

第三章 建筑施工临时用电安全技术

学习要求：建筑施工临时用电安全技术。掌握三相五线制低压电力系统的安全技术要求以及外电路、配电线路、施工照明、配电箱及开关箱的安全技术要求。运用建筑施工临时用电安全技术和相关标准，分析施工临时用电过程中存在的危险、有害因素，制定相应安全技术措施。

第一节 施工现场供电形式

施工现场供电有以下几种形式。

- (1) 独立变配电所供电。变配电所主要由高压配电屏（箱、柜、盘）、变压器和低压配电屏（箱、柜、盘）组成。
- (2) 自备变压器供电。目前城市中高压输电的电压一般为 10 kV，而通常用电设备的额定电压一般为 220/380V。因此对于施工现场的临时用电，可利用附近的高压电网，增设变压器等配套设备供电。变电所的结构形式一般分为户内变电所和户外变电所两种。
- (3) 低压 220/380V 供电。对于电气设备容量较小的项目，若附近有低压 220/380V 电源，在其余量允许的情况下，可到有关部门申请，采用低压 220/380V 电源直接供电。
- (4) 借用电源。若建设项目电气设备容量小，施工周期时间短，可采取就近借用电源的方法，解决施工现场的临时用电，如借用就近原有变压器供电或借用附近单位电源供电，但须征得有关部门批准同意。

第二节 施工现场临时用电的原则

为保证施工现场用电安全，有效防止触电和电气火灾事故，施工现场临时用电工程专用的电源中性点直接接地的 220/380V 三相四线制低压电力系统，必须遵守以下三项基本用电安全原则：

- (1) 采用三级配电系统。

(2) 采用二级漏电保护系统。

(3) 采用 TN—S 接零保护系统。

一、三级配电系统

三级配电是指施工现场从电源进线开始到用电设备之间，经过三级配电装置配送电力。三级配电系统，如图 3---1 所示。



在实施三级配电系统时，应遵循分级分路、动照分设、压缩配电间距的原则：

(1) 从一级总配电箱（配电柜）向二级分配电箱配电可以分路。即：总配电箱（配电柜）可以分若干分路向若干分配电箱配电；每一分路也可分支支接若干分配电箱。

(2) 从二级分配电箱向三级开关箱配电，一个分配电箱可以分若干分路向若干开关箱配电，每一分路也可以支接或链接若干开关箱，但链接线路的总长度不得超过 30m。

(3) 从三级开关箱向用电设备配电不得分路，实行“一机一闸”制，每一台用电设备必须有其独立专用的开关箱，每一开关箱只能连接控制一台与其相关的用电设备，每一照明开关箱的容量不超过 30A 负荷的照明器。

(4) 总配电箱、分配电箱内动力与照明合置共箱配电，动力与照明必须分路配电，分配电箱的分路应动、照分设，设置动力开关箱和照明开关箱。

(5) 分配电箱与开关箱之间，开关箱与用电设备之间的压缩配电间距有如下要求：

①分配电箱应设在用电设备或负荷相对集中的场所。

②分配电箱与开关箱的距离一般不得超过 30m。

③开关箱与其供电的固定式用电设备的水平距离不应超过 3m。

二、TN—S 接零保护系统

按照《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46) 的规定：在施工现场用电工程专用的电源中性点直接接地的 220/380V 三相四线制低压电力系统中，必须采用 TN—S 接零保护系统，如图 3—2 所示。当施工现场与外线路共用同一供电系统时，电气设备的接地、接零保护应与原系统保持一致。不得一部分设备做保护接零，另一部分设备做保护接地。

当采用 TN 系统做保护接零时，工作零线(N 线) 必须通过总漏电保护器，保护零线(PE 线) 必须由电源进线零线重复接地处或总漏电保护器电源侧零线处引出形成局部 TN—S 接零保护系统。

TN—S 系统为电源中性点直接接地时，电气设备外露可导电部分通过零线接地的接零保护系统。N 为工作零线，PE 为专用保护接地线，即设备外壳连接到 PE 上。

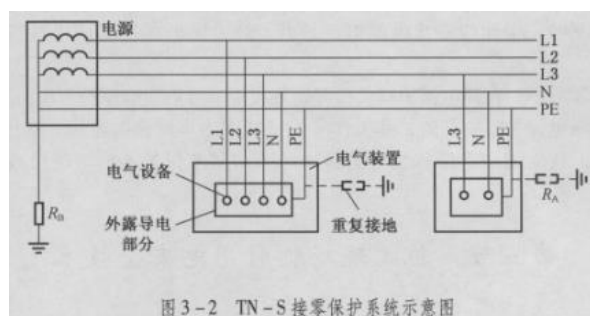


图 3-2 TN-S 接零保护系统示意图

三、二级漏电保护系统

所谓二级漏电保护系统是指在施工现场基本供配电系统的总配电箱和开关箱首、末二级配电装置中，设置漏电保护器，其中总配电箱中的漏电保护器可以设置在总路，也可以设置在支路。

漏电保护器的安装除应遵守常规的电气设备安装规程外，还应注意以下几点：

- (1) 漏电保护器极数和线数必须与负荷侧的相数和线数保持一致。
- (2) 漏电保护器的电源进线类别(相线或零线)必须与其进线端标记相对应，不允许交叉混

接，标有电源侧和负荷侧的漏电保护器不得接反。

(3) 漏电保护器的结构选型，优先选用无辅助电源型（电磁式）产品，或选用辅助电源故障时能自动断开的辅助电源型（电子式）产品。

(4) 开关箱和总配电箱（配电柜）内配置漏电保护器的漏电动作参数：

①开关箱中的漏电保护器：一般场所其额定漏电动作电流为不大于 30mA，额定漏电动作时间为不大于 0.1s。

②总配电箱中的漏电保护器：其额定漏电动作电流为大于 30mA，额定漏电动作时间应大于 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超过安全界限值 30 mA·s。

(5) 安装漏电保护器不得拆除或放弃原有的安全防护措施，漏电保护器只能作为电气安全防护系统中的附加保护措施。

(6) 安装漏电保护器时，必须严格区分中性线和保护线。使用三极四线式和四极四线式漏电保护器时，中性线应接入漏电保护器。经过漏电保护器的中性线不得作为保护线。

(7) 工作零线不得在漏电保护器负荷侧重复接地，否则漏电保护器不能正常工作。

(8) 采用漏电保护器的支路，其工作零线只能作为本回路的零线，禁止与其他回路工作零线相连，其他线路或设备也不能借用已采用漏电保护器后的线路或设备的工作零线。

第三节 施工现场临时用电安全技术

一、临时用电的施工组织设计

根据《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46) 的规定，临时用电设备在 5 台及 5 台以上或设备总容量在 50 kw 及 50 kw 以上者，应编制临时用电施工组织设计。

施工现场临时用电组织设计应包括下列内容：

(1) 现场勘测。

(2) 确定电源进线、变电所或配电室、配电装置、用电设备位置及线路走向。

(3) 进行负荷计算。

(4) 选择变压器。

(5) 设计配电系统。包含：①设计配电线路，选择导线或电缆；②设计配电装置，选择电器；③设计接地装置；④绘制临时用电工程图纸，主要包括用电工程总平面图、配电装置布置图、配电系统接线图、接地装置设计图。

(6) 设计防雷装置。

(7) 确定防护措施。

(8) 制定安全用电措施和电气防火措施。

临时用电施工组织设计是施工现场临时用电管理的主要技术文件，应符合以下要求：

(1) 临时用电工程图纸应单独绘制，临时用电工程应按图施工。

(2) 临时用电施工组织设计及变更必须履行“编制、审核、批准”程序，由电气工程技术人员编制，经安全、技术、设备、施工、材料等相关部门审核，企业技术负责人批准后进行报验。

(3) 临时用电工程必须经编制、审核、批准部门和使用单位共同验收，合格后方可投入使用。

(4) 对于小型工地（现场临时用电设备 5 台或者设备总容量在 50 kw 以下），可不编制临时用电组织设计，但仍要编制安全用电措施和电气防火措施，并且也须经过“编制、审核、批准、验收”的管理程序。

二、临时用电安全管理

施工现场应加强临时用电管理，明确专门的电气技术人员，组织临时用电工程的定期检查，及时处理安全隐患，并履行复检验收手续。施工现场建立并管理临电安全技术档案，包括：

(1) 用电组织设计的全部资料。

(2) 修改用电组织设计的资料。

(3) 用电技术交底资料。

(4) 用电工程检查验收表。

(5) 电气设备的试、检验凭单和调试记录。

(6) 接地电阻、绝缘电阻和漏电保护器漏电动作参数测定记录表。

(7) 定期检(复)查表。

(8) 电工安装、巡检、维修、拆除工作记录。

掌握安全用电基本知识和所用设备的性能，并应符合下列规定：

(1) 使用电气设备前必须按规定穿戴和配备好相应的劳动防护用品，并应检查电气装置和保护设施，严禁设备带“缺陷”运转。

(2) 保管和维护所用设备，发现问题及时报告解决。

(3) 暂时停用设备的开关箱必须分断电源隔离开关，并应关门上锁。

(4) 移动电气设备时，必须经电工切断电源并做妥善处理后进行。

三、施工现场外电路的安全距离及防护

架空线路是目前较为普遍的输电方式，当施工现场及周边存在架空线路时，应保证施工机械、外脚手架和人员与电力线路的安全距离。

(一) 外电路的安全距离

人与带电体、带电体与带电体、带电体与地面(水面)、带电体与其他设施之间需保持的最小距离，又称安全净距、安全间距。

在施工现场中，安全距离问题主要是指在建工程(含脚手架具)的外侧边缘与外电架空线路的边线之间的最小安全操作距离和施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时的最小安全垂直距离等。

1. 在建工程(含脚手架具)的外侧边缘与外电架空线路的边线之间的最小安全操作距离

最小安全操作距离见表 3—1。

表 3-1 在建工程（含脚手架具）的周边与外电架空线路的边线之间的最小安全操作距离					
外电路电压等级/kV	<1	1~10	35~110	220	330~500
最小安全操作距离/m	4.0	6.0	8.0	10	15

注：上、下脚手架的斜道不宜设在有外电路的一侧。

2．施工现场的机动车道与外电架空线路交叉时的最小安全垂直距离

最小垂直距离见表 3—2。

表 3-2 施工现场的机动车道与架空线路交叉时的最小垂直距离			
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

3．在临近带电体处吊装时起重臂及吊件的任何部位与带电体（在最大偏斜时）的最小安全距离

最小安全距离见表 3—3。

表 3-3 起重机与架空线路边线的最小安全距离								
电压/kV		<1	10	35	110	220	330	500
安全距离/m	沿垂直方向	1.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.5
	沿水平方向	1.5	2.0	3.5	4.0	6.0	7.0	8.5

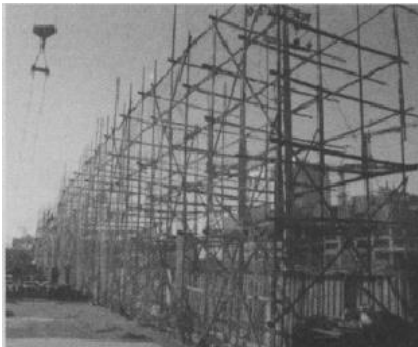
4．外电防护设施与外电路的安全距离

最小安全距离见表 3—4。

表 3-4 防护设施与外电路之间的最小安全距离						
外电路电压等级/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

（二）外电路的防护

当不能保证最小安全距离时，为了确保施工安全，则必须采取设置防护性遮栏、栅栏，以及悬挂警告标志牌等防护措施（图 3—3）。



搭设上述防护屏障时应注意以下问题。

(1) 防护遮栏、栅栏的搭设可用竹、木脚手架杆作防护立杆、水平杆；可用木板、竹排或干燥的篱笆、安全网等作纵向防护屏。

(2) 各种防护杆的材质及搭设方法应按竹木脚手架施工的有关安全技术标准进行，搭设的防护遮栏、栅栏应有足够的机构强度。

(3) 搭设和拆除时应停电作业。

(4) 如无法设置遮栏则应采取停电、迁移外电线路或改变工程位置等措施，否则不得强行施工。

四、施工现场临时用电的接地与防雷

在施工现场，由于现场环境、条件的影响，间接触电现象往往比直接接触电现象更普遍，危害也更大，所以除了采用绝缘、屏护和间距等直接接触触电的防护措施外，还必须采取接零保护等间接接触触电的安全措施。在施工现场，常见的接地装置有工作接地、重复接地和防雷接地。

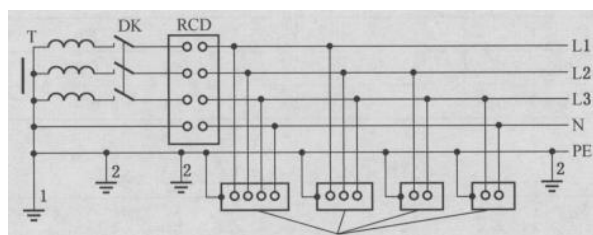


图 3—4 TN—S 接零保护系统示意图

(一) 施工现场临时用电的接地

1. 工作接地

工作接地是指将电力系统的某点（如中性点）直接与大地相连，或经消弧线圈、电阻等与大地金属连接。

单台容量超过 100 kVA 或使用同一接地装置并联运行且总容量超过 100 kVA 的电力变压器

或发电机的工作接地电阻值不得大于 4Ω 。

单台容量不超过 100 kVA 或使用同一接地装置并联运行且总容量不超过 100 kVA 的电力变压器或发电机的工作接地电阻值不得大于 10Ω 。

在土壤电阻率大于 $1000\Omega\cdot m$ 的地区，当达到上述接地电阻值有困难时，工作接地电阻值可提高到 30Ω 。

2．重复接地

在工作接地以外，在专用保护线 PE 上一处或多处再次与接地装置相连接称为重复接地。当系统中发生碰壳或接地短路时，可以降低零线的对地电压；当零线发生断裂时，可以使故障程度减轻。

3．防雷接地

为了使接闪器截获直接雷击的雷电流或通过防雷器的雷电流安全泄放人地，以保护建筑物、建筑物内人员和设备安全的接地称为防雷接地。

接地装置是由埋入土中的接地体（圆钢、角钢、扁钢、钢管等）和连接用的接地线构成。

接地体可分为自然接地体和人工接地体两类。自然接地体有如下几种：

- (1) 埋在地下的自来水管及其他金属管道（液体燃料和易燃、易爆气体的管道除外）。
- (2) 金属井管。
- (3) 建筑物和构筑物与大地接触的或水下的金属结构。
- (4) 建筑物的钢筋混凝土基础等。

人工接地体可用垂直埋置的角钢、圆钢或钢管，以及水平埋置的圆钢、扁钢等。水平接地体一般可用直径为 $8\sim 10\text{ mm}$ 的圆钢。垂直接地体的钢管长度一般为 $2\sim 3\text{ m}$ ，钢管外径为 $35\sim 50\text{ mm}$ ，角钢尺寸一般为 $40\text{ mm}\times 40\text{ mm}\times 4\text{ mm}$ 或 $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}\times 5\text{ mm}$ 。人工接地体的顶端应埋入地表面下 $0.5\sim 1.5\text{ m}$ 处。每一接地装置的接地线应采用 2 根及以上导体，

在不同点与接地体做电气连接。不得采用铝导体做接地体或地下接地线。垂直接地体宜采用角钢、钢管或光面圆钢，不得采用螺纹钢。

（二）施工现场建筑机械设备的防雷

施工现场内的起重机、井字架、龙门架等机械设备，以及钢脚手架和正在施工的在建工程等的金属结构，当在相邻建筑物、构筑物等设施的防雷装置接闪器的保护范围以外时，应按地区年平均雷暴日安装避雷装置。

五、施工现场的配电室及自备电源

（一）配电室的位置及布置

配电室是施工现场的动力枢纽。

1．配电室的位置

通常配电室的选择应根据现场负荷的类型、大小和分布特点、环境特征等进行全面考虑，并应设在灰尘少、潮气少、振动小、无腐蚀介质、无易燃易爆物及道路畅通的地方。配电室应尽量靠近负荷中心，以减少配电线路的长度和减小导线截面，提高配电质量，同时还能使配电线路清晰，便于维护。

3．配电室布置

配电室布置应满足如下各项要求：

（1）配电柜正面的操作通道宽度，单列布置或双列背对背布置不小于 1.5m，双列面对面布置不小于 2m。

（2）配电柜后面的维护通道宽度，单列布置或双列面对面布置不小于 0.5m，双列背对背布置不小于 1.5m，个别地点有建筑物结构凸出的地方，则此点通道宽度可减少 0.2m。

（3）配电柜侧面的维护通道宽度不小于 1m。

（4）配电室的顶棚与地面的距离不低于 3m。

(5) 配电室内设置值班室或检修室时，该室边缘距配电柜的水平距离大于 1m，并采取屏障隔离。

(6) 配电室内的裸母线与地面垂直距离小于 2.5m 时，采用遮栏隔离，遮栏下面通道的高度不小于 1.9m。

(7) 配电室围栏上端与其正上方带电部分的净距不小于 0.075m。

(8) 配电装置的上端距顶棚不小于 0.5m。

4. 其他要求

(1) 通风和封堵。 (2) 技术资料。

(3) 管理制度。 (4) 标志。

(二) 自备电源

施工现场临时用电工程一般是由外电路供电。

自备发配电系统也应采用具有专用保护零线的、中性点直接接地的三相四线制供配电系统，并符合以下规定：

(1) 发电机组电源必须与外电路电源连锁，严禁并列运行。

(2) 发电机供电系统应设置电源隔离开关及短路、过载、漏电保护电器。电源隔离开关分断时应有明显可见分断点。

(3) 发电机组并列运行时，必须装设同期装置，并在机组同步运行后再向负载供电。

六、施工现场配电线路

施工现场的配电线路包括室外线路和室内线路。其敷设方式为：室外线路主要有绝缘导线架空敷设（架空线路）和绝缘电缆埋地敷设（电缆线路）两种，也有电缆线路架空明敷设的；室内线路通常有绝缘导线和电缆的明敷设和暗敷设两种。

(一) 架空线路

架空线路是用绝缘子将输电导线固定在直立于地面的杆塔上以传输电能的输电线路，由导线、架空地线、绝缘子串、杆塔、接地装置等组成。施工现场的架空线路主要是低压架空线路。

1 . 导线

架空线必须采用绝缘导线。架空线导线截面的选择应符合下列要求：

- (1) 导线中的计算负荷电流不大于其长期连续负荷允许载流量。
- (2) 线路末端电压偏移不大于其额定电压的 5 %。
- (3) 三相四线制线路的 N 线和 PE 线截面不小于相线截面的 50% ，单相线路的零线截面与相线截面相同。
- (4) 按机械强度要求，绝缘铜线截面不小于 10 mm²，绝缘铝线截面不小于 16 mm²。在跨越铁路、公路、河流、电力线路档距内，绝缘铜线截面不小于 16mm²，绝缘铝线截面不小于 25mm²。

3 . 线路相序

动力、照明线在同一横担上架设时，导线相序排列是：面向负荷从左侧起依次为 L1、N、L2、L3、PE。动力、照明线在二层横担上分别架设时，导线相序排列是：上层横担面向负荷从左侧起依次为 L1、L2、L3；下层横担面向负荷从左侧起依次为 L1 (L2、L3) N、PE。

架空线路与邻近线路、固定物的距离符合表 3—6 规定。

表 3-6 架空线路与邻近线路、固定物距离要求							
项目	距 离 类 别						
最小净空 距离/m	架空线路的过引线、 接下线下邻线		架空线与架空线 电杆外缘		架空线与摆动最大时树梢		
	0.13		0.05		0.50		
最小垂直 距离/m	架空线同杆架设 下方的通信、 广播线路	架空线最大弧垂与地面			架空线最大 弧垂与暂设 工程顶端	架空线与邻近电力 线路交叉	
		施工现场	机动车道	铁路轨道		1 kV 以下	1~10 kV
		1.0	4.0	6.0	7.5	2.5	1.2
最小水平 距离/m	架空线电杆与路基边缘		架空线电杆与铁路轨道边缘		架空线边线与建筑物突出部分		
	1.0		杆高 +3.0		1.0		

(二) 电缆线路

电缆线路的造价比架空线路高，但其不用架设杆塔，占地少，供电可靠，极少受外力破坏，对人身安全。室外电缆的敷设分为埋地和架空两种方式，以埋地敷设为宜。

1. 电缆

电缆中必须包含全部工作芯线和用作保护零线或保护线的芯线。需要三相四线制配电的电缆线路必须采用五芯电缆。五芯电缆必须包含淡蓝、绿/黄两种绝缘芯线。淡蓝色芯线必须用作 N 线；绿/黄双色芯线必须用作 PE 线，严禁混用。电缆截面的选择应根据其长期连续负荷允许载流量和允许电压偏移确定。

2. 埋地敷设

电缆线路采用埋地敷设时，应避免机械损伤和介质腐蚀，并符合下列规定：

- (1) 埋地电缆路径应设方位标志。埋地敷设宜选用铠装电缆；当选用无铠装电缆时，应能防水、防腐。
- (2) 电缆直接埋地敷设的深度不应小于 0.7m，并应在电缆紧邻上、下、左、右侧均匀敷设不小于 50 mm 厚的细砂，然后覆盖砖或混凝土板等硬质保护层。
- (3) 埋地电缆在穿越建筑物、构筑物、道路、易受机械损伤、介质腐蚀场所及引出地面从 2.0m 高到地下 0.2m 处，必须加设防护套管，防护套管内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。
- (4) 埋地电缆与其附近外电电缆和管沟的平行间距不得小于 2m，交叉间距不得小于 1m。
- (5) 埋地电缆的接头应设在地面上的接线盒内，接线盒应能防水、防尘、防机械损伤，并应远离易燃、易爆、易腐蚀场所。

3. 架空敷设

架空电缆应沿电杆、支架或墙壁敷设，并采用绝缘子固定，绑扎线必须采用绝缘线，沿墙壁敷设时最大弧垂距地不得小于 2.0m。架空电缆严禁沿脚手架、树木或其他设施敷设。

(三) 室内配线

室内配线的，要符合下列规定：

- (1) 室内配线必须采用绝缘导线或电缆。室内配线应根据配线类型采用瓷瓶、瓷(塑料)夹、嵌绝缘槽、穿管或钢索敷设。
- (2) 潮湿场所或埋地非电缆配线必须穿管敷设，管口和管接头应密封；当采用金属管敷设时，金属管必须做等电位连接，且必须与 PE 线相连接。
- (3) 室内非埋地明敷主干线距地面高度不得小于 2.5m。
- (4) 架空进户线的室外端应采用绝缘子固定，过墙处应穿管保护，距地面高度不得小于 2.5m，并应采取防雨措施。
- (5) 室内配线所用导线或电缆的截面应根据用电设备或线路的计算负荷确定，但铜线截面不应小于 1.5mm^2 ，铝线截面不应小于 2.5mm^2 。
- (6) 钢索配线的吊架间距不宜大于 12m。采用瓷夹固定导线时，导线间距不应小于 35mm，瓷夹间距不应大于 800mm；采用瓷瓶固定导线时，导线间距不应小于 100mm，瓷瓶间距不应大于 1.5m；采用护套绝缘导线或电缆时，可直接敷设于钢索上。

七、施工现场的配电箱和开关箱

(一) 配电箱与开关箱的设置

- (1) 总配电箱应设在靠近电源的区域，分配电箱应设在用电设备或负荷相对集中的区域。分配电箱与开关箱的距离不得超过 30m。开关箱与其控制的固定用电设备的水平距离不宜超过 3m。
- (2) 配电箱、开关箱应装设在干燥、通风及常温场所，不得装设在有严重损伤作用的瓦斯、烟气、潮气及其他有害介质中，亦不得装设在易受外来固体物撞击、强烈振动、液体浸溅及热源烘烤的场所，否则，应予清除或做防护处理。

(3) 配电箱、开关箱周围应有足够 2 人同时工作的空间和通道，不得堆放任何妨碍操作、维修的物品，不得有灌木、杂草。

(三) 配电箱与开关箱的电器选择

配电箱、开关箱内的开关电器应能保证在正常或故障情况下可靠分断电路，在漏电的情况下可靠的使漏电设备脱离电源，在维修时有明确可见的电源分断点。

配电箱和开关箱的电器选择应遵循下述各项原则。

(1) 配电箱的电器应具备电源隔离，正常接通与分断电路，以及短路、过载、漏电保护功能。

电器设置应符合下列原则：

①当总路设置总漏电保护器时，还应装设总隔离开关、分路隔离开关以及总断路器、分路断路器或总熔断器、分路熔断器。当所设总漏电保护器是同时具备短路、过载、漏电保护功能的漏电断路器时，可不设总断路器或总熔断器。

②当各分路设置分路漏电保护器时，还应装设总隔离开关、分路隔离开关以及总断路器、分路断路器或总熔断器、分路熔断器。当分路所设漏电保护器是同时具备短路、过载、漏电保护功能的漏电断路器时，可不设分路断路器或分路熔断器。

(5) 总配电箱应装设电压表、总电流表、电度表及其他需要的仪表。专用电能计量仪表的装设应符合当地供用电管理部门的要求。装设电流互感器时，其二次回路必须与保护零线有一个连接点，且严禁断开电路。

(8) 开关箱中漏电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漏电保护器应采用防溅型产品，其额定漏电动作电流不应大于 0.1mA，额定漏电动作时间不应大于 0.1s。

八、施工现场的照明

在施工现场的电气设备中，照明装置必须采取如下技术措施。

(1) 照明开关箱中的所有正常不带电的金属部件都必须作保护接零；所有灯具的金属外壳必须作保护接零。

(2) 照明开关箱（板）应装设漏电保护器。

(3) 照明线路的相线必须经过开关才能进入照明器，不得直接进入照明器。

(4) 灯具的安装高度既要符合施工现场实际，又要符合安装要求。室外灯具距地不得低于 3m；室内灯具距地不得低于 2.5m。

(5) 下列特殊场所使用的照明器应使用安全电压：

①隧道、人防工程、高温、有导电灰尘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。

②在潮湿和易触及带电体场所的照明电源电压不得大于 24V。

③在特别潮湿的场所、导电良好的地面、锅炉或金属容器内工作的照明，电源电压不得大于 12V。

④移动式照明器（如行灯）的照明电源电压不得大于 36V。

九、电动施工机械和手持电动工具

（一）电气设备外壳防护

电气设备的外壳防护包括：固体进入壳内设备的防护、人体触及内部危险部件的防护、水进入内部的防护。

（二）起重机械

塔式起重机应按规定要求做重复接地和防雷接地。轨道式塔式起重机接地装置的设置应符合下列要求：

(1) 轨道两端各设一组接地装置。

(2) 轨道的接头处作电气连接，两条轨道端部做环形电气连接。

(3) 较长轨道每隔不大于 30m 加一组接地装置。

(三) 桩工机械

(1) 潜水式钻孔机电机的密封件应符合现行国家标准 IP68 级的规定。

(2) 潜水电机的负荷线应采用防水橡皮护套铜心软电缆，长度不应小于 1.5m，且不得承受外力。

(3) 潜水式钻孔机开关箱中的漏电保护器必须符合对潮湿场所选用漏电保护器的要求。

(四) 夯土机械

(1) 夯土机械开关箱中的漏电保护器要符合对潮湿场所选用漏电保护器的要求，夯土机械 PE 线的连接点不得少于 2 处，夯土机械的负荷线应采用耐气候型橡皮护套铜芯软电缆。

(五) 焊接机械

(1) 电焊机械应放置在防雨、干燥和通风良好的地方。焊接现场不得有易燃、易爆物品。

(2) 交流弧焊机变压器的一次侧电源线长度不应大于 5m，其电源进线处必须设置防护罩。

(4) 电焊机械开关箱中的漏电保护器必须符合相关要求。交流电焊机械应配装防二次侧触电保护器。

(5) 电焊机械的二次线应采用防水橡皮护套铜芯软电缆，电缆长度不应大于 30m，不得采用金属构件或结构钢筋代替二次线的地线。

(7) 严禁露天冒雨从事电焊作业。

(六) 手持电动工具

1. 手持电动工具的分类

手持电动工具按触电保护可分：

(1) I 类工具。工具在防止触电的保护方面不仅依靠基本绝缘，而且它还包含一个附加安全预防措施。

(2)Ⅱ类工具。工具在防止触电的保护方面不仅依靠基本绝缘，而且它还提供如双重绝缘或加强绝缘的附加安全预防措施，没有保护接地措施，也不依赖安装条件。

(3)Ⅲ类工具。工具在防止触电的保护方面依靠由安全电压供电和在工具内部不会产生比安全电压高的电压。

2．手持电动工具的安全使用要求

(1)空气湿度小于 75%的一般场所可选用 I 类或Ⅱ类手持电动工具，相关开关箱中漏电保护器的额定漏电动作电流不应大于 15mA，额定动作时间不应大于 0.1s。

(2)在潮湿场所或金属架上操作时，必须选用Ⅱ类或由安全隔离变压器供电的Ⅲ类手持电动工具。

(3)狭窄场所必须选用由安全隔离变压器供电的Ⅲ类手持电动工具，其开关箱和安全隔离变压器均应设置在狭窄场所外面，并连接 PE 线。操作过程中，应有专人在外面监护。

(4)手持电动工具的负荷线应采用耐气候型的橡皮护套铜芯软电缆，并不得有接头。

(5)手持电动工具的外壳、手柄、插头、开关、负荷线等必须完好无损，使用前必须做绝缘检查和空载检查，在绝缘合格、空载运行正常后方可使用。

(6)使用手持电动工具时，必须按规定穿戴绝缘防护用品。