

公路水运工程临时用电技术规程

procedures of temporary electrification for
highway and waterway engineering

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 临时用电的策划与实施	3
5 发电机组	5
6 变电设施	6
7 配电系统	7
8 电气设施的防护	17
9 接地与防雷	18
10 电动施工机械	22
11 办公、生活用电	28
12 现场照明	28
13 特殊环境	30
14 临时用电设施的安 装、验收与拆除	31

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由交通运输部安全与质量监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：中交第一航务工程局有限公司、中国交通建设股份有限公司、中交第二航务工程局有限公司、中交第一公路工程局有限公司。

本文件主要起草人：刘贻华、王立强、徐跃辉、刘世军、皮春明、段新胜、徐晓声、周新爽、王炜。

公路水运工程临时用电技术规程

1 范围

本文件规定了公路水运工程临时用电安全技术管理的基本规定，以及临时用电的策划与实施、发电机组、变电设施、配电系统、电气设施的防护、接地与防雷、电动施工机械、办公、生活用电、现场照明、特殊环境、临时用电设施的安裝、验收与拆除等临时用电安全技术规程。

本文件适用于公路水运工程临时用电系统的设计、施工、运行、维护及拆除。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 3787 手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程

GB/T 6829 剩余电流动作保护电器的一般要求

GB/T 11918.1 工业用插头插座和耦合器 第1部分：通用要求

GB/T 11918.2 工业用插头插座和耦合器 第2部分：带插销和插套的电器附件的尺寸兼容性和互换性要求

GB 13955 剩余电流动作保护装置安裝和运行

GB 17467 高压/低压预装式变电站

GB 50053 20kV及以下变电所设计规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50148 电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范

GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

GB 50256 电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低压 low voltage

交流额定电压在1kV及以下的电压。

3.2

高压 high voltage

交流额定电压在1kV以上的电压。

3.3

工作接地 working ground connection

为了电路或设备达到运行要求的接地，如变压器低压中性点和发电机中性点的接地。

3.4

保护接地 protective earthing

为了电气安全，将系统、装置或设备的一点或多点接地。

3.5

重复接地 iterative ground connection

设备接地线上一处或多处通过接地装置与大地再次连接的接地。

3.6

接地电阻 ground resistance

接地体或自然接地体的对地电阻和接地线电阻的总和。接地电阻的数值等于接地装置对地电压与通过接地体流入地中电流的比值。

3.7

外电线路 external circuit

施工现场临时用电工程配电线路以外的电力线路。

3.8

外露可导电部分 exposed conductive part

设备上能触及的可导电部分，它在正常状况下不带电，但在基本绝缘损坏时会带电。

3.9

电气连接 electric connect

导体与导体之间直接提供电气通路的连接(接触电阻近于零)。

3.10

安全隔离变压器 safety isolation transformer

通过至少相当于双重绝缘或加强绝缘的绝缘使输入绕组与输出绕组在电气上分开的变压器。这种变压器是以安全特低电压向配电电路、电器或其他设备供电而设计的。

3.11

直接接触 direct contact

人或动物与带电部分的接触。

3.12

配电箱 distribution box

一种专门用作分配电力的配电装置，包括总配电箱和分配电箱，如无特指，总配电箱、分配电箱合称配电箱。

3.13

开关箱 switch box

末级配电装置的通称，亦可兼作用电设备的控制装置。

3.14

特殊环境 special environment

本文件中将高原，易燃、易爆，腐蚀性和潮湿环境列为特殊环境。

3.15

腐蚀环境 corrosive environment

由于化学腐蚀性物质和大气中水分的存在而使得设备或材料产生破坏或变质的地点或处所，称为化学腐蚀环境，可简称为腐蚀环境。

3.16

潮湿环境 damp environment

本文件仅指相对湿度大于95% 的空气环境、场地积水环境、泥泞的环境。

3.17

中性导体(N) neutral conductor (symbol N)

连接到系统中性点上并能提供传输电能的导体。

3.18

保护导体(PE) protective conductor (symbol PE)

用于在故障情况下防止电击所采用保护措施的导体。本文件指与下列任一部分作电气连接的导体：外露可导电部分；外部可导电部分；总接地端子或主接地导体；接地极；电源接地点或人工中性点。

3.19

保护接地中性导体 PEN conductor

PEN导体，同时具有保护接地导体和中性导体功能的导体。PEN是由保护导体符号 PE和中性导体符号 N组合而成的。

3.20

系统接地 system earthing

系统电源侧某一点（通常是中性点）的接地。

3.21

保护接地 protective earthing

为安全目的在设备、装置或系统上设置的一点或多点接地。

3.22

TN-S 系统 TN-S system

中性导体和保护导体分开设置的用电保护系统。

3.23

TN-C-S 系统 TN-C-S system

中性导体与保护导体前一部分合一，后一部分分开设置的保护系统。

3.24

TT 系统 TT system

电源中性点直接接地，电气设备外露可导电部分直接接地的接地保护系统，其中电气设备的接地地点独立于电源中性点接地。

4 临时用电的策划与实施

4.1 临时用电组织设计

4.1.1 施工现场应当按照工程特点及用电要求编制施工现场临时用电组织设计。

4.1.2 临时用电设施的设计应满足安全生产、环境保护的要求。

4.1.3 临时用电组织设计包括下列内容：

- a) 工程概况；
- b) 编制依据；
- c) 现场勘探；
- d) 用电容量统计、负荷计算、变压器、发电机组选择；
- e) 设计配电系统：
 - 1) 设计变电所或配电室；
 - 2) 设计配电线路，选择导线或电缆；
 - 3) 设计配电装置，选择电器；
 - 4) 设计接地装置；
 - 5) 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；
- f) 设计防雷装置；
- g) 临时用电管理组织机构；
- h) 安全用电措施、防护措施和防火措施；
- i) 制定应急救援预案。

4.2 施工管理

4.2.1 施工现场用电工程施工过程中，应及时做好隐蔽工程记录、试验记录等。

4.2.2 施工现场用电工程施工完毕，电气设备应按 GB 50150 的规定试验合格。

4.2.3 施工完毕后，施工现场用电设计、施工方案、隐蔽工程记录、试验记录等资料应及时归档。

4.2.4 施工现场用电工程应经验收合格后方可投入使用。

4.3 管理、运行及维护

4.3.1 临时用电设施的管理应符合下列规定：

- a) 临时用电设施投运前，建立、健全临时用电管理机构、临时用电管理制度，设立运行、维修专业人员并明确职责和管理范围；
- b) 根据用电情况制定用电、运行、维修等管理制度以及安全操作规程；
- c) 临时用电设计及变更时，履行“编制、审核、批准”程序，由电气工程技术人员设计，经公司相关部门审核及具有法人资格企业的技术负责人批准后实施。变更临时用电设计时补充有关图纸资料。

4.3.2 用电设施的运行及维护的工器具配置应符合下列规定：

- a) 变配电所及临时用电设施维护配备绝缘手套、绝缘靴、绝缘杆、绝缘垫、护目镜、放电器绝缘台等合格的安全工具及防护设施，并按电力部门规定定期做电气试验电气绝缘工具不得挪作他用；
- b) 临时用电设施的运行及维护配备高压验电器、绝缘摇表、接地电阻测试仪、漏电保护器检测仪等检测设备，并定期检验。

4.3.3 临时用电设施的日常运行、维护符合下列规定，并做好相关记录：

- a) 变配电所应设立专人值班，并建立临时用电设施巡视制度及巡视记录台账；变配电所运行人员单独值班时，不得从事检修工作；变压器和配电装置每班应至少巡查1次；
- b) 配电线路每周巡查不应少于1次；
- c) 配电设施的接地装置每半年检测不少于1次；
- d) 漏电保护器每月检测不少于1次；
- e) 保护线（PE）的导通情况每月检测不少于1次；
- f) 临时用电设施的清扫和检修，每年不宜少于2次，其时间应安排在雨季和冬季到来之前。

4.3.4 临时用电设施应根据线路负荷情况进行调整，保持三相平衡。

4.3.5 遇大风、暴雨、冰雹、雪、霜、雾等恶劣天气时，应加强巡视和检查；巡视和检查时，应穿绝缘靴且不得靠近避雷装置。

4.3.6 新投入运行或大修后投入运行的电气设备，在72小时内应加强巡视，无异常情况时，方可按正常周期进行巡视。

4.3.7 施工现场大型用电设备使用做到专人专机。

4.3.8 在全部停电和部分停电的电气设备上工作时，应完成下列技术措施且符合相关规定：

- a) 变压器高压侧断开高压隔离开关，并切断变压器和电压互感器低压侧开关或熔断器；
- b) 切断设备或线路的电源，并经验电确认无电压后装设临时接地线，进行工作；
- c) 设备或线路已断开的电源开关处，悬挂“有人工作、禁止合闸”标示牌，并采取安全措施。

4.3.9 在靠近带电部分工作时，应设专人监护。工作人员在工作中正常活动范围与设备带电部位的最小安全距离不得小于0.7m。

4.4 人员管理

4.4.1 电工应经过按国家现行标准考核合格后，持证上岗工作；其他用电人员应通过相关安全教育培训和技术交底，考核合格后方可上岗工作。

4.4.2 安装、巡检、维修或拆除临时用电设备和线路，应由电工完成，并应有人监护。电工等级应同工程的难易程度和技术复杂性相适应。

4.4.3 用电人员应掌握安全用电基本知识和所用设备的性能，并符合下列规定：

- a) 使用电气设备前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；
- b) 保管和维护所用设备，发现问题及时报告解决；
- c) 停用设备的开关箱分断电源隔离开关，并应关门上锁；
- d) 移动电气设备时，经电工切断电源并做妥善处理后进行。

4.5 档案管理

4.5.1 施工现场临时用电应建立安全技术档案，并包括下列内容：

- a) 临时用电组织设计（或方案）的资料；
- b) 临时用电组织设计（或方案）的变更资料；
- c) 临时用电管理制度及安全操作规程；
- d) 临时用电技术交底资料；
- e) 临时用电工程验收资料；
- f) 电气设备的试、检验凭单和调试记录；
- g) 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；
- h) 定期检(复)查表；
- i) 电工安装、巡检、维修、拆除工作记录。

4.5.2 安全技术档案应由主管电气的技术人员负责建立与管理。其中“电工安装、巡检、维修、拆除工作记录”由电工填写，每周由项目主管领导审核，并应在临时用电工程拆除后统一归档。

4.5.3 临时用电工程应定期检查，对安全隐患应及时处理，并应履行复检查验收手续。

5 发电机组

5.1 设置发电机组的条件和选址

5.1.1 设置发电机组的条件：

- a) 作为应急电源或备用电源；
- b) 所在地区偏僻，远离电力系统，设置发电机组经济合理时；
- c) 设置发电机组较从电力系统取得第二电源经济合理时。

5.1.2 设置发电机组选址符合下列规定：

- a) 应靠近供电负荷中心、供电线路经济合理，方便设备运输、操作和检修，减少对周边环境噪声、空气影响等；
- b) 宜设置在污染源频率较高风向的上风侧、周围环境干燥、无腐蚀介质、无易燃易爆物、尘埃少、基础牢固及不受土体、山体滑坡影响的场所，不应设置在有剧烈振动、高温、易受施工干扰和地势低洼易积水的场所。

5.2 安装和使用

5.2.1 发电机组容量的选择应满足现场最大负荷启动及使用要求。

5.2.2 供电系统接地型式应与原有供电系统保持一致。固定式发电机组应采用 TN-S 系统，其工作接地电阻值应符合要求。

5.2.3 发电机组与外部电源应互相闭锁，严禁并列运行。

5.2.4 发电机组应设置具有明显断开点的电源隔离开关和具有短路、过载、漏电保护功能的自动断路器。

5.2.5 多台发电机组并列运行时，应安装同期装置，采取限制中性点环流的措施，并在机组同步运行后再向负载供电。

5.2.6 发电机组排烟管道应伸出室外。周围不得使用明火，严禁存放油桶等易燃、易爆物品。配备可扑灭燃油和电气火灾的消防设施。

5.2.7 应制定发电机组安全操作规程，并现场张贴。

5.2.8 发电机组及其控制室、配电室、修理室等宜分开设置，在保证电气安全距离和满足防火要求的情况下可合并设置。

5.2.9 发电机控制屏宜装设电压表、电流表、频率表和电度表等仪表。

5.2.10 固定式发电机应设置储油间，其总储量不应超过 1m^3 需用量，储油间应采用防火墙与发电机隔开；发电机组使用中的废油、残油、事故排油，应设回收装置，不得排入水沟或渗入地下。

5.2.11 发电机组在使用过程中应杜绝和防止以下情况发生：

- a) 自行变更发电机组接线方式；
- b) 自行拆除发电机组的闭锁装置或者使其失效；

- c) 发电机组发生故障后长期不能修复并影响正常运行;
 - d) 其他可能发生发电机组向电网倒送电的。
- 5.2.12 移动式发电机组的使用符合下列规定:
- a) 发电机金属外壳和拖车应有可靠的接地措施;
 - b) 发电机应固定牢固;
 - c) 发电机上部应设防雨棚, 防雨棚应牢固、可靠;
 - d) 应使用金属储油桶及专用加油管等设施防止静电聚集, 严禁使用塑料油桶。
- 5.2.13 自备发电机房应设置备用照明, 其作业面的最低照度不应低于正常照明的照度。
- 5.2.14 在特定的爆炸性环境工作的发电机组, 应按特定的环境进行试验, 合格后方可使用并将防爆合格证张贴在发电机组上。

6 变电设施

6.1 一般规定

- 6.1.1 施工现场变电室设计, 应符合 GB 50053 的规定。
- 6.1.2 变电室的选址符合下列规定:
- a) 为减少配电线路的投资、电压降和电能损耗, 尽可能接近负荷中心;
 - b) 进出线方便、设备运输方便;
 - c) 应方便日常巡检和维护;
 - d) 不应设在易受施工干扰、地势低洼易积水的场所;
 - e) 配电室应靠近电源, 并应设在无灰尘、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。
- 6.1.3 当与有爆炸或火灾危险的建筑物毗连时, 变电室选址应符合 GB 50058 的有关规定。

6.2 变电室的设置

- 6.2.1 变电室的门、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装置。直接与室外露天相通的通风孔尚应采取防止雨、雪飘入的措施。
- 6.2.2 变电室的耐火等级不应低于二级, 并配置适用于电气火灾的消防器材。
- 6.2.3 变电室应设置应急照明。
- 6.2.4 变电室应设置防水设施, 周围设排水设施。
- 6.2.5 变电室应在醒目位置悬挂维护运行机构、人员和联系方式等信息的标识牌。

6.3 变电设施的选择和布置

- 6.3.1 变压器应选节能型变压器。
- 6.3.2 当采用箱式变电站时, 应根据施工现场环境状况, 其外壳防护等级应符合 GB/T 4208 要求。
- 6.3.3 户外安装的箱式变电站, 其底部距地面的高度不应小于 0.5m。
- 6.3.4 露天或半露天布置的变压器底部距地面不应小于 0.3m; 应设置不低于 1.8m 高的固定围栏或围墙, 外廓与围栏或围墙之间应留有不小于 1m 的巡视检修通道, 并应悬挂明显的警示标识。
- 6.3.5 杆式变压器安装, 其底部距地面应大于 2.5m, 带电部分距地面应大于 3.5m。

6.4 变电装置的安装

- 6.4.1 油浸电力变压器的现场安装及验收应符合 GB 50148 的有关规定。
- 6.4.2 箱式变电站的安装及验收应符合 GB 17467 的有关规定。
- 6.4.3 箱式变电站外壳及箱门应有可靠的保护接地。装有成套仪表和继电器的屏柜、箱门, 应与壳体进行可靠电气连接。
- 6.4.4 户外箱式变电站的进出线孔应封堵。

6.5 变电装置的投运

6.5.1 变电装置安装完毕或检修后，投入运行前，应按照 GB 50150 的规定对其内部的电气设备进行检查和电气试验，合格后方可投入运行。

6.5.2 变压器首次受电投运时，应进行 5 次空载合闸，应无异常情况，第一次合闸持续时间不小于 10min；其余每次时间不小于 5min。

7 配电系统

7.1 一般规定

7.1.1 低压配电系统宜采用三级配电方式：设置总配电箱（柜）、分配电箱、开关箱。

7.1.2 用于消防等重要负荷需由总配电箱专用回路直接供电，并不得接入过载保护和漏电保护器。

7.1.3 消防泵、起重机、施工升降机、拌合站、混凝土输送泵、架桥机等大型设备应设专用开关箱。

7.1.4 施工现场配电线路路径选择应方便线路敷设及维护，做到安全可靠、经济合理。

7.1.5 配电线路的敷设可采用直埋、架空、电缆沟、穿管、沿支架等方式。

7.1.6 供电线缆选型符合下列规定：

- a) 应根据敷设方式、施工现场环境条件、用电设备负荷功率及距离等因素进行选择；
- b) 严禁电缆外附加中性线（N）或保护线（PE）。

7.2 配电室

7.2.1 配电室一般要求：

- a) 配电室应靠近变电室；
- b) 配电室和控制室应能自然采光和自然通风，并应采取防止雨雪和动物进入的措施；
- c) 配电室的建筑物和构筑物的耐火等级不低于二级，室内配置砂箱或可用于扑灭电气火灾的灭火器；
- d) 配电室的门向外开，并配锁；
- e) 配电室应保持整洁，不得堆放任何妨碍操作、维修的杂物。

7.2.2 配电室的布置满足以下要求：

- a) 配电柜侧面的维护通道宽度不小于 1m；配电室的顶棚与地面的距离不低于 3m；配电装置的上端距棚顶距离不低于 0.5m；当成排布置的配电柜长度大于 6m 时，柜后通道应设两个出口；当两出口之间超过 15m 时，中间增加一个出口；配电室的围栏上端与其正上方带电部分的净距不小于 0.075m；
- b) 配电室的正常照明和应急照明应分别设置，配电装置的正上方不应安装照明灯具。

7.2.3 配电柜电源进线回路应装设具有电源隔离、短路保护和过负荷保护功能的装置。

7.2.4 配电柜应装设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。

7.2.5 配电室内母线按相序设置色标，以配电柜正面为参照，其色标应符合表 1 规定。

表1 色标设置

相别	颜色	垂直排列	水平排列	引下排列
L1 (A)	黄	上	后	左
L2 (B)	绿	中	中	中
L3 (C)	红	下	前	右
N (中性线)	淡蓝	—	—	—

7.2.6 配电柜（箱）应统一编号，并应有回路用途标记。

7.2.7 配电柜或配电线路停电维修时，应挂接地线，并应悬挂“有人工作、禁止合闸”停电标志牌。停送电由专人负责。

7.2.8 配电系统回路配置符合以下规定要求：

- a) 总配电箱（柜）、分配电箱的电器应具备正常接通与分断电路，以及短路、过负荷、接地故障保护功能；
- b) 总断路器的额定值应与分路断路器的额定值相匹配；熔断器应选用具有可靠灭弧分断功能的产品；
- c) 总断路器开关的额定值、动作整定值应与其控制回路负荷的额定值、动作整定值相匹配；
- d) 总配电箱（柜）宜装设电压表、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电管理部门的要求。电流表与计费电度表不得共用一组电流互感器。装设电流互感器时，其二次回路应与保护线（PE）有一个连接点，严禁开路；
- e) 开关箱进线应设置总断路器或总熔断器，各分支回路应分离开关（或分熔断器），并设置具有短路、过负荷、剩余动作电流保护功能的电器；
- f) 隔离开关或熔断器应设置于电源进线端，具有明显可见触头分断点；当断路器分断时，能目视断开电源所有进线电源时，可以不设隔离开关或熔断器；
- g) 低压配电系统不宜采用链式配电。当部分用电设备距离供电点较远，而彼此相距很近、容量小的次要设备，可采用链式配电，但每一回路环链设备不宜超过 5 台，其总容量不宜超过 10kW；
- h) 配电系统宜使三相负荷平衡，最大相负荷不宜超过三相负荷平均值的 115%，最小相负荷不宜小于三相负荷平均值的 85%；220V 或 380V 单相用电设备宜接入 220V/380V 三相四线制供电，中性线电流不大于变压器额定电流的 25%。

7.3 配电箱

7.3.1 施工现场应在靠近电源处设总配电箱，总配电箱以下按实际需要设若干分配电箱，分配电箱与开关箱的距离不宜超过 30m。开关箱与其控制的固定式用电设备水平距离不宜超过 3m。

7.3.2 动力配电箱与照明配电箱宜分别设置，当合并设置为同一配电箱时，动力和照明应分路供电，中间用隔板分离；动力开关箱与照明开关箱应分别设置。

7.3.3 用电设备或插座的电源应引自开关箱，当一个开关箱控制多台用电设备或插座时，每控制回路应各设独立的漏电保护器。插座型式应是工业插座，符合 GB/T 11918.1 的有关规定。

7.3.4 户外安装的配电箱，其防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP44，防护门等级不应低于 IP21。

7.3.5 固定式配电箱的中心与地面的垂直距离宜为 1.4m~1.6m，安装应平正、牢固。户外落地安装的配电箱、柜，其底部离地面不应小于 0.2m。移动式配电箱、开关箱应装设在坚固的支架上。其中心点与地面的垂直距离宜为 0.8m~1.6m。

7.3.6 配电箱的电器安装板上应设中性导体（N）和保护导体（PE）汇流排。中性导体（N）应与金属电器安装板绝缘；保护导体汇流排（PE）应与金属电器安装板做电气连接，保护导体（PE）汇流排上的端子数量不应少于进线和出线回路的数量。

7.3.7 配电箱内连接线绝缘层的标识色符合下列规定：

- a) 相导体 L1、L2、L3 应按面对开关时左中右依次为黄色、绿色、红色；
- b) 中性线（N）应为淡蓝色；保护线（PE）应为黄-绿色

7.3.8 配电箱宜装设三相电源指示，开关箱应具备特殊情况下应急断电的功能。

7.3.9 配电箱电缆的进线口和出线口应设在箱体的底面，当采用工业连接器时可在箱体侧面设置。工业连接器配套的插头插座、电缆耦合器、器具耦合器等应符合 GB/T 11918.1 及 GB/T 11918.2 的有关规定。

7.3.10 配电箱、开关箱的进、出线口应配置固定线卡，进出线应加绝缘护套并成束卡固在箱体上，不得与箱体直接接触。

7.3.11 配电箱应按下列顺序操作：

- a) 送电操作顺序为：总配电箱→分配电箱→开关箱；
- b) 停电操作顺序为：开关箱→分配电箱→总配电箱。

7.3.12 配电箱应有名称、编号、系统图及分路标记。

7.3.13 配电箱周围应有足够两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。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场所。否则，应予清除或做特殊防护处理。

7.3.14 配电箱及电器安装板（架）应采用冷轧钢板或阻燃绝缘材料制作，其中开关箱箱体钢板厚度不得小于 1.2mm，总、分配电箱箱体钢板厚度不得小于 1.5mm，箱体内外表面应做防腐处理。

7.3.15 配电箱、开关箱箱体满足下列要求：

- a) 箱体顶板应有防水帽檐；
- b) 箱体正面应有防水型箱体门和操作门。严禁在分配电箱、开关箱箱体背面设置箱体门和操作门；
- c) 箱体门应有封盖锁，并保证封闭严密不变形；操作门应具有开启后能保证自动闭合的功能；
- d) 箱体门门框应有防水槽；
- e) 动力与照明分配电箱可设计成联体形，照明电源线从动力开关上端引入。应实行动力和照明配电分路设置，动力和照明配电系统之间用隔板分开，并各自有独立的箱体门和操作门。严禁动力与照明设计在同一开关箱内；
- f) 配电箱、开关箱制成品，在箱体门的内侧应牢固地附上电器配置系统接线图；在箱体门的外侧显著位置牢固地附上生产厂家标牌。标牌应包括如下内容：
 - 1) 生产厂家标志；
 - 2) 生产厂家名称；
 - 3) 箱体名称、用途；
 - 4) 箱体编号、生产日期。
- g) 配电箱的进线和出线应成束卡固定在箱体上，不得与箱体直接接触。严禁承受外力、与金属尖锐断口、强腐蚀介质和易燃物接触。

7.3.16 电气元件的选择符合下列规定：

- a) 总配电箱
 - 1) 当总路设置总漏电保护器时，还应装设总隔离开关、总断路器或总熔断器。当所设总漏电保护器同时具备短路、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) 各分路应设置分路漏电保护器，还应装设分路断路器或分路熔断器。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；
 - 3) 隔离开关应设置于电源进线端，应采用分断时具有可见分断点，并能同时断开电源所有极的隔离电器。如采用分断时具有可见分断点的断路器，可不另设隔离开关；
 - 4) 漏电保护器装设在负荷侧；
 - 5) 熔断器应选用具有可靠灭弧分断功能的产品；
 - 6) 总开关电器的额定值、动作整定值应与分路开关电器的额定值、动作整定值相适应；
 - 7) 总配电箱宜装设电压表、总电流表、电度表。
- b) 分配电箱
 - 1) 分配电箱各分支回路应设置具有电源隔离、短路、过负荷、接地故障保护功能的电器；
 - 2) 选择装设熔断器时应选用具有可靠灭弧分断功能的产品；
 - 3) 开关电器的额定值、动作整定值应与分路开关电器的额定值、动作整定值相适应。
- c) 开关箱
 - 1) 开关箱进线应设置总断路器，各分支回路应设置具有短路、过负荷、漏电保护功能的漏电保护器；
 - 2) 开关箱中的隔离开关只可直接控制照明电路和容量不大于 3.0kW 的动力电路，但不应频繁操作。容量大于 3.0kW 的动力电路应采用断路器控制，操作频繁时还应附设接触器或其他启动控制装置。
- d) 漏电保护器的选择、安装和运行应符合 GB/T 6829 和 GB 13955 的有关规定。

- 7.3.17 当配电系统设置多级漏电保护时，各级之间应有保护性配合，并符合下列规定：
- 开关箱中的剩余电流保护器的额定动作电流不应大于 30mA，分断时间不应大于 0.1s；
 - 当配电箱中装设漏电保护器时，其额定动作电流不应小于开关箱漏电保护值的 3 倍，分断时间不应大于 0.3s；
 - 当总配电箱中装设漏电保护器时，其额定动作电流不应小于配电箱中漏电保护值的 3 倍，分断时间不应大于 0.5s。
- 7.3.18 当使用变频用电设备时宜选用抗干扰型漏电保护器。
- 7.3.19 漏电保护器每天使用前应启动试验按钮试跳一次，试跳不正常时不得使用。

7.4 配电线路

7.4.1 施工现场配电线路路径选择符合下列规定：

- 应结合施工现场规划及布局，在满足安全要求的条件下，使电缆线路较短、方便线路敷设、接引及维护；
- 应避免过热、腐蚀以及存储易燃易爆的仓库等影响线路安全运行的区域；避开施工桩位、管涵等带来二次迁移线路的施工场所；
- 宜避开易遭受机械性外力的交通、吊装、挖掘作业频繁场所，以及河道、低洼、易受雨水冲刷的地段；
- 高墩台、高塔施工电缆的敷设路径，可利用塔式起重机的标准节或施工电梯的标准节固定；
- 电缆垂直敷设应充分利用在建工程的竖井、垂直孔洞等，并宜靠近用电负荷中心；
- 上述条件无法满足时，应采用相应的安全防护措施；
- 配电线路中每一相宜采用一根电缆。在线路中每一相内采用多根单芯电缆并联使用时，所有的电缆应具有相同的路径和相等的截面，而且，属于同一相的电缆应尽量与其他相的电缆交替敷设，以免使电流的分配不均匀。例如，在每相中有两根电缆时，其正确与错误的排列次序见图 1 与图 2：

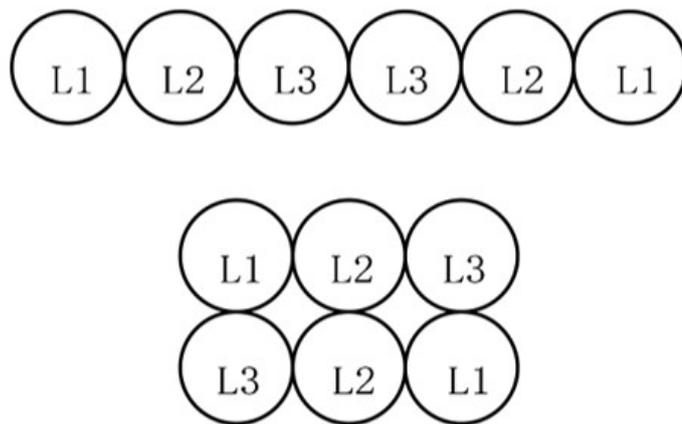


图1 每相中有两根电缆的正确排列次序

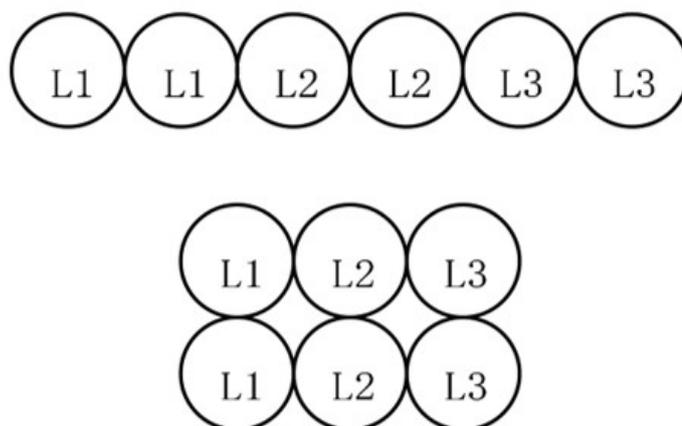


图2 每相中有两根电缆的错误排列次序

采用多芯电缆并联使用时，并联电缆的型号规格和长度应保持一致，多根多芯电缆中的相同色序线芯并联。

7.4.2 配电线路的敷设方式符合下列规定：

- a) 应根据施工现场的环境特点，以满足线路安全运行、便于维护和拆除的原则来选择，敷设方式应避免受到机械性的损伤或其他损伤；高边坡、场（厂）区、站区、钢筋加工场内宜采用电缆直埋敷设。在敷设路径上设置电缆走向标识桩；
- b) 临时用电电缆可采用直埋、架空和沿支架等方式进行敷设；对不利于电力架空的线路走廊或通道，宜采用沿施工便道直埋的敷设方式，埋深 0.7m 以上，同时设置一定数量电缆标识牌。从陆上向水上供电电缆宜沿栈桥搭设支架敷设，且应采取防护措施，避免施工机械或人为损伤；
- c) 不应敷设在树木上或直接绑挂在金属构架和金属脚手架上；
- d) 直埋敷设的电缆尽量避开重型车辆通过处，过道路及其他易造成电缆损伤处应采取相应的防护措施；
- e) 不应接触潮湿地面或接近热源。

7.4.3 架空线路采用的器材符合下列规定：

- a) 施工现场架空线路应采用架空绝缘电缆；
- b) 架空线路应满足机械强度要求，绝缘铜线截面不小于 10mm^2 ，绝缘铝线截面不小于 16mm^2 。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 16mm^2 ，绝缘铝线截面不小于 25mm^2 ；
- c) 架空线宜采用钢筋混凝土杆，钢筋混凝土杆不得有露筋、掉块等明显缺陷。

7.4.4 电杆埋设符合下列规定：

- a) 电杆埋设深度宜为杆长的 $1/10$ 加 0.6m。回填土应分层夯实。当电杆埋设在土质松软、流砂、地下水位较高的地带时，宜加大埋入深度或采取加固杆基措施；遇有水流冲刷地带宜加围桩或围台；
- b) 电杆组立后，回填土时应将土块打碎，每回填 0.5m 应夯实一次，水坑回填前，应将坑内积水淘净；回填土后的电杆基坑应有防沉土台，培土高度应超出地面 0.3m。

7.4.5 施工现场架空线路的档距不宜大于 40m。

7.4.6 架空线路应有短路保护和过载保护。

7.4.7 拉线的设置符合下列规定：

- a) 拉线应采用镀锌钢绞线，最小规格应不小于 35mm^2 ；
- b) 拉线坑的深度不应小于 1.2m，拉线坑的拉线侧应有斜坡；

- c) 拉线应根据电杆的受力情况装设，拉线与电杆的夹角不宜小于 45° ，当受到地形限制时不得小于 30° ；
- d) 拉线从导线之间穿过时应装设拉线绝缘子，在拉线断开时，绝缘子对地距离不得小于 2.5m；
- e) 因受地形环境限制不能装设拉线时，可采用撑杆代替拉线，撑杆埋深不得小于 0.8m，其底部应垫底盘或石块。撑杆与电杆的夹角宜为 30° 。

7.4.8 架空线路导线相序排列符合下列规定：

- a) 1kV~10kV 线路：面向负荷从左侧起，导线排列相序应为 L1、L2、L3；
- b) 1kV 以下线路：面向负荷从左侧起，导线排列相序应为 L1、N、L2、L3、PE；
- c) 1kV 以下线路动力、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为 L1、L2、L3；下层横担面向负荷从左侧起为 L1、(L2、L3)、N、PE。

7.4.9 架空线路的线间距不得小于 0.3m，靠近电杆的两导线的间距不得小于 0.5m。

7.4.10 架空线路横担间的最小垂直距离不得小于表 2 所列数值；横担宜采用角钢，低压铁横担角钢应按表 3 选用；横担长度应按表 4 选用。

表2 横担间的最小垂直距离

单位为米

排列方式	直线杆	分支或转角杆
6-10kV 与 1kV 以下	1.2	1.0
1kV 以下与 1kV 以下	0.6	0.3

表3 低压铁横担角钢选用

导线截面 mm^2	直线杆	分支或转角杆	
		二线及三线	四线及以上
16、25、35、50	L50×5	2×L50×5	2×L63×5
70、95、120	L63×5	2×L63×5	2×L70×6

表4 横担长度选用

单位为米

横担长度		
二线	三线、四线	五线
0.7	1.5	1.8

7.4.11 架空线路与邻近线路或固定物的距离应符合表 5~表 9 的规定。

表5 导线与地面的最小距离

单位为米

线路经过地区	线路电压		
	35kV	3~10kV	<3kV
居民区	7.0	6.5	6.0
非居民区	6.0	5.5	5.0
交通困难地区	5.0	4.5	4.0

表6 导线与建筑物的最小距离

单位为米

线路经过地区	线路电压		
	35kV	3~10kV	<3kV
导线跨越建筑物垂直距离（最大计算弧垂）	4.0	3.0	2.5
导线跨越建筑物水平距离（最大计算风偏）	3.0	1.5	1.0
注：架空线路不应跨越屋顶为易燃材料的建筑物，对其他建筑物也应尽量不跨越。			

表7 导线与街道行道树间的最小距离

单位为米

线路电压	35kV	3~10kV	<3kV
最大计算弧垂情况下的垂直距离	3.0	1.5	1.0
最大计算弧垂情况下的水平距离	3.5	2.0	1.0

表8 架空线路与铁路、道路等交叉或接近的最小距离

单位为米

项目		铁路			公路和道路	电车（有轨及无轨）				
最小垂直距离	线路电压	至标准轨	至窄轨	至承力索或	至路面	至路面	至承力索或			
	kV	顶	顶	接触线						
	35	7.5	7.5	3.0				7.0	10.0	3.0
	3~10	7.5	6.0	3.0				7.0	9.0	3.0
<3	7.5	6.0	3.0	6.0	9.0	3.0				
最小水平距离	线路电压	杆塔外缘至轨道中心			杆塔外缘至	杆塔外缘至路基边缘				
	kV				路基边缘					
	35	平行：最高杆（塔）高加 3 m			5.0	5.0				
	≤10				0.5	0.5				

表9 架空线路与河流、架空线路、管道等交叉或接近的最小距离

单位为米

项目		通航河流		架空明线 弱电线路	电力线路	特殊管道	一般管 道、索道
最小 垂直 距离	线路电压 kV	至常年高 水位	至最高航 行水位的 最高船桅 顶	至被跨越 线	至被跨越 线	至管道任 何部分(导 线在上)	至管道、 索道任何 部分(导 线在上)
	35	6.0	2.0	3.0	3.0	4.0	3.0
	3~10	6.0	1.5	2.0	2.0	3.0	2.0
	<3	6.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
最小 水平 距离	线路电压 kV	边导线至斜坡上缘		边导线间	边导线间	边导线至特殊管道、一 般管道、索道任何部分	
	35	最高杆(塔)高		4.0	5.0	4.0	
	3~10			2.0	2.5	2.0	
<3	1.0			2.5	1.5		

7.4.12 架空线路穿越道路处应在醒目位置设置最大允许通过高度警示标识。

7.4.13 架空线路在跨越道路、河流、电力线路档距内不应有接头。

7.4.14 架空线路绝缘子应按下列原则选择：

- a) 直线杆或转角合力不大的采用针式绝缘子；
- b) 耐张杆、终端杆或转角杆采用悬式与蝶式绝缘子。

7.4.15 直埋线路的敷设符合下列规定：

- a) 在地下管网较多、可能产生滑坡或较频繁开挖的地段不宜直埋；
- b) 直埋电缆应沿道路或建筑物边缘埋设，并宜沿直线埋设，直线段每隔 20m 处、转弯处和中间接头处应设电缆走向标识桩；
- c) 电缆直埋时，其表面距地面的距离不宜小于 0.7m；当位于行车道或耕地下时，应适当加深，且不宜小于 1m，电缆上、下、左、右侧应铺以软土或砂土，其厚度及宽度不得小于 100mm，上部应覆盖硬质保护层，回填土应分层夯实。直埋敷设于冻土地区时，电缆宜埋入冻土层以下，当无法深埋时，可在土壤排水性好的干燥冻土层或回填土中埋设；
- d) 直埋电缆的接头处应采取防水、防机械损伤措施，并应绝缘良好，中间接头不得浸泡在水中，并应远离易燃、易爆、易腐蚀场所；
- e) 直埋电缆在穿越建筑物、构筑物、道路，易受机械损伤、腐蚀介质场所及引出地面 2.0m 高至地下 0.2m 处，应加设防护套管。防护套管应固定牢固，端口应有防止电缆损伤的措施，其内径不应小于电缆外径的 1.5 倍，多根电缆不得穿同一防护套管，防护套管应使用铝、塑料等非磁性材料。当开关箱至设备之间的电缆不能埋地敷设时，应采用电缆保护槽或穿套管保护；
- f) 直埋电缆与外电线路电缆、其他管道、道路、建筑物等之间平行和交叉时的最小距离应符合表 10 的规定，当距离不能满足表 10 的要求时，应采取穿管、隔离等防护措施。

表10 电缆之间，电缆与管道、道路、建筑物之间平行和交叉时的最小距离

单位为米

电缆直埋敷设时的配置情况		平行	交叉
施工现场电 缆与外电线 路电缆	10kV 及以下电力电缆	0.1	0.5
	10kV 以上电力电缆	0.25	0.5
	不同部门使用的电缆	0.5	0.5
电缆与地下管沟	热力管沟	2.0	0.5
	油管或易（可）燃气管道	1.0	0.5
	其他管道	0.5	0.5
电缆与建筑物基础		0.6	---
电缆与道路边、树木主干、1kV 以下架空线电杆		1.0	---
电缆与 1kV 以上架空线杆塔基础		4.0	---

7.4.16 以支架方式敷设的电缆线路符合下列规定：

- a) 电缆敷设的支架宜采用绝缘、耐腐蚀的材料，当采用金属支架时，金属支架应可靠接地；
- b) 固定点间距应保证电缆能承受自重及风雪等带来的荷载；
- c) 电缆线路应固定牢固，绑扎线应使用绝缘材料；
- d) 沿构、建筑物水平敷设的电缆线路，距地面高度不宜小于 2.5m；
- e) 垂直引上敷设的电缆线路，固定点每楼层或每 3m 不得少于 1 处；
- f) 在多层（或分侧）支架上敷设电缆时，不同电压等级的电缆应分侧、分层敷设。

7.4.17 沿墙面或地面敷设电缆线路符合下列规定：

- a) 电缆线路宜敷设在人不易触及的地方；
- b) 电缆线路敷设路径应有醒目的警告标识；
- c) 沿地面明敷的电缆线路应避开易受机械损伤的区域，同时采取穿钢管等防机械损伤的措施；
- d) 在电缆敷设路径附近，有损伤电缆危险源时，应采取防护措施。

7.4.18 电缆沟内敷设电缆线路符合下列规定：

- a) 电缆沟沟壁、盖板及其材质构成，满足承受荷载和适合现场环境耐久的要求；
- b) 电缆沟有排水措施。

7.4.19 临时设施的室内配线符合下列规定：

- a) 室内配线在穿过楼板或墙壁时应用绝缘保护管保护；
- b) 明敷线路应采用护套绝缘电缆或导线，且应固定牢固，塑料护套线不应直接埋入抹灰层内敷设；
- c) 当采用无护套绝缘导线时应穿管或线槽敷设。

7.4.20 水下电缆线路敷设符合下列规定：

- a) 电缆敷设于水下，应采用水下电缆敷设，水下电缆的敷设方法和放缆船的选择由电缆的型号、电缆长度、水深、流速及水下地形等因素决定；
- b) 水下电缆的选择：
 - 1) 江、河、湖、海水下临时施工用电缆，应采用钢丝铠装的结构和增强型双层 MDPE 或 HDPE 外护层，钢丝铠装应满足受力条件；

- 2) 用于水下的电缆所有绝缘线芯外应有 PE 护套或金属复合带和 PE 护套一起组成的径向防水构造；中、高压水下电缆还宜具有纵向阻水构造。水深不大于 30m 时，推荐采用型号 FS-HYJYY333（粗钢丝双层外护套型），水深大于 30m 时，推荐采用型号 FS-HYJYY433（粗钢丝双层外护套型）。
- c) 水下电缆路径的选择，应满足电缆不易受机械性损伤、能实施可靠防护、敷设作业方便、经济合理等要求，可以适当增加铠装钢丝直径或外护层厚度，电缆敷设宜在流速较缓、岸边不易被冲刷、少有沉锚和拖网渔船活动的水域；
- d) 水下电缆应能有效防止电缆折弯或打圈，不得悬空于水中，应敷设于水底。在通航水道等需防范外部机械损伤的水域，电缆应埋置于水底适当深度；
- e) 水下电缆相互间严禁交叉、重叠，相邻的电缆应保持足够的安全距离，电缆相互间距在主干道内不宜小于平均最大水深的 1.2 倍，在非通航的流速未超过 1m/s 的河流中，同回路单芯电缆相互间距不得小于 0.5m，不同回路电缆间距不得小于 5m。水下电缆与工业管道之间的水平距离不宜小于 50m；受条件限制时不得小于 15m；
- f) 水下电缆敷设时宜采用 S 弯曲路径，以适应河（海）床地形，同时，满足因水流冲刷引起的下沉变化需要；
- g) 水下电缆引至岸上的区段，应有适合敷设条件的防护措施，岸边稳定时，应采用保护管、沟槽敷设，岸边未稳定时，应适当预留备用长度的电缆。水下电缆的两岸，应设有醒目的警告标志。
- 7.4.21 隧道施工配电设置符合下列规定：
- a) 隧道施工用电应按设计要求设置双电源或自备电源。自备发电机组与外电线路应电源连锁，严禁并列运行；
- b) 隧道供电线路布置和安装符合下列规定：
- 1) 隧道内施工地段的临时用电线路应采用橡套电缆或胶皮绝缘导线，竖井应使用钢丝铠装电缆；
 - 2) 瓦斯地段的输电线路在穿过隔离物时，应使用防火密封材料充分填充电缆与隔离物之间的间隙，电缆应沿侧壁铺设，不得悬空架设；
 - 3) 照明和动力电线路安装在同一侧时，应分层架设。线缆悬挂高度应为：400V 电压线路不小于 2.5m，6kV~10kV 电压线路不小于 3.5m；
 - 4) 涌水隧道的电动排水设备、瓦斯隧道的通风设备以及斜井、竖井内的电气装置应采用双回路输电或应急电源，并有可靠的切换装置和防爆措施；
 - 5) 36V 低压变压器应设在安全、干燥处，机壳接地，输电线路长度不应大于 100m；
 - 6) 动力干线上的每一分支线，应装设负荷开关装置。严禁在动力线路上加挂照明设施。
- c) 隧道设置变电站，符合下列要求：
- 1) 短隧道变压器应设置在洞口，再低压进洞，洞外变电站应设置防雷击和防风装置等保证安全的措施；
 - 2) 长隧道成洞地段用 6kV~10kV 高压电缆送电，洞内设置 6~10kV 变电站，宜采用干式变压器，并应有隔离防护、灯光的安全措施。变电站周围应装设防护遮拦和警示灯，悬挂“禁止攀登，高压危险”安全警示牌；
 - 3) 变电站宜设置在干燥的避车洞或不使用的横通道内，变压器与周围及上下洞壁的最小距离不得小于 300mm。
- d) 成洞隧道段每隔 30m 及横通道口处设置一盏应急灯，应急灯宜固定在洞壁距地面 3.5m 高处；
- e) 隧道电缆的安装符合下列规定：
- 1) 在竖井内悬挂不大于 6m，在正洞、平导、横洞和斜井内悬挂不大于 3m；
 - 2) 输电线路不应与通风管、水管设置在同一侧。当受条件限制，设置需敷设在同一侧时，应敷设在管路的上方，其间距应大于 0.3m；
 - 3) 高、低压电力电缆敷设在同一侧时，其间距应大于 0.1m；
 - 4) 照明和动力线路安装在同一侧时应分层架设。

- f) 瓦斯工区电缆应选用铠装聚氯乙烯电缆、不延燃橡套电缆或矿用塑料电缆，应采用铜芯；变压器应选用干式变压器；移动或手持式电气设备的电缆，应采用专用的不延燃橡套电缆；
- g) 电缆的连接符合下列要求：
- 1) 电缆与电气设备连接，应使用与电气设备的防爆性能相符合的接线盒。电缆芯线应使用齿形压线板与电气设备连接；
 - 2) 在高瓦斯工区和瓦斯突出工区内，电缆之间接线盒应采用防爆型。
- h) 涌水隧道的电力排水设备、高瓦斯工区和瓦斯突出工区供电应配置备用应急电源。

8 电气设施的防护

8.1 外电线路的防护

8.1.1 在建工程不得在外电架空线路保护区内搭设生产、生活等临时设施或堆放构件、架具、材料及其他杂物等。

8.1.2 当需在外电架空线路保护区内施工或作业时，应在采取安全措施后进行。

8.1.3 施工现场道路设施等与外电架空线路的最小距离应符合表 11 的规定。

表11 施工现场道路设施等与外电架空线路的最小距离

单位为米

类别	距离	外电线路电压等级			
		<1kV	1~10kV	35~220kV	330~500kV
施工道路与外电架空线路	跨越道路时距路面最小垂直距离	6.0	7.0	8.0	14.0
	沿道路边敷设时距离路沿最小水平距离	0.5	1.0	5.0	8.0
临时建筑物与外电架空线路	最小垂直距离	——	5.0	8.0	14.0
	最小水平距离	——	4.0	5.0	8.0
在建工程脚手架与外电架空线路最小水平距离		4.0	6.0	10.0	15.0
各类施工机械外缘与外电架空线路最小距离		1.5	2.0	6.0	8.5

8.1.4 施工现场开挖沟槽边缘与外电埋地电缆沟槽边缘之间的距离不得小于 0.5m，当可能导致外电电缆沟槽滑移时，应采取加固措施。

8.1.5 当达不到本文件第 8.1.3 条中的规定时，应采取隔离防护措施，并悬挂醒目的警告标志。防护设施的搭设和拆除符合下列规定：

- a) 架设防护设施时，应采用线路暂时停电或其他可靠的安全技术措施，并应有电气专业技术人员和专职安全人员监护；
- b) 防护设施与外电架空线路之间的安全距离不应小于表 12 所列数值；

表12 防护设施与外电架空线路之间的最小安全距离

外电架空线路电压等级 (kV)	单位为米					
	≤10	35	110	220	330	500
防护设施与外电架空线路之间的最小安全距离	2.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0

c) 防护设施应坚固、稳定,且对外电架空线路的隔离防护等级不应低于外壳防护等级(IP 代码)IP2X。

8.1.6 当本文件第 8.1.5 条规定的防护措施无法实现时,应采取停电、迁移外电架空线路或改变工程位置等措施,未采取上述措施的严禁施工。

8.1.7 在外电架空线路附近开挖沟槽时,应采取加固措施,防止外电架空线路电杆倾斜、悬倒。对于外电架空线路重点部位,可采用红外线等先进技术防止机械设备侵入,保护线路安全。

8.2 用电设施的防护

8.2.1 电气设备现场周围不得存放易燃易爆物、污源和腐蚀介质,否则应予清除或做防护处置。

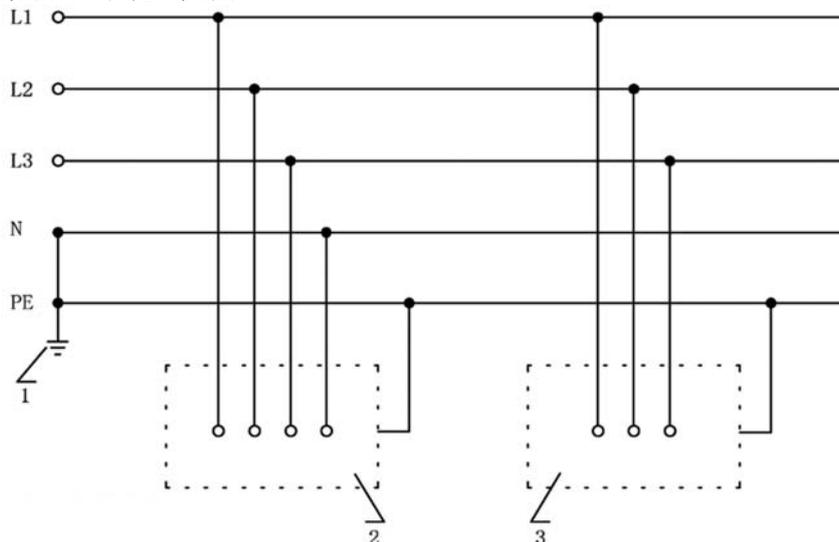
8.2.2 海上、江中、腐蚀性等恶劣环境中的电气设备的防护等级应与环境条件相适应。

8.2.3 电气设备设置应避免物体打击和机械损伤,否则应做好防护处置。

9 接地与防雷

9.1 接地

9.1.1 当施工现场采取低压侧为 220V/380V 中性点直接接地的变压器供电时,应采取 TN-S 系统(见图 3)。当施工现场与外电线路共用同一供电系统时,电气设备的保护系统形式应与原系统保持一致:当施工现场电源引自 TN 系统的变压器时,应采用 TN-C-S 系统(见图 4);当施工现场电源引自 TT 系统的变压器时,应采取 TT 系统(见图 5)。



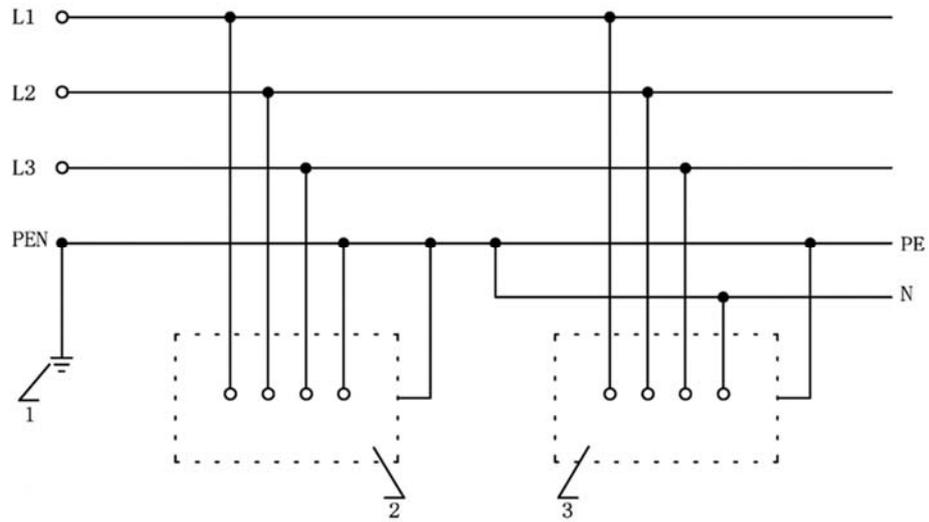
标引序号说明:

1——电源端接地点;

2——外露可导电部分;

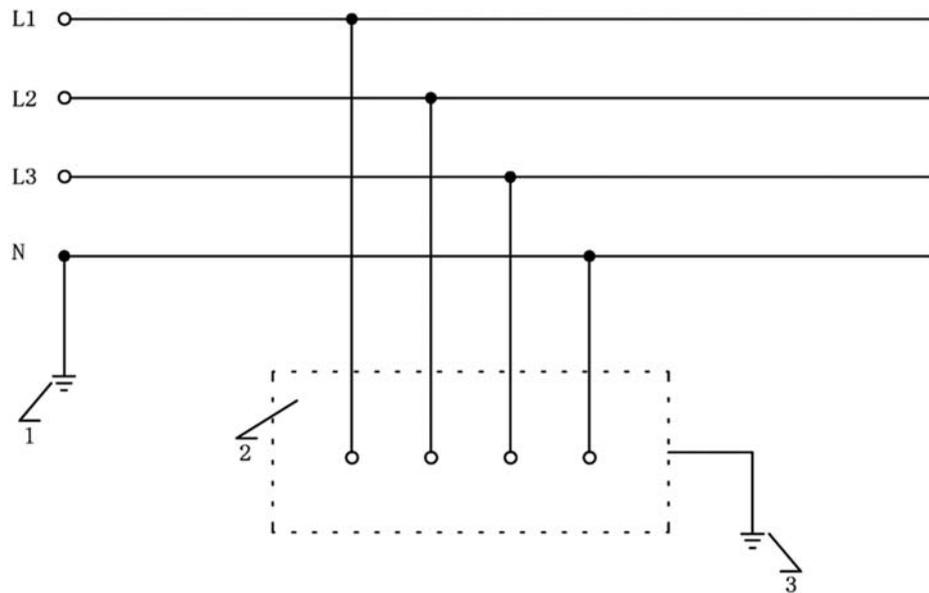
3——外露可导电部分。

图3 TN-S 系统



标引序号说明：
 1——电源端接地点；
 2——外露可导电部分；
 3——外露可导电部分。

图4 N-C-S 系统



标引序号说明：
 1——电源端接地点；
 2——外露可导电部分；
 3——PE接地装置。

图5 TT 系统

9.1.2 TN-S 系统，即：系统中性点直接接地，电气装置的外露可导电部分通过保护导体（PE）与该接地点相连接，整个系统的中性导体（N）和保护导体（PE）是分开的（见图 2）。TN-S 系统符合下列规定：

- a) 总配电箱、分配电箱及线路终端，其保护导体（PE）应做重复接地，接地电阻阻值不宜大于 $10\ \Omega$ ；
- b) 在 TN 系统中，通过总漏电保护器的中性导体（N）与保护导体（PE）之间不得再做电气连接；
- c) 保护导体（PE）和相导体的材质应相同，保护导体（PE）的最小截面积应符合表 13 的规定。

表13 保护导体（PE）的最小截面积

单位为立方毫米

相线截面积	保护导体（PE）最小截面积
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

9.1.3 TN-C-S 系统，即：在装置的受电点将保护接地中性导体（PEN）分离成保护导体（PE）和中性导体（N）的三相四线制的系统，（见图 4）TN-C-S 系统符合下列规定：

- a) 在总配电箱处应将保护接地中性导体（PEN）分离成中性导体（N）和保护导体（PE）；
- b) 在总配电箱处保护导体（PE）汇流排应与接地装置直接连接；保护接地中性导体（PEN）应先接至保护导体（PE）汇流排，保护导体（PE）汇流排和中性导体（N）汇流排应跨接；跨接线的截面积不应小于保护导体（PE）汇流排的截面积。

9.1.4 TT 系统符合下列规定：

- a) 电气设备外露可导电部分应单独设置接地极，且不应与变压器中性点的接地极相连接；
- b) 每一回路应装设漏电保护器；
- c) 中性线（N）不得做重复接地；
- d) 接地电阻值应符合下式的规定：

$$R_A \leq 25V/I_a$$

式中：

I_a ——使保护电器自动动作的电流（A）；

R_A ——接地极和外露可导电部分的保护导体（PE）电阻值和（ Ω ）。

9.1.5 当高压设备的保护接地与变压器的中性点接地分开设置时，变压器中性点接地的接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ ；当受条件限制高压设备的保护接地与变压器的中性点接地无法分开设置时，变压器中性点的接地电阻不应大于 $1\ \Omega$ 。

9.1.6 下列电气装置的外露可导电部分和装置外可导电部分均应做可靠接地：

- a) 电机、变压器、盾构机械、照明灯具、手持式电动工具等 I 类电气设备的金属外壳、基础型钢、与该电气设备连接的金属构架及靠近带电部分的金属围栏；
- b) 配电柜与控制柜的金属框架，电缆的金属外皮和电力线路的金属保护管、接线盒；
- c) 配电装置的金属箱体、框架及靠近带电部分的金属围栏和金属门；
- d) 电力线路的金属保护管、敷线的钢索、起重机的底座和轨道、滑升模板金属操作平台等；
- e) 安装在电力线路杆（塔）上的开关、电容器等电气装置的金属外壳及支架；
- f) 金属电缆桥架、支架和井架；
- g) 装有避雷线的电力线路杆塔；
- h) 装在配电线路杆上的电力设备；
- i) 在非沥青地面的居民区内，不接地、经消弧线圈接地和高电阻接地系统中的无避雷线的架空电力线路的金属杆塔和钢筋混凝土杆；
- j) 承载电气设备的构架和金属外壳；
- k) 发电机中性点柜外壳、发电机出线柜、封闭母线的外壳及其他裸露的金属部分；
- l) 气体绝缘全封闭组合电器（GIS）的外壳接地端子和箱式变电站的金属箱体；
- m) 电热设备的金属外壳；
- n) 铠装控制电缆的金属护层；
- o) 互感器的二次绕组。

电气装置的下列金属部分可不接地：

- a) 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；
- b) 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等；
- c) 安装在已接地金属构架上的设备，如穿墙套管等；
- d) 额定电压为 220V 及以下的蓄电池室内的金属支架。

9.1.7 当采用隔离变压器时，二次侧不得接地。

9.1.8 特殊环境下的接地规定：

- a) 在有静电的施工现场内，对集聚在机械设备上的静电应采取接地泄漏措施。每组专设的静电接地体的接地电阻不应大于 $100\ \Omega$ ，高土壤电阻率地区不应大于 $1000\ \Omega$ ；
- b) 易燃、易爆区域内的金属构件应可靠接地。当区域内装有用电设备时，接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ ；
- c) 施工现场配置的施工用氧气、乙炔管道，应在始端、末端、分支处以及直线段每隔 50m 处安装防静电接地装置，相邻平行管道之间，应每隔 20m 用金属线相互连接。管道接地电阻不应大于 $30\ \Omega$ 。

9.1.9 接地装置的敷设符合下列要求：

- a) 人工接地体的顶面埋深不宜小于 0.6m；
- b) 人工垂直接地体宜采用热浸镀锌圆钢、角钢、钢管，长度宜为 2.5m；人工水平接地体宜采用热浸镀锌的扁钢或圆钢；圆钢直径不应小于 12mm；扁钢、角钢等型钢截面不应小于 90mm^2 ，其厚度不应小于 3mm；钢管壁厚不应小于 2mm；人工接地体不得采用螺纹钢和铝材；
- c) 人工垂直接地体的埋设间距不宜小于 5m；
- d) 接地装置的焊接应采用搭接焊接，搭接长度应符合下列要求：
 - 1) 扁钢与扁钢搭接为其宽度的 2 倍，不应少于三面施焊；
 - 2) 圆钢与圆钢搭接为其直径的 6 倍，应双面施焊；
 - 3) 圆钢与扁钢搭接为圆钢直径的 6 倍，应双面施焊；
 - 4) 扁钢与钢管，扁钢与角钢焊接，应紧贴 $3/4$ 钢管表面或角钢外侧两面，上下两侧施焊；
 - 5) 除埋设在混凝土中的焊接接头以外，焊接部位应做防腐处理。
- e) 当利用自然接地体接地时，应保证其有完好的电气通路；
- f) 接地线应直接接至配电箱保护导体 (PE) 汇流排；接地线的截面应与水平接地体的截面相同；
- g) 保护导体 (PE) 上严禁装设开关或熔断器；
- h) 严禁利用输送可燃液体、可燃气体或爆炸性气体的金属管道作为电气设备的接地保护导体 (PE)。

9.1.10 移动式发电机系统接地应符合电力变压器工作接地的要求。下列情况可不另做保护接地：

- a) 移动式发电机和用电设备固定在同一金属支架上，且不供给其他设备用电时；
- b) 不超过 2 台的用电设备由专用的移动式发电机供电，供、用电设备间距不超过 50m，且供、用电设备的金属外壳之间有可靠的电气连接时。

9.2 防雷

9.2.1 位于山区或多雷地区的变电所、箱式变电站、配电室应装设防雷装置；高压架空线路及变压器高压侧应装设避雷系统；自室外引入有重要电气设备的办公室的低压线路宜装设电涌保护器。

9.2.2 施工现场和临时生活区的高度在 20m 及以上的钢脚手架、幕墙金属龙骨、正在施工的建筑物以及塔式起重机、桩机、施工升降机、井字架、高大机具、烟囱、水塔等设施，均应设有防雷保护措施；当以上设施在其他建筑物或设施的防雷保护范围之内时，可不再设置。

9.2.3 机械设备或设施的防雷引下线可利用该设备或设施的金属结构体，但应保证电气连接；设有防雷保护措施的机械设备，所有固定的动力、控制、照明、信号及通信路线，宜采用钢管敷设，且金属管路应与设备的金属结构体做电气连接；做防雷接地机械上的电气设备，所连接的 PE 线应同时做重复接

地，机械设备的防雷接地与电气设备的保护接地可共用同一接地体，但接地电阻应符合重复接地电阻值的要求。有特殊要求的接地，如弱电系统、计算机系统及中压系统，为中性点直接接地或经小电阻接地时，接地电阻应小于 $1\ \Omega$ 。

9.2.4 施工现场内所有防雷装置引下线的冲击接地电阻不得大于 $30\ \Omega$ 。

9.2.5 机械设备上的避雷针（接闪器）长度应为 $1\text{m}\sim 2\text{m}$ 。塔式起重机可不另设避雷针（接闪器）。

9.2.6 施工现场最高机械设备上的避雷针（接闪器）的保护范围能覆盖其他设备，且又最后退出现场，则其它设备可不设防雷装置。

9.2.7 防雷接地引下线敷设在人员停留或经过的区域时，为防止跨步电压和旁侧闪络电压对人员造成伤害，应采取下列一种或多种措施：

- a) 外露引下线在高 2.7m 以下部分穿厚度不小于 3mm 的交联聚乙烯管；
- b) 设立阻止人员的护栏或警示牌，护栏与引下线水平距离不小于 3m 。

10 电动施工机械

10.1 一般规定

10.1.1 施工场所使用的电动施工机具应符合国家强制认证标准规定，且具有产品合格证和使用说明书。

10.1.2 施工场所使用的电动施工机具的防护等级应与施工现场的环境相适应。

10.1.3 电动施工机具的电源线应按其计算负荷选用橡皮护套绝缘铜芯软电缆。电缆芯线数应根据负荷及其控制电器的相数和线数确定：三相四线时，应选用五芯电缆；三相三线时，应选用四芯电缆；当三相用电设备中配置有单相用电器具时，应选用五芯电缆；单相二线时，应选用三芯电缆（II类设备选用两芯电缆）。

10.1.4 露天使用电动施工机具的电气装置应具有良好的防雨和防潮性能和采取有效防雨防潮措施。

10.1.5 电动施工机具应与保护导体（PE）可靠连接。保护导体（PE）应由系统接地线、总配电箱电源侧中性导体（N）或总漏电保护器电源中性线（N）处引出，电气设备的金属外壳必应与保护导体（PE）连接。

10.1.6 电动施工机具在多灰尘和潮湿环境或易触及人体的场所长期作业，应采用封闭型低压电器。

10.1.7 电动施工机具在易燃、易爆或腐蚀性气体场所作业，应采用防爆型。

10.1.8 电动施工机具进行清理、检查、维修时，应首先将其开关箱断电，呈现可见电源分断点，并关门上锁。

10.1.9 施工场所使用的电动施工机具应定期检查和维修保养，存在缺陷或其电气绝缘电阻小于 $0.5\text{M}\Omega$ ，严禁使用。

10.1.10 变频电动施工机械，应选用专用开关箱供电，选用 B 型剩余电流保护器，电缆应选用变频专用电缆，变频专用电缆应单独敷设，电缆屏蔽网应作接地处理。

10.2 可移式和手持式电动工具

10.2.1 施工现场使用手持式电动工具应符合 GB/T 3787 的有关规定。

10.2.2 可移式和手持式电动工具的选用符合下列规定：

- a) 一般施工场所可选用 I 类或 II 类电动工具，I 类电动工具金属外壳与保护导体（PE）应可靠连接；为其供电的开关箱中漏电保护器的额定剩余电流动作值不应大于 30mA ，额定剩余电流动作时间不应大于 0.1s ；
- b) 潮湿、泥泞、导电良好的地面，狭窄的导电场所应选用 II 类或 III 类电动工具；
- c) 导电良好的地面、狭窄的导电场所使用的 II 类电动工具的漏电保护器、III 类电动工具的安全隔离变压器及其开关箱和配电箱应设置在作业场所外面。在狭窄的导电场所作业时应有人在外面监护。若选用金属外壳 II 类手持式电动工具，应在电气线路中采用额定剩余动作电流不大于 15mA ，额定剩余电流动作时间不应大于 0.1s 漏电保护器；
- d) 不宜在易燃液体、气体或粉尘的环境下操作电动工具。

10.2.3 可移式和手持式电动工具使用前应检查外壳、手柄、插头、开关、电源线、防护装置等完好无损，并进行空载运转，正常后方可使用。在首次使用、雨季施工前或电动工具受潮后，用 500V 兆欧表测量其绝缘电阻，且每年不少于 2 次。绝缘电阻不应小于表 14 规定的数值。

表14 可移式和手持式电动工具绝缘电阻最低限值

单位为兆欧

测量部位	绝缘电阻		
	I类	II类	III类
带电零件与外壳之间	2	7	1

10.2.4 一个漏电保护器只能控制一台可移式或手持式电动工具。

10.2.5 手持式电动工具的电源线应采用耐气候型的橡皮护套铜芯软电缆，不得有接头，并应采取防止机械损伤的措施。电缆的标称截面根据电动工具额定工作电流进行选择，电缆长度不宜超过 5m。

10.2.6 使用可移式或手持式电动工具时，应按规定穿、戴绝缘防护用品。

10.2.7 移动可移式和手持式电动工具时，不得手提电源线或工具的可旋转部分。

10.2.8 I类电动工具插头插座应相匹配，插头插座具备专用的保护导体（PE）触头。插头、插座中的保护触头在任何情况下只能单独连接保护导体（PE），严禁在插头、插座内用导线直接将保护接地极与工作中性线连接起来；严禁任何方式改装插头，需接地的电动工具，不能使用任何转换插头。

10.2.9 可移式和手持式电动工具如有绝缘损坏、电源线护套破损、保护线（PE）脱落、插头插座裂开、开关不能接通和断开电源电动工具等故障时，应进行修复，在未修复前，严禁使用。

10.3 起重机械

10.3.1 起重机械电气设备的安装，应符合 GB 50256 的有关规定。

10.3.2 起重机械的电源电缆应经常检查，定期维护。轨道式起重机电源电缆收放设置专用通道，且通道上不得堆放其他设备、材料和杂物。

10.3.3 起重机械的金属结构及所有电气设备的金属外壳、管槽，照明变压器低压侧，均应做可靠接地，接地电阻不大于 10Ω ；电源进线的保护导体（PE）应做重复接地，接地电阻不大于 10Ω 。轨道式塔式起重机接地装置的设置符合下列规定：

- 轨道两端头应各设置一组接地装置；
- 轨道的接头处做电气搭接，两头轨道端部应做环形电气连接；
- 较长轨道每隔不大于 20m 应加一组接地装置；
- 一般可通过车轮和轨道接地。必要时另设专用接地滑线或采取其它有效措施。

10.3.4 塔身高于 30m 的塔式起重机，应在塔顶和臂架端部设红色信号灯。

10.3.5 塔式起重机在无线电台、电视台或其他近电磁波发射天线附近施工时，与吊钩接触的作业人员，应戴绝缘手套和穿绝缘鞋，并应在吊钩上挂接临时放电装置。

10.3.6 起重机械每日工作前应试验并确认电器仪表、限位装置灵敏有效，施工升降机还应确认梯笼、围护门等处的电器联锁装置良好可靠。

10.3.7 起重机械上的电气设备和接线方式不得随意改动。

10.3.8 起重机械上的电气设备应定期检查，发现缺陷应及时处理。

10.3.9 起重机械供电电源线，应采用铜芯多股导线，导线宜选用橡胶绝缘电线、电缆。固定敷设的电缆弯曲半径不小于 5 倍的电缆外径。除电缆卷筒外，可移动的电缆弯曲半径不小于 8 倍的电缆外径。

10.3.10 移动距离 10m 以上的起重机械，应设置电缆卷筒或其它收放装置。采用电缆卷筒，电缆收放速度与起重机运行速度应同步。

10.3.11 室外工作的起重机械，电线应敷设于金属管中，金属管应经防腐处理。室内工作的起重机，电线应敷设于线槽或金属管中，电缆可直接敷设。在有机械损伤、化学腐蚀或油污浸蚀的地方，应有防护措施。

10.3.12 起重机械必应设置非自动复位的紧急断电开关,在紧急情况下,应能切断起重机总控制电源;紧急断电开关应设在司机操作方便的地方。

10.3.13 在运行过程中不得进行电气检修工作。

10.3.14 门式起重机供电方式如采用安全滑触线时,安全滑触线安装符合下列要求:

- a) 滑触线的安装高度 $\geq 2.5\text{m}$;
- b) 防护外壳与导体间隙 $\leq 2\text{mm}$;
- c) 直线度:与轨道中心高度允差 $< 10\text{mm}$,与轨道中心纵向允差 $< 10\text{mm}$,扭曲度 $< 15\text{mm}/10\text{m}$;
- d) 滑触线支架安装牢固可靠,滑接线长度超越 50m 应加补偿装置;
- e) 裸露式滑触线在靠近过道行人可触击的部分,应设有遮拦保护;
- f) 安装于室外或潮湿的滑触线绝缘子、绝缘套管,应采用户外式。

10.4 焊接机械

10.4.1 陆上焊接符合下列要求:

- a) 焊接机械应放置在防雨、干燥和通风良好的地方。焊接现场不得有易燃、易爆物品。如因受施工现场环境所限,应在潮湿环境焊接时,操作台附近地面上应铺设绝缘物。启用长期停用的焊接机械应空载通电一定时间进行干燥处理;
- b) 焊接机械应有完整的防护外壳,一、二次接线柱等裸露导电部分应有保护罩;
- c) 焊接机械的绝缘应良好,外壳应与电源 PE 线可靠连接;
- d) 焊接机械应单独设置电源开关;
- e) 电焊钳握柄应绝缘良好;
- f) 电焊机导线和接地线严禁连接在易燃、易爆及带有热源的和有油料的物品上;严禁利用建筑物的金属结构、管道、轨道或其他金属物体连接形成的焊接回路;
- g) 使用焊接机械焊接时应穿戴防护用品。严禁雨、雪露天从事电焊作业。在金属结构及金属容器内及其他狭小工作场所焊接时,应采取专门的防触电措施,并设专人监护;
- h) 严禁未采取安全措施直接在压力容器和装有剧毒、易燃、易爆物品的容器及带电结构进行焊接施工;
- i) 电焊机使用,符合下列规定:
 - 1) 交流电焊机应安装防二次侧触电保护器;
 - 2) 电焊机的一次侧电源线长度不宜大于 5m ,电焊机二次接线宜采用 YHS 型橡皮护套铜芯多股软电缆,不得采用金属构件或结构钢筋代替二次线。电缆的长度不应超过 30m ,且接头不得超过三个;
 - 3) 多台电焊机集中使用时应使三相负载平衡。多台电焊机的接地装置,应分别从接地极处引接,不得串联。
- j) 二氧化碳气体保护焊机,二氧化碳气体预热器端的电压不得大于 36V ,作业后应切断电源。

10.4.2 水下焊接符合下列要求:

- a) 水下用电设备及水面配电设备的电气装置的设计、建造、安装和试验应符合国家有关规定;
- b) 在电气系统中应采取漏电保护装置,避免因绝缘故障而致使潜水员触电;
- c) 对于潜水员水下作业使用的所有电源,应使用隔离变压器或独立的发电机;
- d) 交流电源应通过隔离变压器供电:
 - 1) 来自无接地次级隔离变压器,应使用具有回路短路器的线绝缘监测器;
 - 2) 来自有次级接地的隔离变压器,应使用具有自动跳闸的保护装置,并有可靠的接地报警装置,限制其故障电流小于 1A ;
- e) 自动跳闸装置的动作响应时间不大于 20ms ,并应能由潜水监督员在必要的安全检查之后重新调整。同时,这些装置还应配备可以在重新调整后由潜水监督员操作的过载保护设备;
- f) 焊接及热切割电路宜配备逆向断开开关;
- g) 水下设备的电气系统不得采用其金属壳体作回路,电路中应设有能自动跳闸的保护装置来进行过载及短路保护;
- h) 水下设备的金属结构部件应可靠接地,接地电阻值不大于 4Ω ,且具有足够的机械强度;

- i) 在水下进行的手工方式或潜水辅助方式的焊接或切割活动严禁使用交流电；
- j) 所有由地面提供动力的水下电气设备都应在设备与电源之间配备接地故障继电器(GFI)；
- k) 焊接电缆和电焊把钳的绝缘应良好，焊条夹头应可靠、耐用；
- l) 潜水员宜在切断外加电流装置系统供电电源的情况下进行水下作业。若需在外加电流装置系统工作应首先检测附近水域的电场强度，并采取相应的防护措施，方可进行水下作业；
- m) 大功率设备应设置隔离遮栏和/或安全标志。外加电流装置的直流供电电压不大于 30V，可不设隔离遮栏和安全标志；
- n) 湿式焊接与切割作业，焊接回路中应设有可靠的用于切断电源的专用刀式开关或接触器，并可以随时强制切断电源；
- o) 焊接设备框架宜安全接地。焊接及切割用电缆、焊条桶以及连接件都宜绝缘良好并能承受工作所需的最高电流；
- p) 安装与潜水员水下作业有关的各种电气设施、装置，或临时性电气设备之前，应首先检查、确信这些电气设施、装置或设备已经达到现行国家有关规定和本文件的要求；
- q) 水下焊接施工现场所用发电设备、配电设备、用电设备、开关电器及线路的装置敷设应定期检查；
- r) 潜水员不在水下进行焊接作业时，应严防焊条或焊把钳触及水下金属构件的设施；
- s) 潜水员穿戴电热潜水服进行潜水作业前，应对电热潜水服及其电路进行严格的外观检查和电气安全性能测试，安全性能测试不合格的不得使用；
- t) 与潜水员、水或呼吸气体回路相接触的舱室内部使用的电气元件，应考虑采取专门的密封容器以承受工作压力，防止任何可能出现的毒性扩散。电线、电缆应有机械保护，同时应考虑高温、以及完全被水浸没，导致绝缘材料毒性蒸发所产生的危害。

10.5 桩工机械

10.5.1 桩工机械应配有专用开关箱，应置于安全平坦的地方。箱内应设置过载、短路、漏电保护装置。

10.5.2 桩工机械供电导线宜采用橡套电缆，导线敷设时应避开可能会受机械性外力、过热、腐蚀等危害的地方。

10.5.3 转盘钻孔机和冲孔桩机等桥梁施工机械，作业场地至电源变压器或供电主干线的距离宜在 300m 以内，工作电源电压允许偏差为其公称值的 $\pm 10\%$ 。

10.6 架桥机械

10.6.1 架桥机的电气设备应保证传动性能和控制性能准确可靠，在紧急情况下能切断电源安全停车。

10.6.2 在安装、维修、调整和使用中不得任意改变电路。

10.6.3 架桥机上的电线应敷设于线槽或金属管中，在线槽或金属管不便敷设或有相对移动的场合，可穿金属软管敷设。电缆在有机械损伤、化学腐蚀、油污浸蚀的地方应有防护措施。

10.6.4 架桥机金属结构应当可靠接地，架桥机的重复接地或防雷接地的接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ 。

10.6.5 架桥机应在司机操作处、承载支腿处等可方便控制的位置设置紧急停止开关，在紧急情况下，应能够停止所有运动驱动装置。紧急停止开关应为红色，并且不能自动复位。

10.6.6 架桥机供电系统馈电线接入处的电压波动不应超过额定值的 $\pm 10\%$ 。

10.6.7 架桥机电气系统应设有失压保护，欠压保护和零位保护，过流保护，错相和缺相保护和漏电保护。控制电路应保证控制性能符合机械与电气系统的要求，不得有寄生回路和虚假回路。

10.6.8 架桥机相对周围地面处在较高位置，且未在相邻建筑物、构筑物的防雷装置的保护范围内，应装设防雷措施。

10.7 混凝土机械

10.7.1 混凝土机械电缆的布置路径要合理，弱信号电缆和强电电缆分槽布置，避免和油路交叉及并行，避开潮湿低洼区域。电缆在穿越道路，易受机械损伤处，应加设防护套管，其内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。

10.7.2 混凝土机械所有设备的金属外壳应与保护导体 (PE) 连接良好。

- 10.7.3 混凝土机械自备电源与外电路电源应设置连锁装置，禁止并联运行。
- 10.7.4 混凝土机械接地符合下列规定：
- PE 线的重复接地和防雷接地可用同一接地网；
 - 接地网、接地引下线与人行通道距离小于 3m 时，应考虑防跨步电压措施；
 - PE 线应重复接地，重复接地电阻应不大于 $10\ \Omega$ 。
- 10.7.5 混凝土机械的接地装置应与设备基础同步设计和施工，在基础承台位置预留接地端子。
- 10.7.6 混凝土机械控制系统布线电缆采用穿线管或金属线槽敷设时，钢管或金属线槽应保持连续的电气连接，同时安装相应的防雷电浪涌抑制装置，并应在两端具有良好的接地。
- 10.7.7 沥青搅拌站符合下列规定：
- 沥青搅拌站油料仓，应采用排气式避雷系统，存储油罐壁厚小于 4mm 则另需加接闪器，避雷系统应保护整个存储油罐；
 - 沥青搅拌站顶部应安装接闪器；
 - 应安装防雷电浪涌抑制装置；
 - 沥青罐在每个沥青罐顶部各安装一支接闪器，应重复接地；
 - 清洗塔罐顶部宜加装接闪器。

10.8 水上混凝土搅拌船

- 10.8.1 水上混凝土搅拌船电气设备的绝缘材料一定要具有耐潮湿防腐蚀的能力。
- 10.8.2 水上混凝土搅拌船用电设备设计规划符合下列要求：
- 要确保电气设备的安全可靠，操作和检修的方便；
 - 确保电气设备周围环境符合安装标准。
- 10.8.3 水上混凝土搅拌船电缆敷设符合下列要求：
- 缆应保持平直、整齐，电缆的弯曲半径不小于电缆外径的 8 倍。电缆的扎带要牢固，间距要合适；
 - 控制电缆和电力电缆敷设时要分开布置，如果电缆敷设应要在同一托架上，敷设的间距应要不小于 50mm；
 - 在可能受机械损伤的工作场所和通道的电缆敷设时，应加盖钢板保护罩、穿镀锌钢管等保护措施。
- 10.8.4 水上混凝土搅拌船电缆在穿越防火或水密舱壁的贯通时，要做好符合相应防火或防水等级的密封措施，应符合下列要求：
- 电缆贯通密封前，要对电缆进行有效的处理，需要将贯通内的电缆整理平直；
 - 电缆与电缆、电缆与贯通壁之间，要留一定的间距空隙，确保填料有效填充。
- 10.8.5 水上混凝土搅拌船所有电气设备应在防雷保护区内。
- 10.8.6 水上混凝土搅拌船电气设备应有良好的接地保护，符合下列要求：
- 电气设备的带电部分，带电部件以外的所有金属部分都应可靠接地；
 - 电气设备直接紧固在船体的金属结构上或船体金属结构有可靠电气连接的底座（或支架）上时，可不另设专用导体接地；
 - 电缆的所有金属护套或金属覆层应做连续的电气连接，并可靠接地；
 - 固定安装电气设备的专用导体接地，则其导体应用铜或导电良好的耐腐金属材料制成。必要时应有防止机械损伤及防腐措施。
- 10.8.7 水上混凝土搅拌船电气设备外壳温度过高时，要及时采取防护措施，防止工作人员工作时触及烫伤。
- 10.8.8 船舶接岸电，应将船体与岸上保护接地体 PE 相连，岸电系统的三相输入电压允许偏差为 $\pm 5\%$ 。
- 10.8.9 船舶动力与照明系统由同一电源供电，照明系统应采用隔离变压器。

10.9 盾构机械

- 10.9.1 盾构机工作接地由变压器低压侧中性点与盾构机接地极连接完成。
- 10.9.2 盾构机保护导体（PE）应由系统接地线、总配电箱电源侧中性导体（N）或总漏电保护器电源

侧中性导体 (N) 处引出。

10.9.3 采用 TN-S 系统供电的电动机、液压泵、配电柜、控制箱柜等主要用电设备金属外壳应与盾构机保护导体 (PE) 良好连接。

10.9.4 盾构机台车与台车之间通过电气连接, 形成一个可靠的等电位系统。

10.9.5 盾构施工高压电缆在洞内敷设, 采用支架、电缆桥架固定在管片上, 挂钩与电缆接触面应用绝缘套隔离。

10.9.6 成洞的临时动力和照明电源由洞外配电箱引入, 采用放射式配电接线方式。动力和照明电源应有开关箱, 箱内应设置过载、短路、漏电保护装置以及接地保护。同时符合下列要求:

- a) 成洞的开关箱宜每 50m 设置一个;
- b) 开关箱依靠管片螺栓加以固定, 装设端正、牢固;
- c) 移动式开关箱应放置在坚固、稳定的支架上;
- d) 严禁在动力线路上加挂照明设施。

10.9.7 成洞的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。在较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 15mA, 额定漏电动作时间不应大于 0.1s。

10.9.8 盾构机电气装置遇跳闸, 不得强行合闸。应查明原因, 排除故障后方可再行合闸。

10.10 顶模、爬模

10.10.1 顶模、爬模施工区域应在防雷装置的保护范围内, 当顶模、爬模当滑升作业面未在相邻建筑物、构筑物的防雷装置保护范围内时, 应装设防雷设施。

10.10.2 现场施工的顶模、爬模系统电气设备、爬架、金属模板、钢筋网采用金属线连接, 形成等电位连结。

10.10.3 接闪器应设在顶模、爬模系统的转角处。以主体结构竖向钢筋作为防雷接地引下线, 防雷装置引下线的冲击接地电阻值不得大于 30Ω。利用主筋作防雷引下线, 用标示区分其它钢筋, 主筋连接的两端应作跨接处理。

10.10.4 顶模、爬模系统电气接地装置与防雷接地装置可采取共用模式。

10.10.5 顶模、爬模的配电箱应设置过载、短路、漏电保护装置以及接地保护。

10.10.6 顶模、爬模每次提升完成, 及时恢复电气设备、爬架、金属模板、钢筋网金属线的连接, 保持等电位连结良好。

10.11 施工升降机

10.11.1 施工升降机电路应设置过载、短路、漏电保护、接地保护。

10.11.2 施工升降机金属结构和电气设备金属外壳均应接地, 接地电阻不应大于 4Ω。电气及电气元件 (电子元器件部分除外) 的对地绝缘电阻不应小于 0.5MΩ, 电气线路的对地绝缘电阻不应小于 1MΩ。

10.11.3 中性线 (N) 和保护线 (PE) 应分开, PE 线严禁作载流回路。

10.11.4 施工升降机外侧边缘与外面架空输电线路的边线之间, 应保持安全操作距离。最小安全操作距离应符合表 15 的规定。

表15 施工升降机外侧边缘与外面架空输电线路最小安全操作距离

外电线电路电压 kV	<1	1~10	35~110	220	330~500
最小安全操作距离 m	4	6	8	10	15

10.11.5 施工升降机应设有限位开关、极限开关和防松绳开关。极限开关不应与限位开关共用一个触发元件。

10.11.6 齿轮齿条式施工升降机和钢丝绳式人货两用施工升降机应设置极限开关, 吊笼行程超出限位开关后, 极限开关应切断总电源使吊笼停车。极限开关为非自动复位型的, 其动作后应手动复位才能使

吊笼可重新启动。

10.11.7 电缆保护架安装间距不宜超过 6m。

10.11.8 施工升降机笼内、外均应安装紧急停止开关。当升降机运行中发现有异常情况时，应立即停机并采取有效措施将梯笼降到底层，排除故障后方可继续运行。在运行中发现电气失控时，应立即按下急停开关；在未排除故障前，不得打开急停开关。

10.12 其他电动施工机具

10.12.1 使用夯土机械、地面抹光机、切缝机、水磨石机等可移式电动施工机具应一人操作，一人调整电缆线，且应戴绝缘手套、穿绝缘鞋，电缆长度不宜超过 50m。电缆不应缠绕、扭结和被机械跨越，且不得张拉过紧。

10.12.2 夯土机械、地面抹光机、切缝机、水磨石机等可移式电动施工机具的操作扶手应绝缘可靠。

10.12.3 潜水泵电机的电源线应采用防水橡皮护套绝缘铜芯软电缆，且不得承受外力。电缆不得有接头。

10.12.4 潜水泵放入水中或提出水面时，应先切断电源，严禁拉拽电缆或出水管。潜水泵停泵前，应先关闭出水阀，切断电源，锁好开关箱。

10.12.5 混凝土搅拌机、插入式振动器、平板振动器、地面抹光机、切缝机、水磨石机、钢筋加工机械、木工机械等设备的电源线应采用耐气候型橡皮护套铜芯软电缆，并不得有任何破损和接头。

10.12.6 夯土机械 PE 线的连接点不得少于两处。

10.12.7 对混凝土搅拌机、钢筋加工机械、木工机械等设备进行清理、检查、维修时，应首先将其开关箱断电，呈现可见电源分断点，并关门上锁。

11 办公、生活用电

11.1.1 办公、生活用电器具应符合国家产品认证标准。不得使用绝缘老化或破损的器具和器材。

11.1.2 生活、办公场所不得使用电炉、电热扇、碘钨灯、热得快等大功率用电设备。

11.1.3 生活区、办公区的通道、楼梯处应设置应急疏散、逃生指示标识和应急照明灯。照明灯具宜选用 LED 光源灯具，配备 USB 低压直流充电插座。

11.1.4 办公、生活场所临时用电系统应装设漏电保护器。

12 现场照明

12.1 一般规定

12.1.1 照明方式的选择符合下列规定：

- a) 需要夜间施工、无自然采光或自然采光差的场所，办公、生活、生产辅助设施，道路等应设置一般照明；
- b) 同一工作场所内的不同区域有不同照度要求时，应分区采用一般照明或混合照明，不应只采用局部照明。

12.1.2 照明种类的选择符合下列规定：

- a) 工作场所均应设置正常照明；
- b) 在自备发电机房及变配电房、水泵房，隧道、盾构、坑井、沟道及高层构筑物内的走道、拐弯处、安全出入口、楼梯间、地下室等无天然采光的作业场所及疏散通道等部位，应设置应急照明；应急照明灯具宜选用具有自备电源、连续供电时间不小于 90min 的产品；
- c) 在危及道路、水路、航空安全的建筑物、构筑物上，应根据要求设置障碍照明。

12.1.3 照明光源应选用安全、节能、高效、环保光源，照明灯具的选择应符合下列规定：

- a) 露天、隧道或潮湿场所，选用防水型；
- b) 粉尘但无爆炸和火灾危险的场所，选用防尘型；
- c) 有爆炸和火灾危险的场所，按危险场所等级选用防爆型；
- d) 存在较强振动的场所，选用防振型；

- e) 腐蚀性介质场所，选用耐腐蚀型。
- 12.1.4 行灯满足如下要求：
- a) 应采用III类灯具，采用安全特低电压系统（SELV），其额定电压值不应超过 24V；
注：安全特低电压系统（SELV）是指电压不能超过特低电压的电气系统。
- b) 灯体及手柄绝缘应良好、坚固、耐热、耐潮湿，灯头与灯体应结合紧固，灯头无开关，灯泡外部应有金属保护网、反光罩及悬吊挂钩，挂钩应固定在灯具的绝缘手柄上；
- c) 照明变压器应使用双绕组型安全隔离变压器，严禁使用自耦变压器。严禁利用额定电压 220V 的临时照明灯具作为行灯使用；
- d) 行灯变压器严禁带入金属容器或金属管道内使用。
- 12.1.5 照明灯具的使用符合下列规定：
- a) 照明开关应控制相线。当采用螺口灯头时，相线应接在中心触头上；
- b) 普通灯具与易燃物的距离不宜小于 300mm；聚光灯等高热灯具与易燃物的距离不宜小于 500mm，且不得直接照射易燃物。当间距不够时，应采取隔热措施；
- c) 室外 220V 灯具距地面不得低于 3m，室内 220V 灯具距地面不得低于 2.5m；
- d) 停电时，需要人员及时撤离的黑暗场所，应装设自备电源的应急照明灯具；
- e) 照明灯具（不含采用 SELV 的系统的照明灯具）的金属外壳应与 PE 线相连接，照明开关箱内应装设隔离开关、短路及过载保护器和漏电保护器。

12.2 特殊环境照明

12.2.1 隧道施工作业地段应有充足的照明，照明应采用防水、防尘和节能灯具。隧道施工作业地段采用普通光源照明时，其照度应满足表 16 的要求。

表16 隧道施工照明标准

施工作业地段	照度标准 (lx) (平均照度不小于)
施工作业面	30
开挖地段和作业地段	10
运输巷道	6
特殊作业地段或不安全因素较多地段	15
成洞地段	4
竖井内	8
<p>注1： 不安全因素较大的地段可加大照度。</p> <p>注2： 在主要交通道路、洞内抽水机站或竖井等重要处所，应有安全照明。</p> <p>注3： 漏水地段照明应采用防水灯头和灯罩。</p> <p>注4： 瓦斯地段的照明应采用防爆型灯头和灯罩。</p>	

12.2.2 隧道照明电压一般作业地段不宜大于 36V，成洞段和不作业地段可采用 220V，手提作业灯为 12V~24V。

12.2.3 成洞照明宜采用 LED 灯具照明。灯带采用塑料扎带固定到管片螺栓上，架设高度距离隧道底部 3m。照明箱每 50m 设置一个。每隔 20m 安装一个应急照明灯及应急逃生通道指示灯。

12.2.4 瓦斯工区灯具选用应与环境相适应，已衬砌地段的固定照明灯具，可选用 EXd II 防爆型照明灯；开挖工作面的固定照明灯具，应选用 EXd I 矿用防爆照明灯具。

12.2.5 潮湿和易触及带电体场所的照明，电源电压不得大于 24V。相对湿度长期处于 95%以上特别潮湿的场所、导电良好的地面、锅炉或金属容器内等狭窄导电场所，照明电源电压不得大于 12V。

12.2.6 受限空间照明电压应小于或等于 36V, 在潮湿容器、狭小容器内作业电压应小于或等于 12V; 在潮湿容器中, 作业人员应站在绝缘板上, 同时保证金属容器接地可靠; 使用的电动工具应装设漏电保护器。

13 特殊环境

13.1 高原环境

13.1.1 在高原地区施工现场使用的供配电设备的防护等级及性能应能满足高原环境特点。

13.1.2 架空线路的设计应综合考虑海拔、气压、雪、冰、风、温差变化大等因素的影响。

13.1.3 电缆的选用及敷设符合下列规定:

- a) 应根据使用环境的温度情况, 选用耐气候型电缆;
- b) 电缆直埋敷设于冻土地区时应符合本文件第 7.4.15 的规定;
- c) 除架空绝缘型电缆外的非户外型电缆在户外使用时, 应采取罩、盖等遮阳措施。

13.2 易燃、易爆环境

13.2.1 有爆炸和火灾危险的场所, 应按危险场所等级选用相应的电气设备, 其电气控制设备应安装在安全的隔离墙外或与该区域有一定安全距离的配电箱中。电气设备与易燃、易爆物质应保持一定的安全距离。

13.2.2 在易燃、易爆区域内, 应采用阻燃电缆。

13.2.3 易燃、易爆区域内的金属构件应可靠接地。

13.2.4 爆炸危险环境中低压接地配电系统, 应采用 TN—S 系统。

13.2.5 在易燃、易爆环境区域内进行用电设备检修或更换工作时, 应断开电源, 严禁带电作业。

13.3 腐蚀环境

13.3.1 在易燃、易爆区域内进行用电设备检修或更换工作时, 应切断电源, 严禁带电作业。

13.3.2 在腐蚀环境中使用的电工产品应采用防腐型产品。

13.3.3 在腐蚀环境中户内使用的配电线路宜采用全塑电缆明敷。

13.3.4 在腐蚀环境中户外使用的电缆采用直埋时, 宜采用塑料护套电缆在土沟内埋设, 土沟内应回填中性土壤, 敷设时应避开可能遭受化学液体侵蚀的地带。

13.3.5 在有积水、有腐蚀性液体的地方, 在腐蚀性气体比重大于空气的地方, 不宜采用穿钢管埋地或电缆沟敷设方式。

13.3.6 腐蚀环境的电缆线路应尽量避免中间接头。电缆端部裸露部分宜采用塑套管保护。

13.3.7 腐蚀环境的密封式动力配电箱、照明配电箱、控制箱、电动机接线盒等电缆进出口处应采用金属或塑料的带橡胶密封圈的密封防腐措施, 电缆管口应封堵。

13.4 潮湿环境

13.4.1 户外使用的电气设备应有良好的防雨性能, 其安装位置地面处应能防止积水。在潮湿环境下使用的配电箱宜采取防潮措施; 潮湿环境中所使用的照明设备应选用密闭式防水防潮型, 其防护等级应满足潮湿环境的安全使用要求。

13.4.2 在潮湿环境中严禁带电进行设备检修工作。

13.4.3 在潮湿环境下使用电气设备时, 操作人员应穿戴绝缘防护用品和站在绝缘台上, 所操作的电气设备的绝缘等级应符合要求, 设备的金属外壳、环境中的金属构架和管道均应可靠接地, 供电线路中应有可靠的防电击保护装置, 导线或电缆不应有接头和破损。

13.4.4 在潮湿环境中应选用 II 类或 III 类手持式电动工具。

13.5 受限空间

13.5.1 受限空间金属容器应保证接地可靠。

13.5.2 在易燃易爆受限空间作业环境中应使用防爆型低压灯具和电动工具, 电气线路应绝缘良好, 无断线接头, 电源接点无松动, 防止产生电气火花造成事故; 作业人员不得穿戴化纤类等易产生静电的工

作服、工作鞋。

13.5.3 受限空间用电线路经过有高温、振动、腐蚀、积水及产生机械损伤等区域, 不应有接头, 应采取相应的保护措施。

14 临时用电设施的安装、验收与拆除

14.1 临时用电设施安装、验收

14.1.1 临时用电工程施工完毕, 电气设备应按 GB 50150 的规定试验合格。

14.1.2 临时用电工程施工完毕后, 应经编制、审核、批准部门和使用单位共同验收, 应有完整的平面布置图、系统图、隐蔽工程记录、试验记录, 经验收合格后方可投入使用。

14.2 临时用电设施的拆除

14.2.1 施工现场临时用电设施的拆除应按已批准的拆除方案进行。

14.2.2 在拆除前, 被拆除部分应与带电部分在电气上进行可靠断开、隔离, 悬挂警示牌, 并应在被拆除侧挂临时接地线或投接地刀闸。

14.2.3 拆除前应确保电容器已进行有效放电。

14.2.4 在拆除临近带电部分的临时用电设施应设专人监护, 并设隔离防护设施。

14.2.5 拆除工作应从电源侧开始。

14.2.6 在临近带电部分的应拆除设备拆除后, 应立即对拆除处带电设备外露的带电部分进行电气安全防护。

14.2.7 在拆除容易与运行线路混淆的电力线路时, 应在转弯处和直线段分段进行标识。

14.2.8 拆除过程中, 应避免对设备造成损伤。
