UDC

P

GB 51145－2015

中华人民共和国国家标准

煤矿电气设备安装工程施工与验收规范

Code for construction and acceptance of coal mine electrical equipment installation engineering

2015－12－03 发布　　2016－08－01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局　联合发布

前　　言

本规范是根据住房城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2009〕88 号)的要求,由中煤矿山建设集团有限责任公司、江苏省矿业工程集团有限公司会同有关单位共同编制完成。

本规范在编制过程中,编制组认真学习了有关国家现行法律、法规及标准,进行广泛的调查研究,总结了多年来煤矿电气设备安装工程施工及验收的经验,对规范条文反复讨论修改,并以多种形式征求全国煤炭系统有关单位和专家的意见,最后经审查定稿。

本规范共分 16 章和 1 个附录,主要技术内容包括:总则,术语,基本规定,高压电器安装工程,变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站安装工程,旋转电机安装工程,盘、柜安装工程,低压电器安装工程,母线装置及电机车架线安装工程,送、配电架空线路安装工程,矿用防爆电器安装工程,电缆安装工程,接地装置安装工程,通信线路及设备安装工程,控制系统安装工程,监测、监控系统安装工程等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国煤炭建设协会负责日常管理工作,由中煤矿山建设集团公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,如有意见和建议,请寄送中煤矿山建设集团公司(地址:安徽省合肥市政务区习友路 898 号,邮政编码:230017),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中煤矿山建设集团有限责任公司

江苏省矿业工程集团有限公司

参 编 单 位：中平能化建工集团有限公司
中煤建筑安装工程集团有限公司
中煤第一建设有限公司
中煤第五建设有限公司

主要起草人：李理化　王厚良　高运强　王敏建　陈绪文
温富成　王　群　武　杰　彭传飞　支浩飞
李　侃　于保华　邹永华　马　龙　王民中
陈允清　胡兴华　周淑萍　徐慧锦　朱　振
季先华　王广超

主要审查人：张胜利　孙守仁　杜新华　黄家贫　崔晓林
李灿欣　张昌顺　王文胜　刘运举　何增利
权胜利　许以俪　井希珠　安和人　刘培年

目　　次

1　总　　则 …… (1)
2　术　　语 …… (2)
3　基本规定 …… (7)
4　高压电器安装工程 …… (10)
4.1　一般规定 …… (10)
4.2　六氟化硫断路器安装 …… (10)
4.3　真空断路器安装 …… (16)
4.4　断路器操作机构安装 …… (17)
4.5　高压隔离开关、负荷开关及熔断器安装 …… (20)
4.6　避雷器及中性点放电间隙安装 …… (22)
4.7　互感器安装 …… (24)
4.8　电容器安装 …… (26)
4.9　阻波器安装 …… (27)
4.10　工程验收 …… (28)
5　变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站安装工程 …… (31)
5.1　一般规定 …… (31)
5.2　装卸及就位 …… (33)
5.3　绝缘油处理 …… (34)
5.4　排氮 …… (35)
5.5　器身检查 …… (36)
5.6　内部安装及连接 …… (39)
5.7　干燥 …… (39)
5.8　本体及附件安装 …… (40)
5.9　注油 …… (45)

5.10 补油、整体密封检查和静置 …… (46)
5.11 干式电抗器及干式接地变压器安装 …… (47)
5.12 工程验收 …… (48)
6 旋转电机安装工程 …… (51)
6.1 一般规定 …… (51)
6.2 电动机安装 …… (51)
6.3 特殊电机安装 …… (55)
6.4 工程验收 …… (58)
7 盘、柜安装工程 …… (61)
7.1 一般规定 …… (61)
7.2 盘、柜的安装 …… (62)
7.3 盘、柜上的电器安装 …… (64)
7.4 二次回路结线 …… (65)
7.5 六氟化硫封闭式组合电器安装 …… (67)
7.6 工程验收 …… (68)
8 低压电器安装工程 …… (70)
8.1 一般规定 …… (70)
8.2 低压断路器安装 …… (72)
8.3 低压隔离开关、刀开关、转换开关及熔断器组合电器安装 …… (74)
8.4 低压接触器及电动机启动器安装 …… (75)
8.5 控制器、继电器及行程开关安装 …… (77)
8.6 电阻器及变阻器安装 …… (78)
8.7 电磁铁安装 …… (79)
8.8 熔断器安装 …… (79)
8.9 蓄电池组安装 …… (80)
8.10 工程验收 …… (87)
9 母线装置及电机车架线安装工程 …… (88)
9.1 一般规定 …… (88)
9.2 硬母线加工 …… (96)

9.3 硬母线安装 …… (102)
9.4 硬母线焊接 …… (105)
9.5 软母线架设安装 …… (109)
9.6 金属封闭母线 …… (111)
9.7 气体绝缘金属封闭母线 …… (113)
9.8 绝缘子与穿墙套管安装 …… (115)
9.9 地面电机车架线安装 …… (116)
9.10 井下电机车架线安装 …… (117)
9.11 工程验收 …… (117)
10 送、配电架空线路安装工程 …… (119)
10.1 一般规定 …… (119)
10.2 杆塔基础施工 …… (122)
10.3 杆塔组立及拉线安装 …… (124)
10.4 导线、避雷线架设 …… (133)
10.5 配电线路杆上电器设备安装 …… (142)
10.6 工程验收 …… (144)
11 矿用防爆电器安装工程 …… (147)
11.1 一般规定 …… (147)
11.2 矿用隔爆型移动变电站和干式变压器安装 …… (156)
11.3 矿用隔爆兼本质安全型组合开关安装 …… (158)
11.4 高压防爆开关安装 …… (159)
11.5 低压防爆开关安装 …… (160)
11.6 井下照明电器安装 …… (161)
11.7 防爆接线盒安装 …… (162)
11.8 防爆按钮安装 …… (163)
11.9 工程验收 …… (163)
12 电缆安装工程 …… (165)
12.1 一般规定 …… (165)
12.2 电缆支架及电缆管安装 …… (165)

12.3 电缆敷设 …… (168)
12.4 工程验收 …… (180)
13 接地装置安装工程 …… (182)
13.1 一般规定 …… (182)
13.2 接地装置的敷设 …… (185)
13.3 接地线(体)连接 …… (191)
13.4 避雷针(线、带、网)接地 …… (196)
13.5 工程验收 …… (199)
14 通信线路及设备安装工程 …… (200)
14.1 一般规定 …… (200)
14.2 通信线路安装 …… (201)
14.3 通信设备安装 …… (220)
14.4 工程验收 …… (224)
15 控制系统安装工程 …… (226)
15.1 一般规定 …… (226)
15.2 提升机控制保护装置安装 …… (226)
15.3 带式输送机常用控制保护装置安装 …… (227)
15.4 井口操车联动常用控制保护及闭锁装置安装 …… (230)
15.5 工程验收 …… (231)
16 监测、监控系统安装工程 …… (233)
16.1 一般规定 …… (233)
16.2 生产安全监测监控系统安装 …… (234)
16.3 瓦斯抽采(放)监控系统安装 …… (239)
16.4 轨道运输监控系统安装 …… (239)
16.5 带式输送机综合保护装置安装 …… (240)
16.6 供电监控系统安装 …… (242)
16.7 排水监控系统安装 …… (243)
16.8 矿山压力监控系统安装 …… (244)
16.9 井下作业人员管理系统安装 …… (245)

16.10　试运行 …… (245)
16.11　工程验收 …… (246)
附录 A　电气装置试验及技术参数 …… (251)
本规范用词说明 …… (293)
引用标准名录 …… (294)
附:条文说明 …… (297)

Contents

1 General provisions ····· (1)

2 Terms ····· (2)

3 Basic requirement ····· (7)

4 Installation works of HV electrical apparatus ····· (10)

4.1 General requirement ····· (10)

4.2 Installation of hexafluoride sulfur circuit breaker ····· (10)

4.3 Installation of vacuum circuit breaker ····· (16)

4.4 Installation of circuit breaker operating mechanism ····· (17)

4.5 Installation of HV isolating switch, load switch and fuse ····· (20)

4.6 Installation of lightning arrester and neutral point discharge gap ····· (22)

4.7 Installation of instrument transformer ····· (24)

4.8 Installation of capacitor ····· (26)

4.9 Installation of wave trapper ····· (27)

4.10 Acceptance of project ····· (28)

5 Installation works of transformer, reactor and box-type substation ····· (31)

5.1 General requirement ····· (31)

5.2 Loading, unloading and placement ····· (33)

5.3 Treatment of insulating oil ····· (34)

5.4 Denitrogenation ····· (35)

5.5 Inspection of core and winding assembly of transformer ····· (36)

5.6 Internal installation and connection ····· (39)
5.7 Drying ····· (39)
5.8 Installation of main body and accessories ····· (40)
5.9 Oiling ····· (45)
5.10 Add oil, whole seal checks and standing ····· (46)
5.11 Installation of dry-type reactor and dry-type earthing transformer ····· (47)
5.12 Acceptance of project ····· (48)
6 Installation works of rotating electrical machines ····· (51)
6.1 General requirement ····· (51)
6.2 Installation works of electric motor ····· (51)
6.3 Installation works of special motor ····· (55)
6.4 Acceptance of project ····· (58)
7 Installation works of switchboard outfit complete cubicle ····· (61)
7.1 General requirement ····· (61)
7.2 Installation of switchboard outfit complete cubicle ····· (62)
7.3 Installation of electrical accessory on switchboard outfit complete cubicle ····· (64)
7.4 Secondary circuit wiring ····· (65)
7.5 Installation of hexafluoride sulfur gas-insulated metal-enclosed switchgear ····· (67)
7.6 Acceptance of project ····· (68)
8 Installation works of LV electrical apparatus ····· (70)
8.1 General requirement ····· (70)
8.2 Installation of LV circuit breaker ····· (72)
8.3 Installation of LV isolating switch, knife switch, changeover switch and fuse combination unit ····· (74)
8.4 Installation of LV contactor and motor starter ····· (75)

8.5 Installation of controller, relay and travel switch ····· (77)
8.6 Installation of resistor and rheostat ····· (78)
8.7 Installation of electromagnet ····· (79)
8.8 Installation of fuse ····· (79)
8.9 Installation of accumulator battery ····· (80)
8.10 Acceptance of project ····· (87)
9 Installation works of bus-bar and overhead line of electric locomotive ····· (88)
9.1 General requirement ····· (88)
9.2 Processing of hard bus-bar ····· (96)
9.3 Installation of hard bus-bar ····· (102)
9.4 Welding of hard bus-bar ····· (105)
9.5 Installation put up soft bus ····· (109)
9.6 Metal-enclosed bus ····· (111)
9.7 Gas-insulated metal-enclosed bus ····· (113)
9.8 Installation of insulators and wall bushings ····· (115)
9.9 Installation of overhead line of ground electric locomotive ····· (116)
9.10 Installation of overhead line of underground electric locomotive ····· (117)
9.11 Acceptance of project ····· (117)
10 Installation works of overhead lines for power transmission and distribution ····· (119)
10.1 General requirement ····· (119)
10.2 Construction of foundations of poles and towers ····· (122)
10.3 Erection of poles and towers and installation of bracing wires ····· (124)
10.4 Erection of conducting wires and lightning conductors ····· (133)
10.5 Installation of electrical apparatus on distribution

line pole ····· (142)
10.6 Acceptance of project ····· (144)
11 Installation works of explosion-proof electrical apparatus ····· (147)
11.1 General requirement ····· (147)
11.2 Installation of mining explosion-proof movable substation and dry type transformer ····· (156)
11.3 Installation of mining explosion-proof intrinsically safe combination switch ····· (158)
11.4 Installation of HV explosion-proof switch ····· (159)
11.5 Installation of LV explosion-proof switch ····· (160)
11.6 Installation of downhole electrical lighting apparatus ····· (161)
11.7 Installation of explosion-proof junction box and push button ····· (162)
11.8 Installation of explosion-proof push button ····· (163)
11.9 Acceptance of project ····· (163)
12 Installation works of cables ····· (165)
12.1 General requirement ····· (165)
12.2 Installation of cable support and cable duct ····· (165)
12.3 Cable laying ····· (168)
12.4 Acceptance of project ····· (180)
13 Installation works of earthing device ····· (182)
13.1 General requirement ····· (182)
13.2 Laying of earthing conductor ····· (185)
13.3 Connection of earthing conductor ····· (191)
13.4 Earthing of lightning rod ····· (196)
13.5 Acceptance of project ····· (199)
14 Installation works of communication line and equipment ····· (200)

14.1 General requirement ····· (200)
14.2 Installation of communication line ····· (201)
14.3 Installation of communication equipment ····· (220)
14.4 Acceptance of project ····· (224)
15 Installation works of control systems ····· (226)
15.1 General requirement ····· (226)
15.2 Installation of winding engines protection devices ····· (226)
15.3 Installation of common protection devices of belt conveyer ····· (227)
15.4 Installation of common protection and locking devices for operation linkage at wellhead ····· (230)
15.5 Acceptance of project ····· (231)
16 Installation works of supervision and monitoring systems ····· (233)
16.1 General requirement ····· (233)
16.2 Installation of production safety supervision and monitoring systems ····· (234)
16.3 Installation of monitoring system for gas extraction (discharge) ····· (239)
16.4 Monitoring system for rail haulage ····· (239)
16.5 Installation of integrated protection device of belt conveyer ····· (240)
16.6 Installation of monitoring system for power supply ····· (242)
16.7 Installation of monitoring system for drainage ····· (243)
16.8 Installation of monitoring system for mining area pressure ····· (244)
16.9 Installation of downhole operation staff management system ····· (245)
16.10 Test run ····· (245)

16.11 Acceptance of project ····· (246)
Appendix A Test of electrical installations and technical parameters ····· (251)
Explanation of wording in this code ····· (293)
List of quoted standards ····· (294)
Addition: Explanation of provisions ····· (297)

1 总　　则

1.0.1　为了保证煤矿电气设备安装工程施工质量，促进安装施工技术的进步，确保设备安全运行，制定本规范。

1.0.2　本规范适用于煤矿建设电气设备安装工程的施工及验收。

1.0.3　煤矿电气设备安装工程施工中使用的工程技术文件、合同文件对安装工程施工质量的要求，应符合本规范的规定。

1.0.4　煤矿电气设备安装工程的施工及验收，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　　语

2.0.1　放电计数器　　discharge counter

一种记录避雷器动作(放电)次数的装置。

2.0.2　复合外套　　compound shell

由有机合成材料和高分子绝缘材料合成的绝缘套。

2.0.3　箱式变电站　　box-type transformer

由高压开关设备、配电变压器和低压配电装置按一定接线方案组合(装)成一体的工厂预制户内、户外紧凑式配电设备。

2.0.4　密封试验　　sealing test

在变压器(电抗器)及相关设备全部安装完毕后;通过内部加压(正压或负压),检验其有无渗漏。

2.0.5　静置　　static resting

在变压器(电抗器)注满油的情况下,变压器(电抗器)不进行任何涉及油路的工作,使绝缘油内的气体自然上浮或杂质自然沉淀。

2.0.6　自整角机　　selsyn

一种利用自整步特性,用来发送、接收、转换角位移信息的感应式微型电机。按用途,自整角机分为力矩式和控制式。

2.0.7　电机扩大机　　motor expanding

一种能将各控制绕组输入的信号在其内进行电磁合成,并以一定功率输出的特殊的直流发电机。

2.0.8　产品技术文件　　product technical documents

指所签订合同的技术部分,以及制造厂提供的产品说明书、试验记录、产品合格证明文件及安装图纸等。

2.0.9　六氟化硫封闭式组合电器　　six sulfur hexafluoride enclosed switchgear

全部或部分采用六氟化硫气体而不采用处于大气压下的空气作绝缘介质的金属封闭开关设备。国际上称为气体绝缘金属封闭开关设备，简称 GIS。

2.0.10 防爆电器设备　　explosionp-roof

应用于特定的危险场所的电器设备，带有“EX”标志。

2.0.11 矿用防爆电器设备　　the explosion-proof electrical

指按现行国家标准《爆炸性环境　第 1 部分：设备　通用要求》GB 3836.1 生产的专供煤矿井下使用的防爆电气设备。

2.0.12 光纤　　optical fiber

一种传输光能的波导介质，一般由纤芯和包层组成。

2.0.13 光缆　　fiber optic cable

一定数量的光纤按一定方式组成缆芯，外包有护套或包覆外护层，用于疏导传输光信号。

2.0.14 光(电)缆色谱　　light (cable) chromatography

采用全色谱或领示色谱来识别光(电)缆的端别和光(电)缆线序。

2.0.15 光缆成端　　cable into the side

指光缆到局端后熔接上尾纤以便与交换机机架等设备相连接。

2.0.16 光缆接续　　opptical cable joint

光缆之间的连接，光纤用熔接机熔接在一起。

2.0.17 程式　　program

表明各部分的组成、排列、位置及相互关系。

2.0.18 全色谱　　all chromatography

指电缆中的任何一对芯线，均可通过各级单位的扎带颜色以及线对的颜色识别，即给出线号就可以找出线对，给出线对就可以说出线号。

2.0.19 提升装置　　the lifting device

绞车、摩擦轮、天轮、导向轮、钢丝绳、罐道、提升容器和保险装

置等的总称。

2.0.20 主要提升装置　　the main lifting device

含有提人绞车及滚筒直径 2m 以上的提升物料的绞车的提升装置。

2.0.21 常用闸　　common gate

绞车正常操作控制用的工作闸。

2.0.22 保险闸　　the safety brake

在提升系统发生异常需要紧急停车时，能按预先设定的程序施行紧急制动，或需要相对较长时间停车时，能够安全制动的装置。

2.0.23 操作机构　　operating device

操作开关设备使之合、分的装置。

2.0.24 闪络　　flashover

固体介质表面上的击穿放电。

2.0.25 金属封闭线　　metal-enclosed bus

用金属外壳将导线连同绝缘体等封闭起来的组合体。

2.0.26 离相封闭母线　　isolated-phase bus

每相具有单独金属外壳且各相外壳间有空隙隔离的金属封闭母线。

2.0.27 母线槽　　busways

母线在线槽中由绝缘材料支撑或隔离的导电设备。

2.0.28 气体绝缘金属封闭母线　　gas-insulated metal-enclosed bus

以六氟化硫等气体为绝缘介质的金属封闭母线。

2.0.29 矿用隔爆型移动变电站　　mining flameproof movable substations

一种煤矿井下用供、变电设备，由矿用隔爆型干式变压器及高压负荷开关或高压真空开关、电缆连接器和低压馈电开关或低压保护箱等部分组合而成的移动式成套设备。

2.0.30 接地　　grounding

将电力系统或建筑物电气装置、设施过电压保护装置用接地线与接地体连接。

2.0.31 接地网 earth-electrode network; ground-electrode network

接地配置的组成部分，仅包括接地极及相互连接的部分。

2.0.32 热剂焊 exothermic welding

利用金属氧化物与铝粉的化学反应热作为热源，通过化学反应还原出来的高温熔融金属，直接或间接加热工件，达到熔接的目的。也称为火泥熔接或放热焊接。

2.0.33 局 bureau

通信信号控制、交换、分配的中心，保障通信功能的实施，即通信机房。

2.0.34 光电缆配盘 optical cable coil

根据安装路线和地形状况，合理地选配各盘光电缆的长度，使光电缆接头较少，位置合适，便于操作和安装，安装后信号传输衰减小。

2.0.35 可编程序控制器 programmable logic controller

一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用了可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字的、模拟的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。缩写为 PLC。

2.0.36 传感器 transducer

将被测非电量按一定规律转换为电信号输出，且通常具有显示和声光报警功能的设备。

2.0.37 执行器 autuator

将来自分站等设备的控制信号转换为被控物理量的设备，包括声光报警器和断路器。

2.0.38 传输接口 transmission interface

接收分站远距离发送的信号送主机处理，接收主机信号并传送至相应分站的设备。

2.0.39 主机　　host

主要用来接收监测信号、校正、报警判别、数据统计、磁盘存储、显示、声光报警、输出控制，且具有人机对话、控制打印输出、与管理网络连接等功能的设备。

2.0.40 馈电异常　　abnormal feeder

被控设备的馈电状态与系统发出的断电/复电命令不一致。

2.0.41 联箱　　header

变压器箱体与散热器之间的筒形或矩形连接件，具有汇集、混合、分配循环油的作用。

3 基本规定

3.0.1 施工现场应具备相应的技术标准、健全的质量管理体系、质量控制与检验制度，并应有经审批的施工组织设计、作业规程、安全技术交底等技术文件。

3.0.2 施工图修改应有设计单位的设计变更通知书或技术核定签证。

3.0.3 设备安装施工中使用的各种计量和检测仪器、仪表和设备，不得低于被检对象的精度等级。各种计量和检测仪器、仪表和设备，应经检验合格，并应在有效期内。

3.0.4 从事煤矿电气设备安装工程施工的特种作业人员，应经过安全培训并取得合格证书，且作业项目不应超出证书认可范围。

3.0.5 煤矿电气设备安装应按规定的程序进行，相关各专业工种之间应交接检验，并应形成记录；本专业各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查、形成施工原始记录。下一道工序施工应在上一道工序检验合格后进行。

3.0.6 电气设备的装卸应按产品及包装箱的总重量选用起重设备，并应按设备包装箱上的要求装卸，不得倒置、碰撞或受剧烈震动。

3.0.7 设备检查应符合下列规定：

1 检查包装外观，应无损伤和碰撞变形痕迹。

2 设备外表应完整，并应无锈蚀、机械损伤和渗油现象。

3 设备的零件、附件、备件及专用工具等，应齐全、完整，并应无锈蚀、损伤和变形，含油件密封应良好，并应符合订货合同的约定。

4 绝缘件应光滑，并应无变形、受潮、裂纹、缺损和剥落，绝缘

应良好。

5　铸件应无外伤、变形、砂眼和裂纹。

6　支架等金属构件，应无变形、损坏和锈蚀，镀锌层（漆层）应完好、无脱落。

7　制造厂提供的地脚螺栓应满足设计及产品技术文件的要求。

8　产品技术资料应齐全，并应符合订货合同的约定。

3.0.8　设备到达现场后的保管应符合下列规定：

1　保管设备时，应按包装箱标注安置，并应将其置于平整、坚硬、无积水、无腐蚀的场地；设备露天存放时，应有防雨、防尘、防爆晒、防碰撞等措施。

2　绝缘部件及绝缘材料，易损、易受潮部件，以及专用材料、工具及备品、备件，应存放在无腐蚀、干燥、通风的室内；瓷件不得倒置、碰撞和挤压。

3　易锈蚀零部件应室内存放，应采取防锈措施，并应定期检查，发现锈蚀时应及时处理。

3.0.9　设备与支架基础应符合下列规定：

1　设备安装前，应对设备基础进行验收，验收内容应包括基础中心线、标高、主要预留螺栓孔位置尺寸及深度，以及主要预埋件位置、预埋质量及基础表面质量等。设备基础应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

2　设备的基础灌浆及其隐蔽工程，隐蔽前应进行隐蔽工程验收，并应形成隐蔽工程验收文件。

3.0.10　电气安装工程所用材料，应符合工程设计及其产品标准的规定，并应有合格证明，安装前应对材料进行检查和验收，并应做好记录；电气设备安装工程采用新材料、新设备，应有鉴定证书或试验报告，并应制订专项安全技术措施。

3.0.11　在立井、斜井中运输电气设备、材料及进行安装工作时，应采取防坠物、防跑车等安全技术措施。

3.0.12 电气安装工程进行现场电焊、气焊(割)和喷灯焊接,应符合下列规定:

1 井口房、井筒和井下进行电焊、气焊(割)和喷灯焊接作业,应制订专项安全技术措施,应经主管部门审批后再作业,并应指定专人现场检查、监督。

2 井下作业点的前后两端各 10m 的井巷范围内,应采取防燃措施;电焊、气焊(割)和喷灯焊接等作业地点的风流中,瓦斯浓度不得超过 0.5%;在有煤(岩)与瓦斯突出危险的矿井中进行电焊、气焊(割)和喷灯焊接作业时,应停止突出危险区内的其他一切工作。

3 高处作业时,应在工作地点的下方用不燃性材料设施接受火星。

3.0.13 电气设备的交接试验,应按现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定执行。

3.0.14 电气设备交接验收时,应提交下列技术文件:

1 设计变更的证明文件及竣工图资料。

2 制造厂提供的产品说明书、装箱单、检验试验记录、合格证明文件、安装图纸等技术文件。

3 电气试验报告。

4 安装(组装)技术记录。

5 中间验收记录。

6 不合格处理记录。

7 检验及质量验收报告等。

3.0.15 安装工程完工后,应在施工单位自检合格的基础上进行工程验收。

4 高压电器安装工程

4.1 一般规定

4.1.1 本章适用于额定电压为3kV～35kV高压真空断路器及3kV～110kV煤矿用高压柱式和罐式六氟化硫断路器、断路器操作机构、高压隔离开关、负荷开关、熔断器、避雷器和中性点放电间隙、互感器、电力电容器、阻波器的安装与验收。

4.1.2 与高压电器安装工程有关的建(构)筑物的工程质量，应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的有关规定。

4.2 六氟化硫断路器安装

4.2.1 六氟化硫断路器到达现场后及安装前的检查，除应符合本规范第3.0.7条的规定外，还应符合下列规定：

1 充有六氟化硫等气体的部件，其压力值应符合产品技术文件的要求。

2 应按产品技术文件要求，装设冲击记录仪的元件，其冲击加速度不应大于产品技术文件的要求；冲击记录应随安装技术文件一并归档。

3 绝缘件、绝缘拉杆端部连接部件应牢固可靠。

4 套管采用硅橡胶外套时，表面不得有裂纹、损伤和变形；瓷套表面外观检查有疑问时，应进行探伤检验；瓷套与法兰的胶装部位应密实、牢固，防水性能应良好。

5 套管的金属法兰应平整，应无外伤和铸造砂眼。

6 操作机构应零件齐全、焊接牢固，轴承应光滑、转动无卡阻。

7 各种螺栓、密封垫、密封脂、清洗剂、润滑脂等，应符合产品

技术文件的要求。

8 密封槽面应清洗、无划伤。

9 密度继电器和压力表应经过检验，并应有产品合格证和检验报告。

10 罐式断路器安装前，电流互感器二次绕组排列次序、变比、极性、级次等应符合设计要求。

11 六氟化硫断路器不应在现场解体检查，当有缺陷需在现场解体时，应经制造厂同意，并应在厂方人员指导下进行，或由制造厂负责处理。

12 灭弧室检查、组装时，空气的相对湿度不应大于80%，并应采取防尘、防潮措施。

13 均压电容、合闸电阻应现场进行试验，其技术参数应符合产品技术要求，均压电容的检查应符合下列规定：

1）支持瓷瓶应完好、无破损。倒装时，应选用倒装支持瓷瓶；

2）套管芯棒应无弯曲、滑扣现象；

3）电容器引出线端连接用的螺母、垫圈应齐全，规格应符合要求；

4）外壳应无凸凹、锈蚀，不渗油；

5）电容器（组）支架应无变形，加工及防腐应良好；各种紧固件应齐全，并应全部采用镀锌件；

6）集合式并联电容器的油箱、贮油柜（或扩张器）、瓷套、出线导杆、压力释放阀、温度计等，应完好无损，并应无渗油现象。

4.2.2 六氟化硫断路器的保管除应符合产品技术文件和本规范第3.0.8条的规定外，还应符合下列规定：

1 充有六氟化硫等气体的罐体、灭弧室、绝缘支柱等，应按产品技术文件的要求，应定期进行检查，并应留有记录；有异常情况时，应及时采取措施。

2　罐式六氟化硫断路器的套管应水平放置。

4.2.3　六氟化硫断路器的基础及支架安装，应符合下列规定：

1　六氟化硫断路器的基础，除应符合本规范第 3.0.9 条的规定外，还应符合下列规定：

1）基础中心距离及高度的允许偏差应为±5mm；

2）预留孔或预埋件中心线的允许偏差应为±5mm；预埋件顶部应高出基础表面，其偏差应为$^{+10}_{+1}$mm；

3）预留螺栓中心线应符合设计要求，其允许偏差应为±2mm。

2　支架的安装，除应符合产品技术文件的要求外，还应符合下列规定：

1）支架外形尺寸应符合设计要求。封顶板及铁件应无变形、扭曲；

2）支架安装后，应检查支架柱轴线，其与行、列定位轴线的允许偏差应为±5mm，支架顶面高度允许偏差应为±2.5mm；

3）支架安装所用垫铁应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

4.2.4　六氟化硫断路器的安装，应在制造厂技术人员的指导下，按产品技术文件的要求进行，还应符合下列规定：

1　六氟化硫断路器的安装，应在无风沙、无雨雪的条件下进行；灭弧室组装时，空气的相对湿度不应大于 80%，并应采取防尘、防潮措施。

2　同相各支柱瓷套的法兰面应在同一水平面上，各支柱中心线间的距离允许偏差应为±5mm，相间中心距离的允许偏差应为±5mm。

3　六氟化硫断路器的垂直度应符合产品技术文件的要求；当产品技术文件对垂直度无要求时，其垂直度允许偏差应为 1‰。

4　新密封垫、密封圈的表面应无损伤；涂密封脂时，不得使其注入密封垫（密封圈）内侧与六氟化硫气体接触；密封垫、密封圈不

得重复使用。

5 应按产品技术文件的要求，涂防水剂、更换吸附剂。

6 所有螺栓均应使用力矩扳手紧固，紧固力矩值应符合设计或产品技术文件的要求，设计或产品技术文件无要求时，应符合表4.2.4的规定。

表4.2.4 钢制螺栓的紧固力矩值(N·m)

螺栓规格	力矩值
M8	8.8～10.8
M10	17.7～22.6
M12	31.4～39.2
M14	51.0～60.8
M16	78.5～98.1
M18	98.0～127.4
M20	156.9～196.2
M24	274.6～343.2

4.2.5 罐式断路器的安装，除应符合本规范第4.2.1条～第4.2.4条的规定外，还应符合下列规定：

1 充注六氟化硫气体的罐式断路器，现场应测量气体中水分含量。当气体中水分含量合格时，可直接补充六氟化硫气体至额定压力；当气体中水分含量不能满足本规范表4.2.11-1的要求时，应进行抽真空处理；未充注六氟化硫气体的罐式断路器，应按产品技术文件的要求进行组装。

2 罐体高度允许偏差值应为±10mm，水平允许偏差值应为±5mm；相间中心距允许偏差值应为±5mm。

4.2.6 六氟化硫断路器与操作机构的联合动作，应按产品技术文件的要求进行，并应符合下列规定：

1 联合动作前，断路器内应充有额定压力的六氟化硫气体。

2 首次联合动作，宜在制造厂技术人员指导下进行。

3　具有慢分、慢合装置时，在进行快速分、合闸前，应先进行慢分、慢合操作。

4　位置指示器的分、合闸位置应与断路器实际分、合闸状态一致。

4.2.7　断路器安装调整后的各项参数，应符合产品技术文件的要求。

4.2.8　断路器的载流部分及引下线连接，应符合下列规定：

1　载流部分的可挠连接不应有损伤，表面不得有锈蚀和凹陷。

2　接线端子的表面应平整、清洁、无氧化膜，镀银部分不得锉磨；连接时，连接面应涂薄层电力复合脂。

3　连接螺栓应齐全、紧固，紧固力矩应符合本规范表 4.2.4 的规定。

4　连接引下线时，不应使设备接线端子受到超过其许用应力的载荷。

4.2.9　均压环应无毛刺、伤痕、变形，安装应牢固。

4.2.10　设备的接地线安装，应牢固可靠，并应符合本规范第 13 章的有关规定。

4.2.11　六氟化硫气体管理应符合下列规定：

1　六氟化硫气体的技术条件应符合表 4.2.11-1 的规定。

2　新六氟化硫气体应有出厂检验报告及合格证明文件；运到现场后，每瓶均应做含水量检验，并应按表 4.2.11-2 的规定进行抽样做全分析；检验结果有一项不符合表 4.2.11-1 的要求时，应以气瓶数的 2 倍量重新抽样进行复验；复验中出现一项不符合要求时，整批产品不得验收。

表 4.2.11-1　六氟化硫气体的技术条件

项　　目	指　　标
六氟化硫的质量分数(%)	≥99.9
空气的质量分数(%)	≤0.04
CF_4 的质量分数(%)	≤0.04

续表 4.2.11-1

项　　目		指　　标
水分	水的质量分数(%)	≤0.0005
	露点(℃)	≤−49.7
以 HP 值计的酸度质量分数(%)		≤0.00002
以 HP 值计的可水解氟化物(%)		≤0.0001
矿物质的质量分数(%)		≤0.0004
毒性		生物试验无毒

表 4.2.11-2　新六氟化硫气体全分析抽样比例

每批气瓶数量	选取的最少气瓶数
1	1
2～40	2
41～70	3
71 以上	4

3　六氟化硫气体搬运与保管应符合下列规定：

1)六氟化硫气瓶的安全帽、防震圈应齐全，安全帽应拧紧；搬运时应轻装轻放，不得抛掷和溜放；

2)气瓶应存放在防晒、防潮和通风良好的场所；不得靠近热源和有油污的地方；不得有水分和油污粘在阀门上；

3)六氟化硫气瓶不得与其他气瓶混放；

4)设备内六氟化硫气体的含水量和漏气率，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。

4.2.12　六氟化硫气体的充注应符合下列规定：

1　六氟化硫气体的充注应设专人负责抽真空和充注。

2　对断路器进行抽真空时，真空度应符合产品技术文件的要求。

3　充注前，充气设备和管路应洁净、无水分、无油污；管路连

接部位应无渗漏；应按产品技术文件的要求，对设备内部进行抽真空处理，真空度及保持时间，应符合产品技术文件的要求；真空泵或真空机组应有防止突然停止或因操作不当而引起真空泵倒灌的措施。

4　当气室已充有六氟化硫气体，且含水量检验合格时，可直接补气。

5　充注时，应排除管路中的空气。

6　对柱式断路器进行充注时，应对六氟化硫气体进行称重，充入六氟化硫气体的重量，应符合产品技术文件的要求。

4.3　真空断路器安装

4.3.1　真空灭弧室的运输及装卸应按易碎品的有关规定进行。

4.3.2　真空断路器到货后的检查，除应符合本规范第 3.0.7 条的规定外，还应符合下列规定：

1　绝缘拉杆端部连接部件应牢固可靠。

2　灭弧室检查、组装时，空气的相对湿度不应大于 80%。

4.3.3　真空断路器到达现场后的保管，除应符合产品技术文件的要求及本规范第 3.0.8 条的规定外，还应符合下列规定：

1　存放时间较长时，金属零件表面及导电接触面应涂防锈油脂，并应每 6 个月检查一次。

2　保存期超过允许储存期时，应重新检查真空灭弧室的内部气体压强。

4.3.4　真空断路器的安装与调整，除应符合产品技术文件的要求外，还应符合下列规定：

1　应垂直安装，并应固定牢固。

2　真空断路器的垂直度应符合产品技术文件的要求，当产品技术文件对垂直度无要求时，其垂直度允许偏差应为 1‰。

3　各相之间的支持绝缘瓷套应位于同一水平面上，各相绝缘瓷套水平面与基准面的高低偏差应为±1mm。

4　三相联动连杆的拐臂应在同一水平面上，拐臂角度应一致。

5　具有慢分、慢合功能的真空断路器安装完毕后，应先进行手动慢分、合闸操作，并应正常后才能进行电动分、合闸操作。

6　断路器的行程及压缩行程，应符合产品技术文件的要求。

7　断路器分、合闸的同期性及双断口断路器分、合闸的同步性，应符合产品技术文件的要求。

8　真空断路器有并联阻容装置时，并联电阻、电容值应符合产品技术文件的要求。

4.3.5　真空断路器的导电部分应符合下列规定：

1　导电回路的接触电阻值，应符合产品技术文件的要求。

2　设备接线端子及结合面连接件应齐全、紧固，紧固力矩应符合本规范表 4.2.4 的规定。

4.4　断路器操作机构安装

4.4.1　断路器操作机构的安装与调整，除应符合产品技术文件要求外，还应符合下列规定：

1　机构安装应紧固、零部件齐全。

2　底座或支架与基础间的垫铁，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

3　同一轴线上的操作机构安装位置应一致，转动部分应润滑良好，支撑受力应均匀。

4　电动机固定应牢固，转向应正确。

5　各种接触器、继电器、微动开关、压力开关、辅助开关等的动作应准确可靠，接点应接触良好。

6　压力表应经检验合格，并应有检验报告；电接点压力表的动作应正确可靠。

7　传动装置动作应灵活。

8　分、合闸线圈的铁芯应动作灵活、无卡阻。

9　机构的缓冲器应调整正确；采用油缓冲器时，油位应正常，所用液压油应适合当地的气候条件。

10　加热、驱潮装置及控制元件的绝缘应良好，加热器与各元件、电缆及电线的距离不应小于 50mm。

11　操作机构应有防止跳跃功能；采用分相操作的操作机构应有防止非全相运行功能。

12　远方和就地操作、手动和电动操作之间的闭锁应可靠。

13　操作机构的动作指示器应与实际相符。

14　限位装置应准确可靠，达到规定分、合极限位置时，应能可靠切除或接通电源。

15　电动操作前，应先进行多次手动分、合闸操作，机构动作应正确，应平稳、无卡阻；电动操作时，应无冲击现象。

16　动作计数器计数应正确。

4.4.2　控制柜、控制箱、操作机构箱的安装，应符合下列规定：

1　控制柜、控制箱、操作机构箱的安装应固定牢靠。

2　柜、箱门应关闭严密，内部应清洁、干燥；接地应良好；液压机构箱隔热及防潮性能应良好。

3　箱体垂直度最大允许偏差不应超过 2.5‰，箱体间隙应为 2mm～3mm。

4　信号及控制回路的安装，应符合本规范第 7.4 节的有关规定。

4.4.3　弹簧操作机构的安装，除应符合本规范第 4.4.1 条和第 4.4.2 条的规定外，还应符合下列规定：

1　合闸弹簧储能时，牵引杆的位置应符合产品技术文件的要求。

2　合闸弹簧储能完成后，行程开关应能立即将电动机电源切除；合闸完毕，行程开关应将电动机电源接通。

3　合闸弹簧储能后，牵引杆的下端或凸轮，应与合闸锁扣可靠联锁。

4　分、合闸闭锁装置应动作灵活、迅速，并应准确、可靠。

5　弹簧操作机构缓冲器的行程，应符合产品技术文件的要求。

6　不得将弹簧操作机构“空合闸”。

4.4.4　液压操作机构的安装，除应符合本规范第 4.4.1 条和第 4.4.2 条的规定外，还应符合下列规定：

1　液压站安装前，应对液压元件进行全面清洗。

2　所用液压油的型号，应符合产品技术文件的要求；油应过滤，油位指示应正常。

3　液压系统的压力值，应符合产品技术文件的要求。

4　液压系统安装完毕后，液压站、液压管路、油缸活塞、液压元件，不应有渗油现象。

5　具有慢分、慢合操作功能的机构，在进行慢分、慢合操作时，工作油缸活塞杆的运行应无卡阻现象，活塞杆行程应符合产品技术文件的要求。

6　接触器、限位开关等的动作应准确可靠；接地应良好；电接点压力表、安全阀、压力释放器应经检验合格，动作应可靠；阀的关闭应灵活、严密；联动闭锁压力值应按产品技术文件要求进行调整。

7　液压系统的泄漏量，应符合产品技术文件的要求。

8　防止失压慢分装置功能应可靠。

9　采用氮气储能的机构，储气筒的预充压力及补充氮气，应按产品技术文件要求进行；补充的氮气，应采用微水含量小于 5μL/L 的高纯度氮气作为气源。

10　采用弹簧储能的机构，机构弹簧的位置，应符合产品技术文件的要求。

4.4.5　电磁操作机构的安装，除应符合产品技术文件要求外，还应符合本规范第 4.4.1 条和第 4.4.2 条的规定。

4.4.6　永磁操作机构的安装，除应符合本规范第 4.4.1 条和第 4.4.2 条的规定外，还应符合下列规定：

1　控制单元箱宜与储能电容分开安装。

2　储能电容应极性正确、连接可靠、固定牢固，其容量应符合产品技术文件的要求。

3　三相独立驱动的永磁操作机构，应能保证断路器的同期性符合产品技术文件的要求。

4　永磁操作机构控制电源的电压等级应符合产品技术文件的要求。

5　控制及信号回路应接线正确、连接牢固、布线整齐。

6　机构的转动部位应涂润滑脂。

7　永磁操作机构，应避免周期性、频繁剧烈振动和高温。

4.4.7　气动操作机构的安装，除应符合本规范第4.4.1条和第4.4.2条的规定外，还应符合下列规定：

1　气动机构所使用压缩机的安装，应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275的有关规定。

2　自动排污装置应动作正确。

3　储气罐等压力容器的试验，应符合现行国家标准《压力容器　第4部分：制造、检验和验收》GB 150.4的规定。储气罐安装应牢固。

4　气水分离器应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275的有关规定。

5　各类阀门的检验及空气管路的敷设，应符合现行国家标准《压力管道规范　工业管道　第4部分：制作与安装》GB/T 20801.4的有关规定。

4.5　高压隔离开关、负荷开关及熔断器安装

4.5.1　高压隔离开关、负荷开关及熔断器到货后的检查，除应符合本规范第3.0.7条的规定外，还应符合下列规定：

1　导电部分柔性连接应无折伤，接线端子镀银层应完好。

2　隔离开关、负荷开关触头表面应平整、清洁。

3　接线端子及载流部分应清洁。

4　绝缘子表面应无焊接残留斑点等缺陷，瓷瓶与金属法兰的胶装部位应牢固密实。

5　隔离开关相间距离允许偏差应为±5mm。

6　外观检查有疑问时，应做探伤试验，不合格者不得使用。

4.5.2　高压隔离开关、负荷开关及熔断器安装，应符合下列规定：

1　支架安装应符合本规范第 4.2.3 条的规定。

2　隔离开关相间连杆应在同一水平线上。

3　除 V 形隔离开关外，支柱绝缘子应垂直于底座平面，且应连接牢固；同一绝缘子柱的各绝缘子中心线应在同一垂直线上；各相各绝缘子柱的中心线应在同一垂直平面内。

4　隔离开关的各支柱绝缘子间应连接牢固；安装时可用金属垫片校正其垂直和水平偏差，并应使触头相互对准、接触紧密。

5　均压环和屏蔽环应无划伤、毛刺，安装应牢固。

6　隔离开关的传动部位转动应灵活；操作机构的零部件应齐全，所有连接部位应紧固可靠，转动部位应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

7　传动装置的安装应符合下列规定：

1）拉杆与带电部位的距离，应符合本规范第 7.3.6 条的有关规定；

2）拉杆与机构的连接销子不应松动；

3）延长轴、联轴器、轴承及拐臂等传动部位，安装应牢固可靠；传动齿轮应啮合准确，操作应轻便灵活；

4）定位螺钉应按产品技术文件要求进行调整并加以固定；

5）应按产品技术文件要求或按操作力矩最小的原则进行，对隔离开关、接地开关平衡弹簧的调整，调整完毕应进行固定；接地开关垂直连杆上应涂以黑色油漆进行标识。

4.5.3　三相联动的隔离开关，不同期值应符合产品技术文件的要求。当无规定时，其最大值不应超过 20mm。

4.5.4 隔离开关、负荷开关的导电部分，应符合下列规定：

1 触头表面应平整、清洁，并应涂以薄层中性凡士林。

2 隔离开关、负荷开关载流部分的可挠连接不应有折伤，连接应牢固，接触应良好；载流部分表面应无凹陷及锈蚀。

3 触头应全部插入钳口内，且应接触紧密。

4 设备的连接端子应涂以薄层电力复合脂；连接螺栓应齐全、紧固，紧固力应符合本规范表 4.2.4 的规定。

4.5.5 隔离开关的闭锁装置应动作灵活、准确可靠；带有接地的隔离开关，接地刀与主触头之间的机械或电气闭锁应准确可靠。

4.5.6 隔离开关、负荷开关的辅助开关安装应牢固、动作准确、接触良好；装于室外时，应有防雨措施。

4.5.7 负荷开关的安装除应符合本规范第 4.5.2 条～第 4.5.6 条规定外，还应符合下列规定：

1 合闸时，主刀与主固定触头应可靠接触；分闸时，三相灭弧刀片应同时跳离固定触头。

2 灭弧筒内的有机绝缘物应完整无裂纹，灭弧触头与灭火筒的间距应符合产品技术文件的要求。

3 带油的负荷开关，其外露部分及油箱应整洁，油箱内所注绝缘油应符合产品技术文件的要求；油箱不应渗油。

4.5.8 高压熔断器安装应符合下列规定：

1 带有钳口的熔断器，其熔丝管应插入钳口内。

2 自动跌落式熔断器熔管的有机绝缘物，应无裂纹和变形；熔丝轴线与铅锤方向的夹角应为 15°～30°。

3 转动部分转动应灵活。

4.6 避雷器及中性点放电间隙安装

4.6.1 本节适用于金属氧化物避雷器及中性点放电间隙安装。

4.6.2 避雷器在运输过程中，不得遭受冲击和碰撞；复合外套的避雷器，不得与酸碱等腐蚀物品放在同一车厢内运输或同一库房

内保管;避雷器应存放于清洁、干燥的室内。

4.6.3 避雷器不得随意拆开、损坏密封。

4.6.4 避雷器安装应符合下列规定:

1 避雷器安装前的检查,除应符合本规范第 3.0.7 条的规定外,还应符合下列规定:

1)避雷器的外套不应有裂纹;采用瓷外套时,瓷件与金属法兰的胶装部位应结合牢固、密实,并涂有性能良好的防水胶;采用硅橡胶外套时,外观不得有损伤和变形;金属法兰结合面应平整,应无外伤或铸造砂眼,法兰泄水孔应畅通;

2)各节组合单元应经试验合格,底座绝缘应良好;

3)取下运输时保护用的防护罩,其防爆膜应完好、无损伤;

4)避雷器的安全装置应完整、无损;

5)带自闭阀的避雷器宜进行压力检查,试验压力值应符合产品技术文件的要求;

6)均压环应无毛刺、划痕。

2 避雷器组装时,各节位置应符合产品出厂标志的编号。

3 避雷器的吊装,应符合产品技术文件的要求。

4 避雷器各连接处的金属接触面应洁净,无氧化膜和油漆,导电良好。

5 并列安装的避雷器,避雷器底部三相中心线应在同一直线上,相间中心距离偏差应为±5mm;避雷器的铭牌应位于易于观察的同一侧。

6 避雷器安装的垂直度应符合产品技术文件的要求;无规定时,垂直度偏差不应超过 1.5‰。

7 避雷器的排气通道应畅通,排气通道口不得朝向巡检通道,排出的气体不应引起相间或对地闪络,并不得喷到其他电气设备。

8 均压环应无变形,安装应平整、牢固。

9　设备接线端子的接触表面应平整、清洁，应无氧化膜、无凹陷、无毛刺，并应涂以薄层电力复合脂。

10　监测仪的计数器应调整为同一数值，并应密封良好、动作可靠；监测仪接地应可靠；安装位置应一致并便于观察。

11　所有安装部位的连接螺栓应齐全、紧固，紧固力矩应符合本规范表 4.2.4 的规定。

12　避雷器引线的连接，不应使设备端子受到超过其允许的承受应力。

13　避雷器的接地，应符合本规范第 13.4 节的有关规定。

4.6.5　中性点放电间隙安装应符合下列规定：

1　放电间隙应按设计要求进行安装；设计无规定时，放电间隙宜水平安装。

2　放电间隙安装应牢固可靠，其间隙距离应符合设计要求。

3　接地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 的规定，应采用双根引下线与接地网不同接地干线连接。

4.7　互感器安装

4.7.1　气体绝缘的互感器的保管，除应符合本规范第 3.0.8 条的规定外，还应定期检查其内部的气体压力，并应留有记录。

4.7.2　互感器安装前的检查，除应符合本规范第 3.0.7 条的规定外，还应符合下列规定：

1　气体绝缘的互感器应检查气体压力或密度，并应符合产品技术文件要求。

2　气体绝缘互感器所配置的密度继电器、压力表等，应经校验合格。

3　110kV 互感器，应抽真空注油。

4　互感器变比分接头的位置及极性应符合产品技术文件的要求。

5　二次接线板应完整，引线端子应连接牢固，标志应清晰。

6　油位指示器及瓷套与法兰连接处、放油阀，均应无渗油现象。

7　隔膜式储油罐的隔膜和金属膨胀器应完好无损，顶盖螺栓应紧固。

4.7.3　互感器的安装应符合下列规定：

1　吊装时应对瓷部件进行保护。

2　互感器支架封顶板安装面应水平；并列安装时应排列整齐，同一组互感器的极性应一致。

3　电容式电压互感器应按制造厂的组件编号进行安装，组件的连接面应除去氧化层，并应涂以电力复合脂。

4　有等电位线的母线式电压互感器的安装，应将等电位线与母线间连接牢固；母线为绝缘电缆时，应将等电位线固定在母线上。

5　有均压环的互感器，均压环应水平安装，方向应正确，连接应可靠；安装在环境温度0℃及以下的均压环，应在最低处设置放水孔。

6　气体绝缘的互感器，应在密封检查合格后，才能对互感器充六氟化硫气体至额定压力值，应静置24h后进行六氟化硫气体含水量测量，其含水量应合格。

7　零序电流互感器的安装，不应使构架或其他导磁体与互感器铁芯直接接触构成磁回路分支。

8　互感器补注油时，应按产品技术文件要求进行。

4.7.4　互感器下列部位均应可靠接地：

1　分级绝缘的电压互感器一次绕组的接地引线端子；电容式电压互感器的接地应符合产品技术文件的要求。

2　电容型绝缘的电流互感器，一次绕组末屏的引线端子、铁芯引出接地端子。

3　互感器的外壳。

4　短路后的电流互感器的备用二次绕组。

5　倒装式电流互感器二次绕组的金属导管。

4.7.5　应保证工作接地有两根与主接地网不同地点连接的接地引下线。

4.8　电容器安装

4.8.1　电容器安装前的检查应符合本规范第 4.2.1 条第 13 款的规定。

4.8.2　电容器安装前应试验合格，成组安装的电容器的电容量，应按设计要求进行调配；设计无要求时，最大值与最小值之差不应超过三相平均值的 5%。

4.8.3　电容器支架安装应符合下列规定：

1　金属构件应无变形和锈蚀，防腐涂层应完整。

2　支架连接应紧固，并应符合产品技术文件的要求；构件间垫片不应超过 1 片，厚度不应大于 3mm。

3　支架应保持水平，其水平度允许偏差应为 3‰。

4　立柱间距离应符合设计或产品技术文件要求，其允许偏差应为±2.5mm。

5　瓷瓶应无破损，金属法兰应无锈蚀。

4.8.4　电容器的安装应符合下列规定：

1　电容器的配置，应使铭牌面向通道一侧。

2　电容器的一次接线应正确，端子连线应符合设计，并应对称一致、整齐美观；母线及分支线相色应正确。

3　凡不与地绝缘的每个电容器的外壳及电容器支架，均应接地；凡与地绝缘的电容器的外壳及电容器支架，均应按设计连接到规定的电位上。

4　不同金属材料的端子连接时，应采用过渡接头。

5　采用外熔断器时，外熔断器的安装应排列整齐，倾斜角度应一致，并应符合设计要求。

6　放电线圈瓷套应无破损，接线应牢固，相色应正确。

7　接地刀闸操作应灵活、可靠。

8　在线监测仪接线应正确。

9　储油柜结构的集合式并联电容器，油位应正常，绝缘油的耐压值应符合现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。

10　电容器围栏之间的安全距离，应符合设计要求。

4.8.5　耦合电容器安装除应符合本规范第 4.8.3 条和第 4.8.4 条的规定外，还应符合下列规定：

1　耦合电容器的安装，应在制造厂专业技术人员的指导下进行。

2　瓷件检查有疑问时，应经探伤试验。

3　耦合电容器安装时，不应松动其顶盖上紧固螺栓。

4　电容器的引线不应使其接线端子承受过大的拉力。

5　两节或多节耦合电容器叠装时，应按制造厂的编号安装。

4.9　阻波器安装

4.9.1　阻波器安装前，应对阻波器频带特性及内部避雷器进行相关试验，并应符合产品技术文件的要求。

4.9.2　悬挂式阻波器的悬挂方式和悬挂高度应符合设计文件的要求；对多点悬挂式阻波器应垂直安装，并应将吊环拧紧并将下吊环拉紧。悬挂式阻波器主线圈吊装时，其轴线宜对地垂直。

4.9.3　座式阻波器安装，应避免阻波器及其连接端子承受超过其允许应力的外力。

4.9.4　多点支撑座式阻波器支撑架（座）安装后，应检查支撑架（座）轴线，其与行、列的定位轴线偏差及支撑架（座）顶面高度允许偏差均应为±5mm。

4.9.5　多点支撑的座式阻波器的支撑绝缘子，安装高度应一致；当支柱绝缘子顶面不水平时，可在支柱绝缘子底座下加垫钢制垫

片；钢制垫片应固定牢固。

4.9.6 阻波器主线圈的轴线应垂直于地面，其垂直度允许偏差应为2‰。

4.9.7 座式阻波器支撑绝缘子的底座及支柱绝缘子的支撑架（座），应可靠接地。

4.9.8 阻波器安装，连接件应齐全，连接应可靠。

4.10 工 程 验 收

4.10.1 高压电器交接验收前，应进行下列检查：

1 高压电器固定应牢靠，连接件应齐全，紧固力矩应符合本规范表4.2.4的规定。

2 电气连接应可靠，且接触应良好。

3 瓷件、绝缘部件应完整，并应无裂纹、无损伤，绝缘应良好。

4 接地应可靠。

5 支架（座）应无变形。

6 外观应清洁，油漆应完整，相色应正确、标识清晰。

7 交接试验应合格。

4.10.2 六氟化硫断路器验收除应符合本规范第4.10.1条的规定外，还应符合下列规定：

1 断路器动作性能应符合产品技术文件的要求。

2 继电器及其操作机构联动应正常，并应无卡阻现象。

3 分、合闸指示应正确。

4 辅助开关动作应正确可靠。

5 密度继电器的报警、闭锁值应符合产品技术文件的要求，电气回路传动应正确。

6 六氟化硫气体压力、泄漏率及含水量，应符合产品技术文件的要求。

7 带电显示装置显示应正确。

8 断路器本体电缆防护应良好；柜（箱）防雨、防潮性能应

良好。

9 交接验收时，应将随机备品、备件、专用工具及测试仪器、测量仪表等一并进行移交。

4.10.3 真空断路器验收除应符合本规范第 4.10.1 条的规定外，还应符合下列规定：

1 真空断路器与操作机构的联动应正常，并应无卡阻现象。

2 分、合闸指示应正确。

3 辅助开关动作应正确、可靠。

4.10.4 断路器操作机构验收除应符合本规范第 4.10.1 条的规定外，还应符合下列规定：

1 操作机构应固定牢固，连杆应无扭曲和变形。

2 液压系统应无渗漏，油位应正常；压气系统应无漏气，气压应正常；安全阀、减压阀等动作应可靠，压力表指示应正确。

3 操作机构与断路器的联动应正常、无卡阻；开关防跳跃功能应正确、可靠；具有非全相保护功能的操作机构的动作应正确、可靠；分、合闸指示应正确；压力开关、辅助开关动作应正确、可靠。

4 控制柜、分相控制箱、操作机构箱等的防潮、防雨应良好，电缆管口、孔洞应封堵严密。

4.10.5 高压隔离开关、负荷开关及熔断器验收，除应符合本规范第 4.10.1 条的规定外，还应符合下列规定：

1 操作机构、传动机构、辅助开关及闭锁装置，安装应牢固，动作应灵活可靠，位置指示应正确。

2 合闸时的三相不同期值应符合产品技术文件的要求。

3 相间距离及分闸时触头打开的角度及距离，应符合产品技术文件的要求。

4 触头接触应紧密良好，并应符合产品技术文件的要求。

5 隔离开关的分、合位置应正确。

6 连杆应无扭曲和变形。

7 合闸直流电阻应符合产品技术文件的要求。

4.10.6 避雷器及中性点放电间隙验收除应符合本规范第 4.10.1 条的规定外，还应符合下列规定：

1 现场制作的构件的加工及防腐应符合设计要求。

2 避雷器密封应良好，外表应完整、无缺损。

3 避雷器安装应牢固，其垂直度允许偏差应符合产品技术文件要求。

4 放电计数器和在线监测仪应密封良好。

5 中性点放电间隙固定应牢固，间隙距离应符合产品技术文件要求。

4.10.7 互感器验收除应符合本规范第 4.10.1 条的规定外，还应符合下列规定：

1 互感器应无渗漏，油位、气压、密度应符合产品技术文件的要求。

2 保护间隙的距离应符合产品技术文件的要求。

4.10.8 电容器验收除应符合本规范第 4.10.1 条的规定外，还应符合下列规定：

1 电容器的布置及接线应正确，端子连接应符合设计要求。

2 保护回路应完整，布线应整齐；一次接线与二次保护回路极性关系应正确。

3 三相电容量偏差应符合设计要求。

4 电容器金属外壳应无凹凸及渗油现象。

5 熔断器应排列整齐，倾斜角度应符合设计要求，指示器应正确；熔体的额定电流应符合设计要求。

6 放电线圈瓷套应无损伤，接线应牢固美观；放电回路应完整，接地刀闸操作应灵活。

4.10.9 阻波器验收除应符合本规范第 4.10.1 条的规定外，其内部的电容器、避雷器外观应完整，固定应可靠，连接应牢固。

4.10.10 高压电器交接验收时，应按本规范第 3.0.14 条的规定提交技术资料。

5 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站安装工程

5.1 一 般 规 定

5.1.1 本章适用于 3kV～66kV 干式电抗器、35kV 及以下箱式变电站、6kV～10kV 接地变压器、3kV～110kV 变压器及油浸电抗器的安装与验收。

5.1.2 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站设备到货的交接检查，除应符合本规范第 3.0.7 条的规定外，还应符合下列规定：

1 所有附件应齐全，油箱及附件应无锈蚀及机械损伤，密封应良好。

2 油箱盖的连接螺栓应齐全、紧固、无渗漏。

3 注油或充干燥气体运输的附件，密封应良好，应无渗漏，并应有监视压力表。

4 充干燥气体运输的变压器、电抗器，油箱内气体压力值应为 0.01MPa～0.03MPa，现场应办理交接签证并移交监测压力记录。

5 应检查运输及装卸过程中设备的受冲击情况，并应记录冲击值、办理交接签证手续。

5.1.3 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站设备的保管，除应符合本规范第 3.0.8 条的规定和产品技术文件的要求外，还应符合下列规定：

1 绝缘部件、绝缘材料、表计、风扇、潜油泵、气体继电器、气道隔膜、测温装置、专用材料、工具及备品、备件、短尾式套管等，应保存在干燥的室内；瓷件不得倒置、碰撞。

2 充干燥气体的变压器、电抗器，油箱内的压力应为 0.01MPa～0.03MPa，现场保管应每天检查压力值；当油箱内的气

体压力低于0.01MPa时，应及时补充合格气体。

3　散热器、连通管、安全气道等应密封。

4　带油运输的变压器、电抗器、接地变压器，到达现场3个月内不能安装时，应从到货之日起，每月进行一次下列工作：

1）检查油箱密封情况；

2）做绝缘油性能试验；

3）检查绕组的绝缘；

4）安装储油柜及吸湿器，注以合格的油至储油柜规定油位，或在未安装油柜的情况下，上部抽真空，充以0.01MPa～0.03MPa、露点低于－40℃、纯度不低于99.9%的氮气，或按产品技术文件要求执行。

5　充气运输的变压器、电抗器，到达现场3个月内不能安装时，应从到货之日起，每月进行一次下列工作：

1）应安装储油柜及吸湿器，注以合格的油至储油柜规定油位；当不能及时注油时，应继续充注纯度不低于99.9%、露点不低于－40℃的气体保管，压力应保持在0.01MPa～0.03MPa，或按产品技术文件要求执行。保管期间应有压力监视装置；

2）保管期间应经常检查。注油保管时，应每10d对设备外观进行一次检查，应无渗油、油位正常、外表应无锈蚀。每30d应从箱体内抽取油样进行试验，油样性能应符合表5.1.3的规定；充气保管时，应检查气体压力，并应留有记录。

表5.1.3　变压器内油样性能

试验项目	电压等级	标准值	备注
电气强度	63kV～110kV	≥40kV	平板电极间隙
	35kV及以下	≥35kV	
含水量	110kV及以下	≤20μL/L	—

5.1.4　设备基础应符合本规范第3.0.9条的规定。干式电抗器

基础内部的钢筋应符合设计要求，基础内部钢筋不得与接地网连接。

5.2 装卸及就位

5.2.1 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站的装卸，除应符合本规范第 3.0.6 条的规定及满足产品技术文件的要求外，还应符合下列规定：

1 利用机械牵引变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站时，牵引着力点应在设备的重心以下并符合制造厂规定；运输过程中，设备倾斜角度不应超过 15°。

2 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站的装卸应使用产品设计的专用受力点，并应采取防滑和防倒措施；牵引速度不应超过 2m/min。

5.2.2 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站的就位，应符合下列规定：

1 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站基础应平整。

2 利用千斤顶升降大型变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站时，应将千斤顶放在千斤顶支架部位，升降操作应使各点均匀受力，并应及时垫好垫铁。

3 装有滚轮的变压器、电抗器、接地变压器，其滚轮转动应灵活。

4 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站本体直接就位于基础上时，应符合设计和制造厂的要求；用垫铁对设备进行找平时，所用垫铁及其布置，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的规定。

5 装有气体继电器的变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站，除制造厂规定不需设置安装坡度外，应使其顶盖沿气体继电器气流方向有 1%～1.5%的升高坡度；当与封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线中心线相符。

5.3 绝缘油处理

5.3.1 绝缘油的验收及保管应符合下列规定：

1 绝缘油应储存在密封清洁的容器内。

2 每批到达现场的绝缘油，均应有试验记录，并应按下列规定进行简化分析，必要时应进行全分析：

1) 大罐油应每罐取样，小罐油应按表 5.3.1 的规定进行取样；

表 5.3.1 绝缘油取样数量

每批油的桶数	取样桶数
1	1
2～5	2
6～20	3
21～50	4
51～100	7
101～200	10
201～400	15
401 以上	20

2) 取样试验应按现行国家标准《电力用油(变压器油、汽轮机油)取样方法》GB/T 7597 的规定执行。试验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 的规定。

3 不同牌号的绝缘油，应分别储存，并应有明显牌号标志。

4 放油时应目测。用铁路油罐车运输的绝缘油，油的上、中和底部不应有异样；用小桶运输的绝缘油，应对每桶进行目测颜色，并应辨别其气味，各桶的商标应一致。

5 到达现场的绝缘油首次抽取，宜使用压滤式滤油机进行粗过滤。

5.3.2 绝缘油现场过滤应符合下列规定：

1 绝缘油应使用专用储油罐储存。

2 经过粗过滤的绝缘油应采用真空滤油机进行处理。

3 油务系统中所使用的储油罐、管道等，均应清洗干净。

4 现场应配备废油储油罐。

5 油处理过程中所有油处理设备本体、电源箱等均应可靠接地。

6 每批油过滤结束后，应对每个储油罐的绝缘油取样进行试验，其电气强度应符合本规范表5.1.3的规定。

5.3.3 储油罐应符合下列规定：

1 储油罐总容积应大于单台最大设备容积的1.2倍。

2 储油罐顶部应设置进出气阀；用于呼吸的进气孔应安装干燥过滤装置。

3 储油罐应设置进油阀、出油阀、采样阀和残油阀；出油阀宜位于油罐的下部、距罐底100mm，进油阀应位于油罐顶部，采样阀应位于油罐的中下部，残油阀应位于油罐的底部。

4 油罐顶部应设置人孔，并应加盖可靠密封。

5 储油罐应设置油位指示装置和专用起吊挂环。

6 储油罐应设置专用接地连接点，并应与接地网可靠连接。

7 储油罐应设置防冻、防晒设施。

5.4 排　　氮

5.4.1 采用注油排氮时应符合下列规定：

1 注入变压器、电抗器、接地变压器的油应符合本规范表5.1.3的规定。

2 注油排氮前，应将油箱内的残油排尽。

3 绝缘油应通过脱气净油设备经变压器或电抗器下部阀门注入变压器、电抗器或接地变压器，氮气应经顶部排出；油应注至油箱顶部将氮气排尽。最终油位应高出变压器、电抗器或接地变

压器铁芯 100mm～200mm。油的静置时间不应小于 12h。

4　注油排气时，任何人不得在排气孔处停留。

5　注油的油管宜采用钢管或其他耐油管。采用耐油胶管时，应确保胶管不对油产生污染。管内应彻底清洗干净。

5.4.2　采用抽真空排氮时，排氮口应设在空气流通处。

5.4.3　充氮的变压器、电抗器、接地变压器需吊罩检查时，应让器身在空气中暴露 15min 以上，并应待氮气充分扩散后进行。

5.5　器身检查

5.5.1　满足下列条件之一时，可不进行器身检查：

1　制造厂规定可不进行器身检查者。

2　容量在 1000kV·A 及以下，运输途中无异常情况，且试验合格者。

3　就地生产仅作短途运输，事先参与器身总装、质量符合要求，在运输途中已采取有效监督，无剧烈震动、冲撞、颠簸和紧急制动等异常情况者。

5.5.2　有下列情况之一时，应对变压器、电抗器、接地变压器进行器身检查：

1　制造单位或建设单位认为应进行器身检查。

2　变压器、电抗器、接地变压器在运输和装卸过程中，出现冲撞加速度大于重力加速度的 3 倍或监视装置出现异常情况时，应由相关人员共同分析原因并出具分析报告。

5.5.3　进行器身检查应符合下列规定：

1　器身检查不得在雨雪天、风力 4 级及以上、空气相对湿度 75%以上的室外进行。

2　未排氮前，任何人不得进入箱体内；当箱体内空气中含氧量未达到 19.5%时，人员不得进入。

3　在内检过程中，应向箱体内持续补充干燥的空气，并应保持箱体内空气的含氧量不低于 19.5%，相对湿度不应大于 20%；

补充干燥空气的速率，应符合产品技术文件的要求。

5.5.4 进入箱体内进行器身检查时，应以制造厂技术人员为主，现场施工人员应配合；对内检人员应明确检查内容、要求和注意事项；内检人员不宜超过 3 人。

5.5.5 器身检查的准备工作应符合下列规定：

1 进入箱体内部进行器身检查，应符合下列规定：

1）应将干燥、清洁的硅胶装入硅胶罐中；

2）应将器身内的变压器油全部放入储油罐中；

3）环境温度不宜低于 0℃，器身温度不宜低于环境温度；当器身温度低于环境温度时，应对器身进行加热，并宜高于环境温度 10℃，或采取制造厂要求的其他措施；

4）当空气相对湿度大于 75%时，器身在空气中暴露的时间不应超过 16h；暴露时间计算，带油的变压器、电抗器，应从开始放油时算起；不带油的变压器、电抗器，应由揭顶盖或打开任一堵塞算起，到开始抽真空或注油为止；

5）调压切换装置吊装检查、调整时，暴露在空气中的时间应符合表 5.5.5 的规定；

表 5.5.5 调压切换装置露空时间

环境温度(℃)	＞0	＞0	＞0	＜0
空气相对湿度(%)	65 以下	65～75	75～85	不控制
持续时间不大于(h)	24	16	10	8

6）空气相对湿度或露空时间超过规定时，应采取相应的安全技术措施；

7）器身检查时，场地周围应清洁，并应有防尘措施。

2 吊罩、吊芯进行器身检查，应符合下列规定：

1）钟罩起吊前，应拆除所有与其连接的部件；

2）器身或钟罩起吊时，吊索与铅锤线的夹角不宜大于 30°，起吊时，器身不得与箱壁有任何接触。

5.5.6 器身检查的主要内容和要求应符合下列规定：

1　运输支撑和器身各部应无位移，临时防护装置或临时支撑应拆除，并应清点做好记录。

2　所有连接应紧固，并应有防松措施；绝缘螺栓应无损坏，防松绑扎应完好。

3　铁芯检查应符合下列规定：

1）铁芯应无变形，铁轭与夹件间的绝缘应完好；

2）铁芯应无多点接地；

3）铁芯外引接地的变压器，拆除接地线后，铁芯对地绝缘应符合产品技术文件的要求；

4）打开夹件与铁轭接地片后，铁轭螺杆与铁芯、铁轭与夹件、螺杆与夹件间的绝缘应符合产品技术文件的要求；

5）当轭杆用钢带绑扎时，钢带对铁轭的绝缘应符合产品技术文件的要求；

6）打开铁芯屏蔽接地线时，检查屏蔽绝缘应符合产品技术文件的要求；

7）打开夹件与线圈压板的连接，检查压板绝缘应符合产品技术文件的要求；

8）铁芯拉板及铁轭拉带应紧固，绝缘应符合产品技术文件的要求。

4　铁芯检查中，本条第3款第3项～第7项无法拆开时可不测量。

5　绕组检查应符合下列规定：

1）绕组绝缘层应完整，应无破损、变形和位移现象；

2）各绕组应排列整齐，间隙应均匀；

3）绕组的压板应紧固，防松螺母应锁紧。

6　绝缘围屏绑扎应牢固，围屏上所有线圈引出处的封闭应符合产品技术文件的要求。

7　引出线绝缘应良好，应无破损和拧弯现象，并应绑扎牢固；固定支架应固定可靠；引出线的裸露部分应无毛刺和尖角，焊接质

量应良好，引出线与套管的连接应可靠，接线应正确。

8 无励磁调压切换装置各分接头与线圈的连接应紧固可靠；分接头应清洁，且接触应密实，弹力应良好；所有接触部分，用0.05mm×10mm塞尺检查时，应塞不进去；转动接点应正确停留在各相应位置上，并应与指示器指示位置一致；切换装置的拉杆、分接头凸轮、小轴、销子等应完整无损；转动盘应动作灵活，密封应良好。

9 变压器有载调压装置的选择开关、切换开关应接触良好，并应符合产品技术文件的要求，位置显示正确；分接引线应连接正确、牢固，切换开关部分密封良好。

10 绝缘屏障应完好，且应固定牢固，应无松动现象。

11 变压器有围屏者，可不解除围屏，本条第1款～第10款中由于围屏遮蔽而不能检查的项目可不予检查。

12 检查强油循环管路与下轭绝缘接口部位，密封应良好。

13 检查各部位，应无油泥、水滴和金属屑等杂物。

14 箱壁上的阀门开闭应灵活，指示应正确。导向冷却的变压器，还应检查和清理进油管接头和联箱。

15 器身检查完毕，应用变压器油对器身进行冲洗、清洁油箱底部，不得有遗留杂物和残油。

5.6 内部安装及连接

5.6.1 内部安装及连接应按产品技术文件的要求进行。

5.6.2 内部安装及连接应设置专职监护人员，作业完毕应有专人进行二次复检。

5.7 干　　燥

5.7.1 变压器、电抗器、接地变压器应根据现行国家标准《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 50148的有关规定进行综合分析判断后确定是否需要干燥。

5.7.2 设备干燥时，宜采用真空热油循环干燥法。抽真空时，应在铁芯温度达到 70℃～80℃时进行第一次，且应使真空度达到 0.02MPa，以后应按每 1h 均匀增高 0.0067MPa 至表 5.7.2 所规定的真空度。

表 5.7.2　变压器、电抗器抽真空极限真空度允许值

电压(kV)	容量(kV·A)	真空度(MPa)
35	4000～31500	0.051
63～110	16000 及以下	0.051
	20000 及以上	0.08

5.7.3 带油干燥时，上层油温不得超过 85℃。

5.7.4 干式变压器干燥时，其绕组温度应根据其绝缘等级确定，干式变压器绕组的允许温度应符合表 5.7.4 的规定。

表 5.7.4　干式变压器绕组的允许温度

绝缘等级	允许温度(℃)	最高允许温升(K)
A	105	60
E	120	75
B	130	80
F	155	100
H	180	125
C	220	150

5.7.5 在保持温度不变的情况下，绕组的绝缘电阻应下降后再回升，并应持续 6h 保持稳定，且真空滤油机中无凝结水产生时，可视为干燥完毕。

5.7.6 干燥后的变压器、电抗器、接地变压器应进行器身检查，所有螺栓压紧部位应无松动。

5.8　本体及附件安装

5.8.1 本体就位应符合下列规定：

1　变压器、电抗器、接地变压器基础轨道或箱式变电站的基础槽钢应水平，其水平度允许偏差应为1‰；轨距应符合设计要求，其允许偏差应为$^{+5}_{-3}$mm。

2　设备就位前，应对变压器、电抗器、接地变压器的滚轮进行清理加油，滚轮转动应灵活；设备就位后，应拆除滚轮或将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。

5.8.2　密封处理应符合下列规定：

1　所有法兰连接处，应使用与法兰面尺寸相吻合的耐油密封垫圈；密封垫圈应无扭曲变形、裂纹和毛刺；密封垫圈应使用产品技术文件要求的清洁剂擦拭干净，安装位置应准确，搭接处的厚度应与原有厚度相同，橡胶密封垫圈的压缩量不应超过其厚度的1/3。

2　法兰面应清洁；法兰螺栓应对称均匀紧固，紧固后的法兰间隙应均匀，螺栓的紧固力矩应符合本规范表4.2.4的规定。

5.8.3　有载调压装置安装应符合下列规定：

1　传动机构中的操作机构、电动机、传动齿轮和连杆应连接正确，固定应可靠，且应操作灵活，应无卡阻现象；传动机构的摩擦部位应涂以适合当地气候条件的润滑脂，并应符合产品技术文件的要求。

2　切换开关的触头及其连接线应完好无损，且应接触可靠；限流电阻应完好，应无断裂和破损现象。

3　切换位置的工作顺序应符合产品技术文件的要求；切换装置在极限位置时，其机构联锁与极限开关的电气联锁动作应正确。

4　位置指示器动作应正常，且应指示正确。

5　切换开关油箱内应清洁，油箱应做密封试验，且应密封良好；注入油箱中的绝缘油，其性能应符合本规范表5.3.2的规定。

5.8.4　冷却装置安装应符合下列规定：

1　冷却装置安装前，应按产品技术文件要求的压力值进行气

压或油压密封试验，并应符合下列规定：

1）散热器、强迫油循环风冷却器，持续 30min 应无渗漏；

2）强迫油循环水冷却器，持续 1h 应无渗漏；油、水系统应分别检查渗漏。

2 冷却装置安装前，应用合格的绝缘油经滤油机循环冲洗干净，并应将残油排尽；冷却装置安装完毕后，应立即注满油。

3 风扇电动机及叶片固定应牢固，转向应正确，转动应灵活。

4 冷却系统中，阀门与管路的连接处密封应良好；阀门操作应灵活，开闭位置应正确。

5 外接油管、水管安装前，除锈应彻底，并应清洗干净；管道安装完毕后，油管应涂黄色油漆，水管应涂黑色油漆，并应有流向标志。

6 油泵密封应良好，应无渗油和进气现象。

7 油流继电器、水冷变压器的差压继电器，密封应良好，动作应可靠。

8 水冷却装置停用时，应将水放尽。

5.8.5 储油柜安装应符合下列规定：

1 储油柜安装前，应将其内部清洗干净。

2 油位表动作应灵活，指示应与储油柜的真实位置相符；油位表的信号接点位置应正确，绝缘应良好。

3 储油柜安装方向应正确。

5.8.6 所有导气管应清理干净，连接处密封应良好。

5.8.7 升高座安装应符合下列规定：

1 升高座安装前，应先完成电流互感器的检查试验：互感器二次线圈排列顺序应正确；互感器出线端子板的绝缘，应符合产品技术文件的要求，其固定件的垫块应固定可靠，端子板密封应良好，应无渗油现象。

2 升高座安装时，绝缘筒安装应牢固，其缺口应与变压器引出线方向一致，并不得相碰。

3　电流互感器的中心线应与升高座的中心线相一致。

4　升高座的法兰面应与本体法兰面平行；放气塞位置应在升高座的最高处。

5.8.8　套管安装应符合下列规定：

1　套管安装前，应做下列检查：

1)套管采用瓷外套时，瓷套管与金属法兰的胶装部位，应牢固密实并涂有性能良好的防水胶，瓷套管外观不得有裂纹和损伤；

2)套管采用硅橡胶外套时，外观不得有裂纹、损伤和变形；

3)套管的金属法兰面应平整、无划痕；

4)注油套管应无渗油现象，油位应指示正常；

5)套管应经试验合格。

2　套管的吊装应符合产品技术文件的要求。

3　套管顶部密封应良好；连接引线时，不应使顶部连接松动。

4　注油套管的油位指示应面向外侧，末屏连接应符合产品技术文件的要求。

5　均压环表面应无划痕，安装应牢固且方向正确。

6　套管与变压器箱盖连接法兰的接地应可靠。

5.8.9　气体继电器安装应符合下列规定：

1　气体继电器安装前的检查与试验应符合下列规定：

1)内外部件应无损坏；

2)应拆除所有临时固定设施；

3)动作值整定应符合产品技术文件要求。

2　气体继电器应水平安装，顶盖上指示箭头应指向储油柜，其与连通管的连接应密封良好。

3　集气盒内应充满绝缘油且密封良好。

4　气体继电器应设置防雨罩。

5　进入气体继电器的电缆，在引入处应有滴水弯，进线孔封堵应严密。

5.8.10 安全气道安装应符合下列规定：

1 安全气道安装前，其内壁应清理干净。

2 隔膜应完整，其材料和规格应符合产品技术文件的要求，并不得随意代用。

3 防爆隔膜信号接线应正确，接触应良好。

5.8.11 压力释放装置安装应符合下列规定：

1 方向应正确，阀盖和升高座内部应清洁，且应密封良好；电接点动作应准确，绝缘应良好。

2 动作压力值应符合产品技术文件的要求。

5.8.12 吸湿器与储油柜之间的连接管，密封应严密，吸湿剂应干燥，油封油位应符合产品技术文件的要求。

5.8.13 净油器内部应擦拭干净，吸附剂应干燥；净油器滤网安装方向和方位应正确。

5.8.14 测温装置安装应符合下列规定：

1 温度计安装前应经校验合格，信号接点动作应正确、导通良好；温度计应按产品技术文件的要求进行整定；当制造厂已提供有温度计出厂检验报告时，可不进行现场检验，但应进行现场温度对比检查。

2 顶盖上的温度计座应注满绝缘油，且应密封良好，并应无渗油现象；闲置的温度计座应密封。

3 膨胀式信号温度计的金属软管不得变形和急剧扭曲，其弯曲半径不应小于 50mm。

5.8.15 各种控制线和信号线，应排列整齐、固定牢靠；接线盒密封应良好。

5.8.16 控制箱的安装，除应符合本规范第 4.4.2 条的规定外，还应符合下列规定：

1 冷却系统控制电源的自动互投传动应正确可靠。

2 控制回路排线应整齐，绝缘应无损伤；接线应采用铜质或有电镀防腐层的螺栓紧固，且应有防松装置；连接导线截面应符合

设计文件的要求，并应标识清晰。

3　内部断路器、接触器动作应灵活、无卡阻；触头接触应紧密、可靠。

4　电动机保护装置的整定值，应符合设计文件的要求。

5　内部元件及转换开关各位置的命名应正确，并应符合设计要求。

6　控制箱内外应清洁无锈蚀；驱湿装置工作应正常。

7　控制和信号回路接线应正确，并应符合本规范第7.4节的有关规定。

5.8.17　散装式箱式变电站内附件安装应符合下列规定：

1　断路器及其操作机构的安装，应分别符合本规范第4.3节和第4.4节的有关规定。

2　自动空气开关应按设计位置固定，并应牢固可靠。

3　箱内连接应通过线鼻子或卡爪连接，并应牢固可靠。

4　绝缘母线的安装，应符合本规范第9.1节～第9.3节的有关规定。

5　箱式变电站的外壳应可靠接地。

5.8.18　分体式箱式变电站安装时，箱体间的连接应牢固可靠，紧固件应齐全；每个分箱体均应可靠接地。

5.9　注　　油

5.9.1　绝缘油应按现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150的规定试验合格后，再注入变压器和电抗器中。

5.9.2　不同牌号的绝缘油或同牌号的新油与运行过的油混合使用前，应做混油油样试验。

5.9.3　110kV的变压器、电抗器，宜采用真空注油。采用真空注油时，应在真空度达到本规范表5.7.2的规定值后，再开始注油；注油全过程应保持真空。

5.9.4 抽真空时，应监视并记录油箱的变形，其最大变形量不得超过箱壁厚度的 2 倍。

5.9.5 注入油温度应高于器身温度；注油速度不宜超过 100L/min；油面距油箱顶的距离不宜小于 200mm，但油面应超过线圈绝缘 20mm 以上或按产品技术文件要求执行；注油后应继续保持真空，保持时间不应小于 2h。

5.9.6 在抽真空时，应将在真空下不能承受机械强度的附件与油箱隔离；对允许抽同样真空的部件，应同时抽真空。

5.9.7 变压器、电抗器、接地变压器注油时，宜从下部油阀进油。对导向强油循环的变压器，注油应按产品技术文件要求执行。

5.9.8 注油时，变压器、电抗器、接地变压器本体、各侧绕组、滤油机及油管道，应可靠接地。

5.9.9 注油工作不宜在雨雪天或雾天进行。

5.10 补油、整体密封检查和静置

5.10.1 向变压器、电抗器、接地变压器内补注油时，应通过储油柜上专用添油阀门，并应经净油机注入；油面高度应为储油柜额定油位或符合产品技术文件要求。注油时，应排放本体及附件内的空气。

5.10.2 储油柜具有胶囊或隔膜的变压器、电抗器、接地变压器，应按产品技术文件要求的顺序，进行注油、排气及油位计注油。

5.10.3 解体运输的变压器、电抗器安装完毕，应采用油柱法或氮气进行整体密封试验，其压力应为 0.03MPa。密封试验持续时间，应执行产品技术文件规定，且应无渗漏；当产品技术文件无要求时，110kV 变压器持续时间应为 24h，其他电压等级的变压器持续时间应为 12h。

5.10.4 注油完毕后，在施加电压前，变压器或电抗器应进行静置，静置时间不应小于 24h。

5.10.5 静置完毕，应从变压器、电抗器的套管、升高座、冷却装

置、气体继电器及压力释放装置等有关部位进行多次放气，并应启动潜油泵，直到排尽残余气体。

5.11 干式电抗器及干式接地变压器安装

5.11.1 干式电抗器及干式接地变压器的外观检查、保管及安装，除应符合本章有关油浸电抗器安装的规定外，还应符合下列规定：

1 干式电抗器或干式接地变压器线圈绝缘损伤或导体裸露时，应按产品技术文件的要求进行处理。

2 干式电抗器有下列情况时，可进行修补：

1）混凝土支柱表面漆层损坏处，应涂以防潮绝缘漆；

2）混凝土支柱表面裂纹的长度，不超过柱子径向尺寸的1/3，且宽度不大于0.5mm时，可进行修补。修补后，应在表面涂以防潮绝缘漆。

3 干式电抗器或干式接地变压器的基础，应符合产品技术文件的要求；干式空心电抗器基础内部的钢筋制作，应符合设计要求，自身没有且不应通过接地线构成闭合回路。

4 干式电抗器应按编号进行安装，并应符合下列规定：

1）三相垂直安装时，中间一相线圈的绕向应与上、下两相相反，且各相中心线一致；

2）两相垂直安装时，重叠两相线圈的绕向应相反，另一相线圈的绕向应与上面的一相绕向一致；

3）三相水平安装时，三相线圈绕向应一致。

5 电抗器的自重应均匀分配在所有支柱绝缘子上。找平时，应在支柱绝缘子座下放置钢制垫片，垫片应固定牢固。

6 电抗器上、下重叠安装时，应在其绝缘子顶帽上放置与顶帽大小同样、厚度不小于4mm的绝缘纸板垫片或橡胶垫片。户外安装时，应放置橡胶垫片。

7 额定电流为1500A及以上的电抗器及接地变压器，应采用非磁性金属材料制成的螺栓与导线的连接。

8　电抗器、干式电抗器的接地，应符合下列规定：

1）电抗器上、下重叠安装时，底层的所有支柱均应接地，其余支柱绝缘子可不接地；

2）每相单独安装时，每相支柱绝缘子均应接地；

3）支柱绝缘子的接地线，不应构成闭合回路。

9　干式铁芯电抗器及接地变压器的各部位固定应牢靠、螺栓紧固，铁芯应一点接地。

10　干式空心电抗器附近安装的二次电缆和二次设备，应避开电磁干扰的影响，二次电缆的接地线不应构成闭合回路。

11　电抗器间隔内，所有磁性材料的部件，均应可靠固定。

12　电抗器采用金属围栏时，金属围栏应有明显断开点，并不应通过接地线构成闭合回路。

13　干式空心电抗器及干式接地变压器安装于空间较小的室内时，应保证足够的通风量，且 1kW 损耗不应小于 $4m^3/min$。

5.12　工 程 验 收

5.12.1　变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站试运行前，应对变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站进行全面检查。检查应符合下列规定：

1　本体、冷却装置及所有附件应无缺陷，且不应渗油；绝缘子应完整、无裂纹。

2　本体及附件上所有阀门位置应正确。

3　箱式变电站接线应正确，内部应无杂物。

4　表面防腐应完整，相色标志应正确。

5　设备上应无任何遗留杂物。

6　事故排油设施应完好，消防设施应齐全。

7　变压器本体应两点接地；接地引线及其与主接地网的连接，应符合设计要求，接地应可靠。

8　各部件的验收检查应符合现行国家标准《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 50148的有关规定。

9　储油柜和注油套管的油位应正常。

10　分接头的位置应符合运行要求，且位置指示应正确。

11　变压器的相位及绕组的接线组别应符合并列运行要求。

12　测温装置指示应正确，测温整定值应符合设计要求。

13　冷却装置转向应正确，应无异常噪声、振动和过热现象；试运行应正常，联动应正确；强迫油循环的变压器、电抗器应启动全部冷却装置，应循环 4h 以上，并应排完残留空气。

14　变压器、电抗器的全部电气应试验合格；保护装置整定值应符合规定；操作及联动试验应正确。

5.12.2　变压器、电抗器、干式电抗器及箱式变电站试运行时，应按下列规定进行检查：

1　中性点接地的变压器，在进行冲击合闸时，其中性点应可靠接地。

2　变压器、电抗器第一次投入时，可全电压冲击合闸；冲击合闸时，变压器宜由高压侧投入。

3　变压器、电抗器、干式电抗器应进行 5 次空载全电压冲击合闸；第一次受电后持续时间不应小于 10min；全电压冲击合闸时，其励磁涌流不应使保护装置动作。

4　变压器并列运行前，应对相序进行核对。

5　带电后，检查本体及所有附件的焊缝和结合面，不应有渗油现象。

6　变压器、电抗器、干式电抗器试运行期间，应无异常声响和振动，其温升应符合产品技术文件的要求。

5.12.3　变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站空载试运行时间，应符合下列规定：

1　容量为 5000kV·A 及以下的变压器、电抗器、接地变压器，空载试运行时间不应小于 24h。

2　容量为 6300kV·A 及以上的变压器、电抗器、接地变压器，空载试运行时间不应小于 48h。

5.12.4　变压器、电抗器及箱式变电站应在空载试运行无异常情况后，再投入负荷运行。

5.12.5　验收时，除应提交本规范第 3.0.14 条规定的技术文件外，还应提交下列资料：

1　变压器、电抗器、干式电抗器器身检查记录。

2　变压器内部安装、连接及监护记录。

3　变压器、电抗器干燥记录。

4　电抗器修补记录。

6 旋转电机安装工程

6.1 一 般 规 定

6.1.1 本章适用于异步电动机、同步电动机、直流电动机、励磁机、变频电动机及特殊电机安装。

6.1.2 电机基础验收、地脚螺栓、垫铁及布置、对轮装配、一次及二次灌浆，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

6.1.3 电机到货后的检查、保管与起吊应符合下列规定：

1 电机达到现场后，应按本规范第 3.0.7 条的规定进行检查，且当电动机的定子和转子分箱装运时，其铁芯、转子、轴颈应完整，并应无锈蚀现象。

2 电动机的保管，除应符合本规范第 3.0.8 条的规定外，还应符合下列规定：

1）有防火、防潮、防尘等措施；

2）保管期间，应定期盘动转子。

3 起吊定子时，应使用电动机的起重耳环；起吊转子时，应对集电环、换向器及轴颈加以保护。

4 起吊定子和组装转子时，不应碰伤定子绕组和铁芯。

6.2 电动机安装

6.2.1 电动机安装前的检查应符合下列规定：

1 整体装运的电动机，盘动转子应无卡阻现象。

2 润滑脂应无变色、变质和变硬现象，其性能应满足电动机的工作条件。

3 可测量空气间隙的电动机，其间隙应符合产品技术文件的

要求；当无要求时，空气间隙应均匀，并应符合下式的要求：

$$\text{空气间隙}=\frac{|\text{各点空气间隙}-\text{平均空气间隙}|}{\text{平均空气间隙}}\leqslant 5\% \tag{6.2.1}$$

4 电机的引出线焊接或压接应良好，引线绝缘应无老化和破损，编号应齐全，裸露带电部分的空气间隙应符合产品技术条件的要求。

5 电机接线螺栓完好、引线瓷瓶应无损伤和裂纹，表面应清洁。

6 绕组绝缘表面应完整，应无伤痕和起泡现象，端部绕组绑扎应牢固。

7 通风孔和风道应清洁、畅通。

8 强制水、油循环通道应无阻塞、无渗漏；风冷电机冷却风机的固定应牢固，风叶应完整、无变形。

9 埋入式测温元件的引出线和端子板应清洁、绝缘，屏蔽接地应良好。

10 变频电动机与变频控制设备的容量应相匹配。

11 采用滑动轴承的电动机，滑动轴承的间隙应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的规定。

6.2.2 电动机有下列情况之一时，应做抽转子检查：

1 出厂日期超过制造厂的质量保证期。

2 经外观检查和电气试验质量可疑时。

3 开启式电动机端部检查可疑时。

4 试运转时有异常情况。

5 当产品技术文件规定不允许现场解体且现场又有可疑时，应返厂处理。

6.2.3 电动机抽转子检查应符合下列规定：

1 进入定子膛内工作时，应保持洁净，不得有任何遗留物；不得损伤绕组和铁芯。

2 电动机的铁芯、轴颈、集电环、换向器应清洁，并应无伤痕和锈蚀现象。

3　绕组绝缘应良好，绑线应无松动现象。

4　定子槽应无断裂、凸出和松动现象。

5　转子的平衡块或平衡螺栓应紧固锁牢，风扇叶片应无裂纹。

6　磁极及铁轭固定应良好，励磁绕组应紧贴磁极，不应松动。

7　鼠笼式电动机转子导电条和端环应无裂纹，焊接应良好；浇铸的转子表面应光滑平整；导电条和端环不应有气孔、缩孔、夹渣、裂纹、断条和浇铸不满等现象。

8　转子上的紧固件应连接牢固，不得变位和增减平衡块。

9　穿转子时，应防止碰伤定子绕组和铁芯。

10　电动机绕组应连接正确，焊接应良好。

11　直流电动机的磁极中心线应与几何中心线一致。

12　安装端盖时，电机内部应无任何遗留物；安装后，端盖的接合处应紧密；采用端盖轴承的电机，端盖结合面应用 0.05mm×10mm 塞尺检查，插入深度不应超过 10mm。

13　检查电动机轴承应符合下列规定：

1）轴承工作面应光滑洁净，无麻点、裂纹或锈蚀，并记录轴承型号；

2）轴承的滚动体与内外圈接触应良好，无松动，转动灵活无卡阻，其间隙应符合产品技术文件的要求；

3）轴承腔内的润滑脂应适量，宜为空腔的 1/3～2/3；同一轴承内不得注入不同品种的润滑脂；

4）电机滑动轴承轴向窜量应符合表 6.2.3 的要求。

表 6.2.3　电机滑动轴承轴向窜量值

电机轴径(mm)	窜动量值(mm)
20～50	2
＞50～100	2～3
＞100～200	3～4
＞200	轴颈的 2%

6.2.4　电动机的换向器或集电环应符合下列规定：

1　换向器表面应光滑，并应无毛刺、斑点和油垢。当换向片的表面不平整度超过 0.2mm 时，应进行处理。

2　换向片之间的绝缘应凹下 0.5mm～1.5mm；整流片与绕组的焊接应良好。

3　集电环应与轴同心，其同轴度应符合产品技术文件的要求；无规定时，同轴度不应超过 Φ0.1mm；集电环表面应光滑，并应无损伤和油垢。

6.2.5　电动机电刷的刷架、刷握及电刷的安装应符合下列规定：

1　刷握与集电环表面的间隙，应符合产品技术文件的要求；无规定时，其间隙应调整为 2mm～4mm。

2　电刷架及横杆固定应可靠，绝缘套管及绝缘垫应无损伤、无污垢，测量其绝缘电阻值不应小于 1MΩ/kV。

3　直流电机的各组刷架应调整在换向器的电气中性线上；交流电机的各组刷架的环向中心线，应与集电环的环向中心线一致，其不重合度不应超过集电环宽度的 5%，且最大偏差不应超过 1.5mm。

4　接至刷架的电缆，不应使刷架受力，其金属护层不应触及带有绝缘垫的轴承。

5　电刷的安装应符合下列规定：

1）同一电机上应使用同一型号、同一制造厂的电刷；

2）电刷的铜编织带应连接牢固、接触良好，并不得与转动部位及弹簧片相碰撞。具有绝缘垫的电刷，绝缘垫应完好；

3）电刷在刷握内应能自由移动，电刷与刷握的间隙应符合产品技术文件的要求；当无要求时，其间隙应为 0.1mm～0.2mm；

4）恒压弹簧应完整无机械损伤，同一极上的弹簧压力偏差，不宜超过 5%；

5）电刷接触面应与集电环弧度相吻合，接触面积不应小于单个电刷截面的 75%；研磨后，应将炭粉清除干净；

6）非恒压的电刷弹簧，压力应符合产品的要求；无要求时，应

将压力调整到不使电刷冒火的最低压力，可为 14kPa～25kPa；同一刷架上的每个电刷的压力应均匀；

7）电刷应在集电环的整个表面内工作，不得靠近集电环的边缘；

8）带有倾斜角的电刷的锐角应与电机的转动方向相反。

6.2.6 进入电动机的电缆应有穿管或套管保护，穿管或套管的内径、高度（长度）应适中；穿管管口应抱扎；穿管应固定牢固并可靠接地。

6.2.7 外接电缆应通过接线端子或卡爪与电机连接。

6.2.8 电机外壳应可靠接地；接地线的截面积应符合设计要求，并应通过接线端子或卡爪与电机连接。

6.2.9 箱式电动机安装，除应符合本规范第 6.2.1 条～第 6.2.8 条的要求外，还应符合下列规定：

1 搬运和吊装电机定子时，应防止定子绕组变形。

2 分上下瓣的电机定子接触面，应清洁、无变形和伤痕，其连接应符合产品技术文件的要求；连接后应基本无间隙，用 0.05mm×10mm 塞尺检查应塞不进去。

3 应测量电机的空气间隙，其误差应符合产品技术文件的要求；无规定时，应符合本规范第 6.2.1 条第 3 款的规定。

4 定子上下瓣绕组的连接，应符合产品技术文件的要求。

6.2.10 多极电机安装，除应符合本规范第 6.2.1 条～第 6.2.8 条的规定外，还应符合下列规定：

1 电机的接线方式及极性应正确。

2 联锁切换装置动作应可靠，接触应良好。

3 电机的操作程序，应符合产品技术文件的要求。

6.2.11 有固定转向要求的电机，试运行前应检查电机的转动方向。

6.3 特殊电机安装

6.3.1 本节适用于自整角机、电机扩大机、测速发电机的安装。

6.3.2 特殊电动机安装前的检查应符合本规范第 6.2.1 条的规定。

6.3.3 自整角机安装应符合下列规定：

1 手动自整角机转子，转动应灵活。

2 自整角机输出轴外圆表面的跳动不应大于 0.02mm。

3 自整角机的轴向和径向间隙，应符合产品技术文件的要求。

4 用额定工作电压 250V 兆欧表测量自整角机的绝缘电阻，不应低于 1MΩ。

5 自整角机的接线应正确，连接件应齐全，并应紧固可靠；自整角机不应受连接线的外力。

6 自整角机的励磁电压(电流)应符合设计要求。

7 对输入、输出有线性要求的传送系统中，自整角机应工作在线性区。

6.3.4 电机扩大机安装应符合下列规定：

1 电机扩大机拆卸时，应做好标记。

2 电机扩大机的绕组绝缘应符合产品技术文件的要求；无要求时，不应低于 5MΩ，所用摇表应与电机的工作电压相适应。

3 电机扩大机各绕组的极性应正确。现场可用指南针或外接电源的方法来检查电机扩大机各绕组的极性。

4 换向器无短路、开路或虚接现象，其表面应清洁，并应无油污。

5 换向器应按标记进行装配：电刷应按标号及方向对号安装，电刷应能在刷握内自由上下，其间隙不应超过 0.1mm；电刷的压力应一致；电刷几何中性线位置应正确；电刷与整流子应接触良好，其接触面积不应小于整个工作截面的 80%。

6 电机扩大机的接线应正确，连接件应齐全，并应牢固可靠；电机扩大机不应受连接线的外力。

7 电机扩大机的补偿度，应符合产品技术文件或设计要求；无

要求且负载是励磁绕组时，欠补偿程度应为全补偿特性的95%～99%；无要求且负载是直流电动机时，欠补偿程度应为全补偿特性的90%。

8 电机扩大机空载特性的线性度及功率放大系数，应符合产品技术文件要求。

9 电机扩大机的过载能力，应符合产品技术文件的要求。

10 电机扩大机的剩磁电压不应超过其允许值，超过时应进行去磁处理。

11 电机扩大机的外壳，应可靠接地。

6.3.5 测速发电机安装应符合下列规定：

1 用手盘动测速发电机转子，转动应灵活。

2 测速发电机采用基础固定时，所用地脚螺栓应符合设计要求；采用刚性滑道固定时，滑道应固定牢靠，滑道应水平，其水平度允许偏差应为0.5‰。

3 测速发电机的转子轴应水平，其水平度允许偏差应为0.5‰。

4 测速发电机的转子通过对轮与驱动轴联结时，其对轮的安装，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的规定。

5 测速发电机的转子通过皮带轮与驱动轴联结时，皮带轮及传动带的安装，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的规定。

6 测速发电机绕组的绝缘，应符合产品技术文件的要求；无要求时，不应低于5MΩ，所用摇表应与电机的工作电压相适应。

7 测速发电机接线应正确，连接应可靠，并不应受接线外力。

8 测速发电机的励磁电压（电流）及输出电压应符合设计要求。

9 测速发电机的外壳及采用屏蔽电缆的屏蔽层，应可靠接地。

6.4 工 程 验 收

6.4.1 电动机及特殊电机试运行前的检查应符合下列规定：

1 现场应清洁卫生。

2 电机固定应牢固，引出线接线应正确，连接应紧密。

3 电机接地应良好。

4 电机的保护、控制、测量、信号等回路应已调试完毕，并应动作正常。

5 冷却、调速、润滑等系统应已安装完毕，并应验收合格。

6 盘动电动机转子时，转动应灵活，并应无卡阻现象。

7 电刷与换向器或集电环的接触应良好。

8 电机的定子和转子绕组及励磁回路绝缘电阻及吸收比，应符合现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定；有绝缘的轴承座的绝缘板、轴承座及台板的接触面应清洁干燥，应用 1000V 兆欧表测量，绝缘电阻不得小于 0.5MΩ。

9 电机外壳油漆应完整。

6.4.2 特殊电机试运行前的检查，除应符合本规范第 6.4.1 条的规定外，其定子绕组、转子绕组及励磁回路绝缘电阻应符合产品技术文件的要求。

6.4.3 电动机的试运行应符合下列规定：

1 电动机宜在空载情况下试运行，时间不应少于 2h，并应留有记录。

2 电动机试运行应做下列检查：

1）旋转方向符合要求；

2）无异常声响和振动。电动机振动的双倍振幅值不应大于表 6.4.3-1 的规定；

表 6.4.3-1　电动机振动的双倍振幅值

同步转速(r/min)	3000	1500	1000	750 及以下
双倍振幅值(mm)	0.05	0.085	0.10	0.12

3)换向器、集电环及电刷的工作应正常；

4)电动机的轴承温度及温升，应符合产品技术文件的要求；无要求时，不应超过表 6.4.3-2 的规定值；

表 6.4.3-2　电机温升值(℃)

轴承类型	轴承温升	最高温度
滑动轴承	35	70
滚动轴承	40	75

5)电动机绕组及铁芯温升不应超过产品技术文件规定；当技术文件无规定时，不应超过表 6.4.3-3 的规定值；

表 6.4.3-3　电机温升值(℃)

电机部位	A 级绝缘		B 级绝缘		E 级绝缘	
	温度计法	电阻法	温度计法	电阻法	温度计法	电阻法
线圈	50	60	70	80	65	75
铁芯	60	—	80	—	75	—

注：周围空气温度为 35℃。

6)测量电动机的空载电流。

3　电机轴承密封应良好，转动部位不应漏油，静止部位不应渗油。

4　交流电动机负荷启动次数及运行时间，应符合产品技术文件的要求；当无要求时，应符合下列规定：

1)冷态时，可启动 2 次，每次间隔时间不应小于 5min；

2)热态时，可启动 1 次。当在处理事故以及电动机启动时间不超过 3s 时，可再启动 1 次。

6.4.4　特殊电机的试运行应符合下列规定：

1　自整角机的输入、输出电压应符合设计要求。

2　电机扩大机、测速发电机的输出电压，应符合设计要求。

3　在有条件的情况下，特殊电机的运行时间应符合下列规定：

1)测速发电机不应少于 1h；

2)电机扩大机不应少于 2h。

4　特殊电机试运行应做下列检查：

1)电机的旋转方向符合设计要求；

2)无异常声响和振动；

3)换向器、集电环及电刷的工作应正常；

4)电机及其连接电缆的温度及温升，应符合产品技术文件的要求。

5　特殊电机的试运行应留有记录。

6.4.5　电机验收时，应按本规范第 3.0.14 条的规定提交技术文件。

7 盘、柜安装工程

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于各类配电盘、保护盘、控制盘、屏、台、箱和成套柜等以及二次回路接线安装工程的施工及验收。

7.1.2 设备安装用的紧固件，宜采用镀锌标准件。

7.1.3 盘、柜上模拟母线的标识颜色及编码，应符合表 7.1.3 的规定。

表 7.1.3 模拟母线的标识颜色及编码

电压(kV)	颜　色	颜色编码
交流 0.23	深灰	B01
交流 0.40	赭黄	YR02
交流 3	深绿	G05
交流 6	深酞蓝	PB02
交流 10	铁红	R01
交流 35	柠黄	Y05
交流 60	橘黄	YR04
交流 110	朱红	R02
直流	棕	YR05

注：1 模拟母线的宽度宜为 6mm～12mm。

2 设备模拟的涂色应与相同电压等级的母线颜色一致。

7.1.4 二次回路接线施工完毕在测试绝缘时，应有防止弱电设备损坏的安全技术措施。

7.1.5 安装调试完毕后，应封堵建筑物中的预留孔洞及电缆管口。

7.2 盘、柜的安装

7.2.1 基础型钢的安装应符合下列规定：

1 允许偏差应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 基础型钢的安装允许偏差

项　　目	允许偏差	
	‰	全长(mm)
直线度	1	5
水平度	1	5
平行度	—	5
位置误差	—	5

注：环形布置按设计要求。

2 基础型钢安装后，其顶部宜高出最终地面 10mm～20mm，手车式成套柜应按产品技术要求执行，基础型钢应有可靠的接地。

7.2.2 盘、柜安装在震动场所时，应按设计要求采取防震措施。

7.2.3 盘、柜及盘、柜内设备与各构件间连接应牢固，主控制盘、继电保护盘和自动装置盘不宜与基础型钢焊接。

7.2.4 盘、柜单独或成列安装时，其垂直度、水平偏差以及盘、柜偏差和盘、柜间接缝的允许偏差，应符合表 7.2.4 的规定。模拟母线应对齐、完整，并应安装牢固。

表 7.2.4 盘、柜安装的允许偏差

项　　目		允许偏差(‰)
垂直度		1.5
水平偏差	相邻两盘顶部	2
	成列盘顶部	5
盘面偏差	相邻两盘边	1
	成列盘面	5
盘间接缝		2

7.2.5 端子箱安装应牢靠，封闭应良好，并应能防潮、防尘，安装的位置应便于检查；成列安装时，应排列整齐。

7.2.6 盘、柜、台、箱的接地应牢固可靠；装有电器的可开启的门，应以裸铜软线与接地的金属构架可靠连接，成套柜应装有供检修用的接地装置。

7.2.7 成套柜的安装应符合下列规定：

1 机械闭锁、电气闭锁应动作准确、可靠。

2 动触头与静触头的中心线应一致，触头接触应紧密。

3 二次回路辅助开关的切换接点应动作准确，接触应可靠。

4 柜内照明应齐全。

7.2.8 抽屉式配电柜的安装应符合下列规定：

1 抽屉推拉应灵活轻便，应无卡阻、碰撞现象，抽屉应能互换。

2 抽屉的机械联锁和电气联锁装置应动作正确可靠，断路器应分闸后，隔离触头再分开。

3 抽屉与柜体间的二次回路连接插件应接触良好。

4 抽屉与柜体间的接触及柜体框架的接地应良好。

7.2.9 手车式柜的安装应符合下列规定：

1 手车推拉应灵活轻便，并应无卡阻、碰撞现象，相同型号的手车应能互换。

2 手车推入工作位置后，动触头顶部与静触头底部的间隙应符合产品要求。

3 手车与柜体间的二次回路连接插件应接触良好。

4 安全隔离板应开启灵活，并应随手车的进出而相应动作。

5 柜内控制电缆的位置不应妨碍手车出进，并应牢固。

6 手车与柜体间的接地触头应接触紧密，当手车推入柜内时，其接地触头应比主触头先接触，拉出时接地触头应比主触头后断开。

7.2.10 盘、柜的漆层应完整无损伤，固定电器的支架应刷漆，并

应保持同一室内盘、柜颜色一致。

7.3 盘、柜上的电器安装

7.3.1 盘、柜上的电器安装应符合下列规定：

1 各电器应能单独拆、装、更换，且不应影响其他电器及导线束的固定。

2 发热元件宜安装在散热良好的地方，两个发热元件之间的连线宜采取耐热导线。

3 熔断器的熔体规格、自动开关的整定值应符合设计要求。

4 切换压板应接触良好，相邻压板间应有足够安全距离，切换时不应碰及相邻的压板，对于一端带电的切换压板，应在压板断开情况下，活动端部不带电。

5 信号回路的信号灯、光字牌、电铃、电笛、事故电钟等应显示准确，工作应可靠。

6 带有照明的封闭式盘、柜应保证照明完好。

7.3.2 端子排的安装应符合下列规定：

1 端子排应无损坏，固定应牢靠，绝缘应良好。

2 端子应有序号，端子排应便于更换且接线方便；离地高度宜大于 350mm。

3 回路电压超过 380V 的端子板应有足够的绝缘，并应涂以红色标识。

4 强、弱电端子宜分开布置，当有困难时，应有明显标识并设空端子隔开或设加强绝缘的隔板。

5 正、负电源之间以及经常带电的正电源与合闸或跳闸回路之间，宜以空端子隔开或绝缘隔板隔开。

6 电流回路应经过试验端子，其他需断开的回路宜经特殊端子或试验端子，试验端子应接触良好。

7 潮湿环境宜采用防潮端子。

8 接线端子应与导线截面匹配，不应使用小端子配大截面

导线。

9　交、直流端子应分段布置。

7.3.3　二次回路的连接件均应采用铜质制品；绝缘件应采用自熄性阻燃材料。

7.3.4　盘、柜的正面及背面各电器、端子牌等应标明编号、名称、用途及操作位置，其标明的字迹应清晰、工整，且不应脱色。

7.3.5　盘、柜上的小母线应采用直径不小于 6mm 的铜棒或铜管，小母线两侧应有标明其代号或名称的绝缘标识牌，字迹应清晰、工整，且不应脱色。

7.3.6　二次回路的电气间隙和爬电距离应符合下列规定：

1　盘、柜内两导线间，导电体与裸露的不带电的导体间允许最小电气间隙及爬电距离，应符合表 7.3.6 的规定。

表 7.3.6　允许最小电气间隙及爬电距离(mm)

额定电压(V)	电气间隙		爬电距离	
	额定工作电流			
	≤63A	>63A	≤63A	>63A
$U \leqslant 60$	3.0	5.0	3.0	5.0
$60 < U \leqslant 300$	5.0	6.0	6.0	8.0
$300 < U \leqslant 500$	8.0	10.0	10.0	12.0

2　屏顶上小母线不同相或不同极的裸露载流部分之间，以及裸露载流部分与未经绝缘的金属体之间，电气间隙不得小于 12mm，爬电距离不得小于 20mm。

7.4　二次回路结线

7.4.1　二次回路结线应符合下列规定：

1　应按图施工，接线应正确。

2　导线与电气元件间采用螺栓连接、插接、焊接或压接等，均应牢固可靠。

3　盘、柜内的导线不应有接头，导线芯线应无损伤。

4　电缆芯线和所配导线的端部均应标明其回路编号，编号应正确，字迹应清晰且不易脱色。

5　配线应整齐、清晰、美观，导线绝缘应良好，并应无损伤。

6　每个接线端子的每侧接线宜为1根，不得超过2根。对于插接式端子，不同截面的两根导线不得接在同一端子上；对于螺栓连接端子，当接两根导线时，中间应加平垫片。

7　二次回路接地应设专用螺栓。

7.4.2　盘、柜内的配线电流回路应采用电压不低于500V的铜芯绝缘导线，其截面不应小于2.5mm^2；其他回路截面不应小于1.5mm^2；对电子元件回路、弱电回路采取锡焊连接时，在满足载流量和电压降及有足够机械强度的情况下，可采用不小于0.5mm^{2}截面的绝缘导线。

7.4.3　用于连接门上的电器、控制台板等可动部位的导线，应符合下列规定：

1　应采用多股软电线，敷设长度应有适当裕度。

2　线束应有外套塑料管等加强绝缘层。

3　与电器连接时，端部应绞紧，并应加终端附件或搪锡，不得松散、断股。

4　在可动部位两端应用卡子固定。

7.4.4　引入盘、柜的电缆及芯线应符合下列规定：

1　引入盘、柜的电缆应排列整齐，编号应清晰，应避免交叉，并应固定牢固，不得使所接的端子排受到机械应力。

2　铠装电缆在进入盘、柜后，应将钢带切断，切断处的端部应扎紧，并应将钢带接地。

3　使用与静电保护、控制等逻辑回路的控制电缆，应采用屏蔽电缆，其屏蔽层应按设计要求的接地方式接地。

4　橡胶绝缘的芯线应加外套绝缘管保护。

5　盘、柜内的电缆芯线，应按垂直或水平有规律地配置，不得任意歪斜交叉连接。备用芯长度应留有适当余量。

6　强、弱电回路不应使用同一根电缆，并应分别成束分开排列。

7.4.5　直流回路中具有水银接点的电器，电源正极应接到水银侧接点的一端。

7.4.6　在油污环境下，应采用耐油的绝缘导线；在日光直射环境下，橡胶或塑料绝缘导线应采取防护措施。

7.5　六氟化硫封闭式组合电器安装

7.5.1　封闭式组合电器元件装配前，应按下列要求进行检查：

1　组合电器元件的所有部件应完整无损。

2　瓷件应无裂纹，绝缘件应无受潮、变形、剥落及破损。

3　组合电器元件的接线端子、插接件及载流部分应光洁，并应无锈蚀现象。

4　各分隔气室气体的压力值和含水量应符合产品的技术规定。

5　各元件的紧固螺栓应齐全、无松动。

6　各连接件、附件及装置性材料的材质、规格及数量应符合产品技术规定。

7　支架及接地引线应无锈蚀或损伤。

8　密度继电器和压力表应经检验合格。

9　母线和母线筒内壁应平整无毛刺。

10　防爆膜应完好。

7.5.2　封闭式组合电器基础及预埋槽钢的水平误差，不应超过产品的技术规定。

7.5.3　制造厂已装配好的各电器元件在现场组装时，不应解体检查；有缺陷需在现场解体时，应经制造厂同意，并应在厂方人员指导下进行。

7.5.4　组合电器元件的装配应符合下列规定：

1　装配工作应在无风沙、无雨雪、空气相对湿度小于80%的

条件下进行，并应采取防尘、防潮措施。

2　应按制造厂的编号和规定的程序进行装配，不得混装。

3　使用的清洁剂、润滑剂、密封脂和擦拭材料应符合产品的技术规定。

4　密封槽面应清洁、无划伤痕迹；已用过的密封垫(圈)不得使用；涂密封脂时，不得使其流入密封垫(圈)内侧面与六氟化硫气体接触。

5　盘式绝缘子应清洁、完好。

6　应按产品的技术规定选用吊装器具及吊点。

7　连接插件的触头中心应对准插口，不得卡阻，插入深度应符合产品的技术规定。

8　所有螺栓的紧固均应使用力矩扳手，其力矩值应符合产品的技术规定。

9　应按产品的技术规定更换吸附剂。

7.5.5　设备接线端子的接触表面应平整、清洁、无氧化膜，并应涂以薄层电力复合脂；镀银部分不得锉磨；载流部分其表面应无凹陷及毛刺，连接螺栓应齐全、紧固。

7.5.6　六氟化硫气体的技术文件，应符合本规范表 4.2.11-1 的规定。

7.5.7　新六氟化硫气体应具有出厂试验报告及合格证件。运到现场后，每瓶应作含水量检验；有条件时，应进行抽样作全分析。

7.6　工 程 验 收

7.6.1　盘、柜在验收时，应按下列要求进行检查：

1　盘、柜的固定及接地应可靠，盘、柜漆层应完好、清洁整齐。

2　盘、柜内所装电器元件应齐全完好，安装位置应正确，固定应牢固。

3　所有二次回路接线应准确，连接应可靠，标志应齐全清晰，绝缘应符合要求。

4　手车或抽屉式开关柜在推入或拉出时应灵活，机械闭锁应可靠；照明装置应齐全。

5　柜内一次设备的安装质量验收要求应符合现行国家标准《电气装置安装工程　高压电器施工及验收规范》GB 50147 的有关规定。

6　用于热带地区的盘、柜应具有防潮、抗霉和耐热性能，并应按现行行业标准《热带电工产品通用技术要求》JB/T 4159 的有关规定验收。

7　盘柜及电缆管道安装完毕后，应做好封堵。可能结冰的地区还应有防止管内积水结冰的措施。

8　操作及联动试验应正确，并应符合设计要求。

7.6.2　组合电器在验收时，应按下列要求进行检查：

1　组合电器应安装牢靠，外表应清洁完整，动作性能应符合产品的技术规定。

2　电器连接应可靠，且应接触良好。

3　组合电器及其传动机构的联动应正常，并应无卡阻现象；分、合闸指示应正确；辅助开关及电气闭锁应动作正确可靠。

4　支架及接地引线应无锈蚀和损伤，接地应良好。

5　密度断电器的报警、闭锁整定值应符合规定，电气回路传动应正确。

6　六氟化硫气体漏气率和含水量应符合本规范表 4.2.12-1 的规定。

7　防腐漆面应完整，相色标志应正确。

7.6.3　验收时，提交资料和文件应符合本规范第 3.0.14 条的规定。

8 低压电器安装工程

8.1 一 般 规 定

8.1.1 本章适用于交流 1200V 及以下、直流 1500V 及以下的低压电器安装工程。

8.1.2 低压电器安装前的检查，应符合下列规定：

1 设备铭牌、型号、规格应与被控制线路或设计相符。

2 外壳、漆层、手柄应无损伤或变形。

3 内部仪表、灭弧罩、瓷件、胶木电器应无裂纹或伤痕，螺丝应拧紧。

4 具有主触头的低压电器，触头的接触应紧密，接触两侧的压力应均匀，附件应齐全完好。

8.1.3 低压电器的安装高度，应符合设计规定；当设计无规定时应符合下列规定：

1 落地安装的低压电器，其底部宜高出地面 50mm～100mm。

2 操作手柄转轴中心与地面的距离，宜为 1200mm～1500mm；侧面操作手柄与建筑物或设备的距离，不宜小于 200mm。

8.1.4 低压电器的固定应符合下列规定：

1 低压电器可根据其不同的结构，采用支架、金属板、绝缘板固定在墙、柱或其他建筑物构件上；金属板、绝缘板应平整；当采用卡轨支撑安装时，卡轨应与低压电器匹配，并应用固定夹或固定螺栓与壁板紧密固定，不应使用变形或不合格的卡轨。

2 当采用膨胀螺栓固定时，应按产品技术要求选择螺栓规格；其钻孔直径和埋设深度应与螺栓规格相符。

3 紧固件应采用镀锌制品，螺栓规格应选配适当，电器的固

定应牢固、平稳。

4 有防震要求的电器应增加减震装置;其紧固螺栓应采取防松措施。

5 固定低压电器时,不得使电器内部受额外应力。

8.1.5 电器外部接线应符合下列规定:

1 接线应按接线端头标志进行。

2 接线应排列整齐、清晰、美观,导线绝缘应良好、无损伤。

3 电源侧进线应接在固定触头接线端;负荷侧出线应接在可动触头接线端。

4 电器的接线应采用铜质或电镀金属防锈层的螺栓和螺钉,连接时应拧紧,且应有防松装置。

5 外部接线不得使电器内部受到额外应力。

6 母线与电气连接时,接触面应符合现行国家标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149 的有关规定。连接处不同相的母线最小电气间隙,应符合表 8.1.5 的规定。

表 8.1.5 不同相的母线最小电气间隙

额定电压(V)	最小电气间隙(mm)
$U \leqslant 500$	10
$500 < U \leqslant 1200$	14

8.1.6 蓄电池到达现场后,应在产品规定的有效保管期限内进行安装及充电。不立即安装时,其保管应符合下列规定:

1 酸性和碱性蓄电池不得存放在同一室内。

2 蓄电池不得倒置,开箱后不得重叠存放。

3 蓄电池应存放在清洁、干燥、通风良好的室内,应避免阳光直射;存放中,不应短路、受潮,并应定期清除灰尘。

4 阀控式密封铅酸蓄电池宜在 5℃～40℃的环境温度,且相对湿度低于 80%的环境下存放;铅镉碱性蓄电池宜在－5℃～35℃的环境温度,且相对湿度低于 75%的环境下存放。蓄电池从出厂之日起到安装后的初始充电时间超过 6 个月时,应采取充电措施。

8.1.7 蓄电池室的建筑工程应符合下列规定：

1 与蓄电池安装有关的建筑物的建筑工程质量，应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。当设备及设计有特殊要求时，尚应符合其特殊要求。

2 蓄电池安装前，建筑工程及其辅助设施应按设计要求全部完成，并应验收合格。

8.1.8 蓄电池室应采用防爆型灯具、通风电机，室内照明线应采用穿管暗敷，室内不得装设开关和插座。

8.1.9 蓄电池直流电源柜订货技术要求、试验方法、包装及贮运条件，应符合现行行业标准《电力系统直流电源柜订货技术文件》DL/T 459 的有关规定。盘、柜安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程　盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 的有关规定。

8.1.10 低压电气试验，应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的有关规定。

8.2 低压断路器安装

8.2.1 低压断路器安装前的检查应符合下列规定：

1 衔铁工作面上的油污应擦净。

2 触头闭合断开过程中，可动部分与灭弧室的零件不应有卡阻现象。

3 各触头的接触平面应平整；开合顺序、动静触头分闸距离等，应符合设计要求或产品技术文件的要求。

4 受潮的灭弧室，安装前应烘干，烘干时应监测温度。

8.2.2 低压断路器安装应符合下列规定：

1 低压断路器的安装，应符合产品技术文件规定；当无明确规定时，宜垂直安装，其倾斜度不应大于 5°。

2 低压断路器与熔断器配合使用时，熔断器应安装在电源侧。

3　低压断路器操作机构的安装应符合下列规定：

1）操作手柄或传动杆的开、合位置应正确，操作力不应大于产品的规定值；

2）电动操作机构接线应正确；在合闸过程中，开关不应跳闸；开关合闸后限制电动机或电磁铁通电时间的联锁装置应及时动作；电动机或电磁铁通电时间不应超过产品的规定值；

3）开关辅助接点动作应正确可靠，接触应良好；

4）抽屉式断路器的工作、试验、隔离三个位置的定位应明显，并符合产品技术文件的规定；

5）抽屉式断路器空载时进行数次抽、拉应无卡阻，机械联锁应可靠。

8.2.3　低压断路器接线应符合下列规定：

1　裸露在箱体外部且易触及的导线端子应加绝缘保护。

2　有半导体脱扣装置的低压断路器，其接线应符合相序要求，脱扣装置的动作应可靠。

8.2.4　直流快速断路器的安装、调整和试验，应符合下列规定：

1　安装时应防止断路器倾倒、碰撞和激烈震动；基础槽钢与底座间，应按设计要求采取防震措施。

2　断路器极间中心距离及相邻设备或建筑物的距离，不应小于500mm；当不能满足要求时，应加装高度不小于单级开关总高度的隔弧板；在灭弧室上方应留有不小于1000mm的空间；当不能满足要求时，在开关电流3000A以下断路器的灭弧室上方200mm处应加装隔弧板；在开关电流3000A以上断路器的灭弧室上方500mm处应加装隔弧板。

3　灭弧室内绝缘衬件应完好，电弧通道应畅通。

4　触头的压力、开距、分段时间及主触头调整后灭弧室支持螺杆与触头间的绝缘电阻，应符合产品技术文件的要求。

5　直流快速断路器的接线，应符合下列规定：

1）与母线连接时，不应承受附加应力，母线支点与断路器之间的距离，不应小于 1000mm；

2）当触头及线圈标有正、负极性时，其接线应与主回路极性一致；

3）配线时应使控制与主回路分开。

6 直流快速断路器的调整和试验，应符合下列规定：

1）轴承转动应灵活，并应涂以润滑剂；

2）衔铁的吸、合动作应均匀；

3）灭弧触头与主触头的动作顺序应正确；

4）安装后应按产品技术要求进行交流工频耐压试验，其试验应符合现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定，不得有击穿闪络现象；

5）脱扣装置应按设计要求进行整定值校验，在短路或模拟短路情况下合闸时，脱扣置应能立即脱扣。

8.3　低压隔离开关、刀开关、转换开关及熔断器组合电器安装

8.3.1　隔离开关与刀开关的安装，应符合下列规定：

1　开关应垂直安装，当在不切断电流、有灭弧装置或用于小电流电路等情况下，可水平安装；水平安装时，分闸后可动触头不应自行脱落，其灭弧装置应固定可靠。

2　可动触头与固定触头的接触应良好，大电流的触头或刀片宜涂电力复合脂。

3　双投刀闸开关在分闸位置时，刀片应可靠固定，不得自行合闸。

4　安装杠杆操作机构时，应调节杠杆长度，并应使操作到位且灵活，开关辅助接点指示应正确。

5　开关的动触头与两侧压板距离应调整均匀，合闸后接触面应压紧，刀片与静触头中心线应在同一平面，且刀片不应摆动。

8.3.2　直流母线隔离开关安装，应符合下列规定：

1　垂直或水平安装的母线隔离开关，其刀片均应位于垂直面上，在建筑构件上安装时，刀片底部与基础之间的距离，应符合设计或产品技术文件的要求；当无明确要求时，不宜小于50mm。

2　刀体与母线直接连接时，母线固定端应牢固。

8.3.3　转换开关和倒顺开关安装后，其手柄位置指示应与相应的接触片位置相对应，定位机构应可靠，所有的触头在任何接通位置上应接触良好。

8.3.4　带熔断器或灭弧装置的负荷开关接线完毕后，检查熔断器应无损伤，灭弧栅应完好，且应固定可靠；电弧通道应畅通，灭弧触头各相分闸应一致。

8.4　低压接触器及电动机启动器安装

8.4.1　低压接触器及电动机启动器安装前的检查，应符合下列规定：

1　衔铁表面应无锈斑、油垢；接触面应平整、清洁。可动部分应灵活无卡阻；灭弧罩之间应有间隙；灭弧线圈绕向应正确。

2　触头的接触应紧密，固定主触头的触头杆应固定可靠。

3　当带有常闭触头的接触器与磁力启动器闭合时，应先断开常闭触头、后接通主触头；当断开时应先断开主触头、后接通常闭触头，且三相主触头的动作应一致，其误差应符合产品技术文件的要求。

4　电磁启动器热元件的规格应与电动机的保护特性相匹配；热继电器的电流调节指示位置应调整在电动机的额定电流值上，并应按设计要求进行定值校验。

8.4.2　低压接触器和电动机启动器安装完毕后，应进行下列检查：

1　接线应正确。

2　应在主触头不带电的情况下，启动线圈间断通电，主触头动作应正常，衔铁吸合后应无异常响声。

8.4.3 真空接触器安装前，应按下列要求进行检查：

1 可动衔铁及拉杆动作应灵活可靠、无卡阻。

2 辅助触头应随绝缘摇臂的动作可靠动作，且触头接触应良好。

3 按产品接线图检查内部接线应正确。

8.4.4 采用工频耐压法检查真空开关管的真空度，应符合产品技术文件的要求。

8.4.5 真空接触器的接线，应符合产品技术文件的要求，接地应可靠。

8.4.6 可逆启动器或接触器，电气联锁装置和机械联锁装置的动作均应正确、可靠。

8.4.7 星形、三角形启动器的检查、调整，应符合下列规定：

1 启动器接线应正确；电动机定子绕组正常工作应为三角形接线。

2 手动操作的星形、三角形启动器，应在电动机转速接近运行转速时进行切换；自动切换的启动器应按电动机负荷要求正确调节延时装置。

8.4.8 自耦减压启动器的安装调整应符合下列规定：

1 启动器应垂直安装。

2 油浸式启动器油面不得低于标定油面线。

3 减压抽头在65%～80%额定电压下，应按负荷要求进行调整；启动时间不得超过自耦减压启动器允许的启动时间。

8.4.9 手动操作的启动器，触头压力应符合产品技术文件的要求，操作应灵活。

8.4.10 接触器或启动器应进行通断检查；用于重要设备的接触器或启动器应检查其启动值，并应符合产品技术文件规定。

8.4.11 变阻式启动器的变阻器安装后，应检查其电阻切换程序、触头压力、灭弧装置及启动值，并应符合设计要求或产品技术文件的要求。

8.5 控制器、继电器及行程开关安装

8.5.1 控制器的安装应符合下列规定：

1 控制器的工作电压应与供电电源电压相符。

2 凸轮控制器及主令控制器，应安装在便于观察和操作的位置上；操作手柄或手轮的安装高度，宜为 800mm～1200mm。

3 控制器操作应灵活；档位应明显、准确。带有零位自锁装置的操作手柄，应能正常工作。

4 操作手柄或手轮的动作方向，宜与机械装置的动作方向一致；操作手柄或手轮在各个不同位置时，其触头的分、合顺序均应符合控制器的开、合图表的要求，通电后应按相应的凸轮控制器件的位置检查电动机，并应运行正常。

5 控制器触头压力应均匀；触头超行程不应小于产品技术文件的要求，凸轮控制器主触头的灭弧装置应完好。

6 控制器的转动部分及齿轮减速机构应润滑良好。

8.5.2 继电器安装的检查，应符合下列规定：

1 开动部分动作应灵活可靠。

2 表面污垢和铁芯表面防腐剂应清除干净。

8.5.3 按钮的安装应符合下列规定：

1 按钮之间的距离宜为 50mm～80mm，按钮箱之间的距离宜为 50mm～100mm；当倾斜安装时，其与水平的倾角不宜小于 30°。

2 按钮操作应灵活可靠、无卡阻。

3 集中在一起安装的按钮应有编号或不同的识别标志，“紧急”按钮应有明显标志，并应设保护罩。

8.5.4 行程开关的安装、调整，应符合下列规定：

1 安装位置应能使开关正确动作，且不应妨碍机械部件的运动。

2 碰块或撞杆应安装在开关滚轮或推杆的动作轴线上；对电子式行程开关应按产品技术文件要求调整可动设备的间距。

3 碰块或撞杆对开关的作用力及开关的动作行程，均不应大

于允许值。

4　限位用的行程开关，应与机械配合调整；并应确认动作可靠后再接入电路使用。

8.6　电阻器及变阻器安装

8.6.1　电阻器的电阻元件，应位于垂直面上；电阻器垂直叠装不应超过 4 箱；当超过 4 箱时，应用支架固定，并应保持适当距离；当超过 6 箱时应另列一组；有特殊要求电阻器，其安装方式应符合设计规定；电阻器底部与地面间，应留有间隔，并不应小于 150mm。

8.6.2　电阻器与其他电器垂直布置时，应安装在其他电器的上方，电阻器与其他电器之间应留有间隔。

8.6.3　电阻器接线应符合下列规定：

1　电阻器与电阻元件的连接应采用铜或钢的裸导体，接触应可靠。

2　电阻器引出线夹板或螺栓应设置与设备接线图相应的标志；当与绝缘导线连接时，应采取防止接头处的温度升高而降低导线的绝缘强度的措施。

3　多层叠装的电阻箱的引出线，应采用支架固定，并不应妨碍电阻元件的更换。

8.6.4　电阻器或变阻器内部不应有断路或短路；其直流电阻值的误差应符合产品技术文件的要求。

8.6.5　变阻器转换调节装置，应符合下列规定：

1　转换调节装置移动应均匀平滑无卡阻，并应有与移动方向相一致的指示阻值变化的标志。

2　电动传动的转换调节装置，其限位开关及信号联锁接点的动作应准确和可靠。

3　齿轮传动的转换调节装置，可允许有半个节距的串动范围。

4　由电动传动及手动传动两部分组成的转换调节装置，应在电动及手动两种操作方式下分别进行试验。

5　转换调节装置的滑动触头与固定触头的接触应良好，触头间的压力应符合要求，在滑动过程中不得开路。

8.6.6　频敏变阻器的调整，应符合下列规定：

1　频敏变阻器的极性和接线应正确。

2　频敏变阻器的抽头和气隙调整，应使电动机启动特性符合机械装置要求。

3　频敏变阻器配合电动机进行调整过程中，连续启动次数及总的启动时间，应符合产品技术文件规定。

8.7　电磁铁安装

8.7.1　电磁铁的铁芯表面应清洁、无锈蚀。

8.7.2　电磁铁的衔铁及其传动机构的动作应迅速、准确可靠，并应无卡阻现象。直流电磁铁的衔铁上应有隔磁措施。

8.7.3　制动电磁铁的衔铁吸合时，铁芯的接触面应紧密地与其固定部分接触，且不得有异常响声。

8.7.4　有缓冲装置的制动电磁铁，应调节其缓冲器道孔的螺栓，并应使衔铁动作至最终位置时平稳、无剧烈冲击。

8.7.5　采用空气隙作为剩磁间隙的直流制动电磁铁，其衔铁行程指针位置应符合产品技术文件的要求。

8.7.6　牵引电磁铁固定位置应与阀门推杆准确配合，并应使动作行程符合设备要求。

8.7.7　启动电磁铁第一次通电检查时，应在空载的情况下进行，空载电流应符合产品技术文件的要求。

8.7.8　有特殊要求的电磁铁，应测量其吸合与释放电流，其值应符合产品技术文件的要求及设计要求。

8.7.9　双电机抱闸及单台电动机双抱闸电磁铁动作应灵活一致。

8.8　熔断器安装

8.8.1　熔断器及熔体的容量，应符合设计要求，并应核对所保护

电气设备的容量与熔体容量相匹配；对后备保护、限流、自复、半导体器件保护等有专用功能的熔断器，不得替代。

8.8.2 熔断器安装位置及相互间距离，应便于更换熔体。

8.8.3 有熔断指示器熔断器，其指示器应安装在便于观察侧。

8.8.4 瓷质熔断器在金属底板上安装时，其底部座应垫软绝缘衬垫。

8.8.5 安装具有多种规格的熔断器，应在底座旁标明规格。

8.8.6 有触及带电部分危险的熔断器，应配齐绝缘抓手。

8.8.7 带有接线标志的熔断器，电源线应按标志进行接线。

8.8.8 螺旋式熔断器的安装，其底座不得松动，电源应接在熔芯引出的端子上。

8.9 蓄电池组安装

8.9.1 阀控式密封铅酸蓄电池组应符合下列规定：

1 蓄电池安装前，应按下列规定进行外观检查：

1）蓄电池外观应无裂纹、无损伤；密封应良好，应无渗漏；安全排气阀应处于关闭状态；

2）蓄电池的正、负端接线柱应极性正确，应无变形、无损伤；

3）应检查透明蓄电池槽的极板无严重变形；槽内部件应齐全、无损伤；

4）连接条、螺栓及螺母应齐全。

2 清除蓄电池表面污垢时，对塑料制作的外壳应用清水或弱碱性溶液擦拭，不得用有机溶剂清洗。

3 蓄电池组的安装应符合下列规定：

1）蓄电池放置的基架及间距应符合设计要求；蓄电池放置在基架后，基架不应有变形；基架宜接地；

2）蓄电池在搬运过程中不应触动极柱和安全排气阀；

3）蓄电池安装应平稳，间距应均匀，单体蓄电池之间的间距不应小于 5mm；同一排、列的蓄电池槽应高低一致，排列

应整齐；

4）连接蓄电池连接条时应使用绝缘工具，并应佩戴绝缘手套；

5）连接条的接线应正确，连接部分应涂以电力复合脂。用力矩扳手紧固螺栓时，力矩值应符合产品技术文件的要求；

6）有抗震要求时，其抗震设施应符合设计要求，并应牢固可靠。

4　蓄电池组的引出电缆的敷设应符合现行国家标准《电气装置安装工程　电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的有关规定；电缆引出线正、负极的极性及标识应正确，且正极应为赭色，负极应为蓝色。蓄电池组电源引出电缆不应直接连接到极柱上，应采用过渡板连接。电缆接线端子处应有绝缘防护罩。

5　蓄电池组的每个蓄电池应在外表面用耐酸材料标明编号。

6　蓄电池组安装完毕后，应按产品技术文件的要求进行充电，并应符合下列规定：

1）充电前应检查蓄电池组及其连接条的连接情况；

2）充电前应检查并记录单体蓄电池的初始端电压和整组电压；

3）充电期间，充电电流应可靠，不得断电；

4）充电期间，环境温度应为 5℃～35℃，蓄电池表面温度不应高于 45℃；

5）充电过程中，室内不得有明火，通风应良好。

7　蓄电池组安装完毕投运前，应进行完全充电，并应进行开路电压测试和容量测试。

8　达到下列条件之一时，可视为完全充电：

1）蓄电池在环境温度 5℃～35℃条件下，以（2.40V±0.01V）/单体的恒定电压、充电电流不大于 $2.5I_{10}$（A）充电至电流值 5h 稳定不变；

2)充电后期充电电流小于 $0.005C_{10}$(A)；

3)符合产品技术文件完全充电要求。

9 完全充电的蓄电池组开路静置 24h 后，应分别测量和记录每只蓄电池的开路电压，测量点应在端子处，开路电压最高值和最低值的差值不得超过表 8.9.1 的规定。

表 8.9.1 开路电压最高值和最低值的差值

标称电压(V)	开路电压最高值和最低值的差值(mV)
2	20
6	50
12	100

10 蓄电池容量测试应符合下列规定：

1)蓄电池在环境温度 5℃～35℃的条件下应完全充电，然后应静放 1h～24h，当蓄电池表面温度与环境温度基本一致时，应进行 10h 率容量放电测试，应以 $0.1C_{10}$(A)恒定电流放电到其中一个蓄电池电压为 1.80V 时终止放电，并应记录放电期间蓄电池的表面温度 t 及放电持续时间 T；

2)放电期间应每隔一个小时测量，并记录单体蓄电池的端电压、表面温度及整组蓄电池的端电压；在放电末期应随时测量；

3)在放电过程中，放电电流的波动允许范围为规定值的±1%；

4)实测容量 C_t(A·h)应用放电电流 I(A)乘以放电持续时间 T(h)计算；

5)当放电期间蓄电池的表面温度不为 25℃，可按下式将实测放电容量折算成 25℃基准温度时的容量：

$$C_{25}=\frac{C_t}{1+0.006(t-25)} \tag{8.9.1}$$

式中：t——放电开始时蓄电池的表面温度(℃)；

C_t——当蓄电池的表面温度为 t℃时实际测得的容量(A·h)；

C_{25}——换算成基准温度(25℃)时的容量(A·h)；

0.006——10h 率放电的容量温度系数；

6)放电结束后，蓄电池应尽快进行完全充电；

7)10h 率容量测试第一次循环不应低于 $0.95C_{10}$，在第三次循环内应达到 $1.0C_{10}$，容量测试循环达到 $1.0C_{10}$ 可停止容量测试。

11 蓄电池组的开路电压和 10h 率容量测试有一项数据不符合本规范的规定时，此组蓄电池应为不合格。

12 在整个充、放电期间，应按规定时间记录每个蓄电池的电压、表面温度和环境温度及整组蓄电池的电压、电流，并应绘制整组充、放电特性曲线。

13 蓄电池充好电后，应按产品技术文件的要求进行使用与维护。

8.9.2 镉镍碱性蓄电池组应符合下列规定：

1 蓄电池安装前应按下列规定进行外观检查：

1)蓄电池外壳应无裂纹、损伤、漏液等现象；

2)蓄电池正、负端接线柱应极性正确，壳内部件应齐全无损伤；有孔气塞通气性能应良好；

3)连接条、螺栓及螺母应齐全，应无锈蚀；

4)带电解液的蓄电池，其液面高度应在两液面线之间；防漏运输螺塞应无松动、脱落。

2 清除蓄电池表面污垢时，对塑料制作的外壳应用清水或弱碱性溶液擦拭，不得用有机溶剂清洗。

3 蓄电池组的安装应符合下列规定：

1)蓄电池放置的平台、基架及间距应符合设计或产品技术文件的要求；蓄电池放置在基架后，基架不应有变形；基架宜接地；

2)蓄电池安装应平稳，间距应均匀，单体蓄电池之间的间距

不应小于 5mm；同一排、列的蓄电池应高低一致，排列应整齐；

3）连接蓄电池连接条时应使用绝缘工具，并应佩戴绝缘手套；

4）连接条的接线应正确，连接部分应涂以电力复合脂；螺栓紧固时，应用力矩扳手，力矩值应符合产品技术文件的要求；

5）有抗震要求时，其抗震设施应符合设计规定，并应牢固可靠。

4 蓄电池组引线电缆的敷设应符合现行国家标准《电气装置安装工程　电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的有关规定。电缆引出线正、负极的极性及标识应正确，且正极应为赭色，负极应为蓝色。蓄电池组电源引出电缆不应直接连接到极柱上，应采用过渡板连接。电缆接线端子处应有绝缘防护罩。

5 蓄电池组的每个蓄电池应在外表面用耐碱材料标明编号。

6 配制电解液应采用化学纯氢氧化钾，其技术文件应符合表 8.9.2-1 的规定。配制电解液应用蒸馏水或去离子水。

7 电解液的密度应符合产品技术文件的要求。

8 配制和存放电解液应用铁、钢、陶瓷或珐琅制成的耐碱器具，不得使用配制过酸性电解液的容器。

9 配液时，应将碱慢慢倾入水中，不得将水倒入碱中。配制的电解液应加盖存放并沉淀 6h 以上，应取其澄清液或过滤液使用。对电解液有怀疑时应化验，其标准应符合表 8.9.2-2 的规定。

10 注入蓄电池的电解液温度不宜高于 30℃；当室温高于 30℃时，应采取降温措施。其液面高度应在两液面线之间。注入电解液后宜静置 2h～4h 后再初充电。

11 配液工作应由具有施工经验的技工操作，操作人员应戴专用保护用品，并应设专人监护。

12 工作场地应备有含量 3%～5%的硼酸溶液。

13　蓄电池的初充电应按产品技术文件的要求进行，并应符合下列规定：

1）初充电期间，其充电电源应可靠，不得断电；

2）初充电期间，室内不得有明火，通风应良好；

3）装有催化栓的蓄电池应将催化栓旋下，待初充电完成后再重新装上；

4）带有电解液并配有专用防漏运输螺塞的蓄电池，初充电前应取下运输螺塞换上有孔气塞，并检查液面不应低于下液面线；

5）充电期间电解液的温度范围宜为 20℃±10℃；当电解液的温度低于 5℃或高于 35℃时，不宜进行充电。

14　蓄电池初充电应达到产品技术文件所规定的时间，同时单体蓄电池的电压应符合产品技术文件的要求。

15　蓄电池初充电结束后，应按产品技术文件的要求做容量测试，其容量应达到产品使用说明书的要求，高倍率蓄电池还应进行倍率试验，并应符合下列规定：

1）在 3 次充、放电循环内，放电容量在 20℃±5℃时不应低于额定容量；

2）用于有冲击负荷的高倍率蓄电池倍率放电，在电解液温度为 20℃±5℃条件下，应以 0.5C_5 电流值先放电 1h 情况下继以 6C_5 电流值放电 0.5s，其单体蓄电池的平均电压，超高倍率蓄电池不得低于 1.1V；高倍率蓄电池不得低于 1.05V；

3）按 0.2C_5 电流值放电终结时，单体蓄电池的电压应符合产品技术文件的要求，电压不足 1.0V 的电池数不应超过电池总数的 5%，且最低不得低于 0.9V。

16　充电结束后，应用蒸馏水或去离子水调整液面至上液面线。

17　在制造厂已完成初充电的密封蓄电池，充电前应检查并

记录单体蓄电池的初始端电压和整组总电压，并应进行补充充电和容量测试。补充充电及其充电电压和容量测试的方法应按产品技术文件的要求进行，不得过充、过放。

18 放电结束后，蓄电池应尽快进行完全充电。

19 在整个充、放电期间，应按规定时间记录每个蓄电池的电压、电解液温度和环境温度及整组蓄电池的电压、电流，并应绘制整组充、放电特性曲线。

20 蓄电池充好电后，应按产品技术文件的要求进行使用和维护。

表 8.9.2-1 氢氧化钾技术文件

指标名称	化学纯
氢氧化钾(KOH)(%)	≥80
碳酸盐(以 K_2CO_3 计)(%)	≤3
氯化物(Cl)(%)	≤0.025
硫酸盐(SO_4)(%)	≤0.01
总氮量(%)	≤0.005
磷酸盐(PO_4)(%)	≤0.01
硅酸盐(SiO_3)(%)	≤0.1
钠(Na)(%)	≤2
钙(Ca)(%)	≤0.02
铁(Fe)(%)	≤0.002
重金属(以 Pb 计)(%)	≤0.003
澄清度试验	合格

表 8.9.2-2 碱性蓄电池用电解液标准

项目	技术要求	
	新配电解液	使用过程极限值
外观	无色透明，无悬浮物	—
密度(15℃，g/cm^3)	1.20±0.01	1.20±0.01

续表 8.9.2-2

项　　目	技术要求	
	新配电解液	使用过程极限值
含量(g/L)	KOH:240～270 NaOH:215～240	KOH:240～270 NaOH:215～240
Cl^-(g/L)	<0.1	0.2
K_2CO_3(g/L)	<20	60
Ca^{2+} · Mg^{2+}(g/L)	<0.19	0.3
Fe/KOH(NaOH)(%)	<0.05	0.05

8.10 工 程 验 收

8.10.1 工程交接验收时,应符合下列规定:

1 活动部件动作应灵活可靠,联锁传动装置应动作正确。

2 蓄电池室及其通风、采暖、照明等装置应符合设计要求。

3 蓄电池组的绝缘应良好,绝缘电阻不应小于 0.5MΩ。

4 极板应无严重弯曲、变形及活性物质剥落。

5 应测量蓄电池正、负极对地电压和整组开路电压,然后通过计算得出整组蓄电池对地绝缘电阻值。可按下式计算:

$$R_g = R_v\left(\frac{V}{V_1 + V_2} - 1\right) \tag{8.10.1}$$

式中:R_g——整组电池对地绝缘电阻值;

R_v——电压表内阻值;

V_1——蓄电池正端对地电压;

V_2——蓄电池负端对地电压;

V——蓄电池正、负端对地电压。

8.10.2 验收时,提交资料和文件应符合本规范第 3.0.14 条的规定,并应提交下列资料:

1 充、放电记录及曲线。

2 材质化验报告。

9 母线装置及电机车架线安装工程

9.1 一 般 规 定

9.1.1 母线装置采用的设备和器材，在运输与保管中应采用防腐蚀性气体侵蚀及机械损伤的包装。

9.1.2 母线表面应光洁平整，不应有裂纹、折皱、夹杂物及变形和扭曲现象。

9.1.3 成套供应的金属封闭母线、母线槽的各段应标志清晰，附件应齐全，外壳应无变形，内部应无损伤。螺栓固定的母线搭接面应平整，其镀银层应均匀，不应有麻面、起皮及未覆盖部分。

9.1.4 各种金属构件的安装螺孔，不得采用气焊或电焊割孔。

9.1.5 金属构件及母线的防腐处理，应符合下列规定：

1 金属构件除锈应彻底，防腐漆涂刷应均匀，粘合应牢固，不得有起层、折皱等缺陷。

2 母线涂漆应均匀，并应无起层、折皱等缺陷。

3 室外金属构件应采用热镀锌制品。

4 在有盐雾及含腐蚀性气体的场所，母线应涂防腐涂料。

9.1.6 支柱绝缘子底座、套管的法兰、保护网(罩)等不带电的金属构件，应按现行国家标准《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的规定进行接地。

9.1.7 母线与设备接线端子连接时，不应使用接线端子承受过大的侧向应力。

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

1 经镀银处理的搭接面可直接连接。

2 铜与铜搭接面，室外、高温且潮湿或对母线有腐蚀性气体

的室内应搪锡；在干燥的室内可直接连接。

3　铝与铝搭接面可直接连接。

4　钢与钢搭接面不得直接连接，应采用搪锡或镀锌后连接。

5　铜与铝搭接面，在干燥的室内，铜导体应搪锡；室外或空气相对湿度接近100%的室内，应采用铜铝过渡板，铜端应搪锡。

6　铜搭接面应搪锡，钢搭接面应采用热镀锌。

7　钢搭接面应采用热镀锌。

8　金属封闭母线螺栓固定搭接面应镀银。

9.1.9　母线的相序排列，当设计无要求时应符合下列规定：

1　上、下布置时，交流母线应由上到下排列为A、B、C相，直流母线应正极在上、负极在下。

2　水平布置时，交流母线应由盘后向盘面排列为A、B、C相，直流母线应由盘后向盘面排列为正极、负极。

3　由盘后向盘面看，交流母线的引下线应从左至右排列为A、B、C相，直流母线应正极在左、负极在右。

9.1.10　母线标识颜色应符合下列规定：

1　三相交流母线，A相应为黄色，B相应为绿色，C相应为红色；单相交流母线应与引出相的颜色相同。

2　直流母线，正极应为棕色，负极应为蓝色。

3　三相电路的零线或中性线及直流电路的接地线均应为淡蓝色。

4　金属封闭母线，母线外表面及外壳内表面应为无光泽黑色，外壳外表面应为浅色。

9.1.11　涂刷母线相色标识应符合下列规定：

1　室外软母线、金属封闭母线外壳、管形母线应在两端做相色标识。

2　单片、多片母线及槽形母线的可见面均应涂相色。

3　钢母线应镀锌，可见面应涂相色。

4　相色涂刷应均匀，应无起层、脱落、皱皮等缺陷，并应整齐

一致。

9.1.12 母线在下列各处不应涂刷相色：

1 母线的螺栓连接及支撑点处、母线与电器的连接处，以及距所有连接处 10mm 以内的地方。

2 供携带式接地线连接用的接触面上，以及距接触面长度为母线的宽度或直径的地方，且不应小于 50mm。

9.1.13 盘柜内交、直流小母线应安装绝缘管。

9.1.14 母线安装时，室内、室外配电装置安全净距应符合表 9.1.14-1、表 9.1.14-2 的规定。当电压值超过本级电压，其安全净距应采用高一级电压的安全净距离值。

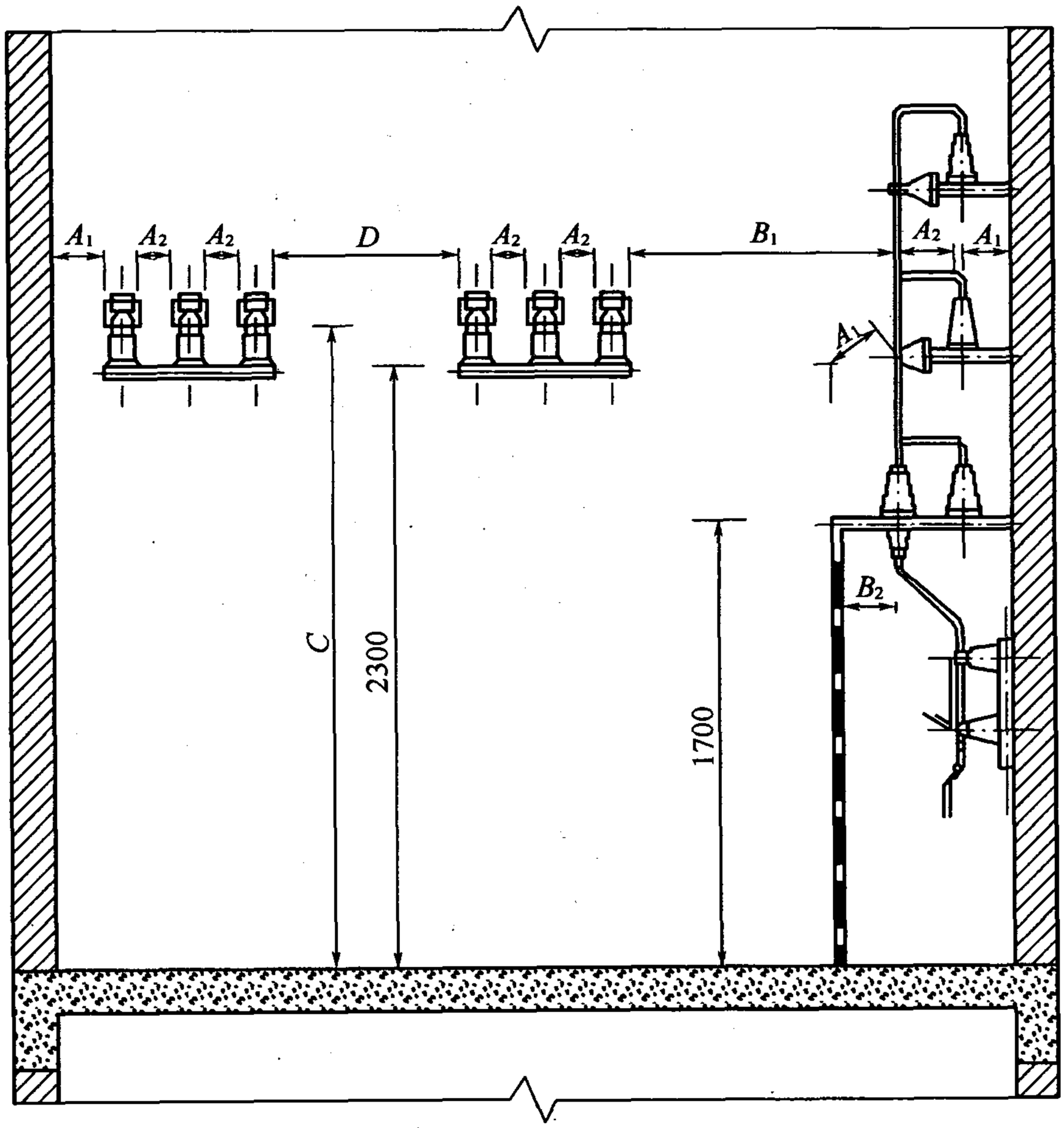


图 9.1.14-1 室内 A_1、A_2、B_1、B_2、C、D 值校验

表 9.1.14-1　室内配电装置的安全净距离(mm)

符号	适用范围	图号	额定电压(kV)										
			0.4	1～3	6	10	15	20	35	60	110J	110	220J
A_1	1.带电部分至接地部分之间； 2.网状和板状遮栏向上延伸线距地2.3m处与遮栏上方带电部分之间	图 9.1.14-1	20	75	100	125	150	180	300	550	850	950	1800
A_2	1.不同相的带电部分之间； 2.断路器和隔离开关的断口两侧带电部分之间	图 9.1.14-1	20	75	100	125	150	180	300	550	900	1000	2000
B_1	1.栅状遮栏至带电部分之间； 2.交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间	图 9.1.14-1 图 9.1.14-2	800	825	850	875	900	930	1050	1300	1600	1700	2550
B_2	网状遮栏至带电部分之间	图 9.1.14-1 图 9.1.14-2	100	175	200	225	250	280	400	650	950	1050	1900
C	无遮栏裸导体至地(楼)面之间	图 9.1.14-1	2300	2375	2400	2425	2450	2600	2600	2850	3150	3250	4100
D	平行的不同时停电检修的无遮栏裸导体之间	图 9.1.14-1	1875	1875	1900	1925	1950	1980	2100	2350	2650	2750	3600
E	通向室外的出线套管至室外通道的路面	图 9.1.14-2	3650	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4500	5000	5000	5500

表 9.1.14-2　室外配电装置的安全净距离(mm)

符号	适用范围	图号	额定电压(kV)										
			0.4	1～10	15～20	35	60	110J	110	220J	330J	500J	750J
A_1	1. 带电部分至接地部分之间； 2. 网状遮栏向上延伸距地面 2.5m 处遮栏上方带电部分之间	图 9.1.14-3 图 9.1.14-4 图 9.1.14-5	75	200	300	400	650	900	1000	1800	2500	3800	5600/ 5950
A_2	1. 不同相的带电部分之间； 2. 断路器和隔离开关的断口两侧引线带电部分之间	图 9.1.14-3	75	200	300	400	650	1000	1100	2000	2800	4300	7200/ 8000
B_1	1. 设备运输时，其外廓至无遮栏带电部分之间； 2. 交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间； 3. 栅状遮栏至绝缘体和带电部分之间； 4. 带电作业时的带电部分至接地部分之间	图 9.1.14-3 图 9.1.14-4 图 9.1.14-5	825	950	1050	1150	1400	1650	1750	2550	3250	4550	6250/ 6700

B_2	网状遮栏至带电部分之间	图 9.1.14-4	175	300	400	500	750	1000	1100	1900	2600	3900	5600/6050
C	1.无遮栏裸导体至地面之间； 2.无遮栏裸导体至建筑物、构筑物顶部之间	图 9.1.14-4 图 9.1.14-5	2500	2700	2800	2900	3100	3400	3500	4300	5000	7500	12000/12000
D	1.平行的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间； 2.带电部分与建筑物、构筑物的边沿部分之间	图 9.1.14-3 图 9.1.14-4	2000	2200	2300	2400	2600	2900	3000	3800	4500	5800	7500/7950

注：1 110J、220J、330J、500J、750J 指中性点直接接地电网。

2 网状遮栏至绝缘体和带电部分之间，对于 220kV 及以上电压，可按绝缘体电位的实际分布，采用相应的 B 值检验，且可允许栅状遮栏与绝缘体的距离小于 B_1 值，当无给定的分布电位时，可按线性分布计算。500kV 及以上相间通道的安全净距，可按绝缘体电位的实际分布检验；当无给定的分布电位时，可按线性分布计算。

3 带电作业时的带电部分至接地部分之间(110J～500J)，带电作业时，不同相或交叉的不同回路带电部分之间，其 B_1 值可取 A_2+750mm。

4 500kV 的 A_1 值，双分裂软导线至接地部分之间可取 3500mm。

5 除额定电压 750J 外，海拔超过 1000m 时，A 值应按图 9.1.14-6 进行修正；750J 栏内“/”前为海拔 1000m 的安全净距，“/”后为海拔 2000m 的安全净距。

6 本表所列各值不适用于制造厂生产的成套配电装置。

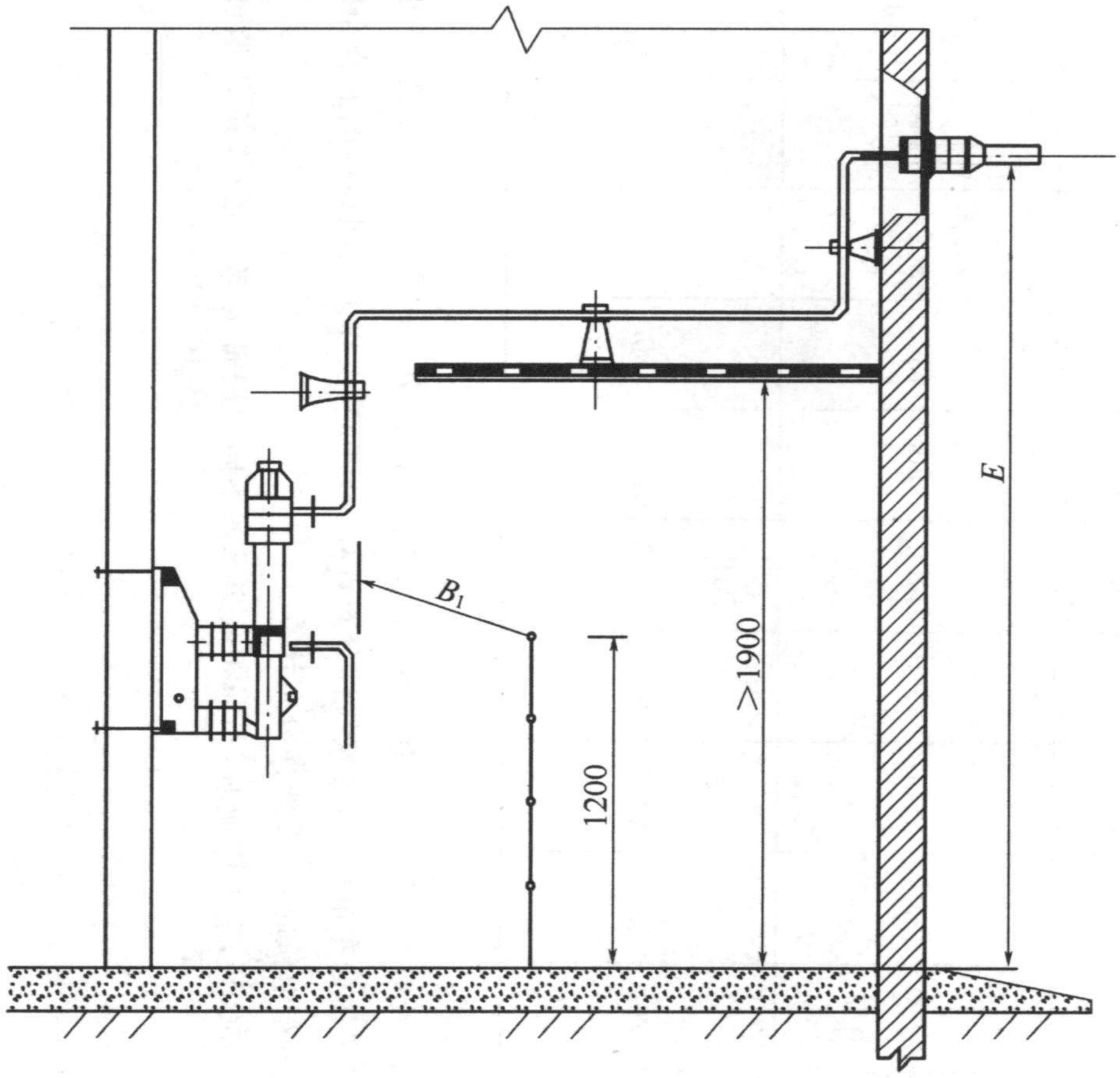


图 9.1.14-2　室内 B_1、E 值校验

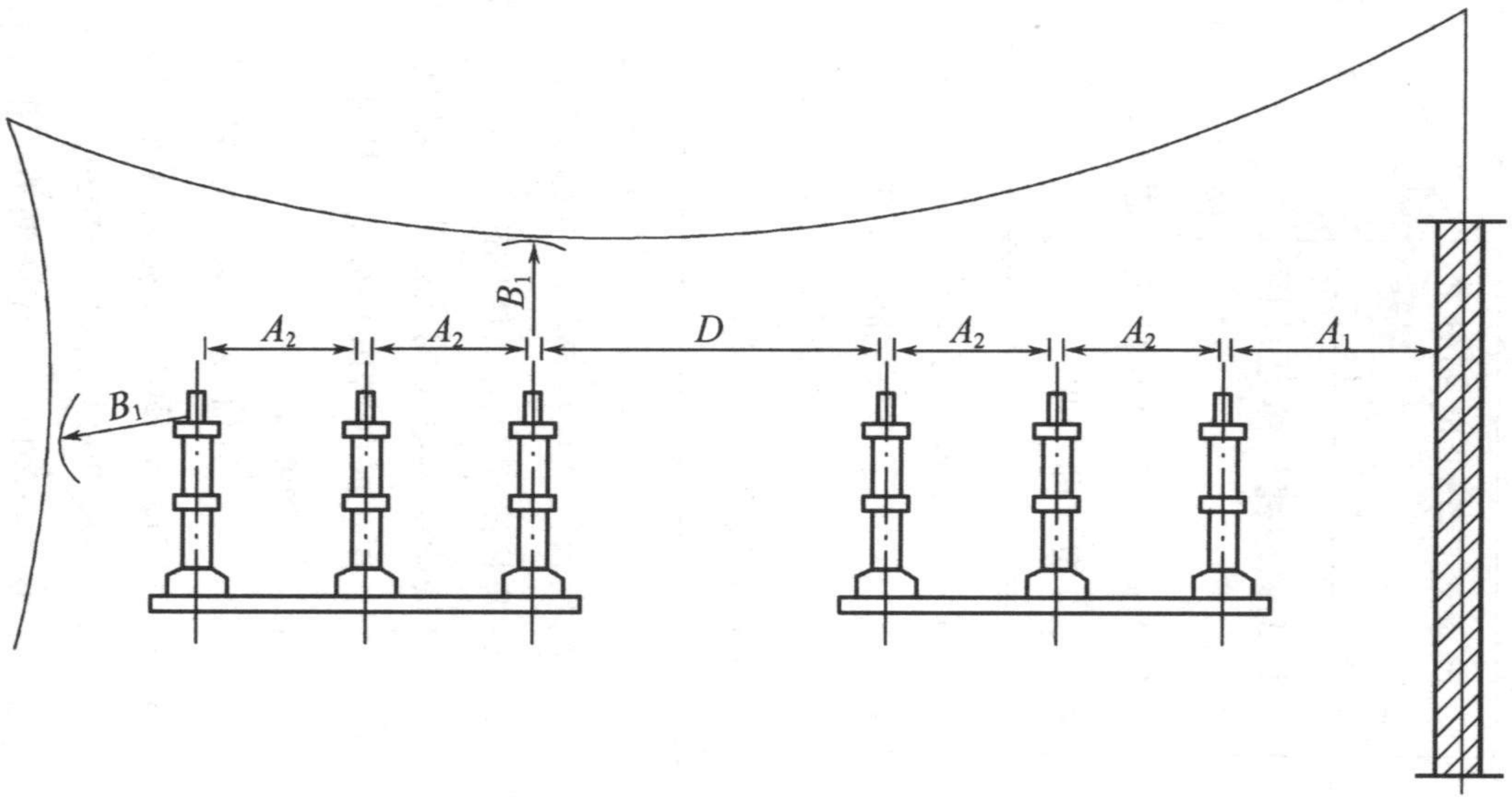


图 9.1.14-3　室外 A_1、A_2、B_1、B_2、D 值校验

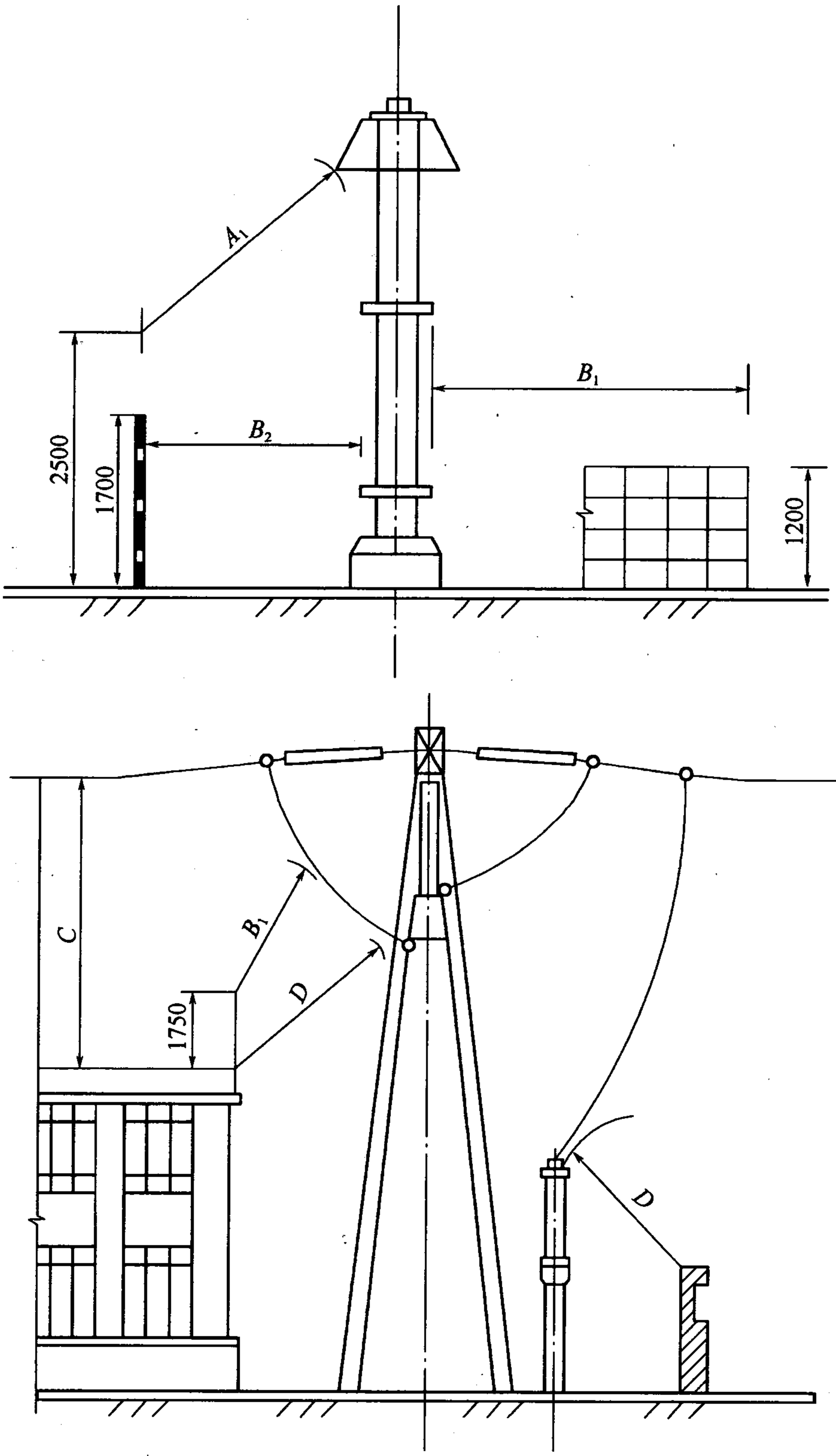


图 9.1.14-4　室外 A_1、B_1、B_2、C、D 值校验

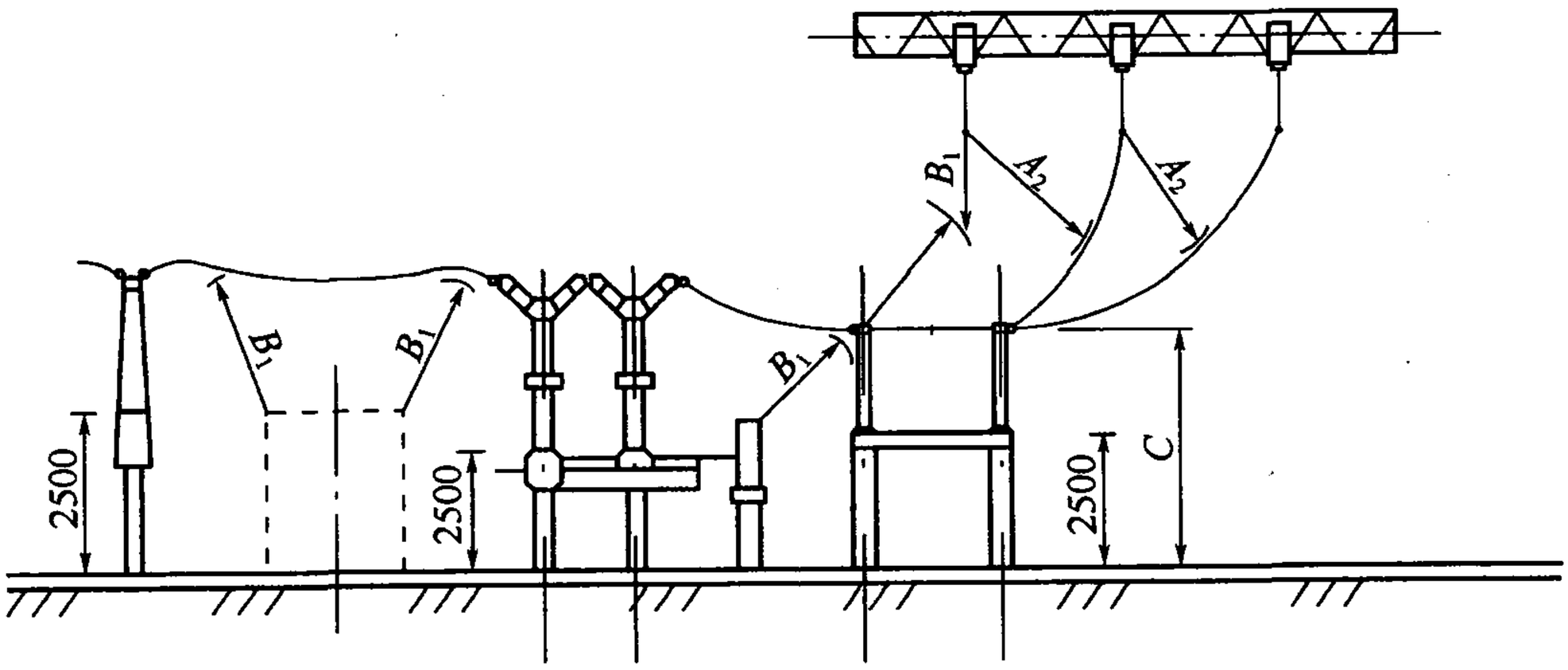


图 9.1.14-5　室外 A_2、B_1、C 值校验

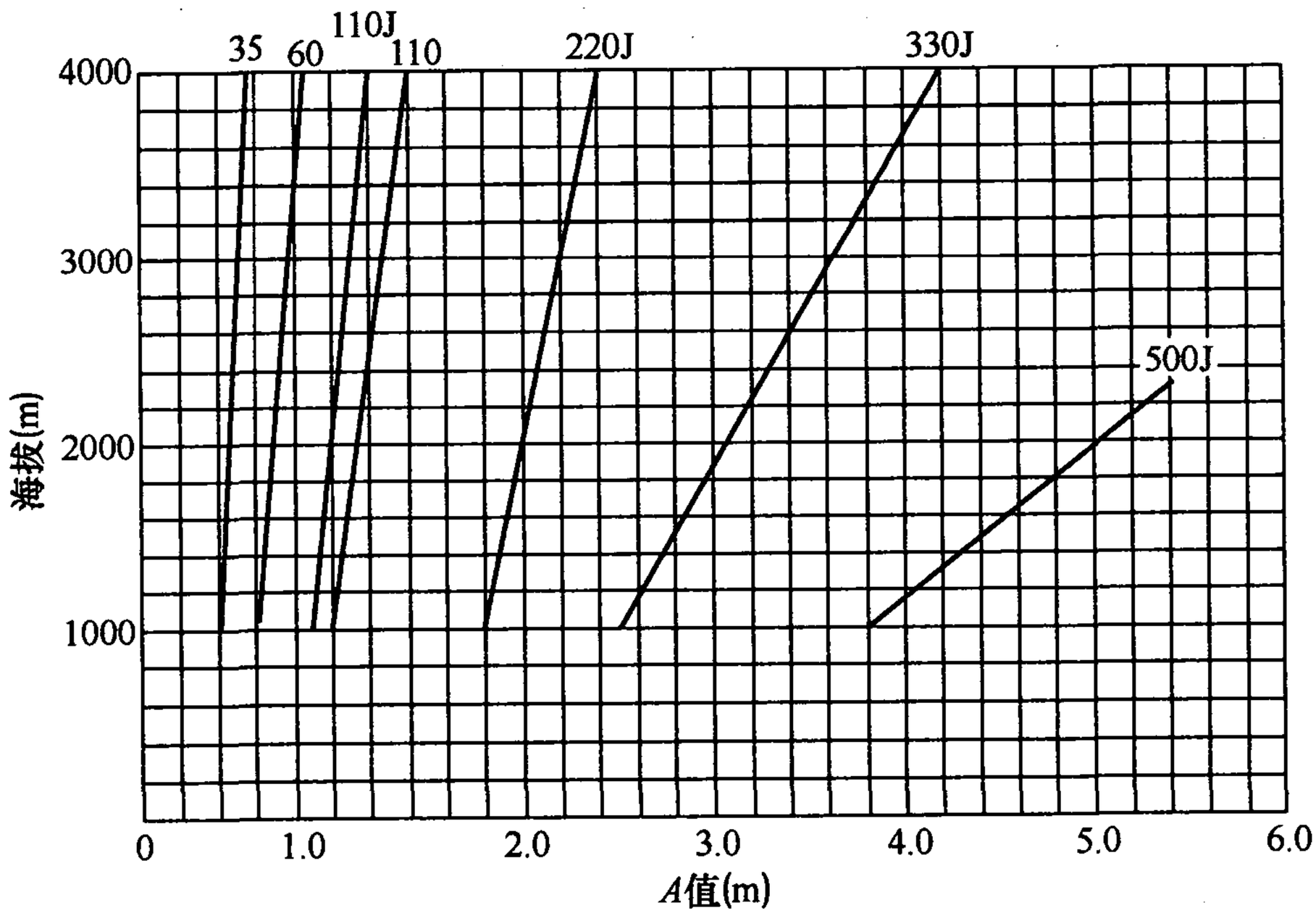


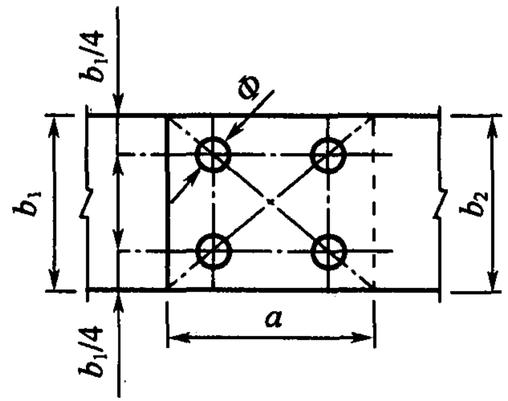
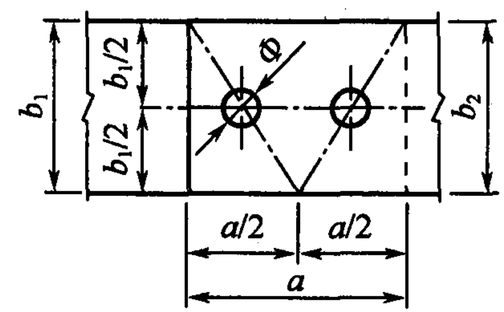
图 9.1.14-6　海拔大于 1000m 时，A 值的修正

9.2　硬母线加工

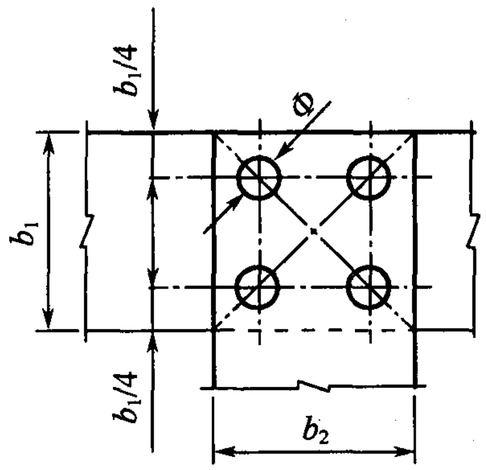
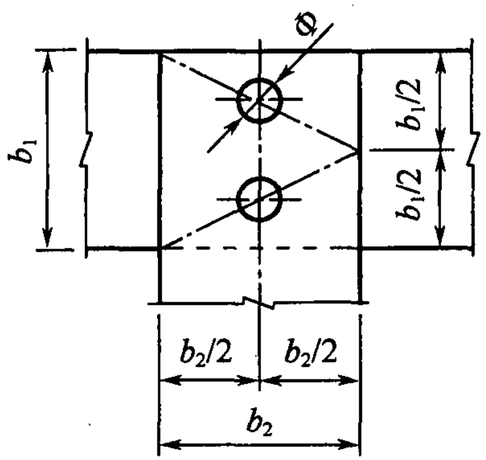
9.2.1　母线应矫正平直，切断面应平整。

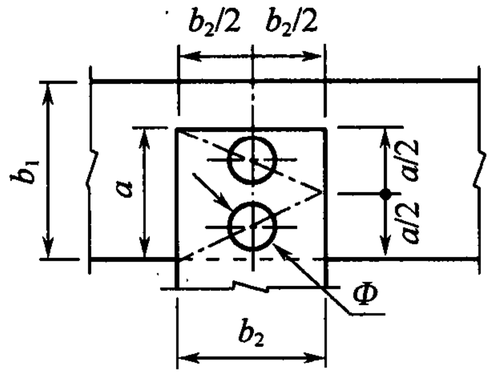
9.2.2　矩形母线的搭接连接，应符合表 9.2.2 的规定；当母线与设备接线端子连接时，应符合现行国家标准《变压器、高压电器和套管的接线端子》GB/T 5273 的有关规定。

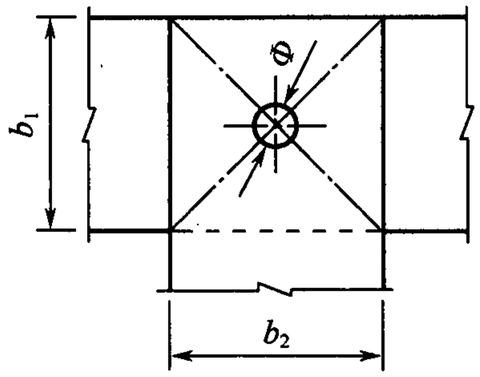
表 9.2.2　矩形母线搭接规定

搭接形式	类别	序号	连接尺寸(mm)			钻孔要求		螺栓规格
			b_1	b_2	a	Φ(mm)	个数(个)	
	直线连接	1	125	125	b_1 或 b_2	21	4	M20
		2	100	100	b_1 或 b_2	17	4	M16
		3	80	80	b_1 或 b_2	13	4	M12
		4	63	63	b_1 或 b_2	11	4	M10
		5	50	50	b_1 或 b_2	9	4	M8
		6	45	45	b_1 或 b_2	9	4	M8
	直线连接	7	40	40	80	13	2	M12
		8	31.5	31.5	63	11	2	M10
		9	25	25	50	9	2	M8

续表 9.2.2

搭接形式	类别	序号	连接尺寸(mm)			钻孔要求		螺栓规格
			b_1	b_2	a	Φ(mm)	个数(个)	
	垂直连接	10	125	125	—	21	4	M20
		11	125	80～100	—	17	4	M16
		12	125	63	—	13	4	M12
		13	100	80～100	—	17	4	M16
		14	80	63～80	—	13	4	M12
		15	63	50～63	—	11	4	M10
		16	50	50	—	9	4	M8
		17	45	45	—	9	4	M8
		18	125	40～50	—	17	2	M16
		19	100	40～63	—	17	2	M16
		20	80	40～63	—	15	2	M14
		21	63	40～50	—	13	2	M12
		22	50	40～45	—	11	2	M10
		23	63	25～31.5	—	11	2	M10
		24	50	25～31.5	—	9	2	M8





垂直连接	25	125	25～31.5	60	11	2	M10
	26	100	25～31.5	50	9	2	M8
	27	80	25～31.5	50	9	2	M8
	28	40	31.5～40	—	13	1	M12
	29	40	25	—	11	1	M10
	30	31.5	25～31.5	—	11	1	M10
	31	25	22	—	9	1	M8

注：b_1 为母线 1 宽度，b_2 为母线 2 宽度，a 为搭接长度。

9.2.3 相同布置的主母线、分支母线、引下线及设备连接线应对称一致，并应横平竖直、整齐美观。

9.2.4 矩形母线应进行冷弯，不得进行热弯。

9.2.5 母线弯制时(图 9.2.5)应符合下列规定：

1 母线开始弯曲处距最近绝缘子的母线支持夹板边缘的距离不应大于 0.25L，但不得小于 50mm。

2 母线开始弯曲处距母线连接位置不应小于 50mm。

3 矩形母线应减少直角弯，弯曲处不得有裂纹及显著的折皱，母线的最小弯曲半径应符合表 9.2.5 的规定。

4 多片母线的弯曲度、间距应一致。

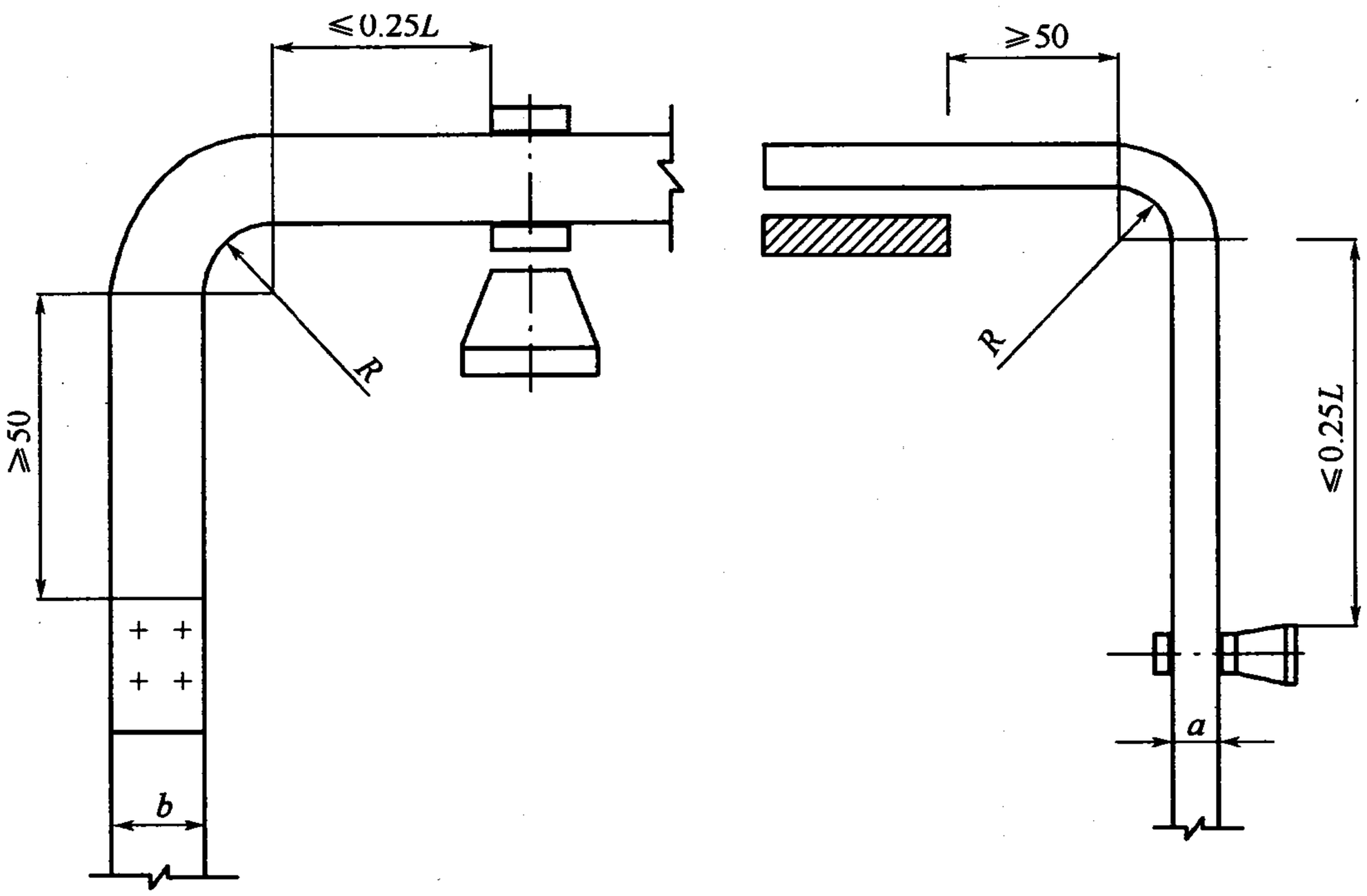


图 9.2.5 硬母线的直弯与平弯

a—母线的厚度；b—母线宽度；L—母线两支持点之间的距离；

R—母线最小弯曲半径

表 9.2.5　母线最小弯曲半径

母线种类	弯曲方式	母线断面尺寸（mm）	最小弯曲半径（mm）		
			铜	铝	钢
矩形母线	平弯	50×5 及其以下	2*a*	2*a*	2*a*
		125×10 及其以下	2*a*	2.5*a*	2*a*
	立弯	50×5 及其以下	1*b*	1.5*b*	0.5*b*
		125×10 及其以下	1.5*b*	2*b*	1*b*
棒形母线	—	直径为 16 及其以下	50	7	50
		直径为 30 及其以下	150	150	150

注：*a* 为母线厚度，*b* 为母线宽度。

9.2.6　矩形母线采用螺栓固定搭接时，连接处距支柱绝缘子的支持夹板边缘不应小于 50mm；上片母线端头与下片母线平弯开始处的距离不应小于 50mm（图 9.2.6）。

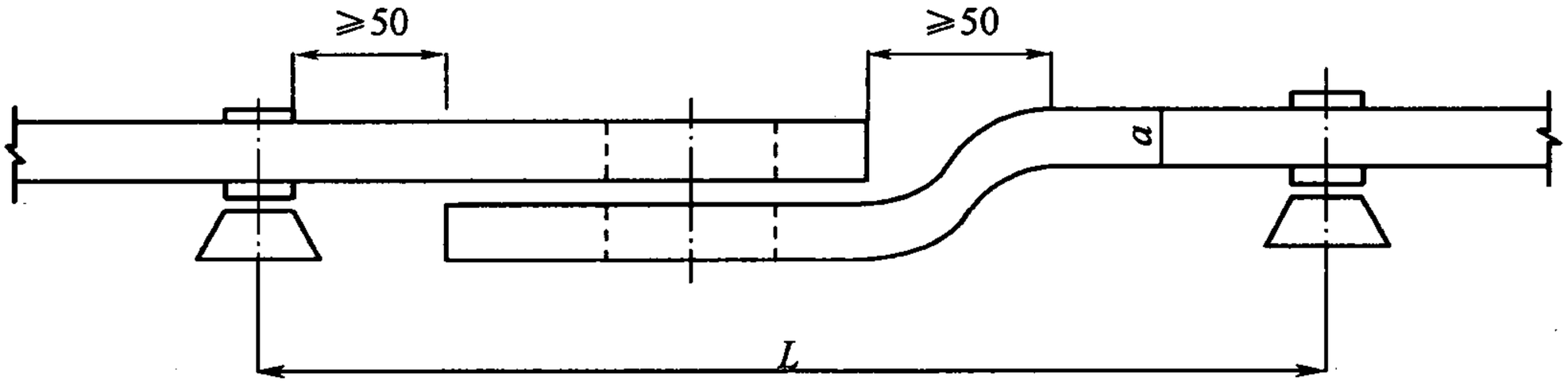


图 9.2.6　矩形母线搭接

a—母线厚度；*L*—母线两支持点之间的距离

9.2.7　矩形母线扭转 90°时，其扭转部分的长度应为母线宽度的 2.5 倍～5 倍（图 9.2.7）。

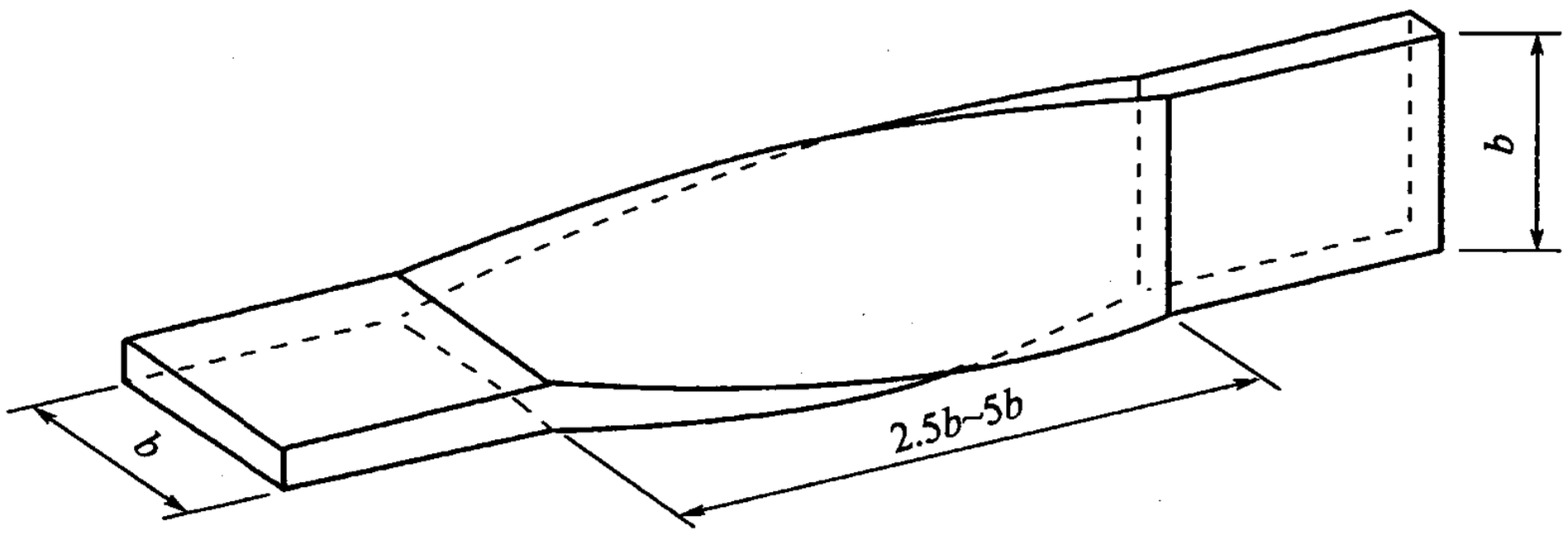


图 9.2.7　母线扭转 90°

b—母线宽度

9.2.8 母线连接处螺孔的直径不应大于螺栓直径 1mm；螺孔应垂直、不歪斜，中心距离允许误差应为±0.5mm。

9.2.9 母线接触面应平整、无氧化膜，经加工后其截面减少值，铜母线不应超过原截面的 3%；铝母线不应超过原截面的 5%。具有镀银的母线搭接面，不得进行锉磨。

9.2.10 铝合金管母线的加工制作应符合下列规定：

1 切断的管口应平整，且应与轴线垂直。

2 管形母线的坡口应用机械加工，坡口应光滑、均匀、无毛刺。

3 母线对接焊口距母线支持器夹板边缘距离不应小于 50mm。

4 按制造长度供应的铝合金管，其弯曲度不应超过表 9.2.10 的规定。

表 9.2.10 铝合金管允许弯曲度值

管子规格(mm)	弯度	全长(L)内的弯度(mm)
直径为 150 以下冷拔管	<2.0‰	$<2.0\times L/1000$
直径为 150 以下热挤压管	<3.0‰	$<3.0\times L/1000$
直径为 150～250 热挤压管	<4.0‰	$<4.0\times L/1000$
直径为 150～250 冷拔管	<4.0‰	$<4.0\times L/1000$

注：L 为管子的制造长度。

9.3 硬母线安装

9.3.1 硬母线的连接应符合下列规定：

1 硬母线的连接应采用焊接、贯穿螺栓连接或夹板及夹持螺栓搭接。

2 管形、棒形母线应用专用金具连接。

3 管形、棒形母线不得采用内螺纹管接头或锡焊连接。

9.3.2 管形、棒形母线的连接应符合下列规定：

1 安装前应对连接金具和管形、棒形母线导体接触部位的尺寸进行测量，其误差值应符合产品技术文件要求。

2 与管母线连接金具配套使用的衬管应符合设计和产品技

术文件要求。

3　管形、棒形母线连接金具螺栓紧固力矩应符合产品技术文件要求。

9.3.3　母线与母线或母线与设备接线端子的连接应符合下列规定：

1　母线接触面间应保持清洁，并应涂以电力复合脂。

2　母线平置时，螺栓应由下往上穿，螺母应在上方，其余情况下，螺母应置于维护侧，螺栓长度宜露出螺母 2 扣～3 扣。

3　螺栓与母线紧固面间均应有平垫圈，母线多颗螺栓连接时，相邻螺栓垫圈间应有 3mm 以上的净距，螺母侧应装有弹簧垫圈或锁紧螺母。

4　母线的接触面应连接紧密，连接螺栓应用力矩扳手紧固，钢制螺栓紧固力矩值应符合本规范表 4.2.4 的规定，非钢制螺栓紧固力矩值应符合技术文件要求。

9.3.4　母线与螺杆形接线端子连接时，母线的孔径不应大于螺杆形接线端子直径 1mm。丝扣的氧化膜应刷净，螺母接触面应平整，螺母与母线间应加铜质搪锡平垫圈，并应有锁紧螺母，但不得加装弹簧垫。

9.3.5　母线在支柱绝缘子上固定时应符合下列规定：

1　母线固定金具支柱绝缘子间的固定应平整牢固，不应使其所支持的母线受到额外应力。

2　交流母线的固定金具或其他支持金具不应成闭合铁磁回路。

3　当母线平置时，母线支持夹板的上部板应与母线保持 1mm～1.5mm 的间隙，当母线立置时，上部压板应与母线保持 1.5mm～2mm 的间隙。

4　母线在支柱绝缘子上的固定死点，每一段应设置 1 个，并宜位于全长或母线伸缩节中点。

5　管形母线安装在滑动式支持器上时，支持器的轴座与管母

线之间应有 1mm～2mm 的间隙。

6　母线固定装置应无棱角和毛刺。

9.3.6　多片矩形母线间应保持不小于母线厚度的间隙，相邻的间隔垫边缘间距离应大于 5mm。

9.3.7　母线伸缩节不得有裂纹、断股和折皱现象，母线伸缩节的总截面不应小于母线截面的 1.2 倍。

9.3.8　终端或中间采用拉紧装置的车间低压母线的安装，当设计无要求时，应符合下列规定：

1　终端或中间拉紧固定支架宜装有调节螺栓的拉线，拉线的固定点应能承受拉线张力。

2　同一档距内，母线的各相弛度最大偏差应小于 10%。

9.3.9　母线长度超过 300m～400m 而需换位时，换位不应小于 1 个循环。槽形母线换位段处可用矩形母线连接，换位段内各相母线的弯曲程度应对称一致。

9.3.10　插接母线槽的安装应符合下列规定：

1　悬挂式母线槽的吊钩应有调整螺栓，固定点间距离不得大于 3m。

2　母线槽的端头应装封闭罩，引出线孔的盖子应完整。

3　各段母线槽的外壳的连接应可拆，外壳之间应有跨接线，并应接地可靠。

9.3.11　重型母线的安装应符合下列规定：

1　母线与设备连接处宜采用软连接，连接线的截面不应小于母线截面。

2　母线的紧固螺栓，铝母线宜用铝合金螺栓，铜母线宜用铜螺栓；紧固螺栓时应用力矩扳手。

3　在运行温度高的场所，母线不应有铜铝过渡接头。

4　母线在固定点的活动滚杆应无卡阻，部件的机械强度及绝缘电阻应符合设计要求。

9.3.12　铝合金管形母线的安装应符合下列规定：

1　管形母线应采用多点吊装，不得伤及母线。

2　母线终端应安装防电晕装置，其表面应光滑、无毛刺或凹凸不平。

3　同相管段轴线应处于一个垂直面上，三相母线管段轴线应互相平行。

4　水平安装的管形母线，宜在安装前采取预拱措施。

9.4　硬母线焊接

9.4.1　母线焊接应由焊工进行，焊接质量应符合现行行业标准《母线焊接技术规程》DL/T 754 的有关规定。

9.4.2　正式焊接前，应进行焊接工艺试验，焊接接头性能应符合下列规定：

1　表面及断口不应有气孔、夹渣、裂纹、未熔合、未焊透等缺陷。

2　无损检测的质量等级应符合现行行业标准《母线焊接技术规程》DL/T 754 中无损探伤检验的规定。

3　铝与铝合金焊接接头抗拉强度不应低于原材料抗拉强度标准值的下限。经热处理强化的铝合金，其焊接头的抗拉强度不得低于原材料标准值的 60%。

4　焊接接头直流电阻值不应大于规格尺寸均相同的原材料直流电阻值的 1.05 倍。

9.4.3　焊接场所应采取防风、防雨、防雪、防冻、防火等措施。

9.4.4　焊接前应确认母材的牌号，并应正确选定焊接材料和制定合理的焊接工艺。

9.4.5　母线焊接所用的焊条、焊丝应符合现行国家标准《铝及铝合金焊条》GB/T 3669、《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858、《铜及铜合金焊条》GB/T 3670 和《铜及铜合金焊丝》GB/T 9460 的有关规定。焊接前，焊条应按规定烘焙，焊丝应去除表面氧化膜、水分和油污等杂物。

9.4.6 铝与铝合金的管形母线、槽形母线、金属封闭母线及重型母线应采用氩弧焊。

9.4.7 直径大于 300mm 的对接接头宜采用对称焊。

9.4.8 焊接前应将母线坡口两侧表面各 30mm～50mm 范围内清刷干净，不得有氧化膜、水分和油污；坡口加工面应无毛刺和飞边。

9.4.9 焊接前对口应平直，其弯折偏移不应大于 0.2%(图 9.4.9-1)；对接接头对口时，根部表面偏移不应大于 0.5mm(图 9.4.9-2)。

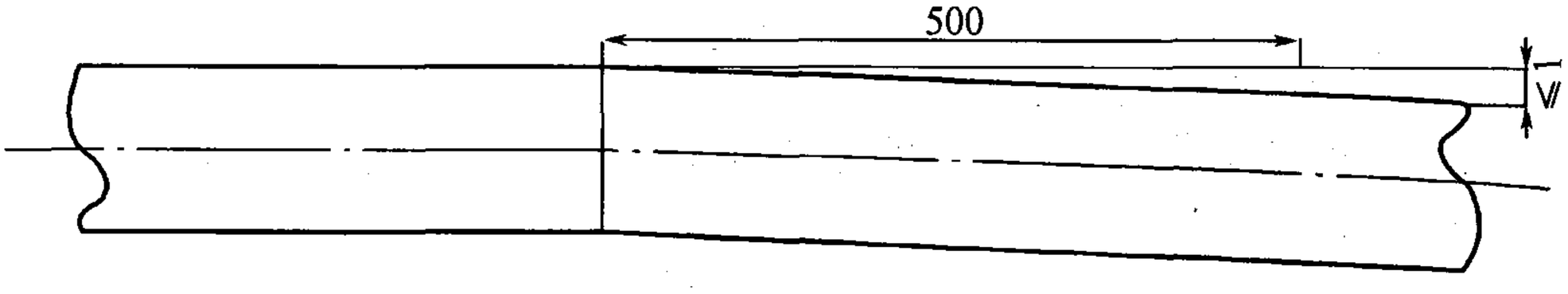


图 9.4.9-1 对口允许弯折偏差

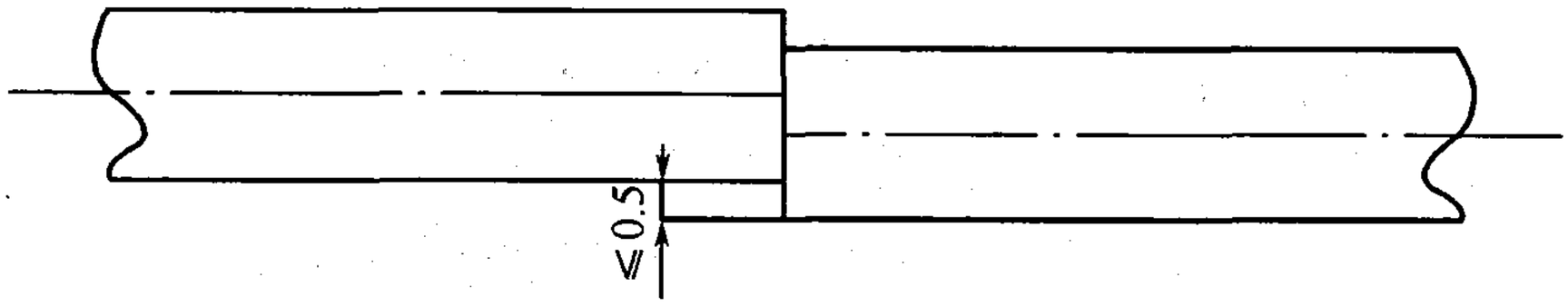
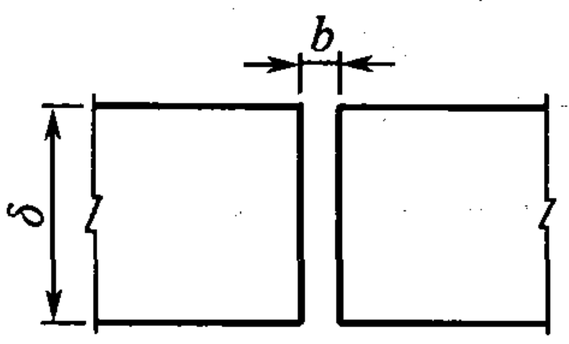


图 9.4.9-2 对口中心线允许偏差

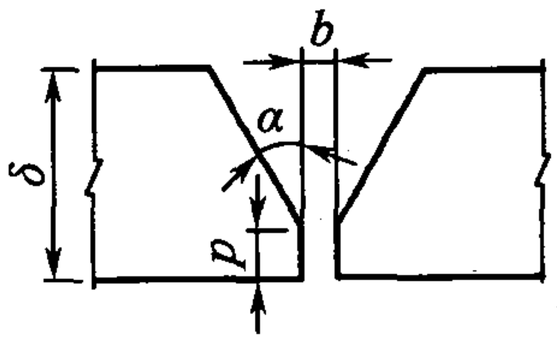
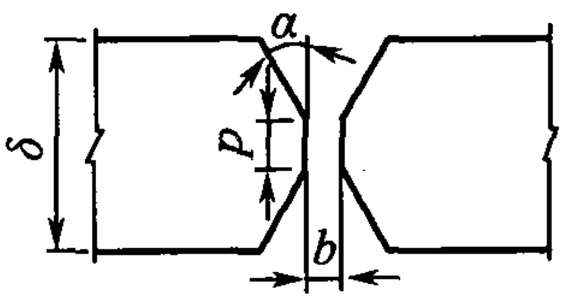
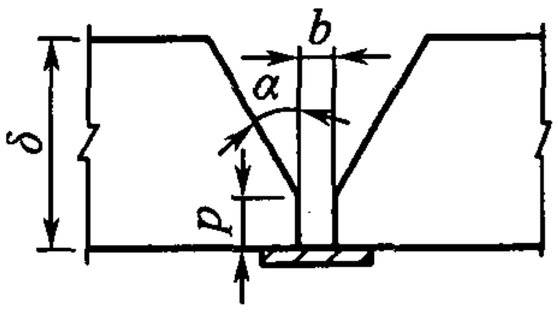
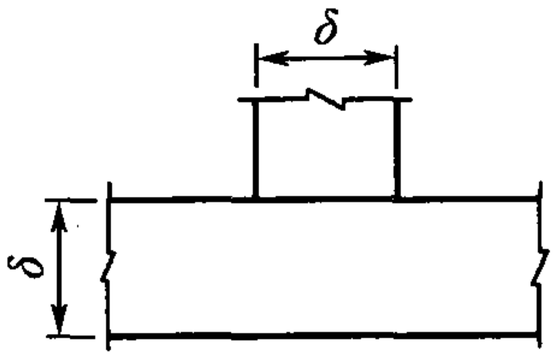
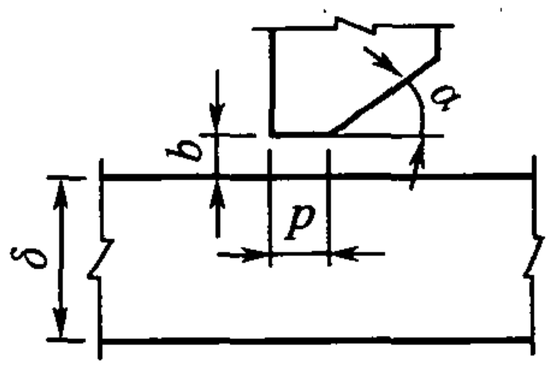
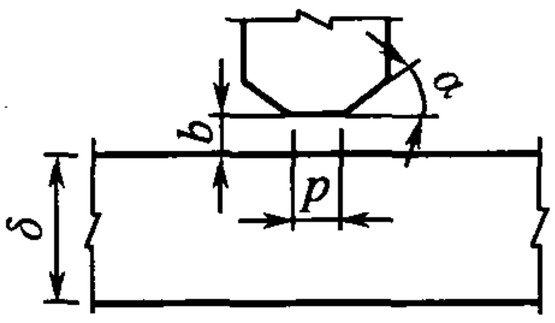
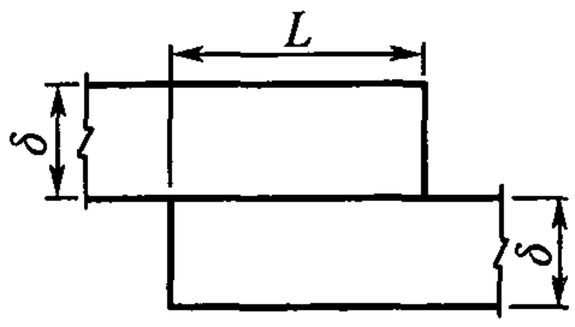
9.4.10 每道焊缝应连续施焊；焊缝未冷却前，母线不得移动或受力。

9.4.11 铝与铝合金硬母线对焊时，焊口尺寸应符合表 9.4.11 的规定。

表 9.4.11 对口焊焊口尺寸

接头类别	图形	焊接厚度 a(mm)	焊接结构尺寸			适用范围
			α(°)	b(mm)	P(mm)	
对接接头		<5	—	0.5～2	—	板件或管件

续表 9.4.11

接头类别	图　　形	焊接厚度 a(mm)	焊接结构尺寸			适用范围
			α(°)	b(mm)	p(mm)	
对接接头		5～12	35～40	2～3	1～2	板件
对接接头		>10	30～35	2～3	1.5～2	板件
对接接头		>5	25～30	6～8 5～6	1～2	板件或管件
角接接头		3～12	—	—	—	板件
角接接头		>10	35～40	1～2	2～3	板件
角接接头		>15	35～40	1～2	2～3	板件
搭接接头		>5	搭接长度 $L\geqslant 2\delta$			板件或管件

9.4.12 管形母线的补强衬管的纵向轴线应位于焊口中央，衬管与管母线的间隙应小于 0.5mm(图 9.4.12)。

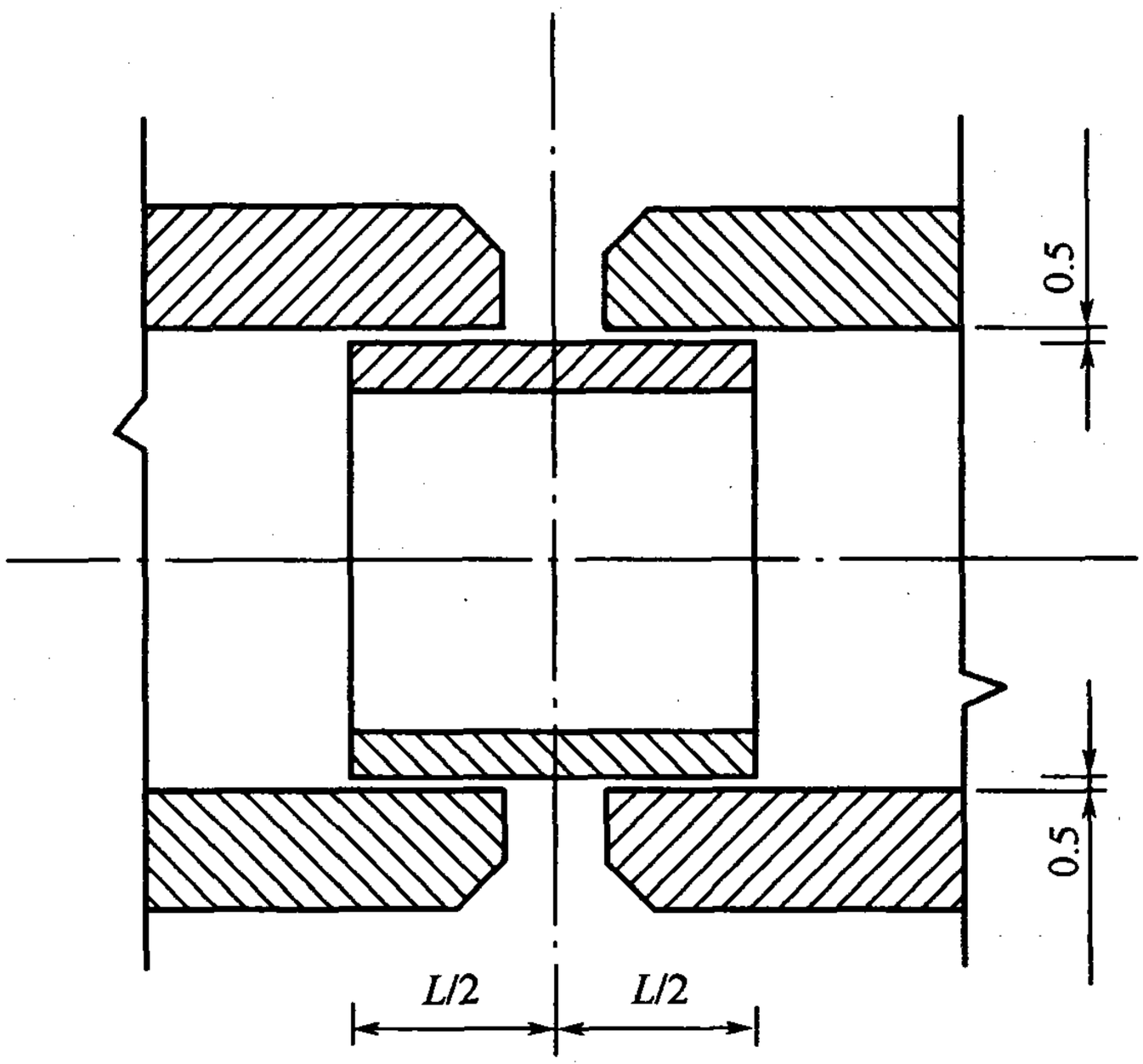


图 9.4.12 衬管的位置

L—衬管长度

9.4.13 母线对接焊缝的部位应符合下列规定：

1 焊缝离支持绝缘子母线夹板边缘不应小于 100mm。

2 母线宜减少对接焊缝。

3 同相母线不同片上的对接焊缝，其错开位置不应小于 50mm。

9.4.14 母线焊接后检验标准应符合下列规定：

1 母线对接焊缝应有 2mm～4mm 的余高；角焊缝的焊脚尺寸应大于薄壁侧母材的壁厚 2mm～4mm。330kV 及以上的电压的硬母线焊缝应呈圆弧形，不应有毛刺、凹凸不平等缺陷；引下线母线采用搭接焊时，焊缝的长度不应小于母线宽度的 2 倍。

2 焊接接头表面应无可见的裂纹、未熔合、气孔、夹渣等缺陷。

3　咬边深度不得超过母线厚度(管形母线为壁厚)的10%，且不得大于1mm，其总长度不得超过焊缝总长度的20%。

4　在重要的导电部位或主要受力部位，对接焊接头应经射线抽检合格。

9.5　软母线架设安装

9.5.1　软母线不得有扭结、松股、断股、严重腐蚀或其他明显的损伤；扩径导线不得有明显凹陷和变形。同一截面处损伤面积不得超过导电部分总截面的5%。

9.5.2　采用的金具除应有质量合格证外，尚应进行下列检查：

1　规格应相符，零件配套应齐全。

2　表面应光滑，并应无裂纹、伤痕、砂眼、锈蚀、滑扣等缺陷，锌层不应剥落。

3　线夹船型压板与导线接触面应光滑平整，悬垂线夹的转动部分应灵活。

9.5.3　导线盘的摆放方向应使导线自盘的上部抽出，放线过程中，导线不得与地面摩擦，并应按本规范第9.5.1条的规定对导线外观检查。

9.5.4　导线测量宜采用小张力将导线拉直测量；切断导线前，端头应加绑扎；端面应整齐、无毛刺，并应与线股轴线垂直。压接导线前需要切割铝线时，不得伤及钢芯。

9.5.5　软母线与线夹连接应采用液压压接或螺栓连接。

9.5.6　耐张线夹压接前应对每种规格的导线取试件两件进行试压，并应在试压合格后再施工。

9.5.7　采用液压压接导线时，应符合下列规定：

1　压接用的钢模应与被压管配套，液压钳应与钢模匹配。

2　扩径导线与耐张线夹压接时，应用相应的材料将扩径导线中心的空隙填满。

3　导线的端头伸入耐张线夹或设备线夹的长度应达到规定

的长度。

4 压接时应保持线夹的正确位置，不得歪斜，相邻两模间重叠不应小于 5mm。

5 压接时应以压力值达到规定值为判断压力合格的标准。

6 压接后六角形对边应为压接管外径 0.866 倍，当任何一个对边尺寸超过压接管外径 0.866 倍加 0.2mm 时，应更换钢模。

7 压接管口应刷防锈漆。

9.5.8 螺栓连接线夹应用力矩扳手紧固。螺栓应均匀拧紧，紧固 U 形螺栓时，应使两端均衡，不得歪斜；螺栓长度除可调金具外，宜露出螺母 2 扣～3 扣。

9.5.9 当软母线采用钢制螺栓型耐张线夹或悬垂线夹连接时，应缠绕铝包带，其绕向应与外层铝股的旋向一致，两端露出线夹口不应超过 10mm，且端口应回到线夹内压紧。

9.5.10 软导线和连接线夹连接时，应符合下列规定：

1 导线及线夹接触面均应清除氧化膜，并应用金属清洗剂清洗，清洗长度不应少于连接长度的 1.2 倍，导电接触面应涂以电力复合脂。

2 软导线线夹与电器接线端子或硬母线连接时，应按本规范第 9.1.8 条、第 9.2.2 条和第 9.3.2 条的有关规定执行。

3 室外易积水的线夹应设置排水孔。

9.5.11 软母线和组合导线在档距内不得有连接头，在跳线上连接应采用专用线夹；软母线经螺栓耐张线夹引至设备时不得切断，应成为一个整体。

9.5.12 扩径导线的弯曲度不应小于导线外径的 30 倍。

9.5.13 母线跳线和引下线安装后，与构架及线间的距离不得小于本规范表 9.1.14-2 的规定。

9.5.14 具有可调金具的母线，在导线安装调整完毕后，应将可调金具的调节螺母锁紧。

9.5.15 母线弛度应符合设计要求，其允许误差应为－2.5%～＋5%，

同一档距内三相母线的弛度应一致，相同布置的分支线，宜有同样的弯度和弛度。

9.5.16 安装组合导线时，应符合下列规定：

1 组合导线的间隔金具、固定用线夹，以及所使用的各种金具应齐全；间隔金具及固定线夹在导线上的固定位置应符合设计要求，其距离允许偏差范围应为±3%；安装应牢固，并应与导线垂直。

2 载流电线与承重钢索组合后，其弛度应一致，导线与终端固定金具的连接应符合本规范第9.3节的有关规定。

9.6 金属封闭母线

9.6.1 封闭母线的检查及保管应符合下列规定：

1 封闭母线运输单元运抵现场后，应会同有关部门开箱清点，应对规格、数量及完好情况进行外观检查，并应做好记录。

2 封闭母线运抵现场后不能及时安装时，应存放于干燥、通风、没有腐蚀物资的场所，并应对存放、保管情况每月进行一次检查。

3 封闭母线现场存放应符合产品技术文件的要求。封闭母线两端的封闭罩应完好无损。

4 母线零部件应储存在仓库的货架上，并应保持包装完好、分类清晰、标识明确。

9.6.2 安装前应检查并核对母线及其他连接设备的安装位置及尺寸。

9.6.3 金属封闭母线的安装与调整应符合下列规定：

1 在各段母线就位前，应对外壳内部、母线表面、绝缘支撑件及金具表面进行检查和清理，并应进行相关试验。

2 吊装母线应使用尼龙绳或套有橡胶管的钢丝绳，并不得碰撞和擦伤外壳。

3 各段封闭母线布置就位后，应按下列要求进行调整：

1)离相封闭母线相邻两相母线外壳的中心距离应符合设计要求,尺寸允许偏差应为±5mm;

2)母线与设备端子连接距离应符合设计要求;采用伸缩节连接时,尺寸允许偏差应为±10mm;

3)外壳与设备端子罩法兰之间的连接距离应符合设计要求;当采用橡胶伸缩套连接时,尺寸允许偏差应为±10mm;

4)母线导体或外壳采用对接焊口连接方式时,纵向尺寸允许偏差应为±5mm;

5)母线导体或外壳采用搭接焊接连接方式时,纵向尺寸允许偏差应为±15mm;

6)离相封闭母线中的导线与外壳的同心度允许偏差应为±5mm,不满足时,应通过导线支撑结构进行调整。

4 外壳短路板应按产品技术文件的要求进行安装、焊接。

5 穿墙板与封闭母线外壳间应用橡胶条密封,并应保持穿墙板与封闭母线外壳间绝缘。

6 当金属密封母线设计有伴热装置时,伴热电缆的固定应保证与母线及外壳的电气安全距离,并应密封伴热装置在密封母线上的孔洞。

7 调整过程中,应仔细核查支撑处的标高与其他设备的安装位置,应避免对母线进行切割加工。

8 应在调整完毕后,再进行外壳的固定和母线的连接。

9 外壳封闭前,应对母线进行清理、检查、验收。

9.6.4 金属封闭母线的焊接应符合本规范第 9.4 节的有关规定。

9.6.5 金属封闭母线的螺栓连接除应符合本规范第 9.3 节的有关规定外,还应符合下列规定:

1 电流大于 3000A 的导体其紧固件应采用非磁性材料。

2 封闭母线与设备的螺栓连接,应在封闭母线绝缘电阻测量和工频耐压试验合格后进行。

9.6.6 金属封闭母线的外壳及支撑结构的金属部分应可靠接地，并应符合下列规定：

1 全连式离相封闭母线的外壳应采用一点或多点通过短路板接地；一点接地时，应在其中一处短路板上设置一个可靠接地点；多点接地时，可在每处但至少在其中一处短路板上设置一个可靠的接地点。

2 不连式离相封闭母线的每一分段外壳应有一点接地，并应只有一点接地。

3 共箱封闭母线的外壳各段间应有可靠的电气连接，其中至少有一段外壳应可靠接地。

9.6.7 微正压离线封闭母线安装完毕后，检查其密封性应良好。

9.7 气体绝缘金属封闭母线

9.7.1 气体绝缘封闭母线的运输、检查及保管应符合下列规定：

1 母线运输运抵现场后，应会同有关部门开箱清点，应对规格、数量及完好情况进行外观检查，并应做好记录。

2 母线应堆放在坚实地面上，下方应有支撑件。

3 母线附件应按产品技术文件要求的储存级别及编号进行储存，并应做到包装完好，分类、标识应清晰。

4 充气运输的母线，验收时应检查内部气体压力是否符合产品技术文件的要求。

5 母线在运输、保管时，应按产品技术文件的要求保持顶部向上。

9.7.2 母线安装前应核对母线基础、支架、孔洞等位置及尺寸，安装环境应符合产品技术文件的要求，并应采取防尘措施。

9.7.3 任何情况下不得挤压、碰撞外壳。

9.7.4 母线安装应符合下列规定：

1 母线就位前，应对外壳内壁、导体表面、绝缘支撑件进行检查和清理，法兰结合面应平整、无划伤。

2　吊装母线应使用尼龙绳或有保护外套的吊索。

3　导线表面和母线外壳内壁应光滑无毛刺，各母线段的长度应符合产品技术文件要求。

4　母线隔室打开后，在空气中的暴露时间应符合产品技术文件的要求。

5　清洁母线导体部件时，应使用产品技术文件要求的清洁剂。

6　以插接方式连接的导体，在两段母线连接时，不得损伤插接结构及插接接触面。

7　母线导体连接后，应对连接部位的接触电阻进行测试，测试值应符合产品技术文件要求。

8　密封垫(圈)不得重复使用；密封脂不可涂抹到密封垫(圈)内侧。

9　母线外壳螺栓连接，应用力矩扳手对角紧固。

10　安装调整型伸缩节时，固定伸缩节两端的连接螺杆应按产品技术文件的要求预留胀缩移动间隙；固定伸缩节其波纹管两端的连接螺杆，应按产品技术文件的要求将螺母拧紧。

11　外壳及接地母线的安装应符合设计和产品技术文件要求，并应无锈蚀和损伤，连接应牢靠；不同材质的接触面应涂电力复合脂；伸缩节间的接地母线跨接，不得影响伸缩节的膨胀收缩功能。

9.7.5　母线隔室的处理应符合下列规定：

1　封闭母线安装完成后，隔室抽真空前，应完成下列工作：

1)密封继电器应经检验合格，并有检验报告；

2)六氟化硫气体检验合格，应符合现行国家标准《工业六氟化硫》GB 12022 的有关规定；

3)固定伸缩节；

4)采取措施不得使真空泵在运行中途停止。

2　对隔室抽真空及真空度保持时间应符合产品技术文件要求。

3　对隔室充六氟化硫气体过程中，当接近标称压力时，应缓慢充气直至标称压力时停止。

4　充气完成后隔室应进行检漏，其单个隔室年漏气率不应大于0.5%。

5　隔室内六氟化硫气体的含水量，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。

9.7.6　母线安装完成后，应按现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 和产品技术文件要求进行现场试验。

9.8　绝缘子与穿墙套管安装

9.8.1　绝缘子与穿墙套管安装前应进行检查，瓷件、法兰应完整无裂纹，胶合处填料应完整，结合应牢固。

9.8.2　绝缘子与穿墙套管安装前应按现行国家标准《电气安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定试验合格。

9.8.3　安装在同一平面或垂直面上的支柱绝缘子或穿墙套管的顶面，应位于同一平面上；其中心线位置应符合设计要求。母线直线段的支柱绝缘子的安装中心线应在同一直线上。

9.8.4　支柱绝缘子和穿墙套管安装时，其底座或法兰盘不得埋入混凝土或抹灰层内。支柱绝缘子叠装时，中心线应一致，固定应牢靠；紧固件应齐全。

9.8.5　三角锥形组合支柱绝缘子的安装，除应符合本规范有关规定外，还应符合产品技术要求。

9.8.6　无底座和顶帽的内胶装式的低压支柱绝缘子与金属固定件固定时，接触面应垫以厚度不小于1.5mm 缓冲垫圈。

9.8.7　绝缘子串的安装应符合下列规定：

1　绝缘子串组合时，连接金具的螺栓、销钉及锁紧销等应完整，其穿向应一致，耐张绝缘子串的碗口应向上，绝缘子串的球头挂环、碗头挂板及锁紧销等应互相匹配。

2　弹簧销应有足够的弹性，闭口销应分开，并不得折断或有裂纹，不得用线材代替。

3　均压环、屏蔽环等保护金具应安装牢固，位置应正确。

4　多串绝缘子并联时，每串所受的张力应均匀。

5　绝缘子串吊装前应清擦干净。

9.8.8　穿墙套管安装应符合下列规定：

1　安装穿墙套管的孔径应大于嵌入部分 5mm 以上，混凝土安装板的最大厚度不得超过 50mm。

2　穿墙套管直接固定在钢板上时，套管周围不应形成闭合磁路。

3　穿墙套管垂直安装时，法兰应在上方，水平安装时，法兰应在外侧。

4　600A 及以上母线穿墙套管端部的金属夹板（紧固件除外）应采用非磁性材料，其与母线之间应有金属相连，接触应稳固，金属夹板厚度不应小于 3mm，当母线为两片及以上时，母线与母线应固定。

5　充油套管水平安装时，其储油柜及取油样管路应采用铜或不锈钢材质，且不得渗漏，油位指示应清晰，注油和取样阀位置应装设于巡回监视侧，注入套管内的油应合格。

6　套管接地端子及不用电压抽取端子应可靠接地。

9.9　地面电机车架线安装

9.9.1　地面电机车架线应符合下列规定：

1　电杆组装零部件应齐全，螺栓应紧固，应露出螺母 2 个～4 个螺距，垂直穿入时应由下向上，其他方向穿入时方向应一致。

2　电杆倾斜度要求，两侧挂线杆应垂直，单侧挂线杆不得向受力侧倾斜。

3　拉线装置的拉线规格及拉线盘埋深应符合设计要求，花兰螺丝或 UT 型线夹，在拉紧后应保留一半以上的调节行程并封死。

9.9.2 馈、回电线架设应符合设计要求，连接应良好，接触线张力应符合设计要求，终端应固定牢靠。

9.9.3 分区绝缘器安装位置应符合设计要求，绝缘电阻不应低于0.2MΩ，分区网络对地绝缘电阻不应小于1MΩ。

9.9.4 轨道连接线应符合设计要求，连接应紧固，接触应良好。

9.9.5 角型避雷器的安装位置应符合设计要求，接地电阻不应大于10Ω。

9.10 井下电机车架线安装

9.10.1 瓷件、接触线及金具安装应符合下列规定：

1 拉线绝缘子、瓷吊线器等瓷件应无裂纹、破损。

2 接触线无硬弯、损伤，凡有下列情况之一者不得使用：

1）局部磨损截面积超过其总截面的15%，百米内超过2处，总长度超过0.2m；

2）硬弯修复后有断裂现象和严重变形。

3 金具与零件的规格和防锈处理应符合设计要求。

9.10.2 通车试运行应达到运行正常、集电弓不得碰绝缘子、集电弓与架线间接触良好、无严重冒火现象的要求。

9.10.3 井下电机车架线安装应符合下列规定：

1 横吊线组装应符合设计要求，两端线夹应固定牢靠。

2 接触线的应力应符合设计要求，终端线夹应固定牢靠。

3 分区绝缘器位置应符合设计要求。绝缘电阻不应低于0.2MΩ，分区网络每千伏对地绝缘电阻不应小于1MΩ。

4 轨道绝缘设施应符合设计要求，绝缘应良好。

5 轨道连接线应符合设计要求，连接应可靠，接触应良好。

9.11 工 程 验 收

9.11.1 在验收时，应进行下列检查：

1 金属构件加工、配制、螺栓连接、焊接等应符合本规范的有

关规定，并应符合设计和产品技术文件的要求。

2 所有螺栓、垫圈、闭口销、锁紧销、弹簧垫圈、锁紧螺母等应齐全、可靠。

3 母线配制及安装架设应符合设计要求，且连接应正确，螺栓应紧固，接触应可靠；相间及对地电气距离应符合要求。

4 瓷件应完整、清洁；铁件和瓷件胶合处均应完整无损，充油套管应无渗油，油位应正常。

5 油漆应完好；相色应正确；接地应良好。

9.11.2 验收时提交的资料和文件应符合本规范第 3.0.14 条的规定。

10 送、配电架空线路安装工程

10.1 一 般 规 定

10.1.1 本章适用于35kV及以下送配电架空线路安装工程的施工与验收。对于35kV及以下送配电架空线路的大档距及铁塔安装工程的施工及验收，应符合现行国家标准《110kV～750kV架空送电线路施工与验收规范》GB 50233的有关规定。

10.1.2 送配电架空线路工程使用的原材料及器材应符合下列规定：

1 该批产品出厂质量检验合格证书应真实完整。

2 符合现行国家标准的各项质量检验资料应齐全可靠。

3 对砂石等无质量检验资料的原材料，应抽样并经具有检验资格单位的检验，并应合格后再采用。

4 对产品检验结果有疑义时，应重新抽样，并应经具有检验资格单位的检验，应合格后再采用。

5 当采用新型原材料及器材时应通过有关部门的技术鉴定，经试验，证明能满足设计要求和规范要求时，可使用。

10.1.3 送配电架空线路工程所使用的原材料、器材有下列情况之一时，应重做检验：

1 超过保管期限规定。

2 因保管、运输等原因而有变质、损坏。

3 未按标准规定取样或试样不具代表性。

10.1.4 送配电架空线路工程所使用的线材，架设前应进行外观检查，并应符合下列规定：

1 不应有松股、交叉、折叠、断裂及破损等缺陷。

2 不应有严重腐蚀现象。

3　钢绞线、镀锌铁线表面镀锌层应良好，并应无锈蚀。

4　绝缘线表面应平整、光滑、色泽均匀，绝缘层厚度应符合规定。绝缘线的绝缘层应挤包紧密，并应易剥离，绝缘线端部应有密封措施。

10.1.5　预制混凝土构件及现场浇筑混凝土基础所使用的原材料应符合本规范第10.1.2条的规定，还应符合下列规定：

1　预制混凝土构件及现场浇筑混凝土基础所使用的碎石、卵石，应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的规定。

2　预制混凝土构件及现场浇筑混凝土基础所使用的砂，应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684的规定；不得使用海砂。

3　水泥的质量、保管及使用应符合现行国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175的规定。水泥的品种与标号应满足设计规定的混凝土强度等级。水泥保管时应防止受潮；不同品种、不同等级、不同制造厂、不同批号的水泥，应分别堆放、标识清晰。

4　混凝土浇筑用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。混凝土浇筑用水应符合下列规定：

1）制作预制混凝土构件用水，应使用可饮用的水；当无饮用水时，可采用清洁的河溪水或池塘水；

2）除设计有特殊要求外，可只进行外观检查不做化验；

3）水中不得含有油脂，应无有害化合物流入，有怀疑时应进行化验；不得使用海水。

10.1.6　杆塔及组件的质量要求应符合下列规定：

1　预应力混凝土电杆的质量应符合现行国家标准《环形预应力混凝土电杆》GB 4623的规定。

2　环形钢筋混凝土电杆的质量应符合现行国家标准《环形钢筋混凝土电杆》GB 396的规定。

3 钢管电杆的质量应符合现行行业标准《输电线路钢管杆制造技术文件》DL/T 646 的规定。

4 采用镀锌钢绞线作架空地线或拉线时，镀锌钢绞线的质量应符合现行行业标准《镀锌钢绞线》YB/T 5004 的规定。

5 采用复合光缆作架空地线时，应符合现行行业标准《光纤复合架空地线》DL/T 832 的规定。

6 导线的质量应符合现行国家标准《圆线同心绞架空导线》GB/T 1179 的规定。

7 绝缘子及绝缘子串应符合下列规定：

1) 盘形悬式瓷及玻璃绝缘子的质量，应符合现行国家标准《盘形悬式绝缘子技术文件》GB 1001、《盘形悬式绝缘子串元件尺寸与特性》GB 7253 的规定；

2) 长棒形瓷绝缘子的质量应符合设计要求；

3) 架空地线用盘形悬式瓷绝缘子的质量，应符合现行行业标准《高压架空线路地线用绝缘子》JB/T 9680 的规定；

4) 架空地线用针式瓷绝缘子的质量，应符合现行国家标准《高压线路针式瓷绝缘子》GB 1000 的规定；

5) 绝缘子瓷件不应有裂纹、缺损、瓷釉损坏等缺陷；瓷件与铁件应结合紧密，铁件镀锌应良好，不应使用硫黄浇灌的绝缘子。有破损时应剔除；

6) 绝缘子的交流耐压试验应符合现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接实验标准》GB 50150 的规定。

8 杆塔用螺栓的质量，应符合现行行业标准《输电线路铁塔及电力金具紧固用热浸镀锌螺栓与螺母》DL/T 284 的规定；各种连接螺栓应有防松装置。防松装置弹力应适宜，厚度应符合规定。

9 由黑色金属制造的附件和紧固件，除地脚螺栓外，应采用热浸镀锌制品。

10 金属附件及螺栓表面不应有裂纹、砂眼、锌皮剥落及锈蚀

等现象。

11 金具的质量应符合国家现行标准《电力金具通用技术条件》GB/T 2314 和《电力金具制造质量》DL/T 768 的规定。验收、标志与包装应符合现行国家标准《电力金具试验方法 第 4 部分：验收规则》GB 2317.4 的规定。安装前应符合下列规定：

1）金具的规格型号应符合设计要求；

2）表面应光洁，应无裂纹、毛刺、飞边、砂眼、气泡等缺陷，镀锌应良好，应无锌皮剥落、锈蚀现象；

3）线夹转动应灵活，与导线接触面应符合产品技术文件要求。

12 钢管电杆在装卸及运输中，杆端应有保护措施。运至桩位的杆段及构件不应有明显的凹坑、扭曲等变形。

10.2 杆塔基础施工

10.2.1 杆塔基础的施工除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定外，还应符合下列规定：

1 预制混凝土构件及现浇混凝土基础用钢材应符合设计要求。

2 基础混凝土的质量经中间验收应合格，基础表面缺陷应按设计要求处理完毕，并应对混凝土成品做好保护。

3 基础应固定可靠，同时应按设计要求进行回填夯实。

4 基础混凝土应有足够的强度，当用分解组塔时，混凝土强度应达到设计强度的 70%，整体起立时应达到 100%。

5 地脚螺栓的标高应符合设计要求。

6 杆塔线路基础施工前，应对线路进行复测，应复测线路每个桩号的档距、高差及线路方向、边坡距离、转角度数值及交叉跨越等项目。对整体起立杆塔，还应测出杆塔排位距离。

7 基坑施工前的定位应符合下列规定：

1）直线杆顺线路方向位移，35kV 架空线路不应超过设计

档距的1%；10kV及以下架空线路不应超过设计档距的3%；直线杆横线路方向位移不应超过50mm。

2）转角杆、分支杆的横线路、顺线路方向的位移均不应超过50mm。

8 预应力钢筋混凝土和普通钢筋混凝土预制构件允许偏差应符合表10.2.1的规定。

表10.2.1 预应力钢筋混凝土和普通钢筋混凝土预制构件允许偏差(mm)

项目		底盘、拉线盘、卡盘	其他装配式预制构件
长度		−10	±10
断面尺寸	宽	−10	±5
	厚	−5	±5
弯曲		—	*L*/750
预埋铁件(预留孔)对设计位置的偏差	中心线位移	10	5
	安装孔距	±5	±5
	螺栓露出长度	−5，+10	−5，+10

注：1 本表包括环形混凝土电杆。

2 用肉眼不能直接明显看出的网状纹、龟纹不属于裂缝。

3 底盘、拉线盘、卡盘的中心线位移指拉线盘的U形环与图纸位置的偏差，拉线盘、卡盘指安装孔及底盘圆槽的实际加工位置与图纸位置的偏差。

4 *L*为对应的构件长度。

10.2.2 电杆基础坑深度应符合设计要求，其允许偏差应为−50mm～+100mm。同基基础坑在允许偏差范围内应按最深一基坑操平。岩石基础坑的深度不应小于设计要求的数值。

10.2.3 双杆基坑应符合下列规定：

1 根开的中心偏差应为±30mm。

2 两杆坑深度应一致。

10.2.4 电杆基坑底采用底盘时，底盘的圆槽面应与电杆中心线

垂直，找正后应填土夯实至底盘表面。

10.2.5 电杆基础采用卡盘时应符合下列规定：

1 安装前应将其下部土壤分层回填夯实。

2 安装位置、方向、深度应符合设计要求。深度允许偏差应为±50mm，当设计无要求时；上平面距地面应大于 500mm。

3 与电杆连接应紧密。

4 直线杆卡盘应与线路平行，并应在电杆左右交替埋设。

5 卡盘应在承力杆侧。

10.2.6 杆塔、拉线基础坑的回填应符合下列规定：

1 土块应打碎。

2 回填土应分层夯实，分层厚度应为 300mm～500mm，松软土质的基坑，回填土时应增加夯实次数或采取加固措施。

3 回填一般土层时，基础坑防沉台应高出地面 300mm，接地沟应为 100mm；土层上部面积不应小于坑口面积。

4 回填冻土及不易夯实的土时，基础坑防沉台应高出地面 500mm，接地沟应为 200mm。

5 沥青或水泥面不应留防沉台。

6 填土夯实，土中应无杂质。

10.2.7 现浇基础、岩石基础、装配式预制基础、钻孔灌注桩施工与验收，应符合现行国家标准《110kV～750kV 架空送电线路施工与验收规范》GB 50233 的有关规定。

10.3 杆塔组立及拉线安装

10.3.1 离心环形混凝土电杆及预制构件在装卸及运输中，不应互相碰撞、急剧坠落和不正确的支吊。

10.3.2 混凝土电杆外表检查应符合下列规定：

1 电杆不得有蜂窝露筋，表面应平整、光洁、无裂缝。

2 分段或整根杆的弯曲度不应超过杆长的 1‰。

3 预应力混凝土电杆不应有纵、横向裂纹。

4 钢筋混凝土电杆不应有纵向裂缝，其横向裂缝宽度应小于0.1mm，长度应小于1/3周长。

5 电杆顶端应封堵良好，底端应根据设计确定。

6 端头的混凝土局部碰损应进行修补。

10.3.3 用钢圈连接的钢筋混凝土电杆，应采用电弧焊接，除应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规范》JGJ 18的规定外，还应符合下列规定：

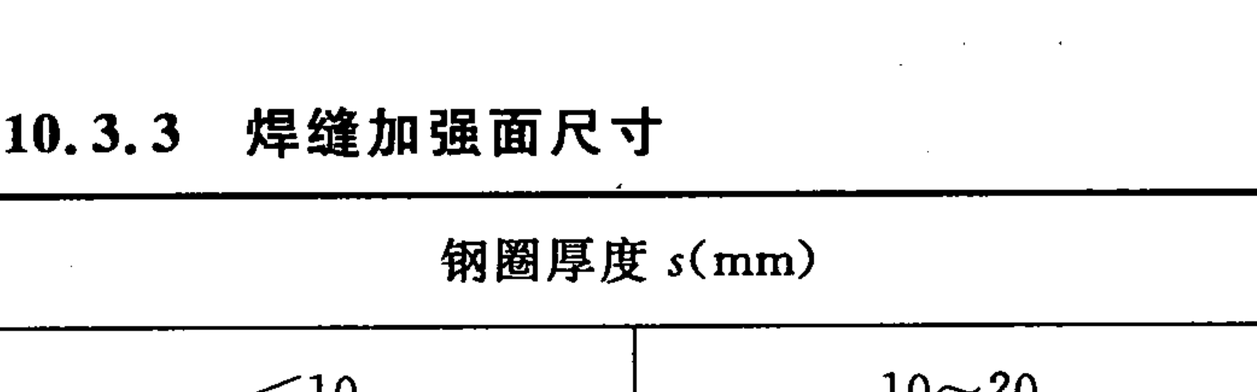
1 钢圈应对齐找正，中间应留2mm～5mm的焊口缝隙。当钢圈有偏心时，其错口不应大于2mm。

2 焊口宜先点焊3处～4处，然后对称交叉施焊。点焊所用焊条牌号应与正式焊接用的焊条牌号相同。

3 当钢圈厚度大于6mm时，应采用V形坡口多层焊接。多层焊缝的接头应错开，收口时应将熔池填满。焊缝中不应填塞焊条和其他金属。

4 焊缝应有一定的加强面，其焊缝加强面尺寸应符合表10.3.3的规定。

表10.3.3 焊缝加强面尺寸

焊缝加强面尺寸(mm)	钢圈厚度 s(mm)	
	<10	10～20
高度 c	1.5～2.5	2.0～3.0
宽度 e	1.0～2.0	2.0～3.0
示意图		
咬边	母材咬边深度应小于0.5mm，且不得超过圆周长的10%	

5 焊缝表面应呈平滑的细鳞形与基本金属平缓连接，应无折

皱、间断、漏焊及未焊满的陷槽，并不应有裂缝。

6 雨、雪、雾、大风天气施焊应采取遮蔽雨雪、防止触电和火花飞溅等措施。施焊中电杆内不应有穿堂风。当气温低于－5℃时，应采取预热措施，预热温度应为 100℃～120℃。焊后应使温度缓慢下降；不应用水降温。

7 焊接后，整根电杆的弯曲度不应超过电杆全长的 2‰，超过时应割断调直，并应重新焊接。

8 当采用气焊时，尚应符合下列规定：

1) 钢圈的宽度应大于 140mm；

2) 加热时间宜短。当产生宽度为 0.05mm 以上的裂缝时，宜采用环氧树脂进行补修；

3) 气焊用的乙炔气应有出厂质量检验合格证明；

4) 气焊用的氧气纯度应大于 98.5%。

9 电杆的钢圈焊接后应将表面铁锈和焊缝的焊渣及氧化层除净，进行防腐处理。

10.3.4 钢管电杆的杆段间为焊接连接时，应符合本规范第10.3.3条的有关规定。杆段间为套接连接时，其套接长度应符合设计要求，且不应小于设计套接长度。钢管电杆连接后，其分段及整根电杆的弯曲均不应超过其对应长度的 2‰。

10.3.5 以抱箍连接的叉梁，其上端抱箍组装尺寸的允许偏差应为±50mm；分段组合成叉梁组合后应正直，不应有明显的鼓肚、弯曲；各部连接应牢固。横隔梁安装后，应保持水平；组装尺寸允许偏差应为±50mm。

10.3.6 单电杆立好后应正直，位置偏差应符合下列规定：

1 直线杆的横向位移应小于 50mm，直线杆的倾斜位移应小于杆长的 3‰。

2 转角杆的横向位移应小于 50mm，转角杆应向外角预偏，紧线后不应向内角倾斜，向外角的倾斜，其杆梢位移不应大于杆梢直径。

10.3.7 终端杆立好后，应向拉线侧预偏，其预偏值应小于杆梢直径。紧线后不应向受力侧倾斜。

10.3.8 双杆立好后应正直，位置偏差应符合下列规定：

1 直线杆结构中心与中心桩之间的横向位移应小于 50mm；转角杆结构中心与中心桩之间的横、顺向位移应小于 50mm。

2 迈步应小于 30mm。

3 根开允许偏差应为±30mm。

10.3.9 当采用螺栓连接构件时，应符合下列规定：

1 螺栓应与构件平面垂直，螺栓头与构件间的接触处不应有空隙。

2 螺母拧紧后，螺杆露出螺母的长度，对单螺母不应小于两个螺距；对双螺母，可与螺母相平。

3 螺杆加垫时，每端不宜超过两个垫圈。

4 螺栓的防卸、防松应符合设计要求。

10.3.10 螺栓的穿入方向应符合下列规定：

1 立体结构应符合下列规定：

1）水平方向应由内向外；

2）垂直方向应由下向上；

3）斜向者应由斜下向斜上穿，不便时应在同一斜面内取统一方向。

2 平面结构应符合下列规定：

1）顺线路方向，应按线路方向穿入或按统一方向穿入；

2）横线路方向，两侧应由内向外，中间应由左向右（按线路方向）或按统一方向穿入；

3）垂直地面方向者应由下向上；

4）斜向者应由斜下向斜上穿，不便时应在同一斜面内取统一方向。

10.3.11 杆塔组装时应符合下列规定：

1 组装杆塔前应对全部构件进行检查，不符合施工图和质量

标准时不得组装使用。

2 构件组装应位置正确，并应结合紧密。交叉构件在交叉处有空隙时，应装设相应厚度的垫圈或垫片。

3 杆塔部件组装有困难时，应查明原因，不应强行组装。个别螺孔需扩孔时，扩孔部分不应超过 3mm，当扩孔需超过 3mm 时，应先堵焊再重新打孔。扩孔和重新打孔应做防腐处理。

4 以螺栓连接构件时，螺栓头平面与构件接触应严密，螺母拧紧后螺栓应露出螺母 2 个～4 个螺距，双螺母者可平扣，垫片每端不宜超过两个。

5 杆塔组装时不得直接敲打构件。需敲打修整时应加以垫木敲打修整。

6 杆塔连接螺栓应逐个紧固，4.8 级螺栓的扭紧力矩标准值应符合设计要求；设计无要求时，扭紧力矩标准值不应小于本规范表 4.2.4 的规定。出现螺杆与螺母的螺纹有滑牙或螺母的棱角磨损以致扳手打滑的螺栓时，应更换。

7 杆塔连接螺栓在组立结束时应全部紧固一次，并应检查扭矩合格后再进行架线。架线后，螺栓还应复紧一遍。复紧后应在杆塔顶部至下横担以下 2m 之间及基础顶面以上 3m 范围内的所有单螺母螺栓的外露螺纹上涂以灰漆。使用防卸、防松螺栓时不应再涂漆。

10.3.12 线路横担的安装应符合下列规定：

1 横担安装应平正。

2 横担端部上下、左右歪斜应小于 20mm。

3 单横担的安装，直线杆应装于受电侧；分支杆、90°转角杆（上、下）及终端杆应装于拉线侧。

4 双杆的横担，横担与电杆连接处的高差应小于连接距离的 5‰；左右扭斜应小于横担总长度的 1%。

10.3.13 绝缘子安装应符合下列规定：

1 安装应牢固，连接应可靠。

2　安装时应清除表面灰垢、附着物及不应有的涂料。

3　绝缘子裙边与带电部位的间隙应大于 50mm。

4　悬式绝缘子安装尚应符合下列规定：

1)与电杆、导线金具连接处，应无卡压现象；

2)耐张串上的弹簧销子、螺栓及穿钉应由上向下穿。当有特殊困难时可由内向外或由左向右穿入；

3)悬垂串上的弹簧销子、螺栓及穿钉应向受电侧穿入。两边线应由内向外，中线应由左向右穿入；

4)悬垂线夹安装后，绝缘子串应垂直于地平面，个别情况下，在顺线路方向倾斜角应小于 5°，且偏移值应小于 200mm。

5　瓷横担绝缘子安装尚应符合下列规定：

1)当直立安装时，顶端顺线路歪斜应小于 10mm；

2)当水平安装时，顶端宜向上翘起 5°～15°；顶端顺线路歪斜应小于 20mm；

3)当安装于转角杆时，顶端竖直安装的瓷横担支架应安装在转角的内角侧，瓷横担应装在支架的外角侧；

4)全瓷式瓷横担绝缘子的固定处应加软垫。

6　针式绝缘子的固定铁脚螺栓头平面应与构件密贴，紧固后瓷头不应歪斜。

7　绝缘子串、导线与避雷线上各种金具螺栓、穿钉及弹簧销子的穿向应一致。

10.3.14　金具安装应符合下列规定：

1　金具表面应光洁，应无裂纹、毛刺、飞边、砂眼、气泡等缺陷，镀锌应良好。

2　安装位置应正确，跳线制作应规范，并沟线夹连接应平整、坚固。

3　金具上的各种连接螺栓应有防松装置，穿向应一致。

4　采用的闭口销或开口销不应有折断、裂纹等现象。当采用

开口销应对称开口，开口总角度应为 60°～90°。不应用线材或其他材料代替闭口销、开口销。

5 各种类型的铝质导线与金具的线夹夹紧时除并沟线夹及使用预绞式护线外，安装时应在铝股外缠绕铝包带，其铝包带应缠绕紧密，缠绕方向应与外层铝股的绞制方向一致；所缠铝包带应露出线夹，长度应小于 10mm，其端头应回缠绕于线夹内压住。

6 防振锤、阻尼线，其安装距离偏差应为±30mm。

10.3.15 杆塔拉线安装时应符合下列规定：

1 拉线盘的埋设深度和方向，应符合设计要求。拉线棒与拉线盘应垂直，连接处应采用双螺母，其外露地面部分的长度应为 500mm～700mm。拉线坑应有斜坡，回填土时应将土块打碎后夯实。拉线坑宜设防沉层。

2 拉线方向应正确，与电杆夹角应大于 45°，地形受限时应大于 30°，穿公路时，对路面中心垂直距离应大于 6m。

3 拉线安装后对地平面夹角与设计值的允许偏差应为±1°；特殊地段应符合设计要求。

4 承力拉线应与线路方向的中心线对正；分角拉线应与线路分角线方向对正；防风拉线应与线路方向垂直。

5 组合拉线的各根拉线受力应一致。

6 跨越道路的拉线，应满足设计要求，且对通车路面边缘的垂直距离不应小于 5m。

7 采用 NUT 型线夹及楔形线夹连接的拉线，安装时应符合下列规定：

1) 安装前丝扣上应涂润滑剂；

2) 线夹舌板与拉线接触应紧密，受力后应无滑动现象，线夹凸肚应在尾线侧，安装时不应损伤线股；

3) 拉线弯曲部分不应有明显松股，拉线断头处与拉线主线应固定可靠，线夹处露出的尾线长度应为 300mm～500mm，尾线回头后与本线应扎牢；

4)当同一组拉线使用双线夹并采用连板时，其尾线端的方向应统一；

5)NUT 型线夹或花篮螺栓的螺杆应露出螺母，并应留有不少于 1/2 螺杆的螺纹长度供调整，调整后，NUT 型线夹的双螺母应并紧，花篮螺栓应封固。

8 当采用绑扎固定安装时，应符合下列规定：

1)拉线两端应设置心形环；

2)钢绞线拉线，应采用直径小于 3.2mm 的镀锌铁线绑扎固定。绑扎应整齐、紧密，最小缠绕长度应符合表 10.3.15 的规定。

表 10.3.15 最小缠绕长度

钢绞线截面（mm^2）	最小缠绕长度(mm)				
	上段	中段有绝缘子的两端	与拉棒连接处		
			下端	花缠	上端
25	200	200	150	250	80
35	250	250	200	250	80
50	300	300	250	250	80

9 采用拉线柱拉线的安装，应符合下列规定：

1)拉线柱的埋设深度应符合设计要求，且应大于杆长的 1/6；

2)拉线柱应向张力反方向倾斜 10°～20°；

3)拉桩坠线与拉线柱夹角不应小于 30°；

4)拉桩坠线上端固定点的位置距拉线柱顶端的距离应为 250mm，距地面不应小于 4.5m；

5)拉桩坠线采用镀锌铁线绑扎固定时，最小缠绕长度应符合表 10.3.15 的规定。

10.3.16 杆塔拉线后调整时应符合下列规定：

1 杆塔的拉线应在监视下对称调整。

2 对一般杆塔的拉线应进行调整，并应收紧。对设计有初应

力规定的拉线应按设计要求的初应力允许范围，且观测杆塔倾斜不超过允许值的情况下应进行安装与调整。

3　架线后应对全部拉线进行复查和调整。

4　当一基电杆上装设多条拉线时，各条拉线的受力应一致。

10.3.17　顶杆的安装应符合下列规定：

1　顶杆底部埋深不应小于500mm，且应设有防沉措施。

2　与主杆之间夹角应满足设计要求，允许偏差应为±5°。

3　与主杆连接应紧密、牢固。

10.3.18　配电线路电杆组立后尺寸允许误差应符合表10.3.18的规定。

表10.3.18　电杆组立后尺寸允许偏差

项　　目			允许偏差
电杆组立	直线杆顺线路方向的位移为设计档距的		5%
	直线单杆和组合双杆中心的横向位移(mm)		50
	直线杆垂直度(即杆梢位移)		0.5D
	转角杆紧线后允许向外角倾斜，杆梢位移		D
	终端杆紧线后允许向拉线侧倾斜，杆梢位移		D
	组合双杆	两杆高差(mm)	20
		迈步(mm)	30
		根开(mm)	±30
横担	铁横担端部上、下、左、右歪扭(mm)		20
	瓷横担垂直安装时，顶端顺线路歪扭(mm)		10
	水平安装时，顶端应向上翘5°～10°，顶端顺线路歪斜(mm)		20

注：D为电杆梢径。

10.3.19　送电线路杆塔组立后允许偏差应符合表10.3.19的规定：

表 10.3.19　杆塔组立后允许偏差

项　　目	允 许 偏 差
结构根开(mm)	±30
结构面对横线路方向的扭转(迈步)(mm)	30
结构倾斜(‰)	3
双杆横担在电杆连接处的高差(‰)	5
结构中心与中心桩间在横线路方向(mm)	50
转角杆结构中心与中心桩间在顺线路方向(mm)	50
顺线路方向相邻杆塔中心桩间距离	设计档距的 1%

10.3.20　杆塔上的固定标志应符合下列规定：

1　杆塔均应有杆塔号及线路名称。

2　耐张型杆塔、分支杆塔、换位杆塔及换位杆塔前后各一基杆塔，应有相位标志。

3　高杆塔应有航行障碍标志。

10.4　导线、避雷线架设

10.4.1　导线及避雷线在展放过程中，对已展放的导线及避雷线应进行外观检查，不应有松股、扭绞、折叠、死弯、磨伤、断裂以及严重腐蚀现象。线材受损后应按下列规定处理：

1　导线在同一处的损伤，同时符合下列情况时，可不做补修，应采用 0 号砂纸将棱角、毛刺修光处理：

1)铝、铝合金单股损伤深度小于直径的 1/2；

2)钢芯铝绞线、钢芯铝合金绞线损伤面积为导电部分总截面面积的 5%及以下，且强度损失小于 4%；

3)单金属绞线损伤截面面积小于 4%。

2　导线在同一处损伤需要补修时，导线损伤补修处理标准应符合表 10.4.1-1 的规定，并应符合下列规定：

1）当采用缠绕处理时，受损伤处的线股应处理平整；应选与导线同金属的单股线为缠绕材料，其直径不应小于2mm；缠绕中心应位于损伤最严重处，缠绕应紧密，受损伤部分应全部覆盖，其长度应大于100mm；

2）当采用补修预绞丝补修时，受损伤处的线股应处理平整；补修预绞丝长度应大于3个节距，补修预绞丝的中心应位于损伤最严重处，且应与导线接触紧密，损伤处应全部覆盖；

3）当采用补修管补修时，损伤处的铝（铝合金）股线应先恢复其原绞制状态；补修管的中心应位于损伤最严重处，补修管应长于补修导线每端20mm；当采用液压施工时，应符合现行行业标准《输变电工程架空导线及地线液压压接工艺规程》DL/T 5285的规定。

表10.4.1-1　导线损伤补修处理标准

处理方法	钢芯铝绞线与钢芯铝合金绞线	单金属绞线与铝合金绞线
以缠绕或补修预绞丝修理	导线在同一处损伤的程度已超过本条第1款的规定，但其面积占铝股总截面面积的7%及以下，强度损失不超过总拉断力的5%	导线在同一处损伤的程度已超过本条第1款的规定，但损伤导致强度损失不超过总拉断力的5%
以补修管补修	导线在同一处的损伤面积占总面积在25%及以下，强度损失已超过总拉断力的5%，但不足17%	导线在同一处损伤，强度损失超过总拉断力的5%，但不足17%

3　导线损伤达下列情况之一时，应将损伤部分全部割去，并应重新以接续管连接：

1）复合材料导线的钢芯断股；

2）导线损失的强度或损伤的截面超过表10.4.1-1的规定时；

3)连续损伤的截面或损失的强度都未超过表 10.4.1-1 的规定,但其损伤长度已超出一个补修管所能补修的长度;

4)金钩、破股已使钢芯或内层线股形成无法修复的永久变形。

4 作为避雷线的钢绞线,其损伤处理标准应符合表 10.4.1-2 的规定。

表 10.4.1-2 避雷线损伤处理标准

钢绞线股数	以镀锌铁丝缠绕	以补修管修补	锯 断 重 接
7	—	断一股	断二股
19	断一股	断二股	断三股

10.4.2 导线、避雷线的连接应符合下列规定:

1 不同金属、不同规格、不同绞制方向的线材不应在一个耐张段内连接。

2 10kV 及以下架空电力线路在同一档距内,同一根导线上的接头,不应超过 1 个。导线接头位置与导线固定处的距离应大于 0.5m,当有防震装置时,应在防震装置以外。

3 35kV 架空电力线路在一个档距内,同一根导线或避雷线上不应超过 1 个接续管及 3 个补修管。补修管之间、补修管与接续管之间,以及接续管(或补修管)与耐张线夹之间的距离不应小于 15m。

4 接续管压接后,弯曲度不得大于管长的 2%,压接或校直后,接续管不应有裂纹或明显的槌痕。

5 导线与接续管连接前应清除导线表面和接续管内壁的污垢,清除长度应为连接部分的 2 倍。连接部位的铝质接触面,应涂一层电力复合脂,并应用细钢丝刷清除表面氧化膜,应保留电力复合脂进行压接。

10.4.3 导线安装应符合下列规定:

1 安放位置应正确,固定应牢固可靠。

2　配电线路铝线材绑扎时，应先在导线上包缠两层铝包带，铝包带应露出绑扎处两端 15mm～30mm，铝包带的缠绕方向应与外层线股的绞制方向一致，各股扎线应均匀受力，绑扎应牢固。

3　直线转角杆，对针式绝缘子，导线应固定在转角外侧的槽内；对瓷横担绝缘子，导线应固定在第一裙内。

4　直线跨越杆，导线应双固定，导线本体不应在固定处出现角度。

10.4.4　导线或避雷线紧好后，线上不应有树枝等杂物。

10.4.5　导线或避雷线安装的防振锤，应与地平面垂直，其安装位置的允许偏差应为±30mm。

10.4.6　导线对地距离及交叉跨越应符合表 10.4.6-1～表 10.4.6-5 的规定。

表 10.4.6-1　导线最大弛度时对地面或水面的最小距离

最小距离（m）　线路电压(kV) 经过地区		配电线路		送电线路
		3 以下	3～10	35
居民区		6.0	6.5	7.0
非居民区		5.0	5.5	6.0
交通困难地区		4.0	4.5	5.0
不能通航也不能浮运的河湖	至冬季冰面	5.0	5.0	6.0
	至最高水位	3.0	3.0	3.0
山坡、峭壁、岩石	步行可以达到的山坡	3.0	4.5	5.0
	步行不可以达到	1.0	1.5	3.0

注：1　交通困难地区指车辆、农机不能到达的地区。

2　最高水位，对 35kV 线路指百年一遇高水位，对 10kV 及以下线路指 50 年一遇高水位。

表 10.4.6-2　导线与建筑物之间的最小距离

最小距离（m）　线路电压(kV) 经过地区	配电线路		送电线路
	3 以下	3～10	35
在最大计算弧垂时的垂直距离	2.5	3.0	4.0
在最大风偏时边线与建筑物水平距离	1.0	1.5	3.0

注：对易燃材料做成屋顶的建筑物不得跨越。

表 10.4.6-3　导线与树木之间的最小距离

最小距离（m）　线路电压(kV) 经过地区	配电线路		送电线路
	3 以下	3～10	35
自然生长区	3.0	3.0	4.0
公园、绿化区、防护林带区	3.0	3.0	3.5
果林、经济作物、城市灌木	1.5	1.5	3.0
街道行道树区	1.0	1.5	3.0

注：导线在最大弧垂情况下。

表 10.4.6-4　导线在最大风偏情况下与树木之间的最小净空距离

最小距离（m）　线路电压(kV) 经过地区	配电线路		送电线路
	1 以下	1～10	35
公园、绿化区、防护林树木	3.0	3.0	3.5
街道人行道树、果树、经济作物、城市灌木	1.0	2.0	3.5

注：导线在最大弧垂情况下。

表 10.4.6-5　送、配电线路与铁路、道路、河流、管道、索道及架空线路交叉或接近

项目			铁道		道路		电车道	通航河流	次要通航河流	架空明线弱电线路		电力线路(kV)			特殊管道	索道
			标准规矩	窄轨	一、二级公路	三、四级公路				一、二级	三级	3以下	3～10	35		
导线在跨越档内的接头			不得接头	不限制	不得接头	不限制	不得接头	不得接头	不限制	不得接头	不限制	送电不得接头，配电不限制			不得接头	不得接头
配电线路导线支持方式			双固定		双固定	单固定	双固定	主要河流：双固定 次要河流：单固定	单固定	双固定	单固定	单固定	双固定	—	双固定	双固定
送电线路邻档断线情况的检验			检验	不检验	检验	不检验	检验	不检验	不检验	检验	不检验	不检验			检验	不检验
最小垂直距离(m)	项目 / 线路电压(kV)		至轨顶 / 至承力索或接触线		至路面	至路面 至承力索或接触线	至常年高水位	至最高航行水位的最高船桅顶	至常年高水位	至最高航行水位的最高船桅顶	至被跨越线	送电线路至被跨越线、配电线路至导线			至管道任何部分		至索道任何部分	
	送电线路	35	7.5/3.0	7.5/3.0	7.0	10/3.0	6.0	2.0	6.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0		3.0	
	配电线路	3～10	7.5/3.0	6.0/3.0	7.0	9.0/3.0	6.0	1.5	6.0	1.5	2.0	2.0	2.0	3.0	电力线	3.0/—	电力线在上面	2.0/2.0
		3以下	7.5/3.0	6.0/3.0	6.0	9.0/3.0	6.0	1.0	6.0	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0		1.5/1.5	电力线在下面	1.5/1.5

项目 / 线路电压(kV)		杆塔外缘至轨道中心	杆塔外缘至路基边缘		杆塔外缘至路基边缘		与拉纤小路平行的线路、边导线至斜坡上缘	与边导线间		与边导线间					边导线至管、索道任何部位	
			开阔地区	路径受限制地区	开阔地区	路径受限制地区		开阔地区	路径受限制地区	路径受限制地区					开阔地区	路径受限制地区
送电线路	35	交叉:5 平行:最高杆塔加3	交叉:8 平行:最高杆(塔)高	5.0	交叉:8 平行:最高杆(塔)高	5.0	最高杆(塔)高	最高杆(塔)高	4.0	5.0	5.0	5.0	7.0	8.0	最高杆(塔)高	4.0
配电线路	3～10		电杆中心至路面边缘	0.5	电杆中心至路面边缘	0.5			2.0	2.5	2.5	5.0	7.0	8.0		2.0
	3以下				电杆外缘至轨道中心	3.0			1.0	2.5	2.5	5.0	7.0	8.0		1.5
附加要求		不宜在出站信号机以内跨越	—		—		—	电力线路应架设在上方		开阔地区两平行线路水平距离不应小于最高杆(塔)高,电压较高的线路一般架设在电压较低的线路的上方					—	如果线路与索道交叉于索道上方,索道的下方应设保护设施
备注		—	—		—		次要通航河流对接头不限制;不通航河流指不能通航也不浮运	在最大风偏情况下							特殊管道指架设在地面上输送易燃易爆物的管道	—

10.4.7 线路的跳线、引流线和引下线的安装应符合下列规定：

1 与主干线之间的连接，材质不同的导线应有过渡线夹；材质相同的导线，可用线径不小于 2mm 的同材质单股线进行绑扎或用并沟线夹连接，并应符合下列规定：

1）同金属导线采用绑扎连接时，绑扎长度应符合表 10.4.7-1 的规定，绑扎连接应接触紧密、均匀、无硬弯，引流线应呈均匀弧度。不同截面导线连接时，其绑扎长度应以小截面导线为准；

表 10.4.7-1 绑扎长度

导线截面(mm^2)	绑扎长度(mm)
35 及以下	≥150
50	≥200
70	≥250

2）当采用并沟线夹连接引流线时，线夹数量不应少于 2 个。连接面应平整、光洁。导线及并沟线夹槽内应清除氧化膜，并应涂电力复合脂。

2 跳线应呈悬链状自然下垂，送电线路对杆塔及拉线的电气间隙应符合设计，并应采用并沟线夹连接。

3 导线布置应合理、整齐，线间连接的走向应清楚，辨认应方便。

4 配电线路的引流线、引下线与相邻的引流线、引下线或导线、拉线、构架线之间的净空距离，不得小于表 10.4.7-2 的规定。

表 10.4.7-2 引流线、引下线之间及与导线、拉线、构架等的最小净空距离

净空距离(mm) / 电压等级(kV) 引线名称	1～10	1 以下
每相引流线之间	300	150
引下线与邻相的引流线	300	150

续表 10.4.7-2

净空距离(mm) 电压等级(kV) 引线名称	1～10	1以下
引下线与导线之间	300	150
导线与拉线	200	100
导线与电杆或构架	200	100
1kV～10kV引下线	—	200

注:10kV及以下线路的拉线从两相导线之间穿过时,应装拉线绝缘子。

10.4.8 架空线路观测弧垂时应实测导线或避雷线周围空气的温度;弧垂观测档的选择应符合下列规定:

1 紧线段在5档及以下时,应靠近中间选择一档。

2 紧线段在6档～12档时,应靠近两端各选择一档。

3 紧线段在12档以上时,靠近两端及中间可选3档～4档。

4 紧线弧垂应在挂线后随即检查,弧垂误差不应超过设计弧垂的－2.5%～＋5%,且正误差最大值不应超过500mm。

5 导线或避雷线各相间的弧垂宜一致,在满足弧垂允许误差规定时,各相间弧垂的相对误差应小于200mm。

10.4.9 导线紧线后其弛度允许偏差应符合表10.4.9的规定。

表10.4.9 导线弛度允许偏差

线路级别	一般的线档	弛度大于30m的线档	按大跨越设计的跨越档
送电线路	－2.5%～＋5.0%,且正偏差最大值应小于500mm	±2.5%	＋2.0% －2.5%
配电线路	±5%	—	—

10.4.10 导线与避雷线各相的弛度应力求一致,除应符合本规范第10.4.9条的规定外,各相间弛度的相对偏差,还应符合表10.4.10的规定。

表 10.4.10　导线、避雷线各相间弛度允许相对偏差

线路类别		一般的线档	弛度大于 30m 的线档	按大跨越设计的跨越档
送电线路	水平排列	200mm	1%	1%
	非水平排列	300mm	1.5%	1%
配电线路		50mm	—	

注：配电线路导线为水平排列。

10.4.11　核定线路相位应符合下列规定：

1　线路两端相位应一致。

2　双回路及以上，应在变电所高压测核(定)相。

10.4.12　以额定电压对线路冲击合闸三次送电，应无异常。

10.5　配电线路杆上电器设备安装

10.5.1　配电线路杆上高压电器设备的试验结果应全部合格，试验标准应符合本规范附录 A 的规定。

10.5.2　杆上电器设备安装应符合下列规定：

1　安装应牢固可靠，不应有晃动或摇晃现象。

2　电气连接应接触紧密，不同金属连接，应有过渡措施。

3　瓷件表面应光洁，并应无裂缝、破损等现象。

10.5.3　杆上变压器、台架的安装除应符合本规范第 10.5.2 条的规定外，还应符合下列规定：

1　水平倾斜不得大于台架宽度的 1%。

2　一次、二次引线排列应整齐，绑扎应牢固，应留有防水弯。

3　变压器套管表面应光洁，零部件应齐全，外壳应干净，油漆应完整。

4　变压器外壳保护接地应可靠，接地电阻应小于 4Ω。

5　台架防腐处理应良好。

10.5.4　跌落式熔断器的安装除应符合本规范第 4.5.8 条、第 10.5.2 条的规定外，还应符合下列规定：

1　跌落式熔断器零部件应完整，转轴应光滑灵活，熔断器排列应整齐，高度应一致，熔管轴线与地面的垂线夹角应为15°～30°。

2　熔丝管应良好，熔丝匹配应正确，接触应紧密，动作应灵活可靠，熔丝管件上触头应有一定的压缩行程。

3　上下引线与线路导线的连接应紧密可靠，并应排列有序。

10.5.5　杆上避雷器的安装除应符合本规范第10.5.2条的规定外，还应符合下列规定：

1　安装位置应正确，并应排列整齐、高低一致。

2　绝缘子应良好，瓷套与固定抱箍之间应加垫层。

3　引下线连接应紧密，应短而直，应采用铜芯绝缘线，上引线截面应大于16mm^2，下引线截面应大于25mm^2。

4　引下线应可靠接地，接地电阻值应小于10Ω。

5　与电气部分连接时，不应使避雷器产生外加应力。

10.5.6　杆上断路器的安装除应符合本规范第10.5.2条的规定外，还应符合下列规定：

1　安装位置应正确，水平倾斜应小于托架长度的1%。

2　引线连接应可靠，排列应整齐，应留有防水弯。

3　外壳应干净不漏油，操作应灵活可靠，分合指示应正确。

4　外壳接地应可靠，接地电阻应小于10Ω。

10.5.7　杆上隔离开关和负荷开关安装除应符合本规范第4.5.1条～第4.5.7条、第10.5.2条的规定外，还应符合下列规定：

1　操作机构应动作灵活，金属件防腐应良好。

2　隔离刀刃合闸时应接触紧密，合闸接触面应符合要求，分闸时开距应符合产品要求，电源应接在静触头侧。

3　与引线的连接应紧密可靠，接头应符合要求。

10.5.8　杆上灯具的安装应符合下列规定：

1　灯位应正确，固定应牢靠，配件应齐全，外壳应无机械损伤和变形，油漆应完好。

2　灯柱应稳固垂直，接线箱盖板应齐全，并应配盖板锁和熔

断器，防水措施应良好。

3　开关控制应正确。

10.6　工 程 验 收

10.6.1　送、配电架空线路安装工程中隐蔽工程的验收检查应在隐蔽前进行，其隐蔽工程应包括下列项目：

1　杆塔基础施工中的隐蔽工程项目应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

2　导线、架空地线补修处理及线股损伤情况。

3　杆塔接地装置的埋设情况。

10.6.2　送、配电架空线路安装工程在中间工程验收时，应按下列要求进行检查：

1　基础工程应检查下列内容：

1）现浇混凝土或预制混凝土构件的抗压强度；

2）整基基础尺寸偏差；

3）现浇基础断面尺寸；

4）同组地脚螺栓中心或插入式角钢形心对立柱中心的偏移；

5）回填土情况。

2　杆塔工程应检查下列内容：

1）杆塔部件、构件的规格及组装质量；

2）混凝土电杆及钢管电杆焊接后的焊接弯曲度及焊口焊接质量；

3）混凝土电杆及钢管电杆的根开偏差、迈步及整基对中心桩的位移；

4）双立柱杆塔横担与主柱连接处的高差及主柱弯曲；

5）杆塔结构倾斜；

6）螺栓的紧固程度、穿向等；

7）拉线的方位、安装质量及初应力情况；

8)NUT 线夹螺栓的可调范围；

9)保护帽浇筑质量；

10)防沉层情况。

3　架线工程应检查下列内容：

1)导线及架空地线的弧垂；

2)绝缘子的规格、数量，绝缘子的清洁，悬垂绝缘子串的倾斜；

3)金具的规格、数量及连接安装质量，金具螺栓或销钉的规格、数量、穿向；

4)杆塔在架线后的挠曲；

5)引流线安装连接质量、弧垂及最小电气间隙；

6)绝缘架空地线的放电间隙；

7)接头、修补的位置及数量；

8)防振锤的安装位置、规格、数量及安装质量；

9)导线对地及跨越物的安全距离；

10)线路对接近物的接近距离。

4　接地工程应检查下列内容：

1)实测接地电阻值；

2)接地引下线与杆塔连接情况。

10.6.3　工程竣工验收应符合下列规定：

1　工程竣工验收应在隐蔽工程验收和中间验收全部结束后实施。竣工验收应对架空送电线路投运前安装质量的最终确认。

2　工程竣工验收除应确认工程的施工质量外，尚应包括下列内容：

1)线路走廊障碍物的处理情况；

2)杆塔固定标志；

3)临时接地线的拆除；

4)遗留问题的处理情况。

3　工程竣工验收除应验收实物质量外，尚应包括工程竣工

资料。

10.6.4 送、配电架空线路工程未经竣工验收及试验判定合格，不得投入运行。

10.6.5 工程竣工后提交的资料和文件，应符合本规范第 3.0.14 条的规定。

11 矿用防爆电器安装工程

11.1 一 般 规 定

11.1.1 防爆电器设备安装前，应检查其防爆标志(Exdi)、煤矿矿用产品安全标志(MA)、产品合格证及安全性能；对于入井的矿用防爆电器设备，应经检查合格并签发合格证后再入井。矿用防爆电器设备安装前安全性能检查，应包括下列内容：

1 检查设备的型式与铭牌的标志相符。

2 设备的外形结构完整，防爆性能良好。

3 设备内部是否损坏。

4 设备是否达到完好标准。

5 检查设备管理编号；经过检查或检修的设备有检查、检修和验收试验的记录，并有检查、检修和验收人员的签名或盖章。

6 零部件齐全完整。

7 联锁装置齐全、功能完善。

8 电缆引入装置有合格的密封圈、垫圈和封堵用的金属垫片。

9 非携带式和移动式电器设备的金属外壳和铠装电缆的接线盒，应有外接地螺栓，并标志有接地符号“⏚”；电器设备的接线盒内部有规定的内接地螺栓，并标志接地符号“⏚”。

10 隔爆型电器设备，检查隔爆结合面的宽度、表面光洁度和间隙符合规定；对圆筒式结构检查径向间隙符合规定。

11.1.2 防爆电器设备的运输、验收、保管应符合本规范第3.0.6条～第3.0.8条的规定。

11.1.3 与防爆电器装置安装工程有关的建筑工程施工，应符合下列规定：

1　与防爆电器装置安装工程有关的建(构)筑物的工程质量，应符合现行国家标准《建筑工程的施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。

2　设备安装前，建筑工程应具备下列条件：

1)基础、构架应符合设计要求，并应达到允许安装的强度；

2)室内地面基层应施工完毕，并应在墙上标出地面标高；

3)预埋件、预留孔应符合设计要求，预埋的电气管路不得遗漏堵塞，预埋件应牢固；

4)有可能损坏或严重污染电气装置的抹面及装饰工程应全部结束；

5)模板、施工设施应拆除，场地应清理干净；

6)门窗应安装完毕。

3　防爆电器设备装置应安装完毕，投入运行前，建筑安装工程应符合下列规定：

1)缺陷修补及装饰工程应结束；

2)二次灌浆和抹面工作应结束；

3)受电后无法进行的和影响运行安全的工程应施工完毕，并应验收合格；

4)建筑照明应交付使用；

5)防爆通风系统应符合设计要求并运行合格。

11.1.4　防爆电器设备安装位置应符合产品技术文件的要求，其地点不应有积水和滴水，不应乱放与防爆电器设备安全运行和检修无关的杂物。

11.1.5　防爆电器设备安装用的紧固件，除地脚螺栓外，应采用镀锌制品。

11.1.6　防爆电器设备宜安装在金属制作的支架上，支架应牢固，有振动的电器设备的固定螺栓应有防松装置。

11.1.7　防爆电器设备的外壳隔爆结合面的检查应符合下列规定，任意一项不符合要求均应为防爆电器设备失爆：

1　外壳隔爆结合面的最小宽度和最大间隙应符合表 11.1.7-1 的规定，但快动式门或盖的隔爆结合面的最小有效长度不应小于 25mm。

表 11.1.7-1　外壳隔爆结合面的最小宽度和最大间隙(mm)

结合面宽度 L		与外壳容积 V(cm^3)对应的最大间隙	
		$V\leqslant100$	$V>100$
平面结合面和止口结合面	$6\leqslant L<12.5$	0.30	—
	$12.5\leqslant L<25$	0.40	0.40
	$25\leqslant L$	0.50	0.50
操纵杆和轴	$6\leqslant L<12.5$	0.30	—
	$12.5\leqslant L<25$	0.40	0.40
	$25\leqslant L$	0.50	0.50
带滑动轴承的转轴	$6\leqslant L<12.5$	0.30	—
	$12.5\leqslant L<25$	0.40	0.40
	$25\leqslant L<40$	0.50	0.50
	$40\leqslant L$	0.60	0.60
带滚动轴承的转轴	$6\leqslant L<12.5$	0.450	—
	$12.5\leqslant L<25$	0.60	0.60
	$25\leqslant L$	0.750	0.750

注：1　对于操纵、轴和转轴，其间隙指最大的直径差。

2　操纵杆和轴超过表中所规定的隔爆结合面的最小宽度时，其结合面宽度不应小于操纵杆或轴的直径，但可不大于 25mm。

3　转轴的直径大于表中所规定的隔爆结合面的最小宽度时，带有滑动轴承的隔爆轴承盖的火焰通路长度，当转轴直径不大于 25mm 时，不应小于转轴直径；当转轴直径大于 25mm 时，不应小于 25mm。

2　结合面被紧固螺栓孔或类似物的孔分隔时，孔与外壳内外侧间的距离应符合表 11.1.7-2 的规定。

表 11.1.7-2　孔与外壳内外侧间的距离(mm)

结合面宽度 L	孔与外壳内外侧间的距离
$L<12.5$	≥6
$12.5\leqslant L\leqslant 25$	≥8
$L\geqslant 25$	≥9

3　隔爆电动机轴与轴孔的隔爆结合面在正常工作状态下不应产生摩擦。用圆筒隔爆结合面时，轴与轴孔配合的最小单边间隙不应小于 0.750mm；用滚动轴承结构时，轴与轴孔的最大单边间隙不应大于表 11.1.7-1 所规定的轴承盖允许最大间隙的 2/3。

4　隔爆结合面的表面粗糙度 Ra 不应大于 6.03μm；操纵杆的表面粗糙度 Ra 不应大于 3.2μm。

5　隔爆结合面的法兰减薄厚度，不应大于原设计规定的维修余量。

6　隔爆结合面的缺陷或机械伤痕，将其伤痕两侧高于无伤表面的凸起部分磨平后，应符合下列规定：

1)隔爆面上对局部出现的直径不应大于 1mm，深度不应大于 2mm 的砂眼；在 40mm、25mm、15mm 宽的隔爆面上，每平方厘米范围内不应超过 5 个，并应直接；10mm 宽的隔爆面上不应超过 2 个；

2)产生的机械伤痕，宽度与深度不应大于 0.5mm，其长度应保证剩余无伤隔爆面有效长度不小于规定长度的 2/3。

7　隔爆结合面不得有锈蚀及油漆，应涂防锈油或磷化处理。

11.1.8　防爆电器设备的隔爆外壳与隔爆腔的检查应符合下列规定，任意一项不符合要求均应为防爆电器设备失爆：

1　防爆外壳变形长度不得超过 50mm，凸凹深度不得超过 5mm。

2　防爆外壳内外不得有锈皮脱落。

3　隔爆设备的隔爆腔之间不得直接贯通。

4　接线柱、接线座不得有裂纹，接线座不得晃动，接线柱不得跟转。

5　防爆外壳应无开焊，观察窗孔胶封应良好，并应无破损和裂纹。

6　操作手柄与隔爆外壳盖间的闭锁应正确可靠。

7　接线(室)盒内应保持干净，应无杂物和水珠。

8　快动式门或盖不得打不开。

11.1.9　防爆电器设备的进出线嘴检查应符合下列规定，任意一项不符合要求均应为防爆电器设备失爆：

1　接线后紧固件的紧固程度以轴拉电缆不串动应为合格。

2　线嘴压紧后应有余量，余量不应小于 1mm。

3　线嘴应平行压紧，两压紧螺栓入扣之差不应大于 5mm。

4　线嘴与密封圈之间密封圈与联通节之间应只限安装一个金属圈，不得充填其他杂物。

5　压叠式线嘴压紧电缆后，其压扁量不应超过电缆直径的 10%。

6　隔爆腔的空闲接线嘴，应用密封圈及厚度不小于 2mm 的钢垫板封堵压紧。

7　进出线嘴的压紧程度，螺旋线嘴最小啮合扣数不得少于 6 扣，用单手正向用力拧不动应为合格；压叠式线嘴用单手晃动时，喇叭嘴无明显晃动应为合格。

8　高压隔爆开关空闲的接线嘴，应用与线嘴法兰厚度、直径相符的钢垫板封堵压紧。

9　螺纹隔爆结构，螺纹精度不应低于 3 级，螺距不应小于 0.7mm，螺纹结合面的最小啮合扣数应为 5 扣，当容积大于 100cm^{3}时，最小轴向啮合长度应为 8mm；当容积不大于 100cm^3，最小轴向啮合长度应为 5mm。对于圆柱形螺纹，螺纹部分应至少有 8mm，并不应少于 6 扣。

11.1.10　防爆电器设备的密封圈、挡板、金属圈检查应符合下列

规定，任意一项不符合要求均应为防爆电器设备失爆：

1 密封圈材质应用邵尔氏硬度 45°～55°橡胶制造，密封圈分层侧应面向接线腔内(煤电钻除外)。

2 密封圈各部分尺寸应符合下列规定：

1)密封圈内径与电缆外径差应小于 1mm，4mm² 及以下电缆的密封圈内径不得大于电缆外径；

2)密封圈外径与进线装置内径之差应符合表 11.1.10 的规定；

表 11.1.10 密封圈外径与进线装置内径之差(mm)

密封圈(挡板、金属圈)外径 D	密封圈(挡板、金属圈)外径与进线装置内径之差
$D\leqslant 20$	≤1.0
$20<D\leqslant 60$	≤1.5
$D>60$	≤2.0

3)密封圈宽度应大于电缆外径的 0.7 倍，且不应小于 10mm；

4)密封圈厚度应大于电缆外径的 0.3 倍(70mm 电缆除外)，且不应小于 4mm。

3 密封圈应无破损，刀削后应整齐平滑，不得出现锯齿状。

4 电缆与密封圈之间不得包扎其他物体。

5 不使用的进出线嘴应分别用密封圈和挡板依次装入、压紧后封堵。

6 螺旋式进出线嘴上金属圈时，应装在挡板外面。

7 挡板厚度不应小于 2mm；挡板直径与进出线装置内径之差不应大于 2mm，厚度不应小于 2mm，金属圈外径与进出线装置内径之差不应大于 2mm，厚度不应小于 1mm。

8 当进出线嘴已全部压紧仍不能将密封圈压紧时，应选用一个厚度适当不开口的金属圈调整，不得充填其他杂物。

9 低压隔爆开关引入铠装电缆时，密封圈应全部套在电缆的铅皮上。

10　螺旋式空闲喇叭嘴的密封圈、挡板、金属圈应依次装入，且均应只装一个。

11　电缆引入装置或设备进线口的密封应符合下列规定：

1)一个进线装置应只允许进一根电缆；

2)被密封的电缆断面，应近似圆形；

3)弹性密封圈及金属垫，应与电缆的外径匹配；

4)弹性密封圈压紧后，应能将电缆沿圆周均匀地被挤紧。

11.1.11　防爆电器设备的紧固件检查应符合下列规定，任意一项不符合要求均应为防爆电器设备失爆：

1　紧固用的螺栓、螺母、垫圈等应齐全、紧固，并应无锈蚀。

2　同一部位的螺栓、螺母规格应一致，平垫、弹簧垫的规格应与螺栓直径相符合。

3　螺母紧固后，螺栓螺纹应露出螺母 1 个～3 个螺距，不得在螺母下面加多余的垫圈减少螺栓的伸出长度。

4　紧固在护圈内的螺栓，其上端平面不得超出护圈高度，并应用专用工具才能松紧。

5　隔爆结合面紧固螺栓应齐全，螺母应上满扣；紧固螺钉伸入螺孔长度不应小于螺纹直径的尺寸，铸铁、铜、铝件等不应小于直径的 1.5 倍；螺孔深度不够螺纹直径尺寸时，螺钉应拧满螺孔。

6　隔爆结合面紧固螺栓应加弹簧垫或背帽，其拧紧程度应以压平弹簧垫圈为合格，螺栓不得松动。

7　弹簧垫不得破损，不得推动弹性。

8　低压隔爆开关接线腔不应由电源侧进出线至负荷侧接线，也不应由负荷侧进出线至电源侧接线，磁力启动器的小接线嘴不得进出动力线。

9　橡套电缆的护套伸入接线腔器壁内的长度尺寸应符合 5mm～15mm 的要求；当粗电缆穿不进接线嘴时，可将伸入器壁部分的护套锉细。

11.1.12 防爆电器设备的接线工艺应符合下列规定：

1 接线螺栓和螺母的螺纹应无损伤，并应无放电痕迹，接线零部件应齐全。

2 接线应整齐、紧固，导电应良好、无毛刺。卡爪、弹簧垫圈、背帽应齐全。接线后，卡爪不应压绝缘胶皮或其他绝缘物，也不得压或接触屏蔽层，芯线裸露距卡爪不应大于 10mm。

3 接线室内地线长度以松开线嘴卡兰拉动电缆时，宜为相线被拉松或拉脱而地线不掉。接地螺栓、螺母、垫圈不应涂绝缘物，卡爪应镀锌或镀锡。

4 高压电缆间的连接应采用压接技术，接线柱使用压板接线时，压板凹面应朝下。

5 固定设备的接线应符合下列规定：

1）设备引入（出）线的终端接头应用接线端子或过渡接头；

2）导线联接应牢固可靠，接头温度不得超过导线温度。

6 隔爆电动机斜面接线盒盒盖不得反装。

7 两相低压导线裸露部分的空气间隙，500V 以下不应小于 6mm；500V 以上不应小于 10mm。

8 隔爆开关闭锁后，接线板正面的带电螺栓应用绝缘材料封堵隔离带电体，断路器应装设隔离护罩。

9 隔爆设备和元件应放置平、直、稳。接线后，盖板和转盖应朝外；喇叭嘴应朝下，喇叭嘴电缆出口处应平滑，不得出现死弯。

10 煤电钻插销的电源侧应接插座，负荷侧应接插销。

11 采用铠装电缆后供电时，使用密封圈应全部套在铅（铝）包上，或用绝缘胶浇灌至三叉口以上。

11.1.13 防爆电器设备的电缆接头应符合下列规定：

1 橡套电缆的连接应采用硫化热补或同等效能的冷补。

2 通信、照明、信号、控制、监控以及高低压橡套电缆连接的接头，应采用接线盒。

3 铠装电缆的连接应采用接线盒和灌注绝缘填充物，填充应

严密，接头不应露出芯线。

4　电缆的末端应安装防爆电气设备或防爆元件。

5　电气设备和电缆不应有裸露导体；开关零位不应带电。

6　橡套电缆的护套不应破损，不应露出芯线或屏蔽层。

7　橡套电缆伤痕深度不应大于护套最薄处厚度的 1/2，长度不应大于 20mm，沿电缆围长不应大于 1/3。

11.1.14　防爆电器设备接地应符合下列规定：

1　井下防爆电气设备的接地装置应符合本规范第 13 章的有关规定；变电硐室、单独装设的高压电气设备、配电点、采掘工作面分路开关、风电联锁开关、高压接线盒，应有系统和局部接地；采、掘、开拓工作面所用的防爆电气设备应有系统接地；综合保护器和漏电继电器应有合格的主、副接地极，采用附加直流保护原理的漏电继电器应有辅助接地极，主辅接地极间距不得小于 5m；三台及以上的开关或三台以上电气设备在一起时，其中两台电气设备的距离不应大于 5m，并应装设局部接地极。

2　防爆电气设备不得采用串联接地。

3　接地线使用镀锌钢绞线时，接头应使用专用连接卡板连接，卡板长度不得小于 150mm；使用镀锌扁铁时，应用两道镀锌螺栓进行紧固，并应加弹簧垫或背帽，螺栓直径不得小于 10mm。

11.1.15　硐室的防爆电器设备应有标志牌，应注明编号、容量、用途、整定值、整定日期、负荷情况、短路电流、负责人等。

11.1.16　局部通风机和掘进工作面的防爆电气设备应全部实现风电闭锁，在局部通风机的专供电源线路上不得接入其他机电设备。

11.1.17　防爆电器设备的保护装置和附属元件应齐全、完整、可靠，并应整定正确。不得损坏、拆除、短接，不得短接接触器而使用隔离开关控制电动机。

11.1.18　井下防爆型的通信、信号和控制等装置，应采用本质安全性。

11.1.19 防爆电器设备安装后应符合下列规定：

1 各处螺丝和弹垫应齐全、完整、拧紧，防爆结合面的光洁度和间隙应符合本规范第 11.1.7 条的规定，防爆面不得锈蚀，锈蚀时应按要求进行处理。

2 接线工艺应符合设计要求。

3 闭锁装置应灵敏可靠。

11.2 矿用隔爆型移动变电站和干式变压器安装

11.2.1 矿用隔爆型移动变电站在安装前的检验、验收、运输、保管，除应符合本规范第 3.0.6 条～第 3.0.8 条的规定外，还应符合现行国家标准《矿用隔爆型移动变电站》GB 8286 的规定。

11.2.2 矿用隔爆型干式变压器在安装前的检验、验收、运输、保管，除应符合本规范第 3.0.6 条～第 3.0.8 条的规定外，还应符合现行国家标准《干式电力变压器》GB 6450 的规定。

11.2.3 全封闭式移动变电站，箱体应有可靠的保护接地。

11.2.4 无人值班的变电亭（移动变电站）的门应加锁。亭（站）内设备应编号，并应注明用途；应有停、送电标志和送电开关的锁紧装置。

11.2.5 移动变电站配电装置的操作按钮和手柄应设在带门锁的箱体内。隔离开关与主开关之间应有机械或电气闭锁。

11.2.6 移动变电站或固定变电站向移动电气设备供电的输配电线路的电压高于 1kV 时，应装设短路和过负荷保护装置。交流电压大于 50V 的线路，应安装漏电保护装置。短路和单相接地（漏电）保护应采取二级保护措施。

11.2.7 井下由移动变电站或配电点引出的馈电线上，应装设短路、过负荷和漏电保护装置。

11.2.8 移动变电站和干式变压器安装位置应符合下列规定：

1 应安装在通风良好、顶板稳定、无淋水、进出线方便、设备便于运输的位置。

2　安装环境温度及湿度应符合产品技术文件的要求。

3　安装地点应无强烈震动，垂直面倾斜度不得超过15°。

4　安装地点的瓦斯、风量、风速、温度应符合通防要求。

5　应无腐蚀金属和破坏绝缘的气体。

6　巷道高度应大于2.2m，外壳突出部分与巷道边墙支护、移动矿车之间的距离应大于0.5m；检查通道或检修距离应大于0.8m，最高点与顶板最低点的距离应大于0.25m，并应留有操作空间。

7　移动变电站配套的电气设备不得占用人行道，且与巷邦的间隙不应小于300mm，设备与设备之间距离不应小于800mm，最突出部位距矿车最突出部位应大于500mm。

8　移动变电站硐室应采用不燃性材料支护。

9　移动变电站可放置在轨道上或平地上，支架应有阻车装置。

11.2.9　移动变电站和干式变压器的箱体应符合下列规定：

1　零部件应齐全、完整、紧固。

2　箱体及散热器应无变形和锈蚀。

3　箱体内应无杂物、积尘和积水。

11.2.10　移动变电站和干式变压器的接线除应符合本规范第11.2.13条的规定外，还应符合下列规定：

1　电缆连接器接触应紧密，接线盒不应发热。

2　在井下使用时，应采用监视型屏蔽橡套电缆。

3　箱内二次回路导线排列应整齐。瓷瓶牢固应无松动现象，并应无裂纹、损伤，应无放电痕迹。

11.2.11　移动变电站开关安装应符合下列规定：

1　开关接线连接应紧密，触头接触应良好，应无严重烧痕。

2　隔离刀闸开关插入深度不应小于刀闸宽度的2/3，三相合闸不同期性应小于3ms。

3　开关操作机构动作应灵敏可靠，分、合闸指示应正确。

4　高压隔离开关应实现开盖闭锁和急停。

11.2.12 移动变电站的欠压保护、短路保护、高低压联锁、过负荷保护、漏电保护装置，应符合下列规定：

1 保护装置应齐全，整定应合格，并应灵敏可靠。温度继电器动作应灵敏可靠。

2 互感器性能应良好，应有规定期内测试记录。

3 电气、机械联锁装置应齐全，动作应正确可靠。

4 接地标志应明显，接地装置应符合本规范第 13 章的有关规定。

5 绝缘性能应良好，绝缘电阻值应符合下列规定：

1) 660V 不应低于 5MΩ；

2) 1140V 不应低于 50MΩ；

3) 6kV 不应低于 200MΩ。

11.2.13 移动变电站和干式变压器安装应符合下列规定：

1 安装地点应保持良好通风。

2 安装前应仔细检查，保护箱各部位及隔爆面应完好，各隔爆面间隙应合格。

3 螺栓连接处和各接插件应插接牢固、拧紧，接触应良好。

4 电缆应接线正确，各零部件装配应齐全、正确。

11.3 矿用隔爆兼本质安全型组合开关安装

11.3.1 矿用隔爆兼本质安全型组合开关的装卸、检查、保管，除应符合本规范第 3.0.6 条～第 3.0.8 条的规定外，还应检查下列内容：

1 检查真空接触器的真空灭弧室是否完好，有无损伤。

2 检查各隔爆结合面有无锈蚀、损伤。

3 检查紧固件、引入装置密封件是否松动。

4 检查导线连接处是否松动。

11.3.2 矿用隔爆兼本质安全型组合开关在安装前，应检查电源电压等级是否与本开关的电压等级相互一致。

11.3.3 矿用隔爆兼本质安全型组合开关在地面上试验时，应按产品技术文件操作，不应拆除闭锁装置开门试验。

11.3.4 矿用隔爆兼本质安全型组合开关在井下装卸及搬运过程中，应避免强烈的振动，不得翻滚。

11.3.5 矿用隔爆兼本质安全型组合开关在安装过程中不应随意更改组件位置。

11.3.6 矿用隔爆兼本质安全型组合开关的接线，应符合本规范第11.1.10条、第11.1.13条的规定。

11.3.7 矿用隔爆兼本质安全型组合开关在安装后、使用前，应先测量断开保护装置所有接插件和阻容吸收装置各回路的绝缘电阻，其绝缘电阻不应小于表11.3.7的规定。

表11.3.7 各回路的绝缘电阻(MΩ)

序号	项　　目	允许偏差
1	主回路相间和相对地	≥2.5
2	主回路对控制电路	≥2.5
3	控制线路之间和对地	≥1.5

11.4 高压防爆开关安装

11.4.1 高压防爆开关的防爆性能应符合设计要求。

11.4.2 高压防爆开关绝缘试验结果应符合下列规定：

1 绝缘电阻，提升杆不应低于1000MΩ，二次回路不应低于0.5MΩ。

2 交流耐压试验应符合设计要求。

11.4.3 高压防爆开关的隔爆面的检查应符合本规范第11.1.8条的规定。

11.4.4 高压瓷件表面应无裂纹、缺损和瓷釉坏损等缺陷，绝缘部件应完好。

11.4.5 高压防爆开关的接线应符合本规范第11.1.10条、第11.1.13条的规定。

11.4.6 高压防爆开关的隔离刀闸应符合下列规定：

1 接触应良好，插入深度应大于闸刀宽度的 2/3，接触面积应大于刀夹的 75%。

2 动刀闸的开合位置、动作方向与手柄应协调一致。

11.4.7 高压防爆开关的真空断路器安装应符合本规范第 4.3.4 条的有关规定。

11.4.8 高压防爆开关接地应符合本规范第 13.2.17 条的规定。

11.4.9 高压防爆开关的保护装置应符合下列规定：

1 各种保护应齐全、灵敏可靠。

2 设备闭锁装置应齐全可靠。

3 绝缘电阻值应符合规定。

11.4.10 高压防爆开关安装应符合下列规定：

1 安装位置应正确，放置应平稳。

2 操作机构应灵活、可靠。

3 触头表面应光滑，接触应严密，触头压缩行程及三相接触同期性调整应符合产品技术文件规定。

4 油漆应完整、均匀，电缆应排列整齐。

11.4.11 高压防爆开关送电试运行应正常，仪表及指示灯指示应正确。

11.5 低压防爆开关安装

11.5.1 低压防爆开关地面测试时，在温度为 20℃±5℃，相对湿度为 50%～70%的环境条件下，绝缘电阻应符合下列规定：

1 导电部分，380V 不得低于 5MΩ，660V 不得低于 5MΩ，1140V 不得低于 10MΩ。

2 控制部分不得低于 1MΩ。

11.5.2 低压防爆开关的隔爆面应符合本规范第 11.1.8 条的规定。

11.5.3 低压防爆开关的接线应符合本规范第 11.1.10 条、第

11.1.13 条的规定。

11.5.4 低压防爆开关的隔离刀闸应符合本规范第 11.4.6 条的规定。

11.5.5 低压防爆开关接地应符合本规范第 13.2.17 条的规定。

11.5.6 低压防爆开关安装应符合下列规定：

1 安装位置应正确，并应放置平稳。

2 接触器应动作灵活，触头表面应光滑，接触应良好。

3 油漆应完整均匀，电缆应排列整齐。

11.5.7 低压防爆开关过电流及短路保护整定应符合产品技术文件，动作应灵敏可靠。

11.5.8 低压防爆开关送电运行应达到分、合闸及换向灵活。

11.6 井下照明电器安装

11.6.1 井下照明和信号装置，应采用具有短路、过载和漏电保护的照明信号综合保护装置配电。

11.6.2 井下照明不得使用电机车架空线做照明电源。

11.6.3 井下照明灯具在安装前的检查应符合下列规定：

1 井下照明灯具的种类、型号和功率，应符合设计要求和产品技术文件的要求。

2 井下照明灯具应具备防滴(溅)、隔爆作用。

3 零件应完整齐全，结合面应严密。

4 灯具安装的吊钩和预埋件应埋设牢固。

5 保护玻璃罩应无裂纹破损。

6 隔爆灯应符合隔爆要求。

11.6.4 防爆灯的铭牌在安装前应按防爆形式、类别、级别、组别、外壳的防护等级内容进行检查。

11.6.5 照明变压器、防爆插销、防爆三通的安装，应符合下列规定：

1 螺栓及弹簧垫圈应紧固，密封应严密、完整，隔爆面应符合

隔爆要求。

2 绝缘电阻，在井上摇测，380V 及 660V 线圈不得低于 5MΩ，127V 线圈不得低于 0.5MΩ。

11.6.6 防爆灯的安装应符合下列规定：

1 防爆灯的安装应确保固定牢靠，紧固螺栓不得任意更换，弹簧垫圈应齐全。

2 防尘、防水用的密封圈安装位置应正确。

3 电缆进线处，电缆与密封垫圈应紧密配合，电缆的断面应为圆形，且护套表面不应有凹凸等缺陷。

4 多余的进线口，应按防爆类型进行封堵，并应将压紧螺母拧紧。

11.6.7 井下防爆照明配电箱（盘、板）安装，应符合本规范第 4.4.2条的规定。

11.6.8 井下照明安装应符合下列规定：

1 灯具安装应牢固，位置应符合设计要求。

2 灯具进线口密封圈挡板应齐全，不用的进线口应封堵严密。

3 电缆接头应热补/冷补或用防爆接线盒、防爆插销连接，灯线不应承受拉力。

4 灯具排列应整齐、洁净。

11.6.9 移动式和携带式照明灯具的玻璃罩，应采用金属网保护。

11.7 防爆接线盒安装

11.7.1 防爆接线盒在安装前进行检查，应符合本规范第 11.1.2 条的规定。

11.7.2 防爆接线盒除应按产品技术文件的要求进行安装外，还应符合下列规定：

1 防爆接线盒的安装位置应符合设计要求。

2 固定应牢固可靠。

3　入线口处压接应无间隙，接线应正确，线缆应不易拔脱、无松动。

4　进线装置密封应良好。

5　接线端子排通用性能应良好。

6　安装时不得损伤外壳和进线装置的完整及密封性能。

7　接地应符合本规范第 13.2.18 条的规定。

11.8　防爆按钮安装

11.8.1　防爆按钮在安装前进行检查，应符合本规范第 11.1.2 条的规定。

11.8.2　防爆按钮除应按产品技术文件的要求进行安装外，还应符合下列规定：

1　防爆接线盒的安装位置应符合设计要求，并应牢固可靠。

2　接线应正确。

3　安装时不得损伤隔爆面。

4　应用橡胶密封圈、垫圈和压紧螺母将所引入电缆压紧、密封。

11.9　工 程 验 收

11.9.1　防爆电器设备在试运行中，应符合下列规定：

1　防爆电器设备外壳的温度不得超过规定值。

2　防爆电器设备的保护装置及联锁装置，应动作正确可靠。

11.9.2　工程竣工验收时，应进行下列检查：

1　防爆电器设备的铭牌中，应标明防爆合格证号。

2　防爆电器设备的类型、级别、组别，应符合设计要求。

3　防爆电器设备的外壳，应无裂纹、损伤；油漆应完好。接线盒应紧固，且固定螺栓及防松装置应齐全。

4　电气设备多余的进线口，应按规定作好密封。

5　电气线路中密封装置的安装应符合设计要求。

6　电气装置的接地或接零、防静电接地应符合设计要求，接地应牢固可靠。

11.9.3　工程竣工后提交的资料和文件，应符合本规范第3.0.14条的规定。

12　电缆安装工程

12.1　一 般 规 定

12.1.1　本章适用于煤矿额定电压为 35kV 及以下电力电缆、控制电缆安装工程的施工及验收。

12.1.2　电缆线路的安装应按已批准的设计进行施工。

12.1.3　电缆及其附件安装用的钢制紧固件，防腐应符合设计要求。

12.1.4　对有抗干扰要求的电缆线路，应按设计要求采取抗干扰措施。

12.2　电缆支架及电缆管安装

12.2.1　电缆支架的加工配制，应符合下列规定：

1　钢材应平直，应无明显扭曲，选用材质应符合设计要求；下料允许误差应为±5mm，切口应无卷边、毛刺。

2　支架焊接应牢固，应无显著变形；各横撑间的垂直净距与设计允许偏差应为±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，应根据设计要求做特殊的防腐处理。

12.2.2　电缆支架的层间允许最小距离，当设计无规定时，应按表 12.2.2 的规定确定。但层间净距不应小于电缆外径的 2 倍加 10mm。

表 12.2.2　电缆支架的层间允许最小距离(mm)

电缆类型和敷设特征		支(吊)架	桥架
控制电缆明敷		120	200
电力电缆明敷	10kV 及以下(除 6kV～10kV 交联聚乙烯绝缘外)	150～200	250
	6kV～10kV 交联聚乙烯绝缘	200～250	300

续表 12.2.2

电缆类型和敷设特征		支(吊)架	桥架
电力电缆明敷	35kV 单芯	250	300
	35kV 三芯	300	350
电缆敷设于槽盒内		h+80	h+100

注:h 表示槽盒外壳高度。

12.2.3 电缆支架安装,应符合下列规定:

1 电缆支架应安装牢固,并应横平竖直;托架支(吊)架的固定方式应按设计要求进行。各支架的同层横挡应在同一水平面上,其高低允许偏差应为±5mm。托架支(吊)架沿桥架走向左右允许偏差应为±10mm;井筒中电缆支架安装的允许偏差应符合表12.2.3-1的规定。

表 12.2.3-1 井筒中电缆支架安装的允许偏差

项次	项 目	允许偏差
1	支架中心线与设计中心线的偏差(mm)	±20
2	支架的水平度	3/1000
3	支架的层间距(mm)	±5
4	支架埋入井壁内深度(mm)	±20

2 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。

3 电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离,当设计无规定时,不宜小于表 12.2.3-2 的规定。

表 12.2.3-2 电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离(mm)

敷设方式	电缆隧道及夹层	电缆沟	吊架	桥架
最上层至沟顶或楼板	300～350	150～200	150～200	350～450
最下层至沟底或地面	100～150	50～100	—	100～150

12.2.4 电缆桥架的安装,应符合下列规定:

1 电缆桥架的选型、配制应符合设计要求。

2　电缆桥架在每个支(吊)架上的固定应牢固;桥架连接板的螺栓应紧固,螺母应位于桥架的外侧。

3　铝合金桥架在钢制支(吊)架上固定时,防止电化学腐蚀应符合设计文件要求。

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,转弯处应托住电缆平滑均匀过渡。

12.2.5　电缆管的加工及安装,应符合下列规定:

1　电缆管不应有穿孔、裂缝和显著的凹凸不平,内壁应光滑;金属电缆管不应有严重锈蚀;在易受机械损伤的地方和受力较大处直埋时,应采用足够强度的管材。

2　电缆管的加工应符合下列规定:

1)管口应无毛刺和尖锐棱角;

2)电缆管弯制后,不应有裂纹和显著的凹瘪现象,其弯扁程度不宜大于管子外径的10%;电缆管弯曲半径不应小于所穿入电缆的最小允许弯曲半径;

3)无防腐措施的金属电缆管应在外表涂防腐漆,镀锌管锌层剥落处也应涂以防腐漆。

3　电缆管内径应大于电缆外径的1.5倍。

4　每根电缆管的弯头不应超过3个,直角弯不应超过2个。

5　电缆管明敷时应符合下列规定:

1)电缆管应安装牢固;电缆管支持点间的距离应符合设计规定;当设计无规定时,不宜超过3m;

2)当塑料管的直线长度超过30m时,宜加装伸缩节;

3)对于非金属类电缆管在敷设时,宜采用预制的支架固定,支架间距不宜超过2m。

6　敷设混凝土类电缆管时,其地基应坚实、平整,不应有沉

陷。敷设低碱玻璃钢管等抗压不抗拉的电缆管材时，应在其下部添加钢筋混凝土垫层；电缆管直埋敷设应符合下列规定：

1）电缆管的埋设深度不应小于 0.7m；在人行道下面敷设时，不应小于 0.5m；

2）电缆管的排水坡度不应小于 0.1%。

7　电缆管的连接应符合下列规定：

1）金属电缆管不宜直接对焊，宜用大一级短管套接，连接时应两管口对准，两端焊牢、封闭；套接的短套管或带螺纹的管接头的长度，不应小于电缆管外径的 2.2 倍。采用金属软管及合金接头作电缆保护接续管时，其两端应固定牢靠、密封良好；

2）硬质塑料管在套接或插接时，其插入深度宜为管子内径的 1.1 倍～1.8 倍。在插接面上应涂以胶合剂粘牢密封；采用套接时套管两端应采取密封措施；

3）水泥管宜采用管箍或套接方式进行连接，管孔应对准，接缝应严密，管箍应有防水垫密封圈。

8　电缆出入建筑物、隧道，穿过楼板、墙壁及沟道引至电杆、设备、墙外表面或房屋内人容易接近处时，离地面 2m 以下的一段均应加保护管或罩。当采用钢管时，固定应可靠，管口应封闭严密，埋入地面的深度不得小于 100mm，伸出建筑物散水坡的长度不得小于 250mm。

9　引至设备的电缆管管口位置，应便于与设备连接并不妨碍设备拆装和进出。并列敷设的电缆管管口应排列整齐。

10　利用电缆保护钢管作接地线时，应先焊好接地线，再敷设电缆。有螺纹连接的电缆管，管接头处应焊接跳线，跳线截面不应小于 $30mm^2$。

12.3　电 缆 敷 设

12.3.1　电缆敷设前，应按下列要求进行检查：

1　电缆沟、电缆隧道、排管、交叉跨越管道及直埋电缆沟深度、宽度、弯曲半径，应符合设计要求。电缆通道应畅通，排水应良好；金属部分的防腐层应完整；隧道内照明、通风应符合设计要求。

2　电缆的型号、规格、电压等级及电缆长度应符合设计要求。

3　电缆外观应无损伤，绝缘应良好，当对电缆的外观和密封状态有怀疑时，应进行潮湿判断；直埋电缆及下井电缆敷设前应进行电气试验，并应合格后再敷设。

4　电缆放线架应放置稳妥，钢轴的强度和长度应与电缆盘重量和宽度相配合。敷设电缆的机具应检查并调试正常；电缆盘应有可靠的制动措施。

5　敷设前应按设计和实际的路径配置电缆的长度。中间接头应设置在易于检查维修、相对宽阔的位置并固定牢靠。

6　在带电区域内敷设电缆，应有可靠的安全措施。

7　采用机械敷设电缆时，牵引机和导向机构应调试完好。

12.3.2　电缆敷设时，不应损坏电缆沟、隧道、电缆井和人井的防水层。

12.3.3　并联使用的电力电缆其长度、型号、规格应相同。

12.3.4　电力电缆在终端头及接头附近宜留有备用长度。

12.3.5　电缆各支持点间的距离应符合设计规定；当设计无规定时，应小于表 12.3.5 中的数值。

表 12.3.5　电缆各支持点间的距离(m)

敷设方式 / 支持点间距(m) / 电缆类型		支架上敷设		钢索上悬吊		井下	
		水平	垂直	水平	垂直	水平或倾斜(30°以下)巷道	立井井筒
电力电缆	全塑型	0.4	1.0	0.4	1.0	3	6
	除全塑型外的中低压电缆	0.8	1.5	0.75	1.5		
	35kV 高压电缆	1.5	2.0	—	—	—	—
控制电缆		0.8	1.0	0.6	0.75	3	6

注：全塑型电力电缆水平敷设沿支架能把电缆固定时，支持点间的距离允许为 0.8m。

12.3.6 电缆的最小弯曲半径，应符合表 12.3.6 的规定。

表 12.3.6 电缆最小弯曲半径(mm)

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	
塑料绝缘电缆	无铠装	15D	20D
	有铠装	12D	15D
橡套电缆	矿用橡套软电缆	6D	—
	其中矿用橡套软电缆线芯	3D	

注：D 为电缆外径。

12.3.7 电缆敷设时，电缆应从盘的上端引出，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、护层折裂等未消除的机械损伤。

12.3.8 使用机械敷设电缆时，应在牵引头或钢丝网套与牵引钢缆之间装设防捻器。其最大牵引强度宜符合表 12.3.8 的规定，敷设速度不宜超过 15m/min。

表 12.3.8 电缆最大牵引强度(N/mm^2)

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

12.3.9 塑料绝缘电缆应有可靠的防潮封端。

12.3.10 在寒冷季节敷设电缆时，当实际的环境温度低于电缆出厂规定的最低敷设温度时，应将电缆预先加热后敷设。出厂无要求时，电缆允许敷设的最低温度应符合表 12.3.10 的规定。

表 12.3.10　电缆允许敷设的最低温度(℃)

电缆类型	电缆结构	允许敷设最低温度
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
矿用橡套软电缆	—	−15
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

12.3.11　电力电缆接头的布置，应符合下列规定：

1　并列敷设的电缆，其接头的位置宜相互错开。

2　电缆明敷时的接头，应用托板托置固定。

3　直埋电缆接头应有防止机械损伤的保护结构或外设保护盒。位于冻土层内的保护盒，盒内宜注入沥青。

12.3.12　电缆敷设时应排列整齐，不宜交叉，固定应牢靠，并应及时装设标志牌。标志牌的装设应符合设计要求。

12.3.13　电缆的固定，应符合下列规定：

1　电缆应在下列位置加以固定：

1)垂直敷设或超过 45°倾斜敷设电缆的每个支架上；

2)水平敷设的电缆，应在首末两端、转弯、接头的两端处；当对电缆间距有要求时，每隔 5m～10m 处。

2　单芯电缆的固定应符合设计要求。

3　交流系统的单芯电缆或分相后的分相铅套电缆的固定夹具不应构成闭合磁路。

12.3.14　电缆进入电缆沟、隧道、竖井、建筑物、盘(柜)以及穿入管子时，出入口应封闭，管口应密封。

12.3.15　直埋电缆的敷设，应符合下列规定：

1　在电缆线路路径上有可能使电缆受到机械性损伤、化学作

用、地下电流、振动、热影响、腐蚀物质、虫鼠等危害的地段，应采取保护措施。

2　电缆埋设深度应符合设计规定，当设计无规定时，应符合下列规定：

1）电缆表面距地面的距离不应小于 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、与地下建筑物交叉及绕过地下建筑物处，可浅埋，但应采取保护措施；

2）寒冷地区，电缆应埋设在冻土层以下，当受条件限制时，应采取防止电缆受到损坏的措施。

3　电缆之间，电缆与其他管道、道路、建筑物等之间平行和交叉时的最小净距，应符合表 12.3.15 的规定。不得将电缆平行敷设于管道的上方或下方。特殊情况应采取保护措施后再施工。

表 12.3.15　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净距(m)

项　　目		最小净距	
		平行	交叉
电力电缆间及其与控制电缆间	10kV 及以下	0.10	0.50
	10kV 以上	0.25	0.50
控制电缆间		—	0.50
热管道(管沟)及热力设备		2.00	0.50
油管道(管沟)		1.00	0.50
可燃气体及易燃液体管道(沟)		1.00	0.50
其他管道(管沟)		0.50	0.50
铁路路轨		3.00	1.00
公路		1.50	1.00
城市街道路面		1.00	0.70
杆基础(边线)		1.00	—

续表 12.3.15

项　　目	最小净距	
	平行	交叉
建筑物基础(边线)	0.60	—
排水沟	1.00	0.50

注:1　当电缆穿管或其他管道有保温层等防护设施时,表中净距应从管壁或防护设施的外壁算起。

2　电缆穿管敷设时,与公路、街道路面、杆塔基础、建筑物、排水沟的平行最小间距可按表中数据减半。

4　电缆与铁路、公路、厂区道路交叉时,应敷设于坚固的保护管或隧道内。电缆管的两端宜伸出道路路基两边 0.5m 以上;宜伸出排水沟 0.5m。

5　电缆从地下引出地面时,应用不小于 2m 长的金属管或保护罩加以保护。

6　直埋电缆的上、下部应铺以不小于 100mm 厚的砂层或软土,并应加盖保护板,其覆盖宽度应超过电缆两侧各 50mm,保护板可采用混凝土盖板或砖块;软土或砂子中不应有石块或其他硬质杂物。

7　直埋电缆在直线段每隔 50m～100m 处、电缆接头处、转弯处和进入建筑物等处,应设置方位标志或标桩。

8　直埋电缆回填土前,应经隐蔽工程验收合格,回填土应分层夯实。

12.3.16　电缆在电缆沟和隧道内敷设,应符合下列规定:

1　电缆沟、隧道内应平整、清洁、不积水、盖板齐全,标高应符合设计。室内电缆沟的盖板与地坪应设置在同一个水平,当地面容易积灰和积水时,应用水泥砂浆将其缝隙抹平。

2　电缆在支、托架上的排列,对双面支架,应将电力电缆与控制电缆分开敷设;对单侧支架,应将控制电缆放在电力电缆下面,1kV 及以下电力电缆应放在 1kV 以上电力电缆下面。

3　并列敷设的电力电缆，其相互间的净距应符合设计要求。

4　电缆隧道内支架与支架的距离不应大于 1m。

5　电缆沟或隧道与变电所或厂房接口处，应有防火、防水和防小动物进入的防护措施。

6　电缆应敷设整齐，转弯和分支处不应紊乱，走向应清楚，标志应齐全。

7　电缆敷设完毕后，应及时清除杂物，并应盖好盖板。必要时应将盖板缝隙密封。

12.3.17　架空电缆敷设，应符合下列规定：

1　架空电缆悬吊点或固定的间距应符合本规范表 12.3.5 的规定。

2　架空电缆的金属护套、铠装及悬吊线均应有良好的接地，杆塔和配套金具均应进行设计，应满足规程及强度要求。

3　架空敷设的电缆截面不宜过大，架空敷设的电缆载流量宜按小一规格截面的电缆载流量确定。

4　支撑架空电缆的钢绞线应满足载荷要求，并应全线良好接地，在转角处应打拉线或顶杆。

5　架空敷设的电缆不宜设置电缆接头。

12.3.18　电缆穿管敷设，应符合下列规定：

1　管道内部应无积水，并应无杂物堵塞。穿电缆时，不应损伤护层。

2　电缆排管在敷设电缆前，应进行疏通，并应清除杂物。

3　电缆应允许共管敷设，但穿入管中电缆的数量应符合设计要求，交流单芯电力电缆不得单独穿入钢管内；裸铠装电缆不应与其他外护层的电缆穿入同一根管内。

4　钢管应防腐蚀良好，管头应无毛刺，保护管弯曲处应匀滑无折皱；出入地沟、隧道时，坡向及坡度应正确，管口空隙应封堵。

12.3.19　立井井筒或倾角 30°及以上井巷中敷设电缆，应符合下列规定：

1　电缆应采用夹子、卡箍或其他夹持装置进行敷设，夹持装置应能承受电缆重量，并不得损伤电缆；用卡箍时，应在电缆与卡箍之间加一层 2mm～3mm 的橡胶垫；采用带有金属压盖的木卡子时，木卡子应经防腐处理。

2　电缆悬挂点的间距不应超过 6m。

3　立井井筒中所用的电缆，中间不得有接头，因井筒太深需设接头时，应将接头设在中间水平巷道内。运行中因故需要增设接头而又无中间水平巷道可利用时，可在井筒中设置接线盒，接线盒应放置在托架上，不应使接头承力。

4　沿井壁向硐室或平巷引出，横过井壁部分应有防落物砸伤电缆的保护措施。

5　井筒内的通信和信号电缆，应与电力电缆分别敷设在井筒的两侧，受条件所限时，应敷设在距电力电缆 0.3m 以外的地方。

6　电缆应排列整齐，间距应一致，夹持装置应配件合适，固定支架防腐应符合设计要求。

12.3.20　在水平或倾角 30°以下的巷道中敷设电缆，应符合下列规定：

1　电缆宜用吊钩悬挂。

2　悬挂的电缆应有适当的弛度，在直巷内应为 5%，在道岔与拐弯处应为 10%，并应能在意外受力时自由坠落。其悬挂高度应保证电缆在矿车掉道时不受撞击，离顶板距离不宜小于 150mm。在电缆坠落时，不应致落在轨道或输送机上。

3　电缆悬挂点间距不应超过 3m，在有道岔及巷道拐弯地点，电缆钩应加密；高、低压电力电缆敷设在巷道同一侧时，相互间距应大于 100mm；高压同高压电缆之间、低压同低压电缆之间的距离不得小于 50mm。

4　电缆不应悬挂在压风管或水管上，不得遭受淋水或滴水，电缆上不应悬挂任何物件。电缆与压风管、供水管在巷道同一侧敷设时，应设在管子上方，并应保持 300mm 以上的距离。在有瓦

斯抽放管路巷道内，电缆（包括通信、信号电缆）应与瓦斯抽放管路分挂在巷道两侧。

5 巷道内的通信和信号电缆应与电力电缆分挂在巷道两侧，受条件限制时，应敷设在电力电缆上方，并应保持 100mm 及以上的相互间距。

6 井下巷道内的电缆，沿线每隔一定距离、拐弯或分支点，以及连接不同直径电缆的接线盒两端、穿墙电缆墙的两边，均应设置注明编号、型号规格、用途、电压等级及区段长度的标志牌。每个接线盒也应设标志牌并注明编号、型号规格及施工日期。

7 电缆通过风门、墙壁时应设套管保护，管口空隙应封堵。

8 电缆中间接线盒应有单独支、托架并固定牢固。

12.3.21 井下硐室中电缆敷设，除应符合本规范第 12.2.3 条的规定外，还应符合下列规定：

1 在硐室内通过底板引向电气设备的电缆，不应裸露在地面上，应走电缆沟、槽或穿管敷设。

2 电缆出入硐室时应用穿墙套管保护，电缆与管口之间的空隙应严密封堵。

12.3.22 暗井中电缆敷设，应符合下列规定：

1 采用支架时应符合本规范第 12.2.3 条的规定，采用钢丝绳悬吊时，卡子间距应为 4m～6m，钢丝绳规格和悬吊点组装应符合设计，卡具应配套齐全。

2 卡具间距应一致，紧固力应适当，电缆卡应固定牢靠，钢丝绳金属卡防腐蚀应符合要求，记录应齐全。

12.3.23 钻孔中敷设电缆，应符合下列规定：

1 钻孔结构、悬挂钢丝绳规格应符合设计要求，吊架安装位置应正确，固定应牢靠。

2 钻孔应加装套管，钻孔地面段钢管应高出地面 0.5m～1m，但不应低于历史上最高洪水水位，并应将钢管的外侧用混凝土或黏土堆实。

3　沿钻孔敷设的电缆应固定在钢丝绳上，电缆两固定点间距应为 4m～6m，卡具应配套齐全。

4　无外护套的铠装电缆在进入钻孔前，应按设计进行防腐处理。

5　电缆下放悬吊固定后，钢管口与电缆之间的空隙应用金属盖板封严。

6　钻孔上面的铁吊架、钢丝绳、金属卡具应进行防腐处理。

12.3.24　电缆终端头、接头的制作安装，应符合下列规定：

1　制作电缆终端和接头前，应熟悉安装工艺资料，并应检查电缆绝缘状况；选用的附件规格应与电缆匹配，采用的附加绝缘材料除电气性能应满足要求外，还应与电缆本体绝缘具有相容性。两种材料的硬度、膨胀系数、抗张强度和断裂伸长率等物理性能指标应接近。橡塑绝缘电缆应采用弹性大、粘接性能好的材料作为附加绝缘。

2　电缆终端及接头制作时，应遵守制作工艺规程。

3　在室外制作 6kV 及以上电缆终端与接头，应在天气晴朗、空气干燥的情况下进行，其空气相对湿度宜为 70%及以下；当湿度大时，可提高环境温度或加热电缆。制作塑料绝缘电力电缆终端与接头时，应防止尘埃、杂物落入绝缘内。不应在雾或雨中施工。

4　制作电缆终端与接头，从剥切电缆开始应连续操作直至完成，并应缩短绝缘暴露时间。剥切电缆时不应损伤线芯和保留的绝缘层。附加绝缘的包绕、装配、热缩等应清洁。

5　电力电缆接地线应采用铜绞线或镀锡铜编织线，电缆终端接地线截面不应小于表 12.3.24 的规定。

表 12.3.24　电缆终端接地线截面(mm^2)

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　三芯电力电缆接头两侧电缆的金属屏蔽层(或金属套)、铠

装层，应分别连接良好并相互绝缘，不得中断，跨接线的截面不应小于表 12.3.24 的规定。直埋电缆接头的金属外壳及电缆的金属护层应做防腐处理。

7 三芯电力电缆终端处的金属护层应接地良好；塑料电缆每相铜屏蔽和钢铠应锡焊接地线。电缆通过零序电流互感器时，电缆金属护层和接地线应对地绝缘，电缆接地点在互感器以下时，接地线应直接接地；接地点在互感器以上时，接地线应穿过互感器接地。单芯电力电缆金属护层接地应符合设计要求。

8 电缆线芯连接金具，应采用符合标准的连接管和接线端子，其内径应与电缆线芯紧密配合，间隙不应过大；截面宜为线芯截面的 1.2 倍～1.5 倍。采用压接时，压接钳和模具应与压接导线相匹配。

9 电缆线芯连接时，应除去线芯和连接管内壁油污及氧化层。压接后应将端子或连接管上的凸痕修理光滑，不得残留毛刺。采用锡焊连接铜芯时，应使用中性焊锡膏，不得烧伤绝缘层。

10 电缆终端和接头应采取加强绝缘、密封防潮、机械保护等措施。6kV 及以上电力电缆终端和接头，尚应有改善电缆屏蔽端部电场集中的有效措施，并应确保外绝缘相间和对地距离。

11 装配、组合电缆终端和接头时，各部件间的配合或搭接处应采取堵漏、防潮和密封措施。铅包电缆铅封时应擦去表面氧化物；搪铅时间不宜过长，铅封应密实无气孔；塑料电缆宜采用自粘带、粘胶带、胶粘剂（热熔胶）等方式密封；塑料护套表面应打毛，粘接表面应用溶剂除去油污，粘接应良好；电缆终端、接头不应有渗漏。

12 电缆终端上应有明显的相色标志，且应与系统的相位一致。

13 控制电缆终端可采用热缩或冷缩型，也可采用塑料带、自粘带包扎，接头应有防潮措施。

12.3.25 井下电缆的连接，应符合下列规定：

1　电缆同电气设备的连接，应用同电气设备性能相适应的电缆接线盒。

2　不同类型电缆之间不应直接连接，应经过符合要求的接线盒、连接器或母线盒进行连接。

3　相同类型电缆之间的连接，除可按不同类型电缆之间的连接方法连接外，还可直接连接，橡套电缆连接应采用阻燃材料进行硫化热补或与热补有同等效能的冷补。在地面热补或冷补后的橡套电缆，应经浸水耐压试验，并应合格后再下井使用。塑料电缆连接处的机械强度以及电气、防潮密封、老化等性能，应符合该型矿用电缆的技术标准。

12.3.26　电缆芯线与设备连接时，金属接触面处理应符合本规范第 9.1.8 条的相关规定；芯线截面在 $16mm^2$ 及以上时，应用线鼻子或接头卡子固定，并应连接牢靠。

12.3.27　电缆支、托架，金属电缆终端盒、接线盒的外壳接地，应符合下列规定：

1　电缆沟、隧道及室内电缆支架应有连续的接地线相连，且两端与接地极应相通。

2　动力电缆金属终端盒、接线盒的外壳与该处的电缆金属护套及铠装层，均应良好接地，接地线应采用铜绞线或镀锡铜编织线，当电缆截面 $120mm^2$ 及以下时，其截面不宜小于 $16mm^2$；电缆截面为 $150mm^2$ 及以上或井下电缆，其截面不应小于 $25mm^2$，井下无条件焊接时，可采用绑扎，但应绑扎紧固、连接可靠。

12.3.28　电缆送电前应进行绝缘电阻和耐压试验，试验结果应符合本规范第 A.0.13 条和第 A.0.14 条的规定。

12.3.29　电缆线路防火阻燃设施的施工，应符合下列规定：

1　对易受外部影响着火的电缆密集场所或可能着火蔓延而酿成严重事故的电缆线路，应按设计要求的防火阻燃措施施工。

2　防火阻燃材料应具备下列质量资料：

1）有资质的检测机构出具的检测报告；

2)出厂质量检测报告;

3)产品合格证。

3　防火阻燃材料使用时,应按设计要求和材料使用工艺提出施工措施,并应按措施施工。

4　在封堵电缆孔洞时,封堵应严实可靠,不应有明显的裂缝和可见的孔隙,堵体表面应平整,孔洞较大者应加耐火衬板后再进行封堵。

5　阻火墙上的防火门应严密,孔洞应封堵;阻火墙两侧电缆应施加防火包带或涂料。

6　阻火包的堆砌应密实牢固,并应外观整齐,不应透光。

12.4　工 程 验 收

12.4.1　工程完工后,应在施工单位自检合格的基础上,由建设单位组织设计、监理、施工单位进行交接验收。

12.4.2　工程验收时,应按下列规定进行检查:

1　电缆型号、规格应符合设计规定;排列应整齐,应无机械损伤;标志牌应装设齐全、正确、清晰。

2　电缆的固定、弯曲半径、有关距离和单芯电力电缆的金属护层的接线、相序排列,应符合设计要求。

3　电缆终端、电缆接头应固定牢靠;电缆接线端子与所接设备端子应接触紧密。

4　电缆线路所有接地点的接地应与接地极接触良好,接地电阻值应符合设计要求。

5　电缆终端的相色应正确,电缆支架等的金属部件防腐层应完好。电缆管口封堵应严密。

6　电缆沟内应无杂物和积水,盖板应齐全;隧道内应无杂物,照明、通风、排水等设施应符合设计要求。

7　直埋电缆路径标志,应与实际路径相符。路径标志应清晰、牢固。

8　防火措施应符合设计要求，且施工质量应合格。

12.4.3　隐蔽工程应在施工过程中进行中间验收，并应做好签证。

12.4.4　在电缆线路交接验收时，应提交下列资料和技术文件：

1　电缆线路路径的协议文件。

2　设计变更的证明文件和竣工图资料。

3　直埋电缆线路的敷设位置图。平行敷设的电缆线路宜合用一张图纸，图上应标明各线路的相对位置，并应有标明地下管线的剖面图。

4　制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。

5　电缆线路的原始记录，应包括下列内容：

1）电缆的型号、规格及其实际敷设总长度及分段长度，电缆终端和接头的型式及安装日期；

2）电缆终端和接头中填充的绝缘材料名称、型号。

6　电缆线路的施工记录，应包括下列内容：

1）隐蔽工程隐蔽前检查记录或签证；

2）电缆敷设记录；

3）质量检验及评定记录。

7　试验记录。

12.4.5　电缆经验收合格后，试送电运行 24h，应无异常现象时再进行移交。

13 接地装置安装工程

13.1 一般规定

13.1.1 电气装置的下列金属部分均应接地或接零：

1 电机、变压器、电器、携带式或移动式用电器具等的金属底座和外壳。

2 电气设备的传动装置。

3 屋内外配电装置的金属或钢筋混凝土构架以及靠近带电部分的金属遮栏和金属门。

4 配电、控制、保护用的屏(柜、箱)及操作台等的金属框架和底座。

5 交、直流电力电缆的接头盒、终端头和膨胀器的金属外壳和可触及的电缆金属护层和穿线的钢管；穿线的钢管之间或钢管和电器设备之间有金属软管过渡时，应保证金属软管段接地畅通。

6 电缆桥架、支架和井架。

7 装有避雷线的电力线路杆塔。

8 装在配电线路杆上的电力设备。

9 在非沥青地面的居民区内，不接地或经消弧线圈接地和高电阻接地系统中无避雷线的架空电力线路的金属杆塔和钢筋混凝土杆塔。

10 承载电气设备的构架和金属外壳。

11 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。

12 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。

13 电热设备的金属外壳。

14　铠装控制电缆的金属护层。

15　互感器的二次绕组。

13.1.2　煤矿井下电压在 36V 以上和由于绝缘损坏可能带电，有危险电压的电气设备的金属外壳、构架，铠装电缆的钢带（或钢丝）、铅皮或屏蔽护套等应有保护接地。

13.1.3　地面电气装置的下列金属部分可不接地或不接零：

1　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 400V 及以下或直流额定电压为 440V 及以下的电气设备的外壳。

2　在干燥场所，交流额定电压为 127V 及以下的电气设备的外壳。

3　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。

4　安装在已接地金属构架上的设备。

5　额定电压为 220V 及以下的蓄电池室内的金属支架。

6　由发电厂、变电所和企业区域内引出的铁路轨道。

7　与已接地的机床、机座之间有可靠电气接触的电动机和电器的外壳。

13.1.4　需要接地的直流系统的接地装置，应符合下列规定：

1　能与地构成闭合回路且经常流过电流的接地线应沿绝缘垫板敷设，不得与金属管道、建筑物和设备的构件有金属的连接。

2　在土壤中含有在电解时能产生腐蚀性物质的地方，不宜敷设接地装置，必要时可采取外引式接地装置或改良土壤的措施。

3　直流电力回路专用的中性线和直流两线制正极的接地体、接地线，不得与自然接地体有金属连接，当无绝缘隔离装置时，相互间的距离不应小于 1m。

4　三线制直流回路的中性线宜直接接地。

13.1.5　采用微型计算机和可编程序控制器工作的器件接地，应符合下列规定：

1　接地网和接地装置敷设应符合设计要求。

2　直流工作地与交流工作地保安接地应分开敷设，直流工作地的接地电阻不应大于2Ω，交流工作和保安接地可混接，接地电阻不应大于4Ω，直流工作地与交流工作地的接地极应分开设置，与防雷接地装置的距离应符合设计要求。

3　屏蔽层应与直流工作地连接。可编程序控制器应只设一个接地参考点。

4　抗静电活动地板的支撑架应与室内接地网连接，各设备的直流工作地宜用编织铜线与接地网作电气连接。

13.1.6　接地线不得用作其他用途；不得利用蛇皮管、管道保温层的金属外皮或金属网、低压照明网络的导线铅皮，以及电缆金属护层作接地线。

13.1.7　在高土壤电阻率地区，接地电阻值很难达到要求时，应采用下列措施降低接地电阻：

1　在变电站附近有较低电阻率的土壤时，可敷设引外接地网或向外延伸接地体。

2　当地下较深处的土壤电阻率较低时，可采用井式或深钻式深埋接地极。

3　可填充电阻率较低的物质或压力灌注降阻剂等改善土壤传导性能。

4　可敷设水下接地网。当利用自然接地体和引外接地装置时，应采用不少于二根导体在不同地点与接地网相连接。

5　可采用新型接地装置。

6　可采用多层接地措施。

13.1.8　降阻剂材料选择及施工工艺，应符合下列规定：

1　材料的选择应符合设计要求。

2　应选用长效防腐物理性降阻剂。

3　使用的材料应通过降阻剂的检验测试，并应有合格证件。

4　降阻剂的使用，应因地制宜地用在高电阻率地区、深井灌

注、小面积接地网、射线接地极或接地网外沿。

5　应按生产厂家使用说明书规定的操作工艺施工。

13.2　接地装置的敷设

13.2.1　接地线的敷设，应符合下列规定：

1　接地线遇有可能遭受机械损伤的部位应有保护措施。

2　接地干线应至少有不同的两点与接地网连接。

3　接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝时，应加设补偿器，穿墙应有保护管；接地线辐射应平直，固定点应间距均匀、固定牢靠，保护措施应符合要求，色标应清晰。

13.2.2　人工接地网的敷设，应符合下列规定：

1　人工接地网的外缘应闭合，外缘各角应做成圆弧形，圆弧的半径不宜小于均压带间距的 1/2。

2　接地网内应敷设水平均压带，应按等间距或不等间距布置。

3　35kV 及以上变电站接地网边缘经常有人出入的走道处，应铺设碎石、沥青路面或在地下装设两条与接地网相连的均压带。

13.2.3　煤矿井下接地网的敷设，应符合表 13.2.3 的规定。

表 13.2.3　煤矿井下接地网的敷设

名称	设置地点		安装方式、材料及尺寸
主接地极	矿井各水平的主、副水仓中或集水井内		$S\geqslant 0.75m^2$，且 $\delta\geqslant 5mm$ 的耐腐蚀钢板浸没水中
局部接地极	巷道内	水沟中	$S\geqslant 0.6m^2$，且 $\delta\geqslant 3mm$ 的耐腐蚀钢板或具有等效面积的钢管平放
接地线		其他潮湿处	$\Phi\geqslant 35mm$，且 $L\geqslant 1.5m$ 的钢管垂直埋入地下，要求管上应钻不小于 Φ5mm 的眼孔 20 个以上，并垂直全部埋入底板。也可以用直径不小于 22mm、长度为 1m 的 2 根钢管制成，每根管上应钻 10 个不小于 Φ5mm 的透孔，两根钢管相距不得小于 5m，并联后垂直埋入底板，垂直埋深不得小于 0.75m

续表 13.2.3

名称	设置地点	安装方式、材料及尺寸
接地线	连接主接地极的接地母线	$S \geqslant 50mm^2$ 的铜裸线，或 $S \geqslant 100mm^2$ 的镀锌铁线，或 $\delta \geqslant 4mm$，且 $S \geqslant 100mm^2$ 的镀锌扁钢
	设备外壳同接地母线或局部接地极的连接，电缆接线盒两头的铠装、铅皮的连接	$S \geqslant 25mm^2$ 的铜裸线，或 $S \geqslant 50mm^2$ 的镀锌钢绞线，或 $\delta \geqslant 4mm$，且 $S \geqslant 50mm^2$ 的镀锌扁钢

注：S 为面积，Φ 为直径，L 为长度，δ 为厚度。

13.2.4 不要求敷设专用接地引下线的电气设备，其接地线可利用金属构件、普通钢筋混凝土构件的钢筋、穿线的钢管等，应保证其全长为完好的电气通路。

13.2.5 每个电气装置的接地应以单独的接地线与接地汇流排或接地干线相连接，严禁在一个接地线中串接多个电气装置。重要设备和设备构架应有二根与主地网不同地点连接的接地引下线，且每根接地引下线均应符合热稳定及机械强度的要求，连接引线应便于定期进行检查测试。

13.2.6 保护屏必须装有接地端子，并应用截面不小于 $4mm^2$ 的多股铜线和接地网直接连通。装设静态保护的保护屏，应装设连接控制电缆屏蔽层的专用接地铜排，各盘的专用接地铜排应互相连接成环，并应与控制室的屏蔽接地网连接。屏蔽电网应用截面不小于 $100mm^2$ 的绝缘导线或电缆与一次接地网直接相连。

13.2.7 高频感应电热装置的屏蔽网、滤波器、电源装置的金属屏蔽外壳、高频回路中外露导体和电气设备的所有屏蔽部分和与其连接的金属管道，均应接地，并宜与接地干线连接。与高频滤波器相连的射频电缆应全程伴随 $100mm^2$ 以上的铜质接地线。

13.2.8 接地线应采取防止发生机械损伤和化学腐蚀的措施。

在与公路、铁路或管道等交叉及其他可能使接地线遭受损伤处，均应用钢管或角钢等加以保护。接地线在穿过墙壁、楼板和地坪处应加装钢管或其他坚固的保护套，有化学腐蚀的部位还应采取防腐措施。热镀锌钢材焊接时，应在焊痕外 100mm 内做防腐处理。

13.2.9 除接地体外，接地体引出线的垂直部分和接地装置连接部位外侧 100mm 范围内应做防腐处理；在做防腐处理前，表面应除锈并去掉焊接处残留的焊药。

13.2.10 接地干线应在不同的两点及以上与接地网相连接。自然接地体应在不同的两点及以上与接地干线或接地网相连接。

13.2.11 明敷接地线的安装，应符合下列规定：

1 接地线的安装位置应合理，并应便于检查，应无碍设备检修和运行巡视。

2 支持件间的距离，在水平直线部分宜为 0.5m～1.5m；垂直部分宜为 1.5m～3m；转弯部分宜为 0.3m～0.5m。

3 接地线应水平或垂直敷设，亦可与建筑物倾斜结构平行敷设；在直线段上，不应有高低起伏及弯曲等现象。

4 接地线沿建筑物墙壁水平敷设时，离地面距离宜为 250mm～300mm；接地线与建筑物墙壁间的间隙宜为 10mm～15mm。

5 在接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时，应设置补偿器。补偿器可用接地线本身弯成弧状代替。

6 明敷接地线，在导体的全长度或区间段及每个连接部位附近的表面，应涂以 15mm～100mm 宽度相等的绿色和黄色相间的条纹标识。当使用胶带时，应使用双色胶带。中性线宜涂淡蓝色标识。

13.2.12 在接地线引向建筑物的入口处和在检修用临时接地点处，均应刷白色底漆并标以黑色标识，其代号应为“⏚”。同一接地体不应出现两种不同的标识。

13.2.13 当电缆穿过零序电流互感器时，电缆头的接地线应通过

零序电流互感器后接地；由电缆头至穿过零序电流互感器的一段电缆金属护层和接地线应对地绝缘。

13.2.14 电缆支架由多个区域连通时，在区域连通处电缆支架接地线应设置便于分开的断接卡，并应有明显的标识。

13.2.15 煤矿井下变压器的接地，应符合下列规定：

1 用连接导线将变压器高、低压侧铠装电缆的钢带或铅皮，应分别接到变压器外壳专供接地的螺钉上。

2 应将接地螺钉与接地母线或辅助接地母线相连。采用橡套电缆时，应将电缆的接地芯线接到进出接线装置的接地端子上，然后再将变压器接地。

13.2.16 煤矿井下电动机的接地，应符合下列规定：

1 橡套电缆的接地线芯应与接线盒(箱)内的接地螺栓连接。

2 电动机外壳上的接地螺栓应连接到接地母线或辅助接地母线上；采用铠装电缆时，应将其端头的钢带(钢丝)和铅皮直接同该接地螺栓连接；但不得将几台设备串联接地；不得将电动机的地脚螺栓当作外壳的接地螺栓使用。

13.2.17 煤矿井下高压防爆配电开关的接地，应符合下列规定：

1 高压配电开关的各个进出口的电缆头需接地的部分，应分别用单独的连接导线汇接到配电开关底架(外壳)的接地螺栓上。

2 应采用连接导线将其与接地母线或辅助接地母线相连。在一颗接地螺栓上连接不够牢固或不方便时，可将各电缆头的接地部分直接与接地母线或辅助接地母线相连。

13.2.18 煤矿井下电缆接线盒的接地，应符合下列规定：

1 接地螺栓应用接地导线直接与局部接地极相连。

2 接线盒两端铠装电缆的钢带或钢丝应用镀锌扁钢或裸铜线连接，并应与接地导线相连；应用裸铜线扎紧，但沿电缆轴向的绑扎长度不应小于 50mm。

13.2.19 沿电缆桥架敷设铜绞线、镀锌扁钢及利用沿桥架构成电

气通路的金属构件，安装托架用的金属构件作为接地干线时，电缆桥架接地时应符合下列规定：

1　电缆桥架全长不大于 30m 时，不应少于 2 处与接地干线相连。

2　全长大于 30m 时，应每隔 20m～30m 增加与接地干线的连接点。

3　电缆桥架的起始端和终点端应与接地网可靠连接。

13.2.20　金属电缆桥架的接地，应符合下列规定：

1　电缆桥架连接部位宜采用两端压接镀锡铜鼻子的铜绞线跨接，跨接线最小允许截面面积不应小于 $4mm^2$。

2　镀锌电缆桥架间连接板的两端不跨接接地线时，连接板每端应有不少于 2 个有防松螺母或防松垫圈的螺栓固定。

13.2.21　连接主接地极的接地母线，可采用下列规格材料：

1　截面不小于 $50mm^2$ 的铜线。

2　截面不小于 $100mm^2$ 的镀锌铁线。

3　厚度不小于 4mm 且截面不小于 $100mm^2$ 的扁钢。

13.2.22　电气设备的外壳与接地母线或局部接地极的连接，以及电缆连接装置的铠装、铅皮的连接，可采用下列规格材料：

1　截面不小于 $25mm^2$ 的铜线。

2　截面不小于 $50mm^2$ 的镀锌铁线。

3　厚度不小于 4mm、截面不小于 $50mm^2$ 的扁钢。

13.2.23　由固定的电源或由移动式发电设备供电的移动式机械的金属外壳或底座，应与其供电电源的接地装置有可靠连接；在中性点不接地的电网中，可在移动式机械附近装设接地装置，并应首先利用附近的自然接地体。

13.2.24　移动式电气设备和机械的接地应符合固定式电气设备接地的规定，但下列情况可不接地：

1　移动式机械自用的发电设备直接放在机械的同一金属框架上，且不供给其他设备用电。

2　当机械由专用的移动式发电设备供电，机械数量不超过2台，机械距移动式发电设备不超过50m，且发电设备和机械的外壳之间有可靠的金属连接。

13.2.25　户外配电变压器等电气装置的接地装置，宜在地下敷设成围绕变压器台的闭合环形。

13.2.26　接地体的埋深和间距，应符合下列规定：

1　接地体规格和埋设位置应符合设计，接地体埋设后其顶距地面不应小于0.6m，垂直接地体的间距，不宜小于其长度的2倍。

2　独立避雷针及其接地体与道路或建筑物的出入口距离应大于3m。

3　水平接地体的间距不宜小于5m。

13.2.27　各种接地装置应利用直接埋入地中或水中的自然接地体，可利用下列自然接地体：

1　埋设在地下的金属管道，但不包括有可燃或有爆炸物质的管道。

2　金属井管。

3　与大地有可靠连接的建筑物的金属结构。

4　水工构筑物及其类似的构筑物的金属管、桩。

13.2.28　交流电气设备的接地线可利用下列自然接地体接地：

1　建筑物的金属结构(梁、柱等)及设计规定的混凝土结构内部的钢筋。

2　生产用的起重机的轨道、走廊、平台、电梯竖井，起重机与升降机的构架，运输皮带的钢梁，电除尘器的构架等金属结构。

3　配线的钢管。

13.2.29　煤矿井下在下列地点应装设局部接地极：

1　采区变电所(包括移动变电站和移动变压器)。

2　装有电气设备的硐室和单独装设的高压电气设备。

3　低压配电点或装有3台以上电气设备的地点。

4　无低压配电点的采煤机工作面的运输巷、回风巷、集中运

输巷(胶带运输巷),以及由变电所单独供电的掘进工作面,应至少分别设置1个局部接地极。

5 连接高压动力电缆的金属连接装置。

13.3 接地线(体)连接

13.3.1 地面接地线(体)的连接应采用焊接,焊接应牢固无虚焊。接至电气设备上的接地线,应用镀锌螺栓连接;有色金属接地线不能采用焊接时,可用螺栓连接、压接、热剂焊(放热焊接)方式连接。用螺栓连接时应设防松螺母或防松垫片,螺栓连接处的接触面应按现行国家标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149的规定处理。不同材料接地体间的连接应进行处理。

13.3.2 地面接地线(体)为铜与铜或铜与钢的连接工艺采用热剂焊时,其熔接接头应符合下列规定:

1 被连接的导体应完全包在接头内。

2 连接部位的金属应完全熔化,并应连接牢固。

3 热剂焊接头的表面应平滑,应无贯穿性的气孔。

13.3.3 采用钢绞线、铜绞线等作接地线引下时,宜用压接端子与接地体连接。

13.3.4 井下接地导线与接地极的连接,以及接地导线与接地母线或辅助接地母线的连接,应用电焊或气焊。无条件时,可用直径不小于10mm的镀锌螺栓连接,但应加弹簧垫、双螺母等防松装置紧固,连接处应镀锌或镀锡。

13.3.5 携带式电气设备应用专用芯线接地,零线和接地线应分别与接地装置相连接。携带式电气设备的接地线应采用软铜绞线,其截面不应小于1.5mm^2。

13.3.6 接地装置的人工接地体,导体截面应符合热稳定、均压和机械强度的要求,还应计及腐蚀的影响,接地体的最小规格应符合表13.3.6-1和表13.3.6-2的规定。

表 13.3.6-1　钢接地体的最小规格

种类、规格及单位		地　上		地　下	
		室内	室外	交流电流回路	直流电流回路
圆钢直径(mm)		6	8	10	12
扁钢	截面(mm^2)	60	100	100	100
	厚度(mm)	3	4	4	6
角钢厚度(mm)		2	2.5	4	6
钢管管壁厚度(mm)		2.5	2.5	3.5	4.5

注：电力线路杆塔的接地体引出线的截面不应小于 $50mm^2$，引出线应热镀锌。

表 13.3.6-2　铜接地体的最小规格

种类、规格及单位	地　上	地　下
铜棒直径(mm)	4	6
铜排截面(mm^2)	10	30
铜管管壁厚度(mm)	2	3

注：裸铜绞线不作为小型接地装置的接地体用，当作为接地网的接地体时，截面应满足设计要求。

13.3.7　在深孔(井)技术应用中，深井电极敷设应符合下列规定：

1　应掌握有关的地质结构资料和地下土壤电阻率的分布；同时应采用深孔(井)接地极之间的屏蔽效应。

2　在坚硬岩石地区，可采用深孔爆破，应使降阻剂在孔底呈立体树枝状分布。

3　深井电极宜打入地下低阻地层 1m～2m。

4　深井电极所用的角钢，其搭接长度应为角钢单边宽度的 4 倍；钢管搭接宜加螺纹套拧紧后两边口再加焊。

5　深井电极应通过圆钢(与水平电极同规格)就近焊接到水平网上，搭接长度应为圆钢直径的 6 倍。

13.3.8　接地体埋入地下敷设后回填应符合下列规定：

1　土块应打碎，土中应无杂质。

2　外取的土壤不得有较强的腐蚀性。

3　在回填土时应分层夯实，分层厚度应为 300mm～500mm。

4　室外接地回填宜有 100mm～300mm 高度的防沉层。

5　在山区石质地段或电阻率较高的土质区段，应在土沟中至少先回填 100mm 厚的净土垫层，再敷接地体，然后用净土分层夯实回填。

13.3.9　煤矿井下供电系统主接地极应分别设置在主、副水仓或集水井内，并应保证其工作在水面以下，同时应设置专用吊环或吊绳。

13.3.10　接地体(线)的连接采用搭接焊时，其搭接长度应符合表 13.3.10 的规定。

表 13.3.10　接地体(线)搭接长度

项次	项　　目		规定数值	检验方法
1	搭接长度	扁钢	≥2b	尺量检查
		圆钢	≥6d	
		圆钢和扁钢	≥6d	
2	扁钢搭接焊的棱边数		3	观察检查
3	扁钢与钢管焊接时应有弧形卡加强焊边			

注：1　b 为扁钢宽度，d 为圆钢直径。

2　扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接时，除应在其接触部位两侧进行焊接外，并应焊以由钢带弯成的弧形(或直角形)卡子或直接由钢带本身弯成弧形(或直角形)与钢管(或角钢)焊接。

13.3.11　接至电气设备器具和可拆卸的其他非带电金属部件接地(接零)的分支线，应直接与接地干线相连。采用螺栓连接时，设备与接地接触面应按规定处理。

13.3.12　除临时接地装置外，接地装置应采用热镀锌钢材，水平敷设时可采用圆钢和扁钢，垂直敷设时可采用角钢和钢管。腐蚀较严重地区的接地装置，应加大截面，或采用阴极保护等措施。

13.3.13　在地下不得采用铝导体作为接地体或接地线。

13.3.14 煤矿井下电气设备的保护接地装置(包括电缆的铠装、铅皮、接地芯线)和局部接地装置,应与井下供电系统的主接地极连接成1个总接地网。

13.3.15 接地装置的接地电阻,当设计无要求时,应符合下列规定:

1 地面电力设备及电力线路接地电阻应符合表13.3.15-1的规定。

表13.3.15-1 地面电力设备及电力线路接地电阻(Ω)

序号	要求接地名称	接地装置特点	接地电阻
1	大接地短路电流系统的电力设备	可计算引进线的作用	≤0.5①
2	小接地短路电流	仅用于高压电力设备的接地装置	≤10
3	系统的电力设备	高压低压电力设备共用的接地装置	≤10
4	中性点直接接地的低压电网	与容量在100kV·A以上的发电机或变压器相连的接地装置	≤4
5		序号4的重复接地装置	≤10
6		与容量在100kV·A以下的发电机或变压器相连的接地装置	≤10
7		序号6的重复接地装置	≤30,不少于三处
8	高低压电力设备	高低压电力设备联合接地	≤4
9		电流电压互感器二次线圈接地	≤10
10		电弧炉	≤4
11		高压线路的保护网或保护线	≤10
12		工业电子设备	≤10
13	高土壤电阻率地区	低压小接地短路电力系统的电力设备	≤30②
14		发电厂和变电所接地装置	≤15
15		大接地短路电力系统发电厂和变电所接地装置	≤5

续表 13.3.15-1

序号	要求接地名称	接地装置特点	接地电阻
16	无避雷线的架空线路	小接地短路系统混凝土杆、金属杆	≤30
17		中性点非直接接地电力网中的钢筋混凝土、金属杆	≤50
18		零线重复接地	≤10
19		低压进户线绝缘子铁脚	≤30

注：①自然接地体能达到表中接地电阻值，也应采用接地电阻不大于 1Ω 的人工接地体。

②并满足接触电压与跨步电压的安全值。

2 井下接地装置的接地电阻应符合表 13.3.15-2 的规定。

表 13.3.15-2 井下接地装置的接地电阻(Ω)

接地装置名称	电阻值
接地网上任一保护地点测得的接地电阻	<2
每一移动式电气设备和总接地网或就地接地极之间的接地线电阻	<1

3 建筑物和构筑物的接地电阻应符合表 13.3.15-3 的规定。

表 13.3.15-3 建筑物和构建物的接地电阻(Ω)

接地电阻 / 类别 / 名称	第一类防雷建筑物	第二类防雷建筑物	第三类防雷建筑物
防雷及电气设备联合接地	≤1	≤2	≤2
防止直击雷的接地	≤10	≤10	≤30
防止感应雷的接地	≤10	≤10	—
电缆换线杆的接地	≤5	—	—
进户电缆换线杆的瓷瓶铁脚接地	≤10	≤10	—
架空进线离建筑物 150m 内的瓷瓶铁脚接地	≤20	≤20	≤30(100m 内)
靠近建筑物的两个管道支架的接地	≤20	≤20	—
防止静电的接地	—	—	≤100

续表 13.3.15-3

类别 / 接地电阻 / 名称	第一类防雷建筑物	第二类防雷建筑物	第三类防雷建筑物
砖、混凝土及金属烟囱的容器接地	—	—	≤30
盛有易爆炸或可燃液体及气体的容器接地	≤10	—	—
有易爆炸或可燃液体及气体流经的管道接地	—	—	≤30
有易爆炸或可燃液体及气体流经的管道与有爆炸危险的车间相距小于 10m 的接地	—	—	≤20，每隔30m～40m重复接地

13.4 避雷针(线、带、网)接地

13.4.1 避雷器应用最短的接地线与主接地网连接。

13.4.2 避雷引下线与暗管敷设的电、光缆最小平行距离应为1000mm，最小垂直交叉距离应为 300mm；保护地线与暗管敷设的电、光缆最小平行距离应为 50mm，最小垂直交叉距离应为 20mm。

13.4.3 建筑物上的避雷针或防雷金属网应与建筑物顶部的其他金属物体连接成一个整体。

13.4.4 装有避雷针和避雷线的构架上的照明灯电源线，应采用直埋于土壤中的带金属护层的电缆或穿入金属管的导线。电缆的金属护层或金属管应接地，埋入土壤中的长度应在 10m 以上时，再与配电装置的接地网相连或与电源线、低压配电装置相连接。

13.4.5 变电所的避雷线线档内不应有接头。

13.4.6 避雷针(网、带)及其接地装置，应采取自下而上的施工顺

序。应首先安装集中接地装置，再安装引下线，最后安装接闪器。

13.4.7 引入配电装置室的每条架空线路安装的避雷器的接地线，应与配电装置室的接地装置连接，但在入地处应敷设集中接地装置。

13.4.8 避雷针(线、带、网)的接地，应符合下列规定：

1 避雷针(线、带、网)与引下线之间的连接应采用焊接或热剂焊。

2 避雷针(线、带、网)的引下线及接地装置使用的紧固件，均应使用镀锌制品。当采用无镀锌的地脚螺栓时，应采取防腐措施。

3 建筑物上的防雷设施采用多根引下线时，应在各引下线距地面 1.5m～1.8m 处设置断接卡，断接卡应加保护措施。

4 装有避雷针的金属筒体，当其厚度不小于 4mm 时，可作避雷针的引下线。筒体底部应至少有两处与接地体对称连接。

5 独立避雷针及其接地装置与道路或建筑物的出入口等的距离应大于 3m。当小于 3m 时，应采取均压措施或铺设卵石或沥青地面。

6 独立避雷针(线、带、网)应设置独立的集中接地装置。当有困难时，该接地装置可与接地网连接，但避雷针与主接地网的地下连接点至 35kV 及以下设备与主接地网的地下连接点，沿接地体的长度不得小于 15m。

7 独立避雷针的接地装置与接地网的地中距离不应小于 3m。

8 变电站配电装置的架构或屋顶上的避雷针(含悬挂避雷线的构架)，应在其附近装设集中接地装置，并应与主接地网连接。

9 屋顶上装设的防雷金属网和建筑物顶部的避雷针及金属物体应焊接成一个整体；所有位置应正确，支持件间距应均匀，固定应牢靠，防腐蚀应良好，规格、尺寸和弯曲半径应正确。

13.4.9 地面防雷、接地体和接地线规格除应符合设计要求外，还应不小于表 13.4.9 的规定。

表 13.4.9　地面防雷、接地体和接地线规格

装置名称		圆钢直径(mm)	钢管直径(mm)	扁钢截面(mm^2)	角钢厚度(mm)	钢绞线截面(mm^2)
接闪器	避雷针在1m以下时	12	20	—	—	—
	避雷针在1m～2m时	16	25	—	—	—
	避雷针装在烟囱顶端	20	—	—	—	—
	避雷带(网)	8	—	40(厚4)	—	—
	避雷带装在烟囱顶端	12	—	100(厚4)	—	—
	避雷线	—	—	—	—	35
引下线	明敷	8	—	48(厚4)	—	35
	暗敷	10	—	60(厚5)	—	—
	装在烟囱上时	12	—	100(厚4)	—	—
地下接地体	水平埋设	10(12)	—	100(厚4)	—	—
	垂直埋设	—	50 壁厚3.5	—	4(6)	—
地面	室内接地线	6	壁厚2.5	60(厚3)	2	—
	室外接地线	8	壁厚2.5	100(厚4)	2.5	—

注：1　黑色金属应镀锌，腐蚀性较大地区截面或直径应加大一级。

2　电力线路杆塔的接地体引出线，为截面不小于$50mm^2$的钢绞线。

3　(12)、(6)为直流电流回路。

13.4.10　架空电力线路有避雷线的杆塔(不连避雷线测量)接地电阻值，除应符合设计要求外，还应符合表13.4.10的规定。

表 13.4.10　架空电力线路有避雷线的杆塔(不连避雷线测量)接地电阻值

地壤电阻率(Ω·cm)	接地电阻(Ω)
1×10^4及以下	≤10
1×10^4～5×10^4	≤15
5×10^4～10×10^4	≤20
10×10^4～20×10^4	≤30
20×10^4以上	不作规定

13.4.11 架空进线装设的避雷器的接地电阻应符合下列规定：

1 保护变电所的管型避雷器不应大于 10Ω。

2 保护旋转电机的阀型避雷器不应大于 3Ω，管型避雷器不应大于 5Ω。

13.4.12 避雷针的单独接地体接地电阻，在土壤电阻率不大于 $10^4\Omega\cdot cm$ 的地区，不宜超过 10Ω。

13.5 工 程 验 收

13.5.1 工程交接验收时应按下列规定进行检查：

1 应按设计图纸施工完毕，接地施工质量应符合本规范要求。

2 整个接地网外露部分的连接应可靠，接地线规格应正确，防腐层应完好，标识应齐全明显。

3 避雷针(线、带、网)的安装位置及高度应符合设计要求。

4 供连接临时接地线用的连接板的数量和位置应符合设计要求。

5 接地电阻值及设计要求的其他测试参数应符合设计要求，无要求时，应符合本规范要求。

13.5.2 接地装置验收测试应在土建完工后进行；对高土壤电阻率地区的接地装置，在接地电阻无法满足要求时，应由设计确定采取相应措施，并应在验收合格后再投入运行。

13.5.3 工程竣工后提交的资料和文件，应符合本规范第 3.0.14 条的规定。

14 通信线路及设备安装工程

14.1 一般规定

14.1.1 光(电)缆及其他线路器材、设备的规格、数量应符合设计要求,随机资料应齐全。

14.1.2 在有防爆要求的环境中,通信线路及设备安装应符合本规范第 11.1.7 条、第 11.1.15 条、第 11.1.22 条的规定。

14.1.3 通信线路及设备安装中接地线规格,接地装置应符合设计要求。

14.1.4 光(电)缆 A、B 端标志应正确明显。

14.1.5 光(电)缆敷设前应进行配盘,配盘应符合下列规定:

1 配盘应按设计要求选择光(电)缆结构、规格。

2 光缆应按出厂盘号顺序排列。

3 靠近设备侧的进局光缆应按设计要求配置非延燃光缆。

4 分支光缆的端别应服从主干光缆的端别,光(电)缆配盘结果应填入光(电)缆配盘图。

14.1.6 光缆预留长度应符合表 14.1.6 的规定。

表 14.1.6 光缆预留长度

项　　目	敷设方式		
	直埋	管道	架空
接头处每侧预留长度	5m～10m		
地下局站内每侧预留	5m～10m 可按实际需要调整		
地面局站内每侧预留	10m～20m 可按实际需要调整		
因水利、道路、桥梁等建设规划导致的预留	按实际需要确定		
因接入中间人孔预留	根据需要确定		

14.1.7 敷设光(电)缆时,牵引力应符合产品技术文件规定。

14.1.8 光缆敷设安装的最小弯曲半径应符合表 14.1.8 的规定。

表 14.1.8 光缆敷设安装的最小弯曲半径

光缆外护层形式	无外护层或 04 型	53 型、54 型、33 型、34 型	333 型、43 型
静态弯曲	10*D*	12.5*D*	15*D*
动态弯曲	20*D*	25*D*	30*D*

注：*D* 为光缆外径。

14.1.9 电缆曲率半径应大于其外径的 15 倍。

14.1.10 光(电)缆敷设应无扭曲，防护层应完整无损伤。

14.1.11 光(电)缆敷设完毕，端头应作密封防潮处理。对有气压维护要求的光(电)缆，应加装气门端帽，并应充干燥气体进行单段光(电)缆气压检验维护。

14.2 通信线路安装

14.2.1 电缆单盘安装前的检查应符合下列规定：

1 电缆外护套应无损伤。

2 综合护套铜芯全塑电缆应有出厂气压，并应充入干燥气体，在气压达到 0.03MPa～0.05MPa 稳定后 3h，电缆气压下降值应符合出厂检验记录。

3 通信电缆芯线色谱或排列端别应符合标准。

4 通信电缆的主要电气特性、绝缘指标检验应与出厂检验记录一致。

14.2.2 光缆单盘安装前的检查应符合下列规定：

1 光缆盘包装应完整，光缆外皮、光缆端头封装应完好。

2 单盘光缆的光纤传输特性、长度应符合设计要求，单盘测试结果应与出厂检验记录一致。

14.2.3 混凝土电杆检查应符合本规范第 10.3.2 条的规定：

14.2.4 硅芯管检查应符合下列规定：

1 硅芯管外表应无损伤，色泽应均匀一致，内、外壁应光滑平整，不得有气泡、裂口及显著的凹凸、杂质，硅芯管端面应与轴向

垂直。

2 单盘硅芯管内充气 0.1MPa，24h 后压力降低不应大于 0.01MPa。

3 硅芯管连接件的配件应齐全，连接件与硅芯管应相匹配，内外壁应光滑无缺陷。

4 硅芯管堵头的橡胶应无脱落、不破裂，堵头与硅芯管应匹配。

14.2.5 钢绞线及铁件检查应符合下列规定：

1 镀锌钢绞线的绞合应均匀紧密，应无跳股现象。

2 铁件外观检验，不应有焊接和锻接处的裂纹缺陷。

3 铁件表面的防腐处理应符合设计要求，铁件镀钵层应牢固，不应有气泡、起皮、针孔和锈蚀斑痕。

14.2.6 接头盒检查应符合下列规定：

1 光缆接头盒及光缆终端盒主要指标应符合表 14.2.6 的规定。

表 14.2.6 光缆接头盒及光缆终端盒主要指标

项目	密封性能	绝缘电阻	耐压强度
光缆接头盒	光缆接头盒内充气压力为 100kPa±5kPa，浸泡在常温清水容器稳定观察 15min，应无气体逸出或稳定观察 24h，气压表指示无变化	光缆接头盒沉入 1.5m深的水中浸泡 24h 后，光缆接头盒两端金属构件之间、金属构件与地之间绝缘电阻应大于或等于 20000MΩ	光缆接头盒沉入 1.5m 深的水中浸泡 24h 后，光缆接头盒两端金属构件之间金属构件与地之间在 15kV 直流电下 1min 不击穿、无飞弧现象
光缆终端盒	—	光缆终端盒两端金属构件之间、金属构件与地之间绝缘电阻应大于或等于 20000MΩ	光缆终端盒两端金属构件之间、金属构件与地之间在 15kV 直流电下 1min 不击穿、无飞弧现象

2 全塑电缆接续护套应符合下列规定：

1）热缩管、热注缩套管管面应光滑、无划痕，材质厚薄应均匀，金属配件应齐全，应无锈蚀；

2）热缩管内壁涂热融胶应均匀，热缩管纵向收缩不应大于8%。

14.2.7 接线子应符合下列规定：

1 电缆扣式接线子外观应完整，外壳材质应具有透明度，卡接应牢固。

2 电缆模块接线子外观应规整无断裂，卡接应牢固。

3 在温度20℃±5℃、相对湿度60%～80%的环境条件下，接线子外壳对地绝缘电阻不应小于1×10^5MΩ。

14.2.8 其他线路器材的检验应符合下列规定：

1 水泥底盘、卡盘及拉线盘的程式及允许偏差应符合表14.2.8的规定。

表14.2.8 水泥底盘、卡盘及拉线盘的程式及允许偏差

名　　称	程　　式	允许偏差(mm)	参考重量(kg)
底盘	500×500×80	长、宽、厚±10	46
卡盘	800×300×120		73
拉线盘	500×300×150	长、宽、厚±10	44
	600×400×150		69

2 塑料子管的管身应光滑无伤痕，管孔应无变形，其颜色、孔径、壁厚及其均匀度应符合设计要求，壁厚负偏差不应大于0.1mm。

14.2.9 直埋光(电)缆应符合下列规定：

1 在沟底应自然平铺状态，不得有绷紧腾空现象，埋设深度应符合表14.2.9-1的规定。

表14.2.9-1 直埋光(电)缆埋设深度(m)

敷设土质或地段	埋　　深	备　　注
普通土	≥1.2	—

续表 14.2.9-1

敷设土质或地段		埋　　深	备　　注
半石质、砂砾土、风化石		≥1.0	从沟底加垫 10cm 细土或沙土，此时光缆的埋深可相应减少
全石质		≥0.8	
流砂		≥0.8	—
市郊、村镇		≥1.2	—
公路边沟	石质(坚石、软石)	边沟设计深度以下 0.4	边沟设计深度为公路或城建管理部门要求的深度
	其他土质	边沟设计深度以下 0.8	
公路路肩		≥0.8	—
市区人行道		≥1.0	—
穿越铁路、公路		≥1.2	距路基面或距路面基底
沟、渠、水塘		1.2	—
农田排水沟(沟深 1m 以内)		≥0.8	—

2　直埋光(电)缆与其他建筑设施平行或交越时的最小净距，应符合表 14.2.9-2 的规定。

表 14.2.9-2　直埋光(电)缆与其他建筑设施间的最小净距(m)

名　　称	平行时	交越时
通信管道边线(不包括人孔)	0.75	0.25
非同沟的直埋通信光(电)缆	0.5	0.25
直埋电力电缆(35kV 以下)	0.5	0.5
直埋电力电缆(35kV 及以上)	2.0	0.5
架空线杆及拉线	1.5	—
给水管(管径小于 300mm)	0.5	0.5
给水管(管径 300mm～500mm)	1.0	0.5
给水管(管径大于 500mm)	1.5	0.5
高压油管、天然气管	10.0	0.5
热力、排水管	1.0	0.5
热力、下水管	1.0	0.5

续表 14.2.9-2

名　　称	平行时	交越时
燃气管(压力小于 300kPa)	1.0	0.5
燃气管(压力 300kPa～1600kPa)	2.0	0.5
排水沟	0.8	0.5
房屋建筑红线或基础	1.0	—
树木(市内、村镇大树、果树、行道树)	0.75	—
树木(市外大树)	2.0	—
水井、坟墓、粪坑、积肥池、沼气池、氨水池等	3.0	—

注:1　采用钢管保护时,与水管、煤气管、石油管交越时的净距可降为 0.15m。

2　大树指直径 300mm 及以上的树木。对于孤立大树,还应满足防雷要求。

3　穿越埋深与光(电)缆相近的各种地下管线时,光(电)缆宜在管线下方通过。

4　隔距达不到本表要求时,应采取保护措施。

3　光(电)缆与其他通信光(电)缆同沟敷设时,应平行排列,缆间平行净距不应小于 100mm。

4　缆上应先回填大于 150mm 厚的细土或沙土,回填土应高出地面 100mm。

5　在坡度大于 20°、坡长大于 30m 的斜坡地段,宜采用"S"形敷设。坡面上的光(电)缆沟有受到水流冲刷的可能时,应采取堵塞加固或分流措施。

6　埋式光(电)缆穿越保护管的管口处应封堵严密。

7　埋式光(电)缆进入人(手)孔处应设置保护管。光(电)缆铠装保护层应延伸至人孔内距第一个支撑点约 100mm 处。

8　在光缆接头、拐弯、排流线起止点,同沟敷设的光缆起止点,特殊预留点,与其他管线交越点,监测绝缘、电位的接头点,以及市区和长途直线段,每隔 200m～250m 处均应设置线路标石,标石应统一、齐全、固定牢靠。

14.2.10　架空光(电)缆应符合下列规定:

1　架空光(电)缆水泥电杆埋深应符合表14.2.10-1的规定。

表14.2.10-1　架空光(电)缆水泥电杆埋深

电杆类别	分类 / 埋深(m) / 杆长(m)	普通土	硬土	水田、湿地	石质
水泥电杆	6.0	1.2	1.0	1.3	0.8
	6.5	1.2	1.0	1.3	0.8
	7.0	1.3	1.2	1.4	1.0
	7.5	1.3	1.2	1.4	1.0
	8.0	1.5	1.4	1.6	1.2
	9.0	1.6	1.5	1.7	1.4
	10.0	1.7	1.6	1.7	1.6
	11.0	1.8	1.8	1.9	1.8
	12.0	2.1	2.0	2.2	2.0

注：1　12m以上的特种电杆的埋深应按设计文件要求实施。

2　本表适用于轻、中负荷区新建的通信线路，重负荷区的电杆埋深应按本表增加100mm～200mm。

3　埋深偏差为±50mm。

2　架空光(电)缆各种拉线地锚坑深应符合表14.2.10-2的规定。

表14.2.10-2　各种拉线地锚坑深

土质分类 / 坑深(m) / 拉线程式(mm)	普通土	硬土	水田、湿地	石质
7/2.2	1.3	1.2	1.4	1.0
7/2.6	1.3	1.4	1.5	1.1
7/3.0	1.5	1.4	1.6	1.2
2×7/2.2	1.6	1.5	1.7	1.3

续表 14.2.10-2

土质分类 坑深(m) 拉线程式(mm)	普通土	硬土	水田、湿地	石质
2×7/2.6	1.8	1.7	1.9	1.4
2×7/3.0	1.9	1.8	2.0	1.5
上2 V型×7/3.0 下1	2.1	2.0	2.3	1.7

注:坑深允许偏差应为±50mm。

3 杆塔、拉线基础坑及接地沟的回填应符合本规范第10.2.6条的规定。拉线及拉桩杆安装应符合本规范第10.3.15条的规定。

4 杆塔上的固定标志应符合本规范第10.3.20条的规定。

5 横担、金具及零件安装除应符合本规范第10.3.12条～第10.3.14条的规定外,还应符合下列规定:

1)横担规格、型号应符合设计,并应有防腐蚀处理;

2)金具应采用镀锌制品,各种连接螺栓均应有防松措施;

3)横担、金具组装应正确,叉梁、抱箍应固定牢靠,螺栓应外露螺母2个～4个螺距。

6 导线的换位程式、换位的杆位以及导线的垂度应符合设计要求,在同一杆距内导线应垂度一致。

7 架空光(电)缆敷设后应自然平直,并应保持不受拉力、应力,应无扭转和机械损伤。

8 应根据设计要求选用光(电)缆的挂钩程式,光(电)缆挂钩的间距应为500mm,允许偏差应为±30mm,挂钩在吊线上的搭扣方向应一致,挂钩托板安装应齐全、整齐。

9 在电杆两侧的第一只挂钩应距电杆250mm,允许偏差应为±20mm。

10　交叉、跨越和接近距离应符合下列规定：

1)通信线的交叉、跨越和接近距离，应符合设计要求；

2)通信线路与其他建筑物的距离应符合表 14.2.10-3 的规定。

表 14.2.10-3　通信线路与其他建筑物距离

建筑物名称		距离(m)	
		交越时垂距	横向水平距
地面一般地区		3	—
公路及通行卡车的道路		5.5	—
矿井场内道路距可能拖拉运输最高物体上端		0.6	—
树木和树边		1	1.3
矿用窄轨电机车线(550V 及以下)		2	—
一般建筑物(沿墙架设电缆及引户绝缘线不在此限)		1.5	2
低压电力用户线(有绝缘外皮)		0.6	3/4h
铁路		7.5	4/3h
胡同		5.0	—
两通信线交越(包括广播线)		0.6 (主要通信线在上方)	4/3h (不得小于 8.5m)
与电力线交越，电力线应在上方，交越角＞30°	0.38kV	1.25	—
	1kV～10kV	2	
	35kV～110kV	3	

注：h 为杆高。

11　敷设吊挂式架空光缆应在每 1 根～3 根杆上作一处伸缩预留。伸缩预留在电杆两侧的扎带间应下垂 200mm。伸缩预留安装方式应符合要求(图 14.2.10-1)。光缆经十字吊线或丁字吊线处亦应安装保护管(图 14.2.10-2)。

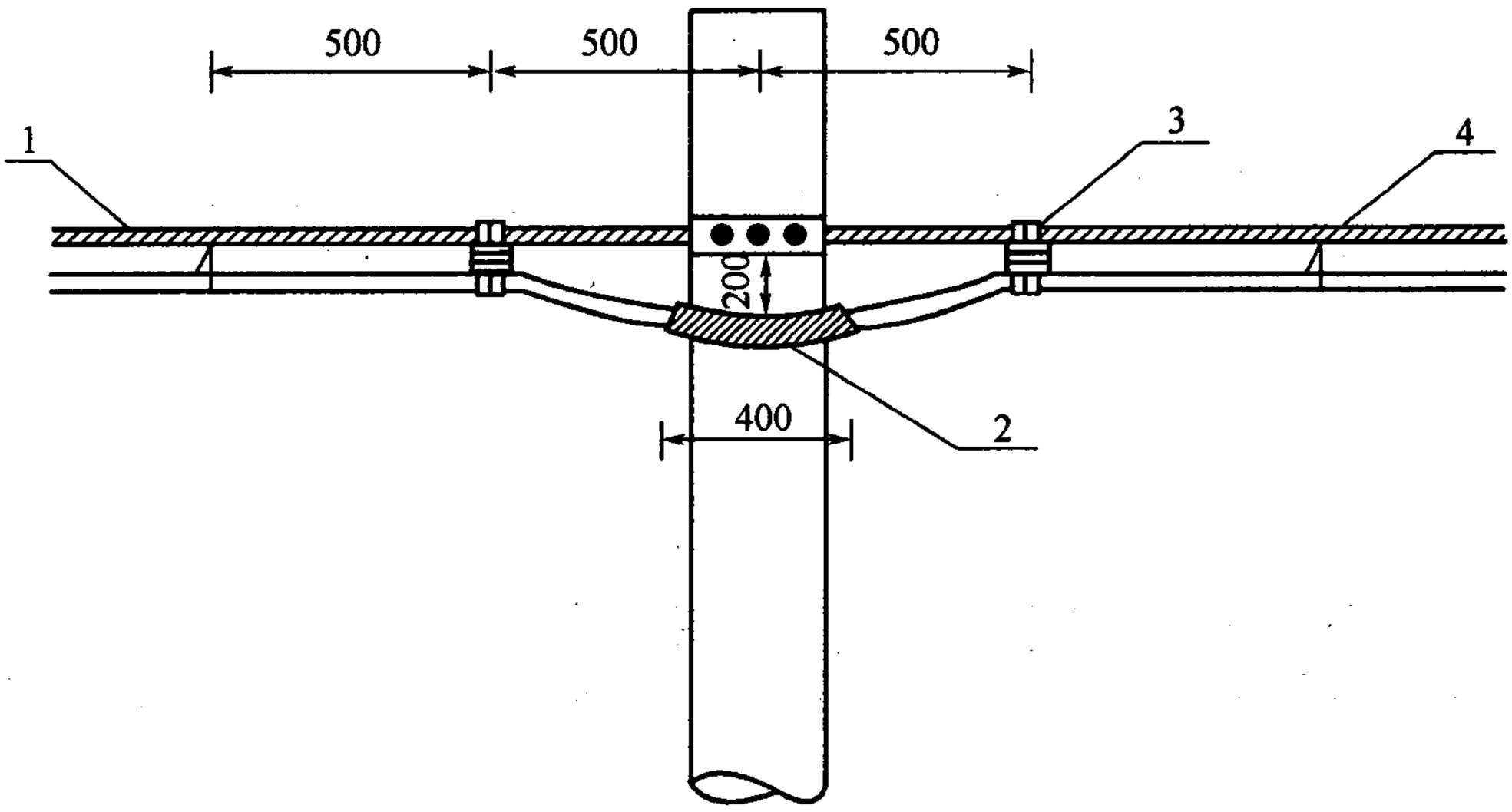


图 14.2.10-1　光缆在杆上伸缩预留示意图

1—吊线;2—聚乙烯管;3—扎带;4—挂钩

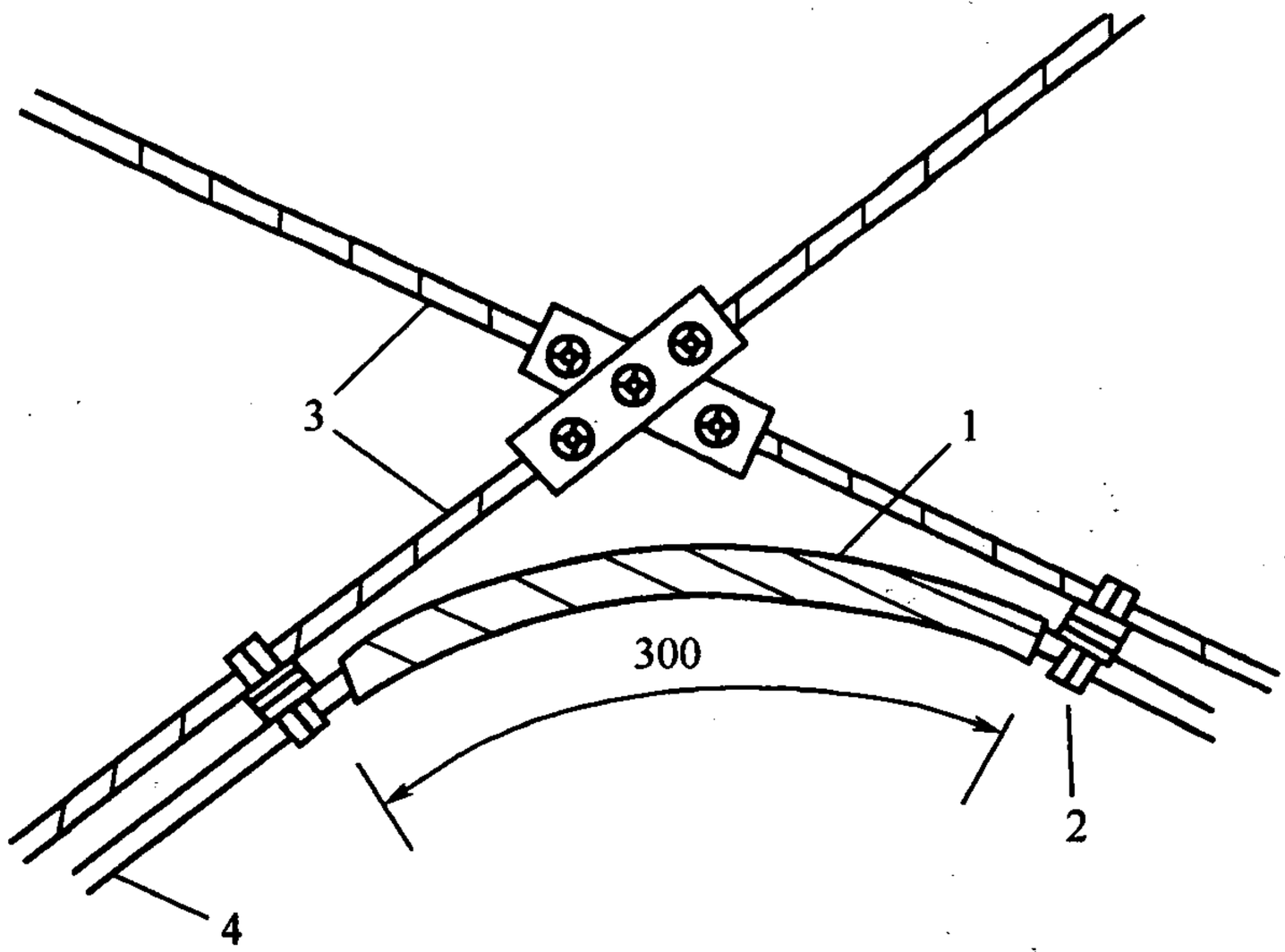


图 14.2.10-2　光缆在十字吊线处保护示意图

1—聚乙烯管;2—固定线;3—吊线;4—光缆

12　架空光(电)缆在吊线接头处的吊扎方式可按图 14.2.10-3(a)或图 14.2.10-3(b)采用。

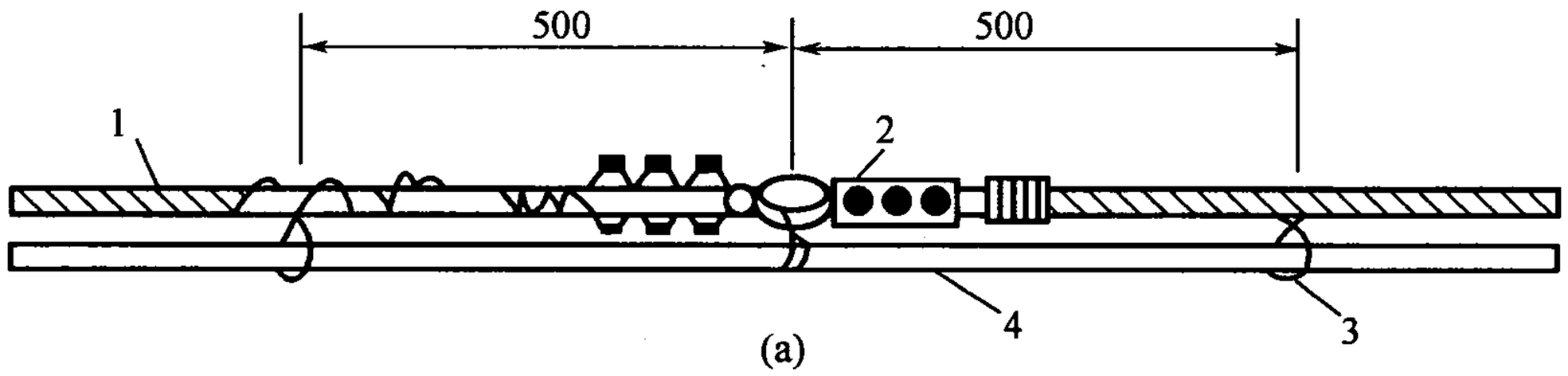


图 14.2.10-3　架空光(电)缆在吊线接头处的吊扎方式

1—吊线;2—吊线接头;3—挂钩;4—光电缆;5—扎带

13　架空电缆接头在吊线上的吊扎可按图 14.2.10-4 采用。

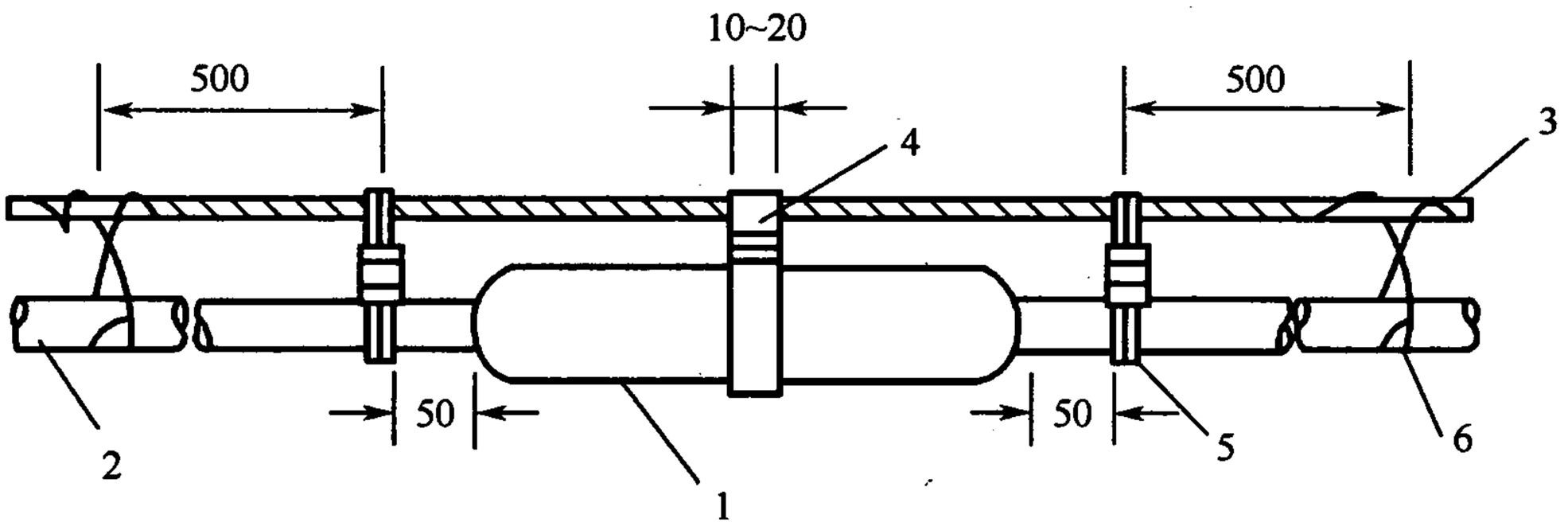


图 14.2.10-4　架空电缆接头在吊线上的吊扎

1—电缆接头;2—电缆;3—吊线;4—接头盒吊环;5—扎带;6—挂钩

14　电缆接头在近杆处,200 对及以下的电缆接头距电杆应为 600mm,200 对以上电缆接头距电杆应为 800mm,允许偏差均应为±50mm。

15　架空电缆在十字吊线处的吊扎方式可按图 14.2.10-5 采用。

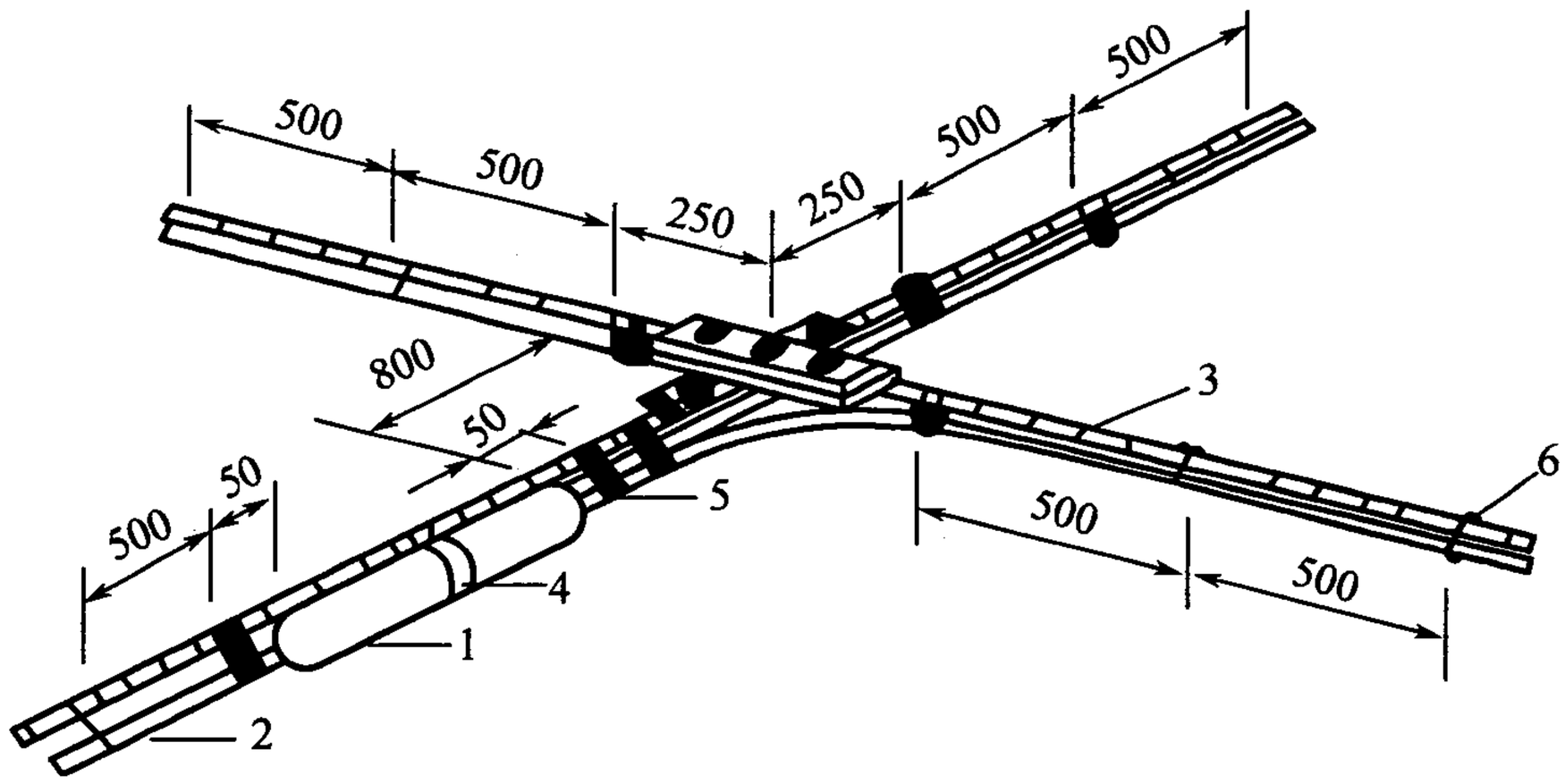


图 14.2.10-5　在十字吊线处的吊扎图

1—电缆接头；2—电缆；3—吊线；4—接头盒吊环；5—扎带；6—挂钩

16　架空电缆在丁字吊线处的吊扎方式可按图 14.2.10-6 采用。

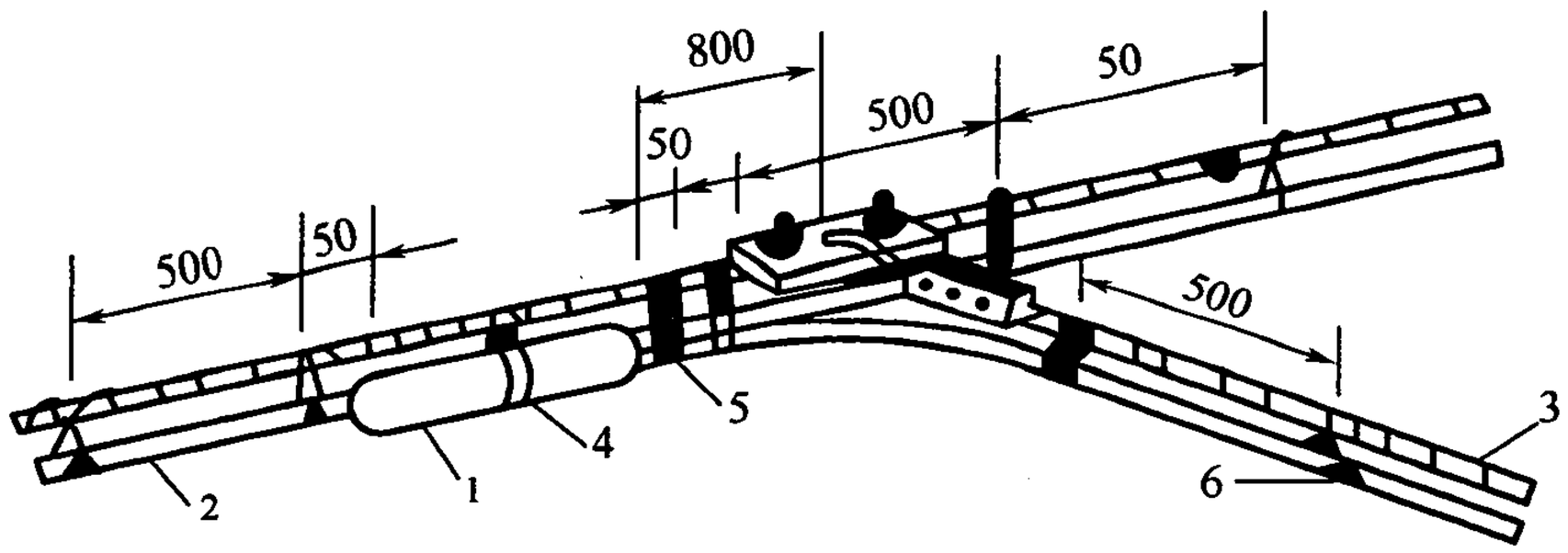


图 14.2.10-6　在丁字吊线处的吊扎

1—电缆接头；2—电缆；3—吊线；4—接头盒吊环；5—扎带；6—挂钩

14.2.11　墙壁光(电)缆的敷设应符合下列规定：

1　墙壁光(电)缆离地面高度不应小于 3m，跨越街坊、院内通路等应采用钢绞线吊挂，其缆线最低点距地面不应小于 5m。

2　墙壁光(电)缆与其他管线的最小间距应符合设计要求。

3　敷设吊线式墙壁光(电)缆应符合下列规定：

1)吊线式墙壁光(电)缆使用的吊线程式应符合设计要求。水平敷设的吊线在墙壁上的终端固定、中间支撑可按图 14.2.11-1 采用；

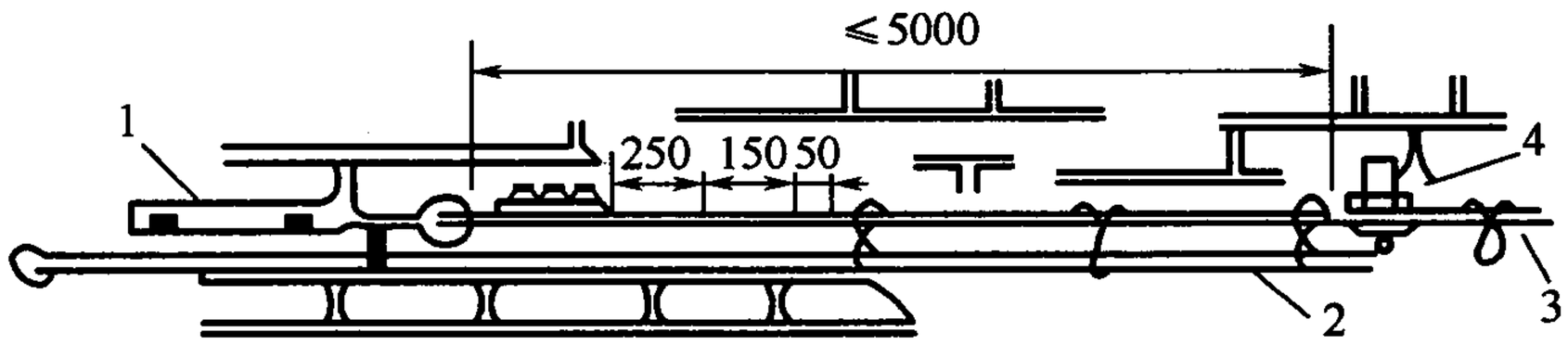


图 14.2.11-1　吊线在墙壁水平敷设安装示意图

1—有眼拉攀;2—光(电)缆;3—钢绞线;4—L 形卡钩或支架

2)墙上支撑的间距应为 8m～10m,终端固定物与第一只中间支撑的距离不应大于 5m;

3)垂直敷设的吊线在墙壁上,其终端可按图 14.2.11-2 采用。

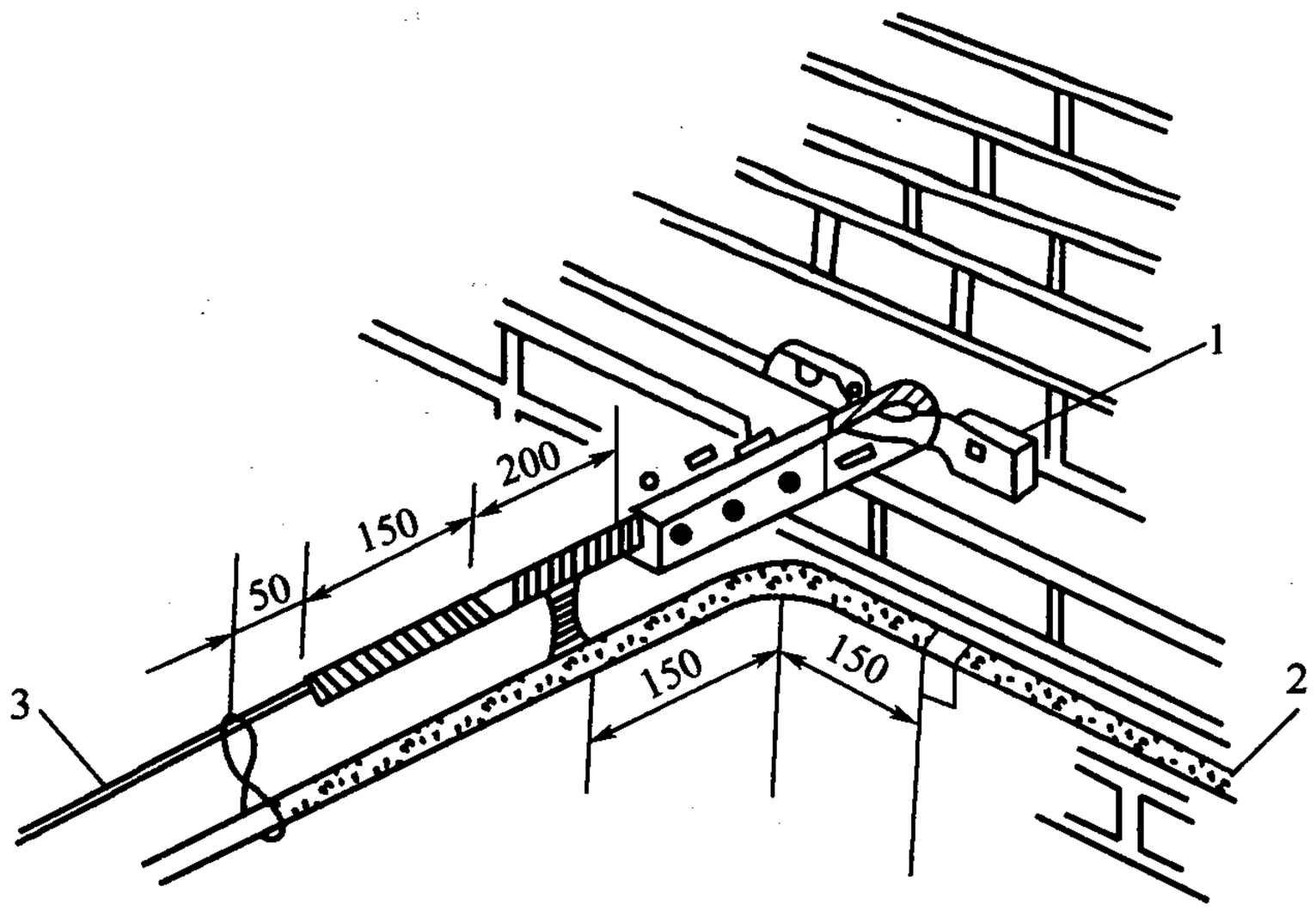


图 14.2.11-2　吊线在墙壁上的终端支撑安装示意图

1—U 型拉攀;2—光(电)缆;3—钢绞线

4　敷设卡钩式墙壁光(电)缆应符合下列规定:

1)光缆以卡钩式沿墙壁敷设时,应在光缆上外套塑料管予以保护;

2)应根据设计要求选用卡钩,卡钩应与光(电)缆保护管外径相配套;

3)墙壁架空光(电)缆的卡钩间距应为 500mm,允许偏差应

为±50mm。墙壁架空光(电)缆转弯两侧的卡钩间距应为150mm～250mm(图14.2.11-2),两侧距离应相等。

5 敷设钉固式墙壁光(电)缆应符合下列规定:

1)不得在外墙使用木塞钉固光(电)缆;

2)钉固螺丝应在光(电)缆的同一侧。

14.2.12 敷设管道光(电)缆应符合下列规定:

1 敷设管道光(电)缆的孔位应符合设计要求。

2 在孔径90mm及以上的水泥管道、钢管或塑料管道内,应根据设计规定在两人(手)孔间一次性敷设三根或三根以上的子管,子管不得跨人(手)孔敷设,子管在管道内不得有接头,子管在人(手)孔内伸出长度宜为200mm～400mm;本期工程不用的管孔及子管管孔应按设计要求安装塞子封堵。

3 光(电)缆出管孔150mm以内不得做弯曲处理。

4 光缆气吹入硅芯管后,在两端人(手)孔内的预留长度应满足设计要求;敷设后的管道光(电)缆在人(手)孔内应排列、固定整齐;光缆在人(手)孔内子管外的部分应按设计要求保护;光缆占用的子管或硅芯管应用专用堵头封堵管口。

5 光缆接头处两侧光缆敷设预留的重叠长度应符合设计要求;接续完成后,光缆余长应在中间人孔内按设计要求盘放并固定整齐。

6 在每个人(手)孔内的光(电)缆上,应按设计要求安装光(电)缆识别标志。

14.2.13 水底光(电)缆敷设应符合下列规定:

1 位置正确,水底光(电)缆埋深应符合表14.2.13的规定。

表14.2.13 水底光(电)缆埋深(m)

河床情况		埋深要求
岸滩部分		1.2
水深小于8m(年最低水位)的水域	河床不稳定,土质松软	1.5
	河床稳定,硬土	1.2

续表 14.2.13

河 床 情 况	埋深要求
水深大于 8m(年最低水位)的水域	自然掩埋
有疏浚规划的区域	在规划深度以下 1m
冲刷严重,极不稳定的区域	在变化幅度以下
石质和风化石河床	＞0.5

2 水底光(电)缆伸出堤外或岸边不应少于 50m,岸滩部分埋深不应小于 1.5m,防护措施应符合设计要求。

3 通航河流应按设计在过河段的堤岸(河岸)设置牢固的水线标志牌或增设灯光设备,并应划定禁止抛锚区域范围。

4 隐蔽工程记录及敷设路由图应齐全、准确,标志牌位置应正确、醒目。

5 水底光(电)缆应避免在水中设置光(电)缆接头。水底光(电)缆接头处的金属护套以及铠装钢丝,应保证电气连通、封闭性能和必要的机械强度要求。

14.2.14 引上光(电)缆应符合下列规定:

1 引上光(电)缆保护管在水泥杆和墙壁的绑扎固定方式可按图 14.2.14-1、图 14.2.14-2 采用。

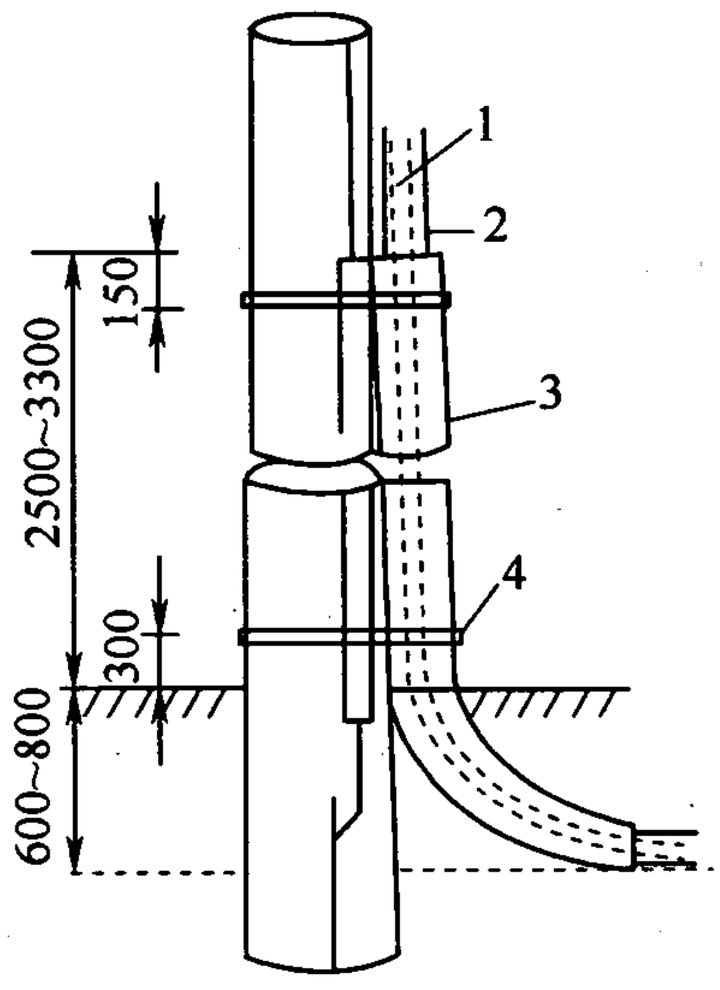


图 14.2.14-1 光(电)缆水泥杆引上安装示意图

1—光(电)缆;2—子管;3—引上保护管;4—固定卡

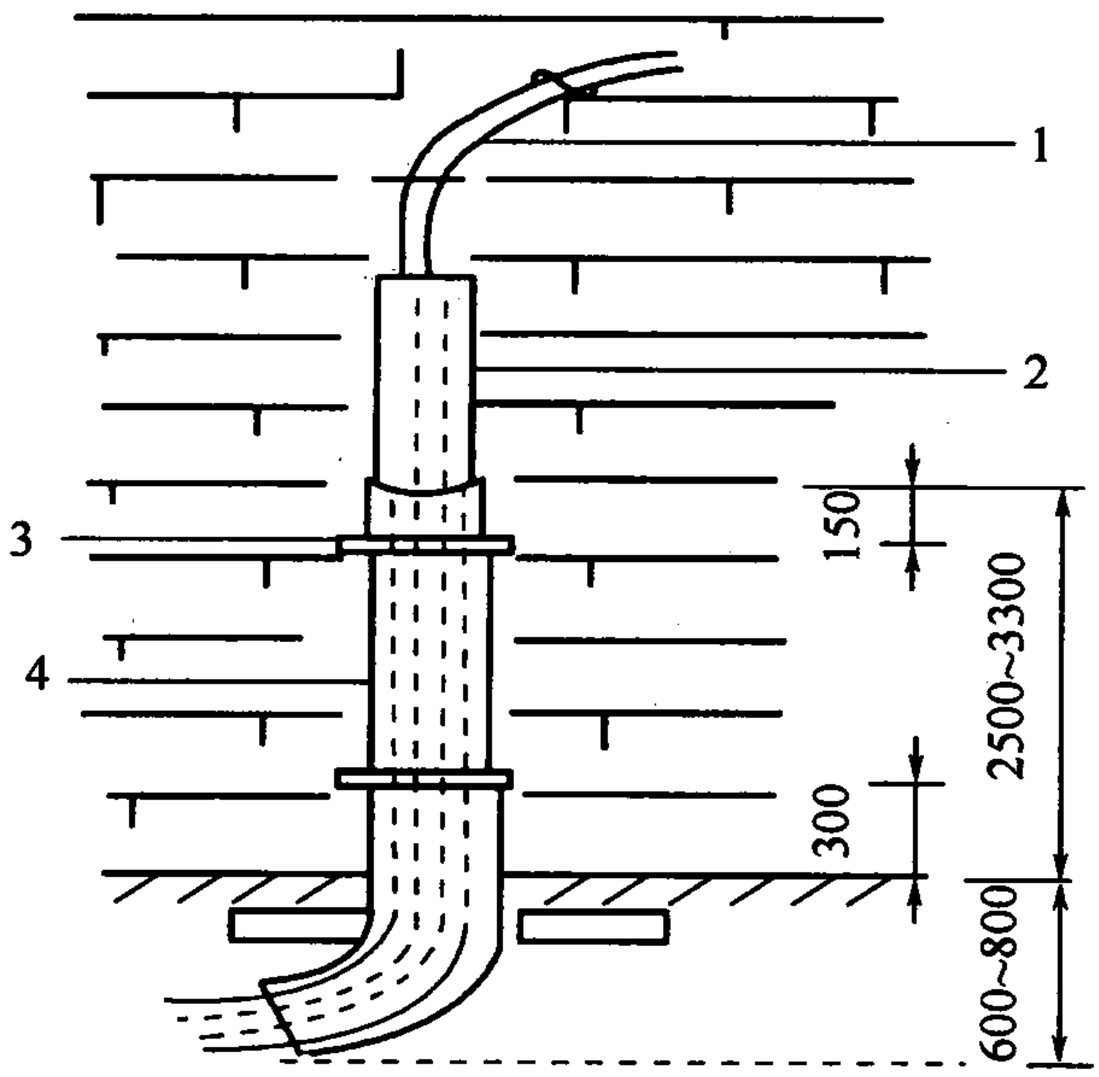


图 14.2.14-2　光(电)缆墙壁引上安装示意图

1—光(电)缆;2—子管;3—固定卡;4—引上保护管

2　电缆在引上保护管上部的固定方式可按图 14.2.14-3 采用。

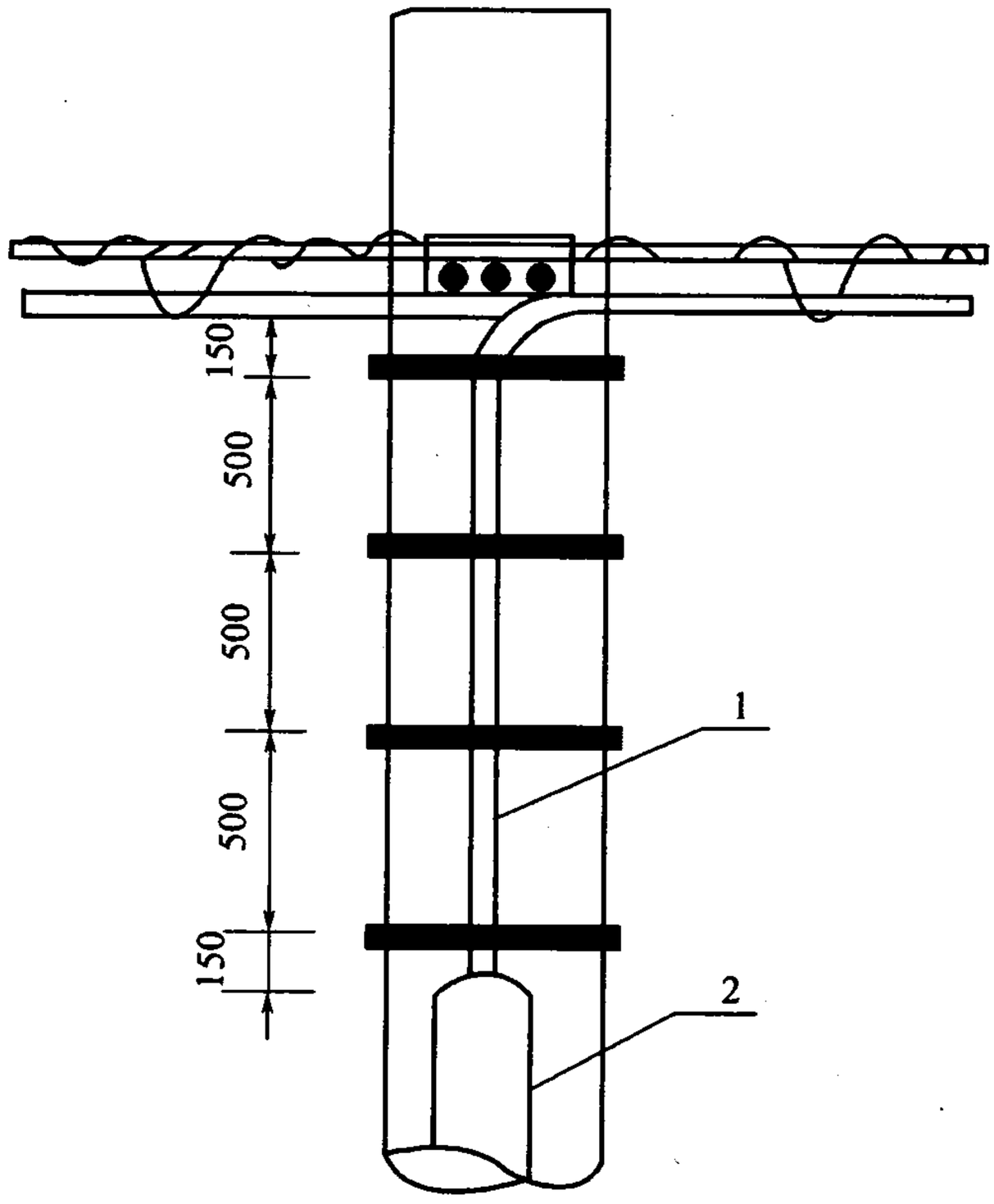


图 14.2.14-3　电缆引上固定图

1—引上电缆;2—上杆管

3　光缆在引上保护管上部的安装方式可按图 14.2.14-4 采用。

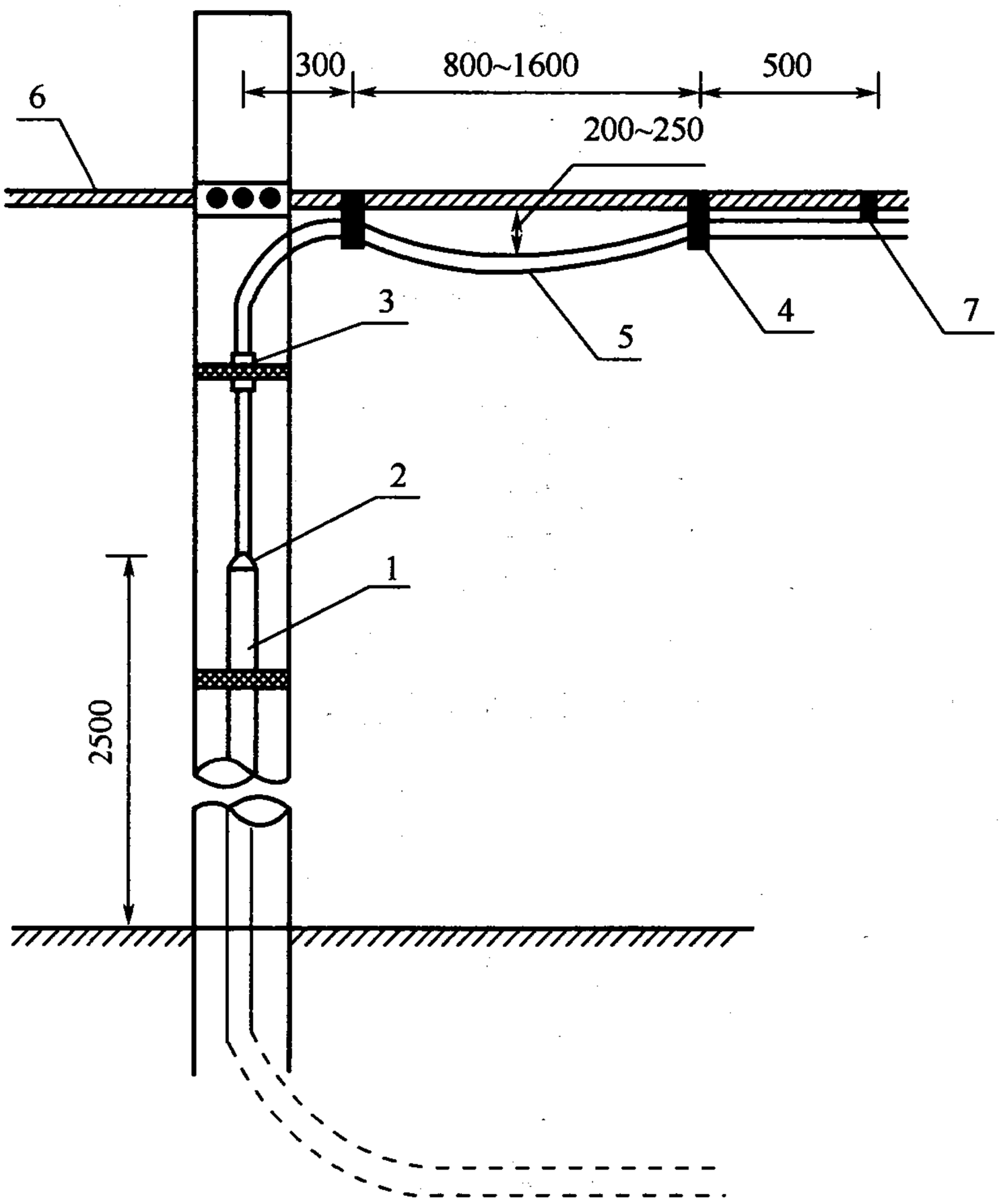


图 14.2.14-4　光缆杆上引上安装示意图

1—引上保护管；2—子管；3—胶皮垫；4—扎带；5—伸缩管；6—吊线；7—挂钩

14.2.15　井下光(电)缆敷设应符合下列规定：

1　在立井和大于 30°的倾斜巷道，应符合本规范第 12.3.19 条的规定，但立井井筒内光缆不得有接头。

2　在水平或倾角 30°以下的巷道敷设光(电)缆，应与瓦斯抽放管路分挂在巷道两侧。

3　光(电)缆与电力电缆应分挂在巷道两侧，受条件限制时，应敷设在电力电缆的上方，并应保持 100mm 及以上的相互

间距。

4 光缆的路由和吊挂方式应符合设计要求，采用挂钩时，间距不应大于500mm。

5 巷道内光缆接头应有独立的支托，接头两端的光缆应留有伸缩弯。

6 光缆卡固保护措施应良好，卡固件应一致，吊挂应均匀，敷设应美观。

14.2.16 光(电)缆的接头安装应符合下列规定：

1 光(电)缆接续前应核对其端别、纤(线)序，接续后不得出现纤(线)序错接。光(电)缆端别及纤(线)序应作识别标志。

2 直埋光(电)缆的接头应选择在地势平坦和地质稳定的地点，应避开水塘、河流、沟渠及道路等；管道光(电)缆和架空光(电)缆的接头应避开交通要道口；架空光(电)缆的接头应落在杆上或杆旁1m左右的位置。

3 光(电)缆接头盒(套管)的封装应符合下列规定：

1)热缩接头套管热缩后应外形美观，应无变形、无槽皱、无烧焦，熔合处应无空隙、无脱胶、无杂质等不良状况；

2)封装完毕后，有气门的接头盒(套管)应做充气试验。需要做接地线引出时，应符合设计要求。

4 光(电)缆接头盒密封后应保持良好的水密性和气密性。

5 架空光缆接头盒的安装应符合下列规定：

1)从两侧进光缆的接头盒应安装在电杆附近的吊线上，立式接头盒可安装在电杆上。光缆接头盒安装(图14.2.16-1)应牢固、整齐，两侧应作预留伸缩弯；

2)光缆接头的预留光缆宜安装在两侧的邻杆上，并应按设计要求的方式盘留，可采用预留支架或光缆收线储存盒的安装方式。预留支架安装方式可按图14.2.16-2采用。

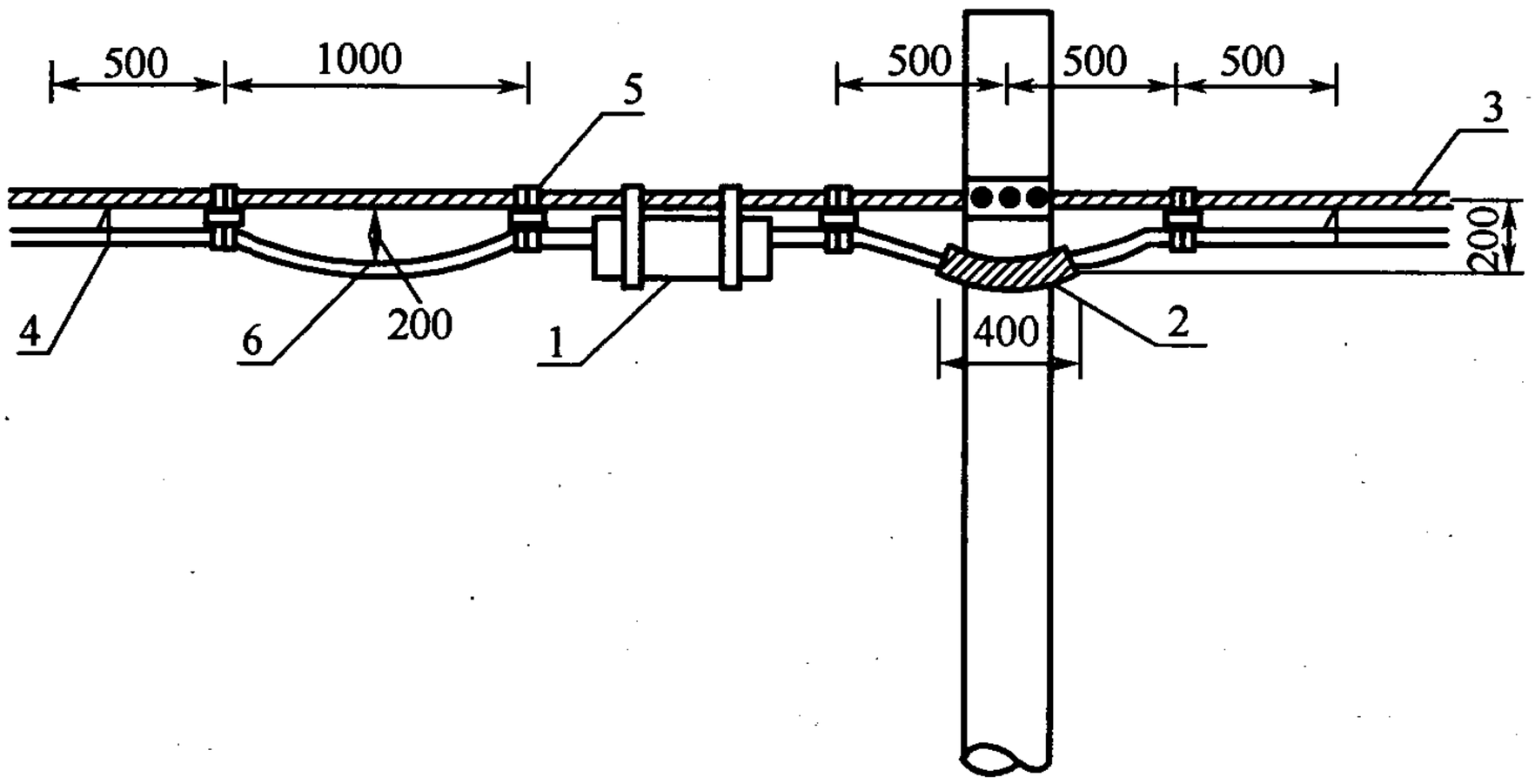


图 14.2.16-1　架空光缆接头盒安装示意图

1—光缆接头盒；2—聚乙烯管；3—吊线；4—挂钩；5—扎带；6—伸缩管

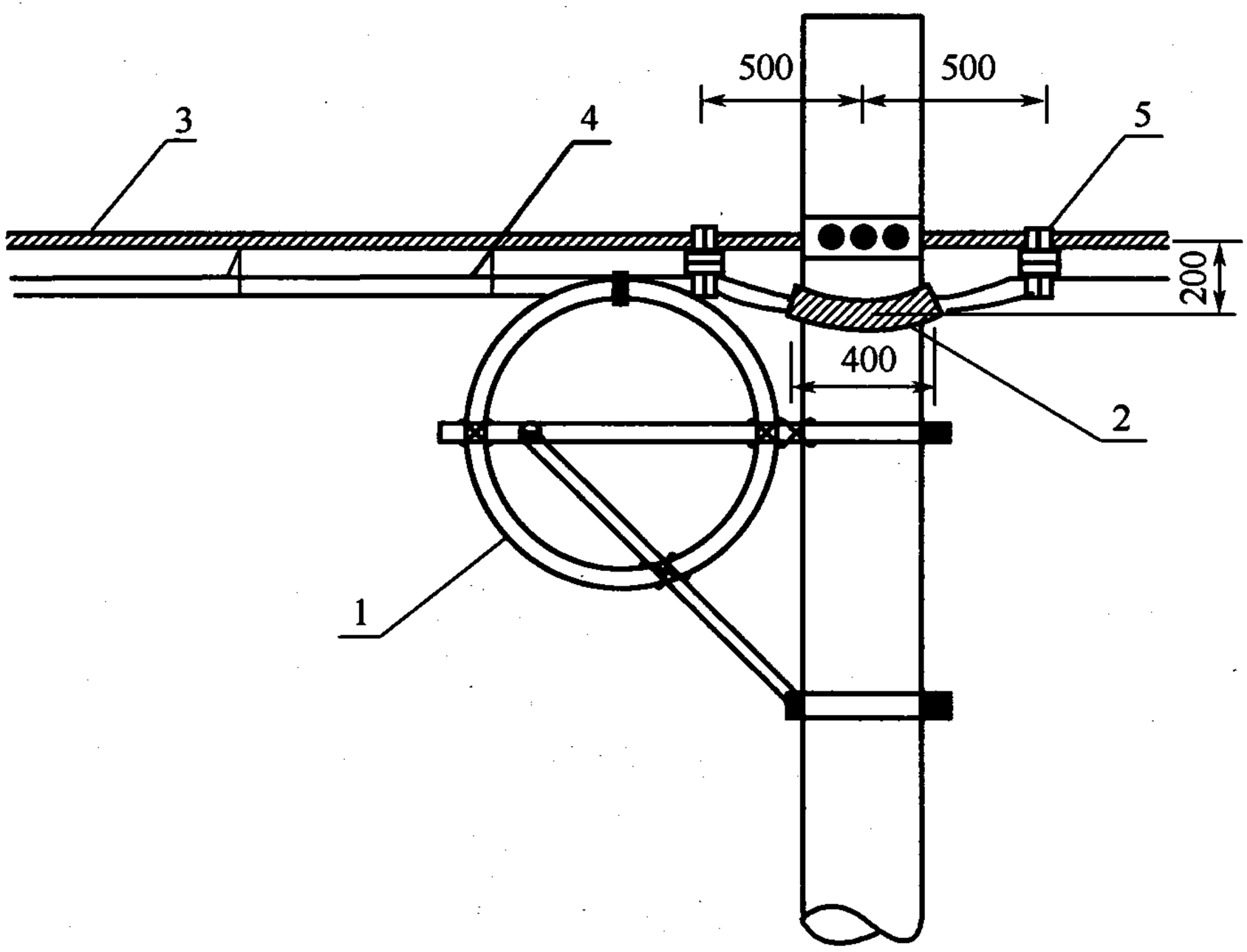


图 14.2.16-2　预留支架光缆安装示意图

1—预留光缆；2—聚乙烯管；3—吊线；4—挂钩；5—扎带

6　管道光缆接头盒在人(手)孔内的安装方式应符合设计要求，宜安装在长年积水水位线以上的位置，并宜采用保护托架或其他方法承托。预留光缆的盘留应按设计要求的方法安装固定，并

应采取保护措施。安装的接头盒不应影响人孔中其他光(电)缆接头的安放。

14.2.17 进局及局内光(电)缆的敷设应符合下列规定：

1 进局光(电)缆的管孔使用安排和在进线室托架上的位置应符合设计要求。其在托架上应排放整齐，不应重叠，不应交错，不得上下穿越或蛇行；引上转角的曲率半径应大于光缆直径的20倍。

2 进线室的管孔及局前人孔内通往进线室侧的管孔应做堵塞。

3 横放的光(电)缆接头应依次排列，接头任一端距光(电)缆转弯处不应小于2m。

4 进线室的光(电)缆应按设计要求做好编号和相关标志，进、出局光(电)缆区分应明显、无误。

5 局内光缆预留应符合设计要求，光(电)缆在进线室内应选择安全的位置，当处于易受外界损伤的位置时，应采取保护措施。

6 局内光(电)缆在经过走线架、拐弯点、上线柜、每层楼开门处等位置时，均应绑扎固定，并应排列整齐，上下走道或爬墙的部位应垫胶管。

14.2.18 光(电)缆成端安装应符合下列规定：

1 总配线架每一直列成端电缆宜为一条，不得超过二条，且每一直列安装的设备应一次装齐。成端电缆线把应单条依次出线，不应一条以上的成端电缆在同一位置同时出线，或齐头并进、交错出线。

2 成端电缆线把在总配线架上的绑扎位置应符合下列规定：

1)成端电缆线把出线面应平行于总配线架直列端子板进线孔；

2)各列的成端电缆线把出线面与直列安装扁钢之间距离应保持一致；

3)在原有总配线架上新作直列成端电缆时，其绑扎方法、位

置、式样应与原直列成端相同。

3　全色谱的成端电缆应按色谱、色带的编排次序出线，不得颠倒或错接。线把的出线位均匀，应与端排对应，出线的余弯应一致。线对应直接与总配线架直列设备的端子连接，中间不得有接头。

4　成端电缆屏蔽层连接线应可靠接至总配线架铁架的保护接地端子。

5　成端电缆接头的放置可采取纵式（直立式）或横式（水平式），应做到横平、竖直，排列应整齐。

6　光缆应在光纤分配架或单设的光缆终端盒内作终端，并应在光纤分配架内绑扎固定。光缆内的金属构件应与光纤分配架保护接地装置接触良好，接地装置至机房防雷接地排的接地线的规格、型号应符合设计要求。接地线敷设时应短直，多余的线缆应截断，不应盘缠。

7　预留在光纤分配架盘纤盒中的光纤及尾纤应有足够的盘绕半径，并应稳固、不松动。尾纤在机架内的盘绕应大于规定的曲率半径。

8　光纤成端后，纤号应有明显的标志。

9　自光缆终端接头引出的尾巴光缆或单芯光缆所带的连接器，应按设计要求插入光纤配线架（分配架）；暂时不插入光纤配线架（分配架）的连接器应盖上塑料帽。

14.3　通信设备安装

14.3.1　通信设备安装应符合下列规定：

1　机房机架设备位置应安装正确，应符合安装工程设计平面图要求。

2　用吊垂测量，机架安装垂直偏差度不应大于 3mm。

3　大列主走道侧应对齐成直线，误差不应大于 5mm。相邻机架应紧密靠拢；整列机面应在一平面上，应无凹凸现象。

4　各种螺栓应拧紧，同类螺丝露出螺帽的长度应一致。

5　机架上的各种零件不得脱落或碰坏，漆面有脱落时应予补漆。各种文字和符号标志应正确、清晰、齐全。

6　机架、列架应按施工图的抗震要求进行加固。

7　告警显示单元安装位置应端正合理，告警标志应清楚。

8　机台位置应安装正确，台列应安装整齐，机台边缘应成一直线，相邻机台应紧密靠拢，台面应相互保持水平，衔接处应无明显高低不平现象。

9　终端设备应配备完整，安装应就位，标志应齐全、正确。

14.3.2　井下程控交换机、自动交换机应安装在井下进风系统硐室内。井下无线基站的天线应安装在巷道的顶部。

14.3.3　光(电)缆交接箱安装应符合下列规定：

1　光(电)缆及尾纤、跳纤、适配器在光(电)缆交接箱内的安装位置路由走向及固定方式应符合设计要求，并应符合交接箱产品说明书的要求。

2　架空光(电)缆交接箱应安装在 H 形杆的工作平台上，工作平台的底部距地面不应小于 3m，且不应影响道路通行。

3　交接箱的装配零件应齐全，接头排应无损坏，端子应牢固，编扎好的成端应在箱内固定，并应进行对号测试和绝缘测试。

4　光(电)缆引入交接箱应排列绑扎整齐，弯曲处应满足曲率半径要求，交接箱号、光(电)缆编号、纤(线)序的漆写(印)应符合设计要求。

5　交接箱内跳线(纤)应敷设合理、整齐、无接头，且不应影响模块支架开启。

6　墙壁光(电)缆交接箱的安装应坚实、牢固，交接箱底部距地面应符合设计要求。

7　落地式光(电)缆交接箱的安装位置、高度及防潮措施等应符合设计要求。箱体安装应牢固、安全、可靠，箱体的垂直偏差不应大于 3mm。

8　交接设备的地线应单设，地面地线的接地电阻不应大于10Ω，井下地线的接地电阻不应大于2Ω。

14.3.4　分线设备的安装应符合下列规定：

1　分线设备的型号、安装方式及地点应符合设计要求。

2　分线设备在电杆上安装时，应装在电杆的局方侧；同杆设有过街分线设备时，其过街的分线设备应装在局的反方向侧。

3　分线盒在电杆上安装时，盒体的上端面应距吊线720mm；水泥电杆安装分线盒时，应衬垫背板或背压件。

4　室外墙壁安装分线盒时，盒体的下端面应距地面2800mm～3200mm；室内分线盒的安装应符合设计要求。

5　分线设备的地线应单设，地线的接地电阻应满足要求。对于非铅包电缆，放电器接地端子应与分线箱金属外壳相连后接地，对于铅包电缆应将铅皮与放电器的接地端子相连后接地，接地引下线敷设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 的规定，并应有防腐蚀处理。其接地电阻值应符合表14.3.4的规定。

表14.3.4　分线箱的防雷保护接地电阻值

土壤电阻率 $\rho(\Omega \cdot m)$	分线箱容(对) 工频接地电阻值(Ω) 土质	10及以下	11～20	21及以上
100以下	黑黏土、泥炭、黄土	30	16	13
101～300	夹砂土	40	20	17
301～500	砂土	50	30	24
500以上	石质土	67	37	30

6　分线设备安装后，应按设计的编号写在分线设备的表面，字体应端正、大小均匀。

7　壁盒式分线盒的安装应符合设计要求，箱体、箱内、接续部

件的装置应牢固、防潮。

8 杆上及墙壁分线设备的尾巴电缆固定工艺应符合设计要求。分线设备的电缆芯线应与端子连接牢固。

14.3.5 程控电话机和共电自动交换机接地电阻值，应符合设备技术文件要求；当无规定时，应符合下列规定：

1 地面程控电话接地电阻值不得大于5Ω，井下程控电话接地电阻值不得大于2Ω，并应单独敷设，不应与风管、水管、暖气管等相连接。

2 交换机放电器的防雷保护接地应与工作接地分开敷设，放电器的防雷保护接地应与机架接地连为一体，其接地电阻值应符合表14.3.5的规定。

表14.3.5 交换机放电器接地电阻值

入局线条数	2～4	6	8	10～20	21以上
工频接地电阻值(Ω)	50	≤30	20	≤10	≤5

3 接地线敷设应整齐，焊接应良好，并应做防腐处理。

14.3.6 光缆传输设备的型号、规格应符合设计要求，外观应完好，零部件配套应齐全，插接件卡接应紧密，接触应良好。

14.3.7 构架和机件的安装应符合下列规定：

1 铁架及机架安装位置应正确，排列应整齐，螺丝应紧固，构架应稳固，垂直偏差不应大于主柱全长的1‰，水平偏差不应大于2‰。

2 设备标志应与设计相符，位置应一致，字迹应清晰端正。

3 光、电端机，中继器机架，数字配线架，以及光缆配线架等的零部件应齐全，安装应正确、牢固。

4 构架及设备接地应直接与接地干线相连，不应将数个需接地的电气设备串联接地；接地线铜质不应小于4mm^2，钢质不应小于12mm^2。

5 构架、机件油漆应完整，颜色应协调，螺栓露出螺母长度应一致，接地线敷设应整齐。

14.3.8 井下使用的所有通信设备应有防爆合格证和煤安标志。

14.3.9 布线检查及通电试验应符合下列规定：

1 高频、音频回路布线绝缘测试结果应符合设计要求。

2 传输设备各电源的熔丝配合、保护整定应正确，线路压降不应超过设计规定值。

3 应切断电源，检查紧急告警应能正常显示，接通电源紧急告警应能复原。

4 布线应整齐，调试记录应齐全。

14.4 工 程 验 收

14.4.1 工程交接验收时提交的资料和文件，除应符合本规范第3.0.14条的规定外，还应提供下列资料：

1 光电缆配盘图。

2 光电缆路由图。

3 光电缆竣工测试记录。

14.4.2 工程交接验收时应在审查竣工技术文件的基础上，对安装工艺、主要传输特性、接地电阻、通话情况按下列规定进行抽查或抽测：

1 设备、器材型号、规格应符合设计要求。

2 机架、分配架安装位置应正确、稳固，设备应摆放整齐，接线应规范、整齐美观，标志应齐全、清晰。

3 线路路由应与实际相符，埋式路段标识安装位置应正确，固定应牢固。

4 水底光(电)缆防护措施应符合设计要求，禁锚区内的标志和灯光设备应符合设计要求。

5 架空光(电)缆应自然平直，应不受拉力、应力，无扭转、损伤。

6 管道光电缆安装、接头盒及余留应符合设计要求，标志应清晰。

7　对光纤接头衰减值、光缆线路衰减、电缆绝缘电阻及近端串音和对埋式光缆金属护层绝缘电阻、地线组应进行抽测。

8　通话声音应清楚、无噪声。

9　广播语音箱声音应清楚、无噪声，音量不应小于 80dB。

14.4.3　通信系统安装完毕经初验合格后，应立即进行试运行。试运行时间应为 3 个月。

14.4.4　试运行结束，应根据试运行期间系统主要性能指标达到设计要求、初验中问题的处理和试运行中出现问题的处理情况，组织终验，终验合格应移交使用。

15 控制系统安装工程

15.1 一般规定

15.1.1 本章适用于煤矿提升、运输专用设备的控制系统施工与验收。

15.1.2 采用的控制系统设备、器材应符合设计文件要求，并应有合格证件、产品技术文件；设备应有铭牌标识。

15.1.3 刮板运输机应有过负荷自动保护装置的防爆磁力启动器供电，上架摆放、井下接线应符合防爆要求。

15.1.4 架线式电机车应有主回路的短路和过负荷保护装置的自动开关，其自动开关安装应固定牢靠，接线应完好。

15.2 提升机控制保护装置安装

15.2.1 提升装置装设的各类保险装置，应符合设计要求和产品技术文件的要求。

15.2.2 PLC操作控制系统应分为全数字直流调速系统、网络化操作系统和监控系统，其安装应符合下列规定：

1 盘、柜的安装应符合本规范第7.2节的规定。

2 变压器的安装应符合本规范第5.8节的规定。

3 装卸载控制系统的PLC与主系统PLC应相互独立，主系统PLC出现故障时，装载站的PLC也应与备用信号系统配合使用，保证提升。

15.2.3 防止过卷装置应分别在井架上和深度指示器上各装设一套，深度指示器应先动作。

15.2.4 过负荷和欠电压保护装置及跳闸执行机构安装应灵敏可靠、无卡阻，应有可靠的跳闸电源。

15.2.5 闸间隙保护装置安装应符合下列规定：

1 安装位置应符合下列规定：

1)主机选择在提升机操作台一侧在不妨碍司机正常操作提升机的前提下选择安装位置并且有利于相关人员的观察，应远离散热片及各种取暖设施，主机周围保持通风、清洁，不应将各种物品放在主机上方；

2)应将传感器可靠固定在闸盘上将传感器测量面对准制动盘并使传感器测量面与制动盘之间，在完全开闸的情况下的距离不应大于 1.5mm，此距离在调试后运行时应自动消除。

2 主机和传感器的安装应固定牢靠；各连接线的接线应符合设计要求，不得影响提升机房的设备维修及人员的作业。

3 主机及传感器信号线宜远离大于 380V 的供电电路。

15.3 带式输送机常用控制保护装置安装

15.3.1 煤矿带式输送机综合保护装置的主机安装应符合本规范第 16.1.2 条的规定；传感器安装应符合本规范第 16.5.1 条～第 16.5.8 条的规定。

15.3.2 防跑偏保护装置在输送带发生跑偏时，应能使输送带自动纠偏；在严重跑偏时，应能使输送机自动停机。防跑偏保护装置安装应符合下列规定：

1 自动纠偏装置安装在带式输送机上的间隔应为上胶带 50m 一组、下胶带 100m 一组。

2 防跑偏保护装置应用支架安装在皮带易出现跑偏的地段，不得用铁丝捆绑，皮带跑偏且胶带推动传感器的导杆偏离中心线 15°±5°时，跑偏开关应动作，并应发出跑偏语音报警；当延时 10s±5s 后仍处于跑偏状态时，保护装置主机应自动切断电源。

15.3.3 采用急停传感器配合拉线钢丝绳或安装急停按钮实现皮带机沿线急停功能，急停装置安装应符合下列规定：

1　急停装置与主机连接时，安装在主机下腔“急停”接线端子处，急停装置应串入控制回路，保证动作时皮带机停机。

2　沿线急停装置设置距离不应大于100m/个，应自机头起安装至机尾。

3　采用急停按钮实现急停功能时，急停按钮应安装固定在皮带机行人侧巷帮上，高度距底板应大于1.5m，并应增加标志牌。

4　采用拉线急停装置实现急停功能时，急停装置应安装在皮带机行人侧。使用的拉线钢丝绳应为具有防腐功能的镀锌钢丝绳，拉线钢丝绳每端应使用大于1个钢丝绳卡固定。

5　急停传感器应使用专用固定支架用螺栓固定在皮带机H架上，连接电缆应使用扎带固定在皮带机纵梁里侧。

15.3.4　防滑保护装置应在驱动滚筒与输送带打滑摩擦时，能使带式输送机自动停机。保护装置应分为电感式和滚轮式，保护装置的安装应符合下列规定：

1　电感式防滑保护装置的磁铁应安装在从动滚筒侧面，速度传感器应安装在与磁铁相对应支架上。

2　滚轮式防滑保护装置的滚轮速度传感器应安装在下胶带上表面或上胶带下表面，并应保证胶带与滚轮有足够的摩擦力。安装时，应在传感器的支架部位制作支架。

3　在倾斜巷道中下运带式输送机，倾角超过10°应安装下滑制动装置。

15.3.5　主运带式输送机的防撕裂保护应安装在胶带落煤点下方向机头方向10m～15m。压电式和牵引钢丝绳式的防撕裂保护应安装在输送机上下层胶带之间，安装时应加工标准托架，并应将防撕裂保护安装在带式输送机的纵梁上，应靠上层胶带方向。

15.3.6　烟雾保护装置应安装在带式输送机机头驱动滚筒下风侧5m～15m处输送机正上方，烟雾传感器应垂直吊挂，距顶板不应大于300mm，当输送机为多滚筒驱动时，应以靠近机头处滚筒为准。

15.3.7 超温自动洒水保护装置应安装温度传感器，当监视点温度高于设定值时，应能自动切断输送机电源，并应实现超温保护，同时应实现自动洒水。热电偶式超温洒水传感器应固定在主传动滚筒瓦座(轴承座)上；采用红外线传感器时，传感器发射孔应正对主传动滚筒处进行检测，传感器与主传动滚筒距离应为300mm～500mm。

15.3.8 堆煤保护装置应在输送机机头发生堆积煤时，使带式输送机自动停机，并应发出故障语音报警。堆煤保护装置应符合下列规定：

1 堆煤保护装置应安装在煤仓上口及带式输送机搭接处。

2 煤仓处堆煤保护传感器应安装在机头下胶带200mm水平以下，其平面位置应在煤仓口范围之内。

3 两部带式输送机转载搭接时，堆煤传感器应在卸载滚筒前方吊挂，传感器触头水平位置应在落煤点的正上方，并应在带面中间，距下部胶带上带面最高点距离不应大于500mm，且吊挂高度不应高于卸载滚筒下沿；安装时应满足洒水装置的要求。

4 皮带与溜煤槽搭接时，堆煤保护传感器触头可安装在卸载滚筒一侧，吊挂高度不应高于卸载滚筒下沿，水平位置距卸载滚筒外沿不应大于200mm。

5 胶带与煤仓直接搭接时，应分别在煤仓满仓位置及溜煤槽落煤点上方500mm各安装一个堆煤保护传感器，传感器应灵敏可靠。

6 采用矿车和其他方式转载的地方，应以矿车装满或接煤设施局部满载为基准点，堆煤保护传感器触头距基准点应为200mm～300mm。

7 堆煤保护控制线应在巷道顶板垂直引下，传感器触头应垂直吊挂，并应可靠固定。

15.3.9 烟雾传感器安装应符合下列规定：

1 烟雾传感器应悬挂在易产生火灾事故的场所或回风巷道。

2　烟雾传感器应避免淋水。

15.3.10　测速装置安装应符合下列规定：

1　安装间隙应为 0.5mm～1mm。

2　对于本质安全型传感器，齿轮模数应大于 4，与控制箱或仪表相连时，接线柱间的电气间隙应大于 50mm。

3　磁性转速传感器的轴线应垂直于齿轮旋转时的切线。

15.3.11　超温洒水装置安装应符合下列规定：

1　超温洒水装置在使用前，应按设计要求设定被测物所需捕捉的温度。

2　超温洒水装置的头部和主机连接的电缆应接触良好。

15.3.12　逆止制动装置安装应符合下列规定：

1　在倾角超过 8°倾斜巷道中的上运带式输送机，应安装逆止制动装置。棘轮式逆止制动装置可安装在输送机的减速器或主轴上，也可采用塞带式逆止制动装置装设在驱动滚筒与胶带之间。当切断停止输送机电源时，逆止制动装置应可靠动作，并应及时中止输送机运行。

2　在倾角超过 5°倾斜巷道中的下运带式输送机应安装下滑制动装置。制动装置可安装在输送机电机与减速器之间，也可单独安装在减速器的输出轴端。

15.4　井口操车联动常用控制保护及闭锁装置安装

15.4.1　安全闭锁控制安装应符合下列规定：

1　罐笼不到位，安全门应处于闭锁状态，摇台、罐笼内阻车器、罐笼外阻车器应打不开。

2　提人时，推车机、阻车器应不能动作。

3　安全门未关闭到位，只能发出调平和换层信号，应发不出开车信号。

4　安全门不打开，应闭锁所有操作(除后阻车器调车外)。

5　前阻车器不关闭，后阻车器应打不开。

15.4.2 操车联动装置安装应符合下列规定：

1 各到位信号应齐全、完好，到位后传感器与磁钢距离应在20mm～60mm范围内。

2 操作台上的各按钮动作应灵敏可靠，指示灯应指示正常。

3 继电器动作应可靠，触头应无发黑现象；接触器触头应接触良好，三相接触应平衡。

4 各种闭锁关系应齐全、完好，不得短接、甩掉闭锁。

15.4.3 操车系统采用PLC操作控制系统时，其安装应符合下列规定：

1 盘、柜的安装应符合本规范第7.2节的规定。

2 变压器的安装应符合本规范第5.8节的规定。

15.5 工 程 验 收

15.5.1 工程交接验收时，应符合下列规定：

1 电气设备的型号、规格应符合设计要求。

2 电气设备的外观检查应完好，绝缘器件应无裂纹，安装方式应符合产品技术文件的要求。

3 电气设备安装应牢固、平正，应符合设计及产品技术文件的要求。

4 电气设备的接零、接地应可靠。

5 电气设备的连接线应排列整齐、美观。

6 绝缘电阻值应符合产品技术文件的要求。

7 活动部件应动作灵活可靠，联锁传动装置应动作正确。

8 标志应齐全完好、字迹清晰。

15.5.2 试运行应符合下列规定：

1 操作时动作应灵活可靠。

2 电磁器件应无异常响声。

3 接线端子和易接近部件的温升值不应超过现行国家标准《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254的规定。

4　低压断路器接线端子和易接近部件的温升极限值不应超过现行国家标准《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254 附录 D 的规定。

15.5.3　控制系统工程在工程交接验收时提交的技术文件，应符合本规范第 3.0.14 条的规定。

16 监测、监控系统安装工程

16.1 一 般 规 定

16.1.1 煤矿监测、监控系统应有符合现场实际情况的设计。应明确设备的规格、种类、数量、安装位置及信号、通信、电源、电(光)缆的敷设,并应绘制系统图。

16.1.2 地面中心站、总站的安装,应符合下列规定:

1 主机、打印机、传输接口、网络设备安装应稳固,接线应正确,布线应规范。

2 接地系统和防雷保护装置安装应符合本规范第 13.1 节～第 13.4 节的规定。

3 光(电)缆敷设应符合本规范第 14.1 节～第 14.3 节的规定,入井光(电)缆的入井口处应具有防雷措施。

4 中心站、总站设备应安装在专用机房内,并应有可靠的防震动设施,机房应有可靠的防静电措施。

5 采用双回路供电并配备不应小于 2h 在线式不间断电源。

6 机房应安装录音电话。

7 主机监视屏画面应清晰、稳定,数据显示应正确,上、下传输和控制应正常。

8 工作主机发生故障时,备份机应在 5min 内投入工作。

9 人机对话、系统自诊断、数据备份功能应正常。

10 主机应 24h 不间断运行。

11 联网主机应装备防火墙等网络安全设备。

12 机房照明设施应齐全,光线应充足,照明度应适宜,且应有应急照明设施。

13 机房湿度应满足工业卫生标准和设备环境要求。

14　机房应有消防设施，设备应有防护栅栏、警示牌。

16.1.3　矿用分站安装，应符合下列规定：

1　分站至总站之间最大传输距离不应大于 10km，分站距传感器及执行机构的最大传输距离不应大于 2km。

2　分站的安装应固定牢靠，接线应规范，接入的模拟量和开关量应符合设计要求。

3　井下分站应设置在便于人员观察、调试、检验、无滴水、无杂物的进风巷或硐室中，安设时应垫支架或吊挂在巷道中，距巷道底板不应小于 300mm。

4　入井分站应有可靠的防雷接地装置，防雷接地装置安装应符合本规范第 13.1 节～第 13.4 节的规定。

16.1.4　电源箱安装应符合下列规定：

1　地面电源箱的安装应固定牢靠，接线应规范，安装高度不应低于 1600mm。

2　井下电源箱应垫支架或吊挂在巷道中，距巷道底板不应小于 1200mm，并不得影响行人和行车。

16.2　生产安全监测监控系统安装

16.2.1　甲烷传感器安装，应符合下列规定：

1　甲烷传感器应垂直悬挂，距顶板不得大于 300mm，距巷道侧壁（墙壁）不得小于 200mm，应固定牢固可靠。

2　甲烷传感器的报警浓度、断电浓度、复电浓度和断电范围，应符合表 16.2.1 的规定。

表 16.2.1　甲烷传感器的报警浓度、断电浓度、复电浓度和断电范围

甲烷传感器设置地点	报警浓度	断电浓度	复电浓度	断电范围
低瓦斯和高瓦斯矿井的采煤工作面	≥1.0%CH_4	≥1.5%CH_4	<1.0%CH_4	工作面及其回风巷内全部非本质安全型电气设备

续表 16.2.1

甲烷传感器设置地点	报警浓度	断电浓度	复电浓度	断电范围
煤(岩)与瓦斯突出矿井的采煤工作面	≥1.0%CH_4	≥1.5%CH_4	<1.0%CH_4	工作面及其进、回风巷内全部非本质安全型电气设备
高瓦斯和煤(岩)与瓦斯突出矿井的采煤工作面回风巷	≥1.0%CH_4	≥1.0%CH_4	<1.0%CH_4	工作面及其回风巷内全部非本质安全型电气设备
专用排瓦斯巷	≥2.5%CH_4	≥2.5%CH_4	<2.5%CH_4	工作面内全部非本质安全型电气设备
煤(岩)与瓦斯突出矿井采煤工作面进风巷	≥0.5%CH_4	≥0.5%CH_4	<0.5%CH_4	进风巷内全部非本质安全型电气设备
采用串联通风的被串采煤工作面进风巷	≥0.5%CH_4	≥0.5%CH_4	<0.5%CH_4	被串采煤工作面及其进、回风巷内全部非本质安全型电气设备
采煤机	≥1.0%CH_4	≥1.5%CH_4	<1.0%CH_4	采煤机电源
低瓦斯、高瓦斯、煤(岩)与瓦斯突出矿井的煤巷、半煤岩巷和有瓦斯涌出的岩巷掘进工作面	≥1.0%CH_4	≥1.5%CH_4	<1.0%CH_4	掘进巷道内全部非本质安全型电气设备

续表 16.2.1

甲烷传感器设置地点	报警浓度	断电浓度	复电浓度	断电范围
高瓦斯、煤(岩)与瓦斯突出矿井的煤巷、半煤岩巷和有瓦斯涌出的岩巷掘进工作面回风流中	≥1.0%CH_4	≥1.0%CH_4	<1.0%CH_4	掘进巷道内全部非本质安全型电气设备
采用串联通风的被串掘进工作面局部通风机前	≥0.5%CH_4	≥0.5%CH_4	<0.5%CH_4	被串掘进巷道内全部非本质安全型电气设备
掘进机	≥1.0%CH_4	≥1.5%CH_4	<1.0%CH_4	掘进机电源
回风流中机电设备硐室的进风侧	≥0.5%CH_4	≥0.5%CH_4	<0.5%CH_4	机电设备硐室内全部非本质安全型电气设备
高瓦斯矿井进风的主要运输巷道内使用架线电机车时的装煤点和瓦斯涌出巷道的下风流处	≥0.5%CH_4	—	—	—
在煤(岩)与瓦斯突出矿井和瓦斯喷出区域中,进风的主要运输巷道内使用的矿用防爆特殊型蓄电池电机车	≥0.5%CH_4	≥0.5%CH_4	<0.5%CH_4	机车电源

续表 16.2.1

甲烷传感器设置地点	报警浓度	断电浓度	复电浓度	断电范围
在煤(岩)与瓦斯突出矿井和瓦斯喷出区域中,主要回风巷内使用的矿用防爆特殊型蓄电池电机车	≥0.5%CH_4	≥0.7%CH_4	<0.7%CH_4	机车电源
兼做回风井的装有带式输送机的井筒	≥0.5%CH_4	≥0.7%CH_4	<0.7%CH_4	井筒内全部非本质安全型电气设备
瓦斯抽放泵站室内	≥0.5%CH_4	—	—	—
利用瓦斯时的瓦斯抽放泵站输出管路中	≤30%CH_4	—	—	—
不利用瓦斯、采用干式抽放瓦斯设备的瓦斯抽放泵站输出管路中	≤25%CH_4	—	—	—
井下临时抽放瓦斯泵站下风侧栅栏外	≥1.0%CH_4	≥1.0%CH_4	<1.0%CH_4	抽放瓦斯泵

16.2.2 一氧化碳传感器安装,应符合下列规定:

1 易自燃、自燃煤层的采煤工作面应至少设置一个一氧化碳传感器,地点应设置在上隅角、工作面或工作面回风巷。

2 带式传送机滚筒下风侧 10m～15m 处宜设置一氧化碳传感器。

3　自燃发火观测点、封闭火区防火墙栅栏处宜设置一氧化碳传感器。

4　易自燃、自燃煤层的矿井，采区回风巷、一翼回风巷、总回风巷应设置一氧化碳传感器。

5　一氧化碳传感器应垂直悬挂，距顶板（顶梁）不得大于300mm，距巷壁不得小于200mm，并应固定牢固可靠。

6　一氧化碳传感器的报警浓度应大于或等于0.0024%。

16.2.3　紧急避险硐室内应设置二氧化碳传感器，并应悬挂可靠，安装位置应符合产品使用要求。

16.2.4　风速传感器安装，应符合下列规定：

1　采区回风巷、一翼回风巷、总回风巷的测风站应设置风速传感器。

2　风速传感器应安装在巷道无分支流、无拐弯、无障碍、断面无变化、能准确计算风量的地点。

3　应悬挂在巷道中间位置，应距离巷道顶板200mm～300mm位置，悬挂应可靠。

16.2.5　温度传感器安装，应符合下列规定：

1　应垂直悬挂，应距离巷道顶板100mm～300mm，应距离巷壁大于200mm，并应安装维护方便，不应影响行人行车，悬挂应可靠。

2　在易自燃、自燃及地温高的矿井采煤工作面应设置温度传感器。

3　机电硐室内应设置温度传感器。

16.2.6　主要通风机的风硐内应设置风压传感器，风压传感器应悬挂在风硐横断面中间位置，应距离风硐顶板200mm～300mm位置，悬挂应可靠。

16.2.7　馈电状态、风机开停、风筒状态、风门开关、烟雾等开关量的传感器设置，应符合下列规定：

1　被控开关的负荷侧应设置馈电状态传感器。

2　主要通风机、局部通风机应设置设备开停传感器。

3　矿井和采区主要进回风巷道中的主要风门应设置风门开关传感器。

4　掘进工作面局部通风机的风筒末端宜设置风筒传感器。

5　带式输送机滚筒下风侧 10m～15m 处应设置烟雾传感器。

6　传感器安装应固定牢固，固定方式、安装位置应符合产品使用要求。

7　开关量传感器反应到中心站显示的开关信息应与被监测点的状态一致。

8　传感器安装固定应可靠，安装位置应符合产品使用要求。

16.2.8　煤矿火灾监控系统应具备监测一氧化碳浓度、二氧化碳浓度、氧气浓度、温度、风压、烟雾等功能，并应实现风门控制以及均压灭火控制、制氮与注氮控制。

16.3　瓦斯抽采(放)监控系统安装

16.3.1　瓦斯抽采(放)监控系统中甲烷传感器、流量传感器，应设置在瓦斯抽采(放)管路的出口处，应固定在管路上，连接处应密封严实，不得漏气，传感器应插入至管路断面中间位置。

16.3.2　瓦斯抽采(放)监控系统中压力传感器应设置在抽采(放)泵的出口管路处，应密封严实、固定可靠。

16.3.3　瓦斯抽采(放)监控系统中泵状态传感器应设置在抽采(放)泵的电机负荷侧，应能正确测量泵运行电流、电压，阀门状态传感器应设置在阀门的通流的后侧。并应密封严实、固定可靠。

16.4　轨道运输监控系统安装

16.4.1　架线式传感器安装，应符合下列规定：

1　传感器应安装架线两侧，且低于架线的高度，其控制线应沿巷道固定，并应接入巷道壁控制箱内。

2　传感器应安装在架线平直且变形较小的地方，宜选择在靠近吊线梁位置。

3　绝缘板应连接紧固，辅助导线应布置规范。

16.4.2　无线式传感器安装，应符合下列规定：

1　发射机应用支架固定在机车顶部，固定应牢靠，距架线的距离应符合产品使用要求。

2　接收机应用支架固定在巷道顶部，固定应牢靠，距架线的距离应符合产品使用要求。

16.4.3　轨道传感器安装，应符合下列规定：

1　采用夹板连接的轨道，不得使用轮对式传感器。

2　计轴式传感器应固定在基本轨道内侧的轨腰上，器件表面与基本轨面距离宜为 40mm。

3　传感器应有防护装置。

16.4.4　摄像仪安装，应符合下列规定：

1　下井安装前应检查其防爆性能，并应符合要求后再用于井下安装。

2　使用支架应固定在巷道顶板或巷帮位置，安装高度应以能监控到机车运行为准，并不得影响行人行车。

16.5　带式输送机综合保护装置安装

16.5.1　跑偏保护装置安装，应符合下列规定：

1　跑偏保护装置应成对使用，且距离机头、机尾 10m～15m 处应各安装 1 组，当带式输送机有坡度变化时，应在变坡位置安装 1 组，简易胶带跑偏保护可在机头安装 1 组。

2　跑偏保护应用专用托架固定在带式输送机大架或纵梁上。

16.5.2　煤位传感器安装，应符合下列规定：

1　两部带式输送机顺直搭接时，煤位传感器应在卸载滚筒前方吊挂。

2　传感器触头水平位置应在落煤点的正上方，距下部胶带带

面最高点的距离不应大于 500mm，且吊挂高度不应高于卸载滚筒下沿。

3　两部带式输送机倾斜或垂直搭接时，煤位传感器可安装在卸载滚筒一侧，传感器触头位置不得高于卸载滚筒下沿，水平位置距卸载滚筒外沿不应大于 200mm。

4　胶带与煤仓直接搭接时，在煤仓满仓位置应安装 1 个煤位传感器。

5　采用矿车或其他方式转载的地点，应以矿车装满或接煤设施局部满载为基准点，传感器触头距基准点应为 200mm～300mm。

6　控制线应自巷道顶板垂直引下，传感器触头应垂直吊挂，并应可靠固定，不得随风摆动。

7　带式输送机机头安装有除铁器或其他设施，影响传感器安装时，应加工专用托架安装。

16.5.3　沿线急停装置安装，应符合下列规定：

1　使用带式输送机集控装置的胶带，应按不大于 200m 安设载波电话和急停开关。

2　沿线急停装置设置间距不应大于 100m，应自机头起安装至机尾。

3　采用急停按钮实现功能时，急停按钮应安装固定在带式输送机行人侧巷帮上，高度距底板不应低于 1.5m，上板应编号管理并注明用途。

16.5.4　防撕裂保护装置安装，应符合下规定：

1　主运带式输送机应在胶带落煤点下方，向机头方向 10m～15m 位置应安装防撕裂保护。

2　防撕裂保护应安装在输送机上、下层胶带之间，安装时应加工标准托架，应固定在输送机纵梁上，且靠上层胶带方向。

16.5.5　超温自动洒水保护装置安装，应符合下列规定：

1　热电偶感应式传感器应固定在主传动滚筒轴承座上。

2　采用红外传感器时，传感器发射孔应正对主传动滚筒轴承

端盖，传感器与主传动滚筒距离应为 300mm～500mm。

3 有 2 套驱动装置时，传感器应安装在距离卸载滚筒较远处的主传动滚筒轴承端盖上。

16.5.6 烟雾保护装置安装，应符合下列规定：

1 应安装在带式输送机机头驱动滚筒下风侧 10m～15m 处的输送机正上方，应垂直吊挂，距顶板不应大于 300mm。

2 当带式输送机为多级滚筒驱动时，应以靠近机头处滚筒为准。

16.5.7 速度保护安装，应符合下列规定：

1 应安装在带式输送机回程带上面。

2 固定带式输送机应安装在机头卸载滚筒与驱动滚筒之间。

3 当两驱动滚筒距离较远时，可安在两驱动滚筒之间。

4 其他地点使用的带式输送机，应安装在回程带距离机头较近处。

5 简易带式输送机速度保护应设在改向滚筒侧面，与滚筒侧面距离不应超过 50mm。

6 速度保护装置安装时，传感器应采用标准托架固定在带式输送机头大架上，不得用铁丝或其他物品捆扎固定。

16.5.8 摄像仪安装，应符合下列规定：

1 应安装在胶带输送机机头卸载滚筒斜前上方。

2 应使用托架固定在巷道顶板或巷帮位置，安装高度应以能监控到机车运行为准，并不得影响行人行车。

16.6 供电监控系统安装

16.6.1 遥测量传感器安装，应符合下列规定：

1 电压、电流、功率、功率因数、有功功率、无功功率的测量应接在互感器低压侧。

2 开关(柜)内应接线规范，应用扎线带固定。

16.6.2 遥信量传感器安装，应符合下列规定：

1　断路器、刀开关位置、保护自动装置动作信号的测量应接在负荷侧。

2　开关(柜)内应接线规范。

16.6.3　矿用供电监控系统除常规的电力自动化功能外，应同时集成电力设备在线监测的系统、工业视频系统、安防系统、消防系统。

16.6.4　系统应具备数据采集、远程控制、远程设定、统计分析、数据查询、模拟显示、故障报警、安全监测、控制操作、电压无功控制、防误操作联锁、事件记录、事故追忆和事故反演、统计制表事故画面的自动推出、系统自诊断、多系统联动等功能；应能够实现供电系统电力参数和状态的在线连续监测控制、统计分析，电力系统的运行安全保护，事故监测预防、事前报警、事故快速恢复处理功能。

16.6.5　系统应具备下列功能：

1　自动化程度高，设备的启动、停止均可通过控制系统自动或软件操作完成。

2　防止误操作功能，通过硬件和软件措施，能有效防止各种误操作。

3　系统开放性高，该系统能兼容多种系统的通信规约、多项协议网关可实现自定义通信协议的转换。

4　运行可靠性高，能有效实时监测设备运转情况，定时限进行故障保护，具有较强的故障自诊断功能。

5　具有声光报警功能，并存储。

16.7　排水监控系统安装

16.7.1　煤矿排水监控系统，应具备监测水仓水位，水泵开停，水泵工作电压、电流、功率，阀门状态、流量、压力等，并实现阀门开关、水泵开停控制、地面远程控制的功能。

16.7.2　智能化传感器安装，应符合下列规定：

1　水仓水位传感器应安装在能检测到水仓最高和最低水位

的位置，应用专用支架固定在巷帮，固定应牢固可靠。

2　水泵开停传感器应安装在水泵控制开关的负荷侧，应能检测水泵正常运行时的状态。

3　水泵工作电压、电流、功率测量装置应安装排水泵房，应用专用固定支架牢固固定在巷帮或巷道底板。

4　阀门状态传感器应安装在阀门上，应能检测到排水状态位置。

5　流量传感器应安装在水泵排水的出水口的管路上，与排水管路应用专用法兰或螺纹连接。

6　压力传感器应安装在距排水泵出水口 300mm 的管路上，应从排水管引出，仪表显示面应置于便于观察的方向。

16.8　矿山压力监控系统安装

16.8.1　矿山压力监控系统应具备工作阻力、顶板离层、围岩应力、锚杆支护应力、钻孔应力多元参数监测功能。系统容量应达 1000 个测点以上。

16.8.2　数字压力计安装，应符合下列规定：

1　综采工作面乳化液压泵站应安装数字式压力计。

2　综采工作面液压支架立柱应安设数字压力计。

3　使用单体液压支柱支护的液压管路上应安装数字压力计。

16.8.3　围岩移动传感器安装，应符合下列规定：

1　综采工作面上下出口靠回采切顶线外侧 500mm 处应安装围岩移动传感器，往外每 50m 应安装一套围岩移动传感器。

2　掘进工作面距离迎头 50m 处应安装一个围岩移动传感器，往外每 100m 应安装一套围岩移动传感器。

3　主要岩石巷道每 100m 应安装一套围岩移动传感器。

4　安装围岩移动传感器的钻孔应专门钻孔，封孔应严密，钻孔深度与传感器的长度应适应。

16.8.4　锚杆锚索应力数字压力计安装，应符合下列规定：

1　锚杆锚索支护的巷道应安设应力数字压力计。

2　压力计应安装在锚杆锚索端头，应用专用锚固装置安装。

16.9　井下作业人员管理系统安装

16.9.1　井下作业人员管理系统设备应符合现行行业标准《煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件》AQ 6210 的要求。并应取得煤矿矿用产品安全标志。

16.9.2　人员定位系统监控分站安装，除应符合本规范第 16.1.3 条的规定外，还应符合下列规定：

1　各个人员出/入井口、重点区域出/入口、限制区域等地点应设置分站，并应能满足监测携卡人员出/入井、出/入重点区域、出/入限制区域的要求。

2　巷道分支处应设置分站，并应能满足监测携卡人员出/入方向的要求。

3　各个人员出/入井口应设置检测识别卡工作是否正常和唯一性检测的装置，并应提示携卡人员本人及相关人员。

4　工作不正常的识别卡不得使用。性能完好的识别卡总数，应大于经常下井人员的总数的 10%。不固定专人使用的识别卡，性能完好的识别卡总数应大于每班最多下井人数的 10%。

5　识别卡不得擅自拆开。

16.9.3　矿井调度室应设人员定位系统地面中心站，应配备显示设备，其安装方法应符合本规范第 16.1.2 条的规定。

16.9.4　安装前应按产品使用说明书的要求调试设备，防爆设备应经检验合格，并应在地面通电试运行 24h，并应合格后再下井安装。

16.10　试　运　行

16.10.1　监测监控系统安装完毕后，应进行调试和试运行，调试和试运行的要求应符合设备出厂技术文件及相关技术标准的

规定。

16.10.2 设备运行图像画面应清晰，数据显示应正确，上、下传输和控制等各种功能应正常，系统应稳定可靠。

16.10.3 系统应进行工作稳定性试验，通电试验时间不应小于7d，其主要功能和主要技术指标不应低于本标准的要求。

16.10.4 系统平均无故障工作时间(MTBF)不应小于800h。

16.10.5 人员定位系统试验跟踪应正常。

16.11 工 程 验 收

16.11.1 防爆型设备应符合现行国家标准《爆炸性环境 第4部分：由本质安全型"i"保护的设备》GB 3836.4的规定。其输入输出信号应为本质安全型。

16.11.2 监测监控系统的测试应符合下列规定，并应符合产品性能要求：

1 模拟量输入传输处理误差不应大于1.0%。

2 模拟量输出传输处理误差不应大于1.0%。

3 累计量输入传输处理误差不应大于1.0%。

4 系统巡检周期不应大于3s。

5 远程控制响应时间不应大于系统巡检周期。就地控制响应时间不应大于2s。异地控制响应时间不应大于系统巡检周期的2倍。

6 调节响应时间不应大于系统巡检周期。

7 调出整幅画面85%的响应时间不应大于2s，其余画面不应大于5s。

8 误码率不应大于10^{-8}。

9 从工作主机故障到备用主机投入正常工作时间不应大于5min。

10 在电网停电后，备用电源应能保证系统连续监控时间不小于2h。

16.11.3 监测监控系统应进行下列试验，并应符合产品性能要求：

1 系统工作稳定性试验。

2 电缆波动稳定性试验。

3 电缆兼容性试验。

4 静电放电试验。

5 电快速瞬变脉冲群试验。

6 辐射电磁试验。

16.11.4 监测监控系统主机及系统联网主机应为双机或多机备用，并应 24h 不间断运行。当工作主机发生故障时，备用主机应在 5min 内投入工作。

16.11.5 监测监控系统供电电源应符合下列规定：

1 地面设备交流电源应符合下列规定：

1) 额定电压应为 380V/220V，允许偏差应为±10%；

2) 谐波不应大于 5%；

3) 频率应为 50Hz，允许偏差应为±5%。

2 井下设备交流电源应符合下列规定：

1) 额定电压应为 127V/380V/660V/1140V，专用于井底车场、主运输巷允许偏差应为－20%～＋10%；其他井下产品允许偏差应为－25%～＋10%；

2) 谐波不应大于 10%；

3) 频率应为 50Hz，允许偏差应为±5%。

16.11.6 监测监控系统应具有模拟量采集、开关量采集、数据显示及报警功能。

16.11.7 监测监控系统应具有自动、手动和就地、远程控制功能，当一种控制功能故障时，另一种控制功能应能及时投入使用。

16.11.8 监测监控系统应具有异地调节功能。

16.11.9 系统应具有以地点和名称为索引的存储和查询功能。

16.11.10 分站应具有存储功能。当系统通信中断，且分站存储

监控信息，系统通信正常时，应上传至中心站。

16.11.11 重要监测点模拟量的实时监测值存盘记录应保存 7d 以上；模拟量统计值、报警/解除报警时刻及状态、开关量状态及变化时刻、累计量值、设备故障/恢复正常工作时刻及状态等记录，应保存 1 年以上。当系统发生故障时，丢失信息的时间长度不应大于 5min；分站存储数据时间不应小于 2h。

16.11.12 系统应具有下列显示功能：

1 模拟量显示内容应包括地点、名称、单位、报警上(下)限、控制上(下)限，传感器工作状态、报警及解除报警状态及时刻、闭锁/解锁状态及时刻。

2 开关量显示内容应包括地点、名称、瓦斯抽采(放)泵开/停时刻、状态、工作时间、开/停次数，传感器工作状态、报警及解除报警状态和时刻、闭锁/解锁状态及时刻等。

3 模拟量实时曲线和历史曲线应在同一坐标上用不同颜色显示最大值、平均值、最小值等曲线。并应设时间标尺，可显示出对应时间标尺的模拟量值和时间等。

4 开关量状态图及柱状图显示内容应包括地点、名称、最后一次开/停时刻和状态、工作时间、开机率、开/停次数、传感器状态等，并应设时间标尺。

5 系统设备布置图显示内容应包括传感器、执行器、分站、电源箱、控制器、传输接口和电缆等设备的设备名称、相对位置和运行状态等。系统庞大一屏无法容纳时，可漫游、分页或总图加局部放大。

16.11.13 系统应具有报表、曲线、柱状图、状态图、模拟图、初始化参数等召唤打印功能，定时打印功能可选。

16.11.14 系统应具有人机对话功能，并应具有操作权限管理功能。

16.11.15 系统应具有自诊断功能。当系统中传感器、分站、传输接口等设备发生故障时，应报警并记录故障时刻和故障设备。

16.11.16 系统应具有双机切换功能。系统主机应双机备份，并应具有手动切换功能或自动切换功能。当工作主机发生故障时，备份主机应投入工作。

16.11.17 系统的信息传输性能应符合现行行业标准《煤矿用信息传输装置》MT/T 899 的要求。

16.11.18 系统抗干扰能力，应符合下列规定：

1 系统应能通过现行国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验》GB/T 17626.3 规定且试验等级不低于 1 级的射频电磁场辐射抗扰度试验，系统应能正常工作。

2 系统应能通过现行国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》GB/T 17626.4 规定且试验等级不低于 1 级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，系统应能正常工作。

3 系统应能通过现行国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验》GB/T 17626.5 规定且试验等级不低于 1 级的浪涌(冲击)抗扰度试验，系统应能正常工作。

16.11.19 煤矿轨道运输监控系统应具备监测信号机状态、电动转辙机状态、机车位置、机车编号、运行方向、运行速度、车皮数、空(实)车皮数等功能，并应实现信号机、电动转辙机闭锁控制、地面远程调度与控制等功能。

16.11.20 系统应具有信号机、电动转辙机等闭锁控制功能，且应符合下列规定：

1 列车应按规定进路运行，每条进路应只允许有一组列车，进路的最短距离应大于一列车长。

2 防护进路的信号机开放前，应先满足进路中所有电动道岔位置正确、区段空闲、敌对进路未建立等条件。防护进路信号机开放时，应先闭锁敌对进路及进路内所有电动道岔，再开放信号机。

3 进路区段解锁可采用一次解锁或分段解锁。进路应具有系统授权控制的人工解锁功能。

4　列车进入信号机内方，应及时关闭信号；信号机关闭后，不经办理，不应再次开放；区间信号机可当整列列车进入信号机内方后，再关闭信号，但不应造成追尾事故。

5　信号机发生故障时，应自动转为关闭状态或故障指示状态。

16.11.21　工程交接验收时应提交的资料和文件，应符合本规范第 3.0.14 条的规定。

附录 A　电气装置试验及技术参数

A.0.1　电气装置绝缘的工频耐压试验电压标准应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1　电气装置绝缘的工频耐压试验电压标准

额定电压(kV)	最高工作电压(kV)	1min 工频耐压电压(kV)有效值													
		电压互感器		断路器 电流互感器		穿墙套管				支柱绝缘子、 隔离开关				干式 变压器	
						纯瓷和 纯瓷充油绝缘		固体有机绝缘、 油浸电容式、 干式、SF6 式		纯瓷		固体 有机 绝缘			
		出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接
3	3.6	25(18)	20(14)	25	20	25(18)	25(18)	25(18)	20(14)	25	25	25	22	—	2.6
6	7.2	30(23)	24(18)	30	24	30(23)	30(23)	30(23)	24(18)	32	32	32	26	10	8.5
10	12	42(28)	33(22)	42	33	42(28)	42(28)	42(28)	33(22)	42	42	42	38	20	17
15	17.5	55(40)	44(32)	55	44	55(40)	55(40)	55(40)	44(32)	57	57	57	50	28	24
20	24.0	65(50)	52(40)	65	52	65(50)	65(50)	65(50)	52(40)	68	68	68	59	38	32
35	40.5	95(80)	76(64)	95	76	95(80)	95(80)	95(80)	76(64)	100	100	100	90	50	43
66	69.0	140/185	112/148	140/185	112/148	140/185	140/185	140/185	112/148	165	165	165	148	70	60
110	126.0	200/230	160/184	200/230	160/184	200/230	200/230	200/230	160/184	265	265	265	240	—	—
220	252.0	395/460	316/368	395/460	316/368	395/460	395/460	395/460	316/368	495	495	495	440	—	—
330	363.0	510/630	408/504	510/630	408/504	510/630	510/630	510/630	408/504	—	—	—	—	—	—
500	550.0	680/740	544/592	680/740	544/592	680/740	680/740	680/740	544/592	—	—	—	—	—	—

注：1　根据现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 摘取。

2　表中电气设备出厂试验电压按现行国家标准《绝缘配合　第 1 部分：定义、原则和规则》GB 311.1 执行。

3　括号内的数据为全绝缘结构电压互感器的匝间绝缘水平。

4　斜杠上下为不同绝缘水平取值，以出厂(铭牌)值为准。

A.0.2 变压器、消弧线圈和油浸电抗器的试验项目和标准应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 变压器、消弧线圈和油浸电抗器的试验项目和标准

<table>
<tr><th>序号</th><th>项目</th><th>标准</th><th>说明</th></tr>
<tr><td rowspan="10">1</td><td rowspan="10">绝缘电阻和吸收比测量</td><td colspan="9">绝缘电阻不应低于产品出厂试验值的 70%，或不低于下表的允许值</td><td rowspan="10">额定电压在 1000V 以上的线圈，用 2500V 兆欧表测试；1000V 及以下者，用 1000V 兆欧表测试</td></tr>
<tr><td colspan="9">油浸式电力变压器绝缘电阻允许值(MΩ)</td></tr>
<tr><td>线圈电压等级(kV)</td><td colspan="8">温度(℃)</td></tr>
<tr><td></td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td></tr>
<tr><td>0.3</td><td>50</td><td>25</td><td>13</td><td>7</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>0.7</td><td>100</td><td>50</td><td>25</td><td>13</td><td>6.3</td><td>3.5</td><td>1.7</td><td>0.9</td></tr>
<tr><td>2</td><td>300</td><td>200</td><td>130</td><td>100</td><td>60</td><td>40</td><td>26</td><td>17</td></tr>
<tr><td>3～10</td><td>450</td><td>300</td><td>200</td><td>130</td><td>90</td><td>60</td><td>40</td><td>25</td></tr>
<tr><td>20～35</td><td>600</td><td>400</td><td>270</td><td>180</td><td>120</td><td>80</td><td>50</td><td>35</td></tr>
<tr><td>60～110</td><td>1200</td><td>800</td><td>540</td><td>360</td><td>240</td><td>160</td><td>100</td><td>70</td></tr>
<tr><td colspan="9">在 10℃～20℃时，R60/R15 的吸收比，35kV 及以上且容量在 4000kV·A 以上应测吸收比，在常温下不低于 1.3 消弧线圈及干式变压器的绝缘电阻值和吸收比不作规定</td></tr>
<tr><td>2</td><td>泄漏电流测定</td><td colspan="9">电压为 35kV 及以上且容量在 10000kV·A 及以上的变压器应进行试验
油浸电力变压器直流泄漏试验电压
线圈额定电压(kV) | 3 | 6～15 | 20～35 | 63～330 | 500
直流试验电压(kV) | 5 | 10 | 20 | 40 | 60
读取 1min 泄漏电流值，泄漏电流值不作具体规定</td><td>线圈连同套管一起试验</td></tr>
<tr><td>3</td><td>变压器介质损失角试验</td><td colspan="9">被侧线圈的 tanδ 值不应超过产品出厂试验数据的 130% 或不超过本表的允许值
介质损失角正切值 tanδ(%)允许值
高压线圈电压等级(kV) | 温度(℃)
10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70
35～110 | 1.2 | 1.5 | 2 | 2.6 | 3.5 | 4.5 | 6
35 及以下 | 1.5 | 2 | 2.6 | 3.5 | 4.5 | 6 | 8
电压等级在 35kV 及以上，且容量在 8000kV·A 及以上的变压器应进行。1000V 以下线圈可不测量</td><td>线圈连同套管一起试验</td></tr>
</table>

续表 A.0.2

<table>
<tr><th>序号</th><th>项目</th><th>标　　准</th><th>说　　明</th></tr>
<tr><td rowspan="5">4</td><td rowspan="5">交流耐压试验</td><td>试验电压标准
<table>
<tr><td>额定电压(kV)</td><td>1.5</td><td>2</td><td>3</td><td>6</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>35</td><td>44</td><td>60</td><td>110</td></tr>
<tr><td>出厂(kV)</td><td>—</td><td>—</td><td>18</td><td>25</td><td>35</td><td>45</td><td>55</td><td>85</td><td>95</td><td>140</td><td>200</td></tr>
<tr><td>交接及大修(kV)</td><td>10</td><td>10</td><td>15</td><td>21</td><td>30</td><td>38</td><td>47</td><td>72</td><td>81</td><td>120</td><td>170</td></tr>
</table>出厂试验电压与本表不同者，其试验电压按出厂试验电压的85%
井下的或降低绝缘的试验电压值
<table>
<tr><td>额定电压(kV)</td><td>0.7以上</td><td>2</td><td>3</td><td>6</td><td>10</td></tr>
<tr><td>试验电压(kV)</td><td>2</td><td>7</td><td>10</td><td>16</td><td>24</td></tr>
</table></td><td>电压110kV及以下且容量在8000kV·A以下的变压器应进行交流耐压试验，安装在煤矿井下或在其他有爆炸危险的场所的变压器，现场可不做交流耐压试验，“降低绝缘”指使用在不需要耐平的条件的地方</td></tr>
<tr><td>5</td><td>各相线圈直流电阻(各分接头位置上)</td><td>1600kV·A以上的变压器相间差不应大于三相平均值的2%，无中性点引出时的线间差不应大于三相平均值的1%；
1600kV·A及以下的变压器相间差不应大于三相平均值的4%，线间差不应大于三相平均值的2%；
三相变压器的直流电阻，由于结构等原因，超过相应标准规定时，可与同温下产品出厂实测值比较，相应变化不大于2%</td><td>线圈套起线圈同一连管测量</td></tr>
</table>

续表 A.0.2

<table>
<tr><th>序号</th><th>项目</th><th>标　　准</th><th>说　　明</th></tr>
<tr><td>6</td><td>变压比测定（各分接头位置上）</td><td>变压器与铭牌数据相比，应无显著差别，且符合变压比规律</td><td>—</td></tr>
<tr><td>7</td><td>组别或极性测定</td><td>三相变压器的组别或单相变压器引出的极性应与变压器的标志（铭牌和顶盖上符号）相符</td><td>—</td></tr>
<tr><td>8</td><td>绝缘油简化试验</td><td>电压在6kV，容量在750kV·A及以上的变压器油应作简化试验，其他变压器油仅作电气强度试验（对油质有怀疑者例外）。不同牌号的绝缘油，原则上不宜混合使用，如必须混合时，应进行混油试验，但容量在560kV·A及以下，补油量不超过10%时，在混油前仅作混油电气强度试验

绝缘油凝点（新油及再生油）：
1. 户外断路器用油：气温不低于－10°C的地区，－25°C；气温低于－10°C的地区，－45°C；
2. 变压器用油凝点为－25°C，气温不限；－10°C，气温不低于－10°C地区

绝缘油简化试验项目和标准
<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">项目</td><td colspan="4">标准</td></tr>
<tr><td colspan="4">新油及再生油</td></tr>
<tr><td colspan="2">外状</td><td colspan="4">透明，无杂质或悬浮物</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">闪点（闭口）</td><td rowspan="2">不低于（℃）</td><td>DB-10</td><td>DB-25</td><td>DB-45</td></tr>
<tr><td>140</td><td>140</td><td>135</td></tr>
<tr><td colspan="2">机械杂质</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td colspan="2">游离碳</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td colspan="2">酸值</td><td colspan="4">不大于0.03mgKOH/g油</td></tr>
<tr><td colspan="2">水溶性酸（pH值）</td><td colspan="4">不应小于5.4</td></tr>
</table></td><td>—</td></tr>
</table>

续表 A.0.2

序号	项目	标准		说明
8	绝缘油简化试验	界面张力	温度为 25℃时，不小于 35mN/m	—
		电气强度试验	35kV 及以下电压等级：≥35kV	
			60kV～220kV：≥40kV	
			330kV≥50kV，500kV≥60kV	
		介质损耗因数 tanδ(%)	90℃时，注入电气设备前≤0.5；注入电气设备后≤0.7	
		体积电阻率	温度为 90℃时，≥$6\times10^{10}\Omega\cdot m$	
		水分	500kV：≤10 220kV～30kV：≤15 110kV 及以下电压等级：≤20	
		油中含气量(%)（体积分数）	330kV～500kV：≤1	
		油泥与沉淀物(%)（质量分数）	≤0.02	
9	油中溶解气体色谱分析	电压在 60kV 及以上的变压器，应在升压或冲压合闸前及额定电压下运行 24h 后，各进行一次		

注：油浸电抗器、消弧线圈的试验只进行表中的 1、2、3、4、5、8 项。

A.0.3 新油验收及充油电气设备的绝缘油试验分类，应符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.3 电气设备绝缘油试验分类

试验类别	适用范围
击穿电压	1. 6kV 以上电气设备内的绝缘油或新注入上述设备前、后的绝缘油； 2. 对下列情况之一者，可不进行击穿电压试验： ①35kV 以下互感器，其主绝缘试验已合格的；

续表 A.0.3

试验类别	适用范围
击穿电压	②15kV 以下油断路器，其注入新油的击穿电压已在 35kV 及以上的； ③按本规范有关规定不需取油的
简化分析	1. 准备注入变压器、电抗器、互感器、套管的新油，应按表 A.2.1中 8 的第 2 项～第 11 项规定进行； 2. 准备注入油断路器的新油，应按表 A.0.2 中 8 的 2、5、6、8、11 项规定进行
全分析	对油的性能有怀疑时，应按本规范表 A.0.2 中 8 的全部项目进行

A.0.4 电力变压器和电抗器交流耐压试验电压标准应符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.4 电力变压器和电抗器交流耐压试验电压标准(kV)

系统标称电压	设备最高电压	交流耐受电压	
		油浸式电力变压器和电抗器	干式电力变压器和电抗器
<1	≤1.1	—	2.5
3	3.6	14	8.5
6	7.2	20	17
10	12	28	24
15	17.5	36	32
20	24	44	43
35	40.5	68	60
66	72.5	112	—
110	126	160	—
220	252	(288)316	—

续表 A.0.4

系统标称电压	设备最高电压	交流耐受电压	
		油浸式电力变压器和电抗器	干式电力变压器和电抗器
330	363	(368)408	—
500	550	(504)544	—

注：1 表中变压器试验电压根据现行国家标准《电力变压器 第3部分：绝缘试验和外绝缘空气间隙》GB 1094.3规定的出厂试验电压乘以0.8制定。

2 干式变压器出厂试验电压根据现行国家标准《干式电力变压器》GB 6450规定的出厂试验电压乘以0.8制定。

A.0.5 高压油断路器的检验项目和标准应符合表A.0.5的规定。

表A.0.5 高压油断路器的检验项目和标准

序号	项目	标准					说明
1	绝缘电阻的测定	用有机物制成的提升杆的绝缘电阻不低于本表值					用2500V兆欧表测试
		额定电压（kV）	3～15	20～35	63～220	330～500	
		绝缘电阻（MΩ）	1200	3000	6000	10000	
		操作线圈的绝缘电阻不低于1MΩ					用500V兆欧表测试
2	泄漏电流的测定	测量35kV以上的少油断路器的支柱瓷套连同绝缘拉杆，以及灭弧室每个断口的直流泄漏电流试验电压应为40kV，并在高压侧读取1min时的泄漏电流值，测得的泄漏电流值不应大于10μA；220kV及以上的，泄漏电流值不宜大于5μA					—

续表 A.0.5

序号	项目	标准	说明
3	介质损失角正切值 tanδ(%)测定	测量35kV多油断路器的介质损失角正切值tanδ(%)，应符合下列规定： 1.在20℃时测得的tanδ值，对DW2、DW8型油断路器，不应大于套管的tanδ(%)值增加2后的数值；对DW1型油断路器，不应大于套管的tanδ(%)值增加3后的数值； 2.应在分闸状态下测量每只套管的tanδ。当测得值超过标准时，应卸下油箱后进行分解试验，此时测得的套管的tanδ(%)值，应符合套管主绝缘介质损耗角正切值tanδ(%)的标准规定	—
4	交流耐压试验	应在合闸状态下进行，试验电压标准符号本规范表A.0.1的规定； 断路器的交流耐压试验应在分、合闸状态下分别进行，试验电压按本规范表A.0.6的规定进行	三相在同一油箱内的开关在试验一相时，其他两相应与油箱同时接地
5	导电回路电阻测定	电阻值应符合产品要求： 1.用电流不小于100A的直流压降法测量，电阻值应符合产品技术条件的规定； 2.主触头与灭弧触头并联的断路器，应分别测量其主触头和灭弧触头导电回路的电阻值	—
6	油断器的固有合闸时间和分闸时间测定	测得时间应符合产品要求	—

续表 A.0.5

<table>
<tr><th>序号</th><th>项目</th><th colspan="3">标　　准</th><th>说　　明</th></tr>
<tr><td>7</td><td>分、合闸速度测量</td><td colspan="3">应符合产品要求(15kV及以下的除发电机出线与发电机主母线相连的进行外，其他可不测定)：
1. 测量应在产品额定操作电压、液压下进行，实测数值应符合产品技术条件的规定；产品无要求时，可不进行；
2. 电压等级在15kV及以下电压等级的断路器，除发电机出线断路器和与发电机主母线相连的断路器、主变压器出线断路器应进行速度测量外，其余的可不进行</td><td>—</td></tr>
<tr><td>8</td><td>触头分、合闸同时性测量</td><td colspan="3">应符合产品要求。测量断路器主触头的三相或同相各断口分、合闸的同期性，应符合产品技术条件的规定。测量断路器合闸电阻的投入时间及电阻值，应符合产品技术条件的规定</td><td>—</td></tr>
<tr><td>9</td><td>分、合闸线圈及合闸接触器线圈的直流电阻测量</td><td colspan="3">应符合产品要求。测量断路器分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻值不应低于10MΩ，直流电阻值与产品出厂试验值相比应无明显差别</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="4">10</td><td rowspan="4">分闸电磁铁、合闸接触器动作电压(见A.3.3详细说明)</td><td>部件名称</td><td colspan="2">操作电压范围</td><td rowspan="4">对电磁结构，当断路器关合电流峰值小于50kA时，直流操作电压范围为80%U_n～110%U_n</td></tr>
<tr><td>分闸电磁铁</td><td>不小于30%U_n</td><td>不大于65%U_n</td></tr>
<tr><td>合闸接触器(或电磁铁)</td><td colspan="2">85%U_n～110%U_n</td></tr>
<tr><td colspan="3">U_n为操作电压的额定值</td></tr>
</table>

续表 A.0.5

序号	项目	标　　准	说　　明
11	绝缘油试验	按本规范表 A.0.2 序号 8 进行	—
12	过负荷脱扣线圈	电流分接头、插头位置等符合设计，脱扣机构灵敏	—

A.0.6 断路器的交流耐压试验应在分、合闸状态下分别进行，试验电压应符合表 A.0.6 的规定。

表 A.0.6　断路器的交流耐压试验标准

额定电压(kV)	最高工作电压(kV)	1min 工频耐受电压(kV)峰值			
		相对地	相间	断路器断口	隔离断口
3	3.6	25	25	25	27
6	7.2	32	32	32	36
10	12	42	42	42	49
35	40.5	95	95	95	118
66	72.5	155	155	155	197
110	126	200	200	200	225
		230	230	230	265
220	252	360	360	360	415
		395	395	395	460
330	363	460	460	520	520
		510	510	580	580
500	550	630	630	790	790
		680	680	790	790
		740	740	790	790

注：设备无特殊规定时，采用最高一级试验电压。

A.0.7 断路器操动机构的试验，应符合下列规定：

1　合闸操作应符合下列规定：

1）当操作电压、液压在表 A.0.7-1 范围内时，操动机构应可靠动作；

表 A.0.7-1　断路器操动机构合闸操作试验电压、液压范围

电　　压		液　　压
直流	交流	
$85\%U_n$～$110\%U_n$	$85\%U_n$～$110\%U_n$	按产品规定的最低及最高值

注：对电磁机构，当断路器关合电流峰值小于 50kA 时，直流操作电压范围为 $80\%U_n$～$110\%U_n$。U_n 为额定电源电压。

2）弹簧、液压操动机构的合闸线圈以及电磁操动机构的合闸接触器的动作要求，均应符合本款第 1 项的规定。

2　脱扣操作应符合下列规定：

1）直流或交流的分闸电磁铁，在其线圈端钮处测得的电压大于额定值的 65%时，应可靠地分闸；当此电压小于额定值的 30%时，不应分闸；

2）附装失压脱扣器的，其动作特性应符合表 A.0.7-2 的规定；

表 A.0.7-2　附装失压脱扣器的脱扣试验

电源电压与额定电源电压的比值	＜35%	＞65%	＞85%
失压脱扣器的工作状态	铁芯应可靠地释放	铁芯不得释放	铁芯不得释放

注：当电压缓慢下降至规定比值时，铁芯应可靠释放。

3）附装过流脱扣器时，其额定电流规定不应小于 2.5A，脱扣电流的等级范围及其准确度，应符合表 A.0.7-3 的规定。

表 A.0.7-3　附装过流脱扣器的脱扣试验

过流脱扣器的种类	延时动作的	瞬时动作的
脱扣电流等级范围(A)	2.5～10	2.5～15
每级脱扣电流的准确度	±10%	

续表 A.0.7-3

过流脱扣器的种类	延时动作的	瞬时动作的
同一脱扣器各级脱扣电流准确度	±5%	

注:对于延时动作的过流脱扣器,应按制造厂提供的脱扣电流与动作时延的关系曲线进行核对。另外,还应检查在预定时延终了前主回路电流降至返回值时,脱扣器不应动作。

3 模拟操动试验应符合下列规定:

1)当具有可调电源时,可在不同电压、液压条件下,对断路器进行就地或远控操作,每次操作断路器均应正确、可靠动作,其联锁及闭锁装置回路的动作应符合产品及设计要求;当无可调电源时,可只在额定电压下进行试验;

2)直流电磁或弹簧机构的操动试验,应按表 A.0.7-4 的规定进行;液压机构的操动试验,应按表 A.0.7-5 的规定进行。

表 A.0.7-4 直流电磁或弹簧机构的操动试验

操作类别	操作线圈端钮电压与额定电源电压的比值(%)	操作次数
合、分	110	3
合	85(80)	3
分	65	3
合、分、重合	100	3

注:括号内数字适用于装有自动重合闸装置的断路器。

表 A.0.7-5 液压机构的操动试验

操作类别	操作线圈端钮电压与额定电源电压的比值(%)	操作液压	操作次数
合、分	110	产品规定的最高操作压力	3
合、分	100	额定操作压力	3
合	85(80)	产品规定的最低操作压力	3
分	65	产品规定的最低操作压力	3

续表 A.0.7-5

操作类别	操作线圈端钮电压与额定电源电压的比值(%)	操作液压	操作次数
合、分、重合	100	产品规定的最低操作压力	3

注:1 括号内数字适用于装有自动重合闸装置的断路器。

2 模拟操动试验应在液压的自动控制回路能准确、可靠动作状态下进行。

3 操动时,液压的压降允许值应符合产品技术条件的规定。

3)对于具有双分闸线圈的回路,应分别进行模拟操动试验;

4)对于断路器操动机构本身具有三相位置不一致自动分闸功能时,应根据需要做投入或退出处理。

4 对灭弧室、支柱瓷套等油路相互隔绝的断路器,应自各部件中分别取油样试验。

5 压力动作阀的动作值,应符合产品技术条件的规定;压力表指示值的误差及其变差,均应在产品相应等级的允许误差范围内。

A.0.8 空气及磁吹断路器的试验项目,应包括下列内容:

1 测量绝缘拉杆的绝缘电阻,不应低于本规范表 A.0.5 中序号 1 的规定。

2 测量每相导电回路的电阻值及测试方法,应符合产品技术条件的规定。

3 测量支柱瓷套和灭弧室每个断口的直流泄漏电流的试验,应按本规范第 A.0.5 中序号 4 的规定。

4 交流耐压试验,应按本规范第 A.0.1 条的规定;其中空气断路器应在分闸时各断口间及合闸状态下进行交流耐压试验;磁吹断路器应在分闸状态下进行断口交流耐压试验。

5 测量断路器主、辅触头分、合闸的配合时间,应符合产品技术条件的规定。

6 测量断路器的分、合闸时间,应在产品额定操作电压及气压下进行,实测数值应符合产品技术条件的规定。

7　测量断路器主触头分、合闸的同期性，应符合产品技术条件的规定。

8　测量分、合闸线圈的绝缘电阻值，不应低于10MΩ；直流电阻与产品出厂试验值相比应无明显差别。

9　断路器操动机构的试验，应按本规范第A.0.7中的规定。

10　测量断路器的并联电阻值，与产品出厂试验值相比应无明显差别。

11　断路器电容器的试验。

12　压力表及压力动作阀的检查，应符合产品技术条件的规定。压力表指示值的误差及其变差，均应在产品相应等级的允许误差范围内。

A.0.9　真空断路器的试验项目，应包括下列内容：

1　测量绝缘电阻，应按制造厂的规定执行；绝缘拉杆的绝缘电阻值，在常温下不应低于本规范表A.0.5中序号1的规定。

2　测量每相导电回路的电阻，宜采用电流不小于100A的直流压降法。测试结果应符合产品技术条件的规定。

3　交流耐压试验应在断路器合闸及分闸状态下进行试验。当在合闸状态下进行时，试验电压应符合本规范表A.0.5中的规定。当在分闸状态下进行时，真空灭弧室断口间的试验电压应按产品技术条件的规定，试验中不应发生贯穿性放电。

4　测量断路器主触头的分、合闸时间，测量分、合闸的同期性与测量合闸过程中触头接触后的弹跳时间，应符合下列规定：

1）合闸过程中触头接触后的弹跳时间，40.5kV以下断路器不应大于2ms；40.5kV及以上断路器不应大于3ms；

2）测量应在断路器额定操作电压及液压条件下进行；

3）实测数值应符合产品技术条件的规定。

5　测量分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻和直流电阻，不应低于10MQ；直流电阻值与产品出厂试验值相比应无明显差别。

6　断路器操动机构的试验，应符合本规范第 A.0.7 条的规定。

A.0.10　交流电动机的试验项目和标准应符合表 A.0.10 的规定。

表 A.0.10　交流电动机的试验项目和标准

序号	项目	标　　准	说　　明
1	测量绕组的绝缘电阻和吸收比	1.交接和大修时： 额定电压为 1000V 以下者，常温下绝缘电阻不应低于 0.5MΩ； 额定电压为 1000V 以上者，在接近运行温度时的绝缘电阻值：定子绕组不宜低于每千伏 1MΩ； 电压 1200V 且容量 200kW 及以上电动机应测吸收比，当温度在 10℃～30℃时，其值不应低于 1.2，中性点可拆分开的应分相测量 注：①进行交流耐压试验时，绕组的绝缘应满足本条的要求； ②交流耐压试验合格的电动机，当其绝缘电阻折算至运行温度后（环氧粉云母绝缘的电动机在常温下）不低于其额定电压 1MΩ/kV 时，可不经干燥投入运行。但在投运前不应再拆开端盖进行内部作业 2.小修自行规定	1.绝缘电阻测定 500V 以下用 500V 兆欧表： 1200V 及以下用 1000V 兆欧表； 1200V 以上用 2500V 或 5000V 兆欧表； 2.小修时定子绕组可与其所连的电缆一起测定。在转子绕组可与电动设备一起测量； 3.有条件时分相测量，各相不平衡系数不应大于 2
2	测量绕组的直流电阻	1000V 以上或 100kW 以上的电动机各相绕组直流电阻值的相互差别不应超过最小值的 2%	中性点未引出不能测各相绕组直流电阻时，可测量线圈间电阻，其相互差别不应超过其最小值 1%

续表 A.0.10

<table>
<tr><th>序号</th><th>项目</th><th>标　　准</th><th>说　　明</th></tr>
<tr><td>3</td><td>电压在1200V以上且容量在200kW以上的定子绕组直流耐压试验，并测泄漏电流</td><td>1000V以上及1000kW以上、中性点连线已引出至出线端子板的定制绕组应分相进行直流耐压试验
1.试验电压：
①全部更换绕组，3.0倍额定电压；
②新装、大修、局部更换绕组，2.5倍额定电压；
③小修，2.0倍额定电压
2.各相泄漏电流的差别不应大于最小值的50%，当最大泄漏电流在20μA以下时，各相间差别不作规定，泄漏电流不应随时间延长而增大</td><td>200kW以下者自行规定</td></tr>
<tr><td>4</td><td>定子线圈的交流耐压试验</td><td><table>
<tr><th>额定电压(kV)
试验电压(kV)
适用范围</th><th>0.4及以下</th><th>0.7</th><th>1.2</th><th></th><th></th><th></th><th>10</th></tr>
<tr><td>新装</td><td>1.5</td><td>2.0</td><td>2.8</td><td>4.2</td><td></td><td>10</td><td>16</td></tr>
<tr><td>移设</td><td>1.0</td><td>1.2</td><td>1.8</td><td>3.0</td><td>4.5</td><td>9.0</td><td>15</td></tr>
</table></td><td>1.40kW以下不重要的电动机可用2500V兆欧表代替；
2.局部或全部更换定子线圈(绕组)时，工艺过程中的绝缘交流耐压试验，参照煤矿电气试验有关规程进行</td></tr>
<tr><td>5</td><td>绕线式电动机转子绕组的交流耐压试验</td><td><table>
<tr><th>电机种类
试验电压(V)
适用范围</th><th>不可逆</th><th>可逆</th></tr>
<tr><td>交接、大修不更换绕组</td><td>1.5U_K+750</td><td>3.0U_K+750</td></tr>
</table></td><td>U_K为转子静止时在定子线圈上施加额定电压，转子线圈开路时测得的电压</td></tr>
</table>

续表 A.0.10

序号	项目	标准					说明
6	同步电动机转子绕组交流耐压	1.交接或局部更换绕组时试验电压:7.5倍额定励磁电压,且不低于1200V; 2.全部更换绕组时试验电压:10倍额定励磁电压,但不低于1500V					交接或局部更换绕组时试验电压不高于出厂试验电压的75%
7	测量可变电阻器、启动电阻器、灭磁电阻器的直流电阻	与制造厂出厂数值或最初测得结果比较,相差不应超过10%,调节过程中应接触良好,无开路现象,电阻值的变化应有规律性					1000V及以上的电动机应在所有分接头上测量直流电阻
8	测量可变电阻器、启动电阻器、灭磁电阻器的绝缘电阻	与回路一起测量,绝缘电阻不应低于0.5MΩ					—
9	测量同步机及其励磁机轴承的绝缘电阻	绝缘电阻值不应低于0.5MΩ					在油管安装完毕后用1000V兆欧表测量
10	检查定子绕组的极性	极性及其连接应正确,中性点未引出者可不检查极性					双绕组的电动机,应检查二分支间连接的正确性
11	测量电动机的振动	不应大于	额定转数	3000	2000	1500	1000	200kW以上
			振动值(mm)(双振幅)	0.05	0.07	0.085	0.10	
			额定转数	750	600	500		
			振动值(mm)(双振幅)	0.10	0.12	0.16		

续表 A.0.10

序号	项目	标　　准	说　　明
12	测量转子与定子铁芯间的气隙	异步电机，其最大值与最小值的差与平均值之比，不得大于20%； 同步电机，其最大值与最小值的差与平均值之比，不得大于10%	凡有条件测量时，空气间隙须在两端分别测量，同一轴线上两端气隙之差，不应超过平均值的5%
13	试运转	电动机空载转动检查的运行时间为2h，并记录电机的空载电流。当电动机与其机械部分的连接不易拆开时，可连在一起进行空载转动检查和实验	—

注：1　容量100kW电压在1000V以下电动机，只进行1、8、10项试验。

2　特殊电动机按制造厂规定。

3　凡厂方有明确要求，试验数据按厂方说明进行。

A.0.11　直流电动机的试验项目和标准应符合表A.0.11的规定。

表 A.0.11　直流电动机的试验项目和标准

序号	项目	标　　准	说　　明
1	测量励磁线圈和电枢的绝缘电阻	不应低于0.5MΩ	1. 500V以下用500V兆欧表； 2. 1200V以下用1000V兆欧表； 3. 1200V以上用2500V兆欧表
2	测量励磁绕组的直流电阻	与出厂数据或以前测量值比较，一般不应大于2%	补偿绕组、40kW以下的直流电动机自行规定

续表 A.0.11

序号	项目	标　　准	说　　明
3	测量电枢整流片间电阻	1.对于叠绕组，可在整流片间测量；对于波绕组，测量时两整流片间的距离等于换向器节距；对于蛙式绕组，要根据其接线的实际情况来测量其叠绕组和波绕组的片间直流电阻； 2.相互间的差值不应超过最小值的10%，由于均压线或绕组结构而产生的有规律的变化时，可对各相应的片间进行比较判断	带有均压线的点击应产生有规律性的变化，其电阻大的与大的，小的与小的进行比较判断
4	绕组交流耐压试验	励磁线圈对外壳和电枢线圈对轴、电机额定电压大于24V； 交接时：1.5U + 750(V)，但不小于1200V	U为额定电压； 励磁线圈对外壳和电枢线圈对轴、电机的交流耐压试验电压，应为额定电压的1.5倍加750V，并不小于1200V
5	测量励磁可变电阻器的直流电阻	与出厂数据或最初测量值比较其差值不应超过10%	调节过程中应接触良好，无开路现象，各分接头位置测量值变化应有规律性
6	励磁回路连同所连接的设备绝缘电阻和交流耐压试验	绝缘电阻不低于0.5MΩ，试验； 电压为1000V，或用2500V兆欧表测量绝缘电阻方式代替	不包括励磁调节装置回路的绝缘电阻测量、交流耐压试验
7	调整电刷的中性位置	核对位置是否正确，满足良好的换向要求	—

续表 A.0.11

序号	项目	标　　准	说　　明
8	检查绕组的极性及其连接的正确性	电机换向极、串激、补偿绕组间的连接必须正确，主极与换向极的排列关系为： 对发电机：N. s～S. n 转向 对电动机：N. n～S. s 转向	N、S 表示主极板 n、s 表示换向板
9	测量电枢与定子之间的空气间隙	各点气隙与平均值的差别不应超过下列数值： 3mm 以下的间隙为平均值的±10%； 3mm 以上的间隙为平均值的±5%	同一轴线上的两端气隙之差不应超过平均气隙的±5%
10	测量电机的振动值	本规范表 A.5.1“序号 11”	—
11	直流发电机的特性试验	所测特性的曲线与产品出厂的试验资料比较应无显著差别	1. 空载特性测录至最大励磁电压值，但不超过电机额定电压的 1.1 倍； 2. 测录励磁机的负载特性曲线，测定时以同步发电机的励磁绕组为负载
12	直流电机的运转检查	转动正常，电刷与换向器接触面无明显火花； 调试范围符合要求； 记录直流电机的空转电流	空转时间不小于 2h

注：40kW 以下不重要电动机，一般只进行 1、2、5、6、7、8、11 项。

A.0.12 悬式绝缘子交流耐压试验标准应符合表 A.0.12 的规定。

表 A.0.12 悬式绝缘子的试验项目和标准

序号	项目	标准							说明
1	交流耐压试验标准	试验电压(kV)	45	55	55	60	64	70	1. 35kV 及以下电压等级的支柱绝缘子，可在母线安装完毕后一起进行，试验电压应符合本规范附录 A 的规定； 2. 35kV 多元件支柱绝缘子的交流耐压试验值，应符合下列规定： ①两个胶合元件者，每元件 50kV； ②三个胶合元件者，每元件 34kV
		型号	—	XP-70	XP1-160	—	X-11	XP-6	
			—	XP1-70	LXP1-160	—	—	XP-30	
			—	XP-100	XP2-160	XP-300	—	XF-4.5	
			—	XP-120	LXP2-160	LXP-300	—	—	
			XP2-70	LXP1-70	XP-160	LXP1-210	—	—	
			—	LXP-100 LXP-120	LXP-160	XP1-210	—	—	
2	绝缘电阻	1. 用于 330kV 及以下电压等级的悬式绝缘子的绝缘电阻值，不应低于 300MΩ；用于 500kV 电压等级的悬式绝缘子，不应低于 500MΩ； 2. 35kV 及以下电压等级的支柱绝缘子的绝缘电阻值，不应低于 500MΩ； 3. 采用 2500V 兆欧表测量绝缘子绝缘电阻值，可按同批产品数量的 10%抽查； 4. 棒式绝缘子不进行此项试验； 5. 半导体釉绝缘子的绝缘电阻，应符合产品技术条件的规定							—

注：表中型号根据目前制造厂实际产品列入，如有遗漏或不同时，可用出厂干闪络试验电压的 75%进行试验。

A.0.13 瓷横担绝缘子交流耐压试验标准应符合表 A.0.13 的规定。

表 A.0.13　瓷横担绝缘子交流耐压试验标准

型号	DC2-200/250	DC3-230/250	DC3-200/400	DC3-300/350	DC3-380/500	DC4-380/500	DC4-580/500
	DDC2-200/250	DDC3-230/250	DDC3-200/400	DDC3-300/350	DDC3-380/500	—	—
	—	—	—	DC3-300/500	—	—	—
	—	—	—	DDC3-300/500	—	—	—
推荐使用电压（kV）	额定电压 10	10	10	35	44 及 35 污秽地区	60	110
工频干式闪络电压有效值（kV）	86	140	120	180	220	300	390

A.0.14 电力电缆绝缘电阻应符合下列规定：

1 矿用移动类软电缆，绝缘电阻参考值应符合表 A.0.14-1、表 A.0.14-2 的规定。

表 A.0.14-1 绝缘电阻参考值

导体标称截面（mm^2）	动力线芯 20℃时的绝缘电阻最小值（MΩ·km）	
	0.66/1.14kV 及以下	1.9/3.3kV
16	350(350)	—(1150)
25	300(300)	450(980)
35	250(260)	400(850)
50	250(230)	350(740)
70	200(210)	300(630)
95	200(200)	250(550)
120	200(200)	250(510)
150	180(180)	250(450)
185	180	—
240	160	—

注：1 20℃时的绝缘电阻监视线芯与地线芯之间，不应小于 5MΩ·km，控制线芯不应小于 100MΩ·km。

2 本表适用于下列电缆：

1）矿用额定电压 1.9/3.3kV 及以下采煤机软电缆（MC、MCP）；

2）矿用额定电压 1.9/3.3kV 及以下采煤机屏蔽监视加强型软电缆（MCPJB、MCPJR）；

3）矿用额定电压 0.66/1.14kV 及以下移动软电缆（MY、MYP）；

4）括号内尺寸为矿用额定电压 1.9/3.3kV 及以下采煤机金属屏蔽软电缆（MCPT、MCPTJ）。

表 A.0.14-2 绝缘电阻参考值

导体标称截面（mm^2）	动力线芯 20℃时的绝缘电阻最小值（MΩ·km）				地线芯导体 20℃直流电阻最大值（Ω/km）
	1.9/3.3kV	3.6/6kV	6/10kV	8.7/10kV	
16	—	—(750)	—(850)	—	2.31

续表 A.0.14-2

导体标称截面（mm^2）	动力线芯20℃时的绝缘电阻最小值（MΩ·km）				地线芯导体20℃直流电阻最大值（Ω/km）
	1.9/3.3kV	3.6/6kV	6/10kV	8.7/10kV	
25	—	650(650)	700(750)	1250	1.48
35	(500)	550(550)	650(700)	1150	1.05
50	(400)	500(500)	550(600)	1000	0.731
70	(400)	450(450)	500(550)	900	0.515
95	(350)	400(400)	450(450)	800	—
120	(300)	350(350)	400(450)	750	—
150	(300)	350(350)	350(400)	700	—

注：1　20℃时的绝缘电阻监视线芯与地线芯之间，不应小于5MΩ·km。

2　本表适用于下列电缆：

1）矿用额定电压8.7/10kV及以下移动金属屏蔽监视型软电缆（MYPTJ）；

2）括号内数据为矿用额定电压6/10kV及以下移动屏蔽软电缆（MYPT、MYP）。

2　聚氯乙烯绝缘、交联聚乙烯绝缘电力电缆，聚氯乙烯绝缘电力电缆绝缘电阻参考值应符合表A.0.14-3的规定，交联聚乙烯绝缘电力电缆绝缘电阻值参考值应符合表A.0.14-4的规定：

表A.0.14-3　聚氯乙烯绝缘电力电缆绝缘电阻参考值

电缆额定电压（kV）	1	3	6
绝缘电阻（MΩ）	40	50	60

表A.0.14-4　交联聚乙烯绝缘电力电缆绝缘电阻值参考值

额定电压（kV）	电缆截面（mm^2）		
	16～35	50～95	120～240
	绝缘电阻值（MΩ）		
6	1000	750	500
10	2000	1500	1000
35	3500	3000	2500

注：表中数值为换算到长度1km，温度为20℃时的绝缘电阻值。

A.0.15 电力电缆耐压试验应符合下列规定：

1 橡塑电缆应采用交流耐压试验，当不具备条件时，应允许用直流耐压试验及泄漏电流测量代替交流耐压试验。

2 矿用移动类软电缆，出厂有规定时应符合出厂规定，无出厂规定时应符合表 A.0.15-1 的规定。

表 A.0.15-1 矿用移动类软电缆的耐压试验标准

类别	额定电压(kV)	试验电压(kV)	试验持续时间(min)
交流	8.7/10	30.5	5min 不被击穿为合格
	6/10	21	
	3.6/6	12.5	
	1.9/3.3	6.8	
	0.66/1.14	3.7	
直流	10kV 及以下	额定电压的 3.5 倍	5

注：1 矿用移动类软电缆交直流耐压试验，可根据设备情况，任选一项进行。

2 新安装前热补和在地面冷补后，应在水中浸不少于 1h，再做耐压试验。两段橡套电缆在连接热补后，应做负荷试验，电流为额定值的 1.3 倍，持续时间为 30min，接头处的温度不超过电缆正常表面温度的 3%为合格。

3 聚氯乙烯绝缘、交联聚乙烯绝缘电力电缆，出厂有规定时应符合出厂规定，无出厂规定时应符合表 A.0.15-2 的规定。

表 A.0.15-2 聚氯乙烯、交联聚乙烯绝缘电力电缆工频耐压试验标准

额定电压 U_0(kV)	0.6	1.8	3.6	6	8.7
试验电压(kV)	3.5	6.5	12.5	21	30.5
持续时间(min)	5min 不被击穿为合格				

注：1 U_0 为电缆线芯对地或对金属屏蔽层间的额定电压。

2 若用三相变压器对三芯电缆进行试验时，相间试验电压应为本表规定值的 1.732 倍。采用直流电压试验时，其数值应为本表额定电压的 2.4 倍。

A.0.16 高压少油断路器技术数据应符合表 A.0.16 的规定。

A.0.17 高压多油断路器技术数据应符合表 A.0.17 的规定。

A.0.18 电磁操动机构技术数据应符合表 A.0.18 的规定。

A.0.19 电磁操动机构跳闸线圈“TQ”辅助开关接点允许电流值应符合表 A.0.19 的规定。

表 A.0.16　高压少油断路器技术数据

型号	额定电压(kV)	额定电流(A)	额定断流容量(MV·A)			额定开断电流(kA)			极限通过电流(kA)		热稳定电流(kA)	固有分闸时间(s)	合闸时间(s)
			3kV	6kV	10kV	3kA	6kA	10kA	峰值	有效值	4s/5s		
SN1-10G	10	400,600	100	200	200	20	20	11.6	52	30	/20	0.1	0.23
SN2-10G	10	400～1000	100	200	350		20						
SN3-10	10	2000 3000	—	300	500	—	29	29	75	43.5	/30	0.14 *	0.5 *
SN4-10G	10	5000	1800	1800	1800	105	105	105	300	173	/120	0.15	0.65
SN5-10	10	600	100	200	200	20	20	11.6	52	30	/20	0.10	0.23
SN6-10	10	600 1000	100	200	350	20	20	20	52	30	/20	0.10	0.23
SN8-10	10	600 1000	200 350	200 350	200 350	11.6(11.5kV) 23(11.5kV)			65	37.5	23/	0.10	0.25 CT2 0.15 CT7

SN9-10	10	600 1000	250 350	250 350	250 350	14.4 20.2	14.4 20.2	14.4 20.2	36.8 52	—	14.4 20.21	0.07	0.2
SN10-10 Ⅰ	10	630 1000	—	—	300	17.3	20	16	40	—	20/	0.06	0.2
SN10-10 Ⅱ	10	1000	—	—	500	31.5	31.5	31.5	80	—	31.5/	0.06	0.2
SN10-10 Ⅲ	10	1250,2000 3000	—	—	750	—	40	—	125	—	40	0.07	0.2
SN11-10	10	600 1000	350 400	350 400	350 400	20 23.1	20 23.1	20 23.1	52	30	/20	0.05	0.23
CN2-10	10	600	—	150	200	—	—	—	37	22	14.5/	0.05	0.15

续表 A.0.16

型号	无油时的触头速度(m/s)						行程(mm)	超行程(mm)		三相合闸同期性(mm)	每相导电回路电阻(μΩ)	操动机构型号	重量(kg)		备注
	刚分		分闸最大		刚合	合闸最大							三相油量	断路器无油时	
SN1-10G SN2-10G	1.8	+0.2 −0.05	3.0±0.3		—	2.8±0.2	250±5	40	0 −5	3	95/400 600A 75/1000A	CS12 CD2 CD12	5 9	150， 155 170， 180	*表示有油时
SN3-10	2.0	+0.3 −0.2	3.0	+0.3 −0.2	1.6±0.3 1.3	1.8±0.3 1.5±0.3	500	90+5		6/主触头 4/21 灭弧触头	35/2000A 16/3000A 300/灭弧回路	CD3	20	580 600	
					+0.3 −0.2										
SN4-10G	1.8	+0.2 −0.1	2.3	+0.3 −0.2	2.3±0.2	2.4±0.2	295±5	—		—	20/主回路 300/灭弧回路	CD6 CD8 CD2	55	2200	
SN5-10	1.8	+0.2 −0.1	3.0±0.3		—	—	420±20	40	0 −5	3	100	CD2	5	130	

SN6-10	1.8	+0.2 −0.1	3.0±0.3	—	—	250±5	40	0 −5	3	100/600A 75/1000A	CD2	10	160 170	
SN8-10	3.5+0.05 5.0+0.5		—	3.5+0.5 4.0+0.5	—	150±5	25±5		3	100/600A 75/1000A	CD2 CT7	6 8	77 107	
SN9-10	—		—	—	—	—	—		—	—	CT13	5	85	
SN10-10Ⅰ	3.0±0.3		—	3.5	—	145±3	—		2	100/600A 75/1000A	CD10-Ⅰ	6.5	100	
SN10-10Ⅱ	4.5±0.5		—	3.5	—	155±3	—		2	75	CD10-Ⅱ	8	120	
SN10-10Ⅲ	—		—	4	—	157±3	—		2ms	40	CD10-Ⅲ	—	—	
SN11-10	—		—	—	—	—	—		—	—	CD-12	4	75	
CN2-10	—		—	—	—	—	—		—	—	CD-2 CT4-G	—	200	

续表 A.0.16

型号	额定电压(kV)	额定电流(A)	额定断流容量(MV·A)	额定开断电流(kA)			极限通过电流(kA)		热稳定电流(kA)	固有分闸时间(s)	合闸时间(s)
				3kV	6kV	10kV	峰值	有效值	4s/5s		
SN10-35	35	1000	1000(35kV)	16.5(35kV)			42	—	16.5/	0.06	0.25
SW2-35	35	1000	1500(35kV)	24.8(35kV)			63.4	37.2	24.8/	0.06	0.40
SW2-35C	35	1500	1500(35kV)	24.8(35kV)			63.4	37.2	24.8/	0.06	0.40
SW2-60	60	1000	2500(60kV)	24.1(80kV)			67	39	/20	0.08	0.50
SW2-60G	60	1500	2500(60kV)	24.1(60kV)			67	39	/23.5	0.06	0.20
SW3-35	35	1000	1500(35kV)	24.8(35kV)			63.5	37.6	24.8/0	0.06	0.16
SW3-35D	35	1000	1000(35kV)	16.5(35kV)			42	25	16.5/	0.06	0.40
SW3-110G	110	1250	3000(110kV)	15.8(110kV)			41	—	15.8	0.07	0.43
SW4-110	110	1000	3500(110kV)	18.4(110kV)			55	32	/21	0.06	0.25
SW6-110	110	1250	4000(110kV)	21.0(110kV)			53	32	21/	0.04	0.20
SW7-110	110	1500	3000(110kV)	15.8(110kV)			55	32	21/	0.04	0.20

续表 A.0.16

型号	无油时的触头速度(m/s)				行程(mm)	超行程(mm)	三相合闸同期性(mm)	每相导电回路电阻(μΩ)	操动机构型号	重量(kg)		备注
	刚分	分闸最大	刚合	合闸最大						三相油量	断路器无油时	
SN10-35	—	—	—	—	—	—	—	—	CD-10	—	—	
SW2-35	3.1±0.3	5.0±0.8	3.2±0.3	—	310±5	50±3	—	140	CT2-XG CD3-XG	100	900	
SW2-35C	4.0±0.5 *	5.5±0.8 *	3.8±0.6 *	—	18	+10 −5	38±3	—	100	CT2-XG	100	900 350 (手车)	
SW2-60	4.5	±0.5 * −1.0	7.8	+0.8 * −0.3	2.0±0.5 *	3.0±0.5 *	395±10	35±5	5	150	CD5	110	1140	
SW2-60G	5.2±0.8 *		8.2±0.6 *		3.6±0.8 *	4.0±0.6 *	385±10	35±5	5	85	CY12	110	1140	
SW3-35	5.0±0.5 *		6.5±0.6 *		4.0	+0.6 * −1.4	6.5	+0.6 * −2.5	300±10	50±5	6	200/总体 90/总体	—	45	725	

续表 A.0.16

型号	无油时的触头速度(m/s)						行程(mm)	超行程(mm)	三相合闸同期性(mm)	每相导电回路电阻(μΩ)	操动机构型号	重量(kg)		备注
	刚分	分闸最大	刚合		合闸最大							三相油量	断路器无油时	
SW3-35D	5.0±0.5 *	6.5±0.6 *	3.2	+1.0 * −0.5	3.8	+1.0 * −0.6	310±10	50±5	6	200/总体 90/总体	—	40	750	
SW3-110G	—	—	—		—		—	—	—	—	CD5-XG	300	1900	西高厂
SW4-110	—	—	—		—		—	—	—	—	CT6-X	120	3350	
SW6-110	—	—	—		—		—	—	—	—	CY3	300	1860	西高厂
SW7-110	—	—	—		—		—	—	—	—	CY4	400	1700	

表 A.0.17　高压多油断路器技术数据

型号	额定电压（kV）	额定电流（A）	额定断流容量（MV·A）			额定开断电流（kA）			极限通过电流（kA）		热稳定电流（kA）	固有分闸时间（s）	合闸时间（s）
			3kV	6kV	10kV	3kV	6kV	10kV	峰值	有效值	4s/5s		
DN1-10	10	200 400 600	50	100	100	9.7	9.7	5.8	25	15	6(10s) 10(10s) 9.7(10s)	0.07	0.10
DN1-10G	10	600	50	100	100	9.7	9.7	5.8	25	15	9.7(10s)	0.1	0.2
DN3-10Ⅰ	10	400	75	150	200	14.5	14.5	11.6	37	21.5	14.5/	0.08	0.2
DW1-35D	35	600	400			6.6			17.3	10	/10	0.06	0.27
DW1-60	60	600	500			4.8			15	8.7	/7	0.10	0.7
DW1-60G	60	1200	1000			9.6			30	117.4	/15	0.12	0.7
DW4-10	10	200 400	50			2.88			12.8	7.4	/4.2	0.10	—
DW5-10	10	50 100	30			1.8			7.4	4.2	/2.9	—	—

续表 A.0.17

型号	额定电压（kV）	额定电流（A）	额定断流容量（MV·A）			额定开断电流（kA）			极限通过电流（kA）		热稳定电流（kA）	固有分闸时间（s）	合闸时间（s）
			3kV	6kV	10kV	3kV	6kV	10kV	峰值	有效值	4s/5s		
DW5-10G	10	500 100 200	50			2.9			7.4	4.2	/2.9	—	0.3
DW6-35	35	400	350 400			5.6 6.6			19	11	6.6/	0.10	0.27
DW7-10	10	30～400	25			1.5			5.6	3.2	/1.6	0.20	—
DW8-35	35	600 800 1000	1000			16.5			41	29	16.5/	0.07	0.3
DW9-10	10	50～100 20～400	80			3.2			8.55	—	5.04/	0.12	—
DW8-35 Ⅰ	35	1000	—			16.5			41	—	18.5/	≤0.07	≤0.3
DW8-35 Ⅱ	35	1600	—			31.5			80	—	31.5/	≤0.07	≤0.3
DW13-35	35	1250	—			20			50	—	20/	≤0.07	≤0.35
DW13-35 Ⅰ	35	1600	—			31.5			80	—	31.5/	≤0.07	≤0.35

续表 A.0.17

型号	无油时的触头速度(m/s)				行程(mm)	超行程(mm)	三相合闸同期性	每相导电回路电阻(μΩ)	操动机构型号	重量(kg)	
	刚分	分闸最大	刚合	合闸最大						三相油量	断路器无油时
DN1-10	1.5±0.22	2.5±0.4	2.3±0.3	—	102±2	12±1	2	350、180、150	—	—	—
DN1-10G	1.9±0.4	3.0±0.5	2.8±0.8	—	102±2	12±1	2	150	CD2	50	125
DN3-10Ⅰ	2.4±0.2	—	—	—	112±3	27±2	4	—	CS13 CD10-Ⅰ	14	86
DW1-35D	1.2±0.2	2.6±0.3	—	—	235 +2 −10	12±2	4/2	550	CD2-X	300	1025
DW1-60	1.6±0.2	3.5 +0.7 −0.6	2.3±0.3	2.4±0.3	406±3	19±1	4/2	550	CD1-100	2500	5500
DW1-60G	1.3 +0.3 −0.2	3.4±0.4	2.1±0.4	2.3±0.3	406±3	41 +1 −3	4/2	200	CD1-100	2500	5500
DW4-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	100
DW5-10	—	—	—	—	100±3	15 +1 −2	2	—	—	60	140

续表 A.0.17

型号	无油时的触头速度(m/s)				行程(mm)	超行程(mm)	三相合闸同期性	每相导电回路电阻(μΩ)	操动机构型号	重量(kg)	
	刚分	分闸最大	刚合	合闸最大						三相油量	断路器无油时
DW5-10G	1.2±0.2	1.7±0.2	0.6±0.2	0.7±0.2	100±3	15 +1 −2	2	1200～3500	—	60	140
DW6-35	1.5±0.3	2.5±0.3	—	—	250±5	25±3	2	450	CT4 CD2	380	1050 1068
DW7-10	1 +0.3 −0.1		—	—	—	68	8 +1 −0.5	3	—	—	55	135
DW8-35	2.4		2.7	2.6±0.3	2.6±0.3	200 +6 −8	55±5	4/2	250	CD11-X	380	1300
DW9-10	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DW8-35 Ⅰ	—		—	—	—	—	—	—	—	CD11-X	—	1470
DW8-35 Ⅱ	—		—	—	—	—	—	—	—	CD11-XⅡ	560	1920
DW13-35	—		—	—	—	—	—	—	—	CD11-XⅡ	—	—
DW13-35 Ⅰ	—		—	—	—	—	—	—	—	CD11-XⅡ	—	—

表 A.0.18　电磁操动机构技术数据

型号	所配断路器型号	合闸线圈				跳闸线圈	
		电压(V)	电流(A)	电阻(Ω)	额定电压允许变动范围	电压(V)	电流(A)
CD2	SN-10 DW6-35 CN2-10	110/220	195/97.5	0.564/2.258	85%～110%	24/48 110/220	24/12 5/2.5
CD2G	DN1-10	110/220	120/60	0.91/3.64	80%～110%	24/48	24/12
CD3	SN3-10	110/220	157/78.5	0.7/2.8	80%～110%	110/220	5/2.5
CD3-X	DW2-35	110/220	157/78.5	0.7/2.8	80%～110%	110/220	5/2.5
CD3-XG	SW2-35 SW2-35G	110/220	286/143	0.385/1.54	80%～110%	110/220	5/2.5
CD5	SN4-10	110/220	333/166.5	0.3/1.2	85%～110%	110/220	5/2.5
CD5 370GⅡX	SW2-60	110/220	333/166.5	0.3/1.2	85%～110%	110/220	5/2.5
CD5-XG	SW3-110G (三相联动)	110/220	470/235	0.22～0.25 0.89～0.98	80%～110%	24/48 110/220	17.2/8.6 5.5/2.75
	SW3-110G (单相控制)	110/220	168/84	0.59～0.72 2.36～2.88	80%～110%	24/48 110/220	17.2/8.6 5.5/2.75
CD6-G	SN4-10G SN4-20G	110/220	488/244	0.225/0.9	80%～110%	110/220	10/5
CD8	SN4-10G SN4-20G	110/220	333/166.5	0.3/1.2	85%～110%	110/220	5/2.5

续表 A.0.18

型号	跳闸线圈		辅助开关		防跳措施	合闸接触器型号	220V 合闸熔断器(熔管/熔件)	重量(kg)
	电阻(Ω)	额定电压允许变动范围	常开接点	常闭接点				
CD2	1/4 22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	机械	CZ6、CZ9 CZ0-40G	60/25	45～55
CD2G	1/4 22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	机械	CZ6、CZ9 CZ0-40G	60/20	40
CD3	22/88	65%～120%	4×F1 1×F2	4×F1 1×F2	机械	CZ9、CZ6 CZ0-40G	60/20	170
CD3-X	22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	机械	CZ9、CZ6 CZ0-40G	60/20	190
CD3-XG	22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	机械	CZ9 CZ0-40G	100/35	190
CD5	22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	TQ	CZ9、CZ6 CZ0-40G	100/60	470

CD5 370GHX	22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	TQ	CZ9、CZ6 CZ0-40G	100/60	550
CD5-XG	1.26～1.54/ 5～6.14 18～22/ 72～88	65%～120%	6×LW2A 1×F2	6×LW2A	TQ	CZ9 CZ0-40G	100/35	900
	1.26～1.54/ 5～6.14 18～22/ 72～88	65%～120%	6×LW2A 1×F2	6×LW2A	TQ	CZ9 CZ0-40G	100/25	900
CD6-G	11/44	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	TQ	CZ6、CZ9 CZ0-40G	100/60	—
CD8	22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	TQ	CZ6	100/35	675

续表 A.0.18

型号	所配断路器型号		合闸线圈				跳闸线圈	
			电压(V)	电流(A)	电阻(Ω)	额定电压允许变动范围	电压(V)	电流(A)
CD8-G	SN4-20G		110/220	310/155	0.355/1.42	85%～110%	110/220	5/2.5
CD11-X	DW8-35		110/220	157/78.5	0.7/2.8	85%～110%	24/48 110/220	24/12 5/2.5
CD13-G	SN9-10		110/220	204/102	0.54/2.16	85%～110%	24/48 110/220	30/15 5/2.5
CD13	SN10-10	Ⅰ Ⅱ	220	110	0.5	85%～110%	110/220	5/2.5
CD12	SN-10		110/220	195/97.5	0.564/2.26	85%～110%	24/48 110/220	22.6/11.3 5/2.5
CD10-Ⅰ CD10-Ⅱ CD10-Ⅲ	SN-10Ⅰ SN-10ⅠⅡ SN-10Ⅲ		110/220 110/220 110/220	196/99 240/120 294/220	0.56/2.22 0.46/1.82 0.38/1.5	—	24/48 或 110/220	37/18.5 或 5/2.5

续表 A.0.18

型号	跳闸线圈		辅助开关		防跳措施	合闸接触器型号	220V 合闸熔断器（熔管/熔件）	重量(kg)
	电阻(Ω)	额定电压允许变动范围	常开接点	常闭接点				
CD8-G	22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	TQ	CZ6 CZ0-40C	100/35	675
CD11-X	1/4 22/88	65%～120%	6×H2 1×F2	6×H2 1×F2	TQ	CZ9 CZ0-40C	60/20	—
CD13-G	0.75/3 22/88	65%～120%	4×LW2A	4×LW2A	无	CZ9 CZ0-40C	65/25	42
CD13	—	65%～120%	5×LW2A	5×LW2A	无	CZ9	65/25	40
CD12	10.6/4.24 22/88	65%～120%	5×F1 1×F2	5×F1 1×F2	无	CZ6、CZ9 CZ0-40C	60/25	38
CD10-Ⅰ CD10-Ⅱ CD10-Ⅲ	0.65/2.6 或 22/88	—	—	—	无	—	—	—

表 A.0.19　跳闸线圈"TQ"辅助开关接点允许电流值

电流种类	电压(V)	允许电流(A)		
		闭　合	断　开	
			电　感	电　阻
交流	380	50	5	5
直流	110	7.5	1	2.5
直流	220	4	0.5	1

本规范用词说明

1　为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

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　条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《电气装置安装工程　高压电器施工及验收规范》GB 50147

《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 50148

《电气装置安装工程　母线装置施工及验收规范》GB 50149

《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　电缆线路施工及验收规范》GB 50168

《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　盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231

《110kV～750kV 架空送电线路施工与验收规范规范》GB 50233

《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254

《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275

《建筑工程的施工质量验收统一标准》GB 50300

《压力容器　第 4 部分：制造、检验和验收》GB 150.4

《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175

《绝缘配合　第 1 部分：定义、原则和规则》GB 311.1

《环形钢筋混凝土电杆》GB 396

《高压线路针式瓷绝缘子》GB 1000

《盘形悬式绝缘子技术文件》GB 1001

《电力变压器　第 3 部分：绝缘试验和外绝缘空气间隙》GB 1094.3

《圆线同心绞架空导线》GB/T 1179

《电力金具通用技术条件》GB/T 2314

《电力金具试验方法　第4部分:验收规则》GB 2317.4

《铝及铝合金焊条》GB/T 3669

《铜及铜合金焊条》GB/T 3670

《爆炸性环境　第1部分:设备　通用要求》GB 3836.1

《爆炸性环境　第4部分:由本质安全型"i"保护的设备》GB 3836.4

《环形预应力混凝土电杆》GB 4623

《变压器、高压电器和套管的接线端子》GB/T 5273

《干式电力变压器》GB 6450

《盘形悬式绝缘子串元件尺寸与特性》GB 7253

《电力用油(变压器油、汽轮机油)取样方法》GB/T 7597

《矿用隔爆型移动变电站》GB 8286

《铜及铜合金焊丝》GB/T 9460

《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858

《工业六氟化硫》GB 12022

《建设用砂》GB/T 14684

《建设用卵石、碎石》GB/T 14685

《电磁兼容　试验和测量技术　射频电磁场辐射抗扰度试验》GB/T 17626.3

《电磁兼容　试验和测量技术　电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》GB/T 17626.4

《电磁兼容　试验和测量技术　浪涌(冲击)抗扰度试验》GB/T 17626.5

《压力管道规范　工业管道　第4部分:制作与安装》GB/T 20801.4

《煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件》AQ 6210

《热带电工产品通用技术要求》JB/T 4159

《高压架空线路地线用绝缘子》JB/T 9680

《钢筋焊接及验收规范》JGJ 18

《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ 52

《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ 53

《混凝土用水标准》JGJ 63

《电力系统直流电源柜订货技术条件》DL/T 459

《输电线路钢管杆制造技术文件》DL/T 646

《母线焊接技术规程》DL/T 754

《输电线路铁塔及电力金具紧固用热浸镀锌螺栓与螺母》DL/T 284

《电力金具制造质量》DL/T 768

《光纤复合架空地线》DL/T 832

《输变电工程架空导线及地线液压压接工艺规程》DL/T 5285

《镀锌钢绞线》YB/T 5004

《煤矿用信息传输装置》MT 899

中华人民共和国国家标准

煤矿电气设备安装工程施工与验收规范

GB 51145 - 2015

条 文 说 明

制 订 说 明

《煤矿电气设备安装工程施工与验收规范》GB 51145—2015，经住房城乡建设部2015年12月3日以第995号公告批准发布。

《煤矿电气设备安装工程施工与验收规范》在制定过程中，编制组进行了深入的调查研究，总结了我国煤矿电气设备安装工程多年来的施工与验收实践经验，并以多种形式广泛征求了施工单位、矿区建设单位、质监站、设计院、高校等众多单位和煤炭系统老专家的宝贵意见和建议，并经过多次专家会议讨论、审查，编制组反复修改、补充和完善，最后经审查定稿。

为了便于广大设计、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范，《煤矿电气设备安装工程施工与验收规范》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、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制理由作了解释。但是本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　　次

1　总　　则 …… (305)
2　术　　语 …… (306)
3　基本规定 …… (307)
4　高压电器安装工程 …… (309)
4.1　一般规定 …… (309)
4.2　六氟化硫断路器安装 …… (309)
4.3　真空断路器安装 …… (312)
4.4　断路器操作机构安装 …… (313)
4.5　高压隔离开关、负荷开关及熔断器安装 …… (313)
4.6　避雷器和中性点放电间隙安装 …… (314)
4.7　互感器安装 …… (314)
4.8　电容器安装 …… (315)
4.9　阻波器安装 …… (316)
4.10　工程验收 …… (316)
5　变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站安装工程 …… (317)
5.1　一般规定 …… (317)
5.2　装卸及就位 …… (317)
5.3　绝缘油处理 …… (317)
5.4　排氮 …… (317)
5.5　器身检查 …… (317)
5.6　内部安装及连接 …… (318)
5.7　干燥 …… (319)
5.8　本体及附件安装 …… (319)
5.9　注油 …… (320)

5.10 补油、整体密封检查和静置 …… (320)
5.11 干式电抗器及干式接地变压器安装 …… (320)
5.12 工程验收 …… (321)
6 旋转电机安装工程 …… (323)
6.1 一般规定 …… (323)
6.2 电动机安装 …… (323)
6.3 特殊电机安装 …… (323)
6.4 工程验收 …… (324)
7 盘、柜安装工程 …… (325)
7.1 一般规定 …… (325)
7.2 盘、柜的安装 …… (325)
7.3 盘、柜上的电器安装 …… (326)
7.4 二次回路结线 …… (327)
7.5 六氟化硫封闭式组合电器安装 …… (328)
7.6 工程验收 …… (329)
8 低压电器安装工程 …… (331)
8.1 一般规定 …… (331)
8.2 低压断路器安装 …… (332)
8.3 低压隔离开关、刀开关、转换开关及熔断器组合电器安装 …… (334)
8.4 低压接触器及电动机启动器安装 …… (334)
8.5 控制器、继电器及行程开关安装 …… (336)
8.6 电阻器及变阻器安装 …… (337)
8.7 电磁铁安装 …… (338)
8.8 熔断器安装 …… (339)
8.9 蓄电池组安装 …… (339)
8.10 工程验收 …… (344)
9 母线装置及电机车架线安装工程 …… (345)
9.1 一般规定 …… (345)
9.2 硬母线加工 …… (346)

9.3 硬母线安装 …… (349)
9.4 硬母线焊接 …… (351)
9.5 软母线架设安装 …… (352)
9.6 金属封闭母线 …… (354)
9.7 气体绝缘金属封闭母线 …… (355)
9.8 绝缘子与穿墙套管安装 …… (356)
9.9 地面电机车架线安装 …… (358)
9.10 井下电机车架线安装 …… (358)
9.11 工程验收 …… (358)
10 送、配电架空线路安装工程 …… (359)
10.1 一般规定 …… (359)
10.2 杆塔基础施工 …… (360)
10.3 杆塔组立及拉线安装 …… (360)
10.4 导线、避雷线架设 …… (361)
10.5 配电线路杆上电器设备安装 …… (362)
10.6 工程验收 …… (362)
11 矿用防爆电器安装工程 …… (364)
11.1 一般规定 …… (364)
11.2 矿用隔爆型移动变电站和干式变压器安装 …… (365)
11.5 低压防爆开关安装 …… (365)
11.6 井下照明电器安装 …… (365)
11.9 工程验收 …… (366)
12 电缆安装工程 …… (367)
12.1 一般规定 …… (367)
12.2 电缆支架及电缆管安装 …… (367)
12.3 电缆敷设 …… (369)
12.4 工程验收 …… (373)
13 接地装置安装工程 …… (374)
13.1 一般规定 …… (374)

13.2 接地装置的敷设 …… (374)
13.3 接地线(体)的连接 …… (375)
13.4 避雷针(线、带、网)接地 …… (376)
14 通信线路及设备安装工程 …… (377)
14.1 一般规定 …… (377)
14.2 通信线路安装 …… (377)
14.3 通信设备安装 …… (378)
14.4 工程验收 …… (378)
15 控制系统安装工程 …… (379)
15.2 提升机控制保护装置安装 …… (379)
16 监测、监控系统安装工程 …… (380)
16.1 一般规定 …… (380)
16.3 瓦斯抽采(放)监控系统安装 …… (380)
16.4 轨道运输监控系统安装 …… (380)
16.5 带式输送机综合保护装置安装 …… (380)
16.6 供电监控系统安装 …… (380)
16.7 排水监控系统安装 …… (381)
16.10 试运行 …… (381)

1 总　　则

1.0.1　本条说明了编制本规范的目的，即为加强煤矿电气设备安装工程施工过程的质量控制，保障工程质量，规范施工技术，统一施工及验收标准，促进技术进步，确保电气设备安全运行制定本规范。

1.0.2　本条对本规范的适用范围进行了规定，基本涵盖了煤矿新建、改建、扩建项目的电气设备安装工程所有常规安装工程项目。

1.0.3　本条对煤矿电气设备安装工程施所用的工程技术文件及承包合同条款中，对安装工程的质量标准进行了规定。本规范规定的施工质量要求，是对煤矿电气设备安装工程施工及验收的最低质量要求，建设单位不得要求设计单位按低于本规范的标准进行设计，设计单位提出的设计文件，必须满足本规范的要求；甲乙双方不得签署低于本规范要求的合同文件。

1.0.4　本条交代了本规范与其他标准的关系。电气设备安装工程施工的安全技术是十分重要的问题，必须认真贯彻现行国家有关标准的规定，才能确保安装工程施工全过程中，不致发生质量事故、设备损坏和人身伤亡事故，从而实现安全施工和文明生产。国家劳动、环保、公安等部门对安装施工的技术、环保、防火、劳动保护及职业健康等，都有明确的规定，本规范无法提出执行哪些具体规定，只能原则提出执行国家现行有关标准的规定。

2 术 语

由于本规范所包含安装项目较多，为减少篇幅，本规范中略去了如断路器、隔离开关、负荷开关、避雷器、电容器、电抗器、互感器、电动机等一些比较常见的术语。

3 基本规定

3.0.3 安装工程质量检验，尤其是电气安装工程的质量检验，各种检测工具、仪器仪表、设备的准确性是很重要的。电气设备安装工程所使用的计量、检测器具种类很多，被测量的对象也很复杂，故不能详细规定所用的检测器具的精度等级、被检测项目及其检测方法。本规范中明确所用的计量和检测器具，必须符合国家计量法规；计量和检测器具、设备应按规定鉴定合格，并在其有效期内方能使用。对有刻度或显示的检测器具，其精度等级和最小分度值不应低于被测对象的最小允许偏差值。对无刻度或数字显示比较性检测器具，其精度等级可等于被测对象的精度等级。

3.0.4 在煤矿电气设备安装中，从事起重、安装、焊接、试验等作业，均为特种作业，特种作业应由特殊作业人员来完成。根据《中华人民共和国安全生产法》的有关规定，特种作业人员必须经专门安全作业培训并取得操作资格证，方能持证上岗。

本条所要求的特种作业应由特种作业人员来完成，一是考虑要保证安装工程的施工质量，二是关系到施工人员自身的安全。因特种作业人员，他们经过有关主管部门组织的专门培训，不论在培训内容上还是在时间上，都不同于普通从业人员的培训，具有较强的针对性，以保证特种作业人员达到规定的要求。

3.0.6 有些电气部件在出厂时已调整好，如操作机构等，因此，在装卸过程中不得倒置和受强烈振动、碰撞，有的要求不得随意拆卸。

有的制造厂对起吊所用的器具及吊点有严格规定。本条规定按产品技术文件的要求选用吊装工器具、吊点和吊装程序，是为了防止在起吊过程中损伤设备和对法兰面的密封性能产生影响。

3.0.8 当设备在室外保管时，应将其置于平整、坚硬、无积水的场地，是防止地质松软下陷而损伤设备；露天存放电气设备，必须有防雨、防尘措施。长时间室外保管设备，必须定时进行检查，发现问题及时处理。

3.0.12 本条款是引用现行《煤矿安全规程》的规定。

3.0.14 本条中所述技术文件中的竣工图，引用了现行《火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程》(1996 年版)中的规定。修改过多又必须重新绘制的竣工图，由验收检验组确认后，由建设单位组织原设计单位重新绘制，施工和调试等有关单位密切配合完成后移交。

4 高压电器安装工程

4.1 一般规定

4.1.1 由于目前大型煤矿的进线电压最高为 110kV，除真空断路器最高电压为 3kV～35kV 外，其他电器的适用电压范围为 3kV～110kV。

按灭弧介质的不同，高压断路器可分为油断路器、空气断路器、真空断路器、六氟化硫断路器、固体产气断路器和磁吹断路器等。在高压供电系统中，油断路器和空气断路器属于淘汰产品，而固体产气断路器和磁吹断路器也很少用，故本规范只对使用较多的真空断路器和六氟化硫断路器的安装进行规定。

目前，真空断路器主要标准依据为《3.6kV～40.5kV 交流通用技术文件》JB/T 3855 和《12kV～40.5kV 高压真空断路器订货技术条件》DL 403，因此，本规范将真空断路器适用范围规定为 3kV～35kV。

对于阻波器，其主线圈安装工程施工及验收应符合本章的规定，其调谐元件的安装，应执行国家现行有关规定。

4.1.2 建(构)筑物施工质量的好坏，直接影响到电气安装工程的施工质量。本条规定与高压电器安装工程有关的建(构)筑物的工程质量，应符合现行国家标准《建筑工程的施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定，是要求建(构)筑物在电器安装工程施工前，就已经施工完毕并验收合格，避免不同施工项目同时交叉和平行作业，对电器设备安装工程的施工质量产生不利影响，甚至造成质量事故。

4.2 六氟化硫断路器安装

4.2.1 设备到达现场后，应及时进行验收检查，发现问题及时处理。

1　为避免六氟化硫断路器受潮气的侵入，应特别注意充满六氟化硫等气体的部件的气体压力是否符合要求。

2　对制造厂或订货合同规定需要安装冲击记录仪时，应记录全过程冲击加速度，现场应对冲击记录仪进行检查签证，而且冲击记录应随安装技术文件一起归档。

4　瓷套管有隐伤、法兰结合面不平或不严密，均会引起严重泄漏甚至爆炸，所以外观检查特别重要。六氟化硫断路器的瓷套外观检查有疑问时，应考虑探伤试验。

7　六氟化硫断路器密封是否良好，是考核其可靠性的主要指标之一。为防止水分渗入到断路器内，对密封材料应有严格要求，故本款规定组装用的密封垫、密封脂等，应符合产品技术文件的要求。

9　六氟化硫密度继电器、压力表一般为断路器制造厂的外购产品，往往只提供原厂的合格证明文件，而忽略对其进行相应检验。本款明确规定，设备出厂应对六氟化硫密度继电器和压力表进行检验，并提供检验报告。

10　为避免返工，罐式六氟化硫断路器安装前应对电流互感器进行本条所规定项目的核对和试验。

11　本款对六氟化硫断路器的解体进行了规定。因施工现场条件差，解体时需进行气体回收、抽真空、充气等一连串复杂工序，而且现场易受水分、尘埃的影响，故非万不得已，不应在现场解体检查。

12　本款对检查、组装六氟化硫断路器的工作条件提出要求。由于六氟化硫气体中的水分对产品绝缘、开断性能及对零部件的腐蚀等都有不利影响，因此，灭弧室检查组装，以及罐式断路器更换吸附剂、端盖密封面处理等，一是要求空气的相对湿度不得大于80%；二是因此项工作要求比较细致、时间较长，一般规定在2h内处理完毕，并且采用符合产品技术文件规定的防尘、防潮措施，以减少空气中的悬浮尘埃进入灭弧室。

13　本款第1项关于绝缘瓷瓶的选用，因支持瓷瓶伞裙的朝向不同，支持瓷瓶倒装时应选用倒装支持瓷瓶。

4.2.2　本条对六氟化硫断路器到达现场后的保管，提出了要求。

1　本规范把支柱式六氟化硫断路器的灭弧室统称为灭弧室，把罐式六氟化硫断路器的灭弧室统称为罐体；设备保管尤其要注意定期检查有关部件的预充气体的压力值，并做好记录。如气体的压力低于允许值，应及时补充气体；泄漏严重时，应及时通知制造厂协商处理。

2　罐式断路器的套管较长，为避免受损，应将罐式断路器水平存放保管。

4.2.4　制造厂提供的产品，应是包含现场正确安装、试验合格的完整产品。因此，本条明确六氟化硫断路器的组装，应在制造厂技术人员的指导下进行。

5　本款规定按产品技术文件要求更换吸附剂，其过程一般为：在开关组装完毕后，更换为活化后的、重新开箱的吸附剂，并立即封入开关内，然后进行抽真空作业，以去除水分。

4.2.5　由于罐式断路器安装比柱式断路器安装工序要复杂得多，本条对罐式断路器的安装提出专门要求。

1　35kV～110kV 罐式断路器其高度一般满足公路运输要求，充六氟化硫气体整体运输的罐式断路器，在气压及水分含量满足要求的情况下，现场可直接就位。

4.2.6　断路器和操作机构的联动是设备安装的最终目的。

1　六氟化硫断路器在未充足气体的情况下就进行分合闸，可能会损坏断口内的一些部件，故要求在联动前，断路器内应充有额定压力的六氟化硫气体。

3　采用液压操作机构的六氟化硫断路器有可能产生慢速分、合闸，这种慢速分、合闸在带电操作时，可能会造成严重事故。故本款规定，具有慢速分、合功能的操作机构，在进行快速分、合闸操作前，应先进行慢速分、合闸操作，以检查断路器有无这方面的防

卫功能。目前出厂的配有液压操作机构的断路器都具备防止失压慢分或失压后重新打压慢分的功能，这是对产品的基本要求。

4.2.8 在相同的压力下，在设备接线端子上涂电力复合脂比涂凡士林的接触电阻要小得多，所以本条第2款规定接线端子的连接面应涂薄层电力复合脂；另外，在接线端子上涂电力复合脂后，不必再在搭接处周围涂密封胶，因为目前我国生产的电力复合脂的滴点可高达180℃～220℃，在运行中不会流淌。

4.2.9 作为防止电晕的主要措施，要求均压环表面光滑、无划痕和毛刺，这是对电器部件的最基本要求。

4.2.10 本规范中，接地作为一个章单独来编写，故此处将接地引向了本规范第13章“接地装置安装工程”。本规范中类似情况还有第4.4.2条、第4.5.2条第7款第1)项、第4.6.4条第13款、第5.8.16条第7款、第5.8.17条4款等，都把相应内容引到后面的主章节中去。

4.3 真空断路器安装

4.3.1、4.3.2 灭弧室是真空断路器的主要部件，其外壳多采用陶瓷或玻璃材质，均属于易碎品，运输过程中应防止其损坏，这些在现行行业标准《12kV～40.5kV高压真空断路器订货技术条件》DL 403中都有规定。

因真空断路器外壳容易破损，真空断路器运抵现场后，应对每个断路器进行认真检查。

4.3.3 加强对真空断路器运抵现场后的保管，意义十分重大。现行行业标准《12kV～40.5kV高压真空断路器订货技术条件》DL 403中第8.2.4条规定：“产品应储存在环境温度－40℃～＋50℃、通风且无腐蚀性气体的保管场所中”；第8.2.5条规定：“保管期限如超过真空灭弧室上注明的允许储存期，应重新检查真空灭弧室的内部气体压强”。

4.3.4 目前真空断路器已做到本体和机构一体化设计制造，真空

断路器的安装与调整比其他断路器容易，内容较少，现场主要是安装和传动试验工作，并通过交接试验来对产品的性能进行验证。

4.4 断路器操作机构安装

4.4.1 断路器操作机构调整的合适与否，关系到断路器能否准确可靠的动作。

6 由于现场不具备校验压力表的条件，可根据制造厂提供的检验报告，只对比检验电接点的动作值及正确性。

9 缓冲器用油，一般选用国产 10 号航空液压油，其在 50℃时的黏度不小于 $10mm^2/s$，其适用环境温度范围为－30℃～50℃。

11、12 关于操作机构的防止踊跃功能、远方和就地操作及防止非全相运行功能，是对操作机构的基本要求。这些功能大多是通过二次回路来实现的，要求继电器等二次元件具有稳定可靠、精度高、寿命长等特点。

4.4.3 弹簧机构成套性强，有涡圈式、凸轮盘式等多种形式，其工作原理是利用电动机对合闸弹簧储能，并分别由合闸掣子、分闸掣子在相对应状态下保持。

4.4.4 液压机构运行时，往往出现系统堵塞和渗漏现象，因此液压系统安装时，应特别注意对系统内各元件、部件进行清洗，注油时应经过滤，各接口应注意密封的完整性和有效性。

4.4.6 永磁操作机构是用永磁体实现合闸保持和分闸保持的一种新型电磁操作机构，它采用了一种全新的工作原理和结构，工作时运动部件少，具有较高的可靠性，为断路器实现智能控制奠定了基础。

4.5 高压隔离开关、负荷开关及熔断器安装

4.5.2 本条第 4 款触头相互对准、接触良好的目的是减少触头被电弧烧损，保证使用寿命；使用拉杆式操作机构时，往往会因手动操作合闸用力不当而造成机构的损坏，故本条第 7 款关于传动装

置安装，应注意调整定位装置及备用行程。

4.5.3 由于110kV及以下隔离开关一般采用三相联动，因此本款对隔离开关的三相不同期性作出了规定。

4.5.4 在隔离开关、负荷开关触头表面涂以复合脂，会因转动造成复合脂在触头表面堆积，而因为复合脂的导电性，又会发生放电烧伤触头事故，所以本条第1款规定，在隔离开关、负荷开关触头表面应涂以薄层中性凡士林。

4.5.8 高压熔断器安装时，应注意检查熔管、熔丝质量及规格是否符合要求，并应按规定进行安装。

4.6 避雷器和中性点放电间隙安装

4.6.1 避雷器有排气式和阀式两大类，而阀式避雷器又分为碳化硅避雷器和金属氧化物避雷器。由于金属氧化物避雷器保护性能好，目前处于市场主导地位，本规范只对金属氧化物避雷器的施工及验收作出规定，其他类型避雷器的安装可参照本规范及产品技术文件执行。

4.6.4 避雷器防爆膜(片)破损后，潮气或水分会浸入避雷器内部，若损坏过大，则此避雷器不能投入使用，故本条第1款第3)项规定应对防爆膜(片)进行认真检查。为防止金属氧化物避雷器防爆膜(片)在运输过程中损坏，运输前都加了临时保护盖，安装前应将其取下，否则防爆膜(片)不起防爆作用。

2 目前金属氧化物避雷器产品出厂时，均已配装试验合格，若现场安装时互换，将改变其使用特性，故本条规定应严格按照制造厂编号组装。

12 避雷器引线横向拉力过大，易造成避雷器损坏，为此本款要求其横向拉力不应超过其允许的承受拉力。

4.7 互感器安装

4.7.2 为保证互感器的绝缘水平，本条第1款规定应对气体绝缘

的互感器进行气体压力或密度检查。在进行器身检查时，为防止互感器绝缘受潮，对周围空气的相对湿度及其在相对湿度下器身露空时间，应遵循变压器器身检查的有关规定。

3　本款规定 110kV 的互感器应采用真空注油，相关工艺应执行产品技术文件的要求。

4.7.3　电容式电压互感器由于现场调试困难，制造厂出厂时均已调试好后成套发运。本条第 3 款对电容式电压互感器安装，强调应仔细核对成套设备的编号，否则会出现错误。

4.7.4　为确保互感器安全投入运行，本条对互感器各部位接地作出规定。

4.8　电容器安装

4.8.2　电容器组中，三相误差越小，保护装置的保护性能就越可靠。对制造厂已经分好组运输的电容器，现场应进行试验并复核分组电容量；静止补偿电容器平均电容值及偏差值，应满足继电保护要求。

4.8.4　对地绝缘的电容器组，若一端电容器由于损坏对外壳击穿后，另一端电容器之一极与外壳间将产生过高电压而招致损坏，故本条第 3 款规定，凡与地绝缘的电容器组的外壳及支架，应接至固定电位，以保证其不受过高电压。

4　电容器端子的连线，在设计无要求时，宜采用软导线连接。

6　根据现行国家标准《电线电缆识别标志方法》GB/T 6995.2 第 4.1 节的规定："交流三相电路的 A 相：黄色；B 相：绿色；C 相：红色；零线或中性线：淡蓝色；安全用的接地线：黄和绿双色（每种色宽约 15mm～100mm 交替贴接）"。

4.8.5　耦合电容器顶盖螺栓松动或接线端子受力过大，均将造成电容器进水而引起损坏或造成事故。本条第 3 款规定，在进行耦合电容器安装时，不应松动其顶盖上紧固螺栓。

两节或多节耦合电容器叠装时，制造厂均已选配好，其最大与

最小值之差不超过其额定值的5%，故本条第5款要求按制造厂的顺序进行安装。

4.9 阻波器安装

4.9.1 3kV～110kV阻波器安装工程的施工与验收执行本规范的规定，其调谐元件的安装，应按照国家现行有关标准的规定进行。

4.9.2 由于阻波器悬吊时受引下线拉力的影响，故要求其轴线垂直于地面。

4.10 工 程 验 收

4.10.1 本条规定了工程竣工后，在交接时进行检查的共有项目和要求，并把交接试验合格作为电气设备交接验收的前提条件。

4.10.2 本条第2款～第6款中，操作机构的联动，分、合闸指示，辅助开关动作，密度继电器的报警、闭锁值，电气回路传动，六氟化硫气体压力、泄漏率和含水量等，都直接涉及电气设备运行的安全可靠性。

7 在产品技术文件要求安装带电显示装置时，带电显示装置应结合交接试验进行检验，显示和动作应正确。

9 在订货合同中明确的备品、备件、专用工具或仪器仪表，应移交运行单位，以便运行维护检修。

4.10.8 电容器组采用差压保护时，为保证保护的可靠性，本条第2款要求电容器组二次保护接线极性应与一次接线极性相一致。

4.10.10 出厂的每台设备都应附有产品合格证明文件，包括出厂试验报告、装箱单和安装使用说明书，技术文件的分数，应符合设备订货合同的约定。

施工单位在进行设备交接验收时，应按本条规定提交技术文件，这是新设备的原始档案资料和运行及检修的依据。移交的技术文件应完整、正确。

5 变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站安装工程

5.1 一 般 规 定

5.1.3 注油保管的变压器、电抗器、接地变压器，油样试压及含水量检查，是反映保管状态的重要手段，选取击穿电压≥60kV 和含水量≤10μL/L 标准，能满足变压器、电抗器、接地变压器的保管要求的。

5.2 装卸及就位

5.2.1 为防止变压器在运输过程中发生结构变形，正常情况下，制造厂规定变压器倾角仅允许为 15°；特殊运输方式其倾角超过 15°时，应在订货时特别提出，以便做好加固措施。本条第 1 款对变压器、电抗器、接地变压器及箱式变电站的装卸提出要求。

5.3 绝缘油处理

5.3.1 本条第 2 款对绝缘油取样进行了规定，并要求执行现行国家标准《电力用油（变压器油、汽轮机油）取样方法》GB 7597 的规定。

5.4 排　　氮

5.4.3 本条规定是为了保障作业人员安全和健康。

5.5 器 身 检 查

5.5.2 由于运输、冲击监视装置等原因，不能确定运输、装卸过程中冲击加速度是否符合产品技术要求时，应与制造厂共同分析原

因，确定内部检查方案并最终得出检查分析结论。本条所述相关人员主要包括建设、监理、施工、运输和制造单位的人员。

5.5.3 为确保工作人员的安全、健康，本条第3款对器身检查过程中，箱体内的氧气含量及空气湿度进行了规定，其中的氧气含量不得低于19.5%，引用了现行国家标准《缺氧危险作业安全规程》GB 8958的规定。现行国家标准《缺氧危险作业安全规程》GB 8958第5.3.2条规定：在已确定为缺氧作业环境的作业场所，必须采取充分的通风换气措施，使该环境空气中氧含量在作业过程中始终保持0.195以上。

5.5.5 变压器、电抗器器身在空气中暴露时间的计算：带油从开始放油时算起；不带油的从揭顶盖或打开任一堵塞算起，到开始抽真空或注油为止。

5.5.6 变压器、电抗器铁芯多点接地后，在接地点之间可能会形成闭合回路，产生循环电流而引起局部过热，甚至烧损铁芯，因此，本条第3款第3)项规定应检查变压器、电抗器铁芯有无多点接地。

14 在进行器身检查的同时，应对箱壁上的阀门进行检查，阀门开闭应灵活，指示应正确，否则以后不易检查和处理。

15 在全部检查完毕后，用合格的绝缘油冲洗铁芯和器身等，以清除杂物。冲洗器身会产生静电，要求冲洗器身时，不得触及引出线端头的裸露部分，以防止触电。

5.6 内部安装及连接

5.6.2 在进行变压器、电抗器的内部安装及连接时，应执行拟定的安装及连接的具体内容和顺序，避免返工；同时在安装及连接过程中，极有可能将工具及多余的材料、配件遗留在变压器或电抗器的箱体内，它们是造成变压器或电抗器内部故障的重要隐患。因此，本条规定在进行变压器、电抗器的内部安装及连接时，应有专人监护。

5.7 干　　燥

5.7.2、5.7.3　为防止变压器、电抗器的绝缘老化或破坏，在变压器、电抗器干燥的过程中，应对加热温度进行监控。

5.7.5　变压器、电抗器干燥过程中，在保持温度不变的情况下，绝缘电阻先下降后回升，并持续 6h 保持，此处的时间引用了现行国家标准《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 50148 中的规定。

5.8 本体及附件安装

5.8.4　本条规定在冷却装置安装前，应按制造厂规定的压力值进行密封试验。

1　强迫油循环风冷却器的密封试验标准，制造厂一般规定为 0.25MPa 压力。

2　强迫油循环水冷却器的密封试验标准，制造厂一般规定：先将冷却器注油 250kg，2h 后在下部放油塞处取油样试验，如油的绝缘耐压值不低于注油时的数值，则冷却器不需另外清洗，否则须清洗。然后再从水室入口处注入清水，使水从出口缓缓流出，水中应无油星。将出水口封闭，加水压至 0.25MPa，维持 1h，再进行油压试验。正常情况下，冷却水压力在 0.05MPa 左右。

5.8.7　本条第 2 款规定，升高座的缺口应与变压器引出线方向一致，主要是防止因振动等原因造成引出线绝缘破坏，并且为了便于套筒的安装，电流互感器的中心线应与升高座的中心线相一致。

5.8.8　套管顶部结构的密封至关重要，密封不良极易因潮气沿引线渗入变压器线圈而造成事故。本条第 2 款规定套管的吊装应按产品技术文件的要求进行。

如果末屏接地不良，末屏对地会形成一个电容，而这个电容远小于套管本身的电容，按照电容串联原理，将在末屏与地之间形成很高的悬浮电压，易造成末屏对地放电，烧毁附近的绝缘物，严重

时会发生套管爆炸事故。本条第4款规定末屏连接应符合产品技术文件的要求。

5.8.9 气体继电器安装前，应根据专业规程的要求检验其严密性和绝缘性能，并作流速整定。流速整定可参照现行行业标准《气体继电器检验规程》DL/T 540执行。

5.8.11 压力释放阀出厂时已经做过严格检查和试验，而各紧固件和接合缝隙，均涂有固封胶，阀门的各零件不应自行拆动，以免影响阀门的密封和灵敏度。凡是拆动过的阀门应重新试验，合格后才能使用。

5.8.14 温度计安装前按规定应进行检验，不送检的，应有制造厂的检验报告；不送检的温度计，现场应进行温度的对比检查和信号接点的动作和导通检查。温度计应进行现场整定并经运行单位认可。本条第1款对温度的校验进行了规定。

5.9 注　　油

5.9.7 对导向强油循环的变压器，制造厂规定进油门和放油门同时注油和放油，以保持围屏以外油压一致。

5.10 补油、整体密封检查和静置

5.10.3 密封检查主要是检查油箱及附件是否会渗油，故规定“应在储油柜上采用油柱或氮气进行整体密封试验”。

5.11 干式电抗器及干式接地变压器安装

5.11.1 干式电抗器分干式空心电抗器和干式铁芯电抗器两种类型，干式空心电抗器应用较为广泛，而干式铁芯电抗器多用于10kV及以下电压等级的室内安装。

1 设备到达现场后应及时进行检查，以便发现设备可能存在的问题及缺陷，并及时处理。本条规定关于电抗器线圈绝缘受损或导体裸露时的处理，应使用与原绝缘材料相同的绝缘材料，按制

造厂的技术要求进行。

2 混凝土电抗器目前已属于淘汰产品，很少使用，本条所述内容，只是为现有混凝土电抗器的修补提供依据。

3 为避免干式空心电抗器的磁场对周围铁构件产生影响，本条第12款对设备基础及金属围栏进行了规定。

4 为减少故障时垂直安装的电抗器相间支持瓷座的拉伸力，干式空心电抗器安装组合时，应按本条的规定配置。垂直安装时，三相中心线应在同一垂直线上，避免歪斜。

5 为使支柱绝缘子受力均匀，干式电抗器安装时，应注意设备的重心处于所有支柱绝缘子的几何中心处。

6 为缓冲短路时干式电抗器之间所受的冲击力，上下重叠安装的电抗器，应在其绝缘子顶帽上放置绝缘垫圈。户外安装时，由于纸板垫圈受潮或雨淋后会失去其作用，故室外安装的干式电抗器绝缘子顶帽上应放置橡胶垫圈。

当工作电流大于1500A时，为避免对周围铁构件因涡流引起发热，本条第7款规定其连接螺栓应采用非磁性金属材质。

为避免由于多点接地而产生涡流，本条第9款对干式铁芯电抗器的接地进行了规定。

由于干式电抗器周围的强磁场对二次设备及二次电缆会产生很大影响，尤其是室内安装时，应注意安装距离。本条第10款对干式电抗器周围的二次设备及二次电缆安装提出要求，并规定附近二次电缆应单侧接地。

为防止短路时电动力的影响，本条第11款对电抗器间隔内，所有磁性材料的部件固定进行了规定。

5.12 工 程 验 收

5.12.1 本条第7款为强制性条文，尤其是针对中心接地法而言，必须按照其实际要求进行两点共同接地，且两点引出的接地点不应相同，以此确保变压器在其中一点破损的情况下仍能正常接地，

且运行正常。

5.12.2 在以往工程中，由于中性点应该接地的变压器中性点未接地，在冲击合闸时造成了变压器的损坏，故本条第1款规定，中性点接地的变压器在进行冲击合闸前，其中性点必须接地。

由于变压器、电抗器第一次全电压带电后，需要一定的时间对各部进行全面检查，故本条第3款规定第一次受电后持续时间不应小于10min。

5.12.3 变压器、电抗器试运行时间，应从变压器、电抗器连续带后开始算起。

5.12.5 由于变压器是供配电系统核心设备，本条强调除应提交常规技术文件外，还应提交器身检查记录，干燥记录，内部安装、连接和监护记录，维修记录等。

6　旋转电机安装工程

6.1　一 般 规 定

6.1.3　对细长型电动机，为防止转子轴变形，本条第 2 款第 2)项要求在电动机保管期间，应定期盘动转子。

为保护电机的集电环、换向器及轴颈、绕组等不受损伤，本条第 3 款强调了起吊电机定子和转子时的注意事项。

6.2　电动机安装

6.2.1　电动机安装前的检查，应该是较为规范和细致的工作，本条规定在电动机安装前，应对电机气隙、润滑情况、电源引出线的连接及电刷提升装置等进行检查，这是电机安全运行的必备条件。

为提高电动机的工作效率，降低噪声和减少损耗，本条第 3 款对电动机的空气间隙进行了规定。

6.2.9、6.2.10　箱式电机及多极电机在我国已很普及，这里对箱式电机和多极电机的安装提出了规定。

6.2.11　有的电动机或机械不能反转，对有固定转向要求的电机，在试运行前应检查电机的转动方向。

6.3　特殊电机安装

6.3.1　用于煤矿的特殊电机很多，但有些不常用，有些已被淘汰，故本节只对使用较多的自整角机、电机扩大机、测速发电机的安装与验收进行了规定。

6.3.3　自整角机分力矩式和控制式两种，它主要是用来传递角度信息，以实现角度传输、转换和指示，其性能稳定如何直接影响传递精度，因此，本条第 2 款对自整角机转轴跳动提出较高要求。

6.3.5 本条第 6 款特殊电机最低绝缘电阻值，本规范给出的是参考值。

6.4 工 程 验 收

6.4.3 安装后的电动机空载试运行时，测量空载电流是检查电动机有无问题较简单的方法。在空载试验时，如发现电动机三相电流不平衡或电动机发热，就可判断出是电动机的问题。本条第 2 款第 6)项规定，在电动机试运行时应测量电动机的空载电流，目的就在于此。

7 盘、柜安装工程

7.1 一般规定

7.1.1 本规定的适用范围包括保护盘、控制盘、直流屏、励磁屏、信号屏、远动盘、动力盘、照明盘及微机控制有关屏、盘以及高、低压开关柜等；二次回路结线包括保护回路、控制回路、信号回路及测量回路等。

7.1.2 为防止包括地脚螺栓在内的紧固件生锈，应采用镀锌制品，紧固件应尽量采用标准件，以便于更换。

7.1.3 本条文是参照现行行业标准《电力系统二次电路用控制及继电器保护屏(柜、台)通用技术条件》JB/T 5777.2 制定的。

7.1.4 目前，继电保护回路、控制回路和信号回路新增加了不少弱电元件，测量二次回路绝缘时，有些弱电元件易被损坏。故提出测试绝缘时，应有防止弱电设备损坏的相应的安全措施，如将强、弱电回路分开，电容器短接，插件拔下等。测完绝缘后应逐个进行恢复，不得遗漏。

7.1.5 本条规定的目的是为了运行安全和防止潮气及小动物侵入，对于敞开式建筑物中采用封闭式盘、柜的电缆管口，应作好封堵。

7.2 盘、柜的安装

7.2.1 目前国内盘、柜的安装，一般均用基础型钢作底座。基础型钢与接地干线应可靠焊接上，盘、柜用螺栓或焊接固定在基础型钢上，并参照《建筑安装工程质量检验评定标准(自动化仪表安装工程)》TJ 308 中有关规定制定的。

基础型钢施工前，首先要检查型钢的不直度并予以校正。在

施工时电气人员予以配合，本条提出的要求是可以做到的。

手车式开关基础型钢的高度，应符合制造厂产品技术要求。

对基础位置误差及不平行度限制，以保证盘、柜对整个控制室或配电室的相对位置。

7.2.2 本条强调按设计要求采取防震措施。因为设计部门掌握盘、柜安装地点的震动情况，据此提出不同的防震措施，如常用垫橡皮垫，防震弹簧等方法。

7.2.3 考虑到主控制盘、继电保护盘、自动装置盘等有移动或更换可能，尤其当有扩建工程时，若将盘、柜焊死，插入安装盘、柜时将造成困难，故提出不宜焊死。

7.2.4 本规范表 7.2.4 参照现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 中的有关规定制定的。据了解，有的生产厂家的产品本身尺寸误差较大，模拟母线参差不齐等，首先应由厂家保证质量，并在订货合同上予以强调。

7.2.5 特别要注意室外端子箱封闭应良好，箱门要有密封圈，底部要封堵，以防水、防潮、防尘。

7.2.6 装有电器的可开启的屏、柜门，若无软导线与屏、柜的框架连接接地，则当门上的电器绝缘损坏时，将使屏、柜门上带有危险的电位，危及运行人员的人身安全。国外对此极为重视，一般均以软导线可靠接地。鉴于国内制造厂的产品尚不统一，为确保安全生产，本条重申此要求。除要求制造厂予以改进外，订货单位也应在订货时提出该项要求。

裸铜软线要有足够的机械强度，强调用裸线以免断线时不易被发现。

7.3 盘、柜上的电器安装

7.3.1 发热元件宜安装在散热良好的地方，不强调安装在柜顶。因为有些发热元件较笨重，安装在柜顶不安全；有些发热元件安装

在柜顶操作不方便。装置性设备要求外壳接地，以防干扰，并保证弱电元件正常工作。

7.3.2 本条文强调端子板安装的要求；有部分条文在设计规程中已规定，这里重复提出是考虑在安装施工过程中，有可能疏忽。

4 近年来，弱电保护和弱电控制大量出现，为防止强电对弱电的干扰而提出的要求。

7 主要考虑室外配电箱因受潮造成端子绝缘能力降低，故建议采用防潮端子。

8 小端子配大截面导线，在施工中时有发生，安装困难且接触不良，故建议可用两根小截面的导线代替大截面的导线，作为目前的过渡措施。

7.3.3 二次回路的连接件应采用铜质制品，以防锈蚀。在利用螺丝连接时，应使用垫片和弹簧垫圈。对所使用的铜质制品应进行检查。目前生产的连接件，有的质量不合格，经过几次旋拧，丝扣就滑扣了。尤其在运行过程中出现滑扣现象，其后果更为严重。

考虑防火要求，绝缘件应采用自熄性阻燃材料。

7.3.4 目前可采用喷涂、塑料胶粘贴等方法标识。

7.3.6 本条仅指盘、柜内二次回路的电气间隙和爬电距离。本规范不包括一次部分的电气间隙和爬电距离。本条参照现行国家标准《低压成套开关设备和控制设备》GB 7251 编写。

7.4 二次回路结线

7.4.1 为保证导线无损伤，配线时宜使用与导线规格相对应的剥线钳剥掉导线的绝缘。螺丝连接时，弯线方向应与螺丝前进的方向一致。

线路标号常采用异型管，用英文打字机打上字再烘烤，或采用烫号机烫号。这样字迹清晰工整，不易脱色。或采用编号笔用编号剂书写，效果也较好。

7 二次回路应设专用接地螺栓，以使接地明显可靠，订货时

应予注意。

7.4.2 本条系参照现行国家标准《电力系统二次回路用控制及继电保护屏(柜、台)通用技术条件》JB 5777.2 制定。

7.4.3 本条是对连接门上电器、控制台板可动部位的导线的规定。

3 为保证导线不松散,多股导线不仅应端部绞紧,还应加终端附件或搪锡。采用压接式终端附件是较好的一种方式。

7.4.4 本条是对引入盘、柜电缆及芯线的规定。

2 根据现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 及《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169,明确要求控制电缆的金属护层应予接地。

3 关于屏蔽层接地的具体做法,全国尚不统一,故应按设计要求而定。双屏蔽层的电缆,为避免形成感应电位差,常采用两层屏蔽层在同一端相连并予接地。

4 控制电缆目前已大量采用塑料电缆,其芯线本身为彩色塑料绝缘,在施工中能减少大量套塑料管的工作量,省时省料,目前多数工程对塑料芯线已取消了套塑料管的工艺,也有部分工程强调与橡胶芯线做法一致。在此不强求,但橡胶芯线仍应套绝缘管。

据调查,目前大部分工程已不使用橡胶绝缘的电缆做控制电缆,大型电缆制造厂也不生产橡胶绝缘的控制电缆,但橡胶绝缘的控制电缆并不属于淘汰产品,有些地方小型电缆厂目前还在生产这种电缆,故仍提出有关橡胶绝缘控制电缆的做法。

7.4.5 电源的正极接到水银侧接点一端,这样有利于灭弧,防止接点烧损。

7.4.6 油污环境采用塑料绝缘导线较好,在日光直晒环境下,常采用电缆穿蛇皮管或其他金属管的保护措施。

7.5 六氟化硫封闭式组合电器安装

7.5.1 封闭式组合电器在安装前应进行检查,核实各部件、连接

件、装置性材料的数量及规格，检查各气室密封性能，测量各气室的气体压力值和含水量。

密封继电器的检验，由于现场设备的限制，难以在现场进行检验，因此一般以制造厂的出厂试验为准。

7.5.2 封闭组合电器每一间隔均由若干气室组成并固定在同一支持钢架上，支持钢架坐落在基础或预埋槽钢上，因此基础及预埋槽钢的水平误差值是保证封闭式组合电器各元件组装质量的基础条件，各制造厂对其误差值均有明确规定。

7.5.3 产品技术文件规定中明确指出：制造厂已组装好的各元件及部件，在现场安装时，不得拆卸，若必须拆卸时，应事先取得制造厂同意，或由制造厂派人指导下进行。

在元件解体时，各分隔气室要进行气体回收、抽真空、充气等工序，易受空气中水分、尘埃的影响，施工现场环境条件很差，通常对整体运输单元在现场的密封气室均不进行解体检查，由制造厂保证质量。

7.5.4 封闭组合电器各元件的安装，要求现场环境有防尘、防潮措施，空气相对湿度小于80%。

7.5.5 封闭组合电器内部的导电回路的质量由制造厂保证。为了减少导体接触电阻，避免接头发热，在各元件安装时，应检查导电回路的各接触面，当不符合要求时，应与制造厂联系，采取必要措施。

7.5.6 该技术文件的验收规则对制造厂规定：按每批灌装的数的1/3抽样检验。如检验结果有一项指标不合格，则其余成品都应做检验。

7.5.7 气体应有出厂试验报告及合格证件，运到现场后每瓶应作含水量检验。有条件时，应抽样作全分析。

7.6 工 程 验 收

7.6.1 本条规定在工程交接验收时需要进行的检查，资料的

要求。

4 目前有的盘、柜已不带照明装置，但成套柜仍有，故作此规定。

6 增加用于热带的盘、柜的技术要求，对于其他特殊环境，如腐蚀等，亦应按国家现行有关标准进行验收。

7 为防止小动物及潮气等侵入，应做好封堵。考虑到结冰地区曾发生管内积水将电缆冻断事故，故强调应采取措施，使管内不积水。

7.6.2 在交接验收时应按本条规定进行检查。重点检查封闭式组合电器各气室的含水量及漏气率应符合产品的技术规定。

8 低压电器安装工程

8.1 一 般 规 定

8.1.2 本条规定是必要的施工程序，低压电器经过运输、搬运，有可能损坏，尤其易碎易损件(如瓷座、灭弧罩、绝缘底板等)，为确保安装质量，排除隐患，有利于分清责任，保证工程进度，故在安装前应进行检查。

8.1.3 设计施工图一般只给出电气设备平面示意位置，安装高度及与周围的距离要求没有具体规定，根据各地施工经验及调研情况作出距地面高度的规定。

对侧面有操作手柄的电器，为了便于操作和维修，将手柄和建筑物距离规定为不宜小于 200mm。

8.1.4 低压电器虽然种类很多，但其安装固定的基本要求是有共性的，为此将其归纳成一条。

在电气装置安装工程中，设备的“固定”是一个很普通的工序，从目前调研的情况看，设备的固定方式大致有如条文所列几种，故对各种不同的固定方式提出了具体要求。

8.1.5 对低压电气的外部接线提出的基本要求。

1 接线按图施工，对号入座。

3 电源侧的导线接在进线端，即固定触头接线端，负荷侧导线接在出线端，即可动触头接线端，目的为了安全，断电后，以负荷侧不带电为原则。

4 电器的接线螺栓及螺钉的防锈层，系指镀锌、镀铬等金属防护层。

6 大容量电器的引出线端头往往与母线连接，此时由于母线的宽度较大，而接线端子的距离受电器结构尺寸的限制，致使相间

距离过小，为了保证母线相间的安全距离，根据《一般工业用低压电气间隙和漏电距离》JB 911 中的有关规定，施工时可将母线弯成侧弯，或截去一角等方法来达到最小净距的要求。

8.1.6 蓄电池到达现场后，应按产品使用维护说明书的规定进行保管，在产品规定的有效保管期内进行安装及充电。超过其有效保管期，蓄电池因内部的电化学反应造成自放电，电池极板的活化物质将受到损坏而影响蓄电池的容量。在较高的储存温度环境中电池会加速自放电，因此，蓄电池应储存在通风、干燥且温度和湿度适宜的室内。在符合本条第 4 款规定的保管环境下，蓄电池从出厂之日起到安装后初充电时间不应超过 6 个月。

8.1.8 蓄电池充、放电和运行时，会有少量的氢气逸出，开关插座在操作过程中有可能产生电火花而引发氢气爆炸。为了防止氢气发生爆炸对人身安全和设备安全造成危害，规定室内不得装设开关、插座。并应采用防爆型电器。

8.2 低压断路器安装

8.2.1 本条为低压断路器必须达到基本检查项目，只有满足这些基本要求才能保证一次试运行成功。

1 将衔铁表面的油污擦净可防止衔铁表面粘上灰尘等杂质，否则动作时将出现缝隙，产生响声。

4 烘干时，应将灭弧室的温度控制在不使灭弧室变形为原则。

8.2.2 本条为低压断路器安装的基本要求。

1 低压断路器以垂直安装为多，但近年来由于低压断路器性能的改善，在一些场合有横装的，又如直流快速断路器等为水平安装，为此本条不作硬性规定。

2 熔断器安装在电源侧主要是为了检修方便，当断路器检修时不必将母线停电，只需将熔断器拔掉即可。

3 低压断路器操作机构的功能和操作速度直接与触头的闭

合速度有关，脱扣装置也比较复杂。为此，将操作机构安装调整要求单列一款以引起重视。

8.2.3 低压断路器的接线，应符合下列要求：

1 塑料外壳断路器在盘、柜外单独安装时，由于接线端子裸露在外部且很不安全，为此在露出的端子部位包缠绝缘带或做绝缘保护罩作为保护。

2 为确保脱扣装置动作可靠，可用试验按钮检查动作情况并做相序匹配调整，必要时应采取抗干扰措施确保脱扣器不误动作。

8.2.4 本条对直流快速断路器的安装、调整和试验作出规定，特别应考虑了以下情况：

1 直流断路器较重，吸合时动作力较大，故需采取防震措施，根据调查了解认为对基础槽钢采取防震措施是可行的。

2 直流快速断路器在整流装置中作为短路、过载和逆流保护用的场合较多，为了安装上的需要，根据产品技术说明书及原规范的规定，编写了对距离的要求。

直流快速断弧焰喷射范围大，为此本条规定在断路器上方应有安全隔离措施，无法达到时，则在 3000A 以下断路器的灭弧室上方 200mm 处加装隔弧板；3000A 及以上在上方 500mm 处加装隔弧板。

5 有极性的直流快速断路器，据施工单位反映易接错线，造成断路器误动作或拒绝动作，为此特提出此款，以引起注意。

6 有关耐压试验本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 有关的规定，但在其标准中只规定做低压电器与二次回路联结在一起的耐压试验，不做单体部件的耐压试验，故特提出此要求。

模拟短路情况下合闸，可与按现行国家标准《电气装置安装工程　电气设备交接试验标准》GB 50150 有关条文规定的试验一起做。

8.3 低压隔离开关、刀开关、转换开关及熔断器组合电器安装

8.3.1 本条为隔离开关与刀开关的安装应符合的基本要求。

1 刀开关在水平安装时断弧能力差，故仅在条文规定的几种情况下，方允许水平安装。

2 大电流开关，由于操作力大，触头或刀片的磨损也大，为此一些产品技术文件要求适当加些电力复合脂或中性凡士林以延长使用年限。

8.3.2 本条规定的内容是根据产品技术文件提出的。

8.3.3 本条为转换开关和倒顺开关安装的基本要求。

8.3.4 本条强调安装后对此种负荷开关所带熔断器及灭弧栅的检查，以确保开关可靠灭弧。

8.4 低压接触器及电动机启动器安装

8.4.1 本条规定是低压接触器和电动机启动器在安装前检查时所应达到的，这样就为以后能否顺利的试运行创造了好条件，故此也是最基本的要求。

1 制造厂为了防止铁芯生锈，出厂时在接触器或启动器等电磁铁的铁芯面上涂以较稠的防锈油脂，在通电前必须清除，以免油垢粘住而造成接触器在断电后仍不返回。

4 电动机的保护特性系指电动机反时限允许过载特性。

据向制造厂了解，每个热继电器出厂试验时都进行刻度值校验，一般只做三点（最大值、最小值、中间值），为此当热继电器作为电动机过载保护时用户不需逐个进行校验，只需按比例调到合适位置即可；当作为重要设备或机组保护时，对热继电器的可靠性、准确性要求较高，按比例调到合适位置恐怕有误差，这时可根据设计要求，进行定值校验。

8.4.2 有间隔的通电是为了防止合闸瞬间，线圈电流大，如果通电时间长，使线圈温升超过允许值而烧毁线圈，故要求有间隔地

通电。

8.4.3 真空接触器目前已普遍采用，这些基本要求是根据产品说明提出的。

8.4.4 对新安装和新更换的真空开关管要事先检查其真空度。根据产品说明书要求在 10^{-2} 帕(10^{-4} 托)以上。可用工频耐压法检查；触头间距 1.8mm±0.2mm 时，要求耐压 8kV 以上，经三次检查后，不允许有击穿和连续闪络现象。

8.4.5 真空接触器接线时应按出厂接线图接外接导线，接地线可接在固定接地极或地角螺栓上。

8.4.6 可逆电磁启动器或接触器，除有电气联锁外尚有机械联锁，要求此两种联锁动作均应可靠，防止正、反向同时动作，同时吸合将会造成电源短路，烧毁电器及设备。

8.4.7 星形、三角形启动器是启动器中较为常用的电器，由于电动机接法要变化才能达到降低电压启动的效果，本条为检查其接法和转换时的要求。

8.4.8 本条为自耦减压启动器的安装及调整要求。

3 自耦减压启动器出厂时，其变压器抽头一般接在 65%额定电压的抽头上，当轻载启动时，可不必改接；如重载启动，则应将抽头改接制 80%位置上。

用自耦降压启动时，电动机的启动电流一般不超过额定电流 3 倍～4 倍，最大启动时间(包括一次或连续累计数)不超过 2min，超过 2min 按产品规定应冷却 4h 后方能再次启动。

8.4.9 本条是对闭合主触头所需的力完全由人力产生的启动器检查的基本要求。

8.4.10 本条系指电磁式、气动式等接触器和启动器，规定主要是检查接触器或启动器在正常工作状态下加力使主触头闭合后，接触器、启动器工作是否正常，否则应及时处理；对重要设备上所用的接触器、启动器检查其启动值，目的在于确保这些接触器、启动器和重要设备可靠运行。

8.4.11 本条是确保变阻式启动器正常工作，防止电动机在启动过程中定子或转子开路，影响电动机正常启动所必须的基本要求。

8.5 控制器、继电器及行程开关安装

8.5.1 本条控制器系指凸轮控制器和主令控制器。

1 制造厂技术文件规定，有些系列主令控制器适用于交流，不能代替直流控制器使用，为此应检查控制器的工作电压，以免误用。

2 本条规定了操作手柄或手轮的高度，以便操作和观察。调研结果说明，多数工程都能执行规定，但也有少数例外。

3 控制器的特点是操作次数频繁、档位多。例如：KTJ 系列交流凸轮控制器的额定操作频率为 600 次/h，LK18 系列主令控制器的额定操作频率为 1200/h，故本条提出此要求。有的操作手柄带有零位自锁装置，这是保安措施。安装完毕后应检查自锁装置能正常工作。

4 为使控制对象能正常工作，应在安装完毕后检查控制器的操作手柄或手轮在不同位置时控制器触头分、合的顺序，应符合控制器的接线图，并在初次带电时再一次检查电动机的转向、速度应与控制器操作手柄位置一致，且符合工艺要求。

5 触头压力、超行程是保证可靠接触的主要参数，但它们因控制器的容量不同而各有差异；而且随着控制器本身质量不断提高，其触头压力一般不会有多大变化。为此本条只要求压力均匀（用手检查）即可，除有特殊要求外，不必测定触头压力，但要求触头超行程不小于产品技术文件的要求。

6 本条是根据制造厂“磨损部分应经常保持一定的润滑”的规定而定，目的是使各转动部件正常工作，减少磨损，延长使用年限，故在控制器初次投入运行时，应对这些部件的润滑情况加以检查。

8.5.3 根据有关按钮安装的要求，本条规定了其安装高度的范围

及倾斜安装时的倾斜角要求，其余要求为施工实践及产品技术文件所规定的。

8.5.4 行程开关种类很多，本条为一般常用的行程开关有共性的基本安装要求。

8.6 电阻器及变阻器安装

8.6.1 根据产品技术文件，电阻器可以叠装使用，但从散热条件、不降低电阻器容量及箱体机械强度考虑，直接叠装的层数不应超过四箱，超过四箱不能直接靠电阻箱本身的铁皮和框架来承受重量，所以规定应采用支架固定，但也不宜超过六箱，否则运行不安全。另外为了散热方便，电阻器底部与地面之间留有一定散热距离。

8.6.2 电阻器发热后，热气流上升而影响其他电器设备运行，为此电阻器应安装在其他电器的上方，且两者之间应有适当的间隔。

8.6.3 电阻元件最高允许发热温度可达 300℃～350℃，因此元件之间的连接线，应采用裸导线，一般用铜导线或钢导线。

电阻器因其工作环境、用途不同，所以发热情况不一样，为此，其外部接线的施工方法也不是相同的，要根据具体情况来决定，对能产生高温的特殊电阻器，应按产品的技术文件的规定来考虑，但要保持接触可靠。

8.6.4 电阻器与变阻器在运输途中或安装时因搬运不慎而受到机械损伤，因此在安装就位后应对电阻器及变阻器进行检查，不应有断路或短路的现象，必要时，对其阻值应用电桥进行测量，由于实测值与铭牌值之间的误差，各类电阻器及变阻器尚未统一，因此规定应符合产品技术文件的要求。

8.6.5 变阻器的转换调节装置用来改变阻值，以调节电动机的转速或直流发电机的电压。因此对转换调节装置的移动、限位开关、电动传动、手动传动等的功能，均应按产品技术文件的要求进行试验，本条文是列举这些试验的主要要求。

8.6.6 频敏变阻器专供50Hz三相交流绕线型电动机转子回路作短时启动之用。此时启动的电动机负载，可分为轻载（如空压机、水泵等）、中载、重载（如真空泵、带飞轮的电机）和满载四种情况。为了获得最合适的负载启动特性，一般改变绕组匝数的抽头进行粗调，在调整抽头过程中，连续启动次数及总的启动时间，应符合产品技术文件的要求。同时要防止电动机及频敏变阻器过热。

8.7 电磁铁安装

8.7.1 电磁铁的铁芯表面应保持清洁，工作极面上不得有异物或硬质颗粒，以防衔铁吸合时撞击磁轭，造成极面损伤并产生较大噪声。

8.7.4 长行程制动电磁铁（如MZSL系列），为了避免在通电时受到冲击，制成空气缸，调节气缸下部气道孔的螺钉即改变了气道孔的截面大小，就可以改变衔铁的上升速度，达到平稳、无剧烈冲击的目的。

8.7.5 MZZ5系列直流制动电磁铁采用空气隙作为剩磁间隙的结构，避免了非磁性垫片被打坏的现象；增加了磁隙指示，有利于产品的维护和调整。安装调整时，应使衔铁行程指针位置符合产品技术文件的要求。

8.7.6 MQ3系列交流牵引电磁铁适用于交流50Hz额定电压至380V的电路中作为机械设备及自动化系统中各种操作机构的远距离控制之用。电磁铁的额定行程分为微型（10mm）、小型（20mm）、中型（30mm）、大型（40mm）四级，有的装在管道系统中的阀门上，有的则装在设备上，其共同特点是控制较精确，动作行程短，故电磁铁位置应仔细调整，使其动作符合系统要求。

8.7.8 有特殊要求的电磁铁，如直流串联电磁铁，应测量吸合电流和释放电流，其值应符合设计要求或产品技术文件规定。通常其吸合电流为传动装置额定电流的40%，释放电流小于传动装置

额定电流的10%，即空载电流。

8.8 熔断器安装

8.8.5 本条规定是为避免配装熔体时出现差错，影响熔断器对电器的正常保护工作。

8.8.7 有些熔断器如RT-18X系列断相自动显示报警熔断器，就带有接线标志。电源进线应接在标志指示的一侧。

8.9 蓄电池组安装

8.9.1 本条规定了阀控式密封铅酸蓄电池组应符合的要求。

2 由于蓄电池的外壳主要采用ABS、PP等塑料，使用有机溶剂会导致其老化，故不得用有机溶剂擦洗外壳。

3 根据蓄电池使用维护说明书规定了对蓄电池安装的要求：

1)在设计和制造厂考虑了蓄电池基架接地时，宜按设计和制造厂要求接地；

2)蓄电池在搬运过程中，应注意不要触动电池极柱和安全排气阀，以免使电池极柱受到额外应力及蓄电池密封性能受到破坏；

3)蓄电池之间应保持适当的距离，以利于蓄电池的散热和维护；

4)蓄电池都是荷电出厂的，因此安装的时候要注意防止电池短路，连接的时候要戴绝缘手套，使用绝缘工具，当使用扳手时，除扳头外其余金属部分要包上绝缘带，杜绝扳手与蓄电池正、负极同时相碰，形成正、负极短路故障；

5)为减少接触电阻和防止腐蚀，接头连接部分应涂以电力复合脂。螺栓紧固应采用力矩扳手，力矩值应符合产品技术文件要求，因为螺栓过紧可能损坏接线柱，而过松会因接触不良导致发热。

4 为了防止连接引出电缆时蓄电池极柱受到太大应力而损坏蓄电池，故需要采用过渡板连接。为了防止人体不小心触及带

电部分，故要求接线端子处应有绝缘护罩。

6 蓄电池安装后首次充电是为了使蓄电池达到完全充电状态。阀控式铅酸蓄电池容量等性能与温度有关，且过高的温度容易损坏蓄电池，故对蓄电池充电时的环境温度及蓄电池表面温度予以规定。

7 阀控式密封铅酸蓄电池在厂家已经进行了充、放电，都是荷电出厂。根据现行国家标准《固定型阀控式铅酸蓄电池 第2部分：产品品种规格》GB/T 19638.2、《阀控式密封铅酸蓄电池订货技术条件》DL/T 637等标准和国内目前大部分蓄电池厂家的出厂试验报告，本条确定蓄电池安装后投运前应进行蓄电池开路电压和容量测试。

8 完全充电的标准是根据国家现行标准《固定型阀控式铅酸蓄电池 第2部分：产品品种规格》GB/T 19638.2、《通信局(站)电源系统维护技术要求 第10部分：阀控式密封铅酸蓄电池》YD/T 1970.10确定。

9 开路电压测试标准和要求是根据国家现行标准《固定型阀控式铅酸蓄电池 第2部分：产品品种规格》GB/T 19638.2、《阀控式密封铅酸蓄电池订货技术条件》DL/T 637等确定的。

10 本条是关于蓄电池容量的测试要求：

1)容量测试的标准和要求根据国家现行标准《固定型阀控式铅酸蓄电池 第2部分：产品品种规格》GB/T 19638.2、《阀控式密封铅酸蓄电池订货技术条件》DL/T 637等标准确定；

5)阀控式铅酸蓄电池的额定容量是25℃是10h率放电容量，因此新装蓄电池组作容量校验时采用10h率放电制；因为蓄电池的容量与温度有关，故蓄电池的温度不是25℃时要进行容量换算；

6)蓄电池放电后，没及时充电则会容易出现硫酸盐化，硫酸铅结晶物附在极板上，堵塞电离子通道，造成充电不足，电池容量下降，亏电状态闲置时间越长，电池损坏越严重。所以放电后应尽快

进行安全充电。

11 本条是根据国家现行标准《固定型阀控式铅酸蓄电池 第2部分:产品品种规格》GB/T 19638.2、《阀控式密封铅酸蓄电池订货技术条件》DL/T 637、《电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程》DL/T 724等确定的。

12 在充、放电期间按规定时间记录每个蓄电池的电压及表面温度,以监视蓄电池的性能,发现个别电池的缺陷,若有蓄电池在电压、温度上相差较大,则表示该电池有问题;测量整组蓄电池的电压及电流,依据这些数据整理绘制充、放电特性曲线,供以后维护时参考。

8.9.2 本条规定了镉镍碱性蓄电池组应符合的要求。

1 碱性蓄电池在安装前做外观检查,以发现明显的缺陷及运输中可能造成的损坏,防止不必要的返工。

1)高倍率小容量碱性蓄电池,有的产品带电解液出厂,故应检查渗漏情况;

2)若单体蓄电池的极性标示发生错误,在蓄电池组内将出现单体电池反接现象,因此外观检查时应检查极性是否正确;有孔气塞的通气性不好,在充、放电及正常运行时,放出气体无法排出,壳内压力增加会发生爆炸或壳体胀裂跑碱等事故;

4)碱性蓄电池在充、放电期间有放水和吸水现象,如液面过高,在充电过程中由于放水使液面升高,加之产生的少量气体,会使电解液溢出壳外,造成蓄电池绝缘下降,当极板露出时会影响蓄电池性能。因此,要求电解液液面保持在两液面线之间。

带液出厂的碱性蓄电池,出厂时用运输螺塞将电池密封,如在运输或保管过程中螺塞松动或脱落,电解液将溢出,且空气中的二氧化碳与电池中碱性电解液发生反应生成碳酸盐,使蓄电池的内阻增加,容量减少,严重影响蓄电池的性能,因此要检查运输螺塞的严密性。

6 本条规定碱性蓄电池电解液使用的材质及其标准,氢氧化

钾是根据现行国家标准《化学试剂　氢氧化钾》GB/T 2306 中的第三级化学纯。

8　配制或灌注电解液的容器，应是耐碱的干净器具，用耐碱容器是防止碱和某些物质起化学反应，生成新的物质影响电解液的纯度。

9　溶解固体碱或稀释碱溶液时放出的溶解热，虽不如稀释浓硫酸时放出的热量多，但为防止溶解时由于放出的热量使碱溶液溅出而腐蚀人体和衣物，故规定不得将水倒入碱中；注入蓄电池中的电解液应是除去杂质的清液，故规定应沉清或过滤；配制好的电解液不立即使用时，应注意密封，以防空气中的二氧化碳与电池中碱性电解液发生反应生成碳酸盐影响电解液的纯度。

10　在充电过程中电解液温度超过 35℃时不宜充电，故规定注入的电解液应冷却到 30℃以下，防止充电时电解液温度过快升高。某些地区夏季温度往往超过 30℃，常规条件下，电解液不可能冷却到 30℃以下，故规定应采取降温措施。为了浸润极板，规定电解液应静置一定时间，浸泡时间宜在 2h～4h。

12　工作场地应备有含量 3%～5%的硼酸溶液。当电解液不慎溅到皮肤上时，应立即用硼酸溶液冲洗；若不慎将电解液溅到眼睛内时，应立即用大量清水冲洗，必要时到医院请医生诊视。

13　由于制造厂规定的碱性蓄电池初充电的技术条件有一定的差异，故应按产品的技术文件要求进行。充电的技术条件指各充电制的充电电流、时间和单体蓄电池充电末期的电压等。

3)催化栓的作用是将蓄电池放出的氢和氧生成水再返回电池本体，以达到减少维护的目的，但它处理氢、氧的能力是按浮充方式设计的，故初次充电时要取下，否则要损坏壳体；

4)防漏运输螺塞是无孔的，换上有孔气塞进行初充电是使蓄电池产生的气体能够外泄，不会因内部压力增高而损坏壳体；

5)充电时电解液的温度在 20℃时，按照规定的充电电流值充到规定的时间，蓄电池充入的实际容量是合格电池的额定容量。

如果充电时电解液的温度不为20℃，随着温度的升高或降低，蓄电池将不能充至额定容量。但镉镍碱性蓄电池一般都有一定的富余容量，故制造厂规定了镉镍碱性蓄电池宜在20℃±10℃范围充电。近年来，鉴于厂家的生产技术的提高，其产品充电时电解液温度在10℃～30℃范围内充电，其容量均可达到额定容量。

电解液的温度低于5℃或高于35℃时，蓄电池进行充电。其充电效率较低；同样，蓄电池在此条件下进行放电，其自放电率会较大，容量变小，两者均影响蓄电池的正常使用，故制造厂规定不宜在低于5℃或高于35℃时充电。

15 本条规定了初充电结束后蓄电池应达到的主要技术指标。

1）碱性蓄电池在初充电时要经过多次充、放电循环才能达到额定容量，产品技术文件一般要求3次～5次内达到要求。一般情况下，新安装蓄电池只需经过3次充、放循环即可达到电额定容量。

2）用于有冲击负荷的高倍率蓄电池，如断路器的操作电源的高倍蓄电池，在给定条件下能否放出所需的电流值，且单体蓄电池的电压能否达到规定值，这是关系到设备特别是电磁操动机构的断路器能否合上，刚合速度能否满足要求的关键，故规定对高倍率蓄电池应进行倍率放电校验。

产品的技术条件一般规定了满容量状态和事故放电后的倍率放电的技术参数。基于电气装置直流电源的运行实际，本条规定只有校验事故放电后的倍率放电。以$0.5C_5$电流值放电1h事故模拟事故放电状态，$6C_5$流值放电0.5s是为了保证断路器合闸的电流值及合闸时间要求。

为了确保设备正常工作，特别是电磁操动机构的断路器可靠合闸且合闸速度符合规定，需要合闸时直流母线电压值也应满足要求。只要单体蓄电池的端电压能达到规定值，直流母线的电压就能满足要求。故规定倍率放电时单体蓄电池的端电压应达到的

电压值，而不校验直流母线的电压，以避免由于单体蓄电池的电压不能满足要求时增加蓄电池的个数来满足直流母线电压的做法。靠增加蓄电池的数量来满足直流母线电压的做法会使合闸母线及合闸回路中的设备在正常运行时长期承受过电压的危害。但实际进行高倍率放电 0.5s 的瞬间要在现场测量每个蓄电池的端电压几乎不可能办到，故规定校验单体蓄电池的平均电压。

3）0.2C_5放电电流是产品技术文件提供的标准放电制放电电流，终止电压 1.0V 是该放电制放电终结参数。在整组蓄电池中，标准放电制终止时，可能有个别不影响使用的落后电池，故允许有5%的单体蓄电池终止电压低于 1.0V。但过低会造成这类电池在以后的充、放电循环内难以恢复到正常值，故最低电压以不得低于 0.9V 为宜。

16 充电结束后，电解液的液面将会发生变化。为保证蓄电池的正常使用，需用蒸馏水或去离子水将液面调整至上液面线。

8.10 工 程 验 收

8.10.1 本条规定了工程交接验收的要求。

1～4 所列要求是安装工程结束应达到的质量标准，只有满足了这些要求才能保证以后的安全运行。

5 因现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 未列入蓄电池部分，故将蓄电池的绝缘电阻测量及其标准列入本条，以保证安装工程质量。对于阀控式铅酸密封蓄电池，因为蓄电池本身具有电动势，不能使用兆欧表进行绝缘电阻测量，测量可用高内阻电压表。

9 母线装置及电机车架线安装工程

9.1 一 般 规 定

9.1.1 母线装置所采用的设备和器材，多数是易损或易遭受腐蚀的瓷件或有色金属材料，而往往有的制造厂和供应部门对包装不重视，以致在运输和保管期间使母线弯曲变形和损伤，瓷件破裂，故作此规定。

9.1.2 本条规定了所有母线表面的质量检查标准。

9.1.3 封闭母线和母线槽，现在国内已有定型产品。母线在运输过程中易受损伤、变形，所以到达现场后，应及时进行外观检查，尤其是接头搭接面的质量应满足要求，否则当通过大电流时，由于接触电阻增大而使接头严重发热。

9.1.4 无论是金属构件连接用的或母线安装用的螺孔均应使用机械进行钻孔，以防止孔眼不规则而影响安装质量。

9.1.5 本条说明如下：

1 金属构件的防腐处理，若采用涂防腐漆，则金属构件应彻底除锈，否则，涂在未除净的金属氧化物上的防腐漆，会因氧化物脱落而脱落，金属又会重新暴露在空气中继续氧化，所涂防腐漆起不到应有的防腐作用。

2 在特别恶劣的环境中的金属构件，仅靠涂防腐漆往往效果不好，所涂漆层短期内即可能脱落，金属继续遭受外界环境的侵蚀，为此，规定应采用热镀锌；在这种环境下的母线也应涂相应的防腐涂料。

9.1.6 为防止当电气设备绝缘及绝缘子被击穿时，原不带电的金属构件有电压而危及设备和人身安全，故作此规定。

9.1.7 母线装置的设备端子一般与瓷质绝缘材料结合在一起，若

设备端子受到超过允许值的额外应力，会造成设备特别是资质绝缘材料损坏。因此，要求不应使接线端子受到超过允许的应力。

9.1.8 本条对母线及导体搭接连接时，根据不同材质和使用环境对其搭接面的处理作出规定，以降低接头的接触电阻，确保接头接触良好，减少接头发热。

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

9.1.10 封闭母线的涂漆是根据现行国家标准《金属封闭母线》GB/T 8349的规定。

9.1.11 本条对各类母线刷相色漆的部位及刷漆质量作出规定。母线刷相色漆不但可以方便运行、维护人员识别相明，母线表面刷漆后，还能起到散热作用。刷漆后的铜、铝母线与裸露的母线相比较，其在相同条件下，温升可下降20%～35%。

户外软母线和封闭母线在两端适当部位涂相色漆以标明相序，刷漆的具体部件不做硬性规定，但位置确定后，全厂（站）应一致。

9.1.12 凡是母线接头处或母线与其他电器有电气连接处，都不应刷漆，以免增大接触面的接触电阻，引起连接处过热。

9.2 硬母线加工

9.2.1 母线矫正平直和切断面平整是母线加工工艺的基本要求，也是保证安装后的母线达到横平竖直、整齐美观的必要条件。

9.2.2 本条说明如下：

（1）根据现行国家标准《电工用铜、铝及其合金母线 第1部分：铜和铜合金母线》GB/T 5585.1中列出的母线规格，结合多年来设计、运行的经验，在表9.2.2中列出了常用的母线规格及其螺栓连接时的接头搭接型式供参考。

（2）关于本规范表9.2.2中母线连接螺栓数量及规格，是根据

本条表1钢制螺栓的拧紧力矩值计算出螺栓施于母线接触面的压强应在6.86MPa～17.65MPa的范围内获得的，该表系选用强度为4.6级的钢制螺栓，故在安装母线接头时，螺栓规格、数量不得任意改动，以免造成接头连接不良而使接头温升过高。

表1　螺栓连接接头压强计算值

接头尺寸	螺栓规格	螺栓紧固力矩(N·m)	螺栓个数	母线接头压强(MPa)
125×125	M20	156.91～196.13	4	11.01～13.96
125×100	M16	78.45～98.07	4	8.46～10.50
125×80	M16	78.45～98.07	4	10.79～13.47
125×63	M12	31.38～39.23	4	7.12～8.90
125×50	M16	78.45～98.07	2	8.46～10.50
125×45	M16	78.45～98.07	2	9.48～11.85
125×40	M16	78.45～98.07	2	10.79～13.47
100×100	M16	78.45～98.07	4	10.79～13.48
100×80	M16	78.45～98.07	4	13.83～17.28
100×63	M16	78.45～98.07	2	8.39～10.48
100×50	M16	78.45～98.07	2	10.79～13.48
100×45	M16	78.45～98.07	2	12.19～15.15
100×40	M16	78.45～98.07	2	13.83～17.28
80×80	M12	31.38～39.23	4	8.91～11.14
80×63	M12	31.38～39.23	4	11.60～14.50
80×63	M14	50.99～61.78	2	7.77～9.42
80×50	M14	50.99～61.78	2	9.99～12.10
80×45	M14	50.99～61.78	2	11.22～13.59
80×40	M14	50.99～61.78	2	12.80～15.50
63×63	M10	17.65～22.56	4	9.84～12.57
63×50	M10	17.65～22.56	4	12.74～16.28
63×50	M12	31.38～39.23	2	9.07～11.33

续表 1

接头尺寸	螺栓规格	螺栓紧固力矩(N·m)	螺栓个数	母线接头压强(MPa)
63×45	M12	31.38～39.23	2	10.17～12.72
63×40	M12	31.38～39.23	2	11.11～14.50
63×31.5	M10	17.65～22.56	2	9.84～12.57
50×50	M8	8.83～10.79	4	9.83～12.01
50×45	M10	17.65～22.56	2	8.57～10.95
50×40	M10	17.65～22.56	2	9.75～12.46
50×31.5	M8	8.83～10.79	2	7.62～9.31
50×25	M8	8.83～10.79	2	9.83～12.01
45×45	M8	8.83～10.79	4	12.46～15.23
40×40	M12	31.38～39.23	1	8.91～11.14
40×31.5	M12	31.38～39.23	1	11.60～14.50
40×25	M10	17.65～22.56	1	9.75～12.46
31.5×60	M10	17.65～22.56	2	10.38～13.27
31.5×31.5	M10	17.65～22.56	1	9.84～12.27
31.5×25	M10	17.65～22.56	1	12.74～16.28
25×25	M8	8.83～10.79	1	9.83～12.01
25×20	M8	8.83～10.79	1	12.64～15.45
20×20	M8	8.83～10.79	1	16.40

9.2.4 矩形母线若用热揻弯，会使母线严重退火和起皱，而且需反复槌打，影响母线原来的质量。目前国内已能生产各种规格母线的冷弯机，故不得进行热弯。

9.2.5 矩形母线因弯曲的角度大小不同，其弯曲处发热温升也不同，直角弯曲处的温升可比 45°弯曲处高 10℃左右，故应减少直角弯曲。为了避免弯曲处出现裂纹及显著的折皱，其弯曲半径应尽可能大于规定的弯曲半径值。多片母线的弯曲程度应一致，以求整齐美观。

9.2.7 母线扭转 90°时，若每相由多片母线组成，为使扭转程度一致，扭转部分的长度就将随片数的增加面需加长，故规定其扭转部分的长度在 2.5 倍～5 倍母线宽度之间选取。

9.2.8 考虑到母线螺孔直径过大会过多的减少母线连接处的有效接触面，可能造成母线连接处发热，规定螺孔的直径不应大于螺栓直径 1mm。

9.2.9 母线接触面加工是否平整，氧化膜是否打磨干净，是母线能否紧密接触和不过热的关键。铝的氧化物其电阻率高达 $1\times10^{16}\Omega\cdot mm^2/m$，而纯铝的电阻率只有 $2.9\times10^{-2}\Omega\cdot mm^2/m$，两者相差甚大。因此，为了防止加工好的接触面表面再次氧化形成新的氧化膜，可及时涂电力复合脂。为保证接触面平整，有条件的地方，母线接触面可采用机加工。

9.2.10 条文中表 9.2.10 系根据现行国家标准《铝及铝合金管外形尺寸及允许偏差》GB/T 4436 制定的。

9.3 硬母线安装

9.3.1 现国内已生产与管形及棒形母线连接用的专用线夹，故应该采用专用线夹连接，而不得采用内螺纹管连接。焊锡的熔点太低，采用锡焊的接头当通过大电流时会因温升高而将其焊锡熔化，故严禁用锡焊连接。

9.3.4 运行单位反映，接头发热最为严重的地方往往是母线与设备连接端子，尤其是圆杆式和螺纹式的接线端子。为此，施工安装时应特别注意，螺母接触面必须平整，丝扣的氧化膜必须刷净，以改善接头发热状况。

另外，现有一类新型特殊的螺纹式端子过渡线夹，其一端的螺纹与端子紧密配合，螺纹长度比现用螺母长许多，另一端则为平板型钻有螺孔与母线连接。此种特殊过渡线夹应由制造厂随设备配套供应。

9.3.5 母线在运行中通过的电流是变化的，发热状况也是变化

的，所以母线在支柱绝缘子上的固定既要牢固，又要能使母线自由伸缩，以使其受额外的应力。为避免交流母线因产生涡流而发热，金具之间不能形成闭合磁路。金具有棱角、毛刺会产生电晕放电，造成损耗和对弱电的信号干扰。

9.3.6 为保证母线的散热和避免形成闭合磁路，作此规定。

9.3.8～9.3.11 根据工矿企业一些特殊用途母线，参照有关规定制定的，以使本规范更具通用性。

(1)重型母线与瓷套管的接线端子连接时，为避免设备因受应力影响而损坏，应采用软连接。在一些特殊地方，重型母线与设备之间的连接亦有不用软连接的，例如：发电机出线入的重型母线就不是软连接的。

(2)重型母线的连接宜使用与母线相同材质制成的紧固件，因为重型母线通过的电流高达几万、十几万安培，且环境温度高，磁场强，使用铁螺栓极易发热。且钢与铝、铜的膨胀系数不同，母线接头运行一定时间后会松动，从而增大接头的接触电阻，所以作此规定。本来凡是母线接头都应这样，但目前国内普遍规定使用铝合金螺栓或铜螺栓还有困难，故在非重型母线接头连接时没有要求使用铝合金螺栓或铜螺栓，但有条件的地方可以使用。

使用铝合金螺栓或铜螺栓，亦应用力矩扳手紧固，当螺栓强度级别相当于钢制螺栓 4.6 级时，其紧固力矩值可参照本规范表 9.3.3或按设计提出的力矩值进行紧固。

(3)在冶炼炉、电解槽前的重型母线，运行温度高，若母线一侧使用铜母线，一侧使用铝母线，在接头处如不使用铜铝过渡接头，则电化腐蚀严重；而采用铜铝过渡接头又会由于运行温度高致使铜铝接头过渡的闪光焊接处脱落。所以规定不应有铜铝过渡接头，即不应在这种高温场所采用两种材质过渡母线，而应用同一种材质的母线引到运行温度较低的地方再与另一种材质的母线或设备端子连接。

9.3.12 根据铝合金管形母线的结构特点提出几点特殊要求。为

防止管形母线起吊时弯曲变形，规定应采用多点吊装。为了减少电晕损耗和对弱电信号的干扰，管形母线的表面应光滑平整，终端应有防晕装置。

9.4 硬母线焊接

9.4.1 本条规定了焊工应按有关规定进行考试取得相应的资格证书、铝母线的焊接质量应符合现行行业标准《母线焊接技术规程》DL/T 754 的规定，取消了原规范中对焊工考核的具体要求。

9.4.2 本条明确了母线正式焊接前的规定，原规程对接头采用 X 光探伤方法，实际工程中还有搭接头和交接头，还应该采用液体渗透检测方法。

9.4.3 本条规定了硬母线焊接的环境要求和安全要求。

9.4.4 本条强调了焊接前确认母材牌号。

9.4.5 因为焊条(丝)上有水或氧化膜，焊接时焊缝会产生气泡、夹渣，严重的会产生裂纹，故应按焊接手册的规定在焊接前除去其表面的氧化膜、水分和油污等杂物。

9.4.6 本条规定槽形、管形、封闭、重型母线都应用氩弧焊。因为手工钨极氩弧焊可以进行全方位焊接，在施焊时，氩气将空气与焊件隔开，因此焊缝不会产生氧化膜和气孔；氩弧焊加热时间短，电流均匀，热影响区较小，母线退火不严重，焊接后母材强度降低不多，焊缝产生裂纹的可能性较气焊和碳弧焊为少。目前国内已生产出钨铈电极，彻底消除了钨钍电极放射性对焊接人员的危害。

气焊和碳弧焊在施焊时，空气和焊件接触，极易产生氧化膜，且焊接加温时间长，引起母线退火、变形或起皱；焊缝易产生气泡、夹渣和裂纹等缺陷，使焊缝直流电阻增加；此外，在母线长期运行中，由于盐雾、水分的侵蚀，引起电解和电化腐蚀，使母线接头的电阻进一步增加，导致在通过额定负载电流时，接头温升将超过设计允许值，因此这几种母线焊接应采用氩弧焊而不得使用气焊和碳弧焊。

矩形母线，由于采用螺栓连接比用气焊和碳弧焊焊接接头的质量好，通常不采用焊接接头。

9.4.8 为保证焊缝的焊接质量，应用钢丝刷清刷坡口两侧焊件表面，使焊口清洁；坡口加工最好使用坡口机以减少毛刺、飞边，且能保证坡口均匀。

9.4.9 规定母线对口焊接时的弯折偏移和中心偏移的允许值，是为了保证焊缝的接触面积和保证母线的平直美观。

9.4.10 为避免焊缝接生气泡、夹渣和裂纹，焊接时不得停焊，应一次焊完。焊完之后在焊缝未冷却前，若移动焊件将会使焊接处产生变形或裂纹。

9.4.11 对大直径管对接接头，推荐采用两人对称焊接，可有效减小焊接变形。同时，大直径管的散热速度快，两人对称焊接可以保证焊件的层间温度，对防止产生焊接缺陷有利。

原《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010—1995 只规定了对接接头组对尺寸的要求，本次增加了角接接头和搭接接头的组对尺寸要求。角接接头的坡口要求参照现行国家标准《铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口》GB/T 985.3 制定。

9.4.12 至于衬管的长短，应根据母线的管径、厚度及跨度和受力情况由设计决定。

9.4.13 本条与原《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010—1995 中的相关条文基本一致，考虑到有色金属的焊缝热影响区较宽，把原条文中的“不应小于 50mm”改为“不应小于 100mm”。

9.4.14 原《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010—1995 只规定了硬母线焊接后的检查验收标准，未要求做无损检测。本条增加了射线抽检合格的要求。

9.5 软母线架设安装

9.5.2 本条规定了金具的外观检查的要求。

9.5.4 软导线在切断时，若不加绑扎，导线将松股，这样插入线夹

时较困难，且容易弄脏导线线股，若使用螺栓式线夹，导线端头松股时，在拧紧 U 型螺栓压舌板时容易压伤导线线股；在压接导线前需切割铝线时，若伤及钢芯，将降低导线的抗拉强度，故应特别注意。

9.5.6 为了确保母线施工质量，要求在正式进行施工液压之前，应进行试压，并规定了取样数量，以检验液压工器具及钢模等是否良好，压接后的导线握着力是否满足要求，接触是否良好。

9.5.7 本条是参照现行国家标准《输变电工程架空导线及地线液压压接工艺规程》DL/T 5285 的有关规定提出几项保液压质量的要求。在进行软母线液压压接时要严格按照工艺规程执行。

1 钢模与被压管、液压钳与钢模之间必须匹配。

2 扩径导线与耐张线夹压接时，对于 LGJK 型新型扩径导线应用铝线作衬料将导线中心空隙部分填满；而对于 LGKK 型新型扩径导线，在导线中心空隙要加衬棒，否则压接时可能将导线压瘪，而使导线与线夹的接触电阻增大，握着力减小。扩径导线与 T 型线夹连接时，以用螺栓型线夹为好。

3 为确保压接后握着力符合要求，并避免因伸入长度不够而将没有导线部分的接续管压扁，故要求导线应按规定长度伸入线夹内。

6 液压过程中，应注意随时检查六角形对边的尺寸是否符合要求，发现误差超过允许值时，应及时更换钢模，以确保压接质量。

9.5.8 母线金具紧固螺丝外露不宜过长，以免产生电晕现象。在系统电压愈来愈高的情况下，尤应予以重视。

9.5.9 当导线与钢制螺栓型耐涨线夹连接时，为防止损伤铝导线，应按规定缠绕铝包带。若是铝制线夹，则导线可以不缠绕铝包带而直接与线夹接触。

9.5.10 本条规定软导线与线夹连接时，要除去接触面的氧化膜，并涂以电力复合脂，以降低接触电阻和防止氧化，减少接头发热。除去导线表面油污时，用丙酮清洗比用汽油清洗效果更好。

9.5.11 为了尽量减少母线的故障率，减少母线停电的影响，确保运行安全和维护检修方便，特作出本条规定。

9.5.12 本条规定的数据，是根据有关研究所试验结果确定的。无论是 LGKK 型或 LGJK 型扩径导线，其弯曲半径均不应小于其导线外径 30 倍。

9.5.14 可调金具系作为母线弛度调整之用，在母线弛度调整好之后应加以锁紧，防止由于导线在空中随风振动而自然松动。

9.5.15 软母线的弛度大小是设计时根据导线的承受应力及对地安全距离等因素决定的，施工时误差超过规定值，将会使导线或构架、金具等承受额外增大的应力或减少对地安全距离；三相弛度不一致会影响整齐美观。

9.5.16 针对组合导线的特点，提出了除按软母线架设一般规定外的几点特殊要求。

9.6 金属封闭母线

9.6.1 本条规定了金属封闭母线运输单元运抵现场以后的清点、检查和保管的要求，避免安装时零部件的缺失和损坏。

9.6.2 由于封闭母线连接的设备较多，事先检查封闭母线与设备连接有助于避免出现事故后返工。

9.6.3 由于封闭母线内绝缘子数量多，在安装前测量绝缘电阻和进行工频耐压试验，有助于排查出损坏绝缘子。封闭母线与设备的一般采用螺栓连接外，封闭母线段间的连接多采用搭接焊的连接方式，因此在安装封闭母线时首先应保证封闭母线与设备的连接在允许范围之内，而将制造误差和土建误差通过合理调整分配到各个搭接焊的位置。

9.6.4 本条对金属封闭母线的焊接作出了一般的规定，一些特殊的焊接形式按照设计要求进行。

9.6.6 本条对金属封闭母线的接地作出了规定。

金属封闭母线是指用金属外壳将导体连同绝缘封闭起来的组

合体。

全连式离相封闭母线是指每相外壳电气上的连通，分别在三相外壳首末端处短路并接地的离相封闭母线。

不连式(分段绝缘)离相封闭母线是指每相外壳分为若干段，段间绝缘，每段只有一点接地的离相封闭母线。

共箱封闭母线是指三相母线导线封闭在同一个金属外壳中的金属封闭母线。

9.6.7 微正压的金属封闭母线，在安装前应对一些主要密封部件进行检查和处理，可以有效减少安装后发现漏气点后的后期处理工作量。

9.7 气体绝缘金属封闭母线

9.7.1 本条规定了气体绝缘金属封闭母线运输单元运抵现场以后的清点，检查、验收及存储条件的要求，有特殊存储要求的应按产品技术文件执行。对存储时间超过一个月的，需定期检查，并形成记录。当发现有泄漏时，应加大检查力度。

9.7.2 本条主要对母线安装前的先决条件进行落实，包括现场条件，安装用的工具和材料。母线安装时，现场的湿度和清洁度一定要满足产品安装技术文件的要求。

9.7.3 对母线外壳的碰撞、挤压可能造成外壳变形部位的电场发生畸变，降低其运行可靠性。

9.7.4 本条规定了母线安装时对母线本身的检查和处理，这是控制母线安装质量的关键。气体绝缘封闭母线对密封性要求比较高，制造缺陷、外壳划伤、强力对口、使用旧的密封圈(垫)都是造成泄漏的隐患。内部的毛刺、清洁不彻底等原因会影响母线内部绝缘水平。密封脂与六氟化硫接触可能产生反应，因此规定密封圈内侧不应涂密封胶，避免其六氟化硫气体接触。

对连接好的插接母线进行接触电阻测试，可以采用直流(不小于100A)压降法。连接部位接触电阻测试结果不应超过产品技术

文件规定值。

关于伸缩节(波纹管状)的伸缩量、调节螺杆紧固预留间隙及接地母线跨接,应符合产品技术文件要求。

9.7.5 本条规定了隔室处理的相关要求。气体绝缘封闭母线内气体含水量的增加是造成其绝缘性能降低的主要因素,所以要严格控制绝缘气体的含水量。真空泵油一旦进入母线隔室内,将无法清除,所以要做好防范措施。母线隔室的真空度一般要求比较高,为防止伸缩节受力变形,抽真空前必须将其固定;充气是一个由液态变为气态的过程,期间气体的温度要降低,当接近标称填充等级时应减慢填充速度,或者在达到标称压力前停止。这样就可以为系统内的气体留出足够的时间来升温,在气体温度达到环境温度的过程中压力会持续上升。再往系统内充入更多的气体,使其达到正确的填充压力。气体绝缘强度主要取决于气体的密度而不是压力,所以通常用密度而不是压力来监测系统绝缘性能的完整性。由于气体系统是密封的,当温度变化时压力会随之变化而密度将保持不变。密度继电器装置必须经过有资质的单位校验合格。

不得使真空泵在运行中途停止,以防止真空泵油倒灌入母线隔室内。

关于抽真空前要固定伸缩节,是因为抽真空过程中,如果不进行伸缩节的固定(将调节螺杆紧固),可能造成伸缩节的移动或损伤。充气完成后再将其恢复原状。

9.7.6 本条规定母线安装完工后应进行试验,产品技术文件对试验有特殊要求的,应符合产品技术文件要求,但不应低于国家相关标准规范的规定。

9.8 绝缘子与穿墙套管安装

9.8.1 本条规定了绝缘子及穿墙套管外观检查的要求。因为绝缘子分为支柱绝缘子和悬式绝缘子,没有母线绝缘子的专用名称,

故本章所称绝缘子系指母线装置用的支柱绝缘子或悬式绝缘子；本规范所指套管是不包括设备套管在内的穿墙套管。

9.8.2 以往有的工程中，绝缘子和穿墙套管在安装前未按规定作耐压试验，待竣工前一起做试验，结果有的试验不合格，造成返工浪费。有时找不到备品，以致影响工期，故要求安装前应按规定进行试验，合格后才能安装使用。

9.8.3 为保证母线的安全净距和不使母线受到额外机械应力，并且使母线整齐美观，特作出此规定。

9.8.4 为便于检修时更换绝缘子和穿墙套管，其底座或法兰盘不得埋入混凝土或抹灰层内，支柱绝缘子叠装时，中心线不一致将造成倾斜。

9.8.5 现在有的电厂使用这种三角锥形组合支柱绝缘子，主要用于户外母线，对这种结构型式的绝缘子，制造厂的安装使用说明书规定了其他安装要求。

9.8.6 为防止螺栓紧固时损伤绝缘子，故作出此规定。

9.8.7 本条对绝缘子串的安装作了如下规定：

1～3 绝缘子串组合时，为防止绝缘子串脱落，造成导线接地短路故障或设备人身事故，对组合所用的连接件、紧固件及组合时应注意的事项提出了明确要求。

4 多串绝缘子并联时，每串绝缘子所受的张力不均，则受力大的一串容易因张力太大而损坏。

5 为防止绝缘子运行时污闪和减少高空作业，绝缘子吊装前应清擦干净。

9.8.8 本条对穿墙套管的安装提出了几点要求，以保证安装质量。

2 为防止涡流造成严重发热，其固定钢板应采用开槽或铜焊，使之不成闭合磁路；

3 为便于运行时巡视检查，监视套管固定螺栓松动情况，规定了套管法兰的安装方向；

5　本款明确规定了储油柜及取油样管路材质的要求，不得使用可能对有油造成污染的材质。有的工程使用了镀锌钢管，镀锌层溶解后导致油绝缘不合格。

6　为保证人身及设备的安全，规定套管接地端子及不用的电压抽取端子应可靠接地。

9.9　地面电机车架线安装

9.9.1　以螺栓连接的构件，连接时首先满足连接强度，外露2个～4个螺距，其目的是避开螺杆顶端加工负误差，标准螺栓的承载能力，防止松动措施。

9.10　井下电机车架线安装

9.10.2　本条是对井下特殊环境中所使用电气设备的要求和规定。

9.11　工 程 验 收

9.11.1　本条规定了在工程竣工交接时，应对工程进行的检查项目及要求。

9.11.2　进行交接验收时，应同时移交技术文件，这是新设备的原始档案资料和运行及检修时依据，移交的资料应正确齐全。

10 送、配电架空线路安装工程

10.1 一般规定

10.1.1 本规范只适用于35kV及以下送配电架空线路安装工程的施工与验收。这次修订对适用电压等级作了变动。对于煤矿生产系统，35kV线路工程多数在农村，大多采用单杆，档距不大，与10kV线路工程的特性接近，施工质量要求存在共性较多，因此将35kV线路工程作为本规范的电压等级。其中，还有一部分35kV线路工程，由于输送量大，使用导向截面大，采用了铁塔等，其特性接近于110kV线路工程，在施工与验收时应符合现行国家标准《110kV～750kV架空送电线路施工及验收规范》GB 50233的有关规定。对于特殊标准要求的或有专业规定的35kV及以下架空线路安装工程的施工与验收(如电车线、煤矿井筒内线路等)，应按有关专业的技术规定进行施工与验收。

35kV及以下送配电架空线路的大档距，主要是指其线路在跨越山谷、河流、湖泊等地段，其档距、采用杆型、施工程序、工艺要求等均超过一般情况，需在安装中予以特殊对待，应按照现行国家标准《110kV～750kV架空送电线路施工及验收规范》GB 50233的有关规定进行施工与验收。

10.1.2 本条指出了在35kV及以下送配电架空线路工程上所使用的原材料、器材、设备必须是合格产品，才能满足安全运行。

对于新型原材料及器材，可能没有对应的标准。要求了只要满足“证明能满足设计和规范要求”。强调了产品本身不但要求必须经过试验并取得有关部门的技术鉴定外，并应满足设计和规范要求，方准使用。

10.1.3 本条强调线路工程在施工之前对原材料、器材进行检查，

使问题暴露在安装之前，以保证工程质量。

10.1.4 线材是线路工程中主要器材之一，由于多种因素，造成导线损伤。架设前检查是必要的，便于及时发现问题，采取相应措施。同时，增加绝缘线检查内容，以保证工程质量。

10.1.5 预制混凝土构件及现场浇筑混凝土基础工程属于普通混凝土基础工程，所使用的原材料应符合相应的现行国家标准。《建设部关于严格建筑用海砂管理的意见》(建标〔2004〕143号)要求：利用海砂拌制混凝土和砂浆，会使建筑工程出现氯离子腐蚀，降低工程的耐久性，给工程质量带来隐患。故本条规定："不得使用海砂。"饮用水是指施工地点居民日常生活饮用水。但由于现场浇筑混凝土地点分散，要求使用饮用水不现实，故规定允许用清洁的河溪水或池塘水，但不得使用海水。

10.2 杆塔基础施工

10.2.2 杆塔基础坑深度，对预制底盘的杆子也是其埋深要求，在设计中已有明确规定，本条是针对设计值的允许偏差。

10.2.3 本条规定了双杆基坑的允许偏差，以满足电杆组立后的其他各项技术规定。

10.2.6 本条是为了保证杆基的质量，分层夯实。防沉台指电杆组立后，坑基周围的堆积土。培设的目的，是防止回填土壤下沉，造成电杆周围土壤凹陷，影响基础稳定。接地沟是杆塔为接地系统埋设的接地线、接地装置开挖的沟槽。

10.3 杆塔组立及拉线安装

10.3.2 钢筋混凝土电杆上端加以封堵，避免电杆投入运行后杆内积水，同时可防止杆内被雨雪浸蚀而导致预埋钢管腐蚀。下端随设计要求而定。

10.3.9 本条对钢构件的螺栓孔加工提出质量要求和对螺栓连接的要求。以螺栓连接的构件，连接时首先满足连接强度，所以要求

螺杆与构件面垂直，螺头平面与构件屏幕间无空隙，以保证连接的紧密程度。

单螺母螺栓紧好后，外露两扣，其目的一是避开螺杆顶端加工负误差，保证螺栓的承载能力；二是便于采取防松措施。双螺母螺栓的两个螺母有互相并紧的防松作用，所以规定双螺母螺栓并紧后的第二个螺母允许平扣。

10.3.10 本条规定螺栓穿入方向的目的是为紧固螺栓提供方便便于拧紧；为质量检查提供方便，达到统一、整齐美观的目的。

10.3.11 本条对构件强行组装会降低构件的承载能力或使构件变形作了规定。气割会造成孔径过大，受力紧固有效面积减少，孔壁不平整受力不均匀，破坏螺孔附近的镀锌层。同时提出了螺栓扭矩值，有设计要求的按照设计要求施工，无设计的按照此条规定执行。杆塔组立后架线前的螺栓紧固，以避免架线受力后使杆塔产生局部变形。

10.3.15 本条规定拉线、拉线柱、顶杆在安装后应达到：一是保证电杆在架线后受力正常；二是各固定点的强度满足要求；三是施工工艺整齐、紧密、美观。关于采用 UT 型线夹，其线夹处露出尾线长度限定为 300mm～500mm，主要是 $70mm^2$ 以上的镀锌钢绞线尾端较短，制作中存有一定的困难，但太长不美观。大截面钢绞线（$100mm^2$ 以上），由于截面太大，在弯曲处不散股是有困难的，弯曲处散股，形成线股与线夹接触不密实，受力状态不好。

10.3.20 线路固定标志对维护、检修、保障安全运行较为重要，对填写、描述杆位时也方便，故本条规定线路在投运前做完此项内容。

10.4 导线、避雷线架设

10.4.1 导线在展放过程中，容易出现一些损伤情况，有的还能出现严重损伤，影响导线机械强度。本条提出一些基本状况，应予以防止，以利导线架设后，满足机械强度和安全运行。

关于导线损伤处理在施工中多以缠绕、补修管两种方式处理。当导线损伤、强度损失小于总拉断力5%时，补修方法采取以不补强度为主，即缠绕(或补修预绞线)。当导线因损伤而其强度损伤大于总拉断力5%时，则用补修管修理，使损伤的强度得到补偿。

10.4.7 本条规定采用并沟线夹连接导线，一般使用在跳线上，是重要的导流部件，避免并沟线夹发热影响使用。并沟线夹的螺栓，应逐个均匀拧紧连接。螺栓拧紧的扭矩标准，应按该产品样本的所列数值。

10.4.12 本条规定在额定电压下对空载线路冲击合闸三次，合闸过程中线路绝缘不应有破坏。有条件时，冲击合闸前35kV以上线路先进行递升、加压试验。

10.5 配电线路杆上电器设备安装

10.5.1 本条规定配电线路杆上高压电器设备是指绝缘子、避雷器、变压器、熔断器、断路器、隔离开关等，有关试验标准按本规范附录A中各有关规定执行。

10.5.3 本条规定杆上变压器一般容量较小，做好常规检查与试验，吊装在台架上稳固好，处理好高压引下线，固定可靠、排列整齐、安全距离符合标准，保护接地可靠。

10.5.4 本条规定跌落式熔断器安装时固定可靠，注意工艺要求，熔管熔丝一定要与变压器容量的保护匹配，熔管转轴转动灵活，安装位置与高度要便于操作。

10.5.5 本条规定杆上避雷器需周期性预防试验，故安装时一定要考虑拆装方便，配套的紧固螺栓防止锈死。接地电阻测试断开点高度要设在便于操作。

10.6 工 程 验 收

10.6.1 本条规定了送配电架空线路安装工程中隐蔽工程的检查验收项目及要求。

10.6.2 本条规定了送配电架空线路安装工程中中间工程验收的检查验收项目及要求。

10.6.3 本条强调了工程资料也是竣工验收的内容。

11　矿用防爆电器安装工程

11.1　一 般 规 定

11.1.1　本条是现行《煤矿安全规程》中对防爆电器设备入井的有关规定。防爆电器设备入井前的检查是确保井下防爆电器设备的防爆性能、设备完好和保障安全运行的重要前提。“产品合格证”是对设备质量的承诺与保证。只有把住“三证”关，才能防止存在防爆缺陷的电器设备入井。无“防爆标志”、“煤矿矿用产品安全标”为失爆，无“产品合格证铭牌”为不完好。只有入井前的严格检查才能防止“失爆”和使用场所不对的电器设备入井。

11.1.3　为了尽量减少现场施工时电气设备安装和建筑工程之间的交叉作业，做到文明施工，确保设备安装工作的顺利进行和设备的安全运行，规定了设备安装前及设备安装后投入运行前，建筑工程应具备的一些具体条件和应达到的要求。

11.1.7　本条规定支架的固定可采用预埋、膨胀螺栓、尼龙塞、塑料塞以及焊接法，在具体工程施工安装时，可参照国家建筑标准设计图集《爆炸危险环境电气线路和电气设备安装》12D401-3 的规定，但要求固定应牢固。为防止降低钢结构的强度，采用焊接法固定时，应施行点焊。

11.1.12　本条对电缆连接的要求。电缆与防爆电气设备的连接，应使用与电气设备性能相符的接线盒，否则会降低设备的防护性能，防爆设备失爆，构成安全隐患。

不同类型的电缆接头封端方式不同，如果不同类型的电缆直接连接则会使封端接触面积小，压力不够，使电缆的绝缘强度下降，防护性能降低，还会造成相互影响。

在井下冷补电缆无法进行浸水和耐压试验，无法验证其可靠

性，因此，要求在井下冷补的电缆必须定期升井试验。

11.1.18 本条是井下通信、信号和控制等装置选用的规定。本质安全电路是指在正常工作或规定的故障状态下产生的电火花和热效应均不能点燃规定的爆炸性混合物的电路。本质安全型设备是指全部采用本质安全电路的设备。在防爆类型中本质安全型设备安全程度最高。它不需要专门的隔爆外壳和其他防爆措施，因而选用井下防爆的通信、信号和控制装置应优先选用本质安全型。

11.2 矿用隔爆型移动变电站和干式变压器安装

11.2.7 本条是现行《煤矿安全规程》规定的条款。井下采区、移动变电站或配电点引出馈电线的供电电气设备环境条件差、温度高，又有瓦斯和煤尘，在运行中极易发生短路、过负荷、断相和漏电等故障，危害人身和矿井的安全。因此，要求井下由采区变电所、移动变电站或配电点引出的馈电线上，应装设短路、过负荷和漏电保护装置。

11.5 低压防爆开关安装

11.5.1 本条规定低压防爆开关在井下摇测绝缘电阻有困难，故只要求在井上进行摇测绝缘电阻。

11.6 井下照明电器安装

11.6.1 本条是对照明、信号电压供电装置的规定。煤矿井下照明和信号装置，是矿井应用最广泛的小件设备，它分别于矿井各种场所，使用面广量大，事故率高。照明信号综合保护装置具有短路、过载和漏电保护功能，且将干式变压器和开关集为一体，安全可靠。因此，井下照明信号装置应采用具有短路、过载和漏电保护的照明信号综合保护装置供电。

11.6.2 本条是不得使用电机车架空线做照明电源的有关规定。我国煤矿井下电机车架空线的电压为 250V 和 550V 两种，而井下

照明电压为交流 127V，使用电机车架空线电压为照明电压，一是没有相应的灯具，造成防爆灯具失爆，矿用型灯具失去矿用性能；二是电压太高，容易造成漏电和人身触电事故。

11.6.8 移动式和携带式照明灯具，如果没有金属网保护，容易碰破玻璃罩而引起火灾事故。

11.9 工 程 验 收

11.9.1 本条规定了在防爆电气设备试运中，要特别注意所列的几项检查和应保证的条件，以确保设备的安全运行，避免引起爆炸事故的发生。

11.9.2 本条规定了工程竣工验收时，所要检查的内容和要求，是防止爆炸事故发生的必要措施。

11.9.3 本条规定了进行交接验收时，应同时移交所有的技术文件，这是设备的原始档案资料和运行及检修时的依据，移交的资料应正确齐全。

12　电缆安装工程

12.1　一 般 规 定

12.1.1　考虑煤矿施工的电缆线路，其电压等级一般不超过35kV，故本规范仅对35kV及以下的电缆的施工及验收提出了要求，超过35kV以上的电缆线路可参照现行国家标准执行。

12.1.3　本条强调电缆线路采用的电缆及附件，均应为符合现行国家标准及相关产品标准的合格产品，按照现行《煤矿安全规程》要求，井下使用的电缆还应取得煤矿矿用产品安全标志的阻燃电缆。

12.1.4　本条强调对有抗干扰要求的电缆线路，应按设计要求采取抗干扰措施。

12.2　电缆支架及电缆管安装

12.2.1　本条规定目的是使制作的电缆支架牢固、整齐、美观、规范。许多地方电缆隧(沟)道内空气潮湿、积水，致使电缆支架腐蚀严重，强度降低。因此在制作普通钢制电缆支架时，应按设计做好防腐处理。

12.2.2　本条引自现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 第4.2.2条电缆支架层间允许最小距离。

12.2.3　本条对电缆支架(包括普通型电缆支架和桥架的支吊架)安装位置的误差提出了要求，主要是从美观上考虑。桥架的支吊架位置纵向偏差过大可能会使安装后的梯架(托盘)在支吊点悬空而不能与支吊架直接接触。横向偏差过大可能会使相邻梯架(托盘)错位而无法连接或安装后的电缆桥架不直，影响美观。对井筒

中电缆支架安装位置允许偏差进行了规定。

12.2.4 铝合金托架与钢制支吊架直接接触时会产生电化学腐蚀，为避免铝合金托架的腐蚀，一般是在铝合金托架和钢制支吊架间加绝缘衬垫。

过长的电缆桥架由于受环境温度变化而引起的热胀冷缩现象明显，因此应设置伸缩缝，通常采用厂家定型的伸缩连接板连接，来补偿桥架的变形。

12.2.5 本条针对电缆管加工及安装提出了质量要求：

2 本款规定了加工电缆管时的注意事项。

1)为防止在穿电缆时划伤电缆，应去除管口上的棱角、毛刺。有时管口也可做成喇叭形的，可以减小直埋管在沉陷时管口处对电缆的剪切力；

2)电缆管在弯制时，如弯扁程度过大，将减小电缆管的有效管径，造成穿设电缆困难；

3)对电缆管进行防腐处理是为了增加使用寿命。强调了无防腐措施的金属电缆管应在外表涂防腐漆。

6 本款要求地基坚实、平整是为排管敷设后不沉陷，以保证敷设后的电缆安全运行。在人行道下面敷设时，承受压力小，受外力作用的可能性也较小，且地下管线较多，故埋设深度可要求浅些。

7 本款规定了根据不同材料的电缆管连接的一般要求。

1)金属电缆管直接对焊可能在接缝内部出现焊瘤，穿电缆时会损伤电缆，故要求不宜直接对焊，通常采用短管套接或螺纹连接。为了保证电缆连接后的强度，采用的短管和管接头的长度不应小于电缆管外径的 2.2 倍；

2)硬质塑料管采用短管套接或插接时，在接触面上均需涂以胶合剂，以保证连接牢固可靠、密封良好；

3)用于连接水泥管的管箍，设置防水垫密封圈，是为了防止地下水和泥浆渗入管内。

8 离地面 2m 以下的一段加保护管或罩，是为了保护电缆不被碰伤。

10 为避免电缆敷设后焊接地线时烧坏电缆，故要求先焊接地线。有丝扣的管接头处用跳线焊接是为了接地可靠。

12.3 电缆敷设

12.3.1 本条规定了电缆在敷设前应进行的各项检查，使出现的问题在敷设前得到解决。电缆中间接头的事故率在电缆故障中占较大比例，电缆中间接头的增多，往往是在施工中没有根据电缆长度合理安排敷设造成的。故增加了合理安排每盘电缆的要求。为了便于检查和处理中间接头，应把接头放置在易于检查维修、相对宽阔的位置。

12.3.3 敷设并联使用的电缆时采用不同型号的电缆代用，可能造成一根电缆过载而另一根电缆负荷不足影响运行安全的现象。因为绝缘类型不同的电缆，其线芯最高允许运行温度也不同，同材质、同规格而绝缘种类不同的电缆其允许载流量也不同。因此在施工时如采用不同型号的电缆代用。在敷设时长度也应尽量相同，以免因负荷不按比例分配而影响运行安全。

12.3.4 只要求在可能的情况下，终端头和接头附近留有备用长度，为故障时的检修提供方便。对于电缆外径较大、通道狭窄无法预留备用段者，本规范不作硬性规定。

12.3.5 本条参照国家现行标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 第 5.1.6 条和《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010 第 42.6.5 条综合编写。

12.3.8 本条规定了机械敷设电缆时的牵引强度要求，机械敷设电缆的牵引方式一般有牵引头和钢丝网套两种。采用牵引头牵引电缆是将牵引头与电缆线芯固定在一起，受力者为线芯；采用钢丝网套时是电缆护套受力。机械敷设电缆速度过快容易引起电缆脱出滑轮、造成侧压力过大损伤电缆，拉力过大超过允许牵引强度。

因此应将敷设速度控制在一定范围内。

12.3.9 高压交联聚乙烯电缆线芯进水后，在长期运行中会出现水树枝现象，即线芯内的水分呈树枝状进入塑料绝缘内，从而使这些地方成为薄弱环节。此外高压交联聚乙烯电缆接头在模塑成形加热时，线芯中的水汽会进入辐照交联聚乙烯带的层间，形成气泡，影响接头质量。塑料护套电缆，当护套内进水后，会引起内铠装锈蚀。为了保证电缆的施工质量和使用寿命，塑料电缆两端也应做好防潮密封。

12.3.10 本条参照了各类电缆的技术文件综合编写。当施工现场的环境温度不能满足要求时，应采取适当的措施，避免损伤电缆。

12.3.14 本条规定有两个目的，一是防止小动物进入损坏电缆和电气设备；二是起到堵烟堵火、防止火灾蔓延的作用。

12.3.15 本条对直埋电缆的敷设提出了要求：

2 本款规定了电缆埋深的要求。

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

2）寒冷地区的冻土层厚度有的可达 2m～3m，将电缆线要求埋在冻土层以下有困难。施工时可采取在电缆上下各铺以 100mm 厚的河砂，也可以用混凝土或砖块在沟底砌一浅槽，电缆放于槽内，槽内填充河砂，上面再盖以混凝土板或砖块。这样可防止电缆在运行中受到损坏。

7 本款规定了直埋电缆方位标志的设置要求，以便于电缆检修时查找和防止外来机械损伤。

8 直埋电缆回填土前，进行中间检查验收，如电缆上下是否铺砂或软土、盖板是否齐全等，以保证电缆敷设质量。

12.3.16 电力电缆与控制电缆敷设在一起，一是会产生对控制电缆的干扰，造成控制设备误动作；二是电力电缆发生火灾后波及控

制电缆，使控制设备不能及时作出反应，事故进一步扩大，造成巨大损失，修复困难，因此电力电缆与控制电缆不宜敷设在一起。电缆在支架上的上下排列顺序，根据我国惯例，都是按电压等级的高低、电力电缆和控制电缆、强电和弱电电缆的顺序自上而下排列。但随着高电压和大截面电缆的增多，电缆外径一般均较大，当电缆从支架上引出或进入电气盘柜，有时弯曲困难，并难以满足电缆最小允许弯曲半径的要求。这时允许将高压电缆放在下面，同时电缆的放置也较方便。国外引进工程中也有从下而上的排列顺序，与从上而下的排列顺序没有原则性的差别。多根并列敷设的电力电缆间距对电缆载流量有较大影响，对于不同的间距，设计中对载流量的修正有所考虑。因此在敷设施工时，电缆间的间距应符合设计要求。

12.3.17 本条参照现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 第 5.7 节编写。

12.3.18 本条参照国家现行标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 第 5.3 节和《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010 第 42.6.10 条综合编写。

12.3.19～12.3.22 属煤矿井下电缆敷设，该部分内容参照《煤矿电工手册》第十二章第三节（电缆敷设）和现行《煤矿安全规程》有关条款综合编写。

12.3.23 本条参照《煤矿电工手册》第十二章第三节钻孔中电缆敷设和现行行业标准《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010 第 42.6.15 条综合编写。

12.3.24 本条规定了电缆终端头和接头制作安装的要求。

2 制作电缆终端和接头一般是在现场对电缆绝缘进行处理，施工现场的环境条件如温度、湿度、尘埃等因素直接影响绝缘处理效果，随着电压等级的提高，这方面的要求也愈来愈严格。考虑到施工现场条件复杂，一般情况下不作硬性规定。仅对 6kV 及以上电缆室外制作终端和接头的环境提出了应注意的问题和处理

方法。

6 三芯电力电缆接头两侧电缆的金属屏蔽层和铠装层不得中断，避免非正常运行时产生感应电热，而发生放电的危险。

7 三芯塑料绝缘电缆的铜带屏蔽和钢铠在塑料护套之内，端部必须良好接地。否则当三相电流不平衡时，铠装层因感应电势可能产生放电现象，严重时可能烧毁护层。因此钢铠也必须良好接地。铜屏蔽和钢铠可分别接地，便于试验检查护层，亦可同时接地。

10 6kV 及以上电缆在屏蔽或金属护套端部电场集中，场强较高，应采取有效措施减缓电场集中。常用方法有胀铅，制作应力锥，施加应力带、应力管等措施。

11 电缆终端和接头故障大部分是由于密封不良、潮气侵入绝缘造成，电缆终端和接头的堵漏密封是确保质量的另一关键。采用塑料护套的电缆日趋普遍，其密封处理最好同时采用两种以上方法，效果最佳，如用胶粘剂密封后外包自粘橡胶带绑扎包紧。

12.3.25 本条参照现行《煤矿安全规程》有关条款编写。

12.3.27 本条参照现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 第 6.1.9 条及现行《煤矿安全规程》有关内容编写。

12.3.28 为了保证电缆的安全运行，电缆送电前应进行绝缘电阻和耐压试验，绝缘电阻及耐压试验标准参照现行行业标准《煤矿用电缆》MT 818 进行了补充。

12.3.29 电缆火灾不仅直接烧坏大量的电缆和设备，还直接威胁人的生命安全，因此电缆的防火及阻燃显得越来越重要。造成电缆火灾事故的原因不外乎外部火灾引燃电缆和电缆本身事故造成电缆着火。因此除保证电缆敷设和电缆附件安装质量外，在施工中应按照设计做好防止外部因素引起电缆着火和电缆着火后防止延燃的措施。加强对防火阻燃材料的进厂验收，保证施工质量。

12.4 工 程 验 收

12.4.2 本条规定了在工程交接验收时，应进行的各项检查。

12.4.3 强调隐蔽工程在施工过程中应进行中间验收，并做好签证。

12.4.4 电缆线路施工过程中的各项记录是质量控制的主要手段之一。本条列举了施工过程中应做好的主要记录，以及交接验收时，应提交资料和技术文件。

鉴于油浸纸绝缘电缆在煤矿行业已逐步淘汰，故在该章中取消了油浸纸绝缘电缆部分的内容。

13　接地装置安装工程

13.1　一 般 规 定

13.1.1　本条规定了哪些电气装置应接地或接零。

13.1.2　本条是对设置保护接地的设备的规定。保护接地是漏电保护的后备保护，是将因绝缘破坏而带电的金属外壳或构架同接地体之间做良好的电气连接。保护接地是将设备上的故障电压限制在安全范围内的一种安全措施。安全电压为 36V，人体触及 36V 带电导体时不会有触电死亡的危险，因而电压在 36V 以上的电气设备的金属外壳、构架、铠装电缆的钢带（或钢丝）、铅皮或屏蔽护套等必须有保护接地。

13.1.5　本条规定了采用微型计算机和可编程序控制器工作的器件接地应符合哪些规定。

13.1.6　本条规定了接地线不应作其他用途，并对用蛇皮管作保护管时，蛇皮管两端的接地做法，目的保证连接可靠。蛇皮管、管道保温层的金属外皮或金属网、低压照明网络的导线铅皮以及电缆金属护层等，它们的强度差又易腐蚀，做接地线不可靠。同时强调金属软管两侧的两个软管接头间保持良好的电气连接。

13.2　接地装置的敷设

13.2.3　本条规定了煤矿井下接地网的敷设要求，包括主接地极、局部接地极、接地线的设置地点、安装方式、材料及尺寸。

13.2.4　本条规定的这些电气设备，虽不要求专门敷设接地引下线，但仍应保证其接地是良好的，为此应保证其全长为完好的电气通路。

13.2.5　本条属于安全性要求。本条是对接地线不得串联使用，

如果接地线串联使用，则当一处接地线断开时，造成了后面串接设备接地点均不接地。重要设备和设备构架与主接地装置的连接存在的主要问题，一是只有单根连接线，一旦发生问题，设备将会失地运行；二是接地引下线热容量不够，移动有接地短路故障便会熔断，亦致使设备失地运行，导致恶性事故。因此，规定重要设备和设备构架应有二根与主地网不同地点连接的接地引下线，且每根接地引下线均应符合热稳定及机械强度的要求。由于接地引下线的重要性，连接引下线要明显、直接和可靠，且便于定期检查。

13.2.6 本条属于安全性要求。是对保护屏的接地要求，近年来静态保护已在变电所广泛采用，由于保护的重要性，微机保护等相关弱电盘柜的接地越来越重要，设立单独的回流排及单独的接地线引往主接地网，是保证微机保护等相关弱电盘柜可靠接地的有效措施。

13.2.19 本条规定了电缆桥架接地的做法，目的是为了保证电气通路导通性完好以及电气接触良好。

13.2.20 本条规定金属电缆桥架的接地要求，目的是为了保证金属电缆桥架接地系统的电气通路导通性完好以及电气接触良好。

13.2.29 本条是对局部接地极设置地点和局部接地极规格的规定。局部接地极的主要作用是减少接地网的总接地电阻。

13.3 接地线(体)的连接

13.3.1 本条规定了接地体的连接应保证接触可靠。接于电机、电器外壳以及可移动的金属构架等上面的接地线应以镀锌螺栓可靠连接。

13.3.2 本条对热剂焊工艺熔接头提出工艺要求。

13.3.3 钢绞线、铜绞线用压接端子与接地体连接，目的是为了保证电气接触良好。

13.3.8 外取回填土时，不重视质量会造成接地不良，故本条明确规定以引起重视。在回填土时应分层夯实，对室外接地、山区石质

地段或电阻率较高的土质区段的回填工艺提出明确要求。

13.3.13 裸铝导体埋入地下较易腐蚀，强度低、使用寿命较短，故本条规定不得采用铝导体作为接地体或接地线。当采用扁铜带、铜绞线、铜棒、铜包钢、铜包钢绞线、钢镀铜、铅包铜等材料作接地装置时，其连接应符合本规范第 9.3 节、第 9.4 节的相关规定。

13.4 避雷针(线、带、网)接地

13.4.8 本条规定了避雷针(带)与引下线之间的连接采用焊接或热剂焊，为了安全，设置断接卡便于测量接地电阻及检查引下线的连接情况，断接卡加保护为防止意外断开。金属筒体 4mm 不会被雷电流烧穿，故可不另敷接地线。雷击避雷针时，避雷针接地点的高点位向外传播 15m 后，在一般情况下衰减不足以危及 35kV 及以下设备的绝缘；集中接地装置是为了加强雷电流散流作用，降低对地电压而敷设的附加接地装置。

14 通信线路及设备安装工程

14.1 一般规定

14.1.5 光(电)缆敷设前应进行合理地配盘,主要是为了减少光(电)缆接头和根据地形合理地选择接头位置,以减少信号传输衰减;光(电)缆应按出厂盘号顺序排列,以减少光纤参数差别所产生的接头本征损耗。

14.2 通信线路安装

14.2.1～14.2.8 本条指出了在通信线路工程上所使用的原材料、器材必须是合格产品,才能保证安装后正常使用和安全运行。

14.2.9 本条规定了直埋光(电)缆在不同土质地段的埋深标准和直埋光(电)缆与其他建筑设施平行或交越时的最小净距及设置标石的要求,以保证其安全。

14.2.10 本条列表规定了洞深与杆长、土质类别的相关要求,如果埋深不够标准,则影响架空杆路自身强度和抗外力强度,导致安全事故发生和设备毁坏;本条规定了拉线地锚坑深,坑深与拉线程式、土质类别相关要求标准,地锚坑深是拉线抗拉强度最重要的前提,满足地锚埋深以保证拉线张力和安全系数,不够标准埋深的地锚可在大作用力下拔出,导致安全事故;本条规定了通信线路与其他建筑物距离以保证架空通信线路和其他设施相互安全;由于木质电杆强度低,不耐腐蚀,所以本条款取消了木质电杆。

14.2.13 本条规定了水底光(电)缆在不同河底土质地段的埋深标准及设定标志等,以保证其安全。

14.3 通信设备安装

14.3.3 本条光(电)缆交接箱的接地电阻值依据现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169。

14.3.4 本条分线设备的接地电阻值依据现行行业标准《通信线路工程验收规范》YD 5121 和《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010。

14.3.5 本条程控电话机和共电自动交换机接地电阻值依据现行行业标准《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010。

14.3.7 本条规定接地线不能用铝质导体,所以取消了铝质不小于 $6mm^2$ 的规定。

14.3.8 本条规定井下使用的所有通信设备应有防爆合格证和煤安标志,以保证生命和财产安全。

14.4 工 程 验 收

14.4.1～14.4.4 在现行行业标准《煤矿安装工程质量检验评定标准》MT 5010 的基础上增加了通信线路及设备安装工程验收和试运行的要求,以保证通信系统正常、安全运行。

15 控制系统安装工程

15.2 提升机控制保护装置安装

15.2.1 本条规定对提升装置必须装设的各类保险装置。主要包括防止过卷装置、防止过速装置、过负荷和欠电压保护装置、限速装置、深度指示器失效保护装置、闸间隙保护装置、松绳保护装置、满仓保护装置、减速功能保护装置。

16 监测、监控系统安装工程

16.1 一般规定

16.1.1 本条规定了煤矿监测、监控系统应有符合现场实际情况的设计、图纸，能够准确反映井下监测监控设备设施实际情况，便于在地面计算机实时观察井下监测情况。

16.1.2 本条规定主要从保护地面中心站、总站的计算机软硬设施考虑。

16.1.3 本条规定主要根据目前监测监控系统设备技术水平及井下条件实际情况编制的。

16.3 瓦斯抽采(放)监控系统安装

16.3.1 本条根据目前国内煤矿监测监控产品性能要求作出的规定。符合目前国内煤矿监测监控产品实际水平。

16.4 轨道运输监控系统安装

16.4.1～16.4.4 根据煤矿安全生产标准化的要求，结合目前全国煤矿轨道运输监控产品水平和矿井建设情况作出的规定。

16.5 带式输送机综合保护装置安装

16.5.1～16.5.8 根据煤矿安全生产标准化要求作出的规定。

16.6 供电监控系统安装

16.6.1～16.6.5 随着煤矿供电监控系统产品规格型号较多，监控的内容要求不一，本节根据煤矿长用的独立的供电监控系统，结合产品制造水平编制，能够满足煤矿安全生产的需要。

16.7 排水监控系统安装

16.7.1、16.7.2 煤矿排水系统监控是根据现行《煤矿安全规程》对排水系统可靠性要求和水要求所作出的规定。

16.10 试 运 行

16.10.1～16.10.5 为了保证监测监控系统可靠运行，规定了试运行的有关要求，这些要求是根据目前设备性能和现场实际情况作出的规定。设备安装完成后，通过试运行才能检验设备是否满足使用要求。

S/N:1580242·898
9 158024 289800

统一书号：1580242·898

定　　价：69.00 元