

# 《配电工程项目规范》 征求意见稿

规范编制组

2020年6月



# 目 录

1	总则.....	1
2	基本规定.....	2
3	35~110kV 变电站.....	3
3.1	一般规定 .....	3
3.2	电气一次设备 .....	3
3.3	电气二次系统 .....	6
3.4	建（构）筑物及生产辅助系统 .....	6
4	10（20）kV 及以下配电站所 .....	10
4.1	一般规定 .....	10
4.2	10（20）kV 配电设备 .....	10
4.3	380/220V 配电设备 .....	12
4.4	建（构）筑物 .....	12
5	架空线路.....	15
5.1	一般规定 .....	15
5.2	导地线 .....	15
5.3	杆塔及基础 .....	19
5.4	柱上设备 .....	20
5.5	绝缘子 .....	20
5.6	金具 .....	21
6	电缆线路.....	22

6.1	一般规定 .....	22
6.2	电缆及附件 .....	22
6.3	电缆通道 .....	22
6.4	附属设备 .....	23
6.5	附属设施 .....	24
	起草说明.....	25
1	总则.....	28
2	基本规定.....	29
3	35~110kV 变电站.....	34
3.1	一般规定 .....	34
3.2	电气一次设备 .....	35
3.3	电气二次系统 .....	38
3.4	建（构）筑物及生产辅助系统 .....	39
4	10（20）kV 及以下配电站所 .....	44
4.1	一般规定 .....	44
4.2	10（20）kV 配电设备 .....	44
4.3	380/220V 配电设备 .....	47
4.4	建（构）筑物 .....	48
5	架空线路.....	51
5.1	一般规定 .....	51
5.2	导地线 .....	51
5.3	杆塔及基础 .....	54

5.4	柱上设备 .....	56
5.5	绝缘子 .....	57
5.6	金具 .....	58
6	电缆线路.....	59
6.1	一般规定 .....	59
6.2	电缆及附件 .....	59
6.3	电缆通道 .....	60
6.4	附属设备 .....	61
6.5	附属设施 .....	61



# 1 总则

**1.0.1** 为贯彻国家电力建设方针政策，满足经济和社会发展基本需求，保障人民生命财产安全、工程质量安全、生态环境安全，促进能源资源节约利用，制定本规范。

**1.0.2** 新建、扩建和改建的 110kV 及以下配电工程规划、设计、施工、调试、运维、拆除，必须遵守本规范。

**1.0.3** 配电工程的规划、设计、施工、调试、运维、拆除应遵循安全可靠、技术先进、经济合理、节约资源、保护环境的原则。

**1.0.4** 当本规范与国家法律、行政法规不一致时，应执行国家法律、行政法规的规定。

**1.0.5** 配电工程的规划、设计、施工、调试、运维、拆除，除应遵守本规范外，还应遵守国家现行有关规范的规定。

## 2 基本规定

### 2.0.1 配电网规划应满足下列要求：

1 应符合国土空间规划，经济、合理地利用土地资源，合理布局供电设施，与其他市政基础设施协同发展；

2 应符合电力系统规划总体要求，远近期结合，合理确定建设方案。

2.0.2 电源与用户接入不应影响电力系统的安全运行及电能质量。

2.0.3 应急电源与正常电源之间，应采取防止并列运行的措施。当有特殊要求，应急电源向正常电源转换需短暂并列运行时，应采取安全运行的措施。

2.0.4 电源与用户中性点接地方式应符合所接入配电网对中性点接地运行方式的要求。

2.0.5 电源与用户接入电网前，应明确计量点。计量点应设在供用电设施的产权分界处或合同中规定的贸易结算点。

2.0.6 配电工程的建（构）筑物、线路和装置设施等应因地制宜采取防火、防雷、抗震、防污、防爆措施，以防止或减少事故造成的人身伤亡、设备损坏和财产损失。

2.0.7 配电工程建设、运行产生的电磁波、噪声及三废排放应符合国家环境保护法律法规的相关规定。

2.0.8 变（配）电站应设置防止雨、雪和蛇、鼠等小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等处进入室内的设施。

### 2.0.9 警示标志牌设置与悬挂应满足下列要求：

1 变压器室门上应标明变压器室的名称和编号，门外侧应设警示标志牌；

2 安装在室内或台上、柱上的变压器应悬挂设备名称、编号牌等警示标志牌；

3 在一经合闸即可送电到工作地点的断路器、隔离开关及跌落式熔断器的操作处，应悬挂警示标志牌。

2.0.10 配电工程各个设备、建（构）筑物等在达到规定使用期限或遭遇重大事故灾害时，应进行安全评估，合格后方可继续使用。

2.0.11 配电设备的报废处理应符合安全、质量和环境的要求。



## 3 35~110kV 变电站

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 变电站选址应布置在运行噪声对周边环境影响较小的位置，并避开洪水、泥石流、地震带、低洼地带等易发生地质灾害地区。

**3.1.2** 变电站与氢气站设施、加油（气）站设施、石油天然气设施、危险品生产区及仓库区等潜在危险源应保持足够的安全距离。

### 3.2 电气一次设备

**3.2.1** 变压器应满足如下要求：

1 总油量超过 100kg 的屋内油浸电力变压器，应安装在单独的变压器间内，并应设置灭火设施；

2 油量在 2500kg 及以上的屋外油浸变压器之间不设置防火墙时，其最小间距应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 屋外油浸变压器之间的最小间距（m）

电压等级	最小间距
35kV	5
66kV	6
110kV	8

**3.2.2** 配电装置应满足如下要求：

1 屋外配电装置的安全净距不应小于表 3.2.2-1 所列数值。电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2500mm 时，应装设固定遮栏。

表 3.2.2-1 屋外配电装置的安全净距（mm）

符号	适应范围	标称电压（kV）			
		35	66	110J	110
A1	1、带电部分至接地部分之间 2、网状遮拦向上延伸级距地 2.5m 处与遮拦上方带电部分之间	400	650	900	1000
A2	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	400	650	1000	1100
B1	1、设备运输时，其设备外廓至无遮拦带电部分之间 2、交叉的不同时停电检修的无遮拦带电部分之间	1150	1400	1650	1750

	3、栅状遮拦至绝缘体和带电部分之间 4、带电作业时带电部分至接地部分之间				
B2	网状遮拦至带电部分之间	500	750	1000	1100
C	1、无遮拦裸导体至地面之间 2、无遮拦裸导体至建筑物、构筑物顶部之间	2900	3100	3400	3500
D	1、平行的不同时停电检修的无遮拦带电部分之间 2、带电部分与建筑物、构筑物的边沿部分之间	2400	2600	2900	3000

注：1 110J 指中性点有效接地系统；

2 海拔超过 1000m 时，A1 和 A2 的值应进行修正；

3 带电作业时，不同相或交叉的不同回路带电部分之间，其 B1 值应在 A2 值基础上加 750mm。

2 屋外配电装置使用软导线时，在不同条件下，带电部分至接地部分和不同相带电部分之间的最小安全净距，应根据表 3.2.2-2 进行校验，并应采用最大值。

表 3.2.2-2 带电部分至接地部分和不同相带电部分之间的最小安全净距（mm）

条件	校验条件	设计风速(m/s)	A 值	标称电压（kV）			
				35	66	110J	110
雷电过电压	雷电过电压和风偏	10	A1	400	650	900	1000
			A2	400	650	1000	1100
工频过电压	条件 1、最大工作电压、短路和风偏； 条件 2、最大工作电压和风偏。	条件 1 时取 10； 条件 2 时取最大设计风速。	A1	150	300	300	450
			A2	150	300	500	500

注：在最大设计风速为 35m/s 及以上、以及雷暴时风速较大等气象条件恶劣的地区，雷电过电压校验的设计风速应采用 15m/s。

3 屋内配电装置的安全净距不应小于表 3.2.2-3 所列数值。电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2300mm 时，应装设固定遮拦。

表 3.2.2-3 屋内配电装置的安全净距（mm）

符号	适应范围	标称电压（kV）			
		35	66	110J	110
A1	1、带电部分至接地部分之间 2、网状遮拦向上延伸级距地 2.3m 处与遮拦上方带电部分之间	300	550	850	950
A2	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	300	550	900	1000
B1	1、栅状遮拦至带电部分之间 2、交叉的不同时停电检修的无遮拦带电部分之间	1050	1300	1600	1700
B2	网状遮拦至带电部分之间	400	650	950	1050
C	无遮拦裸导体至地（楼）面之间	2600	2850	3150	3250
D	1、平行的不同时停电检修的无遮拦带电部分之间	2100	2350	2650	2750

	2、带电部分与建筑物、构筑物的边沿部分之间				
E	通向屋外的出线套管至屋外通道的路面	4000	4500	5000	5000

注：1 110J 指中性点有效接地系统；

2 海拔超过 1000m 时，A1 和 A2 的值应进行修正；

3 E 中通向屋外配电装置的出线套管至屋外地面的距离，不应小于表 3.2.2-1 中所列屋外部分 C 值。

4 屋内、屋外配电装置的隔离开关与相应断路器和接地刀闸之间应装设闭锁装置；屋内配电装置设备低式布置时，还应设置防止误入带电间隔的闭锁装置；

5 屋外配电装置裸露的带电部分的上面和下面，不应有照明、通信和信号线路架空跨越或穿过；屋内配电装置裸露的带电部分上面不应有明敷的照明、动力线路或管线跨越；

6 35kV 及以下屋内配电装置当未采用金属封闭开关设备时，其油断路器、油浸电流互感器和电压互感器，应设置在两侧有不燃烧实体隔墙(板)的间隔内；35kV 以上屋内配电装置的带油设备应安装在有防爆隔墙的间隔内。不燃烧实体墙的高度不应低于配电装置中带油设备的高度。

### 3.2.3 无功补偿装置应满足如下要求：

1 并联电容器装置的放电线圈一次绕组中性点不应接地；

2 屋内安装的油浸式铁心串联电抗器，其油量超过 100kg 时，应单独设置防爆间隔和储油设施。

3.2.4 1kV 及以下配电室通道上方裸带电体距地面的高度低于 2.5m 时，应对裸带电体设置遮栏或外护物，遮栏或外护物底部距地面的高度不应低于 2.2m。除配电室外，1kV 及以下裸导体至地面的距离无遮护时不应小于 3.5m，采用网孔遮栏时不应小于 2.5m。网状遮栏与裸导体的间距不应小于 100mm，板状遮栏与裸导体的间距不应小于 50mm。

### 3.2.5 变电站站内电缆防火应满足如下要求：

1 建（构）筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞应采用电缆防火封堵材料进行封堵，其防火封堵组件的耐火极限不应低于被贯穿物的耐火极限，且不应低于 1.00h；防火墙上电缆孔洞应采用耐火极限为 3.00h 的电缆防火封堵材料或者防火封堵组件进行封堵；

2 变电室内电缆隧道或电缆沟中的公用主隧道或沟内引接的分支处、通向建筑物的入口处、电缆桥架分支处，应设置防火墙或阻火措施；

3 靠近带油设备的电缆沟盖板应密封。

3.2.6 变电站应设置直击雷保护装置及采取防止感应雷过电压保护措施。独立避雷针不应设置在人经常通行的地方。

### 3.3 电气二次系统

3.3.1 继电保护和安全自动装置应符合可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

3.3.2 调度自动化系统应采用不间断电源供电，应满足带全部负载的时间不少于2h。

3.3.3 变电站与相应的调度端间通信应采用相互独立的两路通道。

3.3.4 变电站计量系统应具有计量属性，变电站关口计量点应配置计量表。

3.3.5 应配置公用的时间同步系统，时间同步精度和守时精度满足站内所有设备的对时精度要求。

3.3.6 电力监控系统安全防护应符合“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的总体原则。

3.3.7 变电站直流系统中蓄电池组的容量，应符合下列要求：

- 1 有人值班变电站应为全站事故停电 1h 的放电容量；
- 2 无人值班变电站应为全站事故停电 2h 的放电容量；
- 3 应满足事故放电末期最大冲击负荷的要求。

3.3.8 变电站应配置一体化电源装置，由其直流电源系统为通信设备供电。

### 3.4 建（构）筑物及生产辅助系统

3.4.1 建筑屋面防水工程应根据建筑物的类别、重要程度、使用功能要求确定防水等级，并按相应等级进行防水设防；对防水有特殊要求的建筑屋面，应进行专项防水设计。

3.4.2 变电站内建（构）筑物根据其重要性分为以下三个抗震设防类别：

1 枢纽变电站的主控通信楼、配电装置楼（室）、继电器室、站用变室为重点设防类，简称为乙类；

2 主要建（构）筑物和有连续生产运行设备的建（构）筑物以及公用建（构）筑物、重要材料库为标准设防类，简称为丙类；

3 丙类以外的次要建（构）筑物为适度设防类，简称为丁类。

3.4.3 变电站应根据设备及工艺要求，对设备房间进行采暖和通风设计，对有防爆要求的房间应设事故通风。

3.4.4 室内给水管道和室内排水管道不应直接在电气设备房间的上方通过。

3.4.5 建（构）筑物的火灾危险性分类及其耐火等级应符合表3.4.5规定。

表 3.4.5 建（构）筑物的火灾危险性分类及其耐火等级

建（构）筑物名称		火灾危险性分类	耐火等级
主控制楼		丁	二级
继电器室		丁	二级
配电装置楼（室）	单台设备油量 60kg 以上	丙	二级
	单台设备油量 60kg 及以下	丁	二级
	无含油电气设备	戊	二级
油浸变压器室		丙	一级
气体或干式变压器室		丁	二级
电容器室（有可燃介质）		丙	二级
干式电容器室		丁	二级
油浸电抗器室		丙	二级
干式电抗器室		丁	二级
事故贮油池		丙	一级
生活、工业、消防水泵房		戊	二级
雨淋阀室、泡沫设备室		戊	二级
污水、雨水泵房		戊	二级

3.4.6 变电站内建（构）筑物及设备的防火间距不应小于表3.4.6的规定。建（构）筑物与站外的民用建（构）筑物及各类厂房、库房、堆场、贮罐之间的防火间距应符合《建筑防火通用规范》相关规定。

表 3.4.6 建（构）筑物之间的防火间距（m）

建（构）筑物、设备名称		丙、丁、戊类生产建筑耐火等级		屋外配电装置每组断路器油量（t）		可燃介质电容器（室、棚）	总事故贮油池	生活建筑耐火等级	
		一、二级	三级	<1	≥1			一、二级	三级
丙、丁、戊类生产建筑耐火等级	一、二级	10	12	—	10	10	5	10	12
	三级	12	14					12	14
屋外配电装置每组断路器油量（t）	<1	—		—		10	5	10	12
	≥1	10							
油浸变压器、油浸电抗器单	≥5, ≤10	10		见注 4		10	5	15	20

台设备油量 (t)	>10, ≤50							20	25
	>50							25	30
可燃介质电容器(室、棚)		10		10	—	5	15	20	
总事故贮油池		5		5	5	—	10	12	
生活建筑耐火等级	一、二级	10	12	10	15	10	6	7	
	三级	12	14	12	20	12	7	8	

注：1 建（构）筑物防火间距应按相邻建（构）筑物外墙的最近水平距离计算，如外墙有凸出的可燃或难燃构件时，则应从其凸出部分外缘算起；变压器之间的防火间距应为相邻变压器外壁的最近水平距离；变压器与带电电气设备的防火间距应为变压器和带电电气设备外壁的最近水平距离；变压器与建筑物的防火间距应为变压器外壁与建筑外墙的最近水平距离；

2 相邻两座建筑较高一面的外墙如为防火墙时，其防火间距不限；两座一、二级耐火等级的建筑，当相邻较低一面外墙为防火墙且较低一座厂房屋顶无天窗，屋顶耐火极限不低于 1h，或相邻较高一面外墙的门、窗等开口部位设置甲级防火门、窗或防火分隔水幕时，其防火间距不应小于 4m；

3 屋外配电装置间距应为设备外壁的最近水平距离；

4 油量为2500kg及以上的屋外油浸变压器或高压电抗器与油量为600kg以上的断路器之间的防火间距不应小于5m；

5 当建筑物与油浸变压器或可燃介质电容器等电气设备间距小于5m时，在设备外轮廓投影范围外侧各3m内的建筑物外墙上不应设置门、窗、洞口和通风孔，且该区域外墙应为防火墙，当设备高于建筑物时，防火墙应高于该设备的高度；当建筑物墙外5m~10m范围内布置有变压器或可燃介质电容器等电气设备时，在上述外墙上可设置甲级防火门，设备高度以上可设防火窗，其耐火极限不应小于0.90h；当工艺需要油浸变压器等电气设备有电气套管穿越防火墙时，防火墙上的电缆孔洞应采用耐火极限为3.00h的电缆防火封堵材料或防火封堵件进行封堵。

**3.4.7** 建筑物应根据其建筑高度、规模、使用功能和耐火等级等因素合理设置安全疏散和避难设施。安全出口、疏散门、消防车道等的布置应满足《建筑防火通用规范》相关规定。

**3.4.8** 地下变电站、地上变电站的地下室、半地下室安全出口数量不应少于2个。当地下室与地上层必须共用楼梯间时，应在地上首层采用耐火极限不低于2h的不燃烧体隔墙和乙级防火门将地下或半地下部分与地上部分的连通部分完全隔开，并应有明显标志。

**3.4.9** 生产现场禁止存放易燃易爆物品、超过规定数量的油类。充油、储油设备必须杜绝渗、漏油。排水沟、电缆沟、管沟等坑内不应有积油。各类废油应倒入指定的容器内，并定期回收处理，严禁随意倾倒。

**3.4.10** 设置带油电气设备及电化学电池的建（构）筑物与相邻建（构）筑物之

间应设置防火墙。

**3.4.11** GIS 配电装置室内应在低位区配有 SF<sub>6</sub> 泄露报警仪及事故排风装置。

**3.4.12** 当变电站需配置消防给水系统时，应满足以下要求：

1 消防水源应有保证在任何情况下均能满足消防给水系统所需的水量和水质的技术措施；

2 变电站消防给水量应按火灾时一次最大室内和室外消防用水量之和计算；

3 消防水泵房应不少于2条出水管与环状管网连接，当其中1条出水管检修时，其余的出水管应能满足全部用水量。消防泵组应设试验回水管，并配装检查用的放水阀门、水锤消除、安全泄压及压力、流量测量装置。

**3.4.13** 变电站应设置火灾自动报警系统及消防联动系统。

## 4 10（20）kV 及以下配电站所

### 4.1 一般规定

4.1.1 配电站的站址选择应与国土空间规划相结合，并应靠近用电负荷中心。

4.1.2 配电设备的布置应遵循安全、可靠、适用和经济等原则，并应便于安装、操作、搬运、检修、试验和监测。

### 4.2 10（20）kV 配电设备

4.2.1 在多尘或有腐蚀性气体严重影响变压器安全运行的场所，应采取防尘或防腐措施。

4.2.2 在架空出线或有电源反馈可能的电缆出线的高压固定式配电装置的馈线回路中，应在线路侧装设隔离开关。

4.2.3 室内、外配电装置的最小电气安全净距应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 室内、外配电装置的最小电气安全净距（mm）

适应范围	场所	额定电压（kV）						符号
		≤1	3	6	10	15	20	
无遮拦裸带电部分至地（楼）面之间	室内	2500	2500	2500	2500	2500	2500	—
	室外	2500	2700	2700	2700	2800	2800	
裸带电部分至接地部分和不同的裸带电部分之间	室内	20	75	100	125	150	180	A
	室外	75	200	200	200	300	300	
距地面 2500mm 以下的遮拦防护等级为 IP2X 时，裸带电部分与遮护物间水平净距	室内	100	175	200	225	250	280	B
	室外	175	300	300	300	400	400	
不同时停电检修的无遮拦裸导体之间的水平距离	室内	1875	1875	1900	1925	1950	1980	—
	室外	2000	2200	2200	2200	2300	2300	
裸带电部分至无孔固定遮拦	室内	50	105	130	155	—	—	—
裸带电部分至用钥匙或工具才能打开或拆卸的栅栏	室内	800	825	850	875	900	930	C
	室外	825	950	950	950	1050	1050	
高低压引出线的套管至户外通道地面	室外	3650	4000	4000	4000	4000	4000	—

注：1 海拔高度超过 1000m 时，表中符号 A 后的数值应按每升高 100m 增大 1% 进行修正，符号 B、C 后的数值应加上符号 A 的修正值；



2 裸带电部分的遮拦高度不小于 2.2m。

**4.2.4** 屋外配电装置裸露的带电部分的上面和下面，不应有照明、通信和信号线路架空跨越或穿过；屋内配电装置裸露的带电部分上面不应有明敷的照明、动力线路或管线跨越；配电站内不应有无关的管道和线路通过。

**4.2.5** 配电站通道上方裸带电体距地面的高度不应低于 2.5m；当低于 2.5m 时，应设置外壳防护等级不低于 IPXXB 级或 IP2X 级的遮拦或外护物，遮拦或外护物底部距地面的高度不应低于 2.2m。

**4.2.6** 当露天或半露天变压器供给一级负荷用电，相邻油浸变压器的净距小于 5m 时，应设置防火墙。

**4.2.7** 露天或半露天配电站的变压器四周应设高度不低于 1.8m 的固定围栏或围墙，变压器外廓与围栏或围墙的净距不应小于 0.8m，变压器底部距地面不应小于 0.3m。油重小于 1000kg 的相邻油浸变压器外廓之间的净距不应小于 1.5m；油重 1000kg~2500kg 的相邻油浸变压器外廓之间的净距不应小于 3m；油重大于 2500kg 的相邻油浸变压器外廓之间的净距不应小于 5m；当不能满足上述要求时，应设置防火墙。

**4.2.8** 高层主体建筑内不应设置油浸式变压器的配电站。

**4.2.9** 油浸式变压器外廓与变压器室墙壁和门的最小净距应符合表 4.2.9 的规定。

**表 4.2.9 油浸式变压器外廓与变压器室墙壁和门的最小净距 (mm)**

变压器容量 (kVA)	100~1000	1250 及以上
变压器外廓与后壁、侧壁	600	800
变压器外廓与门	800	1000

注：不考虑室内油浸式变压器的就地检修。

**4.2.10** 台架式变压器的台架对地距离不应低于 2.5m，高压跌落式熔断器对地距离不应低于 4.5m。

**4.2.11** 有防止不同电源并联运行要求时，来自不同电源的进线低压断路器与母线分段的低压断路器之间应设防止不同电源并联运行的电气联锁。

**4.2.12** 电气设备的外露可导电部分应单独与保护导体相连接，不得串联连接，连接导体的材质、截面积应符合设计要求。

**4.2.13** 设备不停电时，人员在现场的安全距离应符合表 4.2.13 的要求。

**表 4.2.13 高压线路、设备不停电时的安全距离**

电压等级 (kV)	安全距离 (m)
10 及以下	0.7

**4.2.14** 在配电站内搬动梯子、管子等长物应放倒后搬运，并与带电部分保持足够安全距离。在配电站的带电区域内或邻近带电线路处，不应使用金属梯子。

**4.2.15** 在带电设备周围进行测量工作，不应使用钢卷尺、皮卷尺或线尺（夹有金属丝者）。

### 4.3 380/220V 配电设备

**4.3.1** 隔离电器应符合下列规定：

1 断开触头之间的隔离距离，应可见或能明显标示“闭合”和“断开”状态；

2 隔离电器应能防止意外的闭合；

3 应有防止意外断开隔离电器的锁定措施。

**4.3.2** 隔离电器、熔断器和连接片，严禁作为功能性开关设备。

**4.3.3** 低压开关设备的配置和选型应符合下列规定：

1 当配电变压器低压侧的总电源开关和低压母线分段开关需要自动操作时，应采用低压断路器，且能实现机械连锁；

2 开关设备的额定电压、额定绝缘电压、额定冲击耐受电压应满足环境条件、系统条件、安装条件和设备结构特性的要求；

3 开关设备应满足正常环境使用条件和正常工作条件下接通、断开和持续额定工况的要求，应满足短路条件下耐受短路电流和分断能力的要求；

4 具有保护功能的低压断路器应满足可靠性、选择性和灵敏性的规定。

**4.3.4** 在 TN-C 系统中不应将保护接地中性导体隔离，严禁将保护接地中性导体接入开关设备。

**4.3.5** 低压配电系统应根据实际需求选择合适的中性点接地型式，一个系统只应采用一种接地型式。

### 4.4 建（构）筑物

**4.4.1** 变压器室、配电室和电容器室的耐火等级不应低于二级。

**4.4.2** 防火门的设置应符合下列规定：

**1** 下列情况配电站应采用甲级防火门：

1) 民用建筑内，配电站位于高层主体建筑或裙房内、多层建筑物的二层或更高层、地下层或下面有地下层时，通向其他相邻房间的门。

2) 民用建筑内，附近堆有易燃物品或通向汽车库的配电站门；

3) 民用建筑物内，通向其他相邻房间的油浸变压器室门；

4) 当油浸变压器室位于有火灾危险的车间内、容易沉积可燃粉尘或可燃纤维的场所、附近有粮、棉及其他易燃物大量集中的露天场时，油浸变压器室门应采用甲级防火门。

**2** 下列情况配电站应采用乙级防火门：

1) 民用建筑内，配电站位于高层主体建筑或裙房内、多层建筑物的二层或更高层时，通向过道的门；

2) 民用建筑内，配电站位于单层建筑物内或多层建筑物的一层时，通向其他相邻房间或过道的门。

**3** 民用建筑内配电站直接通向室外的门应为丙级防火门。

**4.4.3** 配电站的门应设置向外开启的防火门，并应装弹簧锁，严禁采用门闩；相邻配电室之间有门时，应能双向开启。

**4.4.4** 设置油浸变压器的车间内配电站，不应设在三、四级耐火等级的建筑物内；当设在二级耐火等级的建筑物内时，建筑物应采取局部防火设施。

**4.4.5** 当户内配电站设置油浸变压器时，应符合以下规定：

**1** 户内配电站每台油量大于或等于 100kg 的油浸三相变压器，应设在单独的变压器室内，并应有储油或挡油、排油等防火措施；

**2** 高层建筑物的裙房和多层建筑物内的附设配电站及车间内配电站的油浸变压器室，应设置容量为 100% 变压器油量的储油池；

**3** 当油浸变压器室位于容易沉积可燃粉尘或可燃纤维的场所或附近有粮、棉及其他易燃物大量集中的露天场所时，应设置容量 100% 变压器油量的储油或挡油设施；

**4** 油浸变压器室下面有地下室，应设置容量 100% 变压器油量的储油或挡油设施；

**5** 当设置容量不低于 20% 变压器油量的挡油池时，应有能将油排到安全场

所的设施。

**4.4.6** 当露天或半露天配电站安装油浸变压器，且变压器外廓与生产建筑物外墙的距离小于 5m 时，建筑物外墙在下列范围内不应有门、窗或通风孔：

1 油量大于 1000kg 时，在变压器总高度加 3m 及外廓两侧各加 3m 的范围内；

2 油量小于或等于 1000kg 时，在变压器总高度加 3m 及外廓两侧各加 1.5m 的范围内。

**4.4.7** 在多层建筑物或高层建筑物裙房的首层布置油浸变压器的配电站时，首层外墙开口部位的上方应设置宽度不小于 1.0m 的不燃烧体防火挑檐或高度不小于 1.2m 的窗槛墙。

**4.4.8** 配电站位于室外地坪以下的电缆夹层、电缆沟和电缆室应采取防水、排水措施。

**4.4.9** 设置在地下的配电站的顶部位于室外地面或绿化土层下方时，应避免顶部浸水，并应采取避免积水、渗漏的措施。

**4.4.10** 当变压器室、电容器室采用机械通风时，其通风管道应采用非燃烧材料制作。当周围环境污秽时，应加设空气过滤器。装有 SF<sub>6</sub> 气体绝缘的配电装置的房间，低位区应配备 SF<sub>6</sub> 泄露报警仪及事故排风装置。

**4.4.11** 长度大于 7m 的配电室应设两个安全出口，且相邻安全出口之间的距离不应大于 40m。当配电站采用双层布置时，位于楼上的配电室应至少设一个通向室外的平台或通向配电站外部通道的安全出口。

## 5 架空线路

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 架空线路的路径走廊位置应与各种管线和其它市政设施统一安排。

**5.1.2** 在海拔不超过 1000m 地区,在距边相导线投影外 20m 处、离地 2m 且频率为 0.5MHz 的情况下, 110kV 架空线路无线电干扰值不应超过  $46 \mu\text{V/m}$ 。

**5.1.3** 在海拔不超过 1000m 地区, 在距边相导线投影外 20m 处、湿导线条件下, 110kV 架空线路的可听噪声值不应超过 55dB (A)。

### 5.2 导地线

**5.2.1** 导、地线在弧垂最低点的设计安全系数不应小于 2.5, 悬挂点的设计安全系数不应小于 2.25。地线的设计安全系数不应小于导线的设计安全系数。

**5.2.2** 架空线路与地面、建筑物、构筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及其它架空线路的距离, 应按照下列规定计算:

1 应根据最高气温情况或覆冰情况下的最大弧垂和最大风速情况或覆冰情况下的最大风偏进行计算;

2 当架空绝缘配电线路与标准轨距铁路、高速公路和一级公路交叉, 且线路档距超过 200m 时, 架空绝缘导线的最大弧垂应按绝缘导线允许温度计算。

**5.2.3** 导线对地面的最小距离, 以及与山坡、峭壁、岩石之间的最小净空距离应符合以下规定:

1 在最大计算弧垂情况下, 导线对地面的最小距离应符合表 5.2.3-1 规定的数值:

表 5.2.3-1 导线对地面的最小距离 (m)

线路经过地区	线路电压		
	1kV 以下	1~10 kV	35~110kV
人口密集区	6.0	6.5	7.0

人口稀少地区	5.0	5.5	6.0
交通困难地区	4.0	4.5	5.0

2 在最大计算风偏情况下，导线与山坡、峭壁、岩石之间的最小净空距离应符合表 5.2.3-2 规定的数值。

**表 5.2.3-2 导线与山坡、峭壁、岩石之间的最小净空距离 (m)**

线路经过地区	线路电压		
	1kV 以	1~10kV	35~110kV
步行可以到达的山坡	3.0	4.5	5.0
步行不能到达的山坡、峭壁和岩石	1.0	1.5	3.0

5.2.4 架空线路不应跨越屋顶为可燃材料的建筑物。导线与建筑物之间的距离应符合表 5.2.4 的规定。

**表 5.2.4 导线与建筑物之间的安全净距(m)**

安全净距	线路电压				
	1kV 以下	1kV~10kV	35kV	66kV	110kV
导线与建筑物之间的最小垂直距离 (在最大计算弧垂情况下)	3.0	3.0	4.0	5.0	5.0
边导线与建筑物之间的最小距离 (在最大计算风偏情况下)	1.0	1.5	3.0	4.0	4.0

5.2.5 架空线路经过经济作物和集中林区时，应符合表 5.2.5 的规定。

**表 5.2.5 导线与经济作物、集中林区之间的安全净距(m)**

安全净距	线路电压		
	1kV 以下	1kV~10kV	35kV~110kV
导线与树木(考虑自然生长高度)之间的最小垂直距离	3.0	3.0	4.0
导线与公园、绿化区或防护林带的树木之间的最小距离(在最大计算风偏情况下)	3.0	3.0	3.5
导线与果树、经济作物或城市绿化灌木之间的最小垂直距离(在最大计算弧垂情况下)	1.5	1.5	3.0
导线与街道行道树之间的最小距离(最大计算弧垂情况下的垂直距离)	1.0	1.5	3.0

5.2.6 架空线路与甲、乙类厂房（仓库），可燃材料堆垛，甲、乙、丙类液体储罐，液化石油气储罐，可燃、助燃气体储罐，水运装卸码头的最近水平距离应符合表 5.2.6 的规定。

35kV 及以上架空线路与单罐容积大于 200m<sup>3</sup>或总容积大于 1000m<sup>3</sup>液化石油气储罐（区）的最近水平距离不应小于 40m。

**表 5.2.6 架空线路与甲、乙类厂房（仓库）、可燃材料堆垛等的最近水平距离（m）**

名称	架空线路
甲、乙类厂房（仓库）可燃材料堆垛，甲、乙类液体储，液化石油气储罐，可燃、助燃气体储罐，水运装卸码头	电杆（塔）高度的 1.5 倍
石油库的铁路罐车和汽车罐车装卸设施	电杆（塔）高度的 1.0 倍
直埋地下的甲、乙类液体储罐和可燃气体储罐	电杆（塔）高度的 0.75 倍
丙类液体储罐	电杆（塔）高度的 1.2 倍
直埋地下的丙类液体储罐	电杆（塔）高度的 0.6 倍

**5.2.7** 架空线路跨越铁路、道路、河流等设备及各种架空线路交叉或接近的允许距离应符合表 5.2.7 的规定。

表 5.2.7 架空线路与铁路、道路、河流、管道、索道、人行天桥及各种架空线路交叉或接近的基本要求

项目	铁路			公路		电车道	河流		弱电线路		电力线路 (kV)						特殊管道	一般管道、索道	人行天桥			
	标准轨距	窄轨	电气化铁路	高速公路、一、二级公路	三、四级公路	有轨及无轨	通航	不通航	一、二级	三级	1 及以下	1~10	35~110	154~220	330	500						
交叉档绝缘导线最小截面	铝芯和铝合金芯绝缘导线为 35mm <sup>2</sup> ，铜芯绝缘导线为 16mm <sup>2</sup>						—															
绝缘导线在跨越档内的接头	不应接头	不限制	—	不应接头	不限制	不应接头	不应接头	不限制	不应接头	不限制	不限制	不限制	—	—	—	—	不应接头	不应接头	不应接头			
交叉档直线杆塔绝缘子固定方式	双固定		—	双固定	不限制	双固定	双固定	不限制	双固定	不限制	不限制	双固定	—	—	—	—	双固定	双固定	双固定			
最小垂直距离 m	项目 线路电压	至轨顶		—	至路面		至承力索或接触线/至路面	至常年高水位	至最高航行水位的最高船桅顶	至最高洪水位	冬季至冰面	至被跨越线		至导线						至管道任何部分	至索道任何部分	至天桥任何部分
	1kV~10kV	7.5	6.0	—	7.0		3.0/9.0	6.0	1.5	3.0	5.0	2.0		2.0	2.0	3.0	4.0	5.0	8.5	3.0	2.0	4.0
	1kV 及以下	7.5	6.0	—	6.0		3.0/9.0	6.0	1.0	3.0	5.0	1.0		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	8.5	1.5	1.5	3.0
最小水平距离 m	项目 线路电压	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/至轨道中心	与拉纤小路平行的线路，边导线至斜坡上缘		在路径受限地区，两线路边导线间		在路径受限地区，两线路边导线间						在路径受限地区，至管、索道任何部分	绝缘导线边线至人行天桥边缘				
	1kV~10kV	交叉：5.0		平行杆高+3.0	0.5		最高杆塔高度		2.0		2.5						2.0	4.0				
	1kV 及以下	平行：杆高+3.0			0.5/3.0		0.5/3.0		1.0		2.5						1.5	2.0				



- 注：1 架空绝缘线路不应跨越电气化铁路，表中仅给出接近的基本要求；  
 2 500kV 以上电压等级的架空线路交叉或接近的要求应满足相应电压等级规范的相关要求；  
 3 特殊管道指架设在地面上输送易燃、易爆物的管道；  
 4 管道、索道上的附属设施，应视为管道、索道的一部分；  
 5 常年高水位指 5 年一遇洪水位，最高洪水位指 50 年一遇洪水位；  
 6 不能通航河流指不能通航也不能浮运的河流；  
 7 对路径受限地区的最小水平距离的要求，应计及架空绝缘线路绝缘导线的最大风偏；  
 8 两条平行架空绝缘线路在开阔地区的水平距离不应小于杆塔高度；  
 9 在开阔地区，架空绝缘线路与管道、索道的水平距离不应小于杆塔高度；  
 10 架空绝缘线路与索道交叉，如索道在上方，索道的下方应装设保护措施；  
 11 架空绝缘线路与管道、索道平行、交叉时，管道、索道应接地。

**5.2.8** 不同金属、不同规格、不同绞制方向的导线或架空地线严禁在一个耐张段内连接。

## 5.3 杆塔及基础

**5.3.1** 杆塔结构构件及连接的承载力、强度、稳定计算和基础强度计算，应采用荷载设计值；变形、抗裂、裂缝、地基和基础稳定计算，均应采用荷载标准值。

**5.3.2** 在海拔高度为 1000m 以下的地区，20kV、35kV、66kV 和 110kV 架空线路带电部分与杆塔构件、拉线、脚钉的最小间隙，应符合表 5.3.2 的规定。

**表 5.3.2 带电部分与杆塔构件、拉线、脚钉的最小间隙 (m)**

工况	线路电压			
	20kV	35kV	66kV	110kV
雷电过电压	0.35	0.45	0.65	1.0
操作过电压	0.12	0.25	0.5	0.7
工频电压	0.05	0.1	0.2	0.25

**5.3.3** 10kV 及以下架空线路的导线与杆塔构件、拉线之间的最小间隙应符合表 5.3.3 的规定。

**表 5.3.3 导线与杆塔构件、拉线之间的最小间隙 (m)**

线路电压	3kV 以下	3kV~10kV
最小间隙	0.05	0.2

**5.3.4** 带电作业杆塔的最小间隙应符合下列要求：

1 在海拔高度 1000m 以下的地区，带电部分与接地部分的最小间隙应符合表 5.3.4 规定；

**表 5.3.4 带电作业杆塔带电部分与接地部分的最小间隙 (m)**

线路电压	10kV	35kV	66kV	110kV

最小间隙	0.4	0.6	0.7	1.0
------	-----	-----	-----	-----

2 对操作人员需要停留工作的部位应增加 0.3m-0.5m。

5.3.5 杆塔结构设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，荷载基本组合中的分项系数取值规定如下：

- 1 永久荷载分项系数，对结构受力有利时不大于 1.0，不利时不小于 1.2；
- 2 可变荷载的分项系数不大于 1.4。

5.3.6 现场浇制钢筋混凝土基础的混凝土强度等级不应低于 C20。

5.3.7 分解组立铁塔时，基础混凝土的抗压强度必须达到设计强度的 70%。

## 5.4 柱上设备

5.4.1 重要电气设备应按本地区抗震烈度提高一度采取抗震措施，抗震设防烈度为 9 度时，应按比 9 度更高要求采用抗震措施。设计基本地震加速度为 0.20g 以下时，地震作用计算所采用的基本地震加速度值应提高 0.05g。

5.4.2 线路中联络用的断路器、隔离开关或其组合进行检修时，应在其两侧分别验电。

5.4.3 需要断开耐张杆塔引线（连接线）或拉开断路器、隔离开关时，应先在两侧装设接地线。

## 5.5 绝缘子

5.5.1 绝缘子机械强度的安全系数，应符合表 5.5.1 的规定。双联及多联绝缘子串应验算断一联后的机械强度，其荷载及安全系数按断联情况考虑。

表 5.5.1 绝缘子机械强度的安全系数

情况	最大使用荷载		常年荷载	验算	断线	断联
	盘型绝缘子	棒型绝缘子				
安全系数	2.7	3.0	4.0	1.5	1.8	1.5

5.5.2 在海拔高度 1000m 以下地区，110kV 架空线路操作过电压及雷电过电压要求的绝缘子片数，在单片绝缘子高度为 146mm 时，悬垂绝缘子串应不少于 7 片，耐张绝缘子串应不少于 8 片。

## 5.6 金具

**5.6.1** 金具强度的安全系数应符合下列规定：

- 1** 最大使用荷载情况下，安全系数不应小于 2.5；
- 2** 断线、断联、验算情况下，安全系数不应小于 1.5。

## 6 电缆线路

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 电缆线路路径和敷设方式的选择,应保证地下电缆线路与城市其他市政公用工程管线间的安全距离,避免电缆遭受机械性外力、过热、腐蚀等危害。

### 6.2 电缆及附件

**6.2.1** 电缆在任何敷设方式及其全部路径条件的上下左右改变部位,均应满足电缆允许弯曲半径要求。电缆的允许弯曲半径,应符合电缆绝缘及其构造特性要求。

**6.2.2** 电力电缆护层选择应符合下列规定:

1 交流系统单芯电力电缆,当需要增强电缆抗外力时,应选用非磁性金属铠装层,不得选用未经非磁性有效处理的钢制铠装;

2 在潮湿、含化学腐蚀环境或易受水浸泡的电缆,应具有符合使用要求的防水构造以及按其化学成分采用相应材质的外护套;

3 在人员密集场所或有低毒性要求的场所,应选用聚乙烯或乙丙橡皮等无卤外护层,不应选用聚氯乙烯外护层;

4 外护套材料应与电缆最高允许工作温度相适应;

5 应符合电缆耐火和阻燃的要求;

6 有白蚁危害的场所应采用防白蚁外护套。

**6.2.3** 综合管廊内电力电缆应采用阻燃电缆或不燃电缆。

**6.2.4** 电缆终端和电缆接头的额定电压及其绝缘水平不得低于所连接电缆的额定电压及其要求的绝缘水平。

### 6.3 电缆通道

**6.3.1** 明敷电缆与管道之间无隔板防护时的允许距离应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 明敷电缆与管道之间无隔板防护时的允许距离(mm)

电缆与管道之间走向		电力电缆	控制和信号电缆
热力管道	平行	1000	500

	交叉	500	250
其他管道	平行	150	100

**6.3.2** 在综合管廊、隧道、沟、浅槽、竖井、夹层等封闭式电缆通道中，不应布置热力管道，严禁有可燃气体或可燃液体的管道穿越。

**6.3.3** 直埋敷设的电缆不应位于地下管道的正上方或正下方。电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间的容许最小距离应符合表 6.3.3 的规定。

**表 6.3.3 电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间的容许最小距离(m)**

电缆直埋敷设时的配置情况		平行	交叉
控制电缆之间		—	0.5 <sup>a</sup>
电力电缆之间或与控制电缆之间	10kV 及以下电力电缆	0.1	0.5 <sup>a</sup>
	10kV 以上电力电缆	0.25 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>
不同部门使用的电缆		0.5 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>
电缆与地下管沟	热力管沟	2.0 <sup>c</sup>	0.5 <sup>a</sup>
	油管或易(可)燃气管道	1.0	0.5 <sup>a</sup>
	其他管道	0.5	0.5 <sup>a</sup>
电缆与铁路	非直流电气化铁路路轨	3.0	1
	直流电气化铁路路轨	10.0	1
电缆与建筑物基础		0.6 <sup>c</sup>	—
电缆与公路边		1.0 <sup>c</sup>	—
电缆与排水沟		1.0 <sup>c</sup>	—
电缆与树木的主干		0.7	—
电缆与 1kV 及以下架空线电杆		1.0 <sup>c</sup>	—
电缆与 1kV 及以上架空线杆塔基础		4.0 <sup>c</sup>	—

注：1 a—用隔板分隔或电缆穿管时不得小于 0.25m；

2 b—用隔板分隔或电缆穿管时不得小于 0.1m；

3 c—特殊情况时，减小值不得大于 50%。

**6.3.4** 利用交通桥梁敷设电缆时，应满足桥梁结构要求，且不得明敷于通行桥面上。

**6.3.5** 在通航水道等需防范外部机械损伤的水域敷设电缆时，应埋设于水底沟槽中，并加以稳固覆盖。

## 6.4 附属设备

**6.4.1** 电力电缆金属护套或屏蔽层，应按下列规定接地：

1 三芯电缆应在线路两终端直接接地；

2 单芯电缆在线路上应至少有一点直接接地，且任一非接地处金属护套或屏蔽层上的正常感应电压，不应超过下列数值：

1) 在正常满负载情况下，未采取防止人员任意接触金属护套或屏蔽层的安全措施时，50V；

2) 在正常满负荷情况下，采取防止人员任意接触金属护套或屏蔽层的安全措施时，300V。

## **6.5 附属设施**

**6.5.1** 综合管廊内的电力电缆应设置电气火灾监控系统。

# 起草说明

## 一、起草过程

根据国务院《深化标准化工作改革方案》（国发[2015]13号）要求，2016年住房城乡建设部印发了《关于深化工程建设标准化工作改革的意见》（建标[2016]166号），启动工程建设领域标准化改革工作。2017年12月，住建部印发《2018年工程建设规范和标准编制及相关工作计划》（建标函[2017]306号），下达了《配电工程项目规范》的制定任务。

2018年5月，规范起草组启动了规范的研编工作；

2018年6月，完成国内外法规、标准资料梳理；

2018年10月，完成现行标准的研编分析；

2019年3月，形成规范初稿；

2019年5月，形成规范中期评估稿，并于5月16日，通过中期评估。

2019年8月，根据中期评估意见，完善规范内容，形成验收稿。

2019年12月13日，通过验收。

## 二、起草单位、起草人员和审查人员

（一）起草单位

（二）起草人员

（三）审查人员

## 三、术语和符号

（一）术语

1、 配电网

从电源侧（输电网、发电设施、分布式电源等）接受电能，并通过配电设施就地或逐级分配给各类用户的电力网络。其中，110kV~35kV电网为高压配电网，10（20、6）kV电网为中压配电网，220/380V电网为低压配电网。

2、 电源

将煤、油、天然气、生物质、水力、风力、太阳能、地热、化学能等各类一次能源转换为电能的发电装置。本规范所指电源为接入到配电网中的发电装置。

### 3、 用户

从电网接受电力供应的行为主体。

### 4、 变电站

指电力系统中对电压和电流进行变换，接受电能及分配电能的场所。

### 5、 配电站

包含开关站、环网室、环网箱、配电室、箱式变电站在内的配电站房。

### 6、 二次系统

是由继电保护、安全自动控制、系统通讯、调度自动化、DCS 自动控制系统等组成的系统。

### 7、 继电保护

继电保护是对电力系统中发生的故障或异常情况进行检测，从而发出报警信号，或直接将故障部分隔离、切除的一种重要措施。

### 8、 接地

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极连接。

### 9、 建构筑物

建构筑物是人工建造的供人们进行各种生产或者生活等活动的场所及不具备、不包含或不提供人类居住功能的人工建筑物。

### 10、 架空线路

用绝缘子和杆塔将导线架设于地面上的电力线路。

### 11、 杆塔

通过绝缘子悬挂导线的装置。

### 12、 导地线

在输电线路中是导线和地线的简称。其中，导线是通过电流的单股线或不相互绝缘的多股线组成的绞线；地线是在杆塔上接地的导线，通常悬挂在线路导线的上方，对导线构成一保护角，防止导线受雷击。

### 13、 柱上设备



指 66kV 及以下架空线路上的变压器、断路器、负荷开关、隔离开关、避雷器、熔断器等电气设备。

#### 14、 绝缘子

用来支持导体并使其绝缘的器件。

#### 15、 电缆线路

利用电缆输送电能的电力线路。

#### 16、 电缆通道

专供敷设电缆或安置附件的电缆沟、浅槽、排管、隧道、夹层、竖（斜）井和工作井等构筑物的统称。

### （二）符号

1、 SF<sub>6</sub> ——六氟化硫

2、 GIS ——气体绝缘金属封闭开关设备（Gas Insulated Switchgear）

## 四、条文说明

为便于政府有关管理部门和建设、设计、施工、科研等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，规范起草组按照条、款顺序编制了本规范的条文说明。但本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

# 1 总则

## 1.0.1 【参考条文】无。

《工程建设国家标准管理办法》、《工程建设规范研编工作指南》提出工程建设规范的总体目的：保障人民生命财产安全、人身健康、工程质量安全，生态环境安全、公众权益和公共利益，以及促进能源资源节约利用。

## 1.0.2 【参考条文】无。

因历史不同时期规范标准差异，已建的工程可能与本规范要求存在差异，因此本规范所要求的工程适用范围为本规范发布之后的新建、扩建和改建的工程。根据国家工程规范的范围划分，本规范的工程范围是指 110kV 及以下所有配电工程，220kV 及以上的配电工程不在本规范所涵盖范围之内。

## 1.0.3 【参考条文】无。

根据《中华人民共和国电力法》等相关法律法规要求，电力生产与电网运行应当遵循安全、优质、经济的原则。同时，保护环境与节约资源是我国的基本国策。在配电工程项目的规划设计、施工建设、运维管理等过程中，必定要积极响应国家政策，以环境保护与节约资源为最高标准及最高目标。

## 1.0.4 【参考条文】无。

国家法律、行政法规的强制性高于本规范。

## 1.0.5 【参考条文】无。

本规范是非战争和自然灾害等不可抗条件下，国家对配电工程的控制性底线要求，国家、行业、地方等标准要求不得低于本规范。配电工程除满足本规范外，还要遵循其他与之相关的强制性项目规范和通用规范，以及行业、地方规范中有关本规范尚未涉及的内容。

## 2 基本规定

**2.0.1 【参考条文】**DL/T 5729-2016 《配电网规划设计技术导则》第 3.0.10 条、GB 50052-2009 《供配电系统设计规范》第 1.0.4 条。

电网是城乡建设的重要组成部分。为了可持续发展，保证电网建设的合理性和电网运行的安全性与经济性，电网建设应符合当地城乡规划和土地利用规划的总体要求，依据城乡的远景规划，确定电网发展的最终目标。

配网工程建设需要与该地区的电网规划发展目标、地区用电负荷水平及电源规划相协调，需做到各电压等级协调建设。配电建设应在满足电力系统规划的前提下进行，避免造成资金浪费、能耗能加等不合理现象，保证配网工程建设经济性和合理性。

**2.0.2 【参考条文】**GB 50613-2010《城市配电网规划设计规范》第 4.2.1、4.2.4、4.3.3 条，GB/T 19963-2011《风电场接入电力系统技术规定》第 9.1、10.2、11.4 条，GB 51096-2015《风力发电场设计规范》第 5.1.2 条，GB/T 19962-2016《地热电站接入电力系统技术规定》第 7.2 条，GB/T 19964-2012《光伏电站接入电力系统技术规定》第 9.1、10.5、12.3.3 条，GB/T 33592-2017《分布式电源并网运行控制规范》第 7.1、7.2、9.3 条，GB 50797-2013《光伏电站设计规范》第 9.2.3、9.3.3、9.3.4 条，NB/T 32015-2013《分布式电源接入配电网技术规定》第 4.1.2、9.4 条，NB/T 32015-2013《光伏发电系统接入配电网技术规定》第 7.1 条，GB/T 15543-2008《电能质量三相电压不平衡》第 4.1、4.2 条，GB/T 12326-2008《电能质量电压波动和闪变》第 4、5 条，GB/T 14549-1993《电能质量 公用电网谐波》第 5 条，DL/T 5729-2016《配电网规划设计技术导则》第 6.5.1、6.7.3 条，GB 51048-2014《电化学储能电站设计规范》第 6.1.3 条，NB/T 33015-2014《电化学储能系统接入配电网技术规定》第 6.1.1、6.2.1 条。

上述规程规范对各类电源及负荷接入电网时应遵循的基本原则、无功功率调节及电压控制能力、运行频率、保护和自动装置配置、电能质量等方面做出了定性或定量的约束，目的均是要求电源与用户接入不应影响电力系统的安全运行及电能质量。

**2.0.3 【参考条文】**GB 50052-2009 《供配电系统设计规范》第 4.0.2 条（强条）。

应急电源与正常电源之间应采取可靠措施防止并列运行，目的在于保证应急电源的专用性，防止正常电源系统故障时应急电源向正常电源系统负荷送电而失去作用，例如应急电源原动机的启动命令必须由正常电源主开关的辅助接点发出，而不是由继电器的接点发出，因为继电器有可能误动而造成与正常电源误并网。有个别用户在应急电源向正常电源转换时，为了减少电源转换对应急设备的影响，将应急电源与正常电源短暂并列运行，并列完成后立即将应急电源断开。当需要并列操作时，应符合下列条件：应取得供电部门的同意；应急电源需设置频率、相位和电压的自动同步系统；并列及不并列运行时故障情况的短路保护、电击保护都应得到保证。

#### **2.0.4 【参考条文】DL/T 5729-2016《配电网规划设计技术导则》第 6.7.3 条。**

配电网中性点接地方式分为直接接地方式和非直接接地方式两大类，非直接接地方式分为不接地、消弧线圈接地和阻性接地。110kV 配电网一般采用直接接地方式，66kV 配电网一般采用经消弧线圈接地方式，35kV 配电网一般采用不接地、消弧线圈接地方式，10kV 配电网一般采用不接地、消弧线圈接地或低电阻接地方式。220V/380V 配电网一般采用 TN、TT、IT 接地方式，其中 TN 接地方式分为 TN-S、TN-C、TN-C-S。中性点接地方式对人身安全、设备绝缘水平及继电保护方式等有直接影响。同一区域用户中性点接地方式应适应需接入配电网同一电压等级中性点接地运行方式的要求。

#### **2.0.5 【参考条文】《电力法》第三十一条，DL/T 5202-2016《电能量计量系统设计技术规程》第 5.0.1、6.0.1、6.0.5 条，GB 50613-2010《城市配电网规划设计规范》第 9.5.1、9.5.2、9.5.3 条。**

《电力法》第三十一条：用户应当安装用电计量装置。用户使用的电力电量，以计量检定机构依法认可的用电计量装置的记录为准。用户受电装置的设计、施工安装和运行管理，应当符合国家标准或者电力行业标准。DL/T 5202-2016《电能量计量系统设计技术规程》中，第 5.0.1 条“供用电设施产权分界处或合同中规定的贸易结算点”、第 6.0.1 条“关口计量点宜配置计量表计为 0.5S 级（无功 0.2S 级）准确度等级的双方向高精度电能量计量表计，重要的关口计量点亦可配置有功 0.2S 级（无功 0.1S 级）准确度等级的双方向高精度电能量计量表计”、第 6.0.5 条“当线路两侧均设置为电能量计量点时，宜选用相同的电能量

计量表计，重要关口计量点的电能量计量表计可采用双表配置”。

**2.0.6 【参考条文】**DL 5027-1993 《电力设备典型消防规程》第 4.0.1.4 条，GB 50016-2018 《建筑设计防火规范》第 1.0.5 条，GB 50057-2010 《建筑物防雷设计规范》第 1.0.1 条，GB 50260-2013 《电力设施抗震设计规范》第 6.1.2、7.1.2 条（强条），GB 50223-2008 《建筑工程抗震设防分类标准》第 5.2.2 条。

配电工程建（构）筑物的防火设计须遵循国家有关安全、环保、节能、节水、节材等经济技术政策和工程建设的基本要求，贯彻“预防为主，防消结合”的工作方针，针对不同建（构）筑物适用功能的特点和防火、灭火需要，不仅要积极采用先进、成熟的防火技术和措施，更要正确处理好生产或建筑功能要求与防火安全的关系。

在根据配电工程建（构）筑物的高度、功能、火灾危险性和扑救难易程度对配电工程建（构）筑物进行分类的基础上，不同的建（构）筑物其耐火等级、防火间距和安全出口需满足不同的防火设计要求。GB 50016-2018《建筑设计防火规范》内详细说明了各类建（构）筑物的具体防火设置参数。

综合考虑电力生产的建（构）筑物、线路和装置设施的重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性、雷击后果的严重性以及遭受雷击的概率大小等因素，我国防雷标准根据不同的防雷类别规定了不同的雷电防护要求和措施，以防止或减少雷击造成的人身伤亡和财产损失，以及雷击电磁脉冲引发的电气和电子系统损坏或错误运行。电力生产的建（构）筑物、线路和装置设施的防雷设计，应在认真调查地理、地质、土壤、气象、环境等条件和雷电活动规律以及被保护物的特点等的基础上，详细研究防雷装置的形式及其布置。

抗震设防烈度按国家规定的权限审批、颁发的文件（图件）确定，处于抗震设防烈度为 6 度及以上地区的配电工程必须进行抗震设计。配电工程的抗震设防类别根据其直接影响的城市和企业的范围及地震破坏造成的直接和简介经济损失划分，配电工程的建（构）筑物、线路和装置设施按功能包括电力调度建筑、发电厂和变电站构筑物、输电线路杆塔及微波塔、配电所生产建筑等要素，划定抗震类别的参考因素包括配电工程所处区域、地理环境、重要程度、装机容量、电压等级及建（构）筑物结构及功能等。

需根据污秽等级制定相应的防污措施。在变电所设计时，选址应该尽量远离

各种污源，特别是化工厂、化肥厂和冶金厂等，所址应在各种污源主导风向的上风侧。绝缘子和电气设备外绝缘的爬电比距的选择，应根据变电所的污源性质和严重程度划定的污秽等级来确定。对于严重污秽地区可采用屋内配电装置或气体绝缘金属封闭电器；对于地处潮湿地区的室内配电装置，应适当地提高电瓷外绝缘爬距。

我国的高压架空线路和变电所环境污区的分级，是按照国家标准 GB/T 16434 《高压架空线路和发电厂、变电所环境污区分级及外绝缘选择标准》来定级的。

#### **2.0.7 【参考条文】GB 50613-2010 《城市配电网规划设计规范》第 11.1.3 条。**

噪声、电磁环境和“三废”（废水、废气和固体废弃物）等污染因素的治理和噪声污染的控制直接反映了配电系统对环保的重视，是贯彻环保政策的实践要求。配电工程建设、改造和运行应对噪声、电磁环境和“三废”（废水、废气和固体废弃物）等污染因素采取必要的防止措施，使其满足国家环境保护要求。具体相关标准要求包括：

1、电磁环境影响符合现行国家标准 GB 8702《电磁辐射防护规定》、GB 9175《环境电磁波卫生标准》和 GB 15707《高压交流架空线送电线无线电干扰限值》的有关规定。

2、噪声环境影响符合现行国家标准 GB 12348《工业企业厂界环境噪声排放标准》和 GB 3096《噪声环境质量标准》的有关规定，满足地方政府划定的各类区域的噪声标准值。

3、配电工程变配电站的废水、污水对外排放符合现行国家标准 GB 8978《污水综合排放标准》的有关规定。生活污水应排入城市污水系统，其水质应符合现行行业标准 CJ 3082《污水排入城市下水道水质标准》的有关规定。油污水应经油水分离装置处理达标后排放，其排放水质应符合现行行业标准 CJ 3082《污水排入城市下水道水质标准》的有关规定。

#### **2.0.8 【参考条文】GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 6.2.4 条。**

配电站可以开窗，这样对采光、通风等有利，但通风、采光均必须采取防止小动物进入的措施。除门、窗需要采取防止小动物进入的措施外，还应对电缆、电线用的管沟、槽等出、入口处采取防止小动物进入的措施，以防止老鼠咬坏电缆，防止蛇、猫等造成电气设备的短路。防止雨、雪进入室内是为了保证电气设

备运行的安全。小动物是指麻雀、老鼠、猫、蛇等，也包括可能引起电气设备事故比较大的飞虫。

**2.0.9 【参考条文】**DL/T 1102-2009 《配电变压器运行规程》第 3.1 条、第 3.2 条，GB 26859-2011 《电力安全工作规程电力线路部分》第 6.5.1（强条）。

运行的配电设备，应保持标识标牌的完整性，以起到警示巡视工作人员，作为保持人身安全的辅助措施。为保障人身和设备安全，在一经合闸即可送电到工作地点的断路器、隔离开关及跌落式熔断器的操作处，均应悬挂“禁止合闸，线路有人工作！”或“禁止合闸，有人工作！”的标示牌。

**2.0.10 【参考条文】**GB 19517-2009《国家电气设备安全技术规范》第 2.1.1 条（强条）。

在人、环境和产品之间的安全总水平需达到最佳平衡，电气设备设计、制造、销售和使用时最大程度减少对生命、健康和财产损害的风险，并达到可接受的水平。各类电气产品的专业安全标准必须符合相关设备的技术规范，结合各类电气产品的特性补充相应数据、规定和专用要求，充分落实技术规范的必备安全要素。

电气设备在出厂时都设定有一定的使用年限，配电工程的建（构）筑物也根据国家相关规定有一定的安全使用寿命。为保障供电系统安全可靠，当电气设备、建构筑物达到使用年限时或遭遇重大事故灾害后应对其进行评估，再确定是否继续使用或对其改造与更换。若继续使用，则应制定相应的安全保障措施。

**2.0.11 【参考条文】**无。

报废物资处理应注重符合安全、质量和环境的要求，防止出现污染环境的现象。本条综合考虑报废物资处理相关要求整理制定。

## 3 35~110kV 变电站

### 3.1 一般规定

**3.1.1 【参考条文】**GB 50059-2011 《35kV-110kV 变电站设计规范》第 2.0.1 条、第 2.0.4 条、2.0.5 条。GB12348-2008 《工业企业厂界环境噪声排放标准》第 4.1.1、4.1.2、4.1.3 条。

变电站站址选择是否正确，总布置是否合理，对基建投资、建设速度、运行的经济性和安全性起着十分重要的甚至决定性的作用。实践证明，凡是重视前期工作，站址选择得好，总布置合理而又紧凑的，则投资省、建设快、经济效益高，反之将给电力建设造成损失和浪费。因此变电站站址的选择应充分考虑规划、建设、运行、施工等方面的要求。

变电站选址应符合国家和地方政府对城乡发展和国土资源管控的总体要求。变电站站址选择应靠近负荷中心。变电工程项目建设和选址前，应进行必要的潮流、短路电流等电气计算，明确变电站变压器台数，容量等系统建设规模及系统接入方案，接入方案须符合电力规划要求。此外，变电站的选址应远离地质灾害高发区域，以保障电力供应的安全可靠。

变压器的噪声不但污染环境，危害人类身体健康，影响设备正常运行，而且与变电站的占地面积密切相关。因此，变压器噪声成为了衡量变电站对环境适应性的重要指标，变电站噪声应满足下表规定。

表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值（单位：dB（A））

时段 厂界外声环境功能区类别	昼间（dB(A)）	夜间（dB（A））
0 类	50	40
1 类	55	45
2 类	60	50
3 类	65	55
4 类	70	55

注：夜间频发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于 10dB（A）；夜间偶发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。



**3.1.2 【参考条文】** GB 50177-2005《氢气站设计规范》第 3.0.2 条（强条）。GB 50165-2012《汽车加油加气站设计与施工规范（2014 版）》第 4.04 条（强条），第 4.0.5 条（强条），4.0.6 条（强条），4.0.7 条（强条），4.0.8 条（强条），4.0.9 条（强条）。GB 50183-2015《石油天然气工程防火设计规范（暂缓实施）》第 4.0.4 条（强条）。GB 50089-2018《民用爆炸物品工程设计安全标准》第 4.2.2 条（强条），第 4.2.3 条（强条），第 4.2.4 条（强条），第 4.2.5 条（强条），第 4.3.2 条（强条），第 4.3.3 条（强条），第 4.3.4 条（强条），第 4.3.5 条（强条）。

变电站站址应满足与氢气站、供氢站、氢气罐与建筑物、构筑物的防火距离要求，具体要求参照《氢气站设计规范》相关条文。

变电站站址应满足与汽油设备、柴油设备、LPG 储罐、LPG 卸车点、加气机、放散管管口、CNG 工艺设备、LNG 工艺设备的安全距离要求。具体要求参照《汽车加油加气站设计与施工规范（2014 版）》相关条文。变电站站址应满足与石油天然气站场区域的安全距离要求。具体要求参照《石油天然气工程防火设计规范（暂缓实施）》相关条文。

变电站站址应满足与危险品生产区、危险品总仓库区、危险品总仓库区覆土库的安全距离要求。具体要求参照《民用爆炸物品工程设计安全标准》相关条文。

变电站站址选择应满足上述规范中防火间距要求，保证变电站的安全稳定运行，降低运行维护人员人身伤害危险。

## 3.2 电气一次设备

**3.2.1 【参考条文】** GB 50229—2019《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 6.7.6（强条），GB 50060-2008《3-110kV 高压配电装置设计规范》第 5.5.1 条。

随着国民经济的发展，电力用户对供电可靠性的要求日益增高，故对主变容量提出要求，一级、二级负荷属于重要负荷，一旦失电可能会引起重大安全事故，因此要求变电站具备一二级负荷全容量转供能力。根据国内发生的变压器火灾事故教训及变压器的重要性，安装在单独的防火小间内是合适的。这样其他设备的火灾事故不会影响变压器，变压器的火灾也不会影响其他设备。变压器之间的最小防火净距应按变压器容量、油量、电压等级的不同而不同。

**3.2.2 【参考条文】**GB 50060-2008 《3-110kV 高压配电装置设计规范》 第 2.0.10（强条）、2.0.1、5.1.1（强条）、5.1.4（强条）、5.1.3（强条）、5.1.7（强条）条。GB 50229-2019《火力发电厂与变电站设计防火规范》 第 6.7.6 条（强条）。DL/T 5352-2018 《高压配电装置设计技术规程》 第 5.5.1 条。

安全净距对保证运行人员的人身安全及设备运行可靠性至关重要。GB 50060-2008 《3-110kV 高压配电装置设计规范》 中对适用于设计及施工时的安全净距进行了具体的规定。110J 指中性点有效接地的变电站，变电站接地也存在非有效接地系统即大电弧或大电阻接地，不同接地方式下的绝缘水平不同，设备的安全净距也有很大的差别。

目前，国内外生产的高压开关柜均实现了五防功能，对屋外敞开式布置的高压配电装置也都配置了“微机五防”操作系统。因此，仅强调了屋内配电装置中设备低式布置时应设置防止误入带电间隔的闭锁装置。

照明、通信和信号线路绝缘强度很低，不应在屋外配电装置带电部分上面和下面架空跨越或穿过，以防感应电压或断线时造成严重恶果，或因维修照明等线路时误触带电高压设备。屋内配电装置内不应有明敷的照明或动力线路跨越裸露带电部分上面，防止明线脱落造成事故，同时照明灯具的安装位置选择亦应考虑维护人员维修时的安全。

对于油断路器、油浸电流互感器和电压互感器等带油电气设备，按电压等级来划分设防标准，既在一定程度上考虑到油量的多少，又比较直观，使用方便，能满足运行安全的要求。设备爆炸时向上扩展的较多，事故损害基本上局限在间隔范围内。因此，只要将两侧的隔板采用非燃烧材料的实体隔板或墙，从结构上改进加强是可以防止出现这类事故。

表 3.2.2-1 及 3.2.2-3 中 A 值的修正采用 DL/T 5352-2018 《高压配电装置设计技术规程》附录 A 的方法。

考虑到短路与最大设计风速同时出现的概率很小，本标准对校验条件明确为两个条件：一是最高工作电压下的最小安全净距与短路摇摆的风速；二是最高工作电压下的最小安全净距与最大设计风速。

**3.2.3 【参考条文】**GB 50227—2017 《并联电容器装置设计规范》4.2.6（2）（强条）、8.3.1（2）、8.3.2（2）条。

当放电线圈采用星形接线时，中性点不应接地，接地会产生极高的过电压，不仅可能导致电容器及放电线圈设备本体损坏，甚至可能导致断路器等设备损坏，造成极为严重的后果。

干式空心串联电抗器周围有强磁场，必须考虑防止发生电磁干扰事故。

**3.2.4 【参考条文】**GB 50054-2011 《低压配电设计规范》第 4.2.6（强条）、7.4.1（强条）。

配电室通道上方裸带电体距地面的高度低于 2.5m 时，应设置不低于现行国家标准《外壳防护等级(IP 代码)》GB 4208 规定的 IPXXB 级或 IP2X 级的遮栏或外护物，遮栏或外护物底部距地面的高度不应低于 2.2m。除配电室外，无遮护的裸导体至地面的距离，不应小于 3.5m；采用防护等级不低于现行国家标准《外壳防护等级(IP 代码)》GB 4208 规定的 IP2X 的网孔遮栏时，不应小于 2.5m。网状遮栏与裸导体的间距，不应小于 100mm；板状遮栏与裸导体的间距，不应小于 50mm。

**3.2.5 【参考条文】**GB 50229—2019《火力发电厂与变电站设计防火规范》第 6.8.2（强条）、6.8.3（强条）、6.8.9（强条）。

采用电缆防火封堵材料对通向控制室、继电保护室和配电装置室墙洞及楼板开孔进行严密封堵，可以隔离或限制燃烧的范围，防止火势蔓延。否则，会使事故范围扩大造成严重后果。排管中电缆引至工作井的管孔，也需要实施阻火封堵。电缆相关条款按照 GB 50217—2018《电力工程电缆设计规范》及本规范专设的电缆章节执行。

**3.2.6 【参考条文】**GB/T 50064—2014 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》第 5.4.4、5.4.6-4 条。

变电站应采取防直接雷、雷电侵入波过电压保护措施，否则雷击、雷电侵入波易损坏电气设备，并造成大面积停电，造成巨大的经济损失和社会影响。

变电站有爆炸危险的建筑物包括：制氢站、露天氢气贮罐、氢气罐储存室、易燃油泵房、露天易燃油贮罐等。对此类有爆炸危险的设施，应有可靠的防直击雷措施，以防止其遭受雷击爆炸后波及变电站内的主设备，威胁人员人身安全。

### 3.3 电气二次系统

**3.3.1 【参考条文】**GB/T 14285-2006 《继电保护和安全自动装置技术规程》第 3.2 条，GB/T 50062-2008 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第 2.0.3 条。

继电保护和安全自动装置应符合可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求，并符合下列规定：（1）继电保护和自动装置应简单可靠，使用的元件和接点应尽量少，接线回路简单，运行维护方便，在能够满足要求的前提下宜采用最简单的保护。（2）对相邻设备和线路有配合要求的保护，前后两级之间的灵敏性和动作时间应相互配合。（3）当被保护设备或线路范围内发生故障时，应具备必要的灵敏系数。（4）保护装置应能尽快地切除短路故障。当需要加速切除短路故障时，可允许保护装置无选择性地动作，但应利用自动重合闸或者备用电源自动投入装置，缩小停电范围。

**3.3.2 【参考条文】**GB 50059-2011 《35kV-110kV 变电站设计规范》第 3.12.4 条。

为保证电网安全、稳定、经济运行，必须提高电网自动化运行水平，对调度自动化系统可靠性的要求也越来越高，调度自动化应配置不间断电源以保障其运行可靠性。

**3.3.3 【参考条文】**GB 50059-2011 《35kV-110kV 变电站设计规范》第 3.12.3 条。

各级调度（调控）中心与直调厂站间通信应采用相互独立的两路通道，宜采用双路数据网通道；条件不具备时，可采用一路数据网通道和一路专线通道。为保证信息传输不中断，在通道组织中应提供相应条件。为此，在电力系统通信设计和调度自动化设计中应该紧密配合，以便落实。

**3.3.4 【参考条文】**DL/T 5202-2004 《电能量计量系统设计技术规程》第 6.0.4 。

电能量计量系统是具有数据自动采集、处理、传输、整理、统计、存储等专一功能的独立的计算机系统。变电站计量系统根据不同设备类型及用途应配置相应的精度等级。

**3.3.5 【参考条文】**GB/T 51072-2014 《110(66)kV~220kV 智能变电站设计规范》第 5.6.2 条。

为实现电网的信息化、数字化、自动化、互动化、网络智能接点的正常工作和作用的发挥，离不开统一的时间基准，因此应配置时间同步系统。时间同步系

统的配置及精度要求根据变电站设备保护要求选取。

**3.3.6 【参考条文】** 国家发展改革委员会第 14 号令《电力监控系统安全防护规定》第二条，国家能源局《电力监控系统安全防护总体方案》（国能安全〔2015〕36 号）第 1.3 条。

电力监控系统安全防护工作应当落实国家信息安全等级保护制度，按照国家信息安全等级保护的有关要求，坚持“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的原则，保障电力监控系统的安全。安全防护主要针对电力监控系统，即用于监视和控制电力生产及供应过程的、基于计算机及网络技术的业务系统及智能设备，以及作为基础支撑的通信及数据网络等。重点强化边界防护，同时加强内部的物理、网络、主机、应用和数据安全，加强安全管理制度、机构、人员、系统建设、系统运维的管理，提高系统整体安全防护能力，保证电力监控系统及重要数据的安全。

**3.3.7 【参考条文】**GB 50059-2011 《35kV-110kV 变电站设计规范》第 3.7.4 条。

当变电站出现全站事故停电时，为满足查找故障和切换电源的需要，应对必要的信号及事故照明提供保证一定时间的所用电源，此时由蓄电池组供电。在事故放电末期，还应由蓄电池组提供合闸电源，以恢复交流供电。因而蓄电池组的容量应按事故停电期间的放电容量及事故放电末期最大冲击负荷确定。有人值班变电站的事故停电时间参照发电厂的设计取值为 1h；鉴于事故处理时间因素，无人值班变电站的事故停电时间适当放大至 2h。

**3.3.8 【参考条文】**GB 50059-2011 《35kV-110kV 变电站设计规范》第 3.14.3 条。

变电站可根据需要设置通信设备专用的直流电源系统，额定直流电压应为-48V，应采用浮充供电方式。

## 3.4 建（构）筑物及生产辅助系统

**3.4.1 【参考条文】**GB 50345-2012 《屋面工程技术规范》3.0.5（强条）。

变电站建筑物内为带电设备，电气设备遇水短路易发生安全事故，为防止屋面漏水，本条文对站内建筑物根据重要性和使用功能进行防水等级划分，一般情况，配电装置楼屋面防水等级按I级考虑，水泵房屋面防水等级按II级考虑。

**3.4.2 【参考条文】**GB 50223-2008 《建筑工程抗震设防分类标准》3.0.2（强条）、

3.0.3（强条）；GB 50260-2013《电力设施抗震设计规范》1.0.7（强条）、1.0.10条（强条）。

场地地震烈度不同，对结构的影响不同。35kV~110kV变电站中建筑物主要为配电装置楼，根据《电力设施抗震设计规范》和《建筑工程抗震设防分类标准》，110kV枢纽变电站中主控通信楼、配电装置楼和就地继电器室抗震设防按照乙类考虑。110kV变电站中所有构架、设备支架、除乙类以外的其它建（构）筑物，包括综合楼、检修备品库、泵房、消防设备间、汽车库等按照丙类考虑。其它附属材料库、自行车棚和厕所按照丁类考虑。

**3.4.3【参考条文】**GB 50019-2015《采暖通风与空气调节设计规范》第5.4.1、6.1.1条。

变电站内电气设备和工艺要求对室内环境产生的影响不同，如变压器、开关柜、电容器等发热量较大，保护屏和通信屏对房间温度和湿度有一定要求，对变压器、开关柜和电容器等设备进行通风散热是必要的，为保证保护屏和通信屏在合理的温度和湿度下工作，需在房间内设置采暖设施。

**3.4.4【参考条文】**GB 50015-2003（2009年版）《建筑给水排水设计规范》第4.3.5（强条）。

给、排水管道高于电气设备，如发生渗漏，可能导致电气设备短路，造成断电等安全事故。为将安全事故降到最低，本条要求给水、排水管道不得直接布置在电气设备上方。

**3.4.5【参考条文】**DL 5027-2015《电力设备典型消防规程》第6.1.3条；GB 50229-2019《火力发电厂与变电站设计防火标准》第11.1.1条（强条）。

根据《建筑设计防火规范》有关规定，结合变电站内建（构）筑物的特性。气体式或干式变压器、干式电容器、干式电抗器等电气设备属无油设备，火灾危险性较低，因此确定为丁类。当主控通信楼内电缆采取了防止火灾蔓延的措施，如用防火堵料封堵电缆孔洞，采用防火隔板分隔，电缆局部涂防火涂料，局部用防火带包扎等措施后，主控通信楼的火灾危险性可按照戊类考虑。

**3.4.6【参考条文】**GB 50229-2019《火力发电厂与变电站设计防火标准》第11.1.5条（强条）、第11.1.9条（强条）、第11.2.1条防火间距相关规定；GB 50016-2014《建筑防火设计规范》（2018年版）第3.4.1条。

本条对变电站内生产建筑、生活建筑、带油设备之间的距离做了明确规定，明确了建筑和带油设备在计算防火间距时的计算位置，可燃或难燃建筑物凸出部分的外缘为计算点，设备外壁为计算点。对于地方受限制的变电站，建筑物外墙作为防火墙或作防火措施时可将防火间距减小，以满足城市变电站或地方受限的变电站。

**3.4.7 【参考条文】**《建筑防火通用规范》第 3.2、7.1、7.2 节；GB 50016-2014《建筑设计防火规范》（2018 年版）第 5.5.1 条。

建筑物的安全疏散和避难设施主要包括疏散门、疏散走道、安全出口或疏散楼梯（包括室外楼梯）、避难走道、避难间或避难层、疏散指示标志和应急照明，有时还要考虑疏散诱导广播等。安全出口和疏散门的位置、数量、宽度，疏散楼梯的形式和疏散距离，避难区域的防火保护措施，对于满足人员安全疏散，至关重要。而这些与建筑的高度、楼层或一个防火分区、房间的大小及内部布置、室内空间高度和可燃物的数量、类型等关系密切。设计时应区别对待，充分考虑区域内使用人员的特性，结合上述因素合理确定相应的疏散和避难设施，为人员疏散和避难提供安全的条件。《建筑防火通用规范》第 7 章节安全疏散与避难设施中，第 7.1 一般规定、第 7.2 工业建筑章节条文作了详细规定。

为保证消防车道能够满足消防车通行和扑救建筑火灾的需要，根据目前国内在役各种消防车辆的外形尺寸，按照单车道并考虑消防车快速通行需要确定了消防车道的最小净宽度、净空高度和转弯半径。对于一些需要使用或穿过特种消防车辆的建筑物、道路桥梁，还应根据实际情况增加消防车道的净宽度与净空高度。消防车的转弯半径一般均较大，通常为 9m-12m。因此，无论是专用消防车道还是兼作消防车道的其他道路或公路，均需要满足消防车的通行要求。该转弯半径可以结合当地消防车的配置情况和区域内的建筑物建设与规划情况综合考虑确定。在役消防车辆的宽度大都与 3.5m 这一宽度接近，如车道设计为 3.5m，则不便于消防车通行。对有些地区，消防车道穿过建筑物的门垛宽度在能保证消防车通行的前提下，可在 4m 内适当调整，但要考虑当地消防车的发展情况。根据实际灭火情况，消防车道与建筑间要保持足够的净空，不受到高大树木、架空高压电力线、架空管廊等的阻碍。《建筑防火通用规范》第 3.2 节作了详细规定。

**3.4.8 【参考条文】**GB 50229-2019《火力发电厂与变电站设计防火标准》第 11.2.8

（强条）条。

地上变电站的地下室、半地下室安全出口数量不应少于 2 个。地下变电站因为不能直接采光、通风，火灾时排烟困难，为保证人员安全，要求至少应设置 2 个出口。地下变电站出口一般应直通地面室外，如果变电站出口上部有多层建筑，地下层和地上层没有有效分隔，容易造成火灾蔓延到地上层，因此规定分隔要求。

**3.4.9 【参考条文】DL 5027-2015 《电力设备典型消防规程》第 6.1.13（强条）、6.1.14 条（强条）、第 6.1.15 条（强条）、第 6.1.17 条（强条）。**

充油、储油设备必须杜绝渗漏油，发现渗漏油应及时消除。渗漏油应及时拭净，不可任其留在地面或墙体。

积油聚集起来，就会蒸发油气体。排水沟、电缆沟和管沟等沟坑内通风条件差，蒸发出来的油气体散发不出去，容易达到爆炸浓度极限，遇有火源，就会发生爆炸燃烧。

汽油、煤油和酒精等易燃易爆物品，如果管理不当，遇上火源就会燃爆，因此，严禁存放在生产现场。

随意倾倒废油，油气不断蒸发，遇明火、高温物体容易发生燃烧，可能酿成火灾。

**3.4.10 【参考条文】DL 5027-2015《电力设备典型消防规程》第 6.1.13 条、第 6.1.14 条、第 6.1.15 条、第 6.1.17 条。**

防火墙能在火灾初期和灭火过程中，将火灾有效地限制在一定空间内，阻断火灾在防火墙一侧而不蔓延到另一侧。防火墙是分隔水平防火分区或防止建筑间火灾蔓延的重要分隔构件，对于减少火灾损失发挥着重要作用。

**3.4.11 【参考条文】GB 50060-2008 《3-110kV 高压配电装置设计规范》第 7.3.5 条。**

SF<sub>6</sub> 气体绝缘电气设备配电装置室内设置通风装置，是为了保证人身安全的需要。如空气中含有大量 SF<sub>6</sub> 气体时，会是人员窒息，一旦发生外壳烧穿事故，经电弧分解的低氟化物有毒气体外逸时，也将危及人身安全，故 SF<sub>6</sub> 气体绝缘的电气设备配电装置室，低位应配置 SF<sub>6</sub> 气体泄漏报警仪，以确保人身安全。

**3.4.12 【参考条文】GB 50229-2019 《火力发电厂与变电站设计防火标准》第 11.5.11 条（强条）、第 11.5.17 条（强条）。**



变电站的规划和设计，应同时设计消防给水系统，消防水源应有可靠保证。满足如下规定情形的，可按具体规定执行：

1、耐火等级为一、二级且建筑体积不大于 3000m<sup>3</sup> 的戊类厂房，可不设置室外消火栓系统；

2、建筑占地面积不大于 300m<sup>2</sup> 的厂房和仓库可不设置室内消火栓系统；耐火等级为一、二级且可燃物较少的单、多层丁、戊类厂房（仓库）可不设置室内消防给水系统，宜设置消防软管卷盘或轻便消防水龙头。

本条规定了消防水泵房应有 2 条以上的出水管与环状管网直接连接，旨在使环状管网有可靠的水源保证。为方便消防泵的检查维护，规定了出水管上设置放水阀门、压力测量装置。为了防止系统的超压，还规定了设置安全泄压装置，如安全阀、泄压阀等。

**3.4.13 【参考条文】** GB 50229-2006 《火力发电厂与变电站设计防火规范》 第 11.5.20 条（强条）、第 11.5.21 条（强条）。

火灾探测报警系统包括感烟、线型感烟或吸气式感烟火灾探测器。火灾自动报警系统能在火灾初期，将燃烧产生的烟雾、热量、火焰等物理量，通过火灾探测器变成电信号，传输到火灾报警控制器，并同时以声或光的形式通知整个楼层疏散，使人们能及时发现火灾，并及时采取有效措施，减少因火灾造成的生命和财产的损失。安装了火灾自动报警系统的场所，发生火灾时一般都能及早报警，在消防安全保卫工作中发挥了重要作用。

消防联动系统是火灾自动报警系统中的一个重要组成部分。通常包括消防联动控制器、消防控制室显示装置、传输设备、消防电气控制装置、消防设备应急电源。消防电动装置、消防联动模块、消防栓按钮、消防应急广播设备、消防电话等设备和组件。

## 4 10（20）kV 及以下配电站所

### 4.1 一般规定

**4.1.1 【参考条文】** GB 50054-2011 《低压配电设计规范》第 4.1.1 条、《GB 50053-2013 20kV 及以下变电所设计规范》第 2.0.1 条。

根据一般设计原则要求，配电站站址的选择应接近用电负荷中心，应接近电源侧，应方便进出线，应方便设备运输，考虑经济技术等因素综合分析和比较后确定。此外，防火、防爆、防振、防腐蚀、防尘、防电磁干扰、防水防潮等也是配电站站址选择需要考虑的因素，如不能满足时需采取相应的防治措施。

**4.1.2 【参考条文】** GB 50054-2011 《低压配电设计规范》第 4.1.2 条。

配电设备的布置首先应执行国家的建设方针和技术经济政策，遵循安全、可靠、适用和经济等原则，根据电力系统条件、自然环境条件和运行、安装维修等要求，合理选择布置方案，以确保配电工程运行安全和检修方便。

具体应考虑所处环境的建（构）筑物结构及电气装置设施之间的安全距离，电气装置的布置应有合理布局的整体观念，综合空间布置、导体、电气设备以及架构的选择，保障电气装置设施的功能实现、并提供必要的空间和检修条件，满足在所处环境下正常运行、安装检修、短路及过电压的安全要求。

### 4.2 10（20）kV 配电设备

**4.2.1 【参考条文】** GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 3.3.6 条。

变压器在多尘的环境下运行容易沉积灰尘、杂质、导电尘埃等，这些容易引起变压器瓷套管的电闪络，从而造成事故；变压器的绝缘材料在腐蚀性气体环境下加速老化，降低变压器使用寿命。故多尘或有腐蚀性气体的环境，应采取防尘或防腐措施。

**4.2.2 【参考条文】** GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 3.2.9 条。

在检修出线回路上的断路器或负荷开关时，在出线侧能有明显的断开点，防止外来雷击过电压、操作过电压或倒送电伤人而采取的安全防护措施，以确保维修人员的安全。

**4.2.3 【参考条文】** GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 4.2.1 条。

室内、外配电装置的最小电气安全净距要求是为了保障运维及检修人员的安全。主要依据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T620 中的方法，计算作用在空气间隙上的放电电压值，以避雷器的保护水平为基础，依据计算分析结果确定了最小安全距离。

**4.2.4 【参考条文】** GB 50060-2008 《3~110kV 高压配电装置设计规范》 5.1.7 条（强条）、GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》 6.4.1 条、《3~110kV 高压配电装置设计规范》 第 5.1.7 条（强条）。

本条规定是为了避免当其他管线损坏和检修时，影响电气设备的正常运行；并对配电室通道上方裸带电体距地面的高度进行规定。照明、通信和信号线路绝缘强度低，不应在屋外配电装置带电部分上面和下面架空跨越或穿越，以防感应电压或断线时造成事故，或因维修照明等线路时触带电高压设备。屋内配电装置内不应有明敷的照明或动力线路跨越裸露带电部分上面，防止明线脱落造成事故。

**4.2.5 【参考条文】** GB 50054-2011 《低压配电设计规范》 第 4.2.6（强条）。

规定配电室通道上方裸带电体距地面的高度，以满足直接接触防护中置于伸臂范围 2.5m 之外的要求。配电室通道上方裸导电体距地面高度不应低于 2.5 米。在运行过程中，由于周围环境改变，裸导电体距地面高度不满足设计要求，为保证人身安全，需采取相应措施。

**4.2.6 【参考条文】** GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》 第 4.2.3（强条）。

当一台油浸变压器发生火灾事故时，将对相邻变压器的安全运行产生严重威胁。为了保证对一级负荷供电的可靠性，应采取相应措施以保证一台变压器发生火灾事故时，相邻变压器的安全运行。

**4.2.7 【参考条文】** GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》 第 4.2.2 条。

变压器周围设立固定的围栏或围墙，是为了保证人身和设备的安全；其外廓距围栏或围墙有一定的净距主要是巡视、检修和安装的需要；其底部与地面有一定的距离，主要是防止变压器被水冲刷，防止杂草影响及方便变压器放油、取油样；规定相邻变压器之间的距离是为了保证巡视安全及当一台变压器检修时便于安装临时栅栏以保证另一台变压器的正常运行，也为了防止变压器发生事故时影响相邻变压器的安全运行。

**4.2.8 【参考条文】**GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 2.0.3 条。

油浸变压器用变压器油作为冷却介质，由于油本身有耐热等级低、易燃和易老化的缺点，当油浸变压器发生爆炸或火灾事故时，将危及建筑承重构件致使事故扩大。

**4.2.9 【参考条文】**GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 4.2.4 条。

油浸式变压器外廓与变压器室墙壁和门的距离过小，将影响日常巡视，规定最小净距可在满足日常巡视的前提下优化利用有限的空间。

**4.2.10 【参考条文】**GB 50613-2010 《城市配电网规划设计规范》第 7.2.2 条第 4 条第 2 点。

规定台架式变压器的台架对地距离不应低于伸臂高度，高压跌落式熔断器对地距离不应低于 4.5m，以防万一熔管掉落引发其他事故，以保证人身安全。

**4.2.11 【参考条文】**GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 3.2.17 条。

不同电源的频率和相位通常不一致，直接并联会导致输出电压不稳甚至损坏设备。一般的配电站在来自不同电源的进线断路器和母线分段联络断路器之间设电器连锁，是为了防止不同电源并列运行。

**4.2.12 【参考条文】**GB 50303-2015 《建筑电气工程施工质量验收规范》第 3.1.7（强条）。

电气设备的外露可导电部分应与保护导体单独连接，也就是要求与保护导体直接连接，是确保电气设备安全运行的条件，需要强调的是，单独连接也就是要求不得串联连接，而是要求与保护导体干线连接。施工时应首先确认与电气设备连接的保护导体应为保护导体干线，在建筑物设备层等电气设备集中的场所，有可能选用断面为矩形的钢或铜母线做接地干线，可在其上钻孔后，将每个电气设备的接地线与钢或铜母线接地干线直接连接，电气设备移位或维修拆卸都不会使钢或铜母线接地干线中断电气连通。

**4.2.13 【参考条文】**GB 26860-2011 《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》第 7.1.1（强条）。

运维人员对带电设备进行巡视以及邻近带电设备工作时，处于保证人身安全角度考虑，必须保持足够的安全距离，当距离不满足要求时，必须做出相应的隔

离措施。

**4.2.14 【参考条文】** GB 26860-2011 《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》 第 16.2（强条）、16.4（强条）。

根据 GB 26860-2011 中 16.2 条“在变电站户外和高压室内搬动梯子、管子等长物，应放倒后搬运，并与带电部分保持足够的安全距离。”和 16.4 条“在变电站的带电区域内或临近带电线路处，不应使用金属梯子。”的规定，在配电站所或配电室内进行检修作业时，有时需要登高作业及搬运稍长物件，工作人员疏忽易引起安全事故，因此，对在检修时的登高作业和搬运长物作了规范。

**4.2.15 【参考条文】** GB 26860-2011 《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》 第 16.3（强条）。

配电设备投入运行后，运行人员在配电区域进行常规测量相对较多，应避免测量过程中发生触电。

### 4.3 380/220V 配电设备

**4.3.1 【参考条文】** GB 50054-2011 《低压配电设计规范》 第 3.1.5 条。

隔离电器主要用于有效地将所有带电供电导体与有关回路隔离及设备维修断电，事关人身安全，其可靠性是非常重要的，本条对隔离电器做相应规定，以保证人身安全。

**4.3.2 【参考条文】** GB 50054-2011 《低压配电设计规范》 第 3.1.10（强条）。

隔离器、熔断器和连接片没有灭弧功能，不具有接通断开负荷电流的共泵，严禁作为功能性开关电器。如果装设错误，将可能造成人身和财产损失。

**4.3.3 【参考条文】** GB 50613-2010 《城市配电网规划设计规范》 第 8.3.1 条。

低压开关设备的配置和选型直接影响用电设备的可靠性、持续性和安全性。在实际工程中，应正确、合理选择低压开关设备，提高工程建设质量和水平。

**4.3.4 【参考条文】** GB 50054-2011 《低压配电设计规范》 第 3.1.4（强条）。

在 TN-C 供电系统中，工作零线是和保护零线共用的。当保护接地中性导体断开时，如果有设备绝缘击穿，发生单相短路故障时，短路电流将不能和变压器中性点形成，短路回路，从而使所有接零的设备外壳全部带电，危及人身安全。

**4.3.5 【参考条文】** GB 50613-2010 《城市配电网规划设计规范》 第 8.2.1 条第 1 点。

条文规定了低压配电系统接地型式、系统接地电阻要求，应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 有关要求。低压接地有三种型式：1、TN 系统；2、TT 系统；3、IT 系统。根据实际需求，确定低压配电系统的接地型式。考虑到低压配电系统的接地方式直接关系到人身安全和系统安全运行，规定一个系统只应采用一种接地型式。

## 4.4 建（构）筑物

**4.4.1 【参考条文】**GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 6.1.1（强条）。

各电气设备室的耐火等级要求是依据现行国家标准 GB 50016 《建筑设计防火规范》第 3.2.6 条“油浸变压器室、高压配电装置室的耐火等级不应低于二级”和多年来 10kV 及以下配电站的设计相关要求规定的。

**4.4.2 【参考条文】**GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 6.1.2（强条）、第 6.1.3（强条）。

油浸变压器室采用甲级防火门的场所，是为了防止当变压器发生火灾事故时，不致使变压器门因辐射热和火焰而烧毁，防止火灾事故的蔓延。为保证电力系统的运行安全，防止火灾事故扩大，对民用建筑内配电站需要设置的防火门作出具体规定。本条中的“相邻房间或过道”是指配电站区域外部的房间或过道。

**4.4.3 【参考条文】**GB 50060-2008 《3~110kV 高压配电装置设计规范》第 7.1.4（强条）。

门的开启方向是为了使值班人员在配电站发生事故时能迅速通过房门，脱离危险场所。

**4.4.4 【参考条文】**GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》第 2.0.2（强条）。

为了防止车间内配电站的油浸变压器发生火灾事故时，火舌从变压器室的排风窗向外窜出而危及燃烧体的屋顶承重构件或周围环境有火灾危险的场所，致使事故扩大。按照 GB50016 《建筑设计防火规范》的规定，三、四级耐火等级建筑物的建筑构件燃烧性能较差，耐火极限时间较短，容易引起厂房火灾事故。耐火等级为四级的建筑物承重墙和支承多层的柱和梁，耐火极限时间为 0.5h，非承重墙和楼板的耐火极限时间为 0.25h，其他支承单层的柱等则为燃烧体。

耐火等级和厂房的生产类别的划分，详见现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的规定。

**4.4.5 【参考条文】**GB 50053-2013《20kV及以下变电所设计规范》第4.1.3（强条）、第6.1.6（强条）、6.1.7（强条）。

单台油浸三相变压器的油量大于或等于100kg时，由于油量大，增加了事故发生时发生火灾的危险性，扩大了排油的污染范围，为了防止火灾事故的扩大，规定变压器应设在单独的变压器室内，并设置灭火措施。

设储油池是为了当建筑物内配电站和车间内配电站的变压器发生火灾事故时，减少火灾危害和使燃烧的油在储油池内熄灭，不致使火灾事故蔓延到建筑物和车间，故应设100%变压器油量的储油池。

位于危险场所的油浸变压器室设置储油池或挡油池是为了防止当油浸变压器发生火灾事故时，不致使油流窜到室外，引燃周围物品，以防事故扩大。

变压器油为有污染物质，因此挡油池的油应排入不致引起污染危害的安全场所的设施内，一般为事故油池。

储油池的通常做法是在变压器油坑内填放厚度大于250mm的卵石层，在卵石层底下设置储油池，或者利用变压器油坑内卵石之间的缝隙。

**4.4.6 【参考条文】**GB 50053-2013《20kV及以下变电所设计规范》第6.1.5（强条）。

为了防止当露天或半露天安装的油浸变压器发生火灾事故时，不致危及附近的建筑物，应采取必要的防火措施。

20kV及以下的油浸变压器的单台油量各厂产品略有差别，有资料表明变压器容量为1250kVA及以下时的油量在1000kg及以下，变压器容量为1600kVA~6300kVA时的油量在1000kg~2500kg范围内。具体执行本条时，需要核查变压器的油量。

**4.4.7 【参考条文】**GB 50053-2013《20kV及以下变电所设计规范》第6.1.9（强条）。

当充油的电气设备发生火灾时，应防止火焰从外墙开口部位延伸到上层建筑物引燃物品，引起事故扩大。

**4.4.8 【参考条文】**GB 50053-2013《20kV及以下变电所设计规范》第6.2.9条。

为了防止电缆浸水后可能造成事故和防止配电站内湿度太大,规定位于室外地坪以下的电缆夹层、电缆沟和电缆室应采取防水、排水措施。如防水层处理不好或施工时保护管穿墙处堵塞不严,很容易渗水。特别是在严寒地区,沟内有积水后,基础会冻胀,造成墙体开裂。因此,应保持地下电缆沟的底部坡度并设置集水坑,或采取其他有效的防水措施,以便将沟内的积水排走。

**4.4.9 【参考条文】** GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》 第 6.2.10 条。

为满足在地下或地下室设置的配电站的防水要求,对其顶部防水作出原则要求,避免出现反梁、井字梁的凹陷封闭区等不易排除积水的构造。

**4.4.10 【参考条文】** GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》 第 6.3.3 条、GB 50060-2008 《3~110kV 高压配电装置设计规范》 第 7.3.5 条。

SF<sub>6</sub>气体密度比空气重,易积聚在最低处,属有害气体,应采取报警和通风措施。

**4.4.11 【参考条文】** GB 50053-2013 《20kV 及以下变电所设计规范》 第 6.2.6 条。

考虑到发生事故时,运行人员能迅速离开事故现场,以及救援人员能接近事故现场。有的配电室分楼下和楼上两部分布置,其内部有楼梯上下互通门楼下部分有通向室外的门,楼上部分也应有通往室外走道或楼梯间的安全门,当楼上或楼下发生火灾或其他事故时,楼上的人员可直接从楼上逃至室外。



## 5 架空线路

### 5.1 一般规定

**5.1.1 【参考条文】**GB/T 50061-2010 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》第 3.0.2 条。

架空电力线路路径的选择是一项非常重要的工作，对架空电力线路的造价、安全性和适用性影响至关重要，因此对各种影响因素，如地理条件、地形条件、交通条件、运行和施工条件等，应进行综合比较。对影响路径选择的重要环节，应在选线时进行比较深入的技术经济比较。城乡的总体规划均包括电力线路走廊及各种管线位置的安排，旧市区改造和电力负荷增长受各种因素的限制，很难做到同点规划，因此应及时提报电力建设的近期和远景规划，积极与规划部门配合，避免反复改建临时性线路，尽量做到统一规划。

**5.1.2 【参考条文】**GB 50545-2010 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》第 5.0.4（强条）。

根据国家标准《高压交流架空送电线无线电干扰限值》GB 15707-1995 中第 4.2 节的规定编写，1MHz 时限值较 0.5MHz 减少 5dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ )，根据附录 C 所录方法计算出 110kV 线路在 1000m 以下 80%时间、80%置信度的无线电干扰值不超过 46 $\mu\text{V}/\text{m}$ 。

**5.1.3 【参考条文】**GB 50545-2010 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》第 5.0.5（强条）。

美国运行经验表明，在线路走廊边缘，人们对离线路中心线 30m 处 53dB(A) 以下的可听噪声水平基本无抱怨，噪声水平达到 53dB(A)~59dB(A) 时，生活在线路附近的人们会提出某些抱怨，当噪声水平超过 59dB(A) 时，抱怨大量增加。意大利的限制比较宽松，控制在 56dB(A)~58dB(A)。根据现行国家标准 GB 3096 《声环境质量标准》和国外提出的一般准则，本条将 110kV 线路湿导线噪声水平限制为 55dB(A)，相当于工业区夜间限制标准。

### 5.2 导地线

**5.2.1 【参考条文】**GB 50545-2010 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》

第 5.0.7（强条）。

导、地线安全系数的公式用张力表达式（根据现行国家标准《圆线同心绞架空导线》GB/T 1179 中计算拉断力，在实验中要求绞线拉断力实验结果应不小于上述计算值的 95%。故拉断力实际上仅保证不小于计算拉断力的 95%）。导、地线设计安全系数取值与国外一些国家所用数值基本相近，而且经运行考验，无不良反映。对悬挂点张力控制条件，限定其安全系数不应小于 2.25，便于有关项目计算。在稀有气象条件，相应的悬挂点最大张力不应超过拉断力的 77%。

**5.2.2 【参考条文】** GB 51302-2018《架空绝缘配电线路设计标准》第 13.0.1（强条）。

本条文是架空绝缘配电线路设计电气安全距离的要求。

1. 架空绝缘导线的弧垂受环境温度和外部荷载影响而变化，在环境温度达到最高或者覆冰最大时，导线弧垂最大，应根据最高气温情况或覆冰情况下的最大弧垂进行计算。导线在风的影响下会发生偏移，当导线覆冰时，虽然风速较小，风偏角较小，但绝缘导线的弧垂较大，发生的偏移的距离也可能大于风速最大时的绝缘导线的偏移距离，应依据最大风速情况或覆冰情况下的最大风偏进行计算。

2. 塑性伸长和设计、施工的误差是稳定存在的因素，需要考虑。短路电流等大电流情况很少，与最大弧垂、最大风偏同时发生的概率很低，不需要考虑。当架空绝缘配电线路与标准轨距铁路、高速公路和一级公路交叉时，为重要交叉跨越，针对中强度铝合金芯架空绝缘导线，当档距超过 200m 时，大电流引起弧垂大幅增加，为避免事故风险，应按照绝缘导线允许温度计算弧垂。不同绝缘材料的绝缘导线允许温度取值依据 GB/T14049《额定电压 10kV 架空绝缘电缆》和 GB/T12527《额定电压 1kV 及以下架空绝缘电缆》等标准的规定。

**5.2.3 【参考条文】** GB 51302-2018《架空绝缘配电线路设计标准》第 13.0.2（强条）、13.0.3（强条）条；GB 50061-2010《66kV 及以下架空电力线路设计规范》第 12.0.7（强条）、12.0.8（强条）条。

为保证运行安全，各电压等级下，导线与地面、山坡、峭壁、岩石之间的最小距离应满足相关要求。为便于统计人口密集地区是指工业企业地区、港口、码头、火车站和城镇等地区；人口密集地区以外的地区即“人口稀少地区”。

**5.2.4 【参考条文】** GB 51302-2018《架空绝缘配电线路设计标准》第 13.0.4（强

条)、13.0.5(强条)条; GB 50061-2010《66kV及以下架空电力线路设计规范》第12.0.9条(强条)。

输电线路不应跨越屋顶为燃烧材料做成的建筑,主要是指有人居住的房屋。对耐火屋顶的建筑物,如需跨越时应与有关方面协商同意。对其他虽是燃烧材料为顶盖但无人居住的建筑,如无重要物品的仓库、猪圈、牛棚等,可视具体情况酌情处理。为保证线路安全运行,定位时可适当加大导线与建筑物间的垂直距离和水平距离。

**5.2.5【参考条文】** GB 51302-2018《架空绝缘配电线路设计标准》第13.0.6、13.0.7、13.0.8、13.0.9条; GB 50545-2010《110kV~750kV架空输电线路设计规范》第13.0.6条。

经调查,按有关规范和试验研究成果确定的导线至树木及各种工程设施等距离的计算条件设计的线路,在对地面距离和交叉跨越方面,运行情况是好的,各地认为是合适的。导线与树木、果树、经济作物的垂直距离、净空距离,都为电气安全绝缘间隙加上一定的裕度而计算得到的。考虑线路运行中周边树木上存在人员活动的可能性,且有过工人在修剪行道树时触电的报道,为保障人身安全,减少安全事故发生的概率,仍严格执行相关规定。

**5.2.6【参考条文】** GB 50016-2014《建筑设计防火规范》第10.2.1条、GB/T 50074-2014《石油库设计规范》第4.0.11条。

据调查,架空电力线倒杆断线现象多发生在刮大风特别是刮台风时。据21起倒杆、断线事故统计,倒杆后偏移距离在1m以内的6起,2m~4m的4起,半杆高的4起,一杆高的4起,1.5倍杆高的2起,2倍杆高的1起。对于采用塔架方式架设电线时,由于顶部用于稳定部分较高,该杆高可按高度最高一路调设线路的吊杆距地高度计算。

储存丙类液体的储罐,当液体的闪点不低于60°C时,在常温下挥发可燃蒸气少,蒸气扩散达到燃烧爆炸范围的可能性更小。对此,可按不少于1.2倍电杆(塔)高的距离确定。

对于容积大的液化石油气单罐,实践证明,保持与高压架空电力线1.5倍杆(塔)高的水平距离,难以保障安全。因此,本条规定35kV以上的高压电力架空线与单罐容积大于200m<sup>3</sup>液化石油气储罐或总容积大于1000m<sup>3</sup>液化石油气储

罐区的最小水平间距,当根据表 10.2.1 的规定按电杆或电塔高度的 1.5 倍计算后,距离小于 40m 时,仍需要按照 40m 确定。

对于地下直埋的储罐,无论储存的可燃液体或可燃气体的物性如何,均因这种储存方式有较高的安全性、不易大面积散发可燃蒸气或气体,该储罐与架空电力线路的距离可在相应规定距离的基础上减小一半。

对于石油库与架空通信线路和架空电力线路的安全距离,主要是考虑倒杆事故影响。据 15 次倒杆事故统计,倒杆后偏移在 1m 以内的 6 起,偏移距离在 2m~3m 的 4 起,偏移距离为半杆高的 2 起,偏移距离为一杆高的 2 起,偏移距离大于一倍半杆高的 1 起。故规定石油库与架空通信线路的安全距离不应小于“1.5 倍杆(塔)高”。

**5.2.7 【参考条文】** GB 50613-2010 《城市配电网规划设计规范》第 6.1.2 (强条)、GB 51302-2018 《架空绝缘配电线路设计标准》第 13.0.10 (强条)。

为了防止人体触及或过分接近带电体,或防止车辆和其他物体碰撞带电体,以及避免发生各种短路、火灾和爆炸事故,在人体与带电体之间、带电体与地面之间、带电体与带电体之间、带电体与其他物体和设施之间,都必须保持一定的距离。本条文规定了架空线路与铁路、道路、河流等设备及各种架空线路交叉或接近的允许距离,避免因安全距离不足导致的意外触电事故的发生。

**5.2.8 【参考条文】** GB 50233-2014 《110kV~750kV 架空输电线路工程施工与验收规范》第 8.4.1 (强条)。

因为线路在运行中导线和地线需要长期承受比较大的拉力,需要可靠连接,不同金属和不同规格的导线、地线用同一个连接管连接很难保证导线、地线不从连接管处断开,这是金属特性决定的;不同交制方向的导线在同一耐张段中使用,会造成导线散股,影响到线路的经济、稳定运行。

## 5.3 杆塔及基础

**5.3.1 【参考条文】** GB 50061-2010 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》第 9.0.1 (强条)。

杆塔结构设计按现行国家标准 GB50068-2001 《建筑结构可靠度设计统一标准》的规定采用概率极限状态设计法,概率极限状态设计法,是以结构失效概率 P 定义结构的可靠度,并以其相对应的可靠指标 B 来度量结构的可靠度。这种

方法能够较好的反应结构可靠度的实质，使概念更为科学和明确，采用概率极限状态设计法，必须采用统一的荷载计算参数、材料计算指标以及构件抗力计算方法。本规范目前尚无法单独进行可靠度分析，只能在有关结构规范按现行国家标准 GB50068-2001《建筑结构可靠度设计统一标准》校准的基础上，结合有关规范的标准进行转化换算。本规范杆塔结构的安全等级为二级，属于“一般工业建筑物”。

**5.3.2【参考条文】**GB 50061-2010《66kV及以下架空电力线路设计规范》6.0.9（强条）、6.0.10（强条）、GB 50545-2010《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》7.0.9（强条）、GB/T 50064-2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》6.2.4。

工频电压下的空气间隙选择应考虑最大工作电压、最大设计风速及多间隙并联对放电电压的影响。操作过电压下的空气间隙选择应考虑操作过电压水平、最大设计风速及多间隙并联对放电电压的影响。雷电过电压情况下，其空气间隙的正极性雷电冲击放电电压应与绝缘子串的50%雷电冲击放电电压相匹配，如因高海拔而需增加绝缘子数量，则雷电过电压最小间隙也应相应增大。

检修人员停留在线路上进行带电作业时，系统不可能合闸空载线路操作，并应退出重合闸，在决定带电作业间隙时，单相接地分闸过电压是确定带电作业安全距离时必须考虑的过电压。

**5.3.3【参考条文】**GB 50061-2010《66kV及以下架空电力线路设计规范》第6.0.12条。

在进行绝缘配合时，考虑杆塔尺寸误差、横担变形和拉线施工误差的不利因素，空气间隙应留有一定裕度。从人身与设备安全角度考虑，明确了风偏后10kV及以下架空电力线路的导线与杆塔构件、拉线之间的最小间隙。

**5.3.4【参考条文】**GB 50061-2010《66kV及以下架空电力线路设计规范》6.0.13（强条）、GB 50545-2010《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》7.0.10（强条）。

相间绝缘的电气强度不仅取决于相间绝缘距离，还取决于导体对接地体的距离。相间操作波冲击绝缘强度，受多种因素的影响，比相地间要复杂多了。在变电所进出线档，其相间最小间隙可根据工程实际情况确定。

**5.3.5 【参考条文】** GB 50009-2012《建筑结构荷载规范》第 3.2.4（强条）、GB 50545-2010《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》11.1.1 条。

本条规定了杆塔结构设计的基本方法，与国内建筑结构的结构设计方法体系保持一致。其中荷载分项系数等取值与可靠度有关，根据已有输电线路长期运行经验，杆塔设计荷载基本组合中的采用此分项系数，基本满足了输电线路杆塔结构承载力方面的要求。

**5.3.6 【参考条文】** GB 50061-2010《66kV 及以下架空电力线路设计规范》第 11.0.2（强条）、GB 50545-2010《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》12.0.5。

混凝土质量的主要指标之一是抗压强度，影响混凝土抗压强度的主要因素是水泥强度和水灰比，要控制好混凝土质量，最重要的是控制好水泥质量和混凝土的水灰比两个主要环节。强度等级为 C20 的混凝土是指：表示标准立方体抗压强度 20MPa。线路施工点分散，施工条件较差，对现浇基础，不论配筋与否其混凝土强度等级均规定不宜低于 C20。

**5.3.7 【参考条文】** GB 50233-2014《110~750KV 架空输电线路施工及验收规范》第 7.2.1（强条）。

若基础混凝土的抗压强度未达到设计强度的 70% 而进行组立铁塔，会严重影响基础混凝土最终强度，危及整个输电线路的工程质量，因此将此规定作为强制性条文。

## 5.4 柱上设备

**5.4.1 【参考条文】** GB 50556-2010《工业企业电气设备抗震设计规范》第 3.0.5（强条）。

重要电气设备是指总变电所的主变压器及其他关键设备等，在 GB 50260《电力设施抗震设计规范》中规定，要提高一度计算；而按 GB 50011《建筑抗震设计规范》规定，只是抗震设防提高一度，但抗震计算不提高，与前者有所不同。若按前者提高一度计算，由于地震设防烈度为 7 度和 8 度时分别都有两个设计基本地震加速度值（见第 3.0.2 条），给抗震计算带来困难。为此，本规范规定只提高一级计算地震作用。对于设计基本地震加速度值为 0.05g、0.1g 和 0.15g，提高一级后分别为 0.10g、0.15g 和 0.20g。

**5.4.2 【参考条文】** GB 26859-2011《电力安全工作规程电力线路部分》第 6.3.5

(强条)。

装设接地线前验电可以确定停电设备是否无电压,以保证装设接地线人员的安全和防止带电装设接地线或带电合接地隔离开关等恶性事故的发生。线路中联络用的断路器、隔离开关或其组合进行检修时,由于联络开关两侧均可能有电流流入,若只验一侧,容易引起操作人员误判断,造成严重的带电推接地刀闸的恶性误操作事故,故两侧需分别验电。

**5.4.3 【参考条文】**GB 26859-2011 《电力安全工作规程电力线路部分》第 6.4.12 (强条)。

在电力系统中,接地线是为了在已停电的设备和线路上意外地出现电压时保证工作人员的重要工具,提供设备与接地体之间的的低阻抗连接,由此也降低了人身电击伤害的危险,同时防止临近带电体产生静电感应触电或误合闸时保证安全之用。因此在需要断开耐张杆塔引线(连接线)或拉开断路器、隔离开关时,应先在其两侧装设接地线。

## 5.5 绝缘子

**5.5.1 【参考条文】**GB 50545-2010 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》6.0.1 条

悬式绝缘子机械强度的安全系数参考 IEC 标准。绝缘子组合可由几个分支组成,整个组合称为“串”,其中分支称“联”。多联绝缘子串一般用于重要跨越,大垂直档距情况或耐张串。这些场合修复都较困难,且若事故扩大则后果严重。增加此条的目的是为了防止断联后再扩大事故。

常年荷载安全系数主要是针对瓷绝缘子老化率的。东北电力设计院和中国电力科学研究院对 250 万片年瓷绝缘子作了调查统计,得出了耐张串的老化率明显大于悬垂串的结论,而耐张串的常年荷载是绝大多数悬垂串的 1.6 倍~1.8 倍,说明绝缘子老化率与常年荷载有较密切的关系。运行中的耐张串常年荷载相应的安全系数绝大多数大于 4.5,但尚有少量的耐张串及悬垂串常年荷载安全系数小于此值,鉴于上述统计结果,绝缘子老化严重者必然较集中于这少量的塔位上。特别是在无冰区段和少冰区段,如果仅仅按最大使用荷载来选择悬垂串的允许垂直档距,则垂直档距可以放得很大,而常年荷载安全系数就可能小于 4.0。根据前苏联的统计,常年荷载安全系数小于 4.0 时,瓷绝缘子老化率将急升高,而这

种垂直档距较大的塔位，大多位于维修较困难的地段。因此必须对常年荷载予以限制，其相应的安全系数日本限制大于或等于 4.0，因该国绝缘子质量较好，前苏联和东欧各国则大于或等于 5.0。近年来我国瓷绝缘子质量有很大的提高，取 4.0 对绝大多数耐张串及常用档距下的悬垂串都能满足要求，是较为合适的。

国内自 20 世纪 80 年代末开始批量使用复合绝缘子，荷载设计安全系数大都为 3.0，至今运行情况良好，虽出现极个别串脆断，多属产品质量问题。故复合绝缘子最大使用荷载设计安全系数取 3.0 较为合适。20 世纪 90 年代开始使用瓷棒绝缘子，根据德国运行经验最大使用荷载设计安全系数取 3.0，运行情况良好。

### **5.5.2 【参考条文】GB 50545-2010 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》7.0.2（强条）**

本条对 110kV 交流输电线路操作过电压及雷电过电压要求的最少绝缘子片数提出要求。110kV~220kV 架空输电线路悬垂型杆塔上悬垂绝缘子串的绝缘子个数的合理性已为运行经验所证实。由于耐张绝缘子串受力比悬垂绝缘子串大，容易产生零值绝缘子。为了补偿它对操作过电压放电强度的影响，要求耐张串绝缘子片数在原基础上适当增加，对 110kV~330kV 输电线路加 1 片。

## **5.6 金具**

### **5.6.1 【参考条文】GB50545-2010 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》6.0.3（强条）、GB/T 50061-2010 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》第 5.3.2（强条）。**

金具强度安全系数取值与国外一些国家所用数值基本相近，而且经运行考验，无不良反映。双联串也可采用两个单联分别悬挂的方式，但仍应视为双联串；4 联也可分为 2 个双联串分别悬挂的方式，但断联时的机械强度应按各单元承担的荷载分别计算。



## 6 电缆线路

### 6.1 一般规定

**6.1.1 【参考条文】** GB50217-2018《电力工程电缆设计标准》第 5.1.1 条。

电缆线路的路径选择通常取决于道路的结构，如路面和路基的种类。此外城市中的各种地下管线较多（如水管、煤气管、通信电缆等），要考虑彼此间的相互关系，不但要满足近期工程的需要，而且要符合城市远景规划和电力发展规划，并在技术上和经济上获得最佳效益。

城市地下电缆线路路径和敷设方式的选择，应该综合考虑地下电缆线路的电压等级，周边其他市政工程情况，最终敷设电缆的根数、施工条件、一次投资、资金来源等因素，经技术经济比较后确定敷设方案。

电缆隧道路径的选择，要综合考量其他管道需求，即要满足近期工程的需要，同时要符合城市远景规划和电力发展规划。

### 6.2 电缆及附件

**6.2.1 【参考条文】** GB 50217-2018《电力工程电缆设计规范》5.1.2 条。

电缆弯曲半径过小，电缆转弯处的绝缘层应力偏大，故障率明显增加，所以对电缆敷设允许转弯半径提出了最小要求。

**6.2.2 【参考条文】** GB 50217-2018《电力工程电缆设计规范》第 3.4.1 条；DL/T 5221-2016《城市电力电缆线路设计技术规定》第 5.2.2、5.2.3、5.2.5 条。

本条文对需要增强电缆抗外力的外护层，示明铠装层应采用非磁性金属材料，主要有铝合金等。聚乙烯是一种非极性材料，具有较强的防潮湿性能，绝缘性能好，无毒，在潮湿和易受水浸泡环境采用聚乙烯作外护层的电缆，在实际工程中得到较广泛应用，反映较好。为使电缆在寿命期间内安全运行免遭化学溶液或污染空气腐蚀而缩短寿命，在不同的污染环境下应选用不同的电缆外护层。从保证人的健康和有利于消防灭火的角度考虑，在人员密集的公共设施，以及有低毒要求的场所，强调不应选用含有卤素的绝缘电缆。为保证电缆的安全运行，敷设在隧道内、桥梁上以及对防火有特定要求场所的电缆应使用阻燃护套。我国南方一些地区，电缆遭受不同程度白蚁危害的现象较普遍，有的蛀蚀电缆外护层乃至金

属套，造成电缆故障，不容忽视。

**6.2.3 【参考条文】** GB 50838-2015 《城市综合管廊工程技术规范》第 6.6.1（强条）。

管廊中电力电缆一般成束敷设，为了减少电缆可能着火蔓延导致严重事故后果，要求综合管廊内的电力电缆具备阻燃特性或不燃特性。

**6.2.4 【参考条文】** GB 50217-2018 《电力工程电缆设计标准》第 4.1.3 条、第 4.1.7 条。

为保证电缆线路的可靠安全运行，电缆终端、电缆接头等附件的额定电压和绝缘要求不得低于所连接电缆的要求。

### 6.3 电缆通道

**6.3.1 【参考条文】** GB 50217-2018 《电力工程电缆设计规范》 5.1.7 条。

参考日本相关规范，电缆与管道平行间距允许最小值：对煤气管道，低压电缆按 100mm，高压电缆按 150mm；对热力管道，管道表面温度 45~65℃时按 150mm，管道表面温度大于 65℃时按 300mm。

本条规定电缆对热力管道间距是考虑到电力电缆载流量一般按环温 40~45℃计算，同时根据多种情况下温度分布实测，空气中 300mm 距离温度梯度约 10℃左右，增大距离才较妥，因而采取了表 7.3.3 中的数值。

**6.3.2 【参考条文】** GB 50217-2018 《电力工程电缆设计规范》 5.1.9（强条）；GB50838-2015 《城市综合管廊工程技术规范》第 4.3.6（强条）。

热力管道、易燃气体、易燃液体如发生故障，波及范围广、危害性强，为保证电缆线路运行的安全性，故不允许热力管道、易燃气体、易燃液体在电力通道中穿越。

**6.3.3 【参考条文】** GB 50217-2018 《电力工程电缆设计规范》 5.3.5 条；GB 50168-2006 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》 5.2.3 条。

参考其他国家规范对电缆与电缆、管道、道路、构筑物容许最小距离的规定，并结合我国电缆运行的实际情况，提出了电缆与电缆、管道、道路、构筑物等平行或交叉时的容许最小距离，以保障电缆线路的安全运行。

**6.3.4 【参考条文】** DL/T 5221-2016 《城市电力电缆线路设计技术规定》 4.7.1 条。

公路、铁路跨越江河的桥梁上，兼作电缆通道，国内外已有广泛实践。电缆

敷设于交通桥梁上，首先需考虑桥梁的承载力问题及结构的稳定性，其次需考虑河流的通流要求，此外还需采取适当的措施，保障电缆运行安全。

**6.3.5 【参考条文】** GB 50217-2018 《电力工程电缆设计规范》 5.10.2 条； DL/T 5221-2016 《城市电力电缆线路设计技术规定》 4.8.2 条。

船锚投沉及其走锚，是水下电缆遭受机械性外伤的主要因素之一。国际大电网会议（CIGRE）报告载有调查 1950~1980 年世界上 3610km 海底电缆运行实绩，统计有 44 个海底电缆系统出现 154 起伤害事故，其中 82% 属于船锚和渔具作用，45 次船锚破坏中有 31 次发生在 30m 内水深；33 次拖网渔船渔具的破坏有 10 次在 30m 内水深，120m 以上水深没有出现伤害记录。此外，154 起事故中影响停电 15 天以内有 39 次，超过 150 天有 9 次。

## 6.4 附属设备

**6.4.1 【参考条文】** GB 50217-2018 《电力工程电缆设计规范》 第 4.1.10、4.1.11 条； GB/T 50065-2011 《交流电气装置的接地设计规范》 第 5.2.1 条； DL/T 5221-2016 《城市电力电缆线路设计技术规定》 第 7.0.1 条； GB 50169-2016 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 第 4.10.1 条。

电力电缆的金属层直接接地，是保障人身安全所需，也有利于电缆安全运行。对于三芯电缆，至少应在其两端直接接地。对于单芯电缆保证至少一点直接接地，且感应电压不得超过上限。

## 6.5 附属设施

**6.5.1 【参考条文】** GB 50838-2015 《城市综合管廊工程技术规范》 第 6.6.2 条，第 7.1.9 条。

为保证综合管廊内电缆线路的安全运行，防止火灾事故扩大，综合管廊内需设置电气火灾监控系统，重要区域应设置自动灭火装置。