

中华人民共和国国家标准
电气装置安装工程 GB50168-92
电缆线路施工及验收规范

中华人民共和国建设部 1992-12-26 发布 1993-07-01 施行

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为保证电缆线路安装工作的施工质量，促进电缆线路施工技术水平的提高，确保电缆线路安全运行，制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于 500kV 及以下电力电缆、控制电缆线路安装工程的施工及验收。

矿山、船舶、冶金、化工等有特殊要求的电缆线路的安装工程尚应符合专业规程的有关规定。

第 1.0.3 条 电缆线路的安装应按已批准的设计进行施工。

第 1.0.4 条 电缆及其附件的运输、保管，应符合本规范要求。当产品有特殊要求时，应符合产品的要求。

第 1.0.5 条 电缆及其附件在安装前的保管，其保管期限应为一年及以下。当需长期保管时，应符合设备保管的专门规定。

第 1.0.6 条 采用的电缆及附件，均应符合国家现行技术标准的规定，并应有合格证件。设备应有铭牌。

第 1.0.7 条 施工中的安全技术措施，应符合本规范及现行有关安全技术标准及产品的技术文件的规定。对重要的施工项目或工序，尚应事先制定安全技术措施。

第 1.0.8 条 与电缆线路安装有关的建筑工程的施工应符合下列要求：

一、与电缆线路安装有关的建筑物、构筑物的建筑工程质量，应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范中的有关规定。

二、电缆线路安装前，建筑工程应具备下列条件：

- 1.预埋件符合设计，安置牢固；
- 2.电缆沟、隧道、竖井及人孔等地的地坪及抹面工作结束；
- 3.电缆层、电缆沟、隧道等地的施工临时设施、模板及建筑废料等清理干净，施工用道路畅通，盖板齐全；
- 4.电缆线路敷设后，不能再进行的建筑工程工作应结束；
- 5.电缆沟排水畅通，电缆室的门窗安装完毕。

三、电缆线路安装完毕后投入运行前，建筑工程应完成由于预埋件补遗、开孔、扩孔等需要而造成的建筑工程修饰工作。

第 1.0.9 条 电缆及其附件安装用的钢制紧固件，除地脚螺栓外，应用热镀锌制品。

第 1.0.10 条 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。

第 1.0.11 条 电缆线路的施工及验收，除按本规范的规定执行外，尚应符合国家现行的

有关标准规范的规定。

第二章 运输与保管

第 2.0.1 条 在运输装卸过程中，不应使电缆及电缆盘受到损伤。严禁将电缆盘直接由车上推下。电缆盘不应平放运输、平放贮存。

第 2.0.2 条 运输或滚动电缆盘前，必须保证电缆盘牢固，电缆绕紧。充油电缆至压力油箱间的油管应固定，不得损伤。压力油箱应牢固，压力指示应符合要求。

滚动时必须顺着电缆盘上的箭头指示或电缆的缠紧方向。

第 2.0.3 条 电缆及其附件到达现场后，应按下列要求及时进行检查：

- 一、产品的技术文件应齐全。
- 二、电缆型号、规格、长度应符合订货要求，附件应齐全；电缆外观不应受损。
- 三、电缆封端应严密。当外观检查有怀疑时，应进行受潮判断或试验。
- 四、充油电缆的压力油箱、油管、阀门和压力表应符合要求且完好无损。

第 2.0.4 条 电缆及其有关材料如不立即安装，应按下列要求贮存：

一、电缆应集中分类存放，并应标明型号、电压、规格、长度。电缆盘之间应有通道。地基应坚实，当受条件限制时，盘下应加垫，存放处不得积水。

二、电缆终端瓷套在贮存时，应有防止受机械损伤的措施。

三、电缆附件的绝缘材料的防潮包装应密封良好，并应根据材料性能和保管要求贮存和保管。

四、防火涂料、包带、堵料等防火材料，应根据材料性能和保管要求贮存和保管。

五、电缆桥架应分类保管，不得因受力变形。

第 2.0.5 条 电缆在保管期间，电缆盘及包装应完好，标志应齐全，封端应严密。当有缺陷时，应及时处理。

充油电缆应经常检查油压，并作记录，油压不得降至最低值。当油压降至零或出现真空时，应及时处理。

第三章 电缆管的加工及敷设

第 3.0.1 条 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。硬质塑料管不得用在温度过高或过低的场所。

在易受机械损伤的地方和在受力较大处直埋时，应采用足够强度的管材。

第 3.0.2 条 电缆管的加工应符合下列要求：

一、管口应无毛刺和尖锐棱角，管口宜做成喇叭形。

二、电缆管在弯制后，不应有裂缝和显著的凹瘪现象，其弯扁程度不宜大于管子外径的 10%；电缆管的弯曲半径不应小于所穿入电缆的最小允许弯曲半径。

三、金属电缆管应在外表涂防腐漆或涂沥青，镀锌管锌层剥落处也应涂以防腐漆。

第 3.0.3 条 电缆管的内径与电缆外径之比不得小于 1.5；混凝土管、陶土管、石棉水泥管除应满足上述要求外，其内径尚不宜小于 100mm。

第 3.0.4 条 每根电缆管的弯头不应超过 3 个，直角弯不应超过 2 个。

第 3.0.5 条 电缆管明敷时应符合下列要求：

- 一、电缆管应安装牢固；电缆管支持点间的距离，当设计无规定时，不宜超过 3m。
- 二、当塑料管的直线长度超过 30m 时，宜加装伸缩节。

第 3.0.6 条 电缆管的连接应符合下列要求：

- 一、金属电缆管连接应牢固，密封应良好，两管口应对准。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。金属电缆管不宜直接对焊。
- 二、硬质塑料管在套接或插接时，其插入深度宜为管子内径的 1.1~1.8 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封焊。

第 3.0.7 条 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。

第 3.0.8 条 利用电缆的保护钢管作接地线时，应先焊好接地线；有螺纹的管接头处，应用跳线焊接，再敷设电缆。

第 3.0.9 条 敷设混凝土、陶土、石棉水泥等电缆管时，其地基应坚实、平整，不应有沉陷。电缆管的敷设应符合下列要求：

- 一、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。
- 二、电缆管应有不小于 0.1%的排水坡度。
- 三、电缆管连接时，管孔应对准，接缝应严密，不得有地下水和泥浆渗入。

第四章 电缆支架的配制与安装

第 4.0.1 条 电缆支架的加工应符合下列要求：

- 一、钢材应平直，无明显扭曲。下料误差应在 5mm 范围内，切口应无卷边、毛刺。
- 二、支架应焊接牢固，无显著变形。各横撑间的垂直净距与设计偏差不应大于 5mm。
- 三、金属电缆支架必须进行防腐处理。位于湿热、盐雾以及有化学腐蚀地区时，应根据设计作特殊的防腐处理。

第 4.0.2 条 电缆支架的层间允许最小距离，当设计无规定时，可采用表 4.0.2 的规定。但层间净距不应小于两倍电缆外径加 10mm，35kV 及以上高压电缆不应小于 2 倍电缆外径加 50mm。

表 4.0.2 电缆支架的层间允许最小距离值(mm)

电缆类型和敷设特征		支(吊)架	桥架
控制电缆		120	200
电力电缆	10kV 及以下(除 6~10kV 交联聚乙烯绝缘外)	150~200	250
	6~10kV 交联聚乙烯绝缘	200~250	300
	35kV 单芯		
	35kV 三芯	300	350
	110kV 及以上，每层多于 1 根		
	110kV 及以上，每层 1 根	250	300
电缆敷设于槽盒内		$h+80$	$h+100$

注：h 表示槽盒外壳高度

第 4.0.3 条 电缆支架应安装牢固，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，其高低偏差不应大于 5mm。托架支吊架沿桥架走向左右的偏差不应大于 10mm。

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。

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 4.0.3 的数值。

表 4.0.3 电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离

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

第 4.0.4 条 组装后的钢结构竖井，其垂直偏差不应大于其长度的 2/1000；支架横撑的水平误差不应大于其宽度的 2/1000；竖井对角线的偏差不应大于其对角线长度的 5/1000。

第 4.0.5 条 电缆桥架的配制应符合下列要求：

一、电缆梯架(托盘)、电缆梯架(托盘)的支(吊)架、连接件和附件的质量应符合现行的有关技术标准。

二、电缆梯架(托盘)的规格、支吊跨距、防腐类型应符合设计要求。

第 4.0.6 条 梯架(托盘)在每个支吊架上的固定应牢固；梯架(托盘)连接板的螺栓应紧固，螺母应位于梯架(托盘)的外侧。

铝合金梯架在钢制支吊架上固定时，应有防电化学腐蚀的措施。

第 4.0.7 条 当直线段钢制电缆桥架超过 30m、铝合金桥架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。

第 4.0.8 条 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。

第 4.0.9 条 电缆支架全长均应有良好的接地。

第五章 电缆的敷设

第一节 一般规定

第 5.1.1 条 电缆敷设前应按下列要求进行检查：

- 一、电缆通道畅通，排水良好。金属部分的防腐层完整。隧道内照明、通风符合要求。
- 二、电缆型号、电压、规格应符合设计。
- 三、电缆外观应无损伤、绝缘良好，当对电缆的密封有怀疑时，应进行潮湿判断；直埋电缆与水底电缆应经试验合格。

四、充油电缆的油压不宜低于 0.15MPa；供油阀门应在开启位置，动作应灵活；压力表指示应无异常；所有管接头应无渗漏油；油样应试验合格。

五、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。

六、敷设前应按设计和实际路径计算每根电缆的长度，合理安排每盘电缆，减少电缆接头。

七、在带电区域内敷设电缆，应有可靠的安全措施。

第 5.1.2 条 电缆敷设时，不应损坏电缆沟、隧道、电缆井和人井的防水层。

第 5.1.3 条 三相四线制系统中应采用四芯电力电缆，不应采用三芯电缆另加一根单芯电缆或以导线、电缆金属护套作中性线。

第 5.1.4 条 并联使用的电力电缆其长度、型号、规格宜相同。

第 5.1.5 条 电力电缆在终端头与接头附近宜留有备用长度。

第 5.1.6 条 电缆各支持点间的距离应符合设计规定。当设计无规定时，不应大于表 5.1.6 中所列数值。

表 5.1.6 电缆各支持点间的距离(mm)

电 缆 种 类		敷 设 方 式	
		水 平	垂 直
电力电缆	全塑型	400	1000
	除全塑型外的中低压电缆	800	1500
	35kV 及以上高压电缆	1500	2000
控 制 电 缆		800	1000

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 800mm。

第 5.1.7 条 电缆的最小弯曲半径应符合表 5.1.7 的规定。

第 5.1.8 条 粘性油浸纸绝缘电缆最高点与最低点之间的最大位差，不应超过表 5.1.8 的规定，当不能满足要求时，应采用适应于高位差的电缆。

表 5.1.7 电缆最小弯曲半径

电 缆 型 式			多 芯	单 芯
控 制 电 缆			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	
聚氯乙烯绝缘电力电缆			10D	
交联聚乙烯绝缘电力电缆			15D	20D
油浸纸绝缘电力电缆	铅 包		30D	
	铅 包	有 铠 装	15D	20D
		无 铠 装	20D	
自容式充油(铅包)电缆				20D

注：表中 D 为电缆外径。

表 5.1.8 粘性油浸纸绝缘铅包电力电缆的最大允许敷设位差

电 压 (kV)	电缆护层结构	最大允许敷设位差(m)
1	无 铠 装	20

	铠 装	25
6~10	铠装或无铠装	15
35	铠装或无铠装	5

第 5.1.9 条 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。

第 5.1.10 条 用机械敷设电缆时的最大牵引强度应符合表 5.1.10 的规定,充油电缆总拉力不应超过 27kN。

表 5.1.10 电缆最大牵引强度(N/mm²)

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

第 5.1.11 条 机械敷设电缆的速度不宜超过 15m/min, 110kV 及以上电缆或在较复杂路径上敷设时,其速度应适当放慢。

第 5.1.12 条 在复杂的条件下用机构敷设大截面电缆时,应进行施工组织设计,确定敷设方法、线盘架设位置、电缆牵引方向,校核牵引力和侧压力,配备敷设人员和机具。

第 5.1.13 条 机械敷设电缆时,应在牵引头或钢丝绳套与牵引钢缆之间装设防捻器。

第 5.1.14 条 110kV 及以上电缆敷设时,转弯处的侧压力不应大于 3kN/m。

第 5.1.15 条 油浸纸绝缘电力电缆在切断后,应将端头立即铅封;塑料绝缘电缆应有可靠的防潮封端;充油电缆在切断后尚应符合下列要求:

- 一、在任何情况下,充油电缆的任一段都应有压力油箱保持油压。
- 二、连接油管路时,应排除管内空气,并采用喷油连接。
- 三、充油电缆的切断处必须高于邻近两侧的电。
- 四、切断电缆时不应有金属屑及污物进入电。

第 5.1.16 条 敷设电缆时,电缆允许敷设最低温度,在敷设前 24h 内的平均温度以及敷设现场的温度不应低于表 5.1.16 的规定;当温度低于表 5.1.16 规定值时,应采取措施。

表 5.1.16 电缆允许敷设最低温度

电 缆 类 型	电 缆 结 构	允许敷设最低温度(℃)
油浸纸绝缘电力电缆	充油电缆	-10
	其他油纸电缆	0
橡皮绝缘电力电缆	橡皮或聚氯乙烯护套	-15
	裸铅套	-20
	铅护套钢带铠装	-7
塑料绝缘电力电缆		0
控制电缆	耐寒护套	-20
	橡皮绝缘聚氯乙烯护套	-15
	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套	-10

第 5.1.17 条 电力电缆接头的布置应符合下列要求：

- 一、并列敷设的电缆，其接头的位置宜相互错开。
- 二、电缆明敷时的接头，应用托板托置固定。
- 三、直埋电缆接头盒外面应有防止机械损伤的保护盒(环氧树脂接头盒除外)。位于冻土层内的保护盒，盒内宜注以沥青。

第 5.1.18 条 电缆敷设时应排列整齐，不宜交叉，加以固定，并及时装设标志牌。

第 5.1.19 条 标志牌的装设应符合下列要求：

- 一、在电缆终端头、电缆接头、拐弯处、夹层内、隧道及竖井的两端、人井内等地方，电缆上应装设标志牌。
- 二、标志牌上应注明线路编号。当无编号时，应写明电缆型号、规格及起迄地点；并联使用的电缆应有顺序号。标志牌的字迹应清晰不易脱落。
- 三、标志牌规格宜统一。标志牌应能防腐，挂装应牢固。

第 5.1.20 条 电缆的固定，应符合下列要求：

- 一、在下列地方应将电缆加以固定：
 - 1.垂直敷设或超过 45° 倾斜敷设的电缆在每个支架上；桥架上每隔 2m 处；
 - 2.水平敷设的电缆，在电缆首末两端及转弯、电缆接头的两端处；当对电缆间距有要求时，每隔 5~10m 处；
 - 3.单芯电缆的固定应符合设计要求。
- 二、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。
- 三、裸铅(铝)套电缆的固定处，应加软衬垫保护。
- 四、护层有绝缘要求的电缆，在固定处应加绝缘衬垫。

第 5.1.21 条 沿电气化铁路或有电气化铁路通过的桥梁上明敷电缆的金属护层或电缆金属管道，应沿其全长与金属支架或桥梁的金属构件绝缘。

第 5.1.22 条 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。

第 5.1.23 条 装有避雷针的照明灯塔，电缆敷设时尚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》的有关要求。

第二节 生产厂房内及隧道、沟道内电缆的敷设

第 5.2.1 条 电缆的排列，应符合下列要求：

- 一、电力电缆和控制电缆不应配置在同一层支架上。
- 二、高低压电力电缆，强电、弱电控制电缆应按顺序分层配置，一般情况宜由上而下配置；但在含有 35kV 以上高压电缆引入柜盘时，为满足弯曲半径要求，可由下而上配置。

第 5.2.2 条 并列敷设的电力电缆，其相互间的净距应符合设计要求。

第 5.2.3 条 电缆在支架上的敷设应符合下列要求：

- 一、控制电缆在普通支架上，不宜超过 1 层；桥架上不宜超过 3 层。
- 二、交流三芯电力电缆，在普通支吊架上不宜超过 1 层；桥架上不宜超过 2 层。
- 三、交流单芯电力电缆，应布置在同侧支架上。当按紧贴的正三角形排列时，应每隔

1m 用绑带扎牢。

第 5.2.4 条 电缆与热力管道、热力设备之间的净距，平行时应不小于 1m，交叉时应不小于 0.5m，当受条件限制时，应采取隔热保护措施。电缆通道应避开锅炉的看火孔和制粉系统的防爆门；当受条件限制时，应采取穿管或封闭槽盒等隔热防火措施。电缆不宜平行敷设于热力设备和热力管道的上部。

第 5.2.5 条 明敷在室内及电缆沟、隧道、竖井内带有麻护层的电缆，应剥除麻护层，并对其铠装加以防腐。

第 5.2.6 条 电缆敷设完毕后，应及时清除杂物，盖好盖板。必要时，尚应将盖板缝隙密封。

第三节 管道内电缆的敷设

第 5.3.1 条 在下列地点，电缆应有一定机械强度的保护管或加装保护罩：

- 一、电缆进入建筑物、隧道、穿过楼板及墙壁处。
- 二、从沟道引至电杆、设备、墙外表面或屋内行人容易接近处，距地面高度 2m 以下的一段。
- 三、其他可能受到机械损伤的地方。

保护管埋入非混凝土地面的深度不应小于 100mm；伸出建筑物散水坡的长度不应小于 250mm，保护罩根部不应高出地面。

第 5.3.2 条 管道内部应无积水，且无杂物堵塞。穿电缆时，不得损伤护层，可采用无腐蚀性的润滑剂(粉)。

第 5.3.3 条 电缆排管在敷设电缆前，应进行疏通，清除杂物。

第 5.3.4 条 穿入管中电缆的数量应符合设计要求；交流单芯电缆不得单独穿入钢管内。

第四节 直埋电缆的敷设

第 5.4.1 条 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、腐植物质、虫鼠等危害的地段，应采取保护措施。

第 5.4.2 条 电缆埋置深度应符合下列要求：

- 一、电缆表面距地面的距离不应小于 0.7m。穿越农田时不应小于 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。
- 二、电缆应埋设于冻土层以下，当受条件限制时，应采取防止电缆受到损坏的措施。

第 5.4.3 条 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 5.4.3 的规定。严禁将电缆平行敷设于管道的上方或下方。特殊情况应按下列规定执行：

表 5.4.3 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

项 目		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
不同使用部门的电缆间		0.50	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
其它管道(管沟)		0.50	0.50
铁路路轨		3.00	1.00
电气化铁路路轨	交 流	3.00	1.00
	直 流	10.0	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	—
建筑物基础(边线)		0.60	—
排水沟		1.00	0.50

注：①电缆与公路平行的净距，当情况特殊时可酌减；

②当电缆穿管或者其它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。

一、电力电缆间及其与控制电缆间或不同使用部门的电缆间，当电缆穿管或用隔板隔开时，平行净距可降低为 0.1m。

二、电力电缆间、控制电缆间以及它们相互之间，不同使用部门的电缆间在交叉点前后 1m 范围内，当电缆穿入管中或用隔板隔开时，其交叉净距可降为 0.25m。

三、电缆与热管道(沟)、油管道(沟)、可燃气体及易燃液体管道(沟)、热力设备或其他管道(沟)之间，虽净距能满足要求，但检修管路可能伤及电缆时，在交叉点前后 1m 范围内，尚应采取保护措施；当交叉净距不能满足要求时，应将电缆穿入管中，其净距可减为 0.25m。

四、电缆与热管道(沟)及热力设备平行、交叉时，应采取隔热措施，使电缆周围土壤的温升不超过 10℃。

五、当直流电缆与电气化铁路路轨平行、交叉其净距不能满足要求时，应采取防电化腐蚀措施。

第 5.4.4 条 电缆与铁路、公路、城市街道、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各 2m；伸出排水沟 0.5m；在城市街道应伸出车道路面。

第 5.4.5 条 直埋电缆的上、下部应铺以不小于 100mm 厚的软土或沙层，并加盖保护板，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。

软土或沙子中不应有石块或其它硬质杂物。

第 5.4.6 条 直埋电缆在直线段每隔 50~100m 处、电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处，应设置明显的方位标志或标桩。

第 5.4.7 条 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。

第五节 水底电缆的敷设

第 5.5.1 条 水底电缆应是整根的。当整根电缆超过制造厂的制造能力时，可采用软接头连接。

第 5.5.2 条 通过河流的电缆，应敷设于河床稳定及河岸很少受到冲损的地方。在码头、

锚地、港湾、渡口及有船停泊处敷设电缆时，必须采取可靠的保护措施。当条件允许时，应深埋敷设。

第 5.5.3 条 水底电缆的敷设，必须平放水底，不得悬空。当条件允许时，宜埋入河床(海底)0.5m 以下。

第 5.5.4 条 水底电缆平行敷设时的间距不宜小于最高水位水深的 2 倍；当埋入河床(海底)以下时，其间距按埋设方式或埋设机的工作活动能力确定。

第 5.5.5 条 水底电缆引到岸上的部分应穿管或加保护盖板等保护措施，其保护范围，下端应为最低水位时船只搁浅及撑篙达不到之处；上端高于最高洪水位。在保护范围的下端，电缆应固定。

第 5.5.6 条 电缆线路与小河或小溪交叉时，应穿管或埋在河床下足够深处。

第 5.5.7 条 在岸边水底电缆与陆上电缆连接的接头，应装有锚定装置。

第 5.5.8 条 水底电缆的敷设方法、敷设船只的选择和施工组织的设计，应按电缆的敷设长度、外径、重量、水深、流速和河床地形等因素确定。

第 5.5.9 条 水底电缆的敷设，当全线采用盘装电缆时，根据水域条件，电缆盘可放在岸上或船上，敷设时可用浮筒浮托，严禁使电缆在水底拖拉。

第 5.5.10 条 水底电缆不能盘装时，应采用散装敷设法。其敷设程序应先将电缆圈绕在敷设船仓内，再经仓顶高架、滑轮、刹车装置至入水槽下水，用拖轮绑拖，自航敷设或用钢缆牵引敷设。

第 5.5.11 条 敷设船的选择，应符合下列条件：

一、船仓的容积、甲板面积、稳定性等应满足电缆长度、重量、弯曲半径和作业场所等要求。

二、敷设船应配有刹车装置、张力计量、长度测量、入水角、水深和导航、定位等仪器，并配有通讯设备。

第 5.5.12 条 水底电缆敷设应在小潮流、憩流或枯水期进行，并应视线清晰，风力小于五级。

第 5.5.13 条 敷设船上的放线架应保持适当的退扭高度。敷设时根据水的深浅控制敷设张力，应使其入水角为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ；采用牵引顶推敷设时，其速度宜为 $20 \sim 30\text{m/min}$ ；采用拖轮或自航牵引敷设时，其速度宜为 $90 \sim 150\text{m/min}$ 。

第 5.5.14 条 水底电缆敷设时，两岸应按设计设立导标。敷设时应定位测量，及时纠正航线和校核敷设长度。

第 5.5.15 条 水底电缆引到岸上时，应将余线全部浮托在水面上，再牵引至陆上。浮托在水面上的电缆应按设计路径沉入水底。

第 5.5.16 条 水底电缆敷设后，应作潜水检查，电缆应放平，河床起伏处电缆不得悬空。并测量电缆的确切位置。在两岸必须按设计设置标志牌。

第六节 桥梁上电缆的敷设

第 5.6.1 条 木桥上的电缆应穿管敷设。在其它结构的桥上敷设的电缆，应在人行道下设电缆沟或穿入由耐火材料制成的管道中。在人不易接触处，电缆可在桥上裸露敷设，但应采取避免太阳直接照射的措施。

第 5.6.2 条 悬吊架设的电缆与桥梁架构之间的净距不应小于 0.5m。

第 5.6.3 条 在经常受到震动的桥梁上敷设的电缆，应有防震措施。桥墩两端和伸缩缝处的电缆，应留有松弛部分。

第六章 电缆终端和接头的制作

第一节 一般规定和准备工作

第 6.1.1 条 电缆终端与接头的制作，应由经过培训的熟悉工艺的人员进行。

第 6.1.2 条 电缆终端及接头制作时，应严格遵守制作工艺规程；充油电缆尚应遵守油务及真空工艺等有关规程的规定。

第 6.1.3 条 在室外制做 6kV 及以上电缆终端与接头时，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。110kV 及以上高压电缆终端与接头施工时，应搭临时工棚，环境湿度应严格控制，温度宜为 10~30℃。制做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。严禁在雾或雨中施工。

在室内及充油电缆施工现场应备有消防器材。室内或隧道中施工应有临时电源。

第 6.1.4 条 35kV 及以下电缆终端与接头应符合下列要求：

一、型式、规格应与电缆类型如电压、芯数、截面、护层结构和环境要求一致。

二、结构应简单、紧凑，便于安装。

三、所用材料、部件应符合技术要求。

四、主要性能应符合现行国家标准《额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本性能要求》的规定。

第 6.1.5 条 采用的附加绝缘材料除电气性能应满足要求外，尚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。

第 6.1.6 条 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 1.2~1.5 倍。采用压接时，压接钳和模具应符合规格要求。

第 6.1.7 条 控制电缆在下列情况下可有接头，但必须连接牢固，并不应受到机械拉力。

一、当敷设的长度超过其制造长度时。

二、必须延长已敷设竣工的控制电缆时。

三、当消除使用中的电缆故障时。

第 6.1.8 条 制作电缆终端和接头前，应熟悉安装工艺资料，做好检查，并符合下列要求：

一、电缆绝缘状况良好，无受潮；塑料电缆内不得进水；充油电缆施工前应对电缆本体、压力箱、电缆油桶及纸卷桶逐个取油样，做电气性能试验，并应符合标准。

二、附件规格应与电缆一致；零部件应齐全无损伤；绝缘材料不得受潮；密封材料不得失效。壳体结构附件应预先组装，清洁内壁；试验密封，结构尺寸符合要求。

三、施工用机具齐全，便于操作，状况清洁，消耗材料齐备，清洁塑料绝缘表面的溶剂宜遵循工艺导则准备。

四、必要时应进行试装配。

第 6.1.9 条 电力电缆接地线应采用铜绞线或镀锡铜编织线，其截面面积不应小于表 6.1.9

的规定。110kV 及以上电缆的截面面积应符合设计规定。

表 6.1.9 电缆终端接地线截面

电缆截面(mm ²)	接地线截面(mm ²)
120 及以下	16
150 及以上	25

第 6.1.10 条 电缆终端与电气装置的连接，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》的有关规定。

第二节 制 作 要 求

第 6.2.1 条 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，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。

第 6.2.2 条 充油电缆线路有接头时，应先制作接头；两端有位差时，应先制作低位终端头。

第 6.2.3 条 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 及以上电力电缆的终端和接头，尚应有改善电缆屏蔽端部电场集中的有效措施，并确保外绝缘相间和对地距离。

第 6.2.4 条 35kV 及以下电缆在剥切线芯绝缘、屏蔽、金属护套时，线芯沿绝缘表面至最近接地点(屏蔽或金属护套端部)的最小距离应符合表 6.2.4 的要求。

表 6.2.4 电缆终端和接头中最小距离

额定电压(kV)	最小距离(mm)
1	50
6	100
10	125
35	250

第 6.2.5 条 塑料绝缘电缆在制作终端头和接头时，应彻底清除半导体屏蔽层。对包带石墨屏蔽层，应使用溶剂擦去碳迹；对挤出屏蔽层，剥除时不得损伤绝缘表面，屏蔽端部应平整。

第 6.2.6 条 三芯油纸绝缘电缆应保留统包绝缘 25mm，不得损伤。剥除屏蔽碳墨纸，端部应平整。弯曲线芯时应均匀用力，不应损伤绝缘纸；线芯弯曲半径不应小于其直径的 10 倍。包缠或灌注、填充绝缘材料时，应消除线芯分支处的气隙。

第 6.2.7 条 充油电缆终端和接头包绕附加绝缘时，不得完全关闭压力箱。制作中和真空处理时，从电缆中渗出的油应及时排出，不得积存在瓷套或壳体内。

第 6.2.8 条 电缆线芯连接时，应除去线芯和连接管内壁油污及氧化层。压接模具与金具应配合恰当。压缩比应符合要求。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，应使用中性焊锡膏，不得烧伤绝缘。

第 6.2.9 条 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，不得中断，跨接线的截面不应小于本规范表 6.1.8 接地线截面的规定。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。

第 6.2.10 条 三芯电力电缆终端处的金属护层必须接地良好；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。

第 6.2.11 条 装配、组合电缆终端和接头时，各部件间的配合或搭接处必须采取堵漏、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，铅封必须密实无气孔。充油电缆的铅封应分两次进行，第一次封堵油，第二次成形和加强，高位差铅封应用环氧树脂加固。

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、接头及充油电缆供油管路均不应有渗漏。

第 6.2.12 条 充油电缆供油系统的安装应符合下列要求：

- 一、供油系统的金属油管与电缆终端间应有绝缘接头，其绝缘强度不低于电缆外护层。
- 二、当每相设置多台压力箱时，应并联连接。
- 三、每相电缆线路应装设油压监视或报警装置。
- 四、仪表应安装牢固，室外仪表应有防雨措施，施工结束后应进行整定。
- 五、调整压力油箱的油压，使其在任何情况下都不应超过电缆允许的压力范围。

第 6.2.13 条 电缆终端上应有明显的相色标志，且应与系统的相位一致。

第 6.2.14 条 控制电缆终端可采用一般包扎，接头应有防潮措施。

第七章 电缆的防火与阻燃

第 7.0.1 条 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回路，必须按设计要求的防火阻燃措施施工。

第 7.0.2 条 电缆的防火阻燃尚应采取下列措施：

- 一、在电缆穿过竖井、墙壁、楼板或进入电气盘、柜的孔洞处，用防火堵料密实封堵。
- 二、在重要的电缆沟和隧道中，按要求分段或用软质耐火材料设置阻火墙。
- 三、对重要回路的电缆，可单独敷设于专门的沟道中或耐火封闭槽盒内，或对其施加防火涂料、防火包带。
- 四、在电力电缆接头两侧及相邻电缆 2~3m 长的区段施加防火涂料或防火包带。
- 五、采用耐火或阻燃型电缆。
- 六、设置报警和灭火装置。

第 7.0.3 条 防火阻燃材料必须经过技术或产品鉴定，在使用时，应按设计要求和材料使用工艺提出施工措施。

第 7.0.4 条 涂料应按一定浓度稀释，搅拌均匀，并应顺电缆长度方向进行涂刷，涂刷厚度或次数、间隔时间应符合材料使用要求。

第 7.0.5 条 包带在绕包时，应拉紧密实，缠绕层数或厚度应符合材料使用要求。绕包完毕后，每隔一定距离应绑扎牢固。

第 7.0.6 条 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，孔洞较大者应加耐火衬板后再进行封堵。

第 7.0.7 条 防火墙上的防火门应严密，孔洞应封堵；防火墙两侧电缆应施加防火包带或涂料。

第八章 工程交接验收

- 第 8.0.1 条 在验收时，应按下列要求进行检查：
- 一、电缆规格应符合规定；排列整齐，无机械损伤；标志牌应装设齐全、正确、清晰。
 - 二、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、相序排列等应符合要求。
 - 三、电缆终端、电缆接头及充油电缆的供油系统应安装牢固，不应有渗漏现象；充油电缆的油压及表计整定值应符合要求。
 - 四、接地应良好；充油电缆及护层保护器的接地电阻应符合设计。
 - 五、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。
 - 六、电缆沟内应无杂物，盖板齐全，隧道内应无杂物，照明、通风、排水等设施应符合设计。
 - 七、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，间距适当，且应符合第 5.4.6 条的要求。
 - 八、水底电缆线路两岸，禁锚区内的标志和夜间照明装置应符合设计。
 - 九、防火措施应符合设计，且施工质量合格。

第 8.0.2 条 隐蔽工程应在施工过程中进行中间验收，并作好签证。

- 第 8.0.3 条 在验收时，应提交下列资料和技术文件：
- 一、电缆线路路径的协议文件。
 - 二、设计资料图纸、电缆清册、变更设计的证明文件和竣工图。
 - 三、直埋电缆输电线路的敷设位置图，比例宜为 1：500。地下管线密集的地段不应小于 1：100，在管线稀少、地形简单的地段可为 1：1000；平行敷设的电缆线路，宜合用一张图纸。图上必须标明各线路的相对位置，并有标明地下管线的剖面图。
 - 四、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。
 - 五、隐蔽工程的技术记录。
 - 六、电缆线路的原始记录：
 - 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。
 - 七、试验记录。

附录一 本规范名词解释

附表 1.1 本规范名词解释

本规范用 名词	解 释
------------	--------

金属护套	铅护套和铝护套的统称
铠装	起径向加强作用的金属带、起纵向加强作用的金属丝统称为铠装
金属护层	金属护套和铠装的统称。有时亦单独把金属护套或铠装称为金属护层
电缆终端	安装在电缆末端,以使电缆与其它电气设备或架空输电线相连接,并维持绝缘直至连接点的装置,称为电缆终端
电缆接头	连接电缆与电缆的导体、绝缘、屏蔽层和保护层,以使电缆线路连续的装置称为电缆接头
电缆支架	电缆敷设就位后,用于支撑电缆的装置统称为电缆支架,包括普通支架和桥架
电缆桥架	由托盘(托槽)或梯架的直线段、非直线段、附件及支吊架等组合构成,用以支撑电缆具有连续的刚性结构系统

附录二 侧压力和牵引力的常用计算公式

一、侧压力

$$P=T/R$$

式中 P ——侧压力(N/m);

T ——牵引力(N);

R ——弯曲半径(m)。

二、水平直线牵引 $T = 9.8\mu WL$

三、倾斜直线牵引 $T_1 = 9.8WL(\mu \cos \theta_1 + \sin \theta_1)$

$$T_2 = 9.8WL(\mu \cos \theta_2 - \sin \theta_1)$$

四、水平弯曲牵引 $T_2 = T_1 e^{\mu \theta}$

五、垂直弯曲牵引

1.凸曲面

$$T_2 \text{  } T_1 T_2 = 9.8WR \left[(1 - \mu^2) \sin \theta + 2\mu (\ell^{\mu \theta} - \cos \theta) \right] / (1 + \mu^2) + t_1 \ell^{\mu \theta}$$

$$T_1 \text{  } T_2 T_2 = 9.8WR \left[2\mu \sin \theta + (1 - \mu^2) (\ell^{\mu \theta} - \cos \theta) \right] / (1 + \mu^2) + t_1 \ell^{\mu \theta}$$

2.凹曲面

$$T_1 \text{  } T_2 T_2 = T_1 \ell^{\mu \theta} - 9.8WR \left[(1 - \mu^2) \sin \theta + 2\mu (\ell^{\mu \theta} - \cos \theta) \right] / (1 + \mu^2)$$

$$T_2 \text{  } T_1 T_2 = T_1 \ell^{\mu \theta} - 9.8WR \left[2 \sin \theta + (1 + \mu^2) \right] / (\ell^{\mu \theta} - \cos \theta) / (1 + \mu_2)$$

式中 T ——牵引力(N);

μ ——摩擦系数(见附表 2.1);

W ——电缆每米重量(kg/m);

L ——电缆长度(m);

θ_1 ——电缆作直线倾斜牵引时的倾斜角(rad);

θ ——弯曲部分的圆心角(rad);

T_1 ——弯曲前牵引力(N);

T_2 ——弯曲后牵引力(N);

R ——电缆弯曲时的半径(m)。

附表 2.1 各种牵引条件下的摩擦系数

牵引条件	摩擦系数
钢管内	0.17~0.19
塑料管内	0.4
混凝土管，无润滑剂	0.5~0.7
混凝土管，有润滑	0.3~0.4
混凝土管，有水	0.2~0.4
滚轮上牵引	0.1~0.2
砂中牵引	1.5~3.5

注：混凝土管包括石棉水泥管。