

目 录

第 1 章 一般规定

第 1 节 通则

1.1.1 一般要求

1.1.2 图纸资料

第 2 节 环境条件

1.2.1 环境条件

第 2 章 设计原则

第 1 节 通则

2.1.1 一般要求

2.1.2 配电系统

2.1.3 电缆的选择

第 2 节 系统保护

2.1.1 一般要求

2.2.2 变压器的保护

2.2.3 电容器

2.2.4 海底电缆的保护

第 3 节 设备的安装和安装完工后的试验

2.3.1 海底电缆

2.3.2 电力变压器

2.3.3 配电板或开关箱

第 3 章 设备的制造和试验

第 1 节 控制设备及配电设备组件

3.1.1 技术要求

3.1.2 试验

第 2 节 变压器

3.2.1 一般要求

3.2.2 并联运行

3.2.3 电压调整率

3.2.4 温升

3.2.5 绝缘水平

3.2.6 短路

3.2.7 试验

第3节 海底电缆

3.3.1 一般要求

3.3.2 导体

3.3.3 绝缘材料

3.3.4 铠装材料

3.3.5 外护层

3.3.6 试验

第4节 电缆附件

3.4.1 技术要求

3.4.2 试验方法

第1章 一般规定

第1节 通 则

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 本指南适用于由岸上供电的海上固定设施上额定相间电压1kV以上至35kV的交流高压电力系统(以下简称海上固定设施高压电力系统)。由海上固定设施上发电机供电的高压电力系统也可参照本指南执行。

1.1.1.2 海上固定设施高压电力系统由海底电缆、变压器及开关箱等组成。

1.1.1.3 本指南未作规定者应符合本社相应规范的要求。

1.1.2 图纸资料

1.1.2.1 应将下列图纸资料提交本社批准:

(1) 开关箱或配电板单线图,图中应标明:

① 断路器的型号、规格和整定值;

② 在一次系统中应标明隔离开关、避雷器、互感器和接地开关等的型号、规格等参数;

③ 测量仪表。

(2) 继电保护控制原理图;

(3) 电力系统图,图中应标明:

① 电缆(包括海底电缆)的型号、规格等参数;

② 变压器、电机和电力电子设备的主要参数;

③ 配电板或开关箱引出的所有馈电线;

④ 断路器和熔断器的型号和主要额定参数。

(4) 主要电力设备布置图,图中应标明下列设备的安装位置:

① 海底电缆;

② 配电板或开关箱;

③ 变压器。

(5) 短路电流计算书。

1.1.2.2 应将电气说明书提交本社备查。

1.1.2.3 电气设备制造厂应按本社的有关规定,另行送审有关图纸资料。

第2节 环境条件

1.2.1 环境条件

1.2.1.1 除采取控制环境措施外,高压电气设备应在下列环境条件下正常工作:

(1) 环境空气温度和初级冷却水温度见表 1.2.1.1(1)。但适用于电子设备的环境空气温度的上限应为 55℃；

环境温度

表 1.2.1.1(1)

介质	部位	温度,℃	
		长江口以南海区	长江口以北海区
空气	封闭处所内	5~45	0~40
	温度超过 45℃ (或 40℃) 和低于 0℃ 的处所内	按这些处所的温度	按这些处所的温度
	开敞甲板	-10~45	-25~40
水		水的冰点至 32①	水的冰点至 25①

注:① 由于盐和其他杂物的存在,海水的冰点低于 0℃。

(2) 振动见表 1.2.1.1(2)；

振动等级

表 1.2.1.1(2)

振动参数等级			处所
频率, Hz	位移幅值, mm	加速度幅值, m/s ²	
2~10	1	-	一般舱室
10~100	-	4	

(3) 盐雾见表 1.2.1.1(3)；

盐雾等级

表 1.2.1.1(3)

盐雾参数, mg/m ³		处所
盐雾	0.5	
	2.0	露天甲板

(4) 一般舱室的相对湿度:温度为 +30℃ 时,相对湿度为 95%；

(5) 霉菌

第 2 章 设计原则

第 1 节 通 则

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 建议采用表 2.1.1.1 所列的标准额定的电压和频率。

额定电压和频率 表 2.1.1.1

额定电压, kV	频率, Hz
3.0	50
6.0	
10.0	
15	
20	
35	

2.1.1.2 高压系统中的操作电压不应高于 250V。

2.1.1.3 高压电气设备的非绝缘部件的相对相和相对地之间的空气间隙, 一般应不小于表 2.1.1.3 的规定值。

最小空气间隙 表 2.1.1.3

额定电压, kV	最小空气间隙, mm
3	55
6	90
10	120
15	190
20	220
35	340

若电压为所列额定电压的中间值, 则应取较高一档额定电压的所要求的空气间隙。

2.1.1.4 带电部件之间及带电部件对接地金属部件之间的爬电距离, 按绝缘材料的特性和开关及故障时产生瞬间过电压加以考虑, 应与系统的额定电压相适应。建议爬电比距不小于 25.0mm/kV。

2.1.2 配电系统

2.1.2.1 配电系统可采用下列形式:

(1) 三相三线绝缘系统;

(2) 单相双线绝缘系统;

(3) 三相三线中性点接地系统,但由此产生流过海上固定设施本体的电流不应流过任何危险区。

经本社同意,可采用上述以外的配电系统。

2.1.2.2 对海上固定设施供电的海底电缆一般应至少有 2 根,其每根电缆的电流定额应足以供给整个设施的所需电力。

2.1.2.3 海上固定设施上的主变压器一般应至少设 2 台,当任一台变压器出现故障时,其余的变压器应能保证除工程作业以外的所有设备的供电。

2.1.3 电缆的选择

2.1.3.1 电缆的额定电压不得低于电路的额定线电压。

2.1.3.2 交流电力电缆缆芯与绝缘屏蔽或金属护套之间额定电压的选择,应符合下列规定:

(1) 在中性点直接接地或经低阻抗接地的系统中,当接地保护动作切除故障的时间不超过 1min 时,应取其所在回路工作相电压的 100%;

(2) 对于上述(1)项以外的供电系统,不应低于其所在回路工作相电压的 133%;在单相接地故障可能持续 8h 以上的供电系统中,应取其所在回路工作相电压的 173%。

2.1.3.3 海底电缆的品种和截面积应根据电缆的长度、敷设的位置、海水的深度和敷设工具等情况,并考虑海底电缆的电流定额、电压降、短路要求、绝缘、铠装、允许电动应力、防腐措施、强度和可承受的扭力等性能因素来确定。

第 2 节 系统保护

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 非接地电力系统中的任何接地故障应有视觉和听觉报警。

2.2.1.2 对高压系统中的电力设备和线路,应装设反应短路故障和异常运行状态的继电保护和自动装置。继电保护和自动装置应能尽快地切除短路故障和恢复供电。

2.2.1.3 继电保护和自动保护应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性和要求,并应符合下列规定:

(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应采用最简单的保护;

(2) 对相邻设备和线路有配合要求的保护,前后两者之间的灵敏性和动作时间应相互配合;

(3) 保护装置应能尽快地切除故障。

2.2.1.4 在正常情况下,当电压互感器二次回路断线或其他故障能使保护装置误动作时,应装设断线闭锁装置;当保护装置不致误动作时,应装设电压回路断线信号装置。

2.2.1.5 在保护装置内应设置由信号继电器或其它元件等构成的指示信号。指示信号应符合下列要求:

- (1) 在直流电压消失时不自动复位,或在直流电压恢复时仍能维持原动作状态。
- (2) 能分别显示各保护装置的動作情况;
- (3) 对复杂保护装置,能分别显示各部分及各段的動作情况。根据装置具体情况,可设置能反应装置内部异常的信号。

2.2.2 变压器的保护

2.2.2.1 对电力变压器的下列故障及异常运行方式,应装设相应的保护装置:

- (1) 绕组及其引出线的相间短路和在中性点直接接地侧的单相接地保护;
- (2) 绕组匝间短路;
- (3) 外部相间短路;
- (4) 过载;
- (5) 中性点直接接地系统中外部接地短路。

2.2.2.2 对变压器引出线及内部的短路故障,应装设相应保护装置,保护装置的動作应使变压器的各侧断路器断开,并应符合下列要求:

(1) 10MVA 及以上的单独运行变压器和 6.3MVA 及以上的并联运行变压器,应装设纵联差动保护。6.3MVA 及以下单独运行的重要变压器,必要时,亦应装设纵联差动保护。

(2) 对于 10MVA 以下的变压器,当过电流保护时限大于 0.5s 时,一般应装设电流速断保护。2MVA 及以上的变压器,当电流速断灵敏度不符合要求时,应装设纵联差动保护。

(3) 0.4MVA 及以上,初级电压为 10kV 及以下,绕组为三角-星形连接的变压器,可采用两相三继电器式的过电流保护。

2.2.2.3 变压器的纵联差动保护应符合下列要求:

- (1) 应能躲过励磁涌流和外部短路产生的不平衡电流;
- (2) 差动保护范围应包括变压器套管及其引出线。如不能包括引出线时,应采取快速切除故障的辅助措施。

2.2.2.4 若变压器需并联运行,当发生故障时,保护装置動作应使变压器各侧的断路器断开。

2.2.2.5 在电压互感器的初、次级侧均应设熔断器作短路保护。对在其初级侧免设熔断器或在其次级侧设置断路器以代替熔断器的做法应作特殊考虑。

2.2.3 电容器

2.2.3.1 对 3kV 至 35kV 的并联补偿电容器组的下列故障及异常動作方式,应装设相应的保护装置:

- (1) 电容器内部故障及其引出线短路;
- (2) 电容器组和断路器之间连接线短路;

- (3) 电容器组中某一故障电容器切除后所引起的过电压；
- (4) 电容器组的单相接地；
- (5) 电容器组过电压；
- (6) 所连接的汇流排失压。

2.2.3.2 并联补偿电容器组应按下列规定装设保护装置：

(1) 对电容器组和断路器之间连接线的短路，可装设带有短时限的电流速断和过电流保护，并动作于跳闸。速断保护的動作电流，应按电容器组为最小运行方式下，电容器端部引出线发生两相短路时，有足够灵敏系数整定。过电流保护装置的動作电流，应按躲过电容器组长期允许的最大工作电流整定；

(2) 对电容器内部故障及引出线的短路，应对每台电容器分别装设专用的熔断器。熔丝的额定电流可为电容器额定电流的 1.5~2.0 倍；

(3) 当电容器组中故障电容器切除到一定数量，引起电容器端电压超过 110% 额定电压时，保护装置应将整组电容器断开。对不同接线的电容器组，可采用下列保护之一：

- ① 单星形连接的电容器组可采用中性线对地电压不平衡保护；
- ② 多段串联单星形连接的电容器组，可采用段间电压差动或桥式差电流保护；
- ③ 双星形连接的电容器组，可采用中性线不平衡电压或不平衡电流保护。

(4) 电容器组单相接地故障，可利用电容器组所连接汇流排上的绝缘监测装置进行检测；当电容器组所连接汇流排有引出线路时，应装设带方向的电流电压保护，当采用电流电压保护不能满足选择性、灵敏性和速动性要求时，可用采用距离保护装置。但安装在绝缘支架上的电容器组，可不再装设单相接地保护；

(5) 对电容器组的过电压应装设过电压保护，带时限动作于信号或跳闸；

(6) 对汇流排失压应装设低电压保护，带时限动作于信号或跳闸；

2.2.3.3 对于电网中出现的高次谐波有可能导致电容器过载时，电容器组应装设过载保护，带时限动作于信号或跳闸。

2.2.4 海底电缆的保护

2.2.4.1 对海底电缆的下列故障或异常运行，应装设相应的保护装置：

- (1) 相间短路；
- (2) 单相接地；
- (3) 过载。

2.2.4.2 对 3~20kV 海底电缆装设相间短路保护装置的设置，应符合下列要求：

(1) 由电流继电器构成的保护装置，应接于两相电流互感器上，同一网络的所有线路均应装在相同的两相上；

(2) 后备保护应采用远后备保护方式；

(3) 当线路短路使汇流排电压低于额定电压的 60% 时，应瞬时切除故障；

(4) 除上述(3)情况外，过电流保护的时限应为 0.5~0.7s。

2.2.4.3 用于 3~20kV 海底电缆相间短路保护的保护装置，应符合下列要求：

(1) 对单侧电源线路可装设两段过电流保护：第 1 段为不带时限的电流速断保护；第 2 段为带时限的过电流保护。可采用定时限或反时限特性的继电器。对单侧电源带电抗器的线

路,当其断路器不能切断电抗器前的短路时,不应装设电流速断保护,此时,应由母线保护或其他保护切除电抗器前的故障。保护装置仅在线路的电源侧装设;

(2) 对并列运行的平行线路应装设横联差动保护作为主保护,并应以接于两回线电流之和的电流保护,作为两回线同时运行的后备保护及一回线断开后的主保护及后备保护。

2.2.4.4 对 35kV 海底电缆,可按下列要求装设相间短路保护装置:

(1) 对单侧电源线路应采用带与其供电线路保护协调动作时限的过电流保护作主保护,并应以带与主保护协调动作时限的过电流保护作后备保护。当线路发生短路时,汇流排电压低于额定电压的 60% 时,应能瞬时切除故障;

(2) 对并列运行的平行线路,可装设横联差动保护作主保护,并应以接于两回线电流之和的阶段式保护或距离保护作为两回线同时运行的后备保护及一回线断开后的主保护及后备保护。

2.2.4.5 对中性点非直接接地电力网中的单相接地故障,应装设接地保护装置,并应符合下列要求:

(1) 装设接地监视装置,动作于信号;

(2) 线路上应设有选择性的接地保护,并动作于信号。当危及人身和设备安全时,保护装置应动作于跳闸;

(3) 在出线回路数不多,或难以装设选择性单相接地保护时,可采用依次断开线路的方法,寻找故障线路。

2.2.4.6 对可能时常出现过载的线路,应装设过载保护。保护装置应带时限动作于信号;当危及设备安全时,应动作于跳闸。

第 3 节 设备的安装和安装完工后的试验

2.3.1 海底电缆

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

2.3.1.2 海底电缆应敷设于海底稳定、流速较缓、海岸很少受到冲刷、海底无石山或沉船等障碍、少有沉锚和拖网渔船活动的地方。当在码头、锚地、港湾及有船停泊处敷设电缆不可避免时,应采取可靠的保护措施。当条件允许时,应深埋 2m 敷设。

2.3.1.3 海底电缆的敷设,应平放海底,不应悬空,当条件允许时,应尽可能埋入海底 0.5m 以下,深水航道的埋深应不小于 2m。

2.3.1.4 海底电缆相互间严禁交叉、重叠。相邻的电缆应保护足够的安全间距,并应符合下列要求:

(1) 主航道内,电缆相互间距不应小于平均最大水深的 1.2 倍。引至岸边的间距可适当缩小;

(2) 在非航道的流速不超过 1m/s 的水域中,同回路单芯电缆相互间距不应小于 0.5m,不同回路电缆间距不应小于 5m;

(3) 除上述(1)、(2)项情况外,应按水的流速和电缆埋深等因素确定。

2.3.1.5 海底电缆与工业管道之间水平距离,不应小于 50m;受条件限制时,不应小于

15m。

2.3.1.6 水下电缆引至岸上的区段,应有适合敷设条件的防护措施,并应符合下列要求:

(1) 岸边稳定时,应用保护管、沟槽敷设电缆,必要时可设置工作井连接,管沟下端应置于最低水位下不小于1m的深处;

(2) 岸边不稳定时,还应采取迂回形式敷设以预留适当备用长度的电缆。

2.3.1.7 海底电缆引至海上固定设施上的区段,应穿管敷设,并固定在海上固定设施的桩腿上。该电缆管在接近海底处应有足够的弯曲半径,并埋入海底1m。

2.3.1.8 海底电缆的敷设方法、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、流速和海底地形等因素确定。

2.3.1.9 海底电缆的敷设,当全线采用盘装电缆时,根据海域条件,电缆盘可放在岸上或船上。敷设时可用浮筒浮托,不应在海底拖拉电缆。

2.3.1.10 海底电缆不能盘装时,应用散装敷设法。其敷设程序应先将电缆圈绕在敷设船舱内,再经舱顶高架、滑轮、刹车装置至水槽下水,用拖轮、敷设船或钢缆牵引敷设。

2.3.1.11 敷设船的选择,应符合下列条件:

(1) 船舱的容积、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;

(2) 敷设船应配有张力计量、长度测量、入水角测量、水深测量和导航定位等仪器,并应配有通信设备和刹车装置。

2.3.1.12 海底电缆敷设应在小潮流或枯水期、视线清晰和风力小于蒲氏5级的情况下进行。

2.3.1.13 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,应使其入水角在 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 范围之内。

2.3.1.14 海底电缆敷设时,应按设计立导标并定位测量,及时纠正航线和校核敷设长度。

2.3.1.15 海底电缆敷设完工后,应进行潜水检查和2.3.1.15及2.3.1.16规定的耐压试验,并测量电缆的确切位置,按设计设置标志牌。

2.3.1.16 对于挤包固体绝缘海底电缆,耐压试验应符合下列要求:

(1) 整个电缆包括接头和密封的端头应进行耐压试验,耐压试验一般用 $4U_0$ 的直流电压试验15min,试验时,检查是否有击穿或闪络现象,试验时所有的高压电缆接线端均应脱离设备接线端子,并尽量远离。

(2) 经协商,耐压试验也可以用下述两项试验代替:

① 在电缆的导体和金属屏蔽之间加相对相电压5min;

② 在电缆中加上正常系统工作电压24h。

2.3.1.17 对于油纸绝缘海底电缆,耐压试验应符合下列要求:

(1) 对径向电场电缆应在导体和护套或屏蔽之间施加70%的下述直流电压5min:

① 对3.6kV/6kV以下电缆,电压为 $(6U_0 + 4.8)$ kV;

② 对6/10kV及以上电缆,电压为 $6U_0$ 。

施加电压应逐步上升,绝缘应不发生击穿。

(2) 对于非径向电场电缆,应在每一导体和金属护套之间施加70%的下述直流电压5min;

- ① 对 6/6kV 以下电缆, 电压为 $3(U_0 + U) + 4.8\text{kV}$;
- ② 对 6/10kV 及以上电缆, 电压为 $3(U_0 + U)\text{kV}$ 。

2.3.2 电力变压器

2.3.2.1 高压变压器一般应采用干式变压器, 应安装在具有良好通风, 环境温度不超过变压器最高环境温度的舱室内, 并布置成只有专职人员才可以接近, 其外壳防护型式至少为 IP21。若变压器没有外壳, 而是安装在构成设备“外壳”的舱室中, 则应设有仅在电源断开和设备已经接地的情况下, 该舱室的门方可打开的联锁措施。

2.3.2.2 一般应采取有效措施, 以防止变压器断电时产生潮气集聚和凝露。

2.3.2.3 高压变压器安装后应进行下列检验和试验项目(如适用时):

- (1) 测量绕组的直流电阻;
- (2) 检查所有分接头的变压比;
- (3) 检查变压器的三相接线组别;
- (4) 测量绕组的绝缘电阻;
- (5) 绕组的交流耐压试验;
- (6) 测量与铁芯绝缘的紧固件对外壳的绝缘电阻;
- (7) 有载高压切换装置的检查 and 试验;
- (8) 额定电压下的冲击合闸试验;
- (9) 检查相位。

2.3.2.4 绕组的直流电阻的测量应在分接头的所有位置上进行, 并应符合下列要求:

(1) 1600kVA 及以下三相变压器, 各相测量值的相互差值应小于平均值的 4%, 线间测量值的相互差值应小于平均值的 2%; 1600kVA 以上三相变压器, 各相测得值的相互差值应小于平均值 2%; 线间测得值的相互差值应小于平均值的 1%。

(2) 变压器的直流电阻, 与同温下产品出厂实测数值比较, 相应变化不应大于 2%。

(3) 由于变压器的结构等原因, 差值超过本条(1)的规定时, 可只按本条(2)的要求进行比较。

2.3.2.5 检查所有分接位置的变压比, 与制造厂铭牌数据相比应无明显差别, 且应符合变压比的规律;

2.3.2.6 检查变压器的三相接线组别, 应与设计要求及铭牌上标记和外壳上的符号相符。

2.3.2.7 测量绕组的绝缘电阻, 绝缘电阻值不应低于产品出厂试验值的 70%; 当无出厂试验值时, 可参照表 2.3.2.7 的规定;

电力变压器绕组绝缘电阻的最低允许值 $M\Omega$ 表 2.3.2.7

电压等级, kV	温度, $^{\circ}\text{C}$								
	5	10	20	30	40	50	60	70	80
3~10	675	450	300	200	130	90	60	40	25
20~35	900	600	400	270	180	120	80	50	35

2.3.2.8 变压器绕组的交流耐压试验按表 2.3.2.8 规定的工频电压试验 1min。

交流试验电压

表 2.3.2.8

变压器的额定电压, kV	3	6	10	15	20	35
交接试验电压, kV	8.5	17.0	24	32	43	60

2.3.2.9 与铁芯绝缘的各紧固件对外壳的绝缘电阻应按下列要求进行测量:

(1) 进行器身检查的变压器,应测量可接触到的穿芯螺杆、轭铁夹及绑扎钢带对铁轭及铁芯的绝缘电阻;

(2) 采用 2500V 兆欧表测量,持续时间为 1min,应无闪络及击穿现象;

(3) 当轭铁梁及穿芯螺杆一端与铁芯连接时,应将连接片断开后进行试验。

2.3.2.10 有载调压切换装置的检查 and 试验,应符合下列要求:

(1) 在切换开关取出检查时,测量限流电阻的电阻值,测得值与产品出厂数值相比,应无明显差别;

(2) 在切换开关取出检查时,检查切换开关切换接触头的全部动作顺序,应符合产品技术条件的规定。

(3) 检查切换装置在全部切换过程中,应无开路现象;电气和机械限位动作正确符合产品要求,在操作电源电压为额定电压的 85% 及以上时,其全过程的切换应可靠动作;

(4) 在变压器无电压情况下操作 10 个循环。在空载下按产品技术条件的规定检查切换装置的调压情况,其三相切换同步性及电压变化范围和规律,与产品出厂数据相比,应无明显差别;

2.3.2.11 在额定电压下对变压器进行 5 次冲击合闸试验,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象;冲击合闸宜在变压器高压侧进行。

2.3.2.12 检查变压器的相位必须和电网相一致。

2.3.3 配电板或开关箱

2.3.3.1 配电板或开关箱应安装在仅专职人员可以进入的舱室,其外壳防护等级至少为 IP21。

2.3.3.2 安装配电板或开关箱的舱室的长度大于 7m 时,应设两个出口,门应向外开。相邻配电室之间如有门时,此门应能向两个方向开启。

2.3.3.3 配电装置室内,不应有与配电装置无关的管道通过。

2.3.3.4 配电板或开关箱的接地应牢固良好。装有电器的可开启的门,应以裸软线与接地金属构架可靠的连接。并应设有足够数量的接地和短路设备,以保证电路能安全地进行维修。

2.3.3.5 主配电板的前后应留有足够宽度的通道。其前面通道的宽度应至少为 0.8m,后面通道的宽度应至少为 0.6m。若配电板的结构型式可在前面和侧面进行维护检查和更换部件时,则可不设后通道。

2.3.3.6 配电板或开关箱安装完毕后应按下列要求进行检查:

(1) 配电板或开关箱的接地应可靠;

- (2) 配电板或开关箱内所装电器元件应齐全完好,安装位置正确,固定牢固;
- (3) 所有二次回路接线应正确、连接可靠、标志齐全清晰和绝缘符合要求;
- (4) 抽出式开关柜在推入或拉出时应灵活、机械闭锁可靠、照明装置齐全;
- (5) 配电板或开关箱及电缆管道安装完后,应作好封堵。在可能结冰的地区还应有防止管内积水结冰的措施;
- (6) 对配电板或开关箱的功能应进行试验,并应符合设计要求。

第3章 设备的制造和试验

第1节 控制设备及配电设备组件

3.1.1 技术要求

3.1.1.1 控制设备及配电设备组件的绝缘部件一般应采用耐久、滞燃、耐潮和耐霉材料制造。

3.1.1.2 控制设备及配电设备组件中的金属零件的镀层应牢固、无变质、脱落及生锈等现象,所有紧固零件包括螺钉、螺母、垫圈等均有较好的耐蚀性能,并有可靠的防腐层。

3.1.1.3 控制设备及配电设备组件中的导电部件一般应用铜或铜合金制造,其接触部分应有良好的导电性能。

3.1.1.4 控制设备及配电设备组件应便于检查和维修,并能用一般工具迅速拆装,若需用专用工具时,则应由制造厂供给。

3.1.1.5 控制设备及配电设备组件带电部件以外所有可能被人体触及的部件均应可靠接地。

3.1.1.6 控制设备及配电设备组件中的连接件和紧固件,应有防止其因受振动而动脱的措施。

3.1.1.7 控制设备及配电设备组件中的门应有门锁,开启时应灵活转动,转动角度不得小于 90° ,门在开启过程中不应使电器受到冲击和损坏。

3.1.1.8 用于非金属结构的海上固定设施上的控制设备及配电设备组件,在其排列宽度方向上应布设一铜质接地导体,其截面积不得小于 200mm^2 ,其上部都应设有可靠的供与配电室接地导体相连的接地端子,接地装置的螺纹应涂上油脂,不应有沾漆或黄锈。接地装置应有明显的接地符号。

3.1.1.9 空气间隙的爬电距离应符合2.1.1.3和2.1.1.4的规定。

3.1.1.10 断路器一般应是抽出式结构或具有等效结构,以保证在汇流排带电情况下,能安全地将断路器断开。

3.1.1.11 抽出式断路器或开关不论是在工作位置,还是断开位置上,均应有机机械锁定机构。为维修之便,抽出式断路器、开关和固定安装的断路器的键式锁定应是可行的。

在抽出式断路器处于工作位置情况下,其固定部件之间应无相对位移。

3.1.1.12 抽出式断路器和开关的固定触头,应安排成在抽出状态下,其带电触头被自动覆盖。

3.1.1.13 控制设备和配电设备组件中的各种设备应符合本社接受标准^①的规定,并应符合本指南第1章第2节对环境条件的要求。

^① 参见 IEC 56 号出版物《高压交流断路器》、IEC 256 号出版物《高压开关》、IEC 282 号出版物《高压熔断器》、IEC 470 号出版物《高压交流接触器》、IEC 185 号出版物《电流互感器》、IEC 186 号出版物《电压互感器》和 IEC 255 号出版物《继电器》等标准。

3.1.1.14 主配电板的汇流排一般应由两个独立分段组成,两分段间应由断路器或负载开关互连。

3.1.1.15 二次配线应采用截面不小于 1.5mm^2 的铜芯船用绝缘线。

3.1.1.16 若电能和/或机械能用作断路器和开关的操作能源,则应能提供所有部件至少连续 2 次操作的能源储备。但是,由于过载、短路或欠压的脱扣应独立于任何电源储备。这并不排除采用分励脱扣。

3.1.1.17 系统的每一独立分段的辅助系统至少应备有 1 个独立的电源。

3.1.1.18 控制设备及配电设备组件应具备机械的或电器的(或者两者均备有)安全联锁装置,并应符合下列要求:

(1) 防止带负荷分、合隔离开关,即断路器在合闸前先将隔离开关合闸。断路器在分闸后,隔离开关才能分闸;

(2) 防止误分、误合断路器;

(3) 防止误入带电间隙;

(4) 防止带电挂接地线;

(5) 防止接地线未拆除情况下送电。

3.1.1.19 配电装置门的联锁应视打开后是否会危及人身安全而定,如果在未打开门之前,即能看见隔离开关分闸状态,或打开门之后,门内有钢丝门遮蔽带电体,或者门内只装二次设备者,则不装联锁装置,否则必需加装联锁装置。

3.1.1.20 控制设备及配电设备组件应具有如下防止事故扩大的措施:

(1) 配电柜的两侧,柜与柜之间,断路器与主母线之间,断路器与隔离开关之间应设隔板隔开;

(2) 配电柜的一次与二次电器设备之间应设隔板隔开,以保证一次回路不停电的情况下,能安全地拆修二次回路的设备。

3.1.2 试验

3.1.2.1 温升试验:应在汇流排额定工作电流状态下进行温升试验。汇流排的最大允许温升为 45°C 。

3.1.2.2 效用试验:所有设备应进行效用试验,如检查配电板上的仪表。配电电器的效能等。

3.1.2.3 耐压试验:应按表 3.1.2.3 的规定进行耐压试验(二次回路除外),试验时间 1min。二次回路的试验按本社有关规范的要求进行。

耐压试验电压

表 3.1.2.3

额定电压(kV)	工频耐受电压(有效值, kV)		冲击耐受电压(峰值, kV)	
	对地、相间及普通断口	隔离断口	对地、相间及普通断口	隔离断口
3	18	20	40	46
6	23	26	60	70
10	30	34	75	85
15	40	47	105	120
20	50	60	125	145
35	80	90	185	215

3.1.2.4 环境条件试验:对于未经过型式认可的单个产品,根据具体情况,应进行振动、湿热、盐雾和霉菌等环境条件试验。

第 2 节 变压器

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 本节规定适用于电压等级为 35kV 及以下的干式电力变压器。

3.2.2 并联运行

3.2.2.1 并联运行的变压器应符合下列要求:

- (1) 变压器绕组的联接组别应相同;
- (2) 变压器应有相同的额定电压比(偏差在允许范围内);
- (3) 变压器应有相同的阻抗电压(相互之间阻抗电压的比值应在 0.9~1.1 的范围内);
- (4) 当多台变压器并联运行时,该组中最小变压器额定容量应不小于并联运行中最大变压器额定容量的一半。

3.2.3 电压调整率

3.2.3.1 在电阻性负载的情况下,当变压器自空载至满载时,次级电压的变化应不超过额定电压的 5%。

3.2.4 温升

3.2.4.1 变压器在最大定额连续运行,冷却空气环境温度为 45℃ 时,各部分的温升应不超过表 3.2.4.1 的温升限值。

温升限值

表 3.2.4.1

变压器部位		温升限值, K	测量方法
线圈	A 级绝缘	55	电阻法
	E 级绝缘	70	
	B 级绝缘	75	
	F 级绝缘	95	
	H 级绝缘	120	
铁心及结构零件表面		最大不得超过与其接触的绝缘材料的允许温升	温度计法或热电偶法

3.2.5 绝缘水平

3.2.5.1 变压器的绝缘水平应符合表 3.2.5.1 的要求。

3.2.5.2 雷电冲击耐压试验, 试验电压应符合表 3.2.5.1 相应电压值的规定, 试验冲击波应是标准雷电冲击全波: $1.2 \pm 30\% / 50 \pm 20\% \mu\text{s}$ 。如果全电压下所记录的电压和电流瞬变波形图与降低电压下所记录相应的瞬变波形图无明显差异时, 则绝缘耐压试验合格。如果对示波图之间可能存在的差异的分析有疑问时, 则应再加三次全电压的冲击波, 或者在该端子上重做全部冲击试验。

3.2.5.3 短时工频耐受电压规定为绝缘所能耐受的 1min 电压(有效值)。如果试验电压不是正弦波形, 则将其峰值除以 $\sqrt{2}$ 即认为是试验电压值。

绝缘水平

表 3.2.5.1

电压等级 kV	设备的最高电压 m(有效值), kV	额定短时工频耐受电 压(有效值), kV	额定雷电冲击耐受 电压(峰值), kV
3	3.5	10	40
6	6.9	20	60
10	11.5	28	75
15	17.5	38	95
20	23	50	125
35	40.5	70	170

3.2.6 短路

3.2.6.1 所有变压器应能承受任何端头短路时的热效应 2s 和机械应力 $0.5 \pm 10\% \text{s}$ 而不损伤。

3.2.7 试验

3.2.7.1 变压器一般应进行型式试验。

3.2.7.2 型式试验包括雷电冲击试验、温升试验、湿热试验、长霉试验(对产品的电性能有影响的绝缘零部件)和盐雾试验(对安装在露天甲板上的变压器进行整机盐雾试验,室内的设备只做金属零部件)。温升试验应使变压器在额定负载下运行,温升限值应不超过表 3.2.4.1 的规定。

3.2.7.3 变压器应进行下列出厂试验:

- (1) 绕组直流电阻测量;
- (2) 绝缘电阻测量;
- (3) 电压比试验和电压矢量关系的校定;
- (4) 阻抗电压(主分接)和负载损耗测量;
- (5) 空载损耗及空载电流测量;
- (6) 外施耐压试验;
- (7) 感应耐压试验;
- (8) 局部放电试验。

3.2.7.4 短路试验:根据需要进行短路试验,并应符合本章 3.2.6.1 的规定。

3.2.7.5 如果变压器已进行了本章 3.2.5.2、3.2.7.3(6)和(7)规定的耐压试验,而在其后进行重复试验时,则试验电压降低到原来试验值的 85%,同时在此期间变压器的内绝缘不得有任何变更。

第 3 节 海底电缆

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 本节适用于额定电压在交流 35kV 及以下的海底电力电缆。

3.3.2 导体

3.3.2.1 挤包热固性绝缘的导体,其单线应为镀锡铜线。可采用不镀锡的铜线,但导体与绝缘层之间应有隔离层,并应对电缆进行适当的型式试验,以证明其对导体不产生有害影响。如要求对镀锡层进行化学试验时,应从成品电缆的导体上取样。挤包热塑性绝缘的导体单线可不镀锡。

3.3.2.2 电缆导体应使用多股相同直径的导线绞合组成。

3.3.3 绝缘材料

3.3.3.1 可采用表 3.3.3.1 所列的绝缘材料,其导体最高工作温度应符合表 3.3.3.1 的规定。

导体最高工作温度

表 3.3.3.1

绝缘材料		导体最高工作温度, ℃
热塑性复合物	基于聚氯乙烯或者氯乙烯与醋酸乙烯共聚物的热塑性塑料(PVC)	70
	聚乙烯(PE)	70
弹性塑料或热固性复合物	乙丙橡胶或类似材料(EPR)	90
	交联聚乙烯(XLPE)	90

3.3.3.2 也可采用油浸纸为绝缘材料,其导体最高工作温度如表 3.3.3.2 规定。

3.3.4 铠装材料

3.3.4.1 海底电缆铠装金属钢的密度应在 $5\sim 7\times 10^4\text{kg/m}^3$ 的范围内。

导体最高工作温度 ℃

表 3.3.3.2

电压等级, kV	径向电场电缆		带绝缘电缆	
	不滴流	粘性	不滴流	粘性
6	80	80	80	80
10	70	70	65	65
35	65	60	-	-

3.3.5 外护层

3.3.5.1 外护层应能耐海水腐蚀。

3.3.6 试验

3.3.6.1 根据电缆的电压等级和结构类型应进行如下电气性能试验:导体电阻、绝缘电阻(只对油浸纸绝缘电缆要求)、电压试验、介质损耗角正切试验和局部放电试验。

3.3.6.2 根据电缆结构类型,按照国际大电网会议推荐的“海底电缆机械试验标准”应进行以下机械性能试验:盘绕、弯曲、强度等试验。

第 4 节 电缆附件

3.4.1 技术要求

3.4.1.1 额定相间电压为 35kV 及以下输配电用油纸绝缘和挤包绝缘电力电缆的附件

包括电缆的接头和终端头。

3.4.1.2 电缆附件的制造和试验应符合本社接受的标准^①的规定,但环境条件应按照本指南第1章第2节的要求进行修正。

3.4.1.3 电缆附件安装后应与电缆一起进行试验,其试验要求应与对电缆的要求一致。

3.4.2 试验方法

3.4.2.1 电缆附件的试验方法可按本社接受的试验标准^②。

① 参见 GB 11033.1《额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本技术要求总则》、GB 11033.2《额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本技术要求 电缆终端头》和 GB 11033.3《额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本技术要求 电缆接头》。

② 参见 GB 5589.1《电缆附件试验方法 第 1 部分:总则》、GB 5589.2《电缆附件试验方法 第 2 部分:恒压负荷循环试验》、GB 5589.3《电缆附件试验方法 第 3 部分:局部放电测量》、GB 5589.4《电缆附件试验方法 第 4 部分:压力密封试验》、GB 5589.5《电缆附件试验方法 第 5 部分:盐雾试验》和 GB 5589.6《电缆附件试验方法 第 6 部分:潮湿试验》。