾危险环境电气设备防爆结构选型表

表 J.1 低压变压器类防爆结构的选型

电气设备	爆炸危险区域						
	1 区			2 区			
	隔爆型 d	正压型 p	增安型 E	隔爆型 D	正压型 p	增安型 e	充分型 o
变压器(包括起动用)	△	△	X	○	○	○	○
电抗线圈(包括起动用)	△	△	X	○	○	○	○
仪表用互感器	△	△	X	○		○	○

表 J.2 低压开关和控制器类防爆结构的选型

电气设备	爆炸危险区域										
	0 区	1 区					2 区				
	本质安全型	本质安全型	隔爆型 d	正压型 p	充油型 o	增安型 e	本质安全型	隔爆型 d	正压型 p	充油型 o	增安型 e
刀开关、断路器			○					○			
熔断器			△					○			
控制开关及按钮	○	○	○		○		○	○		○	
电抗起动器和补偿器			△				○				○
起动用金属电阻器			△	△		x		○	○		○
电磁阀用电磁铁			○			x		○			○
电磁摩擦制动器			△			x		○			△
操作箱、柱			○	○				○	○		
控制盘			△	△				○	○		
配电盘			△					○			

注：1) 电抗起动器和起补补偿器采用增安型时，是指将隔爆结构的起运运转开关操作部件与增安型防爆结构的电抗线圈或单绕组变压器组成一体的结构。

2) 电磁摩擦制动器采用隔爆型时，是指将制动片、滚筒等机械部分也装入隔爆壳体内者。

3) 在 2 区内电气设备采用隔爆型时，是指除隔爆型外，也包括主要火花部分为隔爆结构而其外壳为增安型的混合结构。

4) 表中○为适用；△为慎用；X 为不适用（下同）

表 J.3 灯具防爆结构的选型

电气设备	爆炸危险区域			
	1 区		2 区	
	隔爆型 D	增安型 e	隔爆型 d	增安型 E
固定式灯	○	X	○	○
移动式灯	△		○	
携带式电池灯	○		○	
指示灯类	○	X	○	○
镇流器	○	△	○	○

表 J.4 火灾危险环境电气设备防护机构的选型

电气设备		火灾危险区域		
		21 区	22 区	23 区
电机	固定安装	I P44	I P54	I P21
	移动式、携带式	I P54		I P54
电器和仪表	固定安装	充油型、IP54、IP44	I P54	I P44
	移动式、携带式	I P54		I P44
照明灯具	固定安装	I P2X	I P5X	I P2X
	移动式、携带式	I P5X		
配电装置			I P5X	I P5X
接线盒				

注：1) 在火灾危险环境 21 区内固定安装的正常运行时有滑环等火花部件的电机，不宜采用 IP44 结构。  
 2) 在火灾危险环境 23 区内固定安装的正常运行时有滑环等火花部件的电机，不宜采用 IP21 型结构，而应采用 IP44 结构。  
 3) 在火灾危险环境 21 区内固定安装的正常运行时有火花部件的电器和仪表，不宜采用 IP44 结构。  
 4) 移动式 and 携带式照明灯具的灯罩，应有金属网保护。  
 5) 表中防护等级的标志应符合国家标准《外壳防护等级的分类》的规定。

附录 K  
(规范性附录)  
母线搭接螺栓的拧紧力矩

表 K. 1

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	31.4~39.2
4	M14	51.0~60.8
5	M16	78.5~98.1
6	M18	98.0~127.4
7	M20	156.9~196.2
8	M24	274.6~343.2

附录 L  
(规范性附录)  
综合布线电缆与电力电缆的间距

表 L.1 综合布线电缆与电力电缆的间距

类别	与综合布线接近状况	最小净距 (mm)
380V 电力电缆 <2kV·A	与缆线平行敷设	130
	有一方在接地的金属槽盒或钢管中	70
	双方都在接地的金属槽盒或钢管中	10
380V 电力电缆 2~5kV·A	与缆线平行敷设	300
	有一方在接地的金属槽盒或钢管中	150
	双方都在接地的金属槽盒或钢管中	80
380 电力电缆 >5kV·A	与缆线平行敷设	600
	有一方在接地的金属槽盒或钢管中	300
	双方都在接地的金属槽盒或钢管中	150

注：1) 当 380V 电力电缆<2kV·A，双方都在接地的槽盒中，且平行长度≤10m 时，最小间距可以是 10mm。  
2) 电话用户存在振铃电流时，不能与计算机网络在同一根对绞电缆中一起运用。  
3) 双方都在接地的槽盒中，系指两个不同的槽盒，也可以在同一槽盒中用金属板隔开。

表 L.2 墙上敷设的综合布线电缆，光缆及管线与其他管线的间距

其他管线	最小平行净距 (mm)	最小交叉净距 (mm)
	电缆、光缆或管线	电缆、光缆或管线
避雷引下线	1000	300
保护地线	50	20
给水管	150	20
压缩空气管	150	20
热力管 (不包封)	500	500
热力管 (包封)	300	300
煤气管	300	20

注：如墙壁电缆敷设高度超过 600mm 时，与避雷引下线的交叉净距因按下式计算： $S \geq 0.05L$   
式中：S—交叉净距 (mm)；L—交叉处避雷引下线距地面的高度 (mm)

DB32/T998—2007

附录 M  
（规范性附录）  
剩余电流保护装置接线方式

DB32/T998—2007

DB32/T998—2007

DB32/T998—2007

DB32/T998—2007

DB32/T998—2007

附录 N  
(规范性附录)

表 N.1 一般民用公共建筑物电涌保护系统可靠性等级的典型评估

被保护设备重要性	建筑物防直接雷措施等级及等电位联结屏蔽按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-94(2000版)的规定确定	建筑物和进户线路等效受雷面积(m <sup>2</sup> )按附录A(A.0.2-3)~(A.0.2-6)计算	建筑物电涌保护等级			
			雷暴日(d)			
			<25	25~<40	40~<60	≥60
很重要	第二类防雷建筑物	≥5000 ~ <10000	—	丁	丁	丙
		≥10000 ~ <20000	丁	丙	丙	丙
		≥20000 ~ <50000	丙	丙	乙	乙
		≥50000 ~ <100000	丙	乙	甲	甲
		≥100000 ~ <200000	乙	甲	甲	甲
		≥200000	乙	甲	甲	甲
重要	第三类防雷建筑物	≥5000 ~ <10000	—	丁	丁	丙
		≥10000 ~ <20000	丁	丁	丙	丙
		≥20000 ~ <50000	丁	丙	丙	乙
		≥50000 ~ <100000	丙	乙	乙	甲
		≥100000 ~ <200000	丙	乙	甲	甲
		≥200000	乙	甲	甲	甲
较重要	第三类防雷建筑物	≥5000 ~ <10000	—	—	丁	丁
		≥10000 ~ <20000	—	丁	丁	丁
		≥20000 ~ <50000	丁	丙	丙	丙
		≥50000 ~ <100000	丙	丙	乙	乙
		≥100000 ~ <200000	丙	乙	甲	甲
		≥200000	丙	乙	甲	甲
一般	第三类防雷建筑物或处于其他建筑物保护范围内	≥5000 ~ <10000	—	—	丁	丁
		≥10000 ~ <20000	—	丁	丁	丁
		≥20000 ~ <50000	丁	丁	丙	丙
		≥50000 ~ <100000	丁	丙	丙	乙
		≥100000 ~ <200000	丙	丙	乙	乙
		≥200000	丙	乙	乙	甲

注：1) “被保护设备重要性”主要指电子系统的重要性，应结合工程实际情况确定。表中“被保护设备重要性”见《建筑物低压电源电涌保护器选用、安装、验收及维护规程》CECS 174 附录 A 表 A.0.1-1 注。

2) 建筑物和线路屏蔽、共地、等电位联结是指：建筑物大空间屏蔽（建筑物外墙、自然金属构件、防雷接地应下线和钢筋组成的格栅形屏蔽），机房专用屏蔽；建筑物共用接地和等电位联结系统；信息系统的接地和等电位联结及其与建筑物等电位联结系统的连接；电力和信息线路的屏蔽、穿金属管或槽盒屏蔽两端的接地，线路布线设计等。

3) 建筑物和进户线路等效受雷面积计算按《建筑物低压电源电涌保护器选用、安装、验收及维护规程》CECS 174 附录 A (A.0.2-3) ~ (A.0.2-6) 式。

附录 0  
(规范性附录)  
三相 SPD 电涌能量承受能力

0.1 当建筑物配电进线为架空线时, 各级三相 SPD 的 L-N 和 L-PE 模块的电涌能量承受能力应按 0.1 选取。

表 0.1 配电线为架空线时, 三相 SPD 电涌能量承受能力

电涌保护等级	排序一 $I_{\text{peak}}$ (kA 10/350) I 级试验	排序二 $I_n$ (kA 8/20) II 级试验	排序三 $U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ $I_{\text{sc}}$ (kA 8/20) $U_{\text{oc}}$ (kA 1.2/50) III 级试验	排序四 $U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ $I_{\text{sc}}$ (kA 8/20) $U_{\text{oc}}$ (kA 1.2/50) III 级试验
甲	$\geq 12.5$	$\geq 10$	$\geq 10/5$	$\geq 10/5$
乙	$\geq 12.5$	$\geq 10$	$\geq 10/5$	
丙	$\geq 6.5$	$\geq 5$		
丁	$\geq 6.5$			

0.2 当建筑物配电进线为电缆, 且变压器不在建筑物内时, 各级三相 SPD 的 L-N 和 L-PE 模块的电涌能量承受能力应按表 0.2 选取。

表 0.2 配电线为电缆, 配电变压器未设在建筑物内时, 三相 SPD 电涌能量承受能力

电涌保护等级	排序一 $I_{\text{peak}}$ (kA 10/350) I 级试验	排序二 $I_n$ (kA 8/20) II 级试验	排序三 $U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ $I_{\text{sc}}$ (kA 8/20) $U_{\text{oc}}$ (kA 1.2/50) III 级试验	排序四 $U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ $I_{\text{sc}}$ (kA 8/20) $U_{\text{oc}}$ (kA 1.2/50) III 级试验
甲	$\geq 10$	$\geq 7$	$\geq 7/3.5$	$\geq 7/3.5$
乙	$\geq 10$	$\geq 7$	$\geq 7/3.5$	
丙	$\geq 5$	$\geq 3.5$		
丁	$\geq 5$			

0.3 当建筑物配电进线为电缆, 变压器设在建筑物内且与建筑物地网共地, 线路有屏蔽或无屏蔽但穿钢管并两端接地时, 各级三相 SPD 的 L-N 和 L-PE 模块的电涌能量承受能力应按表 0.3 选取。

表 0.3 非架空进线, 配电变压器设在建筑物内、与建筑物共地、线路穿钢管时

三相 SPD 电涌能量承受能力

电涌保护等级	排序一 $I_{\text{peak}}$ (kA 8/20) I 级试验	排序二 $I_n$ (kA 8/20) II 级试验	排序三 $U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ $I_{\text{sc}}$ (kA 8/20) $U_{\text{oc}}$ (kA 1.2/50) III 级试验	排序四 $U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ $I_{\text{sc}}$ (kA 8/20) $U_{\text{oc}}$ (kA 1.2/50) III 级试验
甲	$\geq 10$	$\geq 2$	$\geq 2/1$	$\geq 2/1$
乙	$\geq 10$	$\geq 2$	$\geq 2/1$	
丙	$\geq 5$	$\geq 1$		
丁	$\geq 5$			

0.4 当建筑物配电进线为电缆, 本建筑物未设置外部防雷装置且处于邻近高建筑物保护范围内, 两建

建筑物接地装置间距大于 20m 时，各级三相 SPD 的 L-N 和 L-PE 模块的电涌能量承受能力应按表 O.4 选取。

表 0.4 电缆进线，本建筑物无外部防雷装置时，三相 SPD 电涌能量承受能力

电涌保护等级	排序一	排序二	排序三	排序四
	$I_{\text{peak}}$ (kA 8/20) I 级试验	$I_n$ (kA 8/20) II 级试验	$U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ $I_{\text{sc}}$ (kA 8/20) $U_{\text{oc}}$ (kA 1.2/50) III 级试验	$U_{\text{oc}}/I_{\text{sc}}$ $I_{\text{sc}}$ (kA 8/20) $U_{\text{oc}}$ (kA 1.2/50) III 级试验
甲	$\geq 5$	$\geq 1$	$\geq 1/0.5$	$\geq 1/0.5$
乙	$\geq 5$	$\geq 1$	$\geq 1/0.5$	
丙	$\geq 5$	$\geq 1$		
丁	$\geq 5$			

附录 P  
(规范性附录)  
第一支持物规格

表 P.1 两眼角钢制造尺寸 (mm)

导线截面 mm <sup>2</sup>	角钢规格	距离 (mm)			
		A	B	C	D
6 ~ 10	∠ 40 × 40 × 4	50	200	400	650
16 ~ 35	∠ 50 × 50 × 5	50	200	400	650
50 ~ 120	∠ 63 × 63 × 6	50	200	400	650
150 ~ 185	∠ 70 × 70 × 6	50	200	400	650

表 P.2 四眼角钢制造尺寸 (mm)

导线截面 mm <sup>2</sup>	角钢规格 (mm)	距离 (mm)					
		A	B	C	D	E	F
6 ~ 10	∠ 40 × 40 × 4	50	200	200	200	400	1050
16 ~ 35	∠ 50 × 50 × 5	50	200	200	200	400	1050
50 ~ 120	∠ 63 × 63 × 6	50	200	200	200	400	1050
150 ~ 185	∠ 70 × 70 × 6	50	200	200	200	400	1050

表 P.3 两眼 U 型角钢制造尺寸 (mm)

导线截面 mm <sup>2</sup>	角钢规格 (mm)	距离 (mm)					
		A	B	C	D	E	F
6 ~ 10	∠ 40 × 40 × 4	120	200	320	80	200	360
16 ~ 35	∠ 50 × 50 × 5	120	200	320	80	200	360
50 ~ 120	∠ 63 × 63 × 6	150	200	350	80	200	360
150 ~ 185	∠ 70 × 70 × 6	200	200	400	80	200	360

表 P.3 四眼 U 型角钢制造尺寸 (mm)

导线截面 mm <sup>2</sup>	角钢规格	距离 (mm)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
6 ~ 10	∠ 40 × 40 × 4	150	200	350	80	200	200	200	80	760
16 ~ 35	∠ 50 × 50 × 5	150	200	350	80	200	200	200	80	760
50 ~ 120	∠ 63 × 63 × 6	150	200	400	80	200	200	200	80	760
150 ~ 185	∠ 70 × 70 × 6	200	200	400	80	200	200	200	80	760

DB32/T998—2007