

山西省工程建设地方标准

DB

DBJ××-×××-××××
备案号：××××××××

城市电力电缆电气工程技术标准

Technical standards for electrical engineering
of urban power cables

(征求意见稿)

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

山西省住房和城乡建设厅 发布

前言

根据《山西省住房和城乡建设厅关于印发〈2022年工程建设地方标准规范制（修）订计划〉的通知》（晋建科字〔2022〕232号）的要求，标准编制组经广泛调查研究、认真总结实践经验，并结合山西省的实际情况广泛征求了有关单位和专家意见，对具体内容进行讨论、修改，经审查后定稿。

本规程主要内容包括总则、术语、基本规定、设计、施工、验收共六章及三个附录。

本标准由《城市电力电缆电气工程设计规程》（DBJ04/T319-2016）和《城市电力电缆电气施工及验收规程》（DBJ04/T320-2016）合并修订而成，修订的主要技术内容包括：

1. 修订了本标准的适用范围；
2. 增加了绿色设计、绿色施工的相关条款要求。
3. 修订了不同敷设方式电缆根数的选择规定；
4. 修订了电缆直埋敷设方式的范围，电缆敷设允许最小弯曲半径，电缆与电缆管道、道路、构筑物等相互间容许最小距离要求，各电压等级的电缆支持与固定的要求；
5. 增加了电缆终端站（场）有关设计要求，电缆接头结构类型的选择要求；
6. 增加了地下变电站、地下客运或商业设施等特殊地区的电缆选型要求；
7. 增加了电力电缆与控制电缆或通信电缆同一通道中敷设时的分隔要求；
8. 修订了电缆接头两侧涂刷防火涂料和缠绕防火包带的要求；
9. 修订了三芯电缆、单芯电缆的接地要求，外露可导电部分的等电位连接及接地要求；
10. 增加了隧道内环境监测装置以及隧道内电缆本体监测装置配置原则，电缆敷设施工及固定的相关要求，电缆分支箱的安装要求；
11. 增加了分项工程验收的具体内容要求；
12. 修订了工程质量验收项目划分；
13. 修订了电缆附件安装的相关要求；
14. 对电缆接头、电缆接地的有关要求进行了调整。

本标准由山西省住房和城乡建设厅负责管理，山西省电力建设工程质量监督中心站负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有修改和补充之处，请将意见或建议寄送山西省电力建设工程质量监督中心站（地址：山西省太原市晋源区长风文化商务区谐园路9号，邮编：030021）。

主编单位：山西省电力建设工程质量监督中心站

参编单位：××××××××××××

参编单位：××××××

××××××

主要起草人：××× ××× ××× ×××

××× ××× ××× ×××

主要审查人：××× ××× ××× ×××

目 次

1	总 则	3
2	术 语	4
3	基本规定	7
4	设 计	8
4.1	电缆路径	8
4.2	电缆选择	8
4.3	电缆敷设	9
4.4	电缆附件选择	16
4.5	电缆防火与阻燃设计	18
4.6	电缆及附属设备接地设计	19
4.7	电力电缆隧道在线监测	21
4.8	通信设计	22
5	施 工	23
5.1	一般规定	23
5.2	施工准备	23
5.3	电缆敷设	26
5.4	电缆附件安装	32
5.5	电缆接地施工	36
5.6	在线监测系统及配套线缆施工	39
5.7	电缆防火	41
5.8	电缆标识	42
5.9	电缆线路交接试验	43
6	验 收	44
6.1	一般规定	44
6.2	质量验收范围划分	44
6.3	工程验收	46
	附录 A 牵引力和侧压力计算	48
	附录 B 蛇形敷设电缆长度计算	50
	附录 C 施工记录（签证）表	52
	引用标准目录	61

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	
3	General rules.....	
4	Design.....	
4.1	Cable Path.....	
4.2	Cable Selectio.....	
4.3	Cable layin.....	
4.4	Selection of Cable Accessories.....	
4.5	Cable Fire Protection and Flame retardant Designn.....	
4.6	Cable and Auxiliary equipment Grounding Design.....	
4.7	Online monitoring of power cable tunnels.....	
4.8	Communication Design.....	
5	Construction.....	
5.1	General Provisions.....	
5.2	Construction Preparation.....	
5.3	Cable laying.....	
5.4	Installation of Cable Accessories.....	
5.5	Cable Grounding Construction.....	
5.6	Online monitoring system and supporting cab.....	
5.7	Cable Fire Protection.....	
5.8	Cable Identification.....	
5.9	Cable Line Handover Test.....	
6	Acceptance.....	
6.1	General Provisions.....	
6.2	Division of Quality Acceptance Scope.....	
	Appendix A Record form of construction (visa)	
	Appendix B Calculation of tractive force and lateral pressure.....	
	Appendix C Length calculation of cable with snaking layout.....	
	Explanation of Wording in this Specification.....	
	List of Quoted Standard.....	
	Addition: Explanation of Provisions.....	

1 总 则

1.0.1 为适应城市电力电缆工程建设快速发展的需要，规范城市电力电缆电气工程设计、施工，统一电气设计、施工及验收标准，促进建设水平的整体提高，保证工程建设质量和电网运行安全，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山西省行政区域内新建、扩建、改建的 10kV~500kV 城市电力电缆电气工程设计、电气安装施工及验收。

1.0.3 10kV~500kV 城市电力电缆电气工程设计、施工，除符合本标准外，尚应符合现行国家、行业和山西省有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 电缆沟 cable trough

用于敷设电缆，封闭式、盖板可开启的地下电缆专用沟道。

2.0.2 电缆隧道 cable tunnel

能敷设较多电缆，有安装和巡视的通道，全封闭型隧道式构筑物。

2.0.3 工作井 manhole

用于安置电缆接头及其他附件或牵拉电缆作业的地下构筑物。

2.0.4 蛇形敷设 snake laying

按定量参数要求，用于缓解电缆轴向热应力引起的伸缩应力，采取的波浪敷设方式。

2.0.5 电缆支架 cable bearer

用于支持和固定电缆的支架。

2.0.6 电缆桥架 cable tray

由托盘（托槽）或梯架的直线段、非直线段、附件及支吊架等组合构成，用以支撑电缆具有连续性的刚性结构系统。

2.0.7 阻火包 fire protection pillows

用于阻火封堵便于作业的柔性枕袋状耐火物。

2.0.8 电缆线路 cable line

指由电缆、附件、附属设备及附属设施所组成的整个系统。

2.0.9 电缆附件 cable accessories

电缆终端、接头及避雷器统称为电缆附件。

2.0.10 电缆系统 cable system

指由电缆和安装在电缆上的附件构成的系统。

2.0.11 电缆附属设备 ancillary equipment

与电缆系统一起形成完整电缆线路的附属装置及部件。包括交叉互联系统、接地系统、排水系统、监控系统、照明系统、通风系统、消防系统、通讯系统。

2.0.12 电缆附属设施 ancillary facilities

与电缆系统一起形成完整电缆线路的土建设施。主要包括电缆隧道、电缆竖井、排管、电缆沟、工作井、电缆终端站。

2.0.13 电缆构筑物 cable buildings

用于敷设电缆或安置电缆附件的电缆隧道、电缆沟（槽）、夹层、竖井、工作井等构筑物。

2.0.14 交叉互联箱 cross connection box

将相邻单元段电缆的金属护套或屏蔽层交叉连接，使每个金属护套或屏蔽层的连续回路依次包含三相导体的一种密封装置。

2.0.15 电缆护层过电压限制器 cable sheath over volt age limiter

串接在电缆金属屏蔽与大地之间，用来限制在系统暂态过程中金属屏蔽层电压的装置。

2.0.16 回流线 return line

单芯电缆金属屏蔽单点互联接地时，为抑制单相接地故障电流形成的磁场对外界的影响和降低金属屏蔽上的感应电压，沿电缆线路敷设一根阻抗较低的接地线。

2.0.17 电缆分接头 cable tap

系统中电缆线路分接电气连接装置。

2.0.18 挠性固定 slip fixing

使电缆随热胀冷缩可沿固定处轴向角度变化或稍有横移的固定方式。

2.0.19 刚性固定 rigid fixing

使电缆不随热胀冷缩发生位移的夹紧固定方式。

2.0.20 节距 pitch

蛇形敷设如余弦波状，其两个正向波顶之间长度。

2.0.21 金属套 metallic sheath

均匀连续密封的金属管状包覆层。

2.0.22 铠装层 armour

由金属带或金属丝组成的包裹层，通常用来保护电缆不受外界的机械力作用。

2.0.23 电缆终端 termination

安装在电缆末端，以使电缆与其他电气设备或架空输电线相连接，并维持绝缘直至连接点的装置。

2.0.24 电缆接头 joint

连接电缆与电缆的导体、绝缘、屏蔽层和保护层，以使电缆线路连续的装置。

2.0.25 电缆分支箱 cable dividing box, cable feeding pillar

完成配电系统中电缆线路的汇集和分接功能。

2.0.26 一级电缆隧道 first-stage cable tunne

正常方式下因隧道原因可造成 4 级及以上电网事件的电缆隧道；正常方式下因隧道原因可造成 1 座 220 千伏及以上变电站全停或 3 座 110 千伏及以上变电站全停的电缆隧道。

2.0.27 二级电缆隧道 secondary cable tunne

正常方式下因隧道原因可造成 5 级电网事件的电缆隧道；正常方式下因隧道原因可造成 2 座 110 千伏及以上变电站全停的电缆隧道。

2.0.28 三级电缆隧道 three-stage cable tunne

未列入一、二级的电缆隧道。

2.0.29 局部放电在线监测装置 partial discharge on-line monitoring device

由传感器、信号采集单元、通信单元、监测主机等组成，用于监测电力电缆本体及附件局部放电情况的装置。

2.0.30 测温装置 optical fiber temperature measurement device

由测温控制主机、测温光缆等组成，监测电力电缆本体、附件以及环境温度的装置。

2.0.31 水位在线监测装置 water-level on-line monitoring device

由水位传感器、数据采集单元，通信单元、监测主机等组成，用于监测电缆通道内水位情况的装置。

2.0.32 气体在线监测装置 gas on-line monitoring device

由气体传感器、数据采集单元，通信单元、监测主机等组成，用于监测电缆通道内一氧化碳、硫化氢、氧气、甲烷等气体浓度的装置。

2.0.33 井盖监控装置 manhole cover monitoring device

由井盖、井盖电控锁、通信单元、监控主机等组成，用于监测和控制电缆通道井盖开合状态的装置。

2.0.34 视频监测装置 video monitoring device

利用视频探测技术、监视设防区域并实时显示、记录现场图像的装置。

2.0.35 在线监测系统 on-line monitoring system

对电缆运行状态及电缆隧道等线路设施进行监测、分析、辅助诊断、报警与远程控制的系统。由现场设备、传感器、信号采集单元、监控主机、监控子站、远程监控中心等组成。

3 基本规定

- 3.0.1 城市电力电缆电气工程设计与施工应认真执行国家的建设方针和技术经济政策，符合安全可靠、技术先进、经济合理和节能环保的要求。
- 3.0.2 城市电力电缆电气工程设计与施工应遵守国家有关国土管理、环境保护、水土保持等法律法规和强制性标准的规定，并采用有效措施控制各种因素对环境造成的污染和危害。
- 3.0.3 城市电力电缆电气工程设计与施工应积极推广成熟的新技术、新材料、新设备、新工艺、新流程，不断提高智能化水平。
- 3.0.4 城市电力电缆设计与施工应遵循绿色建造的要求，采用有利于节约资源、保护环境、减少排放、提高效率、保障品质的建造方式。
- 3.0.5 敷设电缆用的土建设施宜按电网远景规划并预留适当裕度一次建成。
- 3.0.6 城市电力电缆电气工程应在办理相应许可手续后，依据经审核批准的规划文件进行施工。
- 3.0.7 城市电力电缆电气工程设计与施工单位应具备相应的资质。
- 3.0.8 电缆、电缆附件及电缆附属设备均应符合产品技术文件的要求，并应具有产品标识和质量证明文件。
- 3.0.9 电缆线路埋设在城市绿化带时，其覆土厚度应满足恢复绿化植被的要求。
- 3.0.10 工程竣工后，应由建设单位组织进行工程移交生产验收，验收合格后方可投入运行。

4 设计

4.1 电缆路径

- 4.1.1 电缆线路路径应与城市总体规划相结合，应与各种管线和其它市政设施统一安排，且应取得相关部门认可。
- 4.1.2 电缆敷设路径应综合考虑路径长度、施工、运行和维修方便等因素，统筹兼顾，做到经济合理，安全适用、便于维护、环境友好。
- 4.1.3 电缆路径应避免制造存放易燃、易爆、易腐蚀等危险品场所，宜避开剧烈震动区域，减小电缆线路所受化学腐蚀和机械外力的影响。
- 4.1.4 在符合安全性要求下，电缆敷设路径应有利于降低电缆及电缆构筑物的综合投资。
- 4.1.5 电缆路径跨越河流宜优先考虑利用城市桥梁或隧道敷设，并取得相关部门认可。
- 4.1.6 电缆路径选择应结合城市远景规划，宜避开规划中需要施工的处所。
- 4.1.7 供敷设电缆用的保护管、电缆沟或直埋敷设的电缆不应平行敷设于其他管线的正上方或正下方。

4.2 电缆选择

- 4.2.1 电缆截面和型号应根据系统输送容量、电压等级、最大短路电流时热稳定要求、敷设环境等因素选择。
- 4.2.2 额定电压和绝缘水平应符合现行行业标准《城市电力电缆线路设计技术规定》DL/T 5221 的有关规定。
- 4.2.3 电缆导体材质、芯数及截面的选择应符合下列规定：
- 1 35kV 及以上电缆可选用铜芯或铝芯电缆，110kV 及以上宜选用铜芯电缆；
 - 2 10kV 电缆应优先选用三芯统包电缆；220kV 变电站 35kV 出线电缆、变电站内及大截面的 35kV 电缆，应选用单芯电缆，其它 35kV 电缆应选用三芯统包电缆；110kV 及以上电缆应选用单芯电缆；
 - 3 电缆导体截面的选择，应满足规划载流量和通过系统最大短路电流时热稳定的要求；
 - 4 电缆导体截面的选择应结合敷设环境考虑；
 - 5 电缆导体截面的选择，应满足在电缆敷设安装和运行过程中受到的机械负荷；
 - 6 连接回路在最大工作电流作用下的电压降，不得超过该回路允许值。
- 4.2.4 电缆绝缘的选择应符合下列规定：
- 1 10kV 及以上电力电缆宜选用交联聚乙烯绝缘；
 - 2 对 10kV 及以上交联聚乙烯绝缘电缆，应选用内、外半导体屏蔽层与绝缘层三层共挤工艺特征的类型；
 - 3 110（66）kV 及以上电力电缆应采用悬链或立塔式工艺。
- 4.2.5 金属屏蔽层/护套的选择应符合下列规定：
- 1 金属屏蔽的截面应满足在单相接地故障或不同地点两相同时发生故障时短路容量的要求；
 - 2 35kV 及以下电缆可选用软铜丝或铜带金属屏蔽层，66kV 及以上电缆应选用铅、铝护套；
 - 3 水底、腐蚀较严重但无硝酸、醋酸、有机质（如泥煤）及强碱性腐蚀质，且受机械力（拉力、

压力、振动等)不大的场所,应选用铅套电缆;

4 腐蚀不严重和要求承受一定机械力的场所(如直接与变压器连接、敷设在桥梁上、桥墩附近和竖井中等),应选用铝套电缆;

5 腐蚀较严重或要求承受机械力的能力比铝套更强的场所,应选用不锈钢套电缆;

6 当需要增强电缆抗外力时,应选用非磁性金属铠装层,不得选用未经非磁性有效处理的钢制铠装。

4.2.6 外护层的选择应符合下列规定:

1 应满足正常运行时导体最高工作温度的要求;

2 敷设在有火灾危险场所时应采用防火阻燃外护套,敷设在有白蚁危害的场所时应采用防白蚁护层,敷设在有鼠害的场所时应在护套外添加防鼠金属铠装或采用硬质护层,敷设在有化学溶液污染的场所时应按其化学成分采用相应材质外护层,对于有纵向阻水要求的电缆,应具有纵向阻水带或防止水分侵入;

3 聚氯乙烯(02型)外护套适用于有一般防火要求和对外护套有一定绝缘要求的电缆线路;聚乙烯(03型)外护套适用于直埋、地下水位较高和低温下敷设的电缆线路;

4 对于35kV及以下交联聚乙烯电缆可不要求有径向防水层。66kV及以上交联电缆应具有径向防水层;敷设在干燥场所时,可选用综合防水层作为径向防水层,敷设在潮湿场所、地下或水底时应选用金属套径向防水层,且在金属套下增加纵向防水结构。

4.3 电缆敷设

4.3.1 电缆敷设方式的选择应结合工程条件、环境特点和电缆类型、数量等因素,以及满足运行可靠、便于维护和技术经济合理的要求选择。

4.3.2 不同敷设方式电缆根数的选择宜符合表4.3.2的规定。

表4.3.2 敷设方式和规划电缆根数

敷设方式	规划敷设电缆根数
直埋	6根及以下
排管或电缆沟	24根及以下
隧道	18根及以上

4.3.3 选择直埋方式敷设电缆时,应符合下列规定:

1 同一通路少于6根35kV及以下的电力电缆,且位于城郊不经常性施工开挖的地段或在城镇人行道下及道路边缘等较易修复电缆的地段,可采用直埋敷设;

2 处于地下管网较多的地段,可能有熔化金属、高温液体溢出的地段,待开发有较频繁开挖的地段的电缆,不宜采用直埋敷设;

3 处于在化学腐蚀或杂散电流腐蚀的土壤范围内电缆,不应采用直埋敷设;

4 35kV以上电缆、10kV重要进线电缆不宜采用直埋敷设;

5 110kV及以上电力电缆不应采用直埋敷设。

4.3.4 选择排管方式敷设电缆时,应符合下列规定:

- 1 电缆与公路、铁道交叉时，宜采用排管敷设；
 - 2 电缆通过房屋、广场及规划道路的地段时，宜采用排管敷设；
 - 3 110kV及以上电力电缆不宜采用排管敷设。
- 4.3.5** 选择电缆沟方式敷设电缆时，应符合下列规定：
- 1 城镇人行道不便开挖且电缆需分期敷设，电缆数量较多但不需要采用隧道，宜采用电缆沟敷设；
 - 2 载重车辆频繁经过的地段，不应采用电缆沟敷设；
 - 3 有防爆、防火要求的明敷电缆，可采用埋砂电缆沟敷设。
- 4.3.6** 选择电缆隧道方式敷设电缆时，应符合下列规定：
- 1 同一通道的地下电缆数量多、电缆沟不足以容纳时应采用电缆隧道敷设；
 - 2 同一通道内含有35kV电压等级以上电缆，且位于经常有地面水溢流的场所或穿越公路、铁道等地段，可采用电缆隧道敷设；
 - 3 1200mm²及以上的220kV电压等级及以上的大截面电缆、500kV电压等级及以上的电缆，应采用电缆隧道敷设；
 - 4 同一通道敷设6回及以上110kV及以上电压等级的电缆时，宜采用电缆隧道敷设；
 - 5 受城镇地下通道条件限制或交通流量较大的道路下，可利用共用隧道敷设电缆，但该隧道内不得有热力管、燃气管线。
- 4.3.7** 当穿越道路、铁路、建筑物、河流、闹市区、古迹保护区、绿化带等无法或不宜实行开挖作业的区域，可以采取顶管或水平定向钻进等非开挖措施。
- 4.3.8** 电缆敷设在垂直、水平转向部位、电缆热伸缩部位以及蛇形弧部位的弯曲半径，应符合表 4.3.8 的规定。

表 4.3.8 电缆敷设允许最小弯曲半径

项目	35kV 及以下的电缆				66kV 及以上的 电缆
	单芯电缆		三芯电缆		
	无铠装	有铠装	无铠装	有铠装	
敷设时	20D	15D	15D	12D	20D
运行时	15D	12D	12D	10D	15D

注：1、D 表示电缆外径；2、非本表范围电缆的最小弯曲半径宜按厂家建议值。

- 4.3.9** 电缆支架的层间垂直距离，应满足电缆方便地敷设和固定，在多根电缆同层支架敷设存在更换或增设任意电缆的可能时，电缆支架之间最小净距宜符合表 4.3.9 的规定。

表 4.3.9 电缆支架的层间允许最小净距 (mm)

电缆类型及敷设特征		支架层间最小净距
控制电缆		120
电	电力电缆每层一根	D+50

力 电 缆	电力电缆每层多于一根	2D+50
	电力电缆三根品字型布置	2D+50
	电力电缆三根品字型布置多于一回	3D+50
	电缆敷设于槽盒内	H+80

注：H表示槽盒外壳高度，D表示电缆最小外径。

4.3.10 在电缆沟、隧道或电缆夹层内安装的电缆支架、梯架或托盘的最上层、最下层布置尺寸应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217的有关规定。

4.3.11 电缆沟或隧道内通道净宽，宜符合表 4.3.11 的规定。

表 4.3.11 电缆沟隧道内通道净宽允许最小值 (mm)

电缆支架 配置方式	电缆沟深			开挖式隧道 或封闭式工井	非开挖式 隧道
	≤600	600~1000	≥1000		
两侧	300*	500	700	1000	800
单侧	300*	450	600	900	800

注：1*浅沟内不设置支架时，勿需有通道；

2 非封闭式工井参照电缆沟布置。

4.3.12 电缆与电缆、管道、道路、构筑物等相互间容许最小距离宜符合表 4.3.12 的规定。

表 4.3.12 电缆与电缆、管道、道路、构筑物等相互间容许最小距离 (m)

电缆直埋敷设时的配置情况		平行	交叉
控制电缆之间		-	0.5 ^①
电力电缆之间或与控制电缆之间	10kV 及以下电力电缆	0.1	0.5 ^①
	10kV 以上电力电缆	0.25 ^②	0.5 ^①
不同部门使用的电缆		0.5 ^③	0.5 ^①
电缆与地下管沟	热力管沟	2.0 ^③	0.5 ^①
	油管或易(可)燃气管道	1.0	0.5 ^①
	其他管道	0.5	0.5 ^①
电缆与铁路	非直流电气化铁路路轨	3.0	1.0
	直流电气化铁路路轨	10	1.0
电缆与建筑物基础		0.6 ^③	-
电缆与道路边		1.0 ^③	-
电缆与排水沟		1.0 ^③	-
电缆与树木的主干		0.7	-
电缆与 1kV 及以下架空线电杆		1.0 ^③	-
电缆与 1kV 以上架空线杆塔基础		4.0 ^③	-

注：①用隔板分隔或电缆穿管时不得小于 0.25m；

②用隔板分隔或电缆穿管时不得小于 0.1m;

③特殊情况时, 减少值不得大于 50%。

4.3.13 电缆线路的设计分段长度, 除应满足电缆护层感应电压的允许值外, 还应结合施工条件和施工机具等因素, 使电缆敷设牵引力、侧压力不超过产品规定的允许值。

4.3.14 在隧道、电缆沟、工井、夹层等封闭式电缆通道中, 不得布置热力管道, 严禁有可燃气体或可燃液体的管道穿越。

4.3.15 直埋敷设应符合下列规定:

1 电缆的埋设深度, 电缆表面距地面不应小于 0.7m, 穿越农田时不应小于 1m, 且应埋在冻土层下。当条件受限制时, 应采取防止电缆受到损坏的措施;

2 直埋敷设的电缆应沿其上、下紧邻侧全线铺以厚度不小于 100mm 的细砂或土, 并在其上覆盖宽度超出电缆两侧各 50mm 的保护板。电缆敷设于预制钢筋混凝土槽盒时, 应先在槽盒内垫厚度不小于 100mm 的细砂或土, 敷设电缆后, 用细砂或土填满槽盒, 并盖上槽盒盖;

3 直埋敷设时, 在保护板或槽盒盖上层应全线铺设醒目的警示带;

4 直埋敷设时, 在电缆转弯、接头、进入建筑物等处及直线段每隔一定间距应设置明显的方位标志或标桩, 间距不宜大于 50m;

5 直埋敷设电缆穿越城市交通道路和铁路路轨时, 应穿管敷设。在电缆线路路径下有可能使电缆受到机械性损伤、化学腐蚀、杂散电流腐蚀、白蚁、虫鼠等危害的地段, 应采取相应的外护套或适当的保护措施;

6 直埋敷设的电缆, 严禁位于地下管道的正上方或下方。电缆与电缆或管道、道路、构筑物等相互间容许最小距离, 应符合表 4.3.12 的规定;

7 直埋敷设的电缆与铁路、道路交叉时, 应穿保护管, 与铁路交叉时, 保护管应超出路基面宽各 1m, 或者排水沟外 0.5m。埋设深度不应低于路基面下 1m; 与道路交叉时, 保护管应超出道路边各 1m, 或者排水沟外 0.5m。埋设深度不应低于路面下 1m; 保护管应有不低于 1% 的排水坡度。

4.3.16 排管敷设应符合下列规定:

1 排管所需孔数除按电网规划敷设电缆根数外, 还需有适当备用孔供更新电缆用;

2 供敷设单芯电缆用的保护管管材, 应选用非导磁并符合环保要求的管材; 供敷设三芯电缆用的保护管管材, 还可使用内壁光滑的钢筋混凝土管或镀锌钢管;

3 排管顶部土壤覆盖深度不宜小于 0.5m, 且与电缆、管道(沟)及其他构筑物的交叉距离应符合本标准表 4.3.12 的规定;

4 排管内径应大于 1.5 倍电缆外径;

5 排管尽可能做成直线, 如需避让障碍物时, 可做成圆弧状排管, 但圆弧半径不得小于 12m; 如使用硬质管, 则在两管镶接处的折角不得大于 2.5° ;

6 排管宜在两工作井之间用钢筋混凝土作全线加固;

7 排管工作井的间距必须按敷设在同一排管中重量最重、允许牵引力和允许侧压力最小的一根电缆计算决定, 两工作井之间的距离不宜大于 130m;

8 排管工作井内长度应根据敷设在同一工作井内最长的电缆接头以及能吸收来自排管内电缆的热伸缩量所需的伸缩弧尺寸决定，且伸缩弧的尺寸应满足电缆在寿命周期内电缆金属护套不出现疲劳现象；排管工作井长度计算方法应符合现行行业标准《城市电力电缆线路设计技术规定》DL/T 5221 附录 B 的规定；

9 排管工作井净宽应根据安装在同一工作井内直径最大的电缆接头和接头数量以及施工机具安置所需空间设计。工作井净高应根据接头数量和接头之间净距离不应小于 1000mm 设计，且净高不宜小于 1.9m；

10 排管中的每座封闭式工作井的顶板应设置直径不小于 700mm 人孔两个；

11 排管中的每座工作井的底板应设有集水坑、拉环坑，向集水坑排水坡度不应小于 0.5%；

12 排管中的每座工作井内的两侧除需预埋供安装立柱支架等埋件外，在顶板和底板以及排管接口部位，还需预埋供吊装电缆用的吊环以及供电缆敷设施工所需的拉环；

13 安装在排管工作井内的金属构件应采用热镀锌扁钢与接地装置连接。每座工作井均应设接地装置，接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ ；

14 在工作井内的接头和单芯电缆应采用非磁性材料或经隔磁处理的夹具固定；

15 电缆敷设完成后，工作井两端的排管孔口应封堵；

16 在 10% 以上的斜坡排管中，应在标高较高一端的工井内设置防止电缆因热伸缩而滑落的构件。

4.3.17 电缆沟敷设应符合下列规定：

1 电缆沟深度应按远景规划敷设电缆根数决定，但沟深净空不宜大于 1.5m；

2 净深小于 0.6m 的电缆沟，可把电缆敷设在沟底板上，不设支架和施工通道；

3 在不增加电缆导体截面且满足输送容量要求的前提下，电缆沟内可回填细砂或土；

4 在不回填的电缆沟内，电缆应按其热伸缩量作蛇形敷设设计；

5 电缆沟应能实现排水通畅，其纵向排水坡度，不应小于 0.5%；

6 电缆沟沿排水方向在标高最低部位宜设集水坑及其泄水系统，必要时应实施机械排水；

7 安装在沟道内的金属构件应采用热镀锌扁钢与接地装置连接。电缆沟每隔 500 米设接地装置，接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ 。

4.3.18 桥梁敷设应符合下列规定：

1 利用交通桥梁敷设电缆，应取得当地桥梁管理部门认可；

2 在交通桥梁上敷设的电缆和附件等重量应在桥梁设计允许承载值之内；

3 电缆和附件的安装，不得有损于交通桥梁结构的稳定性；

4 在交通桥梁上敷设的电缆和附件，不得低于桥底距水面高度且不得有损桥梁的外观；

5 在短跨距的桥梁人行道下敷设的电缆，应穿入内壁光滑、耐燃性良好的管子内或放入耐燃性能良好的槽盒内。在外来人员不可能接触到之处可裸露敷设，但应采取避免太阳直接照射的措施；

6 在短跨距的桥梁桥墩两端或在桥梁伸缩间隙处，应设电缆伸缩弧；

7 在大跨距的桥梁内或桥梁人行道下敷设电缆，电缆应采取适当的防火措施，以防外界火源危及电缆；

8 在大跨距的桥梁上敷设的电缆应考虑桥因受风力和车辆行驶时的震动，而导致电缆金属护套出现疲劳的保护措施；

9 在大跨距的桥梁上敷设的 66kV 及以上的大截面电缆，宜作蛇形敷设；

10 在大跨距的桥梁伸缩间隙部位的一端，应按桥桁最大伸缩长度设置电缆伸缩弧；

11 在大跨距的桥梁伸缩间隙处，宜把电缆放入能垂直、水平方向转动的方向铰链架内。

4.3.19 隧道敷设应符合下列规定：

1 电缆隧道与相邻建（构）筑物及管线最小间距应符合国家现行有关标准的规定，且宜满足表 4.3.19 的规定，当不能满足要求时，应在设计和施工中采取保护措施；

表 4.3.19 电缆隧道与相邻建（构）筑物及管线最小间距（m）

具体情况施工方法	开挖式隧道	非开挖式隧道
隧道与建（构）筑物平行距离	≥1.0	不小于隧道外径
隧道与地下管线平行距离	≥1.0	不小于隧道外径
隧道与地下管线交叉穿越间距	≥0.5	不小于隧道外径

2 电缆隧道净高不宜小于 1900mm，短距离空间或与其他管沟交叉的局部段净高，不得小于 1400mm；

3 在隧道内 66kV 及以上的单芯电缆，应按电缆的热伸缩量作蛇形敷设设计；

4 隧道内电缆排列应按照电压等级“从高到低”、“强电至弱电的控制和信号电缆、通信电缆”的顺序“自下而上”排列。不同电压等级的电缆不宜敷设于同一层支架上。

4.3.20 电缆登杆（塔）应符合下列规定：

1 电缆终端和架空线相连，可采用电缆登杆（塔）方式。

2 电缆登杆（塔）应设置电缆终端支架（或平台）、避雷器、接地箱及接地引下线。终端支架的尺寸必须确保电缆终端各相导体对接地部分和相间距离应符合表 4.3.20 的规定，并满足带电导体对地面的安全距离；

表 4.3.20 室内外配电装置的安全净距（mm）

运行电压（kV）		10	20	35	66	110	220	330	500
室内	相-相	125	180	300	550	900	2000	—	—
	带电部位-地					850	1800	-	
室外	相-相	200	300	400	650	1000	2000	2800	4300
	带电部位-地					900	1800	2500	3800

注：海拔超过 1000m 时，上述值应进行修正，参见现行行业标准《高压配电装置设计技术规定》DL/T 5352 的规定。

3 在电缆登杆（塔）处，凡露出地面部分的电缆应套入具有一定机械强度的保护管加以保护。露出地面的保护管总长不应小于 2.5m，单芯电缆的保护管应采用非导磁材料。

4.3.21 电缆终端站（场）应符合下列规定：

1 66kV 及以上电缆与架空线路的连接，可采用电缆终端站（场）方式，终端站（场）的站（场）址应征得规划部门同意，终端站的防护围墙高度应不小于 2.5m；

2 电缆终端站（场）的站区场地设计标高应高于频率为 2%（重现期）的洪水水位或历史最高内涝水位。当站区场地设计标高不能满足上述要求时，可采取的措施应符合现行行业标准《高压配电装置设计技术规定》DL/T 5352 的规定；

3 电缆终端站（场）场地设计标高宜高于或者局部高于站外自然地面，以满足站区场地排水要求；

4 电缆终端站（场）内的电缆终端、避雷器、支持绝缘子等设施布置应符合现行行业标准《高压配电装置设计技术规定》DL/T 5352 的规定；

5 当架空避雷线保护角不能满足终端站（场）保护要求时，宜增设避雷针；

6 终端站（场）应设置接地装置，电缆终端及附属设施接地部分应与接地装置可靠连接。

4.3.22 垂直敷设应符合下列规定：

1 垂直敷设电缆，需按电缆重量以及由电缆的热伸缩而产生的轴向力来选择敷设方式和固定方式；

2 高落差不大、电缆重量较轻时，宜采用直线敷设、顶部设夹具固定方式；电缆的热伸缩由底部弯曲处吸收；

3 电缆重量较大，由电缆的热伸缩所产生的轴向力不大的情况下，宜采用直线敷设、多点固定方式。固定间距需按电缆重量和由电缆热伸缩而产生的轴向力计算；

4 电缆重量大，由电缆的热伸缩所产生的轴向力较大的情况下，宜采用蛇形敷设，并在蛇形弧顶部设能横向滑动的夹具；

5 在电缆竖井内敷设带皱纹金属套的电缆应具有防止导体与金属套之间发生相对位移的措施。

4.3.23 电缆支持与固定应符合下列规定：

1 电缆支架和桥架表面应光滑无毛刺；

2 电缆支架和桥架应适应使用环境的耐久稳固、满足所需的承载能力及符合工程防火要求；

3 选择电缆支架型式时，明敷的全塑电缆数量较多，或电缆跨越距离较大时，宜选用电缆桥架；

4 除本条第 3 款规定的情况外，可选用普通支架、吊架；

5 电缆支架的强度应满足电缆及其附件荷重和安装维护的受力要求，且应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的有关规定；

6 电缆桥架的组成结构应满足强度、刚度及稳定性要求，且应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的有关规定；

7 钢制电缆支架，用于干燥环境或非重要回路时，可涂防腐漆；用于易受腐蚀环境时，应选择合适的一次性防腐处理方式（如热镀锌、塑料喷涂、合金电镀处理等）。当技术经济分析合理时，也可采用铝合金或玻璃钢支架；

8 电缆支架和桥架除支持工作电流大于 1500A 的交流系统单芯电缆外，宜选用钢制；

9 金属制桥架系统应设可靠的电气连接并接地。采用玻璃钢桥架时，应沿桥架全长另敷设专用保护导体；

10 固定电缆用的夹具、支托件和绑扎带，应有足够的机械强度，且具有表面光滑、耐久和安装简便性；用于交流系统中单芯电力电缆时不应构成磁性闭合回路；

11 除交流系统中使用单芯电力电缆情况外，可采用经防锈蚀处理的扁钢等金属材料制作夹具；在易受腐蚀环境，宜用尼龙绑扎带或喷塑金属扎带；

12 用于交流系统中单芯电力电缆的刚性固定，宜采用铝合金或不构成磁性回路的夹具；

13 不应采用铁丝直接绑扎电缆；

14 电缆各支持点之间的距离，不宜大于表 4.3.22 的规定。

表 4.3.22 电缆支架间的距离 (mm)

电缆种类	敷设方式	
	水平	垂直
未含金属套、铠装的全塑小截面电缆	400*	1000
除上述情况外的中、低压电缆	800	1500
35kV 及以上的高压电缆	1500	3000

注：*维持电缆较平直时，该值可增加 1 倍。

15 35kV 及以下电缆明敷时，应设置适当的固定部位，并应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的有关规定；

16 35kV 以上高压电缆明敷时，加设的固定部位除应符合本条第 15 款的规定外，尚应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的有关规定；

17 35kV 以上高压电缆的终端、接头与电缆连接部位宜设缩节。伸缩节应大于电缆允许弯曲半径，并应满足金属套的应变不超出允许值。未设置缩节的接头两侧应采取刚性固定或在适当长度内电缆实施蛇形敷设。

18 以蛇形敷设的电缆用金属夹具或绳索固定于支架上时，应满足现行行业标准《城市电力电缆线路设计技术规定》DL/T 5221 的有关规定。

4.4 电缆附件选择

4.4.1 电缆附件的型号规格应根据电压等级、电缆绝缘类型、安装环境、污秽等级、海拔高度、作业条件、工程所需可靠性和经济性等要求确定。

4.4.2 电缆附件的额定电压以 $U_0/U(U_m)$ 表示，不得低于电缆的额定电压。

4.4.3 外绝缘的选择应符合下列规定：

1 电缆附件是将各种组件、部件和材料，按照一定设计工艺，在现场安装到电缆端部构成的，在绝缘结构上，它与电缆本体结合成不可分割的整体；

2 电缆附件应能承受雷电冲击耐受电压之峰值，即基准绝缘水平 BIL，应符合现行行业标准《城市电力电缆线路设计技术规定》DL/T 5221 的有关规定。

4.4.4 电缆终端的选择应符合下列规定：

1 室内环境应选用户内终端，室外环境应选用户外终端。用于组合电器直接相连时应选用 GIS 终端；

2 电缆终端结构型式的选择，应满足电缆电压等级、绝缘类型、安装环境和设备可靠性要求，并符合经济合理原则。66kV 及以上电缆终端还应符合现行行业标准《城市电力电缆线路设计技术规定》DL/T 5221 的有关规定；

3 户外终端的机械强度应满足使用环境的风力和地震等级的要求，并能承受与它连接的导线上 2kN 的水平拉力；

4 户外电缆终端的套管必须满足所安置处海拔高度、污秽地区所需爬电比距的要求，在一般环境条件下，外绝缘的爬电比距不应低于架空线绝缘子串，且不应小于 2.17cm/kV（统一爬电比距）；

5 电缆终端的装置类型选择还应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的有关规定；

6 电缆终端构造类型选择应按满足工程所需可靠性、安装与维护方便和经济合理等因素确定，并应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的有关规定。

7 人员密集区域或有防爆要求场所的 110kV 及以上电缆户外终端应选择复合套管材质。

4.4.5 电缆终端支架应符合下列规定：

1 电缆终端的金属部件（含屏蔽罩）在不同相导体之间和导体对地之间的距离，应符合本标准表 4.3.20 的规定；

2 变电站内户外电缆终端底座垂直于地面的安装高度应不小于 2500mm。非变电站内户外电缆终端底座垂直于地面的安装高度，宜按照架空线路对地距离的要求考虑；

3 电缆终端的布置应满足电缆弯曲半径的规定；

4 终端支架必须具有足够的机械强度，满足终端的全部荷重和安装维修临时附加的负载（一般按 2kN 考虑）；

5 终端支架必须坚固耐用，符合工程防火和防腐蚀要求；单芯电缆的终端支架不得构成铁磁回路；终端支架必须与接地网可靠连接。

4.4.6 电缆接头的选择与布置应符合下列规定：

1 电缆接头结构应满足电缆电压等级、绝缘类型、安装环境和设备可靠性要求，并符合经济合理原则；

2 电缆导体连接应有良好的导电性能和机械强度。具有钢丝铠装的电缆，必须维持钢丝铠装的纵向连续且具有足够的机械强度；

3 电缆接头应具有与电缆本身相同的绝缘强度和防潮密封性能，其密封套还应具有防腐性能。在有水浸泡的设置场所，电缆接头盒应具有挤塑防水层；

4 易燃场所的电缆接头，不得选用热缩型；

5 电缆接头中的铜导体连接宜采用压接方法；

6 电缆接头的绝缘应可靠，可分为预制式、现场浇注式和缠包式，宜优先采用预制式中间接头；

- 7 电缆接头外壳应对地绝缘,外壳绝缘保护罩的绝缘水平不得低于所连接电缆的护套绝缘水平;
- 8 绝缘接头在外屏蔽层断开处的绝缘水平不得低于连接电缆护套绝缘水平的2倍;
- 9 电缆接头的布置,应满足安装维修所需的间距,并符合电缆允许弯曲半径的伸缩节配置的要求;

10 电缆接头结构型式应满足电缆电压等级、绝缘类型、安装环境和设备可靠性要求,并符合经济合理原则,并符合现行行业标准《城市电力电缆线路设计技术规定》DL/T 5221 的有关规定。

4.4.7 过电压保护装置应符合下列规定:

1 电缆和附件的主绝缘应采取以下保护措施:

- 1) 变电站内的露天电缆终端,必须在站内的避雷针或避雷线保护范围之内;
- 2) 电缆线路与架空线相连的一端应装设避雷器;
- 3) 当电缆线路一端与架空线相连,而电缆长度小于其冲击特性长度或电缆线路两端均与架空线相连时,应在两端分别装设避雷器;
- 4) 电缆金属护套、铠装和电缆终端支架必须可靠接地。

2 保护电缆线路的避雷器的主要特性参数应符合现行行业标准《城市电力电缆线路设计技术规定》DL/T 5221 的有关规定;

3 电缆护套的过电压保护,实行单端接地和交叉互联接地的单芯电缆线路,应按规定安装金属护套电压限制器。

4.5 电缆防火与阻燃设计

4.5.1 阻燃电缆选用及敷设应符合下列规定:

1 敷设在电力隧道内及电缆防火重要部位的电力电缆,应选用阻燃电缆。敷设在变、配电站及发电厂电缆通道或电缆夹层内,自终端起到站外第一只接头的一段电缆,宜选用阻燃电缆;

2 地下变电站、地下客运或商业设施等人流密集环境中的回路,应选用低烟、无卤阻燃电缆。其他重要的工业与公共设施供配电回路,宜选用阻燃电缆或低烟、无卤阻燃电缆;

3 在同一通道中,不应将非阻燃电缆与阻燃电缆混合敷设。耐火电缆的敷设可不受上述限制。

4.5.2 防火隔离应符合下列规定:

1 对电缆及其构筑物应采取防火封堵分隔措施;

2 长度超过 100m 的电缆沟或电缆隧道,应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃或分隔措施,并应根据变电站的规模及重要性采取下列一种或数种措施:

- 1) 采取耐火极限不低于 2.00h 的防火墙或隔板,并用电缆防火封堵材料封堵电缆通过的孔洞;
- 2) 电缆局部涂防火涂料或局部采用防火带、防火槽盒。

3 防火分隔包括设置防火门、防火墙、耐火隔板与封闭式耐火槽盒。防火门、防火墙用于电缆隧道、电缆沟、电缆桥架以及上述通道分支处及出入口。耐火隔板用于电缆竖井和电缆层中电缆分隔;

4 防火墙和耐火隔板的间隔距离应符合表 4.5.2 的规定。

表 4.5.2 阻火分隔的间距 (m)

类别	地 点		间距
防火墙	电缆隧道	电厂、变电站内	100
		电厂、变电站外	200
	电缆沟、 电缆桥架	电厂、变电站内	100
		厂区内	100
		厂区外	200
防火隔板	竖井	上、下层间距	7

注：对于电缆隧道、电缆沟、电缆桥架，在电缆交叉、密集部位，间距不大于 60m。

5 电缆隧道的防火墙厚度不宜小于 240mm。在防火墙两侧不小于 2m 的电缆宜缠绕自粘性防火包带、涂刷防火涂料或采取防火隔板分隔；

6 当电力电缆与控制电缆或通信电缆敷设在同一电缆沟或电缆隧道内时，宜采用防火槽盒或防火隔板进行分隔。

4.5.3 防火封堵应符合下列规定：

1 电缆穿越楼板、墙壁或盘柜孔洞以及管道两端时，应用防火堵料封堵。防火封堵材料应密实无气孔，封堵材料厚度不应小于 100mm；

2 电缆隧道、电缆沟和竖井内除应符合本标准第 4.5.2 条的规定外，在电缆竖井穿越楼板处、竖井和隧道或电缆沟（桥架）接口处，应采用防火包等材料封堵；

3 封闭式耐火槽盒的接缝处和两端，应用阻火包带或防火堵料密封；

4 防火墙上的电缆孔洞应采用耐火极限为 3.00h 的电缆防火封堵材料或防火封堵组件进行封堵；

5 在电缆竖井中，宜每间隔不大于 7m 采用耐火极限不低于 3.00h 的不燃烧体或防火封堵材料封堵。

4.5.4 防火涂料应符合下列规定：

1 防火涂料可适用于下列场所：

- 1) 涂覆于贯穿孔洞封堵层的一侧或两侧电缆，防火墙两侧电缆或其他场所需防火保护的电缆；
- 2) 涂覆于进出槽盒端头电缆及从槽盒内引出的电缆。

2 在接头两侧电缆各约 3m 区段和该范围内邻近并行敷设的其他电缆上，应采用防火涂料或防火包带实施阻燃。

4.6 电缆及附属设备接地设计

4.6.1 电力电缆金属护套或屏蔽层接地方式应符合下列规定：

1 电力电缆金属护套或屏蔽层必须按下列规定接地：

1) 三芯电缆的金属屏蔽层和铠装层应在电缆线路两终端及中间接头处直接接地；当三芯电缆具有塑料内衬层或隔离套时，金属屏蔽层和铠装层宜分别引出接地线，且两者之间宜采取绝缘措施；

2) 交流单芯电缆的金属护套或屏蔽层，在线路上至少应有一点直接接地，且在金属护套或屏蔽层上任一点非直接接地处的正常感应电压应满足下列要求：当未采取能防止人员任意接触金属护套或屏蔽层的安全措施时，在正常满负载情况下，不得大于 50V；当采取能防止人员任意接触金属护套或屏蔽层的安全措施时，在正常满负载情况下，不得大于 300V；

3) 长距离单芯水底电缆线路应在两岸的接头处直接接地。两端直接接地的同时，可沿线多点直接接地。

2 交流单芯电缆金属护套必须按下列规定接地：

1) 线路不长且符合感应电压规定要求时，可采用线路一端直接接地而在另一端经过电缆护层电压限制器接地方式；

2) 线路稍长一端接地不能满足感应电压规定要求时，可采取中间部位单点直接接地而在两端经过电缆护层电压限制器接地方式；

3) 线路较长，中间一点接地方式不能满足感应电压规定要求时，宜设置绝缘接头或实施电缆金属层的绝缘分隔将电缆的金属套和绝缘屏蔽均匀分割成三段或三的倍数段，采用交叉互联接地方式；

4) 线路很短及利用率很低时，也可采取两端直接接地方式；

5) 电缆线路较短采用一端直接接地，另一端通过电压限制器接地；

6) 电缆一端连接变压器，另一端连接架空线路，直接接地点宜设在电缆与架空线连接的一端。

3 交流系统110kV及以上单芯电缆金属层单点直接接地时，下列任一情况下，应沿电缆临近设置平行回流线：

1) 系统短路时电缆金属层产生的工频感应电压超过电缆护层绝缘耐受强度或护层电压限制器的工频耐压；

2) 需抑制电缆对邻近弱电线路的电气干扰强度。

4 回流线的选择与设置应符合下列规定：

1) 回流线的阻抗及其两端接地电阻应达到抑制电缆金属套工频感应过电压，并应使其截面满足最大暂态电流作用下的热稳定要求；

2) 回流线的排列配置方式应保证电缆运行时在回流线上产生的损耗最小；

3) 电缆线路任一终端设置在发电厂、变电站时，回流线应与电源中性导体接地的接地网连通。

5 电缆护层电压限制器的特性应符合下列规定：

1) 在系统可能的大冲击电流作用下的残压，不得大于电缆护层冲击耐受电压的 $1/\sqrt{2}$ ；

2) 可能最大工频过电压 5s 作用下，电缆护层电压限制器能够耐受；

3) 可能最大冲击电流累计作用 20 次，电缆护层电压限制器不被损坏；

4) 电缆护层电压限制器的残工比一般选择在 2.0~3.0。

6 电压限制器与电缆金属护套的连接线应符合下列规定：

- 1) 连接线应尽可能短，3m 之内可采用单芯聚乙烯绝缘线，3m 以上宜采用同轴电缆；
- 2) 连接线的绝缘水平不得小于电缆护套的绝缘水平；
- 3) 连接线截面应满足系统单相接地电流通过时的热稳定要求。

4.6.2 接地装置应符合下列规定：

1 电缆通道内的接地系统应符合如下规定：

- 1) 不同用途和不同电压的电气装置、设施，应使用一个总的接地装置；
- 2) 应通长设置接地带，接地带截面应按照热稳定选择，最小截面不小于 50mm×5mm 的热镀锌扁钢，扁钢的连接应采用电焊搭接。接地带出入口处应与隧道外设置的接地装置可靠连接。在电缆中间头处隧道外侧设置接地装置，并将接地装置引到隧道内通长接地带。接地装置电阻不应大于 10Ω；
- 3) 金属构件和固定式电器用具均应与接地带可靠连接，并应采用电焊搭接，不得螺栓连接。

2 电缆通道、工作井内金属支架及组件均应可靠接地；

3 排管部分接地线应位于排管下部，全线贯通并与接地装置可靠连接；

4 电缆隧道内电气装置、设施的各外露可导电部分应做等电位连接，可靠保护接地。

4.6.3 对于路径较长的电缆线路，电缆金属护套接地系统宜选取分段均等的交叉互联接地、双回路电缆相序排列优化，减少电缆外护套环流，降低外护套损耗。

4.6.4 智能监控系统的接地设计应符合下列规定：

1 智能监控系统的交流工作接地、直流工作接地、安全工作接地、防雷接地的要求应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的有关规定；

2 智能监控系统应设专用二次接地网，并与综合接地网一点直接连接，应彻底消除与其它接地的耦合。二次接地网应采用不小于 100mm² 的铜缆与综合接地网可靠连接；

3 智能监控系统的各子系统应采取单点接地，宜采取等电位措施，并应满足各系统抗干扰和电气安全的要求。

4.7 电力电缆隧道在线监测

4.7.1 电力电缆隧道在线监测应符合如下规定：

1 电力电缆隧道在线监测包括隧道内电缆本体监测、隧道内环境监测；

2 电力电缆隧道在线监测系统应符合运行高效、稳定可靠、可扩展及开放性原则。各级状态监测系统均采用平台化构建、集中式部署；

3 监测系统的前置机应安装在附近变电站、开闭所等通讯便利的场所。前置子系统平台应支持第三方标准模型插件，充分满足系统的维护、扩容和升级等方面的要求；

4 安装在沟道内的传感器等装置应防水、阻燃；

5 在线监测系统可选用 380V/220V 电源，从就近变电站、开闭所等有电源的地点接用。电缆线路及控制设备应具有防水、防爆、防火能力；

6 各种在线监测、监控系统应具备通讯、电源自检、报警功能。各类监测系统应具备数据储存、设定阈值、报警（短信、显示器、音响）功能。

4.7.2 隧道内电力电缆本体监测配置的原则，应符合下列规定：

1 在隧道内敷设的 330kV 及以上电缆本体应配置分布式光纤测温、护层接地电流监测，可配置局部放电在线监测；

2 一级电缆隧道内敷设的 110（66）kV 及以上电缆本体应配置分布式光纤测温、护层接地电流监测；220kV 及以上电缆本体可配置局部放电在线监测；

3 二级电缆隧道内敷设的 110（66）kV 及以上电缆本体应配置分布式光纤测温、护层接地电流监测；

4 三级电缆隧道内敷设的 110（66）kV 及以上电缆本体可配置分布式光纤测温、护层接地电流监测。

4.7.3 隧道内环境监测装置的原则，应符合下列规定：

1 一级电缆隧道应配置温度监测或火灾报警及自动灭火、井盖监控、视频监控；可配置防外破监测、沉降监测、水位监测及自动排水、门禁监控等；

2 二级电缆隧道应配置温度监测或火灾报警及自动灭火；宜配置井盖监控；可配置视频监控、水位监测及自动排水、门禁监控等；

3 三级电缆隧道宜配置温度监测、井盖监控；可配置水位监测及自动排水（易积水区域应安装）、门禁监控等。

4.7.4 设计应积极应用电缆线路智能监控系统，如故障监测装置、光纤测温系统等。

4.8 通信设计

4.8.1 通信可采用光纤或复合线缆。

4.8.2 与电力电缆同通道敷设的通信线缆应采用阻燃线缆、分层敷设，阻燃等级应不低于 C 级。

4.8.3 通信线缆宜布置在隧道内顶层支架，通信线缆应敷设在具有耐火、防潮的盒（管）内。

4.8.4 通信线缆布置在排管（拖管）通道中，应在顶部预留 1 个通信专用管道，管内应设置专用阻燃子管。

4.8.5 沟道内通信线缆明敷时应采用铠装通信线缆。

4.8.6 通信线的铠装保护层、编织屏蔽层均应两端接地。

5 施 工

5.1 一般规定

- 5.1.1 施工单位必须遵守国家 and 地方政府有关环境保护的法律、法规，采用有效措施控制施工现场的各种因素对环境造成的污染和危害。
- 5.1.2 在质量检验、验收中使用的计量器具和检测设备，必须经计量检定合格后方可使用。
- 5.1.3 施工单位应对工程施工质量进行全过程控制，建设单位、监理单位、勘察单位、设计单位等各方应按有关规定对工程质量进行管理。
- 5.1.4 在旧城街道及地下管线复杂地段施工前，应针对电力、热力、煤气、天然气、自来水、电信等相关设施，制定应急预案，并组织相关人员进行演练。施工时出现异常，快速启动应急预案。电缆沟、隧道、工作井的渗漏检测应符合设计防水等级要求。
- 5.1.5 冬、雨期施工应遵守国家现行有关标准规定。
- 5.1.6 电缆沟、隧道、工作井应经过验收合格后，方可进行电缆敷设。电缆进入电缆沟、隧道、竖井、建筑物、盘（柜）以及穿管时，出入口及管口应使用防火材料封堵。
- 5.1.7 电缆沟、隧道、工作井内施工作业按照有限空间作业的相关要求进行管理。
- 5.1.8 起重吊装作业时，应合理安排吊机位置，充分利用土地资源，避免吊装作业在繁华路段、行人较多处进行。

5.2 施工准备

5.2.1 组织机构及人员应符合下列要求：

- 1 施工单位应组建施工项目部，机构设置及人员配备应满足工程需要，并建立健全技术、质量、安全等等管理体系，项目经理、安全员、特种作业人员等等关键人员应持证上岗；
- 2 工程开工前，应对施工人员进行技术及安全质量培训；
- 3 施工过程中，进入现场配合施工的设备材料厂商人员，应由施工单位对其进行安全交底，并在施工单位人员监护下开展作业，不得由其在现场单独作业。

5.2.2 技术准备应符合下列要求：

- 1 编制的施工规划文件应经建设单位审核批准；
- 2 建设单位应组织施工图会审，并由设计单位进行设计交底；
- 3 电缆工程施工前，应组织现场勘察，电缆沟、电缆隧道、电缆导管、工作井的深度、宽度、弯曲半径等应符合设计要求；交叉跨越情况应符合设计要求；电缆通道应畅通，排水良好；电缆支架、桥架等附属设施齐全完备，符合设计要求；
- 4 电缆敷设前，应进行电缆牵引力和电缆护层最大侧压力的计算校核，不同敷设方法电缆实际牵引力和电缆护层最大侧压力计算应符合附录 A 的规定；
- 5 电缆蛇形敷设的波长及波幅的计算应符合附录 B 的要求。

5.2.3 设备和材料准备应符合下列要求：

- 1 工程设备、材料应严格按照设计图纸的技术规范采购，符合设计质量标准；

2 工程设备及材料应进行进场检验，对设备及材料的外观、质量、规格、数量等进行检查，检查情况应符合设计文件的要求；

3 设备及材料应提供产品出厂合格证等质量证明文件；

4 对设备及材料进场检验结果有疑义时，应见证取样送检，合格后方可使用；

5 设备材料到场后，应采取防火防潮等安全保护措施，妥善保管，防止损伤损坏。

5.2.4 机械与工器具准备应符合下列要求：

1 电缆敷设的施工主要机械，在使用前应进行全面检查，主要功能和指标应满足施工需要。电缆输送机在使用前应进行电气联动试验；

2 电缆放线滑车等工器具使用前应进行检查，滑车应转动良好无卡涩，无可能损伤电缆的裂纹、毛刺等缺陷；

3 电缆入井支架或跨越原有电缆所制作的支架应固定牢靠，并不得挤压原有电缆；

4 电缆牵引头或牵引网套、防捻器、U型环的许可承载力应满足牵引力使用要求，钢丝绳应无断股；

5 在有电缆带电运行的沟道中展放电缆时，牵引机等施工机具应可靠接地，并使用绝缘牵引绳；

6 安全防护器具，应按安全防护的要求设置齐全。

5.2.5 电缆及附件的运输应符合下列要求：

1 电缆及附件的运输，应符合产品技术文件的要求，应避免强烈的震动、倾倒、受潮、腐蚀。严禁将电缆盘直接由车上推下。电缆盘不应平放运输；

2 运输或滚动电缆盘前，电缆盘应牢固，电缆应绕紧，滚动时应顺着电缆盘上的箭头指示或电缆的缠紧方向；

3 电缆附件在运输过程中，应防止倾倒、碰撞，防止箱内部件损伤。

4 电缆运输宜采用电缆凹型运输车以解决城市道路限高问题，减少电缆运输过程中因绕路而产生的运输成本和时间。

5.2.6 电缆及附件到达现场后，应按下列要求进行检查：

1 产品的技术文件和出厂质量证明文件应齐全；

2 电缆型号、规格、长度应符合设计要求，附件应齐全完好；电缆外观无损伤、封端严密；

3 电缆附件应包装良好，配件齐全完整，无损伤情况。

5.2.7 电缆及其有关材料贮存应符合下列要求：

1 电缆应集中分类存放，并应标明型号、电压、规格、长度。电缆盘之间应有通道。地基应坚实，当受条件限制时，盘下应加垫，存放处应保持通风、干燥，不得积水。电缆盘应立放贮存；

2 电缆终端瓷套在贮存时，应有防止受机械损伤的措施；

3 电缆附件绝缘材料的防潮包装应密封良好，并应根据材料性能和保管要求贮存和保管，保管期限应符合产品技术文件的要求，超过期限的产品不应使用；

4 防火涂料、包带、堵料等防火材料的贮存和保管，应符合产品技术文件的要求；

5 电缆桥架应分类保管，防止挤压变形。

5.2.8 电缆支架的配制应符合下列要求：

- 1 电缆支架应为不燃的材料制作，电缆支架表面光滑无毛刺，切口无卷边，刚度应满足设计要求。支架应平直，无明显扭曲；
- 2 金属支架应焊接牢固，无变形。各横撑间的垂直净距与设计值偏差不大于 5mm；
- 3 金属电缆支架应进行防腐处理。位于湿热、盐雾以及有化学腐蚀地区时，应根据设计要求进行特殊防腐处理；
- 4 电缆支架的层间允许最小距离应符合设计要求；
- 5 电缆支架应安装牢固，横平竖直；托架、支吊架的固定方式应符合设计要求。各支架的同层横挡应在同一水平面上，其高低允许偏差不大于 5mm。托架支吊架沿桥架走向左右的允许偏差不大于 10mm；
- 6 在有坡度的电缆沟内或建筑物上安装的电缆支架，应有与电缆沟或建筑物相同的坡度；
- 7 电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离应符合设计要求。

5.2.9 电缆桥架的配制应符合下列要求：

- 1 电缆梯架(托盘)、电缆梯架(托盘)的支(吊)架、连接件和附件的质量应符合现行的有关技术标准；
- 2 电缆梯架(托盘)的规格、支吊跨距、防腐类型应符合设计要求；
- 3 梯架(托盘)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，螺母应位于梯架(托盘)的外侧。铝合金梯架在钢制支吊架上固定时，应有防电化腐蚀的措施；
- 4 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；
- 5 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。

5.2.10 组装后的钢结构竖井，其垂直允许偏差不应大于其长度的 2%；支架横撑的水平允许偏差不应大于其宽度的 2%；竖井对角线的允许偏差不应大于其对角线长度的 5%。

5.2.11 金属电缆支架、桥架及钢结构竖井，全长应具有良好的电气导通性，全长应具有不少于两点的可靠接地，接地电阻值应符合设计要求，当设计无规定时，应不大于 $10\ \Omega$ 。全长大于 30m 时，应每隔 20m~30m 增设明显的接地点。

5.2.12 电缆敷设施工现场应符合下列要求：

- 1 电缆敷设准备阶段应对电缆缆轴整体和轴孔周围螺栓连接、电缆封头、牵引头与端部等的牢固完好进行检查；
- 2 检查施工通风、照明、施工机械电源、转角滑车固定等条件（预埋地锚）应满足施工要求；
- 3 电缆盘安置点、牵引机械安置点及打开的电缆井口处应设置安全警示标志及可靠的安全防护设施，夜间应设警示灯。

5.2.13 施工机械布置应符合下列要求：

- 1 按输送能力在电缆敷设路径的起点、中间和转弯处布置电缆输送机。当牵引荷载较小时，牵引机可设在隧道竖井口附近，牵引荷载较大时牵引机宜设置在隧道内；

2 直线滑车应按路径直线段均匀布置，进入隧道的工作井口应设井口专用滑车，电缆轴前应设置电缆可横向移动的专用滑车，隧道内转角点应设置转角滑车组；

3 发电机、电缆输送机、电源箱等带电运行设备外壳应可靠接地。

5.3 电缆敷设

5.3.1 电缆敷设前，应按下列规定进行检查：

1 电缆通道应畅通，排水良好，电缆支架、桥架等附属设施齐全完备，符合设计要求；

2 照明、通风设置符合施工要求；

3 电缆外观无损伤，绝缘、密封良好；外护套有导电层的电缆，应进行外护套绝缘电阻试验并合格；

4 核对电缆长度（段长）与实际敷设路径应符合设计要求；

5 电缆放线架应放置平稳，钢轴的强度和长度应与电缆盘重量和宽度相适应，电缆盘应有可靠的制动措施；

6 施工机械的准备及布置应符合本标准的规定；

7 现场安全防护措施的布置应符合国家现行规定。

8 应积极推广应用电缆全过程机械化施工技术，积极推广使用电缆施工智能机、电缆自动化剥切刀等新型机械化装备。

5.3.2 电缆敷设时，电缆应从电缆盘的上端引出，并应有良好的导引支撑，不应使电缆在支架上及地面摩擦拖拉。电缆上不得有铠装压扁、电缆绞拧、护层折裂等机械损伤。

5.3.3 电缆敷设时，不应损坏电缆沟、隧道、工作井的结构及防水层。

5.3.4 电缆敷设时应按照设计要求排列，不宜交叉。

5.3.5 电缆敷设时，电缆中间头处预留长度应满足厂家技术标准要求，且合理保留裕度，以平衡接头制作所需长度及节约原料。

5.3.6 敷设多条电缆时，应满足先密集区、后疏松区、先长后短、先上后下的原则。

5.3.7 电力电缆与其他管道平行敷设或穿越敷设时，距离应符合设计图纸的相应要求；在隧道、浅槽、电缆竖井、电缆夹层等电缆通道中，不得有热力管道，不得有易燃气体或易燃液体管道穿越。

5.3.8 每根电缆敷设完毕后，应及时绑扎固定，并挂设电缆标识牌。

5.3.9 电缆各支持点间的距离应符合设计规定。当设计无规定时，应符合表5.3.9的规定。

表5.3.9 电缆各支持点间的最大距离（mm）

电缆种类		敷设方式	
		水平	垂直
电力电缆	全塑型	400	1000
	除全塑型以外的中低压电缆	800	1500
	35kV 及以上高压电缆	1500	3000
控制电缆		800	1000

5.3.10 电缆的最小弯曲半径应符合表5.3.10的规定。

表5.3.10 电缆最小弯曲半径

电缆型式		多芯	单芯
控制电缆	非铠装型、屏蔽型软电缆	6D	/
	铠装型、铜屏蔽型	12D	
	其他	10D	
橡皮绝缘电力电缆	无铅包、钢铠护套	10D	
	裸铅包护套	15D	
	钢铠护套	20D	
塑料绝缘电力电缆	无铠装	15D	20D
	有铠装	12D	15D
自容式充油（铅包）电缆		/	20D
0.6/1kV 铝合金导体电力电缆		7D	

注：表中D为电缆外径。

5.3.11 敷设电缆时，气温温度应满足电缆允许敷设最低温度，在敷设前24h内的平均温度以及敷设现场的温度不应低于表5.3.11中的规定；当温度低于表中规定值时，应采取升温保温措施。

表5.3.11 电缆允许敷设最低温度

电缆类型	电缆结构	允许敷设最低温度(℃)
充油电缆	/	-10
橡皮绝缘电力电缆	橡皮或聚氯乙烯护套	-15
	铅护套钢带铠装	-7
塑料绝缘电力电缆	/	0
控制电缆	耐寒护套	-20
	橡皮绝缘聚氯乙烯护套	-15
	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套	-10

5.3.12 采用机械敷设时应符合下列要求：

1 布置电缆敷设滑轮及电缆牵引、输送机械，电缆输送机的间距应符合电缆输送机能力的要求，并使用同步装置。

2 电缆在敷设过程中应沿线设专人监护，防止电缆脱出滑轮拖地，与电缆沟、隧道侧壁磨损。电缆展放完成后应及时上架固定。采用牵引机配合输送机进行展放时，应保证同步运转、受力均匀。

3 牵引机、输送机应四角固定在可靠的地锚上，满足双向展放受力的要求。受力大小应满足计算牵引力的2.5倍。

4 采用绞磨做牵引设备时，磨绳在磨芯上缠绕的圈数不应少于5圈。

5 人员不得站在受力电缆或牵引绳的夹角内侧，以防止受伤。

6 采用机械敷设电缆时，在牵引机械处、电缆轴盘处、电缆转弯处等，应配置可以保证及时联

络的通信设备。

7 机械敷设电缆时的最大牵引强度应符合表5.3.12的规定。

表 5.3.12 电缆最大牵引强度 (N/mm²)

牵引方式	牵引头		钢丝网套		
	铜芯	铝芯	铅套	铝套	塑料护套
允许牵引强度	70	40	10	40	7

8 机械敷设电缆的速度不宜超过15m/min，110kV 及以上电缆或在较复杂路径上敷设时，其速度不宜超过7m/min。

9 机械敷设电缆时，应在牵引头或钢丝网套与牵引钢缆之间装设防捻器。

5.3.13 直埋电缆的敷设应符合下列要求：

1 施工前应重点核查障碍物、地下管线等情况。与建筑物等地下物体之间的距离应符合设计要求，当设计无规定时，应符合《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》GB-50168 的要求；

2 电缆的埋设深度、宽度应符合设计要求，设计无规定时，电缆表面距离地面深度不应小于0.7m，穿越农田或在车行道下敷设时，不应小于1m，在引入建筑物、与地下建筑物交叉等处达不到埋深要求的，应采取可靠的保护措施；

3 电缆上下应铺不小于100mm厚的细沙或软土，并应加盖保护盖板，细沙或软土中不应有石块或其他尖硬杂物，保护盖板的宽度和厚度应符合设计要求。回填土应分层夯实，分层厚度不宜超过30cm；

4 从电缆沟引出的电缆距离地面2.5m内应穿管保护。单芯电缆应用非磁性保护管。固定电缆管的钢支架应安装牢固并可靠接地；

5 电缆穿越城市街道、公路、铁路，或穿过有重载车辆通过的大门、厂区道路，以及进入建筑物的墙角处，进出隧道、人井，或从地下引出到地面时，应将电缆敷设在满足强度要求的管道内，并将管口封堵严密。穿越城市街道、公路、铁路，或穿过有重载车辆通过的大门、厂区道路的保护管的两端宜伸出路基两边0.5m以上；

6 直埋电缆在直线段每隔50-100米处、接头处、转弯处、进入建筑物等处，应设置明显的方位标志或标桩。

5.3.14 直埋电缆分项质量验收应符合表5.3.14的规定。

表 5.3.14 直埋电缆质量验收标准

工序	检查项目	性质	质量标准
敷设前检查	型号、电压及规格		符合设计
	长度		按设计，并联运行的电力电缆长度应一致
	外观检查		无机械损伤和渗油
	绝缘检查	主控	良好
	敷设地点检查		无积水、沉陷。在可能使用电缆受到机械损伤，化学作用，地下电流振动、热影响，腐植物质、虫鼠等危害的地段应有保护措施

	电缆沟深度	主控	≥0.7m	
电缆敷设	敷设路径		按设计规定	
	端头 密封	油纸绝缘电力电缆	铅封严密、无渗油	
		交联聚乙烯电缆	防潮封端可靠、严密	
		充油电缆	符合 GB50168 规定	
	电缆弯曲半径		主控	符合 GB50168 规定
	电缆与铁路、公路、城市道路、厂区道路交叉的距离			
	电缆之间，电缆与管理、道路、建筑物之间平行和交叉的距离		主控	
交流单芯电缆排列方式			符合设计要求	
电缆回填	电缆外观检查		无机械损伤和渗油	
	电缆上下保护层（软土或沙层）检查		符合 GB50168 规定	
	方位 标志 (桩) 检查	装设位置	主控	电缆两端、电缆直线段 50m-100m 处、电缆接头及电缆改变方向的弯角处
		标志	主控	字迹清晰、不易脱落
		标桩规格		防腐、统一
标桩固定			固定牢固	

5.3.15 穿管电缆的敷设应符合下列要求：

- 1 电缆敷设前，应用疏通器对电缆导管进行双向畅通检查，电缆进入保护管以及支架的位置应符合设计要求，交流电力电缆不得穿入闭合的钢管内；
- 2 电缆敷设时，应在电缆外护套上均匀涂抹中性润滑剂；
- 3 电缆敷设后，工作井内电缆要用夹具固定在支架上，并以塑料护套或橡胶垫等软质材料作衬垫，从保护管口到支架间电缆的伸缩弧，应满足设计要求；
- 4 电缆敷设后，应将电缆保护管两端封堵严密。

5.3.16 保护管电缆敷设分项质量验收应符合表 5.3.16 的规定。

表 5.3.16 保护管电缆敷设质量验收标准

工序	检查项目		性质	质量标准
敷设前检查	电缆	型号、电压、规格及长度		按设计规定
		外观检查		无机械损伤和渗油
		绝缘检查	主控	良好
	电缆管	畅通检查		内部无积水、杂物
		内径		按设计规定
电缆敷设	敷设路径			按设计规定
	端头 密封	油纸绝缘电力电缆		铅封严密、无渗油
		交联聚乙烯电缆		防潮封端可靠、严密
		充油电缆		符合 GB50168 规定
	电缆弯曲半径		主控	符合 GB50168 规定
交流单芯电力电缆	在支架上敷设		布置在同侧支架上	

		在管内敷设	主控	一相电缆穿一管
	电缆标志牌	装设位置		电缆终端两端及接头处
		标志	主控	电缆线路设计编号、型号、规格及起止地点；字迹清晰，不易脱落
		固定		牢靠
		规格		统一
电缆固定	夹具	形式		符合设计要求
		交流单芯电缆固定		夹具无铁件构成闭合回路
	固定强度			牢靠
	紧固件表面处理			镀锌
敷设后检查	电缆管口封闭			符合 GB50168 规定

5.3.17 隧（沟）道内电缆的敷设应符合下列要求：

1 电缆敷设前应对电缆隧道及其附属设施进行验收检查。电缆隧道的本体土建结构、电源、照明、通风和自动排水装置应符合规范要求；

2 高低压电力电缆排列顺序依据电压等级由大到小从下向上依次排列；35kV 以上高压电缆引入设备时，为满足弯曲半径要求，可适当调整。每个电缆支架托臂上敷设的电缆根数不应超过设计要求。隧道内垂直排列的电缆在三通井及四通井转弯处应改为水平排列，从顶部穿过。不得隔阻巡检通道。

5.3.18 隧（沟）道内敷设分项质量验收表应符合表 5.3.18 的规定。

表 5.3.18 隧（沟）道内敷设分项质量验收表

工序	检查项目		性质	质量标准
敷设前检查	电缆	型号、电压及规格		按设计规定
		外观检查		无机械损伤和渗油
		绝缘检查	主控	良好
	敷设路径			按设计规定
	敷设温度			符合 GB50168 规定
	端头密封	油纸绝缘电力电缆		铅封严密、无渗油
		交联聚乙烯电缆		可靠、严密
		充油电缆		符合 GB50168 规定
电缆敷设	油纸电缆敷设位置		主控	符合 GB50168 规定
	电缆弯曲半径		主控	
	与热力设备、管道之间净距	平行敷设	主控	$\geq 2m$ ，不易敷设于热力管道上部
		交叉敷设		$\geq 0.5m$
	与保温层之间净距	平行敷设	主控	$\geq 1m$
		交叉敷设		$\geq 0.25m$

	电缆排列	外观检查		排列整齐、弯度一致，少交叉
		交流单芯电缆排列方式		按设计规定
	电缆标志牌	装设位置		电缆终端、电缆中间接头处
		标志	主控	按 GB50168 规定
		固定		挂装牢靠
		规格		正确一致
电缆固定	电缆支持点间距离			符合 GB50168 规定
	水平敷设		主控	电缆首末端及转弯处、接头两端
	超过 45° 倾斜敷设		主控	电缆每个支点
	夹具形式			符合设计规定
	交流单芯电缆固定夹具			夹具无铁件构成闭合回路
	电缆固定强度			牢靠
敷设后检查	电缆外观检查		主控	无机械损伤和渗漏
	电缆孔洞处理			电缆沟、隧道、竖井、建筑物及盘（柜）电缆出入口封闭良好

5.3.19 竖井内电缆的敷设应符合下列要求：

- 1 电缆敷设时，同截面电缆应先敷设靠墙侧，后敷设远墙侧，应采取防止电缆滑跑的措施；
- 2 沿桥架或线槽敷设时，支架距离不应大于 1.5m，每层应加装不少于两道夹具。每根电缆敷设完毕应立即固定；
- 3 电缆穿过层板时应装保护管，敷设完成后应将保护管与电缆及层板之间缝隙用防火材料严密封堵。

5.3.20 架空电缆的敷设应符合下列要求：

- 1 电缆悬吊点或固定的间距，应符合设计要求，设计无规定时，应符合本标准表 5.2.10 的规定；
- 2 电缆的金属护套、铠装及悬吊钢绞线均应有良好的接地，悬吊钢绞线及配套金具的规格型号应符合设计要求；
- 3 架空敷设的电缆不宜设置电缆接头；
- 4 架空电缆与公路、铁路、架空线路交叉跨越时，最小允许距离应符合设计要求，设计无规定时，应符合表 5.3.20 的规定。

表 5.3.20 架空电缆与公路、铁路、架空线路交叉跨越最小允许距离

交叉设施	最小允许距离 (m)	备注
铁路	3/6	至承力索或接触线/至轨顶
公路	6	/
电车线路	3/9	至承力索或接触线/至路面
弱电线路	1	/

电力线路	1/2/3/4	电压 1KV 以下/6KV~10KV/35KV~110KV/220KV
河道	6/1	五年一遇洪水水位/至最高航行水位的桅杆顶
索道	1.5	/

5.3.21 利用桥梁敷设电缆时，应符合下列规定：

1 利用桥梁敷设电缆，其敷设方式、敷设位置、固定方式、保护措施等应符合设计要求，并不应影响桥梁的结构稳定性；

2 在桥梁上敷设电缆，应具有防止电缆着火危害桥梁的可靠措施；

3 在桥梁上敷设电缆，应采取防止外力损伤电缆，防止震动、伸缩变形影响电缆安全运行的措施。

5.3.22 电缆在夹层和竖井中固定应符合下列规定：

1 水平直线敷设，应在电缆首末两端设置不少于 1 处的刚性固定；

2 在终端、接头或转弯处紧邻部位的电缆上，应有不少于 2 处的刚性固定；

3 竖井内刚性夹具的材质、强度和安装间距应符合设计要求。高位侧宜有不少于 3 处的刚性固定，确保电缆的牢固。

5.3.23 电缆在支架上的固定应符合下列规定：

1 单芯电缆的固定应采用非磁性材料，表面应光洁，安装应简便。夹具规格和型号应符合设计要求，固定夹具应垂直于电缆轴线；

2 电缆夹具与电缆间应采用氯丁橡胶或其他软质材料作衬垫，垫层厚度宜为 5mm；

3 蛇形敷设每个余弦波正向两个波峰点位置应采用刚性固定式夹具，负向波峰点宜采用允许滑动的挠性夹具固定，过零节点宜以尼龙绳、带固定。采用垂直蛇形敷设时应在每隔 5~6 个蛇形弧的顶部和靠近接头部位，用夹具把电缆固定在支架上，其余部位应用具有足够强度的绳索绑扎于支架上。在坡度大于 10%的斜坡隧道内，在每个弧顶部位和靠近接头部位用夹具把电缆固定于支架上；采用水平蛇形敷设的电缆，应在每个蛇形弧弯曲部位用夹具把电缆固定在支架上；

4 不应用铁丝直接绑扎电缆。

5.3.24 电缆在桥架上的固定应符合下列规定：

1 过渡性短桥架上，宜采用无横向滑移的刚性夹具固定，间距应符合设计要求；

2 长桥架上可按蛇形敷设，采用刚性夹具和挠性夹具间隔固定。

5.3.25 电缆在杆塔上的固定，应符合下列要求：

1 单芯电缆平行于杆塔敷设时应设支架并使用夹具固定；

2 两边相弧形转向电缆终端安装平台时，应在平台下方设两层固定支架，并保证夹具安装中心轴线对准终端头安装轴线；

3 电缆在钢杆上固定时，弧形转向造成夹具安装孔位与支架安装轴线倾斜，保持电缆轴线与夹具底面垂直。

5.4 电缆附件安装

5.4.1 电缆附件的安装应符合下列要求：

- 1 电缆附件的规格、型号、使用环境等应符合设计要求；
- 2 电缆附件应在电缆敷设完成及固定后进行制作安装；
- 3 电缆附件安装前检查应无破损、零部件缺失、受潮及污损情况，且应在技术文件允许的使用期限内；
- 4 并列敷设的电缆，其接头的位置宜相互错开；
- 5 电缆明敷时的接头，应用支架或托板托置固定。
- 6 电缆附件安装应无尘化施工环境控制措施，安装环境温湿度及洁净度应达到相关标准作业要求。

5.4.2 电缆终端与接头安装应符合下列要求：

- 1 电缆终端与接头制作时的现场温度、湿度应符合产品技术文件的要求，在室外制作 6kV 及以上电缆终端与接头时，空气湿度不宜超过 70%。施工场地在室外的，有条件时可搭设工棚；
- 2 制作前应做好各项准备工作，制作过程应保持清洁，不宜中断。如因特殊原因需中断制作，应避免电缆剥切后因长时间放置使线芯氧化以及杂质、水份、灰尘等的侵入；
- 3 对电缆外护套、钢铠和内衬层进行剥切的尺寸应符合技术文件的要求，66kV 及以上交联电缆剥切前将电缆加热矫直；
- 4 固定钢铠地线应牢固并接触良好。地线截面应满足技术文件要求；
- 5 应力锥应严格按照产品技术文件要求制作，主绝缘表面处理要精细、光滑、洁净，安装应力锥或预制件时应应对绝缘表面进行排潮、干燥处理；
- 6 柔性终端头下部的固定位置应符合产品技术文件要求，上部悬吊时与垂直方向倾斜宜小于 10 度。自承式终端底座的支架不得形成磁回路。电缆在终端头处宜留有 6m~10m 的余度；
- 7 电缆中间接头的固定应牢固、接头下方应有托架支持，中间头两侧 2m~3m 内的电缆各侧应用不小于两道专用夹具固定；
- 8 终端头各相导体对地和相间安全净距应符合相应电压等级的要求；
- 9 电缆线芯导体连接时，连接管及连接端子应与电缆导体匹配，压接模具应配套，压接应紧密，压接前应清除连接管、连接端子及缆芯上的油污，压接后应将连接管及连接端子上的压痕修理光滑，不得残留毛刺；
- 10 电力电缆终端与接头的制作，不得直接在雾、雨或五级以上大风环境中施工；
- 11 电缆终端上应有明显的相位标识，且应与系统的相位一致；
- 12 采用热缩电缆终端与接头的，热缩后的电缆终端与接头不得有焦糊、开裂及其他绝缘材料损伤情况；
- 13 控制电缆不应有中间接头。
- 14 电缆 GIS 终端头完成耐压试验后，试验套管内的六氟化硫气体应专业回收

5.4.3 电缆终端头制作分项质量验收应符合表 5.4.3 的规定。

表 5.4.3 电缆终端头制作质量验收标准

工序	检查项目	性质	质量标准
----	------	----	------

制作前检查	电缆	位置		符合设计要求
		型号、电压及规格		
		绝缘检查	主控	良好
电力电缆终端制作	电缆终端盒及其配件			齐全无损伤
	制作工艺			按工艺规程规定
	单芯电缆金属层接地			一端接地
	电缆芯线外观检查			无损伤
	芯线绝缘包扎长度			按工艺规程规定
	油纸电缆铅封	位置		电缆终端盒金属外壳与该处的电缆金属护套
		外观检查	主控	粘附密实，牢固，厚薄均匀，表面光滑，无夹渣、砂眼、缝隙
	环氧树脂配制和浇注		主控	按制造厂或工艺规程规定，搅拌均匀，无气泡
	聚乙烯电缆芯线外观检查			无碳迹、划痕
	预制电缆终端制作			符合制造厂规定
	热缩电缆终端制作			
	冷缩电缆终端制作			
	接线端子	接线端子规格		与线芯相符
		接线端子镀锡		表面光滑、干净
	芯线连接	压模规格		与导线规格相符
		压入深度		按工艺规程规定
	油纸电缆终端密封检查		主控	无渗油
相色标志			正确	
固定强度			牢固	
接地端子与电气装置连接			符合 GB50168 规定	

5.4.4 电缆接头、电缆分接头分项质量验收应符合表 5.4.4 的规定。

表 5.4.4 电缆接头、电缆分接头质量验收标准

工序	检查项目		性质	质量标准
制作前检查	电缆	型号、电压及规格		符合设计要求
		外观检查		无机械损伤和渗油
		绝缘检查	主控	良好
电缆中间头盒及配件			齐全、无损伤	
电力电缆中间接头	制作工艺			按工艺规程规定
	电缆中间头、接头盒规格			按设计图纸
	电缆芯线外观检查			无损伤
	核对两侧电缆相序			一致
	线芯连接 连接管与	连接管规格		与线芯相符
铜连接管镀锡			表面光滑、干净	

	压接	压模尺寸		与导线规格相符
		外观检查	主控	完好
	绝缘纸（带）包扎外观检查		主控	搭盖均匀，层间无空隙褶皱
	油纸电缆铅封	位置		电缆接头和金属外壳与电缆金属护套处
		外观检查	主控	粘附密实、牢固，厚薄均匀，表面光滑，无夹渣，沙眼，缝隙
	配置和浇注环氧复合物		主控	按制造厂或工艺规程规定
	油纸中间接头密封检查		主控	无渗漏
	热缩中间接头制作			按制造厂规定
	冷缩中间接头制作			

5.4.5 避雷器安装应符合下列要求：

1 避雷器安装前应检查避雷器无破损，瓷套与法兰连接处紧密、牢固。法兰接触面清洁，无氧化物和其他杂物。铭牌与额定电压等级与设计要求一致，产品出厂合格证、出厂试验报告、说明书等技术资料齐全；

2 避雷器的安装方式应符合设计要求，吊装时应做好防护措施，避免造成损伤；

3 避雷器的交接试验应符合《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150 的规定；

4 避雷器接地端应设独立的接地线。装有放电计数器的避雷器其接地应通过计数器，接地线截面不应小于 25mm²；

5 放电计数器的朝向应便于巡视。

5.4.6 避雷器安装分项质量验收应符合表 5.4.6 的规定。

表 5.4.6 避雷器安装质量验收标准

工序	检查项目	性质	质量标准	
外观检查	复合材料、瓷件外观	主控	光洁，完整无裂纹	
	防爆片检查	主控	无损坏、裂纹，且安装时取下	
避雷器安装	金属接触面		清洁、无氧化膜，并涂有电力复合脂	
	各节位置		按制造厂规定	
	垂直度			
	相间中心距离误差		≤10mm	
	相同串并联组合单元非线性系数误差		按 GB50168 规定	
	绝缘底座绝缘检查			绝缘良好
	放电计数器安装检查	外观检查	主控	密封良好
		安装位置		三相一致，便于观察
		动作试验		正确、可靠
		与避雷器连接	主控	按制造厂规定且接地线截面不应小于 25mm ²
底座接地		主控	牢固可靠	
	记数指示		数字相同	

其他	均压环安装		牢固
	均压环与伞裙间隙	主控	均匀一致
	接线端子与设备连接		牢固、无应力
	相色标志		正确, 清晰

5.4.7 电缆分支箱安装应符合下列要求:

- 1 电缆分支箱应安装牢固、密封良好, 外壳接地良好, 规范;
- 2 设备标志牌、警示牌等设施齐全并符合设计要求。防小动物设施完整有效;
- 3 电缆及电缆头固定牢固, 无受应力现象;
- 4 电缆分接箱的交接试验应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》

GB50150 的有关规定。

5.4.8 电缆分支箱安装分项质量验收应符合表 5.4.8 的规定。

表 5.4.8 电缆分支箱安装质量验收标准

工序	检查项目	性质	质量标准
分支箱安装	外观		电缆分支箱应安装牢固、密封良好
	接地		外壳接地良好, 可靠
	电气连接	主控	电缆及电缆头固定牢固, 无受应力现象

5.5 电缆接地施工

5.5.1 电缆接地施工应符合下列要求:

- 1 电力电缆金属护层接地线未随电力电缆穿过互感器时, 接地线应直接接地; 随电力电缆穿过互感器时, 接地线应穿回互感器后接地;
- 2 接地引线穿过墙、地面、楼板等处应有保护措施;
- 3 接地装置的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的有关规定。

5.5.2 电缆终端金属护层与电缆附件接地分项质量验收应符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 电缆接地质量验收标准

工序	检查项目	性质	质量标准
接地线安装	接地连接线规格		符合 GB50168 规定
	观 锡 检 焊 查 外	主控	焊接平整、无毛刺
	接头处屏蔽层、铠装层连接		符合 GB50168 规定
	外观检查		完好

5.5.3 接地装置安装与检测应符合下列要求:

- 1 敷设于隧道、排(拖)管、沟道、桥架、顶管等已有的电缆通道, 在接地系统安装前, 应检查整个电缆通道接地装置连接完好, 接地连接线截面满足设计要求。检测通道接地系统导通、接地电阻满足设计要求;

- 2 直埋敷设的电缆, 在两侧终端处应安装接地装置, 接地电阻应小于 10Ω;

3 接地极材质及防腐方式应符合设计要求，设计无规定时宜采用经过防腐处理（如热镀锌）的角钢或圆钢用扁钢连接。埋设深度不小于当地冻土层厚度，且不应小于 0.7m；

4 接地扁铁的连接应采用搭接焊接方式，扁钢搭接长度应为其宽度的 2 倍以上，焊接应牢固可靠；

5 接至电气设备上的接地引线，应用镀锌螺栓连接。电缆终端多股铜接地线可采用锡焊或压接方式连接。电缆接地线应采用铜绞线或镀锡铜编织线，66kV 及以上电缆的接地引线截面面积应符合设计规定，35kV 及以下电压等级电缆接地引线不应小于表 5.5.3 的规定；

表 5.5.3 电缆终端接地线截面 (mm²)

电缆截面	接地线截面
16 及以下	接地线截面可与芯线截面相同
16~120	16
150 及以上	25

6 三芯电缆三相铜屏蔽应紧密连接后引出接地线，与铠装接地线应连接到同一个接地点；

7 电缆接地箱、保护接地箱、交叉互联箱的型式、型号及装设位置应符合设计要求，具有良好的防潮、防水功能，箱体安装应牢固、接地可靠，各电气连接点接触应紧密。

5.5.4 接地网安装分项质量验收表应符合表 5.5.3 的规定。

表 5.5.4 接地网安装质量验收标准

工 序	检 查 项 目	性 质	质 量 标 准
垂直接地体 制作及敷设	材料规格	主控	符合设计要求
	镀锌件表面检查		镀锌层表面完好
	接地体（顶面）埋深	主控	符合设计要求，当无具体规定时不宜小于 0.8m
	接地体间距离	主控	≥2 倍接地体长度
水 平 接 地 体 敷 设	材料规格		按设计规定
	接地体入地下最高点 与地面距离（埋深）		符合设计要求，当无具体规定时不宜小于 0.8m
	通过公路处接地体的埋设深度		符合设计
	接地体外缘闭合角形状	主控	圆弧形
	接地体圆弧弯曲半径		1/2 均压带间距离
	相邻两接地体间距离	主控	符合设计（或 ≥ 5）
	接地体与建筑物距离		符合设计
	通过公路、铁路、管道等交叉 及可能遭机械损伤处		角钢覆盖或穿钢管保护
	穿过已有建筑物墙壁时		穿钢管保护
	接地体引出线的防腐措施		刷防腐漆
	引向建筑物的入口处和检 修临时接地点标记	主控	刷白色底漆并标以黑色“≡”符号
	断接卡的位置、数量及保护 措施		符合设计文件要求

接地装置连接	钢材焊接搭接长度	扁钢与扁钢	主控	≥2 倍宽度， 且焊接面≥3 面
		圆钢与圆钢或圆钢与扁钢	主控	≥6 倍圆钢直径
		扁钢与钢管(角钢)	主控	接触部位两侧焊接，并焊以加固卡子
	铜材质热熔焊接要求		主控	被连接的导体完全包在接头里；连接部位金属完全熔化，连接牢固；接头的表面平滑；接头无贯穿性的气孔 Δ
	焊接部位表面处理		主控	焊接部位两侧 100mm 范围内刷防腐漆 Δ
	焊接部位检查			牢固
	与其它接地装置间连接点数		主控	≥2 (或按设计规定)
接地线设置	设备支架引下接地	钢材质	主控	重要设备支架应有两根与主电网不同地点连接的接地引下线
		铜材质	主控	除主变外，其余可使用单根引下线
	构支架接地			接地端子底部与保护帽顶部距离≥200
				构支架接地引下线应设置便于测量的断开点
	爬梯接地			爬梯应可靠接地☆
			主控	分段组装的爬梯，两段接头处未使用螺栓连接，应加跨接线
	接地螺栓规格		主控	符合 GB 50149 要求
铜与其他材质导体螺栓连接			符合 GB 50149 要求	
接地标识		主控	应设置 15~100mm 等宽黄绿色标识	
回填土	回填土质			无石块、杂物
	密实度			分层夯实
接地电阻				符合设计要求

5.5.5 电缆金属护层及电缆附件的接地应符合下列规定：

1 电缆终端头的金属护层宜单独接地，接地电阻应符合设计要求，设计无要求时，接地电阻不应大于 4Ω。电缆护层的单独接地极与架空避雷线接地体之间，应保持 3m~5m 间距；

2 安装在架空线杆塔上的 110kV 及以上电缆终端头，两者的接地装置难以分开时，电缆金属护层与架空避雷线可合用同一接地体，设计无要求时，接地电阻不应大于 4Ω；

3 35kV 及以下三芯电缆终端金属护层应直接与接地装置连接；

4 交叉互联箱、接地箱、过电压保护箱安装应符合设计要求，可靠接地。连接导线的绝缘水平不应低于所保护电缆外护层绝缘水平，交叉互联箱内外接地线换位应符合设计要求；

5 可接触型肘型终端外护层保护接地线应与终端电气接地线接在同一个接地点。

5.5.6 回流线应符合下列规定：

1 电缆线路任一终端在发电厂、变电站时，回流线应与电源中性线接地网连接；

2 回流线的排列配置应符合设计要求。

5.5.7 回流线安装分项质量验收应符合表 5.5.7 的规定。

表 5.5.7 回流安装质量验收标准

工序	检查项目	性质	质量标准
回流线安装	回流线布置排列		排列配置应符合设计要求
回流线接地安装	接地检查	主控	与电源中性线接地网可靠连接

5.6 在线监测系统及配套线缆施工

5.6.1 在线监测系统的安装应符合下列要求：

1 在线监测系统应根据设计要求及产品技术文件要求进行施工, 装置应安装牢固、位置满足功能要求, 装置外壳应可靠接地。施工中应有防止监测装置安装损伤电缆的措施。监测传感器与终端机的引线连接应完好, 连接线上应设置标识牌；

2 分布式环境温度监测系统的感温光缆应平行隧道顶板布置, 距顶板距离应符合设计要求, 设计无规定时, 距顶板距离宜为 200mm, 固定夹具或挂钩应采取防止损坏光缆的措施, 夹具或挂钩固定在顶板处的螺栓长度不得大于顶板厚度的 1/5。分布式感温光纤穿越管道时, 可使用专用通讯线缆管道敷设；

3 分布式电缆温度监测系统的感温光缆应贴敷并固定在电缆上, 固定绑线应采用非磁性材料。电缆在管内敷设时, 感温光缆可与电缆同管敷设。在中间接头上感温光缆应螺旋缠绕；

4 通道环境监测系统的有害气体监测传感器安装位置应符合设计要求, 设计无规定时, 宜安装在在隧道的两个工作井中间、隧道最低处的墙壁上, 安装高度宜在 1.5m~1.7m 处；

5 通道环境监测系统的水位监测传感器安装位置应符合设计要求, 设计无规定时, 宜安装在隧道或工作井壁上, 距地面 200mm 处, 固定应牢固；

6 金属护层环流监测系统的传感器应套装在接地引出线上, 锁扣应紧固可靠。信号线应绑扎在接地引出线上；传感器本体及信号线连接处应采取防水、防潮、阻燃等措施；

7 集控井盖控制及通讯线应穿管敷设至井盖处, 井口安装的转换接线盒应固定在牢固的墙体上, 开启井盖时可移动的控制线缆应采用绝缘等级不小于 2000V 的金属软护管电缆线。转换接线盒与移动电缆线金属外层应可靠接地；集控井盖应采用金属支架固定在井壁上, 承受压力不小于 50kN, 与外层井盖之间应留有 100mm 的距离。井盖钥匙孔应有封堵措施；

8 视频传感器安装位置应符合设计要求, 设计无规定时宜安装在监视点前后 30m 范围内, 传感器不宜安装在井口、隧道顶部渗漏水处；视频传感器应转动灵活, 两个视频传感器之间的距离不宜大于一个传感器的红外热感有效距离。

5.6.2 在线监测系统安装分项质量验收应符合表 5.6.2 的规定。

表 5.6.2 在线监测系统安装质量验收表标准

工序	检查项目	质量标准
环境温度监测装置安装	外观	外观无损伤, 防水、防潮密封性能良好
	固定	固定牢固, 位置适合
	接地连接	接地良好可靠
电缆温度监测装置安装	与电缆外护层接触	接触紧密
	固定绑扎	绑扎牢固
	引线连接	连接良好
	防潮性能	防水、防潮性能良好

井盖防盗装置安装	锁扣伸出长度	长度适中
	固定	井盖上固定牢固
	防潮性能	防水、防潮性能良好
	引线连接	连接良好
有害气体检测装置安装	探头位置	符合设计要求
	防潮性能	防水、防潮性能良好
	引线连接	连接良好
水位监测安装	固定	固定牢固
	防潮性能	防水、防潮性能良好
	接地连接	接地良好可靠
护层电流检测装置安装	装置安装	位置装设符合设计要求，固定牢固引线连接良好
视频监控装置安装	固定	固定牢固
	防潮性能	防水、防潮性能良好
	接地连接	接地良好可靠
	转动性能	性能良好
系统联动调试	信息通道	信息数据上传，通道畅通同步，
	功能检测	自检功能良好

5.6.3 在线监测装置电源设施的安装应符合下列要求：

- 1 在线监测装置使用的电源设施及其安装要求应符合设计要求，设计无规定时可从电缆通道内的电源箱内接出；
- 2 电源线路可与其他供电线路共用电源，但应确定该线路满足增加检测系统后的全负荷电流要求；
- 3 电源线与监测设备连接处应采取防爆、防水、防潮及防止人身触电的措施；
- 4 电源线路应敷设在防火管内，沿通道顶板、侧墙敷设固定。防火管接口应有不小于 30mm 的搭接；
- 5 运行过程中需要移动的电源线应采用 2000V 以上绝缘的柔性导线。

5.6.4 在线监测电源设施安装分项质量验收应符合表 5.6.2 的规定。

表 5.6.4 在线监测电源设施安装项质量验收标准

工序	检查项目	质量标准
在线监测电源设施安装	源线与监测设备连接处	应采取防爆、防水、防潮措施
	电源线路敷设	沿通道顶板、侧墙敷设固定
	防火接口搭接	不小于 30mm

5.6.5 通信设施的安装应符合下列要求：

- 1 通讯线缆位置宜布置在隧道支架的最上层，并安装在稳固的防火槽盒中；
- 2 隧道内未安装防火槽盒时，通讯线缆应按采取防火管保护，防火管接口应严密。无法穿管的短距离线缆，应选择阻燃等级不低于 C 级的线缆；

- 3 管道内敷设通讯线缆，应布置在上层两侧角处的管中，在管内应安装单独的通讯线缆子管；
- 4 通讯线缆接头盒、光端机等应采取防水、防潮措施。并应布置在防火防爆盒内；
- 5 余缆应整齐盘放在余缆架上，固定在变电站电缆夹层等墙体上，不得影响日常巡视检修。余缆应采取防火材料包裹；
- 6 传感器与数据采集器的连接线应采用防火材料包裹。

5.6.6 在线监测通讯设施安装分项质量验收应符合表 5.5.4 的规定。

表 5.6.6 在线监测通讯设施安装质量验收标准

工序	检查项目	质量标准
通信设施安装	线缆接头盒、光端机	采取防水、防潮措施
	防火要求	传感器与数据采集器的连接线应采用防火材料包裹

5.7 电缆防火

- 5.7.1 电缆防火设施的布置和施工应符合设计要求。
- 5.7.2 电缆接头的防火槽盒安装应与支（托）架固定牢固，封堵严密。槽盒端头、交叉口、电缆引出孔洞应封堵严密，外观整洁平整。
- 5.7.3 防火隔板安装应牢固，对工艺缺口与缝隙较大部位应使用防火堵料进行封堵。
- 5.7.4 有机防火堵料封堵应牢固严实，无脱落现象，表面应平整光洁。
- 5.7.5 无机防火堵料的封堵表面应平整光洁，不得有粉化、不硬化、开裂等缺陷。
- 5.7.6 阻火包的堆砌应密实牢固，对侧不透光，平整牢固。
- 5.7.7 自粘性防火包带按叠加一半的规定均匀缠绕，不应有松开现象。
- 5.7.8 防火涂料的涂刷表面应光洁干燥，涂刷应均匀，不应有漏涂，每次涂刷间隔时间应符合材料使用要求。
- 5.7.9 防火墙的防火门应严密，孔洞应封堵。防火墙两侧电缆应涂刷不少于 2m 的防火涂料或缠绕防火包带，厚度不小于 1mm。
- 5.7.10 防火墙应设置在电缆支（托）架处，构筑要牢固，并应设电缆预留孔，底部设排水孔洞。用无机防火堵料构筑防火墙时，根据防火墙的设计厚度，采用预制或现浇，自下而上地砌作或浇制。
- 5.7.11 向同一个变电站供电的同沟同侧布置的电缆线路电缆接头处应采取防火隔板隔离。消防灭火装置设置应符合设计要求。
- 5.7.12 电缆防火阻燃分项质量验收应符合表 5.7.15 的规定。

表 5.7.12 电缆防火阻燃质量验收标准

工序	检验项目	性质	质量标准
材料检验	防火材料材质		符合设计要求，检验资料齐全
	耐火封闭槽盒		符合设计要求
隧道孔洞封堵及阻火隔墙	耐火衬板安装	主控	牢固
	防火堵料施工	主控	密实，无缝隙
	防火包		填实，无缝隙
	阻火隔墙设施	主控	符合设计要求

5.7.13 电缆竖井的防火施工应符合下列要求：

1 竖井与建筑物各层间均应采取防火隔离措施，其他空间应采用厚度大于 240mm 以上建筑隔离措施，进出通道应使用防火门隔离；

2 竖井与其他缆线通道接口处，应采用防火包隔离。

5.7.14 电缆竖井防火封堵分项质量验收应符合表 5.7.15 的规定。

表 5.7.14 电缆竖井防火封堵质量验收标准

工序	检验项目	性质	质量标准
材料检验	防火材料材质		符合设计要求，检验资料齐全
	耐火封闭槽盒		符合设计要求
电缆竖井封堵	防火隔板安装	主控	牢固，不透光亮
	防火包		填实，无缝隙
	防火堵料施工	主控	密实，无缝隙

5.7.15 通讯线缆的防火施工应符合下列要求：

1 通讯线缆应采用专用防火槽盒（管）进行隔离，通讯线缆的余缆、在线监测连接线等应采用防火带绕包；

2 通讯线缆应布置在最上层电缆支架和指定的通讯线缆子管中，不得与电力电缆同管敷设。

5.7.16 其他部分防火封堵分项质量验收应符合表 5.7.16 的规定。

表 5.7.16 其他部位防火封堵质量验收标准

工序	检验项目	性质	质量标准
材料检验	防火材料材质		符合设计要求，检验资料齐全
	耐火封闭槽盒		符合规定
其他部位防火封堵	防火涂料或阻火包带使用		电力电缆接头两侧或相邻电缆 2m~3m 长区段 阻火隔墙两侧电缆
	防火包带	绕包	按材料使用说明绕包
		固定	绑扎牢固
	电缆管封堵	主控	管口封堵严密， 堵料凸起 2mm~5mm
	电缆沟盖板上的防火墙标识		清晰，按设计要求

5.8 电缆标识

5.8.1 电缆敷设完成后应设立永久性标识牌，标识牌的设置应符合下列要求：

1 在电缆终端头、电缆中间接头两侧、转弯处、夹层内、隧道及竖井的两端、电缆排管的进出口处、工作井内等部位应设置标识牌；单芯电缆标识牌上应注明相序。电缆标志牌应安装在巡视走廊侧；

2 标识牌上应注明线路名称、编号、起讫地点、线路长度及电缆段长。应写明电缆型号、附件型号、生产厂家、施工单位、安装日期。标识牌的字迹应清晰、不易脱落、规格统一、挂装牢靠且具有防腐性能。并联使用的电缆应有顺序号；

3 三芯电缆终端接头上应有明显的相位标志，且应与系统的相位一致。

5.8.2 电缆标识分项质量验收应符合表 5.8.3 的规定。

表 5.8.2 电缆标识质量验收标准

工序	检查项目	性质	质量标准
相色标志	相序相色	主控	正确
在线监测	监测传感器与终端机的连接线		线号标识正确
接地系统标识	接地标识		标识正确完好
通道	通道标识		标识正确完好

5.8.3 直埋电缆直线段每隔 50m 处、电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处应设置明显的方位标志或标桩，标桩应醒目、牢固。

5.8.4 电缆标识分项质量验收应符合表 5.8.3 的规定。

表 5.8.4 电缆标识质量验收标准

检查项目		性质	质量标准
方位 标志（桩）检查	装设位置	主控	电缆两端、电缆直线段 50m-100m 处、电缆接头及电缆改变方向的弯角处
	标志	主控	字迹清晰、不易脱落
	标桩规格		防腐、统一
	标桩固定		牢固

5.9 电缆线路交接试验

5.9.1 电缆线路交接试验项目，应包括下列内容：

- 1 主绝缘及外护套绝缘电阻测量；
- 2 主绝缘直流耐压试验及泄漏电流测量；
- 3 主绝缘交流耐压试验；
- 4 外护套直流耐压试验；
- 5 核对电缆线路两端的相位；
- 6 交叉互联系统试验；
- 7 电力电缆线路局部放电测量；
- 8 充油电缆的绝缘油试验。

5.9.2 电缆线路的试验方法和标准应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的有关规定。

6 验收

6.1 一般规定

6.1.1 工程施工完成后，应进行工程交接验收，交接验收由建设单位组织，建设单位、监理单位、设计单位、施工单位，调试试验单位等应共同参加验收，工程经验收合格后方可投入运行；验收不符合设计或规范要求的，施工单位应进行整改，整改后经再次验收合格方可投入运行。

6.1.2 隐蔽工程须在隐蔽施工前应进行隐蔽工程验收，并应记录客观完整。

6.1.3 分项、分部（子分部）工程验收程序应符合《电气装置安装工程质量检验及评定规程》DL/T 5161 的规定。

6.1.4 工程交接验收包括工程实体验收和工程资料验收两部分，工程实体验收应按照下表分部（子分部）分项工程逐一进行，实体工程施工质量、工艺应满足本标准的质量、工艺标准；工程资料应齐全有效，并同实体工程的情况相符合。

6.2 质量验收范围划分

6.2.1 分项工程、分部（子分部）工程质量验收应在相应分项、分部（子分部）工程完成后依次进行。

6.2.2 电力电缆电气安装工程质量验收范围划分应符合按表 6.2.2 规定。

表 6.2.2 电力电缆电气工程质量验收范围划分

分部工程	序号	子分部工程	分项工程	质量验收表编号
电力电缆电气 工程	1	电缆敷设	直埋敷设	表 5.3.14、表 6.2.3
			保护管敷设	表 5.3.16、表 6.2.3
			隧（沟）道内敷设	表 5.3.18、表 6.2.3
	2	电缆附件安装	电缆终端头制作	表 5.4.3、表 6.2.3
			电缆接头制作	表 5.4.4、表 6.2.3
			电缆分接头制作	表 5.4.4、表 6.2.3
			避雷器安装	表 5.4.6、表 6.2.3
			电缆分支箱安装	表 5.4.8、表 6.2.3
	3	接地系统安装	电缆终端金属护层与电缆附件接地	表 5.5.2、表 6.2.3
			接地网安装	表 5.5.4、表 6.2.3
			回流线安装	表 5.5.7、表 6.2.3
	4	在线监测安装	监测系统装置安装	表 5.6.2、表 6.2.3
			在线监测电源设施安装	表 5.6.4、表 6.2.3
			在线监测通讯设施安装	表 5.6.6、表 6.2.3
	5	防火封堵	孔洞封堵及阻火隔墙	表 5.7.12、表 6.2.3
			电缆竖井封堵	表 5.7.14、表 6.2.3
			其他部位防火封堵	表 5.7.17、表 6.2.3
	6	标识安装	电缆敷设标识安装	表 5.8.2、表 6.2.3
直埋电缆标识安装			表 5.8.4、表 6.2.3	

6.2.4 分部（子分部）工程质量验收表应采用 6.2.4。

表 6.2.4 _____分部（子分部）工程质量验收表

工程编号：表号：

单位工程名称		验收部位	
施工单位		项目经理	
施工依据		验收依据	
序号	分项工程名称	检查结果	备注
验收结论： 本分部（子分部）工程共包含个分项工程，其中个分项工程施工质量达到规定的质量标准，个分项工程施工质量未达到规定的质量标准。			
施工单位	年 月 日		
监理单位	年 月 日		

6.3 工程验收

6.3.1 隐蔽工程验收应包括下列内容：

1 直埋电缆回填隐蔽验收：主要包括电缆的埋深，平行交叉距离、弯曲半径、电缆埋沙的厚度，电缆保护板的规格尺寸等是否符合设计及有关规定，细沙及回填软土中不得有杂物及坚硬物，回填土应分层夯实。

2 接地装置隐蔽验收：主要包括接地极、接地引线的埋深及规格尺寸、数量应符合设计要求，接地极与接地引线的焊接应符合规定。

3 导体接线管压接隐蔽验收：主要包括压接打磨后的外观、形状、压前尺寸，压后尺寸。

6.3.2 分部（子分部）工程验收资料应包括以下主要内容：

1 设计图纸、图纸会检记录（见表 C.0.1）、设计变更和工程联络单；

2 施工组织设计和施工方案；

3 主要材料、半成品、配件出厂合格证和进场验收单（见表 C.0.2）；

4 制造厂商提供的产品说明书、合格证, 出厂试验报告；

5 直埋电缆的敷设位置图，图纸应标明各线路的相对位置及对地面各参考物的相对位置，遇有地下管线图纸应标明地下管线的剖面图；

6 设备开箱检查记录（见表 C.0.3）；

7 电缆管拉通检查记录（见表 C.0.4）；

8 电缆敷设汇总表（见表 C.0.5）；

9 接地装置平面示意图与隐蔽验收记录（表 C.0.6）；

10 接地电阻测试报告（见表 C.0.7）；

11 电缆绝缘电阻测试记录（见表 C.0.8）；

12 分项工程质量验收记录；（见表 6.2.3）

13 分部（子分部）工程质量验收记录；（见表 6.2.4）

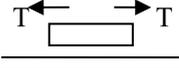
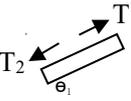
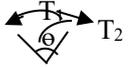
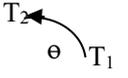
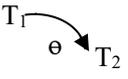
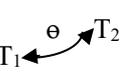
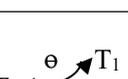
14 竣工图；

15 其他必要的文件。

附录 A 牵引力和侧压力计算

A.0.1 牵引力计算应按表 A.0.1-1 执行。

表 A.0.1-1 牵引力计算公式

弯曲种类	示意图	牵引力计算公式
水平直线牵引		$T = \mu WL$ (A.0.1-1)
倾斜直线牵引		$T_1 = WL(\mu \cos \theta_1 + \sin \theta_1)$ (A.0.1-2)
		$T_2 = WL(\mu \cos \theta_1 - \sin \theta_1)$ (A.0.1-3)
水平弯曲牵引		$T_2 = T_1 e^{\mu \theta}$ (A.0.1-4)
垂直弯曲牵引		$T_2 = WR[(1 - \mu^2) \sin \theta + 2\mu(e^{\mu \theta} - \cos \theta)] / (1 + \mu^2) + T_1 e^{\mu \theta}$ (A.0.1-5)
		$T_2 = WR[2\mu \sin \theta + (1 - \mu^2)(e^{\mu \theta} - \cos \theta)] / (1 + \mu^2) + T_1 e^{\mu \theta}$ (A.0.1-6)
		$T_2 = T_1 e^{\mu \theta} - WR[(1 - \mu^2) \sin \theta + 2\mu(e^{\mu \theta} - \cos \theta)] / (1 + \mu^2)$ (A.0.1-7)
		$T_2 = T_1 e^{\mu \theta} - WR[2\mu \sin \theta + (1 + \mu^2)(e^{\mu \theta} - \cos \theta)] / (1 + \mu^2)$ (A.0.1-8)

式中： T ——牵引力（N）；

μ ——摩擦系数（见表 A.0.1-2）；

W ——电缆每米重量（N/m）；

L ——电缆长度（m）；

θ_1 ——电缆作直线倾斜牵引时的倾斜角（rad）；

θ ——弯曲部分的圆心角（rad）；

T_1 ——弯曲前牵引力（N）；

T_2 ——弯曲后牵引力（N）；

R ——电缆变曲时的半径（m）。

表 A. 0. 1-2 各种牵引条件下的摩擦系数

牵引条件	摩擦系数	牵引条件	摩擦系数
钢管内	0.17~0.19	混凝土管，有水	0.2~0.4
塑料管内	0.4	滚轮上牵引	0.1~0.2
续表 A. 0. 1-2 各种牵引条件下的摩擦系数			
牵引条件	摩擦系数	牵引条件	摩擦系数
混凝土管，无润滑剂	0.5~0.7	砂中牵引	1.5~3.5
混凝土管，有润滑	0.3~0.4	—	—

注：混凝土管包括石棉水泥管。

A. 0. 2 侧压力应按下列公式计算：

$$P = T/R \quad (\text{A. 0. 2})$$

式中：P——侧压力（N/m）；

T——牵引力（N）；

R——弯曲半径（m）。

附录 B 蛇形敷设电缆长度计算

B.0.1 电缆热伸缩量应按下列公式计算：

当 $t \leq \frac{1}{AE\alpha}(\mu WL + 2f)$ 时，热伸缩量 m 的计算公式为：

$$m = \frac{(AE\alpha t - 2f)}{4\mu WEA} \quad (\text{B.0.1-1})$$

当 $t > \frac{1}{AE\alpha}(\mu WL + 2f)$ 时，热伸缩量 m 的计算公式为：

$$m = \frac{L}{2} \left[\alpha t - \frac{1}{AE} \left(\frac{\mu WL}{2} + 2f \right) \right] \quad (\text{B.0.1-2})$$

- 式中： m ——电缆热伸缩量（mm）；
 t ——导体的温升（℃）；
 α ——电缆的线膨胀系数（1/℃）；
 L ——电缆半个蛇形长度（mm）；
 μ ——摩擦系数；
 W ——电缆单位长度的重量（N/mm）；
 f ——电缆的反作用力（N）；
 A ——电缆导体截面（mm²）；
 E ——电缆的扬氏模量（N/mm²）。

电缆蛇形弧热伸缩量计算用常数见表 B.0.1。

表 B.0.1 电缆蛇形弧热伸缩量计算用常数

电缆类型	电缆的线膨胀系数 1/℃	电缆的反作用力 N	导体的温升 ℃	电缆的杨氏模量 N/mm ²
充油	1.65×10^{-6}	1000	单芯 55	50000
			3 芯 50	30000
交联	20.0×10^{-6}	1000	单芯 65	30000
			3 芯扭绞 60	5000

C.0.2 蛇形弧横向滑移量应按下列公式计算：

$$n = \sqrt{B^2 + 1.6Lm} - B \quad (\text{B.0.2-1})$$

- 式中： B ——蛇形弧幅（mm）；
 n ——电缆横向滑移量（mm）；

式（B.0.2-1）中各符号意义见图 C.0.2。

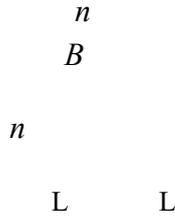


图 B. 0. 2 蛇形弧参数意义

B. 0. 3 蛇形敷设最大横向滑移量应按下列公式计算：

最大热伸缩量 m_{\max} 按式 (B. 0. 3-1) 计算，最大横向滑移量 n_{\max} 按式 (B. 0. 3-2) 计算：

$$m_{\max} = \frac{L}{2} \left[\alpha t_{\max} - \frac{1}{AE} \left(\frac{\mu WL}{2} + 2f \right) \right] \quad (\text{B. 0. 3-1}) \quad n_{\max} = \sqrt{B^2 + 1.6Lm_{\max}} - B$$

(B. 0. 3-2)

式中： t_{\max} —— 电缆最大温升 (°C)。

B. 0. 4 蛇形敷设余弦波电缆弧形长度应按下列公式计算：

当弧幅为 B 时，一个余弦波曲线弧长 ℓ_B 按下式计算：

$$\ell_B = 2L \left[1 + \left(\frac{\pi B}{4L} \right)^2 \right] \quad (\text{B. 0. 4-1})$$

设在最低温度时蛇形敷设，相对于电缆制造温度，电缆冷缩滑移量 B_0 按下式计算：

$$B_0 = \frac{4L}{\pi} \sqrt{\alpha \Delta t_0} \quad (\text{B. 0. 4-2})$$

式中： t_0 —— 最低环境温度与电缆制造时温度相比时温差 (°C)。

最低环境温度下一个余弦波曲线弧长 ℓ_{B_0} 按下式计算：

$$\ell_{B_0} = 2L \left[1 + \left(\frac{\pi B_0}{4L} \right)^2 \right] \quad (\text{B. 0. 4-3})$$

施工温度下一个余弦波曲线弧长按下列公式计算：

$$\ell_{B_1} = \ell_{B_0} (1 + \alpha \Delta t_1) \quad (\text{B. 0. 4-4})$$

$$\ell_{B_1} = 2L \left[1 + \left(\frac{\pi B_1}{4L} \right)^2 \right] \quad (\text{B. 0. 4-5})$$

$$B_1 = B_0 + n \quad (\text{B. 0. 4-6})$$

式中： Δt_1 —— 施工时温度与最低环境温度相比时温差 (°C)。

附录 C 施工记录（签证）表

表 C.0.1 图纸会检、设计交底记录

年 月 日

编号：

工程名称		日期		共	页
会审地点		专业名称		共	页
序号	图纸编号	提出问题	会审结果		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
参加 会审 人员		建设单位：			
		设计单位：			
		监理单位：			
		施工单位：			
会审单位 (签章)		建设单位	监理单位	设计单位	施工单位
		项目负责人：	总监理工程师：	专业设计负责人：	专业技术负责人：
		年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日

表 C.0.2 主要材料、半成品、配件出厂合格证和进场验收单

工程名称						专业工程名称							
序号	(材料、构配件) 名称	规格 型号	进场		检测项目				复验项目		备注		
			数量	时间	生产 厂家	出厂合 格证号	性能检 测报告	外观质 量尺寸	复试报 告	检测结 果			
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
检验结论:													
会 签 栏	建设（监理）单位（签章）					施工单位（签章）							
	年 月 日					专业技术负责人	质检员	作业班长	材料员				
						年 月 日							

表 C.0.3 设备开箱检验记录

工程名称:

检验日期: 年 月 日

编号:

工程名称					设备材料名称						
规格型号		装箱单号		总数量		检验数量					
检验记录	包装情况:				检验结果						
	技术证件:					序号	名称	规格	单位	数量	备注
	装箱单		合格证								
	说明书		设备图								
	备件与附件:										
	外观情况:										
	测试情况:										
结论					会签栏	监理(建设)单位(签章)		施工单位(签章)		供货单位	
						专业技术负责人		质检员	作业班长		
						年 月 日		年 月 日			

表 C.0.4 管道拉通验收签证

工程名称:			
施工单位:		管道直线距离:	
施工地点:		井 位: 井~ 井	
拉通初验日期:		拉通工具: ϕ x1000 拉通器	
编号	拉通中有何障碍物	对障碍物处理	最后效果
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
建设单位:	监理单位:	施工单位:	
签字:	签字:	签字:	
盖章:	盖章:	盖章:	
日期:	日期:	日期:	

表 C.0.5 电缆敷设汇总签证

工程名称:

年 月 日

序号	电缆段号	规格型号	起点	终点	长度 m	油压指示 Mpa	敷设环境	三相排列方式	接头位置	备注
监理			质检		班组			检查人		

表 C.0.6 接地装置平面示意图与隐蔽验收签证

编号：

工程名称				安装位置		
接地类别		组数		设计要求		
接地装置平面示意图（绘制比例要适当，注册各组编号及有关尺寸）						
接地装置敷设情况检查表（尺寸单位：mm）						
槽沟尺寸				土质情况		
接地极材料规格				打进深度		
接地体材料规格				焊接情况		
防腐处理				接地电阻	（取最大阻值） Ω	
检验结论				检查日期	年 月 日	
监理（建设）单位（签章）				施工单位（签章）		
专业监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日				技术负责人	质检员	作业班长
				年 月 日		

表 C.0.7 接地电阻测试签证

编号:

工程名称				施工单位			
仪表型号				测试部位			
计量单位		Ω (欧姆)		气象		气温	$^{\circ}\text{C}$
接地名称与类型		防雷接地	保护接地	重复接地	接地	接地	
测试地点							
设计要求		$\leq \Omega$					
接地装置平面示意图:				结论:			
				年 月 日			
会 签 栏	建设(监理)单位(签章)			施工单位(盖章)			
	年 月 日			专业技术负责人	质检员	作业班长	测试人
				年 月 日			

表 C.0.8 电缆绝缘电阻测试签证

编号：

工程名称					测试部位名称					
施工单位					仪表型号					
工作电压					计量单位					
测试日期					气象、气温					
层段、设备 线路、名称 测试内容										
绝 缘 电 阻 MΩ	相 间	A-B								
		B-C								
		C-A								
	相 对 地	A-E								
		B-E								
		C-E								
	护层对地	H-E								
结 论：										
年 月 日										
会 签 栏	建设（监理）单位（签章）				施工单位（盖章）					
					专业技术负责人	质检员	作业班长	测试人		
年 月 日				年 月 日						

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其它有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……要求”。

引用标准目录

《电力工程电缆设计标准》 GB 50217

《数据中心设计规范》 GB 50174

《城市电力电缆线路设计技术规定》 DL/T 5221

《高压配电装置设计技术规定》 DL/T 5352

《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》 GB 50168

《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 GB 50150

《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》 GB 50169

《电气装置安装工程 质量检验及评定规程》 DL/T 5161

山西省工程建设地方标准

城市电力电缆电气工程技术标准

DBJ××-×××-××××

条文说明

××××出版社

2023 太原

修订说明

《城市电力电缆电气工程技术标准》（DBJXXXXXXX）经 XXXX 于 XX 年 XX 月 XX 日以第 X 号公告批准、发布。

本标准制订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我省城市电缆电气工程建设的实践经验，并借鉴了电气、通讯等相关领域建设的成功经验，同时参考了省外先进技术法规技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《城市电力电缆电气工程技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为解释和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	65
2	术语	66
4	设计	67
4.1	电缆路径	67
4.2	电缆选择	67
4.3	电缆敷设	67
4.4	电缆附件选择	69
4.5	电缆防火与阻燃设计	69
4.6	电缆及附属设备接地设计	70
4.7	电力电缆隧道在线监测	70
4.8	通信设计	70
5	施工	70
5.1	一般规定	70
5.2	施工准备	71
5.3	电缆敷设	71
5.4	电缆附件安装	71
5.5	电缆接地施工	71
5.6	在线监测系统及配套线缆施工	71
5.7	电缆防火	71
5.8	电缆标识	71
5.9	电缆线路交接试验	71
6	工程交接验收	71
6.1	一般规定	71
6.2	质量验收范围划分	错误！未定义书签。

1 总 则

1.0.1~1.0.3 随着城市电网的发展，国内城市已经有 500kV 电缆线路投入运行，多个特大型城市正在开展 500kV 电缆电气工程的前期工作。因此，本标准适用范围从 220kV 扩展到 500kV。

2 术 语

2.0.8~2.0.12 新增条文。

2.0.26~2.0.35 新增条文。

4 设计

4.1 电缆路径

4.1.1 为保证城市对地下管线和其他市政设施的统一安排与总体规划，必须按电网规划向城市管理部门提出确保电缆敷设路径的要求。

4.1.5 如电缆需要从此岸敷设至对岸，利用城市交通桥梁敷设电缆是最经济的一种敷设方式，但利用城市交通桥梁敷设电缆除应考虑桥梁承载力外，还应有适当的防火措施，例如选用阻燃外护套的电缆或把电缆敷设在防火槽盒内。

4.2 电缆选择

4.2.2 我国 10kV~35kV 系统一般是中性点不接地或经消弧线圈接地，属非有效接地。当一相发生接地故障时，按规定还能在 8h 内不切断电源继续运行，但当一相发生接地故障时，健全两相对地电压即升高到线电压。过去有些工程仅按相对地选择电缆绝缘水平，因此在运行中当一相发生接地故障时，由于持续时间较长，屡有发展至两相接地短路事故的情况。

4.2.3 3 根单芯电缆比 1 根普通三芯电缆投资大，但优点是：

1 电缆与柜、盘内终端连接时，由于可减免交叉，使电气安全间距较宽裕，改善了安装作业条件；

2 在长线路工程可减免电缆接头，增强运行可靠性；

3 其截流量较高，约增大10%左右，可使截面选择降低1档；

4 一旦电缆发生接地，难以发展至相间短路；

5 容许弯曲半径较小，利于大截面电缆的敷设。

6 本条为山西省电力公司文件“关于全面落实防止变压器损坏措施的通知”的要求。

4.2.4 1 交联聚乙烯绝缘电缆属干式绝缘类电缆，不存在绝缘油淌流干枯问题，因此不受高落差制约。绝缘性能稳定，且绝缘允许温度高，介质损耗小；

2 为最大限度减少电缆击穿而导致停电事故，因此在本标准规定，凡属高压交联绝缘电缆都应选用干式交联、三层共挤制造工艺的电缆。

4.2.5 2~4 本条文强调对单芯电缆需要增强电缆抗外力的外护层，首先明确铠装层应采用非磁性金属材料，主要有铝合金等。

4.2.6 新增第 4 款。以聚乙烯（PE）作外护层的电缆，在实际工程中得到较广泛应用，反映较好。

4.3 电缆敷设

4.3.2 修改了排管或电缆沟及隧道中规划敷设电缆根数。

4.3.3 补充完善了电缆直埋敷设方式的范围。

4.3.6 补充完善了电缆隧道敷设方式的范围，电缆隧道内不得有热力管、燃气管线。对保

证安全具有重要的指导意义。

4.3.8 明确了电缆敷设和运行时，35kV 及以下电缆有铠和无铠等相应工况时的最小弯曲半径。

4.3.9 增加了电力电缆三根品字型布置多于一回时的电缆支架的层间允许最小净距。

4.3.11 将电缆隧道分为开挖式和非开挖式两种情况。

4.3.12 细化了表格中电缆直埋敷设时的配置情况。

4.3.14 在电缆发生火灾时，无论是可燃气体、可燃液体还是易燃气体、易燃液体，均为燃烧物质，有明火时会迅速燃烧甚至发生爆炸事故，对电缆构筑物设施及人员构成严重的安全威胁。

4.3.15 2 抗御外力损坏措施国内一般是采用预制钢筋混凝土板方法，而国外多采用预制钢筋混凝土槽盒方法，后者抗御外力损坏较前者好，但工程费用比前者高。可根据当地地下管线情况和路面开挖频度选择：

6 直埋敷设的电缆，严禁位于地下管道的正上方或下方。可防止外力破坏，造成人身伤亡、供电中断等事故。电缆与电缆或管道、道路、构筑物等相互间容许最小距离的要求。对保证安全具有重要的指导意义；

7 根据现行行业标准《铁路路基设计规范》TB 10001，铁路路基断面分轨枕、道床、路肩等，路基断面为三角形路拱，由路基中心向两侧设4%的人字排水坡度，穿越铁路“路基”系指三角形具有4%人字排水坡度的路基面。

4.3.16 2 为保护环境，凡用有害于人体健康和污染环境材料制成的管子（包括石棉纤维水泥管在内），规定禁止使用。

4 传统采用1.5d与《电力工程电缆设计规范》GB50217一致。35kV及10kV电缆保护管孔径与穿管电缆根数存在以下敷设方式也可在工程中应用：

1) 1孔敷设1根电缆 $D \geq d+30\text{mm}$

2) 1孔敷设同一回路3根单芯电缆

$$D \geq 2.16d+30\text{mm} \quad (1)$$

$$D \leq 2.85d \quad (2)$$

式中：D—电缆排管内径（mm）；

d—电缆外径（mm）；

2.16d—3根电缆包络径（mm）。

15 防止水从排管流入工井。

4.3.17 2 在净深小于0.6m以下的电缆沟敷设作业和接头施工都能在地面上进行，无需设置通道。

4.3.18 桥梁上敷设的电缆，在固定夹具与电缆之间垫设防震橡胶防震，既简便又有效，但各夹具安装间距应在2m以内。

4.3.19 2 隧道与其他管沟交叉的局部段，在此情况下可在受阻局部地段缩小净高尺寸或改为排管方式；

3 电缆运行温度与停役温差大，特别是大截面的交联电缆可达 80°C – 95°C ，因此伸缩量和轴向力大。采取蛇形敷设能把电缆线路的热伸缩量均匀地被每个波形宽度所吸收，这样才能降低电缆夹具对电缆的紧握力和电缆线路向两端的伸缩量。

4.3.20 不受高落差制约的交联电缆线路，应优先考虑直接登杆（塔）方式。

4.3.23 9 金属制成的电缆支架应与专用接地线可靠连接。是保证人身安全所需，也有利于电缆安全运行；

10 使用非磁性铝合金夹具隔断磁环路，减少因单芯电缆而引起的涡流和磁滞损耗而导致电缆局部发热。

18 在坡度小于10%的隧道按水平隧道蛇行敷设规定设置夹具。但在不设置夹具的部位应用具有足够强度的绳索绑扎于支架上，以防短路电缆电动力作用使电缆滑落。在坡度大于10%的斜坡隧道内，如采用垂直蛇行敷设时，还应在每个蛇行弧顶添设夹具，以防电缆在热胀冷缩时滑动而位移。

4.4 电缆附件选择

4.4.4 3 GIS (SF_6) 电缆终端是 GIS 组合电器进出电源的一种接口。按所接电缆型式不同，有充油电缆 SF_6 终端和交联聚乙烯电缆 SF_6 终端，其技术要求有所不同；

4 一般套管外绝缘的爬电比距要求。在《高压架空线路和发电厂、变电所环境污区分级及外绝缘选择标准》GB/T 16434中有选择方法的规定，电缆终端的套管不应低于其要求。

4.4.7 1 当电缆线路 A 端接架空线时，根据脉冲波在电缆中的传播理论，脉冲波沿电缆长度方向各点电压是变化的。在电缆线路的 B 端要受到入射波与反射波的叠加作用。当进入波 U_0 与 B 端的最大脉冲电压 $U(B)$ 相等时，其相应的电缆长度 L_0 称为脉冲波特性长度，或称为临界长度。当电缆线路长度 $L < L_0$ 时，B 点的电压为入射波和多次反射波的叠加，可能高于进入波。为了安全起见，应当在 B 端加装避雷器保护。而当 $L > L_0$ 时，由于入射波、反射波波峰和波尾相叠加的原因，在电缆线路上可能受到的脉冲电压不会超过架空线上的最大脉冲电压，因此，只在 A 端装设避雷器即可。

4.5 电缆防火与阻燃设计

4.5.1 增加了地下变电站、地下客运或商业设施等人流密集环境中及其他重要的工业与公共设施供配电回路中的电缆选型要求。

4.5.2 耐火槽盒和耐火隔板是以玻璃纤维为骨架，并以阻燃树脂或无机耐火材料压制而成的。耐火槽盒有捆扎式槽盒和整体式槽盒两种，前者是以钢质托架、耐火底板和盖板经捆扎组成。为适应电缆安装路径转角或倾斜位置，应设计各种特殊形状的槽盒经工厂加工制造。电缆置于耐火槽盒中，有较可靠的窒息灭火和隔热效果。

1) 增加了电缆沟或电缆隧道的阻燃和分隔要求；2) 修改了防火墙和耐火隔板的间隔距

离分类；3)增加了电缆交叉、密集部位的防火分隔间距要求；4)增加了电力电缆与控制电缆或通信电缆敷设在同一电缆沟或电缆隧道内敷设时的分隔要求。

4.5.3 防火封堵材料和用作电缆及接头表面阻燃处理的涂料及包带等耐火材料，必须具有合格的耐火性能，符合一定的耐火极限指标。材料自受火作用起到失去隔火作用的时间称为材料的耐火极限，电缆线路的耐火材料的耐火极限为2h。防火墙上的电缆孔洞的防火封堵材料或防火封堵组件耐火极限为3.00h。

1)增加了封闭式耐火槽盒的接缝处和两端的封堵要求；2)增加了对防火墙上电缆孔洞的防火要求。

4.5.4 修改了电缆接头两侧涂刷防火涂料和缠绕防火包带的要求。

4.6 电缆及附属设备接地设计

4.6.1 正常运行时的三芯电缆金属护套的感应电压几乎等于零，但在系统中发生短路时由于三相磁感应不平衡，就会在金属护套内出现很高的感应电压甚至将外护套绝缘击穿，因此三芯电缆的线路至少应在其两端实施直接接地。

1)修改了三芯电缆金属屏蔽层和铠装层两端和中间接头的接地要求；2)增加了长距离单芯水底电缆线路两端直接接地的同时可沿线多点直接接地的要求；3)修改了交流单芯电缆金属护套接地方式；4)修改了回流线的选择与设置要求；修改了电缆护层电压限制器的特性规定。

4.6.2 增加了电缆隧道内电气装置、设施的各外露可导电部分的等电位连接及接地要求。

4.7 电力电缆隧道在线监测

4.7.1 电力电缆隧道在线监测：明确了电力电缆隧道监测建设需满足的技术要求及建设标准，规范电力电缆隧道内电缆本体监测系统、隧道在线监测监控系统、隧道通信系统等设计内容和技术原则。

4.7.2 新增条文。

4.7.2 新增条文。

4.8 通信设计

4.8.2 细化了阻燃线缆使用条件和敷设要求。

4.8.3 除删除在线监测信号线敷设相关内容和语句调整外，基本为原条文规定。

4.8.4 除局部语句调整外，基本为原条文规定。

4.8.5 修改铠装电缆使用条件。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.4 针对电力电缆施工和在旧城街道及地下管线复杂地段施工的相关规定，作业前应制定应急预案，审批合格后组织相关人员进行演练。施工时出现异常，快速启动应急预案。电缆沟、隧道、工作井内施工作业按照有限空间作业的要求进行管理。

5.2 施工准备

5.2.4 为保证人员人身安全及预防事故发生，强调了保障安全施工的施工机械及安全防护器具设置的一般要求，具体设置方案应根据现场实际情况确定。

5.3 电缆敷设

5.3.23 一般将两个刚性固定的波峰点安置在隧道壁侧，允许滑动的挠性固定夹具安置在走廊侧，以便对滑动状态进行检查维护。

5.4 电缆附件安装

5.4.2 电缆附件的安装质量直接影响到电缆的运行质量，其制作安装人员应严格按照产品技术文件要求操作。

5.5 电缆接地施工

5.5.3 电缆接地安装、接引质量直接影响到设备的运行以及人员安全，接地引线防腐决定接地网的使用寿命，接地引线穿过墙、地面、楼板等处应有保护措施。

5.6 在线监测系统及配套线缆施工

5.6.1 “分布式环境温度监测系统的感温光缆应平行隧道顶板距顶板 200mm 处固定”是考虑监测到沟道内最高温度；气体监测探头“安装高度应在 1.5m-1.7m 处”主要考虑了人体呼吸系统高度；集控井盖“开启井盖时可移动的控制线缆应采用绝缘等级不小于 2000V 的金属软管管电缆线”主要考虑了在开启井盖时保证人体的安全的材料选择。

5.7 电缆防火

5.7.1 电缆防火设施的布置和施工应符合设计要求。电缆防火设施除应符合本标准规定外，还应符合《电缆防火措施设计和施工验收标准》DLGJ154 的规定。

5.8 电缆标识

5.8.1 电缆敷设完成后应设立永久性标识牌。标识牌上应注明线路名称、编号、起讫地点、线路长度及电缆段长。应写明电缆型号、附件型号、生产厂家、施工单位、安装日期。标识牌的字迹应清晰、不易脱落、规格统一、挂装牢靠且具有防腐性能。为后期检修提供有利条件。

5.9 电缆线路交接试验

5.9.1 电缆的交接试验引用了《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 有关交接试验条款，仅对试验项目作了规定。

6 验收

6.1 一般规定

6.1.1 工程交接验收是验证工程质量情况及保证设备设施运行质量的关键环节，应由建设单位组织，建设单位、监理单位、设计单位、施工单位，调试试验单位等应共同参加验收，工程经验收合格后方可投入运行。

6.2 质量验收范围划分

6.2.1 分项工程、分部（子分部）工程质量验收应在相应分项、分部（子分部）工程完成后依次进行。

6.2.2 对电力电缆电气安装工程质量验收范围进行划分。

6.3 工程验收

6.3.1 隐蔽工程在隐蔽后，如果发生质量问题，会造成返工等非常大的损失，对隐蔽工程进行验收，是防止质量隐患和质量事故的重要措施。

6.3.2 对分部（子分部）工程验收资料进行规定。