第四篇　电气装置

第1章　一般规定

第1节　通　则

1.1.1　**一般要求**

1.1.1.1　本篇规定适用于钢质海洋渔船的电气装置。

1.1.1.2　电力推进装置、为推进装置服务的配套设备和对船舶安全必不可少的辅助电气设备的制造和安装应符合本篇有关规定。此外，这些电气设备的制造和试验还应符合等效的标准，如国际电工委员会标准（以下简称IEC标准）等。

1.1.1.3　本篇1.1.1.2所述以外的其他电气设备的设计和安装，应保证在其发生故障时极少有引起火灾的可能。但这些设备应至少符合等效的标准。

1.1.1.4　电气设备应能：

.1　确保船舶处于正常操作状态和满足正常生活条件所必需的所有电力辅助设备供电，而不需求助于应急电源；

.2　在各种紧急状态时，向安全所必需的电气设备供电；

.3　确保船员及船舶的安全，免受电气事故的危害。

1.1.2　**重要设备**

1.1.2.1　重要设备系指对船舶推进、操舵和安全所必需的设备，保证船员安全的设备，包括主重要设备和次重要设备。

1.1.2.2　主重要设备系指为保持推进和操舵连续运转的设备。例如：

.1　操舵装置；

.2　调距桨装置；

.3　为主、辅柴油机服务的通风机、燃油供给泵、喷油嘴冷却泵、滑油泵和冷却水泵；

.4　为主重要设备供汽的辅锅炉服务的强力鼓风机、给水泵、循环水泵、真空泵、冷凝水泵以及油燃烧装置；

.5　单独作推进/操舵用的方位推进器连同其滑油泵和冷却水泵；

.6　用于电力推进装置的电气设备及其附属的冷却装置；

.7　向上述.1至.6设备供电的发电机及有关电源；

.8　向上述.1至.6设备提供动力的液压泵；

.9　重油粘度控制设备；

.10　舱底泵、消防泵和其他灭火剂泵；

.11　航行灯、航行设备和信号设备；

.12　船内安全通信设备；

.13　照明系统；

.14　以上.1至.13所列设备的控制、监视和安全设备/系统。

1.1.2.3　次重要设备系指为保持推进和操舵不必连续运转的设备，以及为保持船舶安全必需的设备。例如：

.1　锚机；
.2　燃油输送泵和燃油处理装置；
.3　滑油输送泵和滑油处理装置；
.4　重油预热装置；
.5　起动空气和控制空气压缩机；
.6　压载和平衡泵；
.7　机舱和炉舱通风机；
.8　保持危险区域处于安全状态所必需的设备；
.9　自动喷水系统和压力水雾灭火系统；
.10　探火和失火报警系统；
.11　水密关闭设备；
.12　为保证重要设备正常工作环境温度的冷却设备；
.13　向上述.1至.12设备供电的发电机及有关电源；
.14　向上述.1至.12设备提供动力的液压泵；
.15　以上.1至.14所列设备的控制、监视和安全设备/系统。

1.1.3　**应急设备**

1.1.3.1　应急设备系指在主电源失电后，须由应急电源供电的设备。

1.1.4　**试验**

1.1.4.1　本篇1.1.1.2及1.1.2所指各电气设备，均应按本篇第3章的规定在制造厂进行试验。若船舶检验机构认为必要，可要求进行本篇规定以外的其他试验。

1.1.4.2　当电气设备在船上安装完工后，应按船舶检验机构审查同意的试验大纲进行系泊试验和航行试验。

第2节　　环境条件与工作条件

1.2.1　**环境条件**

1.2.1.1　除非另有规定，所有电气设备均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如表1.2.1.1.1所列，但适用于电子设备的环境空气温度的上限为55℃；

环境温度　　**表**1.2.1.1.1

介质	部　　位	温度（℃）	
		远海航区	除热带海区以外的沿海或近海航区
空气	围蔽处所内	0～45	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	－25～45	－25～40
水		32	25

.2　倾斜摇摆如表1.2.1.1.2所列；

.3　捕捞作业或航行中所产生的振动和冲击；

.4　潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌。

倾斜角　　表1.2.1.1.2

设备组件	倾斜角，°			
	横向		纵向	
	横倾	横摇	纵倾	纵摇
应急电气设备、开关设备、电器和电子设备	22.5	22.5	10	10
上行以外的设备、组件	15	22.5	5	7.5
注：可能同时发生横向和纵向倾斜。				

1.2.2　**谐波成分**

1.2.2.1　交流电气设备应能在供电电源的谐波成分不大于5%的情况下正常工作。由半导体变流器供电者，则应能在可能出现较大谐波成分的情况下正常工作。

1.2.3　**电压和频率波动**

1.2.3.1　电气设备应能在表1.2.3.1规定的电压和频率偏离额定值的波动情况下可靠工作。

电压和频率波动　　表1.2.3.1

设　　备	参数	稳态，%	瞬　　态	
			%	恢复时间，s
一般设备	电压	＋6～－10	±20	1.5
	频率	±5	±10	5
由直流发电机供电或经整流器供电的直流设备	电压	±10	－	－
	电压周期性波动	5	－	－
	纹波电压	10	－	－
由蓄电池供电的设备： 充电期间接于蓄电池者 充电期间不接于蓄电池者	 电压 电压	 ＋30～－25 ＋20～－25	－	－

第3节　　设计、制造与安装

1.3.1　**一般要求**

1.3.1.1　电气设备的设计、制造和安装应考虑安全和便于检修。

1.3.1.2　电气设备不同电位的带电部件之间和带电部件与接地金属之间，按其绝缘材料的性质和工作条件，应具有适应其工作电压的足够的电气间隙和爬电距离。

1.3.1.3　除整步表开关外，电气设备经开关断开电源后，不应经控制电路或指示灯继续保留电压。

1.3.1.4　电气设备连接和紧固用的螺钉和螺母，均应有防止其受振动而松脱的措施。

1.3.1.5　制造电气设备所用的材料，应符合下列要求：

.1　除对可能遭受到的大气环境和温度采取了适当的防护措施外，一般应用耐久、滞燃和耐潮的材料制成；

.2 绝缘材料和绝缘绕组均应能耐潮、耐海上空气和耐油雾，除非针对这些因素采取了专门的防护措施；

.3 导电部分一般应用铜或铜合金制成；

.4 金属部分除其材料本身有较好的耐腐蚀性能外，均应有可靠的防护层；

.5 禁止设备使用石棉。

1.3.1.6 当非铝质电气附件与铝质件相连接时，应采取适当的防止电解腐蚀的措施。

1.3.1.7 凡具有内部接线的电气设备，均应附上带有接线编号的原理图或接线图。电气设备的接线端头，应具有与图纸相符的耐久标志或符号。

1.3.1.8 应急报警装置的控制器，应涂上红色和设有标明其用途的耐久铭牌。

1.3.1.9 制动电阻、调节电阻、启动电阻、充电电阻、电热器具以及其他在工作时能产生高温的电气设备，在安装时应有防止导致附近物体过热和起火的措施。

1.3.1.10 电气设备不应贴近油舱、油柜或双层底储油舱等外壁表面安装。若必需安装时，则电气设备与此类舱壁表面之间至少应有50mm的距离。本篇1.3.1.9中所规定的电气设备，严禁在上述油舱、油柜外壁表面安装。

1.3.1.11 在机器处所内花铁板以下、封闭的燃油和润滑油分离机室内，不准安装插座。

1.3.1.12 发电机组的安装应保证其转轴与船舶首尾线平行。对卧式电动机，也应尽量使其转轴与船舶首尾线平行安装。

1.3.1.13 除安装在专用舱室里的电气设备外，其他电气设备的对地电压或工作电压超过36V的带电部分，均应有防止偶然触及的防护措施。

1.3.1.14 当电气设备的外壳温度超过75℃时，应采取防护措施或在布置上予以安排，以防止工作人员偶然触及而灼伤。

1.3.1.15 在水密的舱壁、甲板、甲板室的外围壁上，不应钻孔用螺钉紧固电气设备及电缆。

1.3.1.16 电气设备及电缆，不应安装及敷设在船舶外板上。

1.3.1.17 导线和电气设备应离开磁罗经适当的距离，或者对这些导线和电气设备加以屏蔽，以使其外部干扰磁场能降低至最低程度。

1.3.2 外壳防护

1.3.2.1 电气设备的外壳防护型式，应符合国际电工委员会（IEC）529号出版物《外壳防护型式的分级》或与其等效标准的规定。表示防护等级的标志符号由IP字母后面加两位数字组成：

IP××
| | └————第二位数字见表1.3.2.1-2
| └——————第一位数字见表1.3.2.1-1
└————————特征字母

第一位数字所代表的防护等级 **表1.3.2.1-1**

第一位数字	防 护 等 级	
	简 要 说 明	定 义
0	无防护	无专门的防护
1	防护大于50mm的固体	人体大面积部分如手（但对有意识的接触并无防护）。直径超过50mm的固体

2	防护大于12mm的固体	手指或类似物，长度不超过80mm，直径超过12mm的固体
3	防护大于2.5mm的固体	直径或厚度大于2.5mm的工具、电线等及直径超过2.5mm的固体
4	防护大于1.0mm的固体	厚度大于1mm的纸或片状物，直径超过1mm的固体
5	防尘	并不防止全部尘土进入，但进入量不能达到妨碍设备正常运转的程度
6	尘密	无尘土进入

第二位数字所代表的防护等级　　表1.3.2.1-2

第一位数字	防护等级	
	简要说明	定义
0	无防护	无专门的防护
1	防滴	垂直滴水应无有害影响
2	15°防滴	设备与垂直线成15°角时，滴水应无有害影响
3	防淋水	与垂直线成60°范围的淋水应无有害影响
4	防溅	任何方向溅水应无有害影响
5	防冲水	任何方向冲水应无有害影响
6	防猛烈海浪	猛烈海浪或强烈冲水时进入机壳水量应无有害影响
7	防浸水	浸沉在规定压力的水中经规定的时间后，进入水量应无有害影响
8	防潜水	能长期潜水，其技术条件由制造厂规定
		注：通常设备应完全密封，但对某些类型设备，在不产生有害影响的前提下，可允许水进入设备。

1.3.2.2　电气设备的外壳防护型式的选择，应与安装的场所相适应，其最低防护等级应符合表1.3.2.2的要求。

外壳防护等级的最低要求　　表1.3.2.2

（1）	（2）	（3）	（4）							
处所	环境条件	防护级	配电板、控制设备、电动机起动器	发电机	电动机	变压器半导体变流器	照明设备	电热器具	电炊设备	附具（例如开关、接线盒）
干燥的居住处所	只有触及带电部分的危险	IP20	×	—	×	×	×	×	×	×
干燥的控制室			×	—	×	×	×	×	×	×
控制室（驾驶室）	滴水和（或）中等机械损伤危险	IP22	×	—	×	×	×	×	×	×
机舱（花钢板以上）			×	×	×	×	×	×	×	IP44
舵机室			×	×	×	×	×	×	—	IP44
冷藏机室（氨装置室除外）			×	—	×	×	×	×	—	IP44
应急机械室			×	×	×	×	×	×	—	IP44
一般储藏室			×	—	×	×	×	×	—	×
配膳室			×	—	×	×	×	×	×	IP44
粮食库			×	—	×	×	×	×	—	×

浴室	较大的水和或机械损伤危险	IP34	—	—	—	—	×	IP44	—	IP55
机舱（花钢板以下）			—	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
封闭的燃油分离器室			IP44	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
封闭的润滑油分离器室			IP44	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
压载泵舱	较大的水和机械损伤危险	IP34	×	—	×	×	×	×	—	IP55
冷藏舱、鱼货加工间			—	—	×	—	×	×	—	IP55
厨房和洗衣间			×	—	×	×	×	×	×	×
双层底中的轴隧或管隧	喷水危险、严重机械损伤、腐蚀性气体	IP55	×	—	×	×	×	×	—	IP56
速冻间、鱼舱			—	—	—	—	×	—	—	×
露天甲板	大量浸水的危险	IP56	×	—	×	—	IP55	×	—	×
水下	潜水	IP68	—	—	—	—	×	—	—	—

注1：表中“×”表示按⑶栏要求，如不能满足⑶栏要求时，则按注2要求；表中“－”表示一般不应安装此种设备。
注2：设备本身不能达到防护要求时，应采用其他措施，或改善安装场所条件来确保本表要求。
注3：按本篇第3章第2节的规定制造，并按第2章第4节的规定安装的主配电板和应急配电板，可不按本表规定。

1.3.3 **防爆**

1.3.3.1 若需在可能出现爆炸性气体、蒸汽而有爆炸危险的处所安装电气设备，则应为符合下列要求的合格防爆电气设备：

.1 防爆电气设备的制造和试验，应符合IEC79号出版物《爆炸性气体环境中使用的电气设备》或与其等效的国家标准，例如GB3836《爆炸性环境用防爆电气设备》以及IEC92－502号出版物《专辑－油船·附录A》的规定；

.2 应具有船舶检验机构认可的防爆主管试验机构核发的防爆合格证。

1.3.3.2 船上通常使用下列几种类型的防爆电气设备：

.1 本质安全型 Ex “i”；

.2 隔爆型 Ex “d”；

.3 增安型 Ex “e”；

.4 正压型 Ex “p”；

.5 除以上情况外，具有正压型外壳，内装空气涡轮驱动发电机的灯具（以下简称空气驱动型灯具）可认为是防爆灯具。

1.3.3.3 允许在蓄电池室、油灯间和油漆间（包括其通风道）、液化石油气钢瓶存放间等有爆炸危险处所中安装的电气设备应符合下列要求：

.1 允许安装本篇1.3.3.2所列合格防爆电气设备，且其防爆级别和温度组别不应低于表1.3.3.3.1的规定；

防爆类、级别与温度组别 **表**1.3.3.3.1

处 所	类、级别[注1]	温度组别[注1]
蓄电池室	ⅡC[注2]	T1
油漆间	ⅡB	T3
氨装置室	ⅡA	T1
液化石油气、乙炔贮藏室	ⅡC	T2

注1：本表和本章以下章节所列防爆电气设备的级别及温度组别均采用IEC79号出版物《爆炸性气体环境中使用的电气

设备》或GB3836《爆炸性环境用电气设备》的有关规定。

注2：本表和本章以下章节所列防爆电气设备类、级别ⅡA、ⅡB、ⅡC仅适用于隔爆型电气设备及本质安全型电路和电气设备。若采用其他类型防爆电气设备，则应采用Ⅱ类设备。

.2 电缆（包括路过电缆和终端电缆）应为铠装型或敷设在金属管道中；

.3 电气设备的开关、保护电器和电动机控制设备应能分断所有极或相，且应安装在非危险处所；

.4 除以上情况外，对油漆间和液化石油气钢瓶存放间的通风口附近以及蓄电池室的有关要求，详见本篇1.3.3.4、1.3.3.5和第2章第12节的规定。

1.3.3.4 在开敞甲板上距油漆间、液化石油气钢瓶存放间进气和排气通风口1m或距机械通风排气出口3m范围内，可安装下列电气设备：

.1 本篇1.3.3.3所列防爆电气设备和电缆；

.2 无火花型（Ex“n”）防爆电气设备；

.3 工作时不会产生电弧，并且其表面不会达到不允许高温的电气设备；

.4 具有简单的正压外壳或防气外壳（防护等级至少为IP55），并且其表面不会达到不允许高温的电气设备。

1.3.3.5 与油漆间、液化石油气钢瓶存放间相通的封闭处所，如符合下列所有要求，则可认为是非危险处所：

.1 通向这些处所的门或油漆间、液化石油气钢瓶存放间的门应为自闭式气密门（水密门可看作气密门），且无防止阻挡的措施；

.2 应设有合适的、独立的自然通风系统，其风源应来自安全区域；

.3 在油漆间、液化石油气钢瓶存放间等处的入口处应安装警告牌，写明室内存有易燃液体。

1.3.3.6 除另有明文规定外，在有爆炸危险的处所中不得安装插座。

1.3.4 接地

1.3.4.1 电气设备的带电部件以外的所有可接近的金属部分均应接地。但下列情况除外：

.1 灯头；

.2 安装在非导电材料制成或复盖的灯座或照明设备上的灯罩、反光镜和防护件；

.3 设在非导电材料上的金属部件和拧入或贯穿非导电材料的螺钉，这些金属部件和螺钉并以非导电材料与带电部件和接地的非带电部件相隔离，因此在正常使用中它们不可能带电和接触接地部件；

.4 具有双重绝缘和／或加强绝缘的可携式设备，但应满足公认的安全要求；

.5 为防止轴电流的绝缘轴承座；

.6 荧光灯管的紧固件；

.7 工作电压不超过50V的设备。对交流，此项电压为均方根值，且不应使用自耦变压器取得此项电压；

.8 电缆紧固件。

1.3.4.2 当电气设备直接紧固在船体的金属结构上或紧固在与船体金属结构有可靠电气连接的底座或支架上时，可不另设专用导体接地。

1.3.4.3 不论是专用导体接地或靠设备底座或支架接地，其接触面均应光洁平贴，保证有良好的接触，并应有防止松动和生锈的措施。

1.3.4.4 若采用专用接地，则其导体应用铜或导电良好的耐蚀材料制成，必要时应有防止机械损伤及防蚀措施。不同型式的铜接地导体的标称截面积应不小于表1.3.4.4的规定。

1.3.4.5　可移动和可携电气设备的不带电裸露金属部分，应以附设在软电缆或软电线中的连续接地导体，并通过插头和插座接地，其接地导体的截面积应符合表1.3.4.4的规定。

接地导体的截面积　　**表**1.3.4.4

接地导体的型式	相关的载流导体截面积S，mm^2	铜接地导体的最小截面积Q，rnm^2
软电缆或软电线中的连续接地导体	S≤16	Q=S
	S＞16	Q=S/2，但不小于16
固定敷设电缆中的连续接地导体	S≤16	Q=S，但不小于1.5
	S＞16	Q=S/2，但不小于16
单独固定的接地导体	S≤2.5	Q=S，但不小于1.5
	2.5＜S≤120	Q=S/2，但不小于4
	S＞120	Q=70

1.3.4.6　电缆的金属护套或金属外护层应于两端作有效接地，但最后分路允许只在电源端接地。对于控制和仪表设备的电缆，由于技术上的原因，若一端接地较为有利时，则不必两端接地。

1.3.4.7　电缆的金属护套或金属外护层可采用下列方式之一进行接地：

.1　用金属夹箍夹住，并以专用铜接地导体连接至船体的金属结构上。该接地导体的截面积Q与电缆导体截面积S的关系应符合下列规定：

当S≤25mm^2时，Q≥1.5mm^2；

当S＞25mm^2时，Q≥4mm^2。

.2　用专用接地填料函接地，这种填料函能保证有效的接地连接；

.3　用电缆紧固件接地，这种电缆紧固件应以耐腐蚀的金属材料制成，并应能使电缆金属护套或金属外护层与接地金属之间有良好的接触。

1.3.4.8　应保证电缆的金属护套或金属外护层在其全长上，特别是在连接处和分支处保证电气上的连续性。

1.3.4.9　利用船体作回路的工作接地线的截面积，应与绝缘敷设极或相的导线相同。

1.3.4.10　用于平时不载流的工作接地线，其截面积应为载流导线截面积的一半，但应不小于1.5mm^2。

1.3.4.11　接地配电系统的系统接地应与电气设备的平时不带电部分的接地分开。

1.3.4.12　连续接地导体或单独接地导体与船体结构的各连接点，应位于船上易于到达之处，并应以直径不小于4mm的黄铜或其他耐腐蚀材料制成的螺钉紧固，该螺钉应仅作接地之用。

1.3.5　电磁兼容性

1.3.5.1　应采取适当的措施，以减小由于电磁能量所产生的干扰，从而保证所有电气设备和电子设备在船舶电磁环境中能正常工作。

1.3.5.2　各类电气设备和电子设备所产生的干扰电压（电流）允许值和抑制干扰的措施，参照IEC第533号出版物《船舶电气设备和电子设备的电磁兼容性》或相应标准的有关规定。

1.3.6　视觉和听觉信号

1.3.6.1　除本篇1.3.6.2另有规定者外，视觉信号的颜色应符合表1.3.6.1的规定。

1.3.6.2　除上述规定之外，视觉和听觉信号应符合接受IMO通过的A.1021（26）决议《警报和指示器规则》。

视觉信号的颜色表　　**表**1.3.6.1

颜色	含义	说明	应用举例
红	危险或报警	危险或需要立即采取行动的警告	重要设备停止运转；

			水、油等温度或压力达到临界值；重要电路失电
黄	注意	状态的改变或即将改变	温度或压力值异常，但未达到临界值
绿	安全（正常运转或正常工作状态）	安全状态指示	机械正常运转； 液体正常循环； 压力、温度和电流等在限定值以内
蓝	指导/信息（根据需要给予特定的含义）	允许赋予上述红、黄、绿三色未涉及的特定含义	电动机准备启动； 空载发动机准备合闸； 停转电动机加热电路接通
白	无具体含义	任何含义，允许在认为红、黄、蓝三色不适用时应用	对地绝缘提示； 同步指示灯； 电话呼叫； 自动控制设备

第2章　　电气系统与装置

第1节　　配电系统

2.1.1　配电系统

2.1.1.1　可采用下列配电系统：

.1　直流

.1.1　　双线绝缘系统；

.1.2　　负极接地的双线系统；

.1.3　　利用船体作负极回路的单线系统；

.2　交流单相

.2.1　　双线绝缘系统；

.2.2　　一线接地的双线系统；

.2.3　　一线利用船体作回路的单线系统；

.3　交流三相

.3.1　三线绝缘系统；

.3.2　中性点绝缘的四线系统；

.3.3　中性点接地的四线系统；

.3.4　利用船体作为中性线回路的三线系统。

2.1.1.2　渔船（发电机负载功率小于20kW除外）不宜采用中性点绝缘的三相四线配电系统，但在特殊情况下经船舶检验机构同意后可以例外。

2.1.1.3　船长不小于75m船舶的动力、电热和照明系统，均不应采用利用船体作回路的配电系统。但并不排除用于下列情况：

.1　外加电流型阴极保护系统；

.2　有限的和局部的接地系统，如由此可能产生的任何电流并不直接流过任何危险区；

.3　在最不利条件下循环电流不超过30mA的绝缘电阻监测设备。

2.1.1.4　当采用利用船体作回路的配电系统时，所有最后分路，即位于最后一个保护电器之后的所有电路均应为双线供电。

2.1.2　电压和频率

2.1.2.1　直流或交流配电系统的最高电压应不超过表2.1.2.1的规定。

2.1.2.2　500V以上的配电系统，除了电压不高于1000V配电系统中所有控制设备均封闭在相应的控制柜者外，其控制电压均应不高于250V。

2.1.2.3　交流配电系统的标准频率为50Hz或60Hz。

2.1.3　负载的平衡

2.1.3.1　对交流三线或四线系统，应在最后分路上将用电设备加以组合，以便在正常情况下，使各相负载在分配电板、区配电板以及主配电板处尽可能平衡，其各自额定负载的15%以内。

2.1.4　对地绝缘电阻的监测

2.1.4.1　用于电力、电热和照明的绝缘配电系统，不论是一次系统还是二次系统，均应设有连续监测绝缘电阻，且能在绝缘电阻异常低时发出听觉或视觉报警信号的对地绝缘电阻监测装置。

2.1.4.2　对船长小于45m或沿海与近海航区的船舶，不论一次还是二次系统，可仅设有指示对地绝缘电阻的兆欧表或指示灯。指示灯的功率应不大于15W，并用按钮控制。

配电系统的最高电压　　表2.1.2.1

序号	用　途	最高电压，V	
		直流	交流
1	1）固定安装并连接于固定布线的电力设备、电炊设备和除室内取暖器以外的电热设备 2）固定安装的电力设备和除室内取暖器以外的电热设备，由于使用上的原因需用软电缆连接者，例如可移动的起重机等 3）以软电缆与插座连接，运行中不需手握持，并以截面积符合本篇1.3.4.4要求的连续接地导体可靠接地的可移动设备，例如电焊变压器等	500	1000
2	1）居住舱室内的照明设备、取暖器 2）向下列设备供电的插座： a）具有双重绝缘的设备； b）以符合本篇1.3.4.4要求的连续接地导体接地的设备	250	250
3	人特别容易触电的场所，例如：特别潮湿、狭窄处所中的插座： 1）用或不用隔离变压器供电 2）由只供一个用电设备的安全隔离变压器供电，这些插座系统的两根导线均应对地绝缘	36 250	36 250

第2节　需用系数

2.2.1　一般要求

2.2.1.1　供电给二个或二个以上的最后分路的电路，其电流定额可以根据总负载乘以一个合理的需用系数来确定。当在区配电板上留有备用线路时，则采用需用系数之前，应将增添负载所留的余量加到总负载中去。

2.2.2　应用

2.2.2.1　在计算电缆的截面积、开关设备和熔断器的定额时，可以应用需用系数。

第3节　系统保护

2.3.1　一般要求

2.3.1.1　电气装置中应设置合适的保护电器，以能在发生包括短路在内的意外过电流故障时对其进行保护。各保护装置的选择、布置和性能应能提供安全和协调的自动保护，以保证：

.1　在某一处发生故障的情况下，通过保护电器的选择性作用保持对非故障电路，特别是包含重要设备的非故障电路的连续供电；

.2 消除故障影响，以尽可能减少对系统的损害和发生火灾的危险。

.3 下述保护电器间应能提供协调的保护：

.3.1 主发电机保护电器、主汇流排分断断路器、连接主汇流排馈电线保护电器（如设有时）以及主汇流排上引出馈电线保护电器之间；

.3.2 对含有重要设备的分配电板，其馈电保护电器和分配电板分支电路保护电器之间；

.3.3 应急发电机、应急汇流排上引出馈电线保护电器之间；主配电板至应急配电板的互连馈线保护电器和应急汇流排上引出馈电线保护电器之间。

.4 通过保护电器间协调的保护，在允许时间内，系统中的所有元件应能承受可能出现的过电流（包括短路）所产生的热效应和机械应力。

2.3.1.2 在配电系统的每一不接地的极或相上均应设有短路保护。

2.3.1.3 过载保护应设在：

.1 直流双线绝缘系统或交流单相绝缘系统：至少一个极（或相）上；

.2 交流三相绝缘系统：至少二相上；

.3 接地系统：每一接地的极（或相）上。

2.3.1.4 在配电系统中，凡接地导体上均不应装设熔断器以及与绝缘极不相联动的开关。

2.3.2 短路电流计算

2.3.2.1 在计算最大预期短路电流时，应考虑到：

.1 满足最大需要功率的可能并联运行的所有发电机；

.2 需同时运行的所有电动机。

2.3.2.2 必要时，应对交流系统短路回路的预期短路功率因数进行计算，如该计算值小于与所选用的开关电器的接通或分断能力相对应的功率因数的规定值时，则其分断能力应相应地减小。

2.3.2.3 短路计算应按船舶检验机构认可的计算方法进行。

2.3.2.4 一般应计算下列各处的短路电流：

.1 发电机输出端短路；

.2 主汇流排短路；

.3 应急配电板、区配电板以及分配电板的汇流排短路；

.4 电力和照明变压器次级短路；

.5 除以上情况外，为了判断保护电器动作的选择性，必要时还应进行单台最小发电机供电情况下，被保护电路末端短路情况下短路电流的计算。

2.3.2.5 在缺乏精确数据的情况下，主汇流排处的短路电流可假定如下：

.1 直流系统——满足最大需要功率的可能并联连接的所有发电机额定电流的10倍，加上需同时投入运行的所有电动机的额定电流的6倍；

.2 交流系统——满足最大需要功率的可能并联连接的所有发电机额定电流的10倍，加上需同时运行的所有电动机额定电流的3倍（对称均方根值）。短路回路的功率因数假定为0.1。

2.3.2.6 对发电机总容量小于250kVA的电站可免除短路电流的计算。

2.3.3 短路保护装置的选择

2.3.3.1 应采用熔断器或断路器作短路保护。

2.3.3.2 除本篇2.3.3.4另有规定者外，所有作短路保护的电器的额定短路分断能力，应不低于其安装点所应分断的最大预期短路电流。对交流系统，其额定短路分断能力应不小于安装点的预期对称短路电流（均

方根值）。

2.3.3.3　除本篇2.3.3.4另有规定者外，所有可能在短路情况下接通的断路器或自动开关，其额定短路接通能力应不低于其安装点的预期短路电流的最大峰值。

2.3.3.4　如果在发电机侧设有必需的额定短路通断能力的熔断器或断路器（但不是发电机断路器）作后备保护，则允许使用额定短路分断能力或额定短路接通能力低于其安装点最大预期短路电流的断路器。

该后备保护组合的短路性能应至少具备IEC947－2号出版的《低压开关设备和控制设备　第2篇　断路器》对单个断路器的要求。该断路器应具有与该后备保护组合中负载侧断路器相同的短路性能类别，以及等于该组合电源端处最大预期短路电流的额定短路通断能力。

2.3.3.5　在不包含重要设备的电路中，同一熔断器或断路器可作为一个以上断路器的后备保护。

2.3.3.6　可以使用熔断器接在负载侧的带熔断器的断路器，但其提供的后备保护的熔断器与断路器应设计成协调动作的，从而保证当它们承受会引起熔断器熔断的过电流的情况下，熔断器能在适当的时候熔断，以防止在断路器的极间或极与金属部件之间产生飞弧。

2.3.3.7　在确定对上述后备保护组合的短路性能要求时，允许计及该组合中各元件的阻抗。例如当该组合中的负载侧断路器离其后备保护熔断器或断路器较远时，可以计及它们之间的连接电缆的阻抗。

2.3.4　过载保护器的选择

2.3.4.1　用作过载保护的断路器，应具有与其保护对象的过载能力以及系统的选择性要求相适应的脱扣特性（过电流－脱扣时间特性）。

2.3.4.2　不大于320A的熔断器，若具有合适的特性可用作过载保护，但200A以上时，推荐采用断路器或与它相类似的设备作过载保护。

2.3.5　发电机的保护

2.3.5.1　应采用能同时分断所有绝缘极的断路器作发电机的过载和短路保护，其过载保护应与发电机的热容量相适应，并满足下列要求：

.1　过载小于10%，建议设一带延时的音响报警器，其最大整定值应为发电机额定电流的1.1倍，延时时间不超过15min；

.2　过载10%～50%之间，经少于2min的延时，断路器应分断；
建议整定在发电机额定电流的125%～135%，延时15s～30s断路器分断；

.3　过电流大于50%，但小于发电机的稳态短路电流，经与系统选择性保护所要求的短暂延时后，断路器应分断。断路器的短延时脱扣器建议按如下规定进行整定：始动值为发电机额定电流的200%～250%，延时时间：直流最长为0.2s，交流最长为0.6s；

.4　在可能有三台及以上发电机并联连接的情况下，还应设有瞬时脱扣器，并在整定在稍大于其所保护发电机的最大短路电流下断路器瞬时分断。

2.3.5.2　功率小于50kW且不并联运行的发电机，可以设一个多极联动开关，并在每一绝缘极上设一熔断器作保护。

2.3.5.3　逆功率保护

.1　并联运行的交流发电机应设有3s～10s动作的逆功率保护；

.2　并联运行的直流发电机应设在瞬时或经短暂延时（少于1s）动作的逆电流保护；

.3　原动机为柴油机的并联运行的发电机的逆功率（或逆电流）保护整定值可整定为额定功率（电流）的8%～15%；

.4　当供电电压下降至额定电压的50%时，逆功率或逆电流保护不应失效，但其动作值可以有所改变；

.5 逆电流保护，应适当考虑由船舶电网（例如起重机）所产生的逆电流；

.6 如果设有均压线，则逆电流保护应设在直流发电机的正极。

2.3.5.4 并联运行的发电机应设有欠电压保护并能满足如下要求：

.1 用于避免发电机不发电时闭合断路器时应瞬时动作；

.2 当电压降低至额定电压的70%～35%时，应经系统选择性保护要求的延时后动作。

2.3.5.5 作发电机保护的保护电器应符合如下要求：

.1 当发电机转速显著下降时仍保持有效；

.2 当过载保护电器动作后，发电机应能立即恢复供电。

2.3.6 自动卸载

2.3.6.1 应设有适当的卸载装置或其他等效措施，自动将非重要负载及保证居住条件的设备予以卸载，必要时，次重要的设备也可予以卸载，以确保被连接的发电机不发生持续过载。根据发电机的过载能力，此种卸载可分一级或多极进行。在这种情况下，应先行卸掉非重要负载。

2.3.7 电力和照明变压器的保护

2.3.7.1 电力和照明变压器的初级电路，应以多极断路器或熔断器作短路保护和过载保护。过载保护可设在次级电路中。

2.3.7.2 设有两台及以上变压器时，变压器的次级电路应设有能切断所有极的隔离装置，以使不投入运行的变压器与电网隔离。隔离装置应能承受冲击电流的影响。

2.3.8 馈电线路的保护

2.3.8.1 每一馈电线路应以同时分断所有绝缘极的多极断路器或多极开关加熔断器作过载和短路保护。临时应急照明馈电线路可仅用熔断器保护。

2.3.8.2 当采用多极开关加熔断器作过载和短路保护时，应满足如下要求：

.1 主配电板引出的馈电分路上的熔断器，应设在汇流排与开关之间；

.2 分配电板引出的不大于60A的最后分路，且由它供电的用电设备可在它的附近关闭时，则可免设开关。

2.3.8.3 供电给具有独立过载保护的用电设备（例如电动机）的线路可仅设短路保护。

2.3.8.4 操舵装置的馈电线路的保护应符合第三篇第9章第1节的有关规定。

2.3.8.5 岸电箱至主配电板间的固定敷设连接电缆，应以断路器或开关加熔断器进行保护。此项保护应设于岸电箱中。

2.3.8.6 一般情况下由主配电板供电给应急配电板的互连馈线，应在主配电板上设有过载和短路保护。若允许反向供电时，则还应在应急配电板上至少设有该馈线的短路保护。

2.3.9 电动机保护

2.3.9.1 容量大于0.5kW和所有重要设备的电动机，均应设有独立的过载、短路保护以及符合本篇2.3.9.6要求的欠电压保护。电动机及其专用馈电电缆允许采用公共的短路保护。

2.3.9.2 舵机电动机的保护应符合第三篇第9章第1节的有关规定。

2.3.9.3 保护电器应设计成允许在正常使用条件下电动机在正常加速期间的电流通过。当电动机的过载保护电器的时间——电流特性与电动机的起动周期不相适应时，则在电动机加速过程中，可允许过载保护有短暂的失效，但短路保护仍须保持有效。

2.3.9.4 对连续工作制的电动机的保护电器，应保证电动机在过载情况下有可靠热保护的延时特性，其最大持续电流，应不超过被保护电动机额定电流的125%。

2.3.9.5　断续工作制电动机的保护电器的整定电流和延时特性，应在考虑了实际使用情况后选定。

2.3.9.6　电动机应设有下述两者之一的欠电压保护：

.1　欠电压保护，在电压降低或失电时分断电路并防止电动机自动重新起动；

.2　欠电压释放，在电压降低或失电时分断电路，当电压恢复时电动机可重新自行起动，但应避免过大的电压降落或过大的冲击电流；

.3　当电压在额定电压的85%以上时，保护电器应允许电动机起动；当电压低于额定电压的20%左右，且在额定频率下，保护电器应分断电路，同时在需要时应有一定的延时。

2.3.9.7　当多相电动机采用熔断器保护时，应设置防止单相运转保护。

2.3.10　照明电路的保护

2.3.10.1　每一照明电路均应设有过载和短路保护。

2.3.11　蓄电池的保护

2.3.11.1　蓄电池组（除内燃机的起动用蓄电池外）均应设有短路保护，其保护电器应尽可能靠近蓄电池组。

2.3.11.2　每一蓄电池充电器，应设有由于充电器电源电压的降落或丧失而导致蓄电池放电的合适的保护。

2.3.12　电表、指示灯和控制电器的保护

2.3.12.1　电压表、测量仪表的电压线圈、接地指示器、指示灯以及它们的连接导线应采用熔断器加以保护。但若满足下列所有条件时，指示灯本身可不设保护：

.1　指示灯与设备装在同一壳体内；

.2　指示灯由设备壳体内部电路供电；

.3　设备中保护电器的定额小于25A；

.4　指示灯电路的故障不会导致重要设备供电的失效。

2.3.12.2　控制和保护用电器及设备的电压线圈应采用熔断器进行保护。但如满足下列所有条件，则其本身可不设保护：

.1　线圈与设备在同一壳体内，且由总的保护电器进行保护；

.2　线圈由设备的电路供电，且该电路的保护电器的定额小于25A。

2.3.12.3　对于灯光诱捕设备，水面以上的电源和供电电缆应采用固定连接方式。如设备根据实际工作需要进行水下作业，则水下设备的电缆连接应保证水密性和连续性，活动电缆应在船舶甲板处集中储存。

2.3.13　电力半导体设备的保护

2.3.13.1　电力半导体设备应设有过载和短路保护。

第4节　　主电源

2.4.1　发电机组

2.4.1.1　应配备足以供给本篇1.1.1.4.1所指的所有设备用电的主电源，并应满足如下要求：

.1　主电源至少由两台发电机组组成，其中一台可采用主机驱动。

.1.1　这些发电机组的台数和容量，应能在任一台发电机组停止工作时，仍能继续对正常推进运行、船舶安全以及渔获冷藏所必须的设备供电；能继续对正常推进运行船舶安全所必需的设备供

电；同时基本生活条件也应得到保证，至少应包括适当的炊事、取暖、食品冷冻、机械通风、卫生和淡水等设备的供电；

.1.2 发电机组应能在任一发电机或其原动机不工作时，其余发电机组仍能供应从瘫船状态起动主推进装置所必需的电力；

.1.3 如果船舶推进和操作必需依靠主电源，则任何一台运转中的发电机停止工作时，船舶推进、操纵和保证船舶安全所必需的设备应保持供电或者在尽可能短的时间内恢复供电；

.1.4 如果船舶推进必需依靠主电源，且主发电机的总容量超过400kW，则汇流排应至少分成2个独立的分段，这些分段应由断路器或认可的其他器件加以连接，并尽可能将发电机和其他双套设备均分地连接于这些分段上。

.2 主电源可仅设置一台发电机组，但应符合下列要求：

.2.1 用电设备耗电总功率小于20kW；

.2.2 为主机服务的各种辅助机械、舵机油泵可由主机驱动；

.2.3 设有蓄电池组作备用电源。其容量应保证船舶推进、安全所必需的用电设备供电。

2.4.1.2 若采用与本篇2.4.1.1等效的其他电源装置，应经船舶检验机构同意。

2.4.1.3 在交流系统中，当一台发电机停止工作时，其余发电机组应有足够的储备容量，以使当最大电动机起动时所导致的系统电压的大幅降落，不会使任何电机失效或使任何其他电气设备失效。容量特大且非船舶安全航行必不可少的电动机，例如侧推器电动机，可以在所有发电机投入工作情况下起动，但不应导致任何重要设备停止工作。

2.4.1.4 主电源装置应能是不论推进机械和轴系的速度和旋转方向如何，均应能使本篇1.1.1.4.1中所要求的设备处于工作状态。

2.4.1.5 如船舶推进和操纵必须依靠主电源，则船舶推进、操舵和保证船舶安全所必需设备的供电连续性，应符合下列要求：

.1 在正常由一台以上发电机并联运行同时供电的情况下，应设有包括将非重要设备自动卸去，必要时也可将保证居住条件的设备和次重要设备自动卸去等保护措施，以确保当运行中任何一台发电机停止工作后，其余发电机能继续运行，并保持对推进、操舵和保证船舶安全所必需设备的供电；

.2 在正常由一台发电机供电的情况下，应提供措施，以能在失电后起动备用发电机，并自动连接至主配电板。该备用发电机应具有足够的容量，以保证重要辅助设备的自动起动或自动顺序起动。备用发电机应在 45s 内，尽快自动起动并连接至主配电板。

2.4.2 轴带发电机

2.4.2.1 在船舶各种航行工况下接近恒速运转的主机驱动的发电机，若在任一非轴带发电机发生故障时仍能起动推进机械并维持其继续运转，在征得船舶检验机构同意后，可作为本篇2.4.1.1所要求的主电源的组成部分。

2.4.2.2 在船舶航行中会改变转速的主机驱动的发电机，不应认为是本篇2.4.1.1所要求的主电源的组成部分。但对带有稳频、稳压装置并在拖网工况和航行工况中均能保证用电设备正常工作的轴带发电机，若在任一非轴带发电机发生故障时仍能起动推进机械并维持其继续运转，在征得船舶检验机构同意后，可认为是本篇2.4.1.1所要求的主电源的组成部分。

2.4.2.3 若采用在船舶航行中会改变转速的主机驱动的轴带发电机，应满足下列要求：

.1 轴带发电机的基本性能应符合本篇3.1.6.6（直流）或3.1.7.5（交流）的要求；

.2 为保证在主机突然机动操纵时尽快恢复对重要设备的正常供电，应设有下列之一的备用电源（本

篇2.4.1.1所要求的主电源的一部分）：

.2.1 当轴带发电机的转速下降至不足以输出额定功率以下的转速时，能进行自动起动和自动供电且独立于主推进装置的一台发电机组；

.2.2 能在驾驶室进行起动并能自动供电的独立于主推进装置的一台发电机组；

.2.3 能自动供电的与2.4.1.1等效的蓄电池组。

2.4.2.4 本篇2.4.2.3.2所要求的备用电源的容量应足以向下列设备供电：

.1 为主推进装置服务的电动辅机和为起动主机所需的备用电动辅机；

.2 操舵装置和电气舵角指示器，但在驾驶室能直接由手动液压设备进行连续操作的操舵装置除外；

.3 电气主机遥控系统、电动液压或电气气动主机遥控系统的电气部分；

.4 发动机的控制和监视系统；

.5 航行灯、重要信号灯和航行设备；

.6 机器处所、控制站、居住舱室、走道和梯道的照明。

2.4.2.5 在轴带发电机供电切断，备用电源供电后，本篇2.4.2.4所列各项设备应能自动重新接通。重新接通的顺序可按用电设备的重要性而定，但应在轴带发电机供电切断后的45s内完成。

2.4.3 变压器

2.4.3.1 若变压器构成本篇2.4.1.1所要求的主电源供电系统的必要部分时，则其台数、容量和布置应满足下列要求：

.1 船长不小于45m的船舶至少应设置两台变压器。船长小于45m的船舶可仅设置一台带有备用绕组的三相、四绕组变压器，其容量应满足当任何一台变压器（或任何一个绕组）停止工作时，其余变压器（或其余绕组）应足以保证正常推进和船舶安全所必需设备安全运转，同时基本生活条件也应得到保证，至少应包括适当的炊事、取暖、食品冷库、机械通风、卫生和淡水等设备的供电；

.2 每台变压器均应具有外壳或等效的分隔，以能形成一独立单元，且其初级和次级侧均应设独立电路；

.3 每一初级电路的每一相上均应设有开关。变压器保护应满足2.3.7要求。

2.4.3.2 如果变压器构成2.4.1.1.2中所要求的主电源供电系统的必要部分时，则可设置一台变压器。变压器初级电路的每相上应设有开关。变压器保护应满足2.3.7要求。

2.4.4 配电板的安装

2.4.4.1 主配电板相对于一个主发电站的位置，应尽可能具有正常供电的完整性，使其只有在同一处所发生火灾或其他事故才会受到影响。主配电板的围蔽，例如利用位于该处所主界限以内的机器控制室所提供的围蔽，不能视作配电板与发电机隔开。

2.4.4.2 配电板的后面和上方不应设有水、油及蒸汽管、油柜以及其他液体容器。若不能避免时则应有可靠的防护措施。

2.4.4.3 主配电板的前后应留有足够宽度的通道，前通道的宽度宜不小于0.8m但至少为0.6m，后通道的宽度应至少为0.5m。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。

2.4.4.4 除安装在机器控制室中的主配电板外，均应在其后通道的入口处配置带锁的门。当主配电板长度超过4m时，主配电板后通道的两端均应设门。

2.4.4.5 主配电板的前后均应铺有防滑和耐油的绝缘地毯或经绝缘处理的木格栅。

第5节　　应急电源

2.5.1　**一般要求**

2.5.1.1　船长不小于45m的渔船均应设有独立的应急电源。

2.5.1.2　应急电源的布置应符合下列要求：

.1　应急电源连同其变换设备（如设有时）、临时应急电源、应急配电板以及应急照明配电板等均应安装在最高一层连续甲板以上易于从露天甲板到达之处，且它们不应设置在防撞舱壁之前。在特殊情况下经船舶检验机构同意者可以例外；

.2　应急电源连同其变换设备（如设有时），临时应急电源、应急配电板和应急照明配电板相对于主电源连同其变换装置（如设有时）、主配电板等的位置应经船舶检验机构同意，以确保主电源连同其变换设备（如设有时）、主配电板等所在的处所或任何A类机器处所发生火灾或其他事故时，不致妨碍应急电源的供应、控制和分配。设有应急电源连同其变换设备（如设有时）、临时应急电源以及应急配电板等的处所，应尽可能不与A类机器处所或装有主电源连同其变换装置（如设有时）或主配电板所在处所的限界面相毗邻。

注：A类机器处所的定义见渔船法定检验技术规则。

2.5.1.3　应急电源可以是发电机，该发电机应符合下列要求：

.1　由一具有独立的冷却装置和燃料供给，并设有符合第三篇第5章5.5.6.1规定的起动装置的柴油机驱动；

.2　除设有符合本篇2.5.1.5规定的临时应急电源外，在主电源供电失效时应能自动起动和自动连接于应急配电板，且本篇2.5.2所规定的各项设备自动换接至应急配电板。原动机的自动起动系统和原动机的特性均应能使应急发电机在安全而实际可行的前提下，尽快地承载额定负载（最长不超过45s）。

2.5.1.4　应急电源也可以是蓄电池组，该蓄电池组应符合下列要求：

.1　承载应急负载而不必再充电，并在整个放电期间蓄电池组的电压变化应能保持在额定电压的±12%范围内；

.2　当主电源的供电失效时，自动连接至应急配电板；

.3　能对本篇2.5.2所规定的各项设备供电。

2.5.1.5　除设有符合本篇2.5.1.3.2中所规定的自动起动应急发电机外，当应急电源为应急发电机时，尚应设置一蓄电池组作为临时应急电源，并应符合下列要求：

.1　承载应急负载而不必再充电，并在整个放电期间蓄电池组的电压变化应能保持在额定电压的±12%范围内；

.2　当主电源或应急电源的供电失效时，均应能立即自动向本篇2.5.4所规定的各项设备供电。

2.5.1.6　应急配电板应尽可能靠近应急电源安装，并符合下列要求：

.1　若应急电源为发电机，则应急配电板应与应急发电机安装在同一处所，但若应急配电板的工作会因此受到妨碍者，则可例外；

.2　若应急电源为蓄电池组，则该蓄电池组不应与应急配电板安装在同一处所；

.3　应急配电板的前后通道等，应符合本篇2.4.4.2～2.4.4.5的要求。

2.5.1.7　在主配电板或机器控制室内的适当地点应装指示器，以指示应急电源或临时应急电源的蓄电池正在供电。

2.5.1.8　在正常情况下，应急配电板应通过相互连接的馈电线由主配电板供电。该馈电线应按本篇2.3.8.6的规定设置保护，并应能在主电源供电失效时，在应急配电板处自动切断。

2.5.1.9　为保证应急电源迅速可用，必要时应设有在应急配电板上自动将非应急电路切断的设施，以确保向应急电路供电。在应急配电板上还应设有辅助开关，以便在自动连接系统发生故障时可手动接通。

2.5.1.10　若采取适当的措施，在所有情况下均能确保独立的应急工作时，则应急发电机可以例外地用来短时间地向非应急电路供电。

2.5.2　应急电源的供电时间和范围

2.5.2.1　应急电源应有足够的容量，以确保在应急的情况下向必要的安全设备供电，并应考虑到这些设备可能要同时工作。应急电源在计及某些负载的起动电流和瞬变特性后，应至少能对下列设备（如依靠电力工作时）按以下规定的时间供电：

.1　每一登乘救生艇、筏的集合地点、登乘地点和舷外的应急照明供电3h；

.2　对下列各处的应急照明供电3h：

.2.1　起居处所内的通道、梯道、出口；

.2.2　机器处所及主发电站内，包括它们的控制位置；

.2.3　所有控制站、机器控制室以及每一主配电板和应急配电板处；

.2.4　消防员装备贮放处所；

.2.5　操舵装置处；

.2.6　应急消防泵（如设有时）、喷水器供水泵（如设有时）等处以及这些泵的电动机起动位置；

.2.7　鱼货处理和加工处所。

.3　对下列各项设备供电3h：

.3.1　航行灯和其他号灯；

.3.2　甚高频无线电设备、中频无线电设备（若设有时）、船舶地面站（若设有时）以及中频/高频无线电设备（若设有时）。

.4　对下列各项设备供电3h：

.4.1　所有在紧急状态下需要的船内通信设备；

.4.2　探火和火警报警系统；

.4.3　断续使用的白昼信号灯、船舶号笛、手动失火报警按钮和所有在紧急状态下需要的船内信号设备（例如通用紧急报警系统、灭火剂施放预告报警器等）；

.4.4　应急消防泵（如设有时）；

.4.5　自动喷水器泵（如设有时）。

.5　对操舵装置按第三篇第9章操舵装置的有关规定供电。

2.5.3　临时应急电源的供电时间和范围

2.5.3.1　本篇2.5.1.5所要求的临时应急电源应具有足够的容量，至少应能对下列设备（如依靠电力进行工作时）供电0.5h：

.1　本篇2.5.2.1.1、2.5.2.1.2和2.5.2.1.3所要求的照明，但对机器处所和起居处所内所需要的应急照明，可设置固定装设，单独、自动充电，并以继电器控制的蓄电池灯；

.2　本篇2.5.2.1.4中4.1、4.2、4.3项所述设备，如具有装设于适当位置、可供应急状态使用且满足按规定时间供电的独立蓄电池组供电者，则可例外。

2.5.4　其他

2.5.4.1　船长小于45m的渔船，可以不设本节所要求的应急电源，但应在机舱以外且避开高失火危险处所设置独立的蓄电池组，此蓄电池组作为备用电源。当主电源失效时，应对下列设备同时供电3h：

.1　通用紧急警报系统；

.2　航行灯、失控灯、锚灯以及现行《国际海上避碰规则》规定的其他号灯；

.3　甚高频（VHF）无线电设备、中频（MF）无线电设备和中频/高频（MF/HF）无线电设备，若设有无线电通信设备专用的备用电源时，则可除外；

.4　下列处所的应急照明：

.4.1　登乘救生艇，筏的集合地点，登乘地点及舷外；

.4.2　所有走廊，梯道和出口；

.4.3　机器处所和应急配电板处；

.4.4　所有控制站。

第6节　船舶机械与设备的电力拖动

2.6.1　一般要求

2.6.1.1　额定功率不小于0.5kW的电动机及所有重要用途的电动机，均应由独立的最后分路供电。

2.6.1.2　每台电动机均应设置有效的起动和停止装置，其位置一般在电动机旁，且应便于管理电动机人员的操纵。

2.6.1.3　额定功率不小于0.5kW的电动机及其控制装置，应设置能够把满负载从电源的所有带电电极上切断的装置。如果这种控制装置是装在主配电板或其他配电板上，或者是邻近于这些配电板之处，则可以用这些配电板上的切断开关来切断上述负载的电源，否则应在控制装置箱内装设一个切断开关或者单独装设一个有封闭外壳的切断开关。

2.6.1.4　当起动器或用于切断电动机的任何其他电器装置远离电动机时，则应采取下列的任何一种措施：

.1　能够在“分断”位置上把电路锁定在断开状态的措施；或

.2　在邻近电动机处装设一附加的切断开关；或

.3　使安装在每一个带电极或相上的熔断器可以方便地由专职人员卸除和保管。

2.6.1.5　如采用公共起动系统（即以一套起动器逐个起动多台电动机）时，此系统中每台电动机均应配备欠电压保护、过电流保护、切断设施和运转指示器，其有效程度应不低于每台电动机单独使用一套起动器时的要求。若起动系统属于自动类型，则应另备适当的手动操作设施。若此项起动器是用于重要用途的电动机，则其起动部分应为双套，且应设置转换设施，当其中一套发生故障时，能立即进行转换。

2.6.1.6　用改变励磁进行调速的电动机，应设有在全励磁的情况下才能起动的装置。

2.6.1.7　电动机的欠电压、过载及短路等保护应符合本章第3节有关规定。

2.6.2　操舵装置

2.6.2.1　电动或电动液压操舵装置的电源及线路敷设、监测和报警等的要求内容应符合第三篇第9章第1节操舵装置的有关规定。

2.6.3　渔捞、甲板机械

2.6.3.1　电动甲板机械的电磁制动器，应附有人工释放装置。

2.6.3.2　锚机、绞缆机的电动机，（过载保护，堵转1min）若技术条件中未作特殊要求时，其工作定额应

不小于30min。

2.6.3.3　吊艇机电力拖动装置应设有当艇恢复至原位时的限位开关。

2.6.3.4　吊艇机电力拖动装置应与手动装置以及手动制动器相联锁。

2.6.3.5　锚机电动机、吸鱼泵电动机应由主配电板设独立馈电线供电。

2.6.3.6　渔捞机械应满足第三篇第十章的相关要求。

2.6.4　鱼货加工机械

2.6.4.1　鱼货加工装置的电力拖动应设有可靠的防护措施，除在操作位置设置有效的控制装置外，应在适当处所设有紧急停止装置。

2.6.5　消防设备

2.6.5.1　固定式应急消防泵的电动机及自动喷水系统（如设有）的供电。

2.6.6　风机及油泵的应急切断

2.6.6.1　动力通风机的切断应符合下列要求：

.1　起居处所、鱼货加工处所、控制站和机器处所的动力风机，均应能从其服务的处所外面易于到达的位置上将其停止；

.2　机器处所动力通风机的停止装置，应同其他处所动力通风机的停止装置分开；

.3　厨房排气管道的抽风机应能在厨房内予以关停。

2.6.6.2　机器处所的强力送风机和抽风机、燃油驳运泵、锅炉燃油泵及其他类似的燃油泵所在处所外面，应设有应急切断装置。

2.6.6.3　上述风机和油泵的应急切断装置的位置应不致于这些处所的失火而被隔断，并尽可能置于一个或集中于少数几个位置上。

第7节　　照　　明

2.7.1　一般要求

2.7.1.1　采用隔壁灯照明时，照明窗的结构应坚固、气密并设有防止机械损伤的保护栅，且其表面温度应不超过其安装场所的允许温度。

2.7.1.2　灯具要求

.1　安装在鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间、外走道及其他易受机械损伤处所的灯具应有坚固的保护栅；

.2　安装在振动较大处所的灯具应采取减振措施；

.3　直接固定在木板或其他易燃材料上的灯具，应采取防火隔热措施。

2.7.1.3　鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间、消防设备控制站及其他类似舱室的照明开关不应设在室内。潮湿处所及有爆炸危险处所，其照明开关应能切断所有绝缘极。

2.7.1.4　邻近工作电压超过250V放电灯的处所和其他必要的地方，应设置提醒人们注意的“高压危险”的警告标志。

2.7.1.5　对灯光诱鱼作业大量使用的气体放电灯的高压触发装置，应安装在专用舱室内，并具有良好的通风设施。

2.7.2 **供电、控制等**

2.7.2.1 照明分配电板每一容量大于16A的最后分路的供电灯点应不超过一个。每一容量不大于16A的最后分路的供电灯点数不应超过：

——对于50V及50V以下的电路　　10点；

——对于51V～120V电路　　14点；

——对于121V～250V电路　　24点。

供电给灯头紧贴成簇的檐板照明、壁灯、电标志等最后分路，若其最大工作电流不超过10A，所供应的灯点可不受限制。

照明电路的最后分路不应向电热及电力设备供电，但对小型的厨房设备（如面包片烘烤器、小搅拌器、咖啡壶等）、小型电动机（如台扇、舱室电扇、电冰箱等）和类似用具可以除外。

2.7.2.2 主推进机械装置的机器处所、冷藏鱼舱、速冻间、大型鱼货加工间、公共处所、通道（包括出入口）、通向艇甲板的梯道等处所的照明，至少应由照明用的两个最后分路供电。当其中任何一路不能供电时，另一路仍能保持上述处所必要的照明。对船长小于45m或沿海、近海的船舶，此要求可减至主推进机械装置的机器处所。主推进机械装置的机器处所的照明灯点应交错布置。

在机器处所内，凡燃油压力超过0.18MPa的燃油加热装置处应设有足够的照明，以便于及时发现缺陷和泄漏。在A类机器处所以及当实际可行时在其他机器处所，压力润滑系统的滑油储藏、分配及使用等设施，至少应具有同样的足够的照明。起、放网及起网设备处亦应有足够的照明。

2.7.2.3 若采用船体作导电回路的配电系统时，则从照明分配电板引出的每一分路，均应采用双芯电缆，并将所接地的一极通过分配电板的汇流排总的接地。

2.7.2.4 每一防火区至少需有两路独立照明的馈电线，其中一路可为应急照明馈电线。

2.7.2.5 鱼舱（包括冷藏鱼舱）内设置的固定照明，一般应设有专用的照明控制箱控制。控制箱应安装在鱼舱外的适当位置。每一鱼舱的照明应有独立分路。每一分路除设有能切断所有绝缘极的开关和熔断器外，应装有电源接通指示灯。

2.7.2.6 船上各种场所所安装的照明灯具，其防护等级应符合本篇表1.3.2.2的要求。对某些有特殊要求的场所，其照明开关应按本篇2.7.1.3的规定进行安装。

2.7.2.7 照明电路应按本篇2.3.10的要求设置保护。

2.7.2.8 主照明系统的布置，应使其在设有应急电源连同其变换装置（如设有时）、应急配电板和应急照明配电板的处所内发生火灾或其他事故时，不致受到损害。

2.7.2.9 对应急照明的特殊要求：

.1 应急照明灯点设置等应符合本章第5节的有关规定；

.2 各种应急照明灯均应在灯具上有明显的标志，或在结构上与一般照明灯具有所不同；

.3 不应在临时应急照明的馈电线上装设开关；

.4 除驾驶室、救生艇、筏存放处的舷外的应急照明灯外，在应急照明电路中不应装设就地开关；

.5 应急照明系统的布置，应使其在主电源连同其变换装置（如设有时）、主配电板和主照明配电板的处所内发生火灾或其他事故时，不致受到损害。

2.7.3 **可携照明灯**

2.7.3.1 可携照明灯的布置应能使操作者无触电危险。

2.7.3.2 可携照明灯可以选用下列的任一种方式：

.1 用供电电缆的连续接地线接地；

.2 双重绝缘或加强绝缘；

.3　用不超过36V的电压供电；

.4　由只对一盏灯具供电的安全隔离变压器供电。

2.7.3.3　在有爆炸危险的处所内，应采用带有自给式蓄电池的本质安全型、增安型、隔爆型或正压型的可携灯具。可携式照明灯具不得使用电缆供电。

第8节　　航行灯与其他号灯

2.8.1　航行灯的供电及控制

2.8.1.1　每一盏航行灯均应由安装在驾驶室内易于接近位置上的航行灯控制箱引出的独立分路供电，且应在这些分路的每个绝缘极上用安装在该控制箱上的开关和熔断器或断路器进行控制和保护。

2.8.1.2　航行灯控制箱应直接由应急电源和临时应急配电板（在本章第5节要求设置临时应急电源时）供电，或者直接由应急配电板和主配电板供电；或（对船长小于45m的渔船）由主配电板和备用电源供电。

2.8.1.3　应在航行灯控制箱上或驾驶室的适当位置设置转换开关，以能对本篇2.8.1.2所要求的供电电源进行转换。

2.8.1.4　应设有在每一盏航行灯发生故障时能发出听觉和视觉报警信号的自动指示器。如果采用与航行灯串联连接的指示灯，则应有防止由于信号灯故障而导致航行灯熄灭的措施，并应设有航行灯控制箱电源故障的听觉和视觉报警。

2.8.2　其他号灯的供电和控制

2.8.2.1　这里所述的号灯，系指现行《国际海上避碰规则》规定的，除航行灯以外的其他号灯。

2.8.2.2　每一盏号灯均应由其控制箱引出的独立分路供电，而且在这些分路的每一绝缘板上用安装在该控制箱内的开关和熔断器或断路器进行控制和保护。

2.8.2.3　号灯控制箱应由应急配电板（可非直接）和临时应急电源（在本章第5节要求设有时）供电，或者由应急配电板和主配电板（可非直接）供电；或（对船长小于45m的渔船）由主配电板和备用电源供电。

2.8.2.4　手提式白昼信号灯应由应急配电板和临时应急电源（在本章第5节要求设置应急电源时）供电，或者具有自带蓄电池和应急照明分配电板供电。

第9节　　无线电设备与航行设备

2.9.1　无线电设备与航行设备的供电

2.9.1.1　无线电设备与航行设备的电源分配电板，应由主配电板和应急配电板设独立馈电线供电。无线电分配电板的供电发生任何故障，则应在驾驶室发出视觉和听觉的报警信号。并应在每一分配电板上设有主电源与应急电源之间的转换器具，这一转换应能自动进行。

2.9.1.2　还应配备一个或多个独立于船舶推进动力和船舶电力系统的备用电源，在船舶主电源或应急电源发生故障时向无线电装置供电，以便进行遇险和安全通信。

第10节　船内通信与信号设备

2.10.1　一般要求

2.10.1.1 各种不同用途的船内通信装置，其声响信号应有不同音色，以利辨别。

2.10.2　传令钟

2.10.2.1　在船上应设置把驾驶室的命令发送至主推进机械装置的机器处所的主机传令钟，主机传令钟应具备复示装置。

2.10.2.2　应于驾驶室内设置主机传令钟的失电听觉和视觉报警器，该报警器一般应由蓄电池供电。若采用船电时，则不应与传令钟接入同一电源线路上。

2.10.2.3　船内通信与信号设备，应由独立的最后分路供电。

2.10.3　重要电话和其他通信设备

2.10.3.1　下列处所之间若以电话为主要通信工具时，则应为声力电话或蓄电池供电的指挥电话：

.1　驾驶室——机器处所；

.2　驾驶室——应急操舵站及舵机舱；

.3　驾驶室——控制推进的站室；

以上.1、.2和.3应为直通电话。若在通信系统中能具备插入忙线通话时，则.1、.2和.3可采用如下方式：

驾驶室——┬——机器处所；
　　├——控制推进的站室；
　　└——应急操舵站及舵机舱；

.4　驾驶室——火警信号站及消防设备集中控制站、船首、船尾；

.5　驾驶室——无线电室（若驾驶室与无线电室相毗邻，且能进行有效地通信联系时，可免除驾驶室与无线电室之间的电话通信的要求）。

注：若船首、船尾与驾驶室之间已有其他的通信工具，则船首、船尾的电话可免予设置。

2.10.3.2　安装在噪声较大的舱室内的电话，若影响通话时，则应装设在隔音室或隔音罩内。

2.10.3.3　应设有固定式、可携式或两者兼备型式的应急通信设备，以供船上应急控制站、救生艇筏集合和登乘地点与驾驶室和消防控制站等要害部门之间进行双向通信。

2.10.4　通用紧急报警系统

2.10.4.1　船舶应设单向发信的通用紧急报警系统，在全船所有起居处所、通常船员工作的处所以及开敞甲板均应能听到该系统的报警。报警器在被触发后一直保持报警状态，直至人工将其关闭或由于广播系统工作而暂时中止。

2.10.4.2　当通用紧急报警系统在工作时，应自动关闭娱乐音响系统。

2.10.4.3　该报警系统应由专门的馈电线供电，当主电源供电失效时，应能自动转换到应急电源或备用供电。

2.10.4.4　通用紧急报警系统应能在驾驶室、消防控制站控制。

2.10.4.5　通用紧急报警系统的分电箱应设在舱壁甲板以上的适当处所，由分电箱引出的每一分路的绝缘极上均应设熔断器保护。

2.10.4.6　当所有的门和通道都关闭的情况下，在居住舱室内睡眠位置和距声源1m处，音响报警信号的声压级至少应达到75dB（A），并至少要比船舶在较好天气状况下航行时的正常设备操作的环境噪音级高出10dB（A）。声压级应在基频附近的三分之一倍频带之内。在任何情况下，某一处所内的音响报警信

号声压级应不得超过120dB（A）。

2.10.4.7　除电铃外，报警音响信号的频率应在200Hz～2500Hz之间。

2.10.5　有线广播系统

2.10.5.1　应设有能将指令有效地发送到居住处所、控制站以及开敞甲板的有线广播系统。

2.10.5.2　在主电源供电失效时，有线广播系统应自动转换至应急或备用电源供电。

2.10.5.3　如果有线广播系统能符合下列要求以及对通用紧急报警系统的要求，则可兼作通用紧急报警系统和发送火灾报警信号：

.1　随时都能发送清晰而不失真的音响报警信号，在发送报警信号时其他发送信号应能自动停止；

.2　如果扬声器上附有音量控制器，则在发送报警信号时该音量控制器应不起作用，以保证报警信号随时都能以最大音量发送；

.3　至少应有两个放大器，且对每个放大器进行短路保护；

.4　对于多个放大器的供电，不能因为一个放大器的失效，而导致其他放大器的失效；

.5　如果几个扬声器电路连接至一个放大器，则每个扬声器电路发生短路故障时，应不影响其他扬声器电路的正常工作；

.6　每一防火区和（或）甲板应至少有两个连续的扬声器电路，且它们应连接至独立的放大器；扬声器电路应布置适当，以保证即使在一个放大器或扬声器失效时，仍能接收到报警信号，但音量可有所降低；

.7　应使用多个电子声响信号发生装置；

.8　该系统的布置应能防止反馈或其他干扰。

2.10.6　其他报警装置

2.10.6.1　在厨房内应设有听觉和视觉报警器，以保证工作人员偶然被闭锁在伙食冷藏库内时能发出求救信号，但冷藏库的门若能从内部开启时则可免予设置。

2.10.6.2　在驾驶室内应设有当船员被偶然关闭在鱼舱、速冻间时发出的求救信号的声光报警装置或其他有效措施。

2.10.6.3　灭火剂施放预告信号以及其他听觉和视觉报警装置应符合在灭火剂施放前至少工作20s的有关要求。

2.10.6.4　自动喷水系统中的探火和失火报警系统，固定式探火和失火报警系统应符合渔船法定检验技术规则中关于消防的有关的要求。

2.10.6.5　主机及辅柴油机报警装置应符合第三篇中有关章节对报警的要求。

2.10.6.6　制冷系统的报警装置应符合第五篇有关的要求。

2.10.6.7　鱼舱的水位报警装置应符合第三篇3.2.2.4的要求。

2.10.6.8　侧推的报警装置应符合第三篇7.3.7的要求。

2.10.6.9　热油加热器的报警装置应符合第三篇8.5.5的要求。

第11节　　电热器具

2.11.1　一般要求

2.11.1.1　所有电取暖器应固定装设。但可采用在其倾倒时能自动切断电源的可移动的电热器具。

2.11.1.2　在有可燃气体和尘埃易于聚集的地方，不得装设电热器具。

2.11.1.3　电热器具的安装对甲板、舱壁或其他周围物品应不致产生过热的危险。

2.11.2　电热和电炊设备的控制及装设

2.11.2.1　每个电热器和电炊具设备，应作为一个完整的单元，用一个安装在邻近的多极联动开关进行控制。

2.11.3　电热器具的供电

2.11.3.1　每只电热器应分别接到一个独立的电热最后分路上。但数量不多于10只，且总的电流定额不超16A的小型电热器可共同连接至一个独立的电热最后分路上。

第12节　　蓄电池组

2.12.1　一般要求

2.12.1.1　如用蓄电池组来启动柴油机，则至少应设有两组符合第三篇第5章所规定的总容量的蓄电池组。

2.12.1.2　应设有适当的充电设备。

2.12.1.3　直流系统中，当由较高的电压系统充电时，应设有使蓄电池组与低压系统隔离的措施。

2.12.1.4　应急蓄电池组的自动放电装置，应使蓄电池不论是否在充电，均能随时自动向应急电路供电。

2.12.1.5　任何应急蓄电池组的设计和安装应满足本篇3.6.3.3的要求。

2.12.2　保护

2.12.2.1　蓄电池组及其充电设备应按本篇2.3.11的规定设置保护。

2.12.3　布置

2.12.3.1　蓄电池组安放区域

.1　充电功率大于2kW的蓄电池组，应安放在专用舱室内。若安放在露天甲板上，则可以安放在箱或柜中；

.2　充电功率小于和等于2kW的蓄电池组可以安放在专用的箱或柜中。在机器处所内若条件不许可，则可以敞开安放在通风良好的地方；

.3　蓄电池组不得安放在生活区域内。

注：充电功率指蓄电池组的额定电压乘最大充电电流值。

2.12.3.2　每只蓄电池周围间隙应大于20mm，并应用不吸潮、耐电解液腐蚀的绝缘材料楔隔、衬垫来固定。应采取措施，防止漏出的电解液与船体接触。

2.12.3.3　蓄电池组的安装应便于更换、检测、充液和清洁。

2.12.3.4　酸性蓄电池和碱性蓄电池不应安放在同一舱室、箱或柜中。

2.12.3.5　原动机起动蓄电池，应尽可能接近该原动机安装。若此项蓄电池不能设置在蓄电池室内，则其安装处应保证有适当通风。

2.12.3.6　应急电源（包括临时应急电源）、指挥电话的蓄电池组安装位置应符合本章第5节的要求。

2.12.4　蓄电池室的设备

2.12.4.1　蓄电池室内应避免安装电气设备，若必需安装时应选用防爆电气设备，但其照明也可采用符合

本篇2.7.1.1要求的隔壁灯照明。

2.12.4.2　除蓄电池的电缆外，其他电缆不应经过蓄电池室。若不可避免时，应穿管敷设或采取其他安全措施。

2.12.5　通风

2.12.5.1　安放蓄电池的专用舱室、箱、柜及其通风道等，凡可能经受电解液或电解液逸出气体引起腐蚀的表面，均应有防腐蚀措施。

2.12.5.2　除安放在开敞甲板上或本篇2.12.3.1规定的处所内的箱、柜以外，蓄电池室、箱或柜的通风系统应独立于其他通风系统。其排气管道应通向能安全稀释可燃气体且无点燃源之处，其进风口应开向可燃气体可能积聚之处。其出风口应设在顶部，进风口应设在底部，并有防止水和火焰进入的措施。

2.12.5.3　如需要的换气量较小，通风管道能从蓄电池室、箱或柜的顶部直接向上通至开敞甲板，而通风管的任何部分与铅垂线的夹角均不大于45°，则可以采用自然通风。

2.12.5.4　蓄电池室采用自然通风时，进风风管的截面积应和出风风管的截面积相等，截面积A，应不小于：

——透气型蓄电池

$$A=\frac{50\times U_n\times Q\times n}{1000}\quad \text{cm}^2 \qquad (2.12.5.4\text{-}1)$$

——阀控密封型蓄电池

$$A=\frac{20\times U_n\times Q\times n}{1000}\quad \text{cm}^2 \qquad (2.12.5.4\text{-}2)$$

上述两式中：U_n——蓄电池标称电压，V；

Q——蓄电池容量，Ah；

n——蓄电池数量，只。

2.12.5.5　安装透气型蓄电池组的专用舱室、箱和柜，如蓄电池组的总充电功率大于2kW，则应设有机械通风装置。

2.12.5.6　蓄电池室、箱、柜不应采用轴流式机械通风装置。采用其他形式的机械通风装置时，应有防止通风叶片偶然与机壳发生摩擦产生火花的措施。

2.12.5.7　除通风口外，蓄电池室的其他开孔均应作有效封闭，以防止爆炸性气体进入邻近舱室。

2.12.5.8　装有透气型蓄电池组的室、箱和柜通风装置的排气量Q应不少于：

$$Q=0.11In\quad m^3/h \qquad (2.12.5.8)$$

式中：I——产生气体期间的最大充电电流，但不小于充电设备能够输出的最大充电电流的25%，A；

n——蓄电池数量，只。

2.12.5.9　装有阀控密封型蓄电池的室、箱和柜的排气量可减少至本篇2.12.5.8规定排气量的25%。

2.12.6　警告牌

2.12.6.1　在蓄电池室的门、箱、柜的外面应有“禁止烟火”的标志。

第13节　电　缆

2.13.1　一般要求

2.13.1.1　电缆的选择应根据敷设场所的环境条件、敷设方法、电流定额、工作定额、需用系数和允许电压降等因素来确定。

2.13.1.2　任何电缆的额定电压应不低于它所在电路的额定电压。容易遇到例如接触器操作的起重机电路等高电感电路所产生的冲击电压的电缆，应作特殊考虑。

2.13.1.3　可携式电气设备应采用移动软电缆。

2.13.2　绝缘材料的选择

2.13.2.1　绝缘材料的最高工作温度，至少应比电缆安装场所可能存在的最高环境温度高10℃。

2.13.2.2　电缆绝缘材料一般应根据表2.13.2.2选用。若选用其他绝缘材料应经船舶检验机构同意。

绝缘材料及其最高工作温度　　表2.13.2.2

绝缘材料		导体最高工作温度，℃	最高环境温度，℃
弹性复合物	乙丙橡皮	85	75
	交联聚氯乙烯	85	75
	硅橡皮	95	85
热塑性复合物	聚氯乙烯	60	50
其他材料	矿物	95	85
注1：硅橡皮和矿物绝缘，当它们在船员不易接触的地方时，可允许较高的工作温度（如硅橡皮为150℃；矿物绝缘则不作限制），但应经船舶检验机构同意。 注2：导体的温度系环境温度与负载所产生的温升之和。			

2.13.3　保护层的选择

2.13.3.1　固定敷设在露天甲板、浴室、鱼舱、冷藏处所、机器处所或可能出现凝结水或有害蒸气（例如油蒸气）的任何其他地点的电缆，均应具有金属不透性护套（铜、铅合金）或非金属不透性护套（聚氯乙烯、氯丁橡皮、氯磺化聚乙烯等）。护套的性质应满足环境条件的要求。

2.13.3.2　敷设在永久潮湿的处所，而以吸潮材料作绝缘的电缆，均应采用金属护套。

2.13.3.3　所有电缆和电气设备的外接线至少应为滞燃型。当采用符合IEC 332－1号出版物《电缆在火焰条件下的试验第一篇　单根垂直敷设绝缘电线或电缆》规定的滞燃特性的电缆，并需成束敷设时，则应采取限制火焰沿电缆束蔓延的措施（见本篇2.13.9.11的要求）。

在失火状况下必需维持工作的重要设备的电缆，例如连接应急消防泵至应急配电板的电缆，若穿过较大失火危险区域时，则应采取能通过IEC 331号出版物《电缆的耐火特性》规定试验的耐火型电缆。

2.13.3.4　需在失火状态下维持工作的设备包括：

.1　通用紧急报警系统；

.2　探火和失火报警系统；

.3　灭火系统和灭火剂施放报警系统；

.4　公共广播系统；

.5　动力操作防火门的控制和动力系统以及所有防火门的状态指示系统；

.6　动力操作水密门的控制和动力系统以及它们的状态指示系统；

.7　应急照明；

.8　低位照明系统；

.9　可能形成火灾和／或爆炸蔓延系统的遥控停止／关闭设备；

.10　应急消防泵。

2.13.3.5　至应急消防泵的电缆，应尽可能不穿过装有主消防泵及其动力源和／或原动机的机器处所。如由于船舶布置使至应急消防泵的电缆必须穿过这些机器处所，则应采用耐火电缆，并应有防止机械损伤的保护（例如敷设在厚壁管中）。

2.13.3.6　特殊情况下必要时，例如射频电缆或数字计算机信息传输系统电缆，经船舶检验机构同意可以使用不符合本篇2.13.3.3要求的特种电缆。

2.13.3.7　在选择不同类型的外护层时，应着重考虑对每根电缆在安装和使用时可能受到的机械作用。如果认为外护层的机械强度不够，则电缆应安装在管子或管道或电缆槽内或采取其他防护措施。

2.13.4　导体截面积的确定

2.13.4.1　电缆所能承载的最大连续负载，应不超过该电缆经过校正系数校正后的标称电流。在估算最大连续负载时，可以考虑各个负载需用系数和最大负载的持续时间。

2.13.4.2　当电缆在正常工作条件下承载最大电流时，从主配电板或应急配电板的汇流排到任何安装点的电压降，应不超过额定电压的6%。由蓄电池供电，其电压不超过50V者，可增至10%。

对于航行灯线路应有较小的电压降，以保持其足够的亮度和颜色。

2.13.4.3　在确定照明电路的电流定额时，每一只灯座应按能与它连接的最大负载计算，但最小为60W。若灯具的结构只能装接定额低于60W的灯者，则可除外。

每个照明插座应按两个灯座计算。

2.13.4.4　馈电给起重机、电动起网机、起锚机及绞缆机的电缆定额，应与工作定额相适应。

2.13.4.5　直流发电机均压线电缆的横截面积应不小于主电路电缆截面积的50%。三相四线制中性线横截面积至少应为相线截面积的50%，当相线截面积小于或等于16mm²时，中性线截面积应与相线截面积相同。

2.13.5　连续工作制的电流定额

2.13.5.1　电缆承载的最大连续负载，应不超出表2.13.5.1-1～3所列数值。

导体最高工作温度为60℃的聚氯乙烯绝缘电缆的电流定额（基准环境温度45℃）　　**表2.13.5.1-1**

线芯／标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯	线芯／标称截面积	单芯		双芯		三芯或四芯	
mm²	A			mm²	A					
1	8	7	6	95	165		140		116	
1.5	12	10	8	120	190		162		133	
2.5	17	14	12	150	220		187		154	
4	22	19	15	185	250		213		175	
6	29	25	20	240	290		247		203	
10	40	34	28	300	335		285		235	
16	54	46	38		直流	交流	直流	交流	直流	交流
25	71	60	50	400	390	380	332	323	273	266

35	87	74	61	500	450	430	383	365	315	301
50	105	89	74	625	520	470	442	400	364	329
70	135	115	95							

导体最高工作温度为85℃的乙丙橡皮、交联聚乙烯绝缘电缆
的电流定额（基准环境温度45℃） 表2.13.5.1-2

线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯	线芯 标称截面积	单芯		双芯		三芯或四芯	
mm^2	A			mm^2	A					
1	16	14	11	95	275		234		193	
1.5	20	17	14	120	320		272		224	
2.5	28	24	20	150	365		310		256	
4	38	32	27	185	415		353		291	
6	48	41	34	240	490		417		313	
10	67	57	47	300	560		476		392	
16	90	77	63		直流	交流	直流	交流	直流	交流
25	120	102	84	400	650	630	553	536	445	441
35	145	123	102	500	740	680	629	578	518	476
50	180	153	126	625	840	740	714	629	588	518
70	225	191	158							

导体最高工作温度为95℃的硅橡皮、矿物绝缘电缆
的电流定额（基准环境温度45℃） 表2.13.5.1-3

线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯	线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯
mm^2	A			mm^2	A		
1	20	17	14	50	200	175	140
1.5	24	20	17	70	255	217	179
2.5	32	27	22	95	310	264	217
4	42	36	29	120	360	306	252
6	55	47	39	150	410	349	287
10	75	64	53	185	470	400	329
16	100	85	70	240	570	485	400
25	135	115	95	300	660	560	460
35	165	140	116				

表中所列的电流定额，系以表2.13.2.2 所列的导体最高工作温度为基础而规定的。若根据经验或者计算得出的数据对电流定额进行更精确的估定时，则可将详细内容提交船舶检验机构审查。

2.13.6 **电流定额的校正系数**

2.13.6.1 不同环境温度时的校正系数：

当已知环境温度不同于45℃时，应采用表2.13.6.1所示的校正系数。

不同环境温度的校正系数 表2.13.6.1

环境温度 导体最高温度，℃	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
60	1.29	1.15	1.00	0.82	-	-	-	-	-	-	-
65	1.22	1.12	1.00	0.87	0.71	-	-	-	-	-	-
70	1.18	1.10	1.00	0.89	0.77	0.63	-	-	-	-	-
75	1.15	1.08	1.00	0.91	0.82	0.71	0.58	-	-	-	-
80	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65	0.53	-	-	-
85	1.12	1.06	1.00	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50	-	-
90	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.74	0.67	0.58	0.47	-
95	1.10	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55	0.45

2.13.6.2 成束电缆敷设时的校正系数：

.1 按下列方式之一敷设的电缆，若能保证每束电缆周围冷却空气自由循环，则可直接采用表2.13.5.1-1～2.13.5.1-3所列的电流定额：

.1.1 不超过六根的电缆成束敷设在导板上，或管道、管子或电缆槽内；

.1.2 超过六根的电缆按下列方式组合：

a 在任何二组六根束集之间的距离应至少等于最粗电缆的直径

○○○○○○ ○○○○○○ ○○○○○○

b 或在任何二组三根束集之间的水平及垂直距离应至少等于最粗电缆的直径

○○○ ○○○ ○○○

○○○ ○○○ ○○○

.2 对于可能以额定负荷同时工作而又靠紧在一起，且周围无空气自由循环的六根以上的电缆束，则应采用0.85的校正系数。

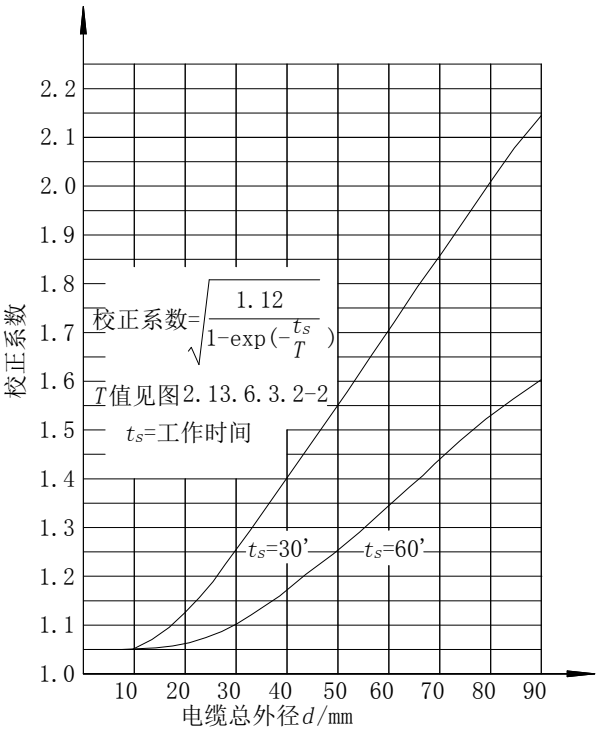
注1：成束电缆系指两根或多根电缆敷设在单独的管道、电缆槽或电缆通道内，或者是未加封闭且相互间不可分开的一束电缆。

注2：当采用0.85的校正系数时，应注意电缆敷设层数，一般每束电缆不宜超过两层。

2.13.6.3 非连续工作制的校正系数：

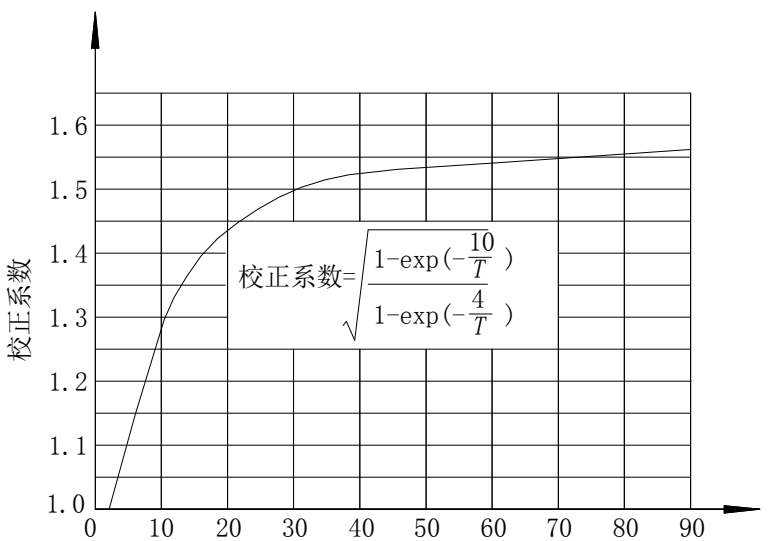
.1 “0.5h”或“lh”工作制的校正系数，可采用图2.13.6.3.1所给出的相应的校正系数；

.2 重复短时工作制的校正系数，可采用图2.13.6.3.2-1给出的相应的校正系数，时间常数*T*由图2.13.6.3.2-2查得。



注：本图仅对停止工作的时间长于临界持续时间（临界持续时间等于电缆时间常数的倍）的时侯才适用。

图2.13.6.3.1　0.5h和lh工作制的校正系数



注：本图所给出的校正系数是按10min为周期的粗略计算，其中4min为恒定负载，6min为空载。

图2.13.6.3.2　重复短时工作制的校正系数

注：本图所给出的校正系数是按10min为周期的粗略计算，
其中4min为恒定负载，6min为空载。

图2.13.6.3(2)

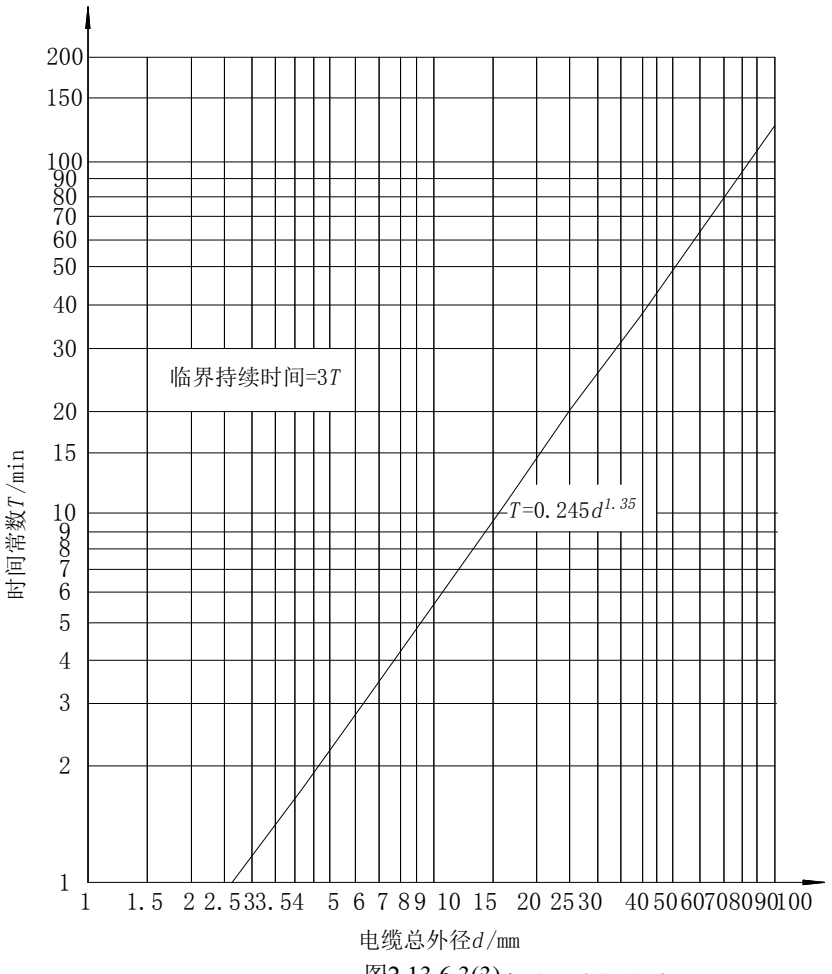


图2.13.6.3(2)

图2.13.6.3.2-2　时间常数T与电缆总外径关系

2.13.7　**电缆的并联使用**

2.13.7.1　导体截面不小于10mm²时，才允许作并联使用。进行并联使用的所有电缆应为相同的阻抗、截面和导体最高工作温度，其电流定额应为所有并联导体的定额之和。

2.13.8　**短路容量**

2.13.8.1　电缆及其绝缘导体应能耐受最大短路电流所产生的机械应力和热效应。

2.13.9　**电缆的走线**

2.13.9.1　电缆的走线应尽可能平直且易于检修。

2.13.9.2　电缆的走线应避免潮气或水滴凝结的影响。

2.13.9.3　电缆的走线应尽量远离锅炉、热管、电阻器等的热源，并具有不受机械损伤的保护。

2.13.9.4　电缆敷设不应跨越船体伸缩接头，如确实不能避免时，应将电缆弯成一个环形伸缩弯头，该伸缩弯头的长度应正比于船体伸缩长度。伸缩弯头的最小内半径应为电缆外径的12倍。

2.13.9.5　导体最高工作温度不同的电缆不应敷设在一起。如此种成束敷设不可避免时，则任何一根电缆的工作温度不应达到高于该束中温度定额最低的电缆所允许的温度。

2.13.9.6　具有不同护套或外护层的电缆，若敷设时可能损坏其他电缆的护套或外护层时，则不应成束敷在一起。

2.13.9.7　对要求两路供电的重要设备，例如操舵装置的供电及其控制用的两路电缆，应尽最大可能在水

平及垂直方向远离敷设。

2.13.9.8　对具有双套设备的重要设备或互为备用完成同一重要功能（例如机器处所传令钟等）的双套系统，其各自的供电及其控制用电缆应尽可能在水平及垂直方向远离敷设。

注：若主配电板安装于独立的封闭舱室（例如安装在主机控制室）中，则该要求不适用于安装在该封闭舱中的设备和电缆。

2.13.9.9　用于重要设备或应急动力设备、应急照明以及应急状态下使用的船内通信或信号设备的电缆应尽量远离厨房、洗衣间、机器处所及其舱棚，以及其他高度失火危险处所，但对这些处所中的设备供电的电缆可例外。

如果可能，所有这些电缆的敷设方式应能防止由于邻近处所失火时可能造成的舱壁高温而使其失效。

2.13.9.10　主干电缆和重要设备的供电和控制用电缆应远离具有较大失火危险的机械、机械部件敷设。除非是：

——这些设备本身的电缆；

——以钢质舱壁或甲板与这些设备隔开的电缆；

——采用耐火电缆。

注：包含易燃物的机械、机械部件或设备被认为是具有较大失火危险的机械、机械部件或设备。

2.13.9.11　若电缆系成束敷设，应采用限制火焰沿电缆束蔓延的下列措施之一：

——采用通过IEC332－2号出版物《成束电缆试验》规定试验的电缆；

——在电缆束路径的适当位置设置止火隔板或涂以经船舶检验机构认可的耐火涂料。

2.13.9.12　干线电缆暗式敷设的路径上的封闭板应便于开启。

2.13.9.13　电缆不应直接埋在用可燃材料制成的隔热或隔音绝缘层内。采用不燃材料包覆后，将绝缘层分开时，则允许敷设在绝缘层内，但这些电缆应该相应降低负荷。

2.13.10　限制火焰沿电缆束蔓延的措施

2.13.10.1　如采用通过接受标准规定的单根滞燃试验的电缆（见本篇2.13.3.3），而需成束敷设时，则应采取以下2.13.10.2～2.13.10.4规定的限制火焰沿电缆束蔓延的措施。

成束敷设系指从机器处所及具有较大失火危险处所中出来的5根或多于5根，以及在其他处所中多于10根电缆紧靠敷设在电缆槽中者。

2.13.10.2　设置挡火板（如图2.13.10.2所示）：

.1　在围蔽或半围蔽处所中垂直敷设的电缆，应在下列位置设置挡火板：

.1.1　除电缆安装在完全封闭的电缆槽内者外，在每隔一层甲板或大约每6m处；

.1.2　在主配电板和应急配电板的电缆入口处；

.1.3　电缆进入机器控制室处；

.1.4　在推进机械和重要辅助机械的集中控制屏的电缆入口处；

.1.5　全封闭电缆通道的每一端。

.2　在围蔽或半围蔽处所内水平敷设的电缆，挡火板的设置位置与2.13.10.2.1相同，但挡火板间的最大距离可增加至14m。

.3　在货舱和货物区域内高度低于人体颈部的通道内，挡火板只能安装在舱室的边界上。

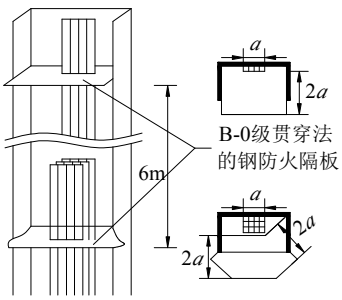
2.13.10.3　挡火板的设计应满足下列要求：

.1　电缆穿过挡火板处的耐火特性应满足B-0级分隔的要求；

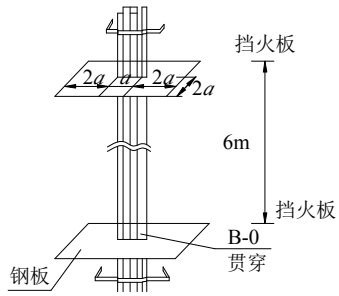
.2　挡火板应以厚度至少为3mm的钢板制成；

.3　电缆垂直敷设在非完全封闭的电缆槽时，挡火板应覆盖电缆槽截面积；

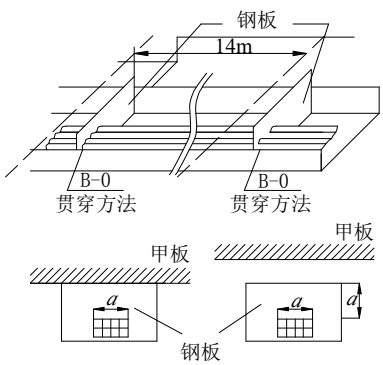
.4　电缆敞开敷设时，挡火板应向四周延伸至电缆最大敷设尺寸的2倍，但不必延伸至穿过天花板、甲板、舱壁或电缆槽的刚性侧壁。



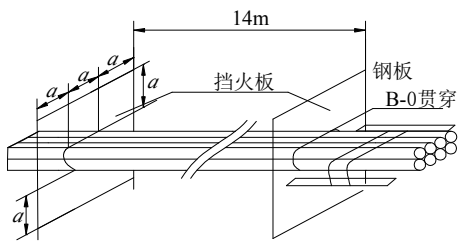
A 垂直半围蔽



B 垂直敞开



C 水平半围壁

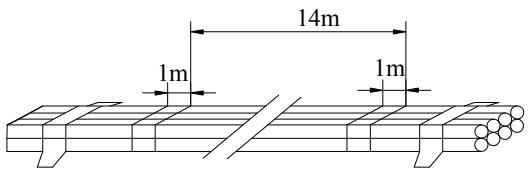


D 水平敞开

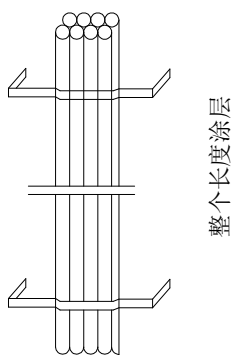
图2.13.10.2　挡火板的位置

2.13.10.4　可采用下列在电缆束上涂以耐火涂料的方法代替前面规定的挡火板：

.1　对于水平敷设的电缆，每隔14m涂1m长的耐火涂料（见图2.13.10.4）；



A 水平敷设



B 垂直敷设

图2.13.10.4　耐火涂料的位置

.2　对于垂直敷设的电缆，在电缆整个长度范围涂耐火涂料（见图2.13.10.4）。

2.13.11　电缆的机械保护

2.13.11.1　容易受到机械损伤的电缆，应以金属缆槽或罩壳或钢管来保护，如果其外护层能足以承受这种可能的损坏者，则可例外。

2.13.11.2　鱼舱中的电缆以及存在异常的机械损伤危险的其他处所的电缆，即使已有铠装，仍应加以适当保护。

2.13.11.3　用作电缆机械性保护的金属罩壳，应有有效的防腐蚀措施。

2.13.11.4　若电缆通过舱底花钢板下敷设时，应有防止油水浸渍和防止机械损伤的可靠措施。

2.13.12　弯曲半径

2.13.12.1　在敷设电缆时，最小弯曲内半径一般应符合表2.13.12.1的规定。

固定敷设的电缆最小弯曲内半径　　**表**2.13.12.1

电缆结构		电缆总外径D mm	最小弯曲内径 mm
绝缘	外护层		
热塑性材料 和弹性材料	金属护套、铠装或编织	任何	6D
	其他保护层	≤25	4D
		>25	6D
矿物	硬金属护套	任何	6D

2.13.13　电缆的紧固

2.13.13.1　电缆除用于可携式设备以及敷设在管子、管道、电缆槽或特别罩壳内以外，均应有效地加以支承和紧固。

2.13.13.2　电缆紧固件或扎带应坚固，并应具有足够的表面积和一定的形状，使电缆能保持紧固而不损伤其护套或外护层。

2.13.13.3　电缆紧固件、支承和附件均应用耐蚀材料制成，或在安装前进行适当的防蚀处理。

2.13.13.4　支承件之间的距离，应按电缆的类型和承受振动的可能性适当地选择，其距离一般应符合表2.13.13.4的规定。

电缆外径与支承件的距离，mm　　**表**2.13.13.4

电缆外径		支承间距离	
超过	不超过	非铠装电缆	铠装电缆
—	8	200	250
8	13	250	300
13	20	300	350
20	30	350	400
30	—	400	450

2.13.14　电缆贯穿隔舱壁

2.13.14.1　电缆贯穿水密隔舱壁或甲板时，可采用单独水密填料函，或用容纳多根电缆的水密填料箱，但完工后应保持隔舱壁或甲板的水密完整性。

2.13.14.2　当电缆穿过非水密舱壁或结构钢时，孔口应用铅或者其他认可的材料作衬垫。若钢材厚度不小于6mm，则适当倒圆孔口可以被认为与衬垫等效。

2.13.14.3　电缆贯穿有某种防火要求的舱壁和甲板时，应保证不会削弱甲板和舱壁的防火完整性。

2.13.14.4　穿过甲板的电缆，应用适当高度的金属导管或围框加以保护。

2.13.14.5　用作填料函和衬垫的材料，不应对电缆或船体构件有腐蚀危险。

2.13.14.6　若在舱壁或结构钢中切割方形孔时，则孔角应有一定的曲率半径。

2.13.15　电缆在金属管子或管道或电缆槽中敷设

2.13.15.1 当电缆在金属管子、管道、电缆槽内敷设时，应符合下列规定：

.1 管子或管道或电缆槽内壁应光滑，并应有防蚀措施；

.2 管子或管道或电缆槽的端部应采取措施以使电缆的护套或外护层不致受损；

.3 管子或管道的内截面积和弯曲半径，应允许其所容纳的电缆容易拉进和拉出；管子或管道的弯曲内径应不小于电缆弯曲半径的允许值；外直径不小于63mm的管子，其弯曲内半径应不小于管子外直径的二倍；

.4 穿管系数（电缆外径截面积的总和与管子、管道或电缆槽内截面积之比）应不大于0.4；

.5 管子、管道、电缆槽在接头处应保证机械上和电气上的连续性，并应可靠接地；

.6 管子、管道、电缆槽的布置应使水不能在内部积聚；

.7 必要时应设置通风开口，以流通空气并避免管子、管道、电缆槽线路上的任何部分有积水的可能。通风开口最好设在管子、管道、电缆的最高点及最低点，此项通风开口仅在不会因此而增加火灾危险的情况下方可设置；

.8 当管子很长且必要时应设膨胀接头；

.9 应避免把没有任何外护层的铅包电缆敷设在管子、管道或电缆槽内。

2.13.15.2 若电缆系敷设在围壁通道内，则围壁通道的构造应不使之成为火灾由甲板间或舱室传到另一处的通道。

2.13.15.3 用作冷阴极辉光放电灯的电缆，除非用金属护套或屏蔽电缆加以保护，否则不应安装在金属管中。

2.13.16 电缆在鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间中的敷设

2.13.16.1 与鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间无关的电缆，一般不应穿过上述处所敷设。

2.13.16.2 敷设在鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间中的电缆，应具有水密的或不透性的护套，而且应有防止遭受机械性损伤的防护。若采用铠装电缆，则铠装（除非是镀过锌的）应进一步采用耐潮外护层防止腐蚀。

2.13.16.3 鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间中的电缆一般应明线敷设。

2.13.16.4 敷设在鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间的电缆应有预防措施以防止沿电缆放置临时悬挂物件的铁钩。

2.13.16.5 固定电缆的金属支承件均应镀锌或采用其他防腐蚀措施。

2.13.16.6 如电缆必须穿过鱼舱、冷藏鱼舱、速冻间绝热层时，则电缆应敷设在金属管或带罩壳金属缆槽内穿过，且管子的两端应设置水密填料函。

2.13.16.7 敷设在冷藏鱼舱、速冻间的电缆一般应不使用以聚氯乙烯为绝缘或护套的电缆，除非该材料适合低温工作。

2.13.17 减少张力

2.13.17.1 电缆的敷设应使本身重量或任何其他原因所施加在电缆上的张力减至最小，这对于小截面的电缆和垂直敷设或敷设在垂直管子内的电缆特别重要。

2.13.18 电动力

2.13.18.1 为防止由于短路导致的电动力作用，单芯电缆必须牢靠固定，支承件的强度应能承受预期短路电流相当的电动力。

2.13.19 交流单芯电缆的敷设

2.13.19.1 交流电力系统应尽量采用双芯或多芯电缆，如必需采用单芯电缆而线路电流又超过20A者，则

应符合下列规定：

.1 电缆应为非铠装的或为以非磁性材料铠装和覆盖的；

.2 属于同一线路的导线应装在同一管子、管道、电缆槽内；紧固电缆的紧固件应将各相导线一起夹持。若紧固件系以非磁性材料制成，则不在此限；

.3 当由两根、三根或四根单芯电缆分别构成单相电路、三相电路或三相四线电路时，电缆应尽量相互紧贴敷设。在任何情况下，两相邻电缆外护层之间的间隙应不大于单根电缆的直径；

.4 额定电流大于250A的单芯电缆必须靠近钢质舱壁敷设时，电缆与舱壁之间至少应有50mm的间距，但不同相的单芯电缆系按品字形敷设时，则可例外；

.5 磁性材料应不用于同一线路的一束单芯电缆之间。在电缆穿越钢板时，应将同一线路的所有电缆都在一起穿过钢板或填料函，其布置应使电缆之间无磁性材料存在。电缆和磁性填料之间的距离应不小于75mm，但不同相的单芯电缆系按品字形敷设时，则可例外；

.6 为使导线截面积不小于185mm^{2}的单芯电缆所构成的相当长的三相线路阻抗达到一定程度的平衡，应每隔15m以内，将各相换位一次。亦可将三根不同相的单芯电缆按品字形敷设。如敷设长度不超过30m者，则不必采取此项措施；

.7 若线路中每相有几根单芯电缆并联时，所有电缆应沿相同的路径敷设并具有相同的截面积；此外，为了防止电流负载的分配不均匀，属于同相的电缆应尽量同其他相的电缆交错排列。例如：每相有六根电缆时，正确的排列次序见表2.13.19.1.7；

.8 单芯电缆的金属护套或金属外护层，只能在一点接地。

电缆排列次序 **表2.13.19.1.7**

每相并联根数	一层排列次序	二层排列次序
2	ABC CBA	ABC ABC
3	——	ABCA BCABC
4	——	ABCABC CBACBA
5	——	ABCABCA BCABCABC
6	——	ABCABCABC CBACBACBA

2.13.20 电缆防电磁干扰的敷设

2.13.20.1 为了尽可能避免不必要的电磁干扰，电缆的敷设应参照IEC第533号出版物《船舶电气和电子设备的电磁兼容性》或有关标准的有关规定。

2.13.21 电缆金属护套或金属护层的接地

2.13.21.1 电缆金属护套或金属外护层的接地应符合本篇第1章第3节的有关要求。

2.13.22 电缆端头的处理

2.13.22.1 截面积大于4mm^{2}的各种导线的端接头，应为焊接的接线头、压接型接线头或者机械夹头，不应采用腐蚀性焊剂。

2.13.22.2 电缆接头和接线端头的温度，一般应不超过电缆绝缘的最高工作温度。

2.13.22.3 在护套层下具有辅助绝缘带的电缆，如其线端的绝缘带已被剥去时，则在每一根芯线的绝缘与接地金属接触或可能接触之处应设附加绝缘。

2.13.22.4　导体在接线端固定时，无论在连接处或分支处，均应能承受短路电流的热效应和机械应力。

2.13.22.5　矿物绝缘电缆的端头，应按电缆制造厂的说明书要求施工。

2.13.22.6　具有吸潮性绝缘的（即矿物绝缘等）电缆，应将其端部密封，以防潮气进入。

2.13.23　电缆的连接和分支

2.13.23.1　电缆的敷设通常不应有接头，如由于维修或分段造船需要连接接头时，这种接头的导电连续性、绝缘性、机械强度和防护性、接地和耐火或滞燃等特性均应不低于对电缆的相应要求。

2.13.23.2　电缆应在适当的接线盒内进行连接和分支，应使所有的导线加以适当紧固和绝缘，并防止大气的作用。接线端或汇流排应具有适合于电缆定额的尺寸。

2.13.23.3　连接和分支处应有清晰的标志。

2.13.24　接线盒

2.13.24.1　接线盒应用滞燃材料制成，导电部分应架设在坚固耐久、滞燃和耐潮的材料上，并具有永久性的高介电强度的绝缘电阻。

2.13.24.2　接线盒内的导电部分之间应用滞燃绝缘材料作适当阻挡，以使不同极性的导线间或导线和接地金属之间不致发生短路。

2.13.24.3　所有接线盒应有说明其用途的铭牌或与敷设图上相一致的耐久编号标志。若接线盒的安装为暗式，则封闭板应便于开启。

第14节　　接岸电

2.14.1　接岸电

2.14.1.1　若船上的设备需由岸电或其他外来电源供电，则应在船上便于连接来自外部电源软电缆的适当位置设置一符合本篇3.2.1.12规定的岸电箱。在岸电箱与主配电板间应以固定敷设并具有足够定额的电缆相连。

2.14.1.2　当岸电或／和船电系统为中性点接地的交流三相系统时，则应设有将船体与岸地相连接的设施。当船电系统为以船体作回路的直流系统时，应将岸电的负极接于船体。

2.14.1.3　在主配电板上应设有岸电指示器，以指示岸电电缆已经通电。

第15节　　避雷装置

2.15.1　一般要求

2.15.1.1　对具有非金属桅杆的船舶，应设有可靠的避雷装置。

2.15.1.2　对金属结构船舶，应设置可靠接地装置。

2.15.2　结构

2.15.2.1　避雷针应以直径不小于12mm的铜杆或不小于25mm的铁杆制成。避雷针应至少高出桅顶上的电气设备300mm。

2.15.2.2　非金属桅上的避雷针应以截面积不小于70mm^{2}的铜排以及铜索或者用截面积不小于100mm^{2}的

铁条与船体作可靠的电气连接。铜排或铜索（铁条）应尽可能敷成直线。

2.15.2.3　活络桅杆与船体应有可靠的电气连接，其连接软铜线的截面积应不小于70mm^2。

2.15.2.4　避雷针与接地端子间的电阻不应超过0.02Ω。

2.15.2.5　避雷系统中的避雷针应符合下列要求：

.1　在每一非金属桅杆上应安装避雷针；

.2　避雷针应以直径不小于12mm的铜或铜合金导电杆组成，并应至少高出桅顶300mm，也可采用其他材料，如不锈钢、铝合金、经防锈处理的铁杆等，但应符合2.15.2.4的要求。这些材料均应耐海水腐蚀。

2.15.2.6　避雷系统中的引下线应符合下列要求：

.1　引下线应由铜或铜合金带或铜缆组成，为防止表面放电，铜缆应有绝缘且成圆形。也可以采用其他材料，如不锈钢、铝合金或钢条，但应符合2.15.2.4的要求。这些材料均应耐海水腐蚀；

.2　铜引下线的截面积应不小于70mm^2，并应牢固固定在船体结构上。在避雷针与接地体间引下线应尽可能敷成直线，如必需弯曲，则弯曲半径至少为导体等效直径的10倍。

2.15.2.7　引下线末端应可靠地连接至其附近船体金属结构的接地端子上。如有必要应采取措施防止发生电化腐蚀。

第16节　电力推进装置附加要求

2.16.1　通则

2.16.1.1　除应符合本节规定外，电力推进船舶还应符合本规范其他篇章的适用规定。

2.16.1.2　本章的规定适用于额定电压不超过1kV，采用电力作主推进的钢质海洋渔船的设计、制造和试验。超出限制范围的中、高电力推进装置的渔船，可参考船舶检验机构认可的相关规范。

2.16.1.3　电力推进装置的设计必须满足其使用和工作条件，并考虑其短期过载以及渔船机动运行和海况的影响。

2.16.1.4　推进系统主要由发电机组、配电装置、变流装置、电动机、控制设备、监控系统等设备组成。

2.16.1.5　在整个转速范围内，包括最低速以及两个旋转方向，推进电动机、齿轮和轴系的轴承，均应保持有效的润滑。在可预计的油温范围，不论是由电动机或是螺旋桨所引起的缓慢转速情况下，不应导致上述轴和轴承损坏。

2.16.1.6　推进系统的电源一般应专供推进用的发电机组供电，若由能向推进和日常负载供电的公共电站供电，则该电站应由2台或2台以上的工频发电机组组成公共电站，当其中1台机组出现故障时，其余机组仍可向推进系统及重要设备供电。

2.16.1.7　电力推进系统各组成设备之间的参数应匹配，以保证设备正常运行。在恶劣海况或应急状况下，电力推进系统应具有12h内承受110％额定功率连续运行1h的过载能力。

2.16.1.8　电力推进系统，须有故障冗余。当其中1台设备失效时，仍可维持渔船有效推进且不小于设计航速的50%，保证运行安全。

2.16.1.9　电力推进系统各主要电气设备应设有在停机时防止潮气和冷凝水积聚的有效措施，以确保潮湿环境下可靠运行。

2.16.1.10　主推进回路应设置对地漏电流检测装置，并能在出现接地故障时发出报警，当该接地故障电流可能引起损坏时，则应设置脱扣装置。

2.16.1.11　电力推进系统应具有功率限制功能，以防止渔船电站因过载保护而失电。

2.16.1.12　电力推进系统应保证只有当速度控制器处于零位，且系统处于备车状态时，才能起动运行。

2.16.1.13　在渔船正常运行时，螺旋桨从全速前进到全速后退的操纵过程中，电力推进系统应能吸收部分再生制动能量，且系统过渡平稳，无异常现象。

2.16.1.14　电力推进系统应在机舱设置控制站，在驾驶室控制故障时，应能在机舱进行机旁控制操作。

2.16.1.15　电力推进系统各控制站必须设置独立的应急停车装置。

2.16.1.16　电力推进系统在整个正常运行范围内应是稳定的，且应能削弱因波浪作用引起的螺旋桨负载波动。控制系统应确保在负载突卸时，推进电动机不会产生危险性的超速。

2.16.1.17　电力推进系统的操作功能应简单并有逻辑性，以防止误操作。操作设备的布置应有清晰标记。

2.16.1.18　在正常工作转速下，所有旋转部件及轴系不应观察到有害的扭转振动。

2.16.1.19　电力电子器件及联线等部件的温升不应超过表2.16.1.19所给出的限值。

电力电子器件及联线温升限值　　**表** 2.16.1.19

部件与器件	材料与被覆层	温升，K
电力半导体器件及其它电气元器件	—	不超过器件说明书规定
连接于一般低电压电器的母线及接线端子	紫铜、无被覆层 紫铜、搪锡 紫铜、镀银 铝、超声波搪锡	60 65 70 55
连接于电力半导体器件的母线及接线端子	紫铜、无被覆层 紫铜、搪锡 紫铜、镀银 铝、超声波搪锡	45 55 70 35
与半导体器件相接的塑料绝缘导线或橡皮绝缘导线及接线端子	—	45

2.16.1.20　电气装置的设计应防止半导体变流器所产生的电磁干扰造成的影响。由日用电网供电的交流电气设备应能在供电电源总的电压谐波成分不大于5%的情况下正常工作。

2.16.1.21　对于有半导体变流器装置运行的网络，2次谐波至15次谐波应不超过标称电压的5%，其后逐渐减少，在100次谐波时应减少到1%。对于专用的系统，例如为电力推进供电的配电板，总的电压畸变应不超过10%。

2.16.1.22　电压波形的总谐波失真（THD）为所含谐波的均方根值与基波的均方根值之比，以百分数表示，并可用下式计算：

$$V_{\mathrm{THD}}=\frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty}V_h^2}}{V_1}\times 100\% \qquad \textbf{（2.16.1.22）}$$

式中：V_{THD}——总的谐波电压失真；

V_h ——h阶谐波电压的均方根值；

V_1 ——基波电压的均方根值。

2.16.2 **发电机组**

2.16.2.1 对原动机的要求

.1 原动机及其调速系统应符合本规范第三篇第5章第7节的规定。原动机的额定功率连同其过载能力和加载特性，应足以给由于机动操纵和恶劣海况条件下，电气设备运行状况的瞬态变化所需的功率；

.2 除机旁调速外，原动机应设有遥控调速接口。转速调节的速度应具有足够的平稳性和一定的快速性，转速调节范围为最低稳定转速至105%额定转速；

.3 推进发电机组原动机的动力管系应满足本规范第三篇第5章适用于主机的所有要求；

.4 在发电机需并联运行的情况下，调速系统应能在整个运行转速范围内保持稳定运行。

2.16.2.2 发电机组

.1 原动机和发电机应安装在同一公共底座上，两者轴线的同轴度应控制在一定的范围内，以保证机组在台架试验时的振动烈度；

.2 发电机组应能在额定功率下并网长时稳定运行；

.3 发电机组应具有通讯接口，实现发电机组数据和运行状态、信号的对外传输；

.4 发电机组除机旁操作外，应具有远程控制接口与配电装置联接，实现遥控操作；

.5 发电机组出厂前应按实际运行工况进行多机组并联负荷试验。

2.16.3 **电站、配电装置及其功率管理系统**

2.16.3.1 公共电站应满足下列要求：

.1 电站的控制系统应保证在推进和日用负载之间安全地分配电力，如必要，可以采用卸掉非重要负载和（或）降低推进功率；

.2 在一台发电机组不工作时，剩余的机组应能向所有的重要设备和船舶的常用设备供电，同时应维持有效的推进，即应仍可维持渔船有效推进且不小于设计航速的50%，保证运行安全；

.3 如果正常情况由两台或两台以上发电机组并联供电，当一台发电机组突然断电时，运行中的剩余机组应足以保证重要设备的不间断运行和有效的推进。

2.16.3.2 配电装置的功率管理系统应设计为：当电网失电或1台发电机组发生严重故障突然停机时，应自动起动备用发电机组，自动合闸对电网供电。当1台发电机组发生不会立即停机的一般故障时，应发出报警信号，起动备用机组，完成并网、负荷转移及故障机解列。

2.16.3.3 功率管理系统应自动完成发电机组的起动、并车、解列、停机及运行保护，保证在机组之间安全地分配电力。

2.16.3.4 当总负载功率接近在网发电机组额定功率之和时，功率管理系统应能自动起动备用机组并完成并网和负载转移；当负载功率远低于在网发电机组额定功率之和时，功率管理系统应自动完成发电机组的负荷转移并解列。

2.16.3.5 功率管理系统应具有分级卸载功能。当电站功率不能满足负载需求时，功率管理系统应控制电力推进系统降功率运行或卸掉部分非重要负载，以保证电站运行安全。

2.16.3.6 功率管理系统应能监视主要负载设备的起动，为其起动和运行提供足够的储备功率，并发出允许起动信号或功率使用限制信号。

2.16.3.7 功率管理系统应与机舱监测报警系统、推进系统进行数据共享。

2.16.3.8 配电装置的主汇流排应至少分成2个独立的分段，这些分段应由断路器或经认可的其他器件加以联接，并尽可能将发电机和其他重要设备均分地联接在这些分段上。

2.16.3.9　配电装置应具有自动-半自动-手动三种操作模式，并设有模式选择开关。

2.16.4　变流装置

2.16.4.1　变流装置的技术性能、电气接口、控制特性及冷却方式均应满足电力推进系统总体技术要求。

2.16.4.2　变流装置应具有过流、过压、输入输出缺相、短路和功率器件过热等保护功能。

2.16.4.3　变流装置中间直流回路应有能量泄放装置，防止中间回路的储能装置造成触电事故，输入断电后，储能装置应能快速放电至安全电压以下。

2.16.4.4　变流装置应具有功率器件过压释放保护装置。

2.16.4.5　变流装置应可靠接地，可能触及的金属部件与外壳接地点处的电阻应不大于0.1Ω，接地点应有明显的接地标志。

2.16.4.6　变流装置的设计必须考虑渔船的各种运行和机动状态，且当推进电机过载和短路时变流装置不发生永久性损坏。

2.16.4.7　变流装置的设计必须便于检查、修理和维护，如功率器件可从设备中移出而不需拆散整个设备。

2.16.4.8　必要时，变流装置应采取增加相应的滤波装置限制谐波。

2.16.5　推进电机

2.16.5.1　推进电机应具有足够转矩，以能使推进电机在最低稳定转速下，从操纵开始到推进电机在相反方向开始工作为止的换向时间不大于15s。

2.16.5.2　推进电机应有不低于10%的转矩余量，以便能在恶劣天气下航行、渔捞作业或多螺旋桨船舶转向情况下，电机不致失步。

2.16.5.3　在规定的各种运行工况下，推进电机应能驱动推进装置长期稳定运行，在正反转转换过程中运行良好。

2.16.5.4　推进电机的设计应考虑电流和电压谐波的影响。

2.16.5.5　由变流装置供电的推进电机的定子绕组应能承受变流装置高频开关作用引起的瞬态电压变化率。

2.16.5.6　推进电机定子绕组、两端轴承均应设置埋入式温度传感器，为实现超温保护提供控制信号。

2.16.5.7　推进电机外壳应设置接地螺栓和标识，外壳接地螺栓的设计应保证与接地导线具有良好的连接和足够的接触面积。

2.16.5.8　推进电机应有防止轴电流有害影响的措施（建议采用绝缘轴承），以提高运行可靠性。

2.16.5.9　推进电机可采用双电枢、双绕组或多相电机形式，实现推进电机故障冗余。

2.16.5.10　推进电机应在冷却系统（如：风机、冷却水泵等）故障的情况下，仍能以有限功率运行。

2.16.5.11　推进电机必须能承受在额定工作状态下电机接线端子处或系统中其它部位突然短路时，保护装置动作之前的瞬态短路电流而不损坏。

2.16.6　监测设备

2.16.6.1　电力推进系统应对重要设备的运行参数及运行状态进行监控。

2.16.6.2　电力推进系统的保护和报警必须以声光形式予以提示。

2.16.6.3　电力推进系统可采用常规监测装置，一般通过仪表、指示灯等进行监测报警。相关的显示、报警项目见表2.16.6.3。

电力推进系统监测报警表　　**表2.16.6.3**

系统	监测参数	报警	显示	自动停车	备注
推进发电机	轴承润滑油进口压力低或轴承温度高	√	√	√	原动机自动停车
	电压极限报警 （高/低）	√	√		读取所有相
	频率极限报警（高/低）	√	√		
	电流		√		读取所有相
	功率		√		在驾驶室和集控室显示消耗功率和推进可用功率
	定子绕组温度高	√	√		读取所有相
	发电机主开关断开/闭合		√		
	发电机运行		√		
	发电机冷却介质温度高	√	√		如适用时
推进电动机	轴承润滑油进口压力低或轴承温度高	√	√	√	
	电枢电流		√		读取所有相
	定子绕组温度高	√	√		读取所有相
	电动机运行		√		
	电动机超速	√	√	√	
	电动机冷却介质温度高	√	√		如适用时
	差动保护或类似保护功能	√			电动机容量≥1500kW
推进半导体变换器	电压（输入）		√		
	电流（输入）		√		
	过载（大电流）	√			在保护装置动作前报警
	配电开关断开/闭合位置		√		
推进变压器	变压器绕组温度高	√	√		
其他	主推进电路接地故障		√		

2.16.7 **电缆**

2.16.7.1 变流装置与推进电动机之间的主电缆必须采用船用变频电缆，控制电缆必须采用屏蔽电缆，以降低谐波干扰，提高系统可靠性。

2.16.7.2 电力推进系主电缆的载流量选择应考虑系统中谐波引起的附加发热效应。

2.16.7.3 主控制设备的内部连接线，包括配电板的连接线等，应具有滞燃性。

2.16.8 **电缆敷设与设备的安装要求**

2.16.8.1 变频电缆和控制电缆应分开布线，其间距应大于100㎜，同时应避免变频电缆和控制电缆长距离平行布线，以减少电磁干扰，影响运行可靠性。如果变频电缆和控制电缆交叉，应优先按90°进行交叉布置。

2.16.8.2　控制电缆的屏蔽层两端应可靠接地，模拟信号的传输线应使用屏蔽双绞线，不同回路的模拟信号不得置于同一个公共返回线。

2.16.8.3　除电缆终端外，推进系统的所有电缆中间不应有接头，推进系统的电力电缆终端应有密封措施。

2.16.8.4　电力推进系统各主要设备的安装应有减振措施，以适应渔船机舱工作环境。

2.16.8.5　电力推进系统设备安装位置（如机舱、电气间、集控室等）应保持良好通风，保证设备工作环境温度不超过45℃，当温度超过上述要求时，由用户和制造商协商确定。

2.16.8.6　电力推进系统各设备之间的电气联线应联接坚固，安全可靠，避免出现联线松动、断裂等现象。

2.16.8.7　变流装置和推进电动机之间的连接电缆应尽可能短。

2.16.9　**试验**

试验按照本局或本局授权的组织批准的试验大纲进行试验。

第3章　电气设备的制造和试验

第1节　旋转电机

3.1.1　一般要求

3.1.1.1　发电机的原动机及调速器的性能应符合第三篇第5章的有关规定。

3.1.1.2　并联运行发电机组原动机的调速器特性应保证本篇3.1.6.5和3.1.7.6所规定的负载分配要求。并应设有足够精细的调速器调节机构，以便在正常频率下，能进行小于发电机额定功率5%的负载调节。

3.1.1.3　重要设备用电机转轴的材料应符合第七篇的有关规定。

3.1.1.4　电机应有防止轴电流有害影响的措施。

3.1.1.5　电机应考虑设有轴承加油杯或孔，并设置相应的排油道，以保证轴承良好的润滑。

3.1.2　温升

3.1.2.1　表3.1.2.1规定了空气冷却电机在环境空气温度为45℃下额定运行时的温升限值。

用空气冷却的电机的温升限值（K）（基准环境温度为45℃）　　表3.1.2.1

项号	电机的部件	绝缘等级[注7]														
		A级			E级			B级			F级			H级		
		T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E
1	a. 功率大于200kW（或kVA）但小于5000kW（或kVA） 电机的交流绕组	-	55	60	-	70	-	-	75	85[注1]	-	95	100[注1]	-	115	120[注1]
	b. 功率为200kW（或kVA）及以下电机的交流绕组，但本项的d和e除外[注2]	-	55	-	-	70	-	-	75	-	-	95	-	-	115	-
	c. 功率小于600W（或VA）电机的交流绕组[注2]	-	55	-	-	70	-	-	80	-	-	100		-	120	
	d. 不带风扇自冷式（IC40）电机的交流绕组或囊风式绕组[注2]	-	55	-	-	70	-	-	80	-	-	100	-	-	120	-
2	有换向器的电枢绕组	45	55	-	60	70	-	65	75	-	80	100	-	100	120	-
3	用直流励磁的交流和直流电机的磁场绕组，但第4项除外	45	55	-	60	70	-	65	75	-	80	100	-	100	120	-
4	a.用直流励磁绕组嵌入槽中的圆柱形转子同步电机的磁场绕组。	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	105	-	-	130	-
	b.多层的直流电机静止磁场绕组	45	55	-	60	70	-	65	75	85	80	100	105	100	120	-
	c.交流和直流电机的低电阻磁场绕组以及多层的直流电机的补偿绕组	55	55	-	70	70	-	75	75	-	95	95	-	120	120	-
	d.表面裸露或仅涂清漆的交流和直流电机的单层绕组以及直流电机的单层补偿绕组[注3]	60	60	-	75	75	-	85	85	-	105	105	-	130	130	-
5	永久短路的绝缘组[注4]	55	-	-	70	-	-	75	-	-	95	-	-	120	-	-

续表3.1.2.1

6	永久短路的无绝缘绕组	这些部件的温升，在任何情况下不应使其本身或邻近的绝缘或其他材料有损坏危险的数值出现														
7	不与绕组接触的铁芯及其他部件															
项号	电机的部件	绝缘等级														
		A级			E级			B级			F级			H级		
		T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E
8	与绕组接触的铁芯及其他部件	55	-	-	70	-	-	75	-	-	95	-	-	120	-	-
9	开启或封闭的换向器和集电环[注5]	55	-	-	65	-	-	75	-	-	85[注6]	-	-	95[注6]	-	-

注1：对高压交流绕组的修正可适用这些项目。

注2：对额定功率为200kW（或kVA）及以下电机的E、B和F级绝缘绕组用叠加法测量时，限值可比表中用电阻法提高5K。

注3：对多层绕组，如下面的各层都与循环的初级冷态介质接触，也包括在内。

注4：温度计可用热敏试验带取代。

注5：项9中的温升限值，只有在换向器或集电环采用了与限值相适应的绝缘时才是允许的，但如换向器或集电环与绕组靠近，则它们的温升应不超过邻近绕组所采用绝缘等级的限值，温升只限于用膨胀式温度计测得。当采用热电偶或电阻温度计时，温升限值应由制造厂与用户协议，此时对功率为600kW（或kVA）及以下的电机，E和B级温升限值可提高5K，F和H级可提高10K。

注6：若采用85K或更高的温升时，对电刷材料的选择需特别注意。

注7：表中T为温度计法、R为电阻法、E为埋置检温计法。

3.1.2.2　主发电机、应急发电机（包括励磁机）以及连续工作制的电动机，在最高冷却空气温度情况下，均应能在额定输出时长期地连续工作，且不超过本篇表3.1.2.1所规定的温升限值。

上述以外的其他发电机和电动机的定额应与它们所执行的工作制相符合，并在额定输出条件下进行试验时，其温升不应超过本篇表3.1.2.1中的规定。

3.1.3　换向

3.1.3.1　电刷已整定在固定位置的直流电动机和发电机，当负载从空载到所规定的瞬时过载工作时，应不产生有害火花。

3.1.1.2　交流换向器电动机在其规定的负载和转速范围内工作时应不产生有害火花。

3.1.4　过载

3.1.4.1　电机应能承受下列的过电流或过转矩而不发生有害变形：

.1　直流发电机　　50%过电流　　15s；

.2　交流发电机　　50%过电流　　2min；

.3　直流电动机　　50%过转矩　　15s；

.4　多相异步电动机　　60%过转矩　　15s。

3.1.5　短路

3.1.5.1　船用发电机应能在选择性保护装置的任何延时脱扣时间内，承受短路电流所产生的机械应力和热应力。交流发电机及其励磁系统，在稳态短路状态下，至少能维持三倍额定电流历时2 s。如掌握精确的数据，则其持续时间可为脱扣器所整定的延时脱扣时间。

3.1.6　直流发电机

3.1.6.1　除充电发电机外，直流发电机的励磁形式一般应采用复励式或带有自动电压调整器的并励或稳定并励式（具有少量串励的分励电机）。

3.1.6.2　每一直流发电机均应在其控制屏上设有能单独对其电压进行调节的手动电压调整器。在发电机所允许的工作温度范围内，以及负载自空载到额定负载之间的任何负载下，电压在额定值的80%～105%范围内，电压调整的精确度应为：

.1　对额定输出超过100kW的发电机，应在额定电压的±0.5%以内；

.2　对额定输出不超过100kW的发电机，应在额定电压的±1%以内；

.3　手动电压调整器的电路一般应能分断，并须设有防止分断时产生过电压的措施。只有能将空载电压调低到接近剩磁电压，调整器才允许不分断；

.4　手动电压调整器手轮，当顺时针旋转为发电机电压升高，反之为下降。

3.1.6.3　均压连接线应有适应于系统的截面积，但应不小于自发电机到配电板之间的负极连接线截面积的50%。

3.1.6.4　在考虑了原动机调速特性的情况下，复励直流发电机组在热态下的电压负载特性应为：当负载为发电机额定功率的20%时，使发电机的电压偏差为额定电压的1%以内；当负载为满载时，其电压偏差应在额定电压的2.5%以内；在20%负载到满载之间，电压负载特性的上升曲线和下降曲线的平均曲线与额定电压的偏差应不大于4%。

3.1.6.5　并联运行的各直流发电机组均应稳定运行，且当负载在总额定负载的20%～100%范围内变化时，各机组所承担的负载与总负载按机组额定功率比例分配值之差，应不超过：

.1　最大机组额定功率的±12%；

.2　当最小发电机的额定功率小于最大发电机额定功率的50%时，为最小发电机额定功率的±25%，负载分配应不引起较小机组过载运行。

3.1.6.6　在船舶航行中会改变转速的主机驱动的直流发电机应设有控制装置，并满足如下要求：

.1　在发电机的整个设计转速范围内变化时，其端电压的变化应仍能保证受电设备仍能可靠工作；

.2　至少在主机额定转速的70%～100%范围内发电机应能输出额定功率；

.3　具有一定的过载能力；

.4　在本篇2.4.2.2中认为是主电源的轴带发电机，除满足上述.2～.3的要求以外，还应满足如下要求：在主机额定转速的70%～104%和负载自空载至额定负载范围内变化时，其稳态电压变化值应不超过额定电压的±4%。

3.1.7　交流发电机

3.1.7.1　交流发电机除自励恒压式外，均应在发电机控制屏上设有独立的自动和手动电压调整装置。

3.1.7.2　由调速特性符合第三篇第5章第7节规定的原动机驱动的交流发电机连同其励磁系统，应能在负载自空载至额定负载范围内，且在功率因数为额定值的情况下，保持其稳态电压的变化值在额定电压的±2.5%以内，应急发电机可允许为±3.5%以内。

3.1.7.3　交流发电机在负载为空载，转速为额定转速，电压接近额定值的状态下，突加和突卸60%额定电流及功率因数不超过0.4（滞后）的对称负载时，当电压跌落时，其瞬态电压值应不低于额定电压的85%；当电压上升时，其瞬态电压值应不超过额定电压的120%，且电压恢复到与最后稳定值相差3%以内所需时间不应超过1.5s。

3.1.7.4　交流发电机的空载线电压波形正弦性畸变率应不超过5%，但容量小于24kW的发电机可以除外。

3.1.7.5　在船舶航行中会改变转速的主机驱动的交流发电机应设有控制装置，并应满足如下要求：

.1　在发电机的整个设计转速范围内变化时，其端电压和频率的变化应仍能保证受电设备可靠地工

作；

.2 至少在主机额定转速的70%～100%范围内发电机应能输出额定功率；

.3 线电压波形的正弦性畸变率可以高于5%，但应采取措施以保证不干扰受电设备或其他设备如无线电和航行设备的工作；

.4 具有一定的过载能力；

.5 在2.4.2.2中认为是主电源的轴带发电机，除满足上述.2~.4的要求以外，还应满足如下要求：在主机额定转速的70%～104%和负载自空载至额定负载范围内变化时，其稳态电压变化值应不超过额定电压的±2.5%。稳态频率变化值应不超过额定值的±5%。

3.1.7.6 并联运行的各交流发电机组应能稳定运行。当负载在总额定功率的20%～100%范围内变化时，其功率分配的误差应符合下列要求：

.1. 各机组所承担的有功负载与总负载按机组定额比例分配值之差，应不超过下列数值中的较小者：

.1.1 最大机组额定有功功率的±15%；

.1.2 各个机组额定有功功率的±25%。

.2 各机组所承担的无功负载与总无功负载按机组定额比例分配值之差，应不超过下列数值中的较小者：

.2.1 最大机组额定无功功率的±10%；

.2.2 最小机组额定无功功率的±25%。

3.1.8 **试验**

3.1.8.1 对重要用途的电机，应至少按下列项目进行试验：

.1 温升试验：旋转电机在额定负载连续运转至温度最后稳定后，温升限值不应超过本篇表3.1.2.1中的数值。

.2 绝缘电阻试验：旋转电机在温升试验之后，应用不小于500V的直流高阻计来测量绝缘电阻，其值不低于下述规定：

.2.1 容量不大于100kW（直流）或kVA（交流）者不低于1MΩ；

.2.2 容量大于100kW（直流）或kVA（交流）者不低于下式的计算值：

$$\text{绝缘电阻值}=\frac{3\times\text{额定电压(V)}}{1000+\text{额定容量(kVA或kW)}}\quad \text{MΩ} \qquad (3.1.8.1.2)$$

.2.3 对于单个并励或他励励磁绕组应不低于1MΩ。

.3 过电流或过转矩试验：旋转电机在温升试验之后，均应能承受本篇3.1.4规定的过电流或过转矩试验。试验时，电压、转速和频率均应尽量保持在额定值。

.4 短路试验：根据需要，船用发电机应进行突然短路试验以及交流发电机及其励磁系统的稳态短路试验。

.5 换向试验：换向器旋转电机，当电刷整定在固定位置，从空载到50%过载之间工作时，应不产生有害火花。

.6 耐电压试验：每台电机均应进行下述的耐压试验：

.6.1 绕组对机壳间；

.6.2 绕组相互间。

试验电压值见表3.1.8.1.6中的规定，试验电压的频率为25Hz到100Hz之间任一频率，试验时间为1min，无击穿或闪络现象。但同一台电机应不重复进行本项试验。如有必要时，允许再进

行一次额外的试验，其试验电压不超过下表规定数值的80%。试验前应将电机烘干。

.7 电压调整率试验：发电机尚应作电压调整率试验。

.8 并联运行试验：对并联运行的发电机尚应作并联运行试验。

试验电压 **表3.1.8.1.6**

项号	电机或部件	试验电压（有效值）
1	功率小于1kW（或1kVA）且额定电压低于100V电机的绝缘绕组，但3～7项除外 额定电压为36V及以下由独立电源（如蓄电池或干电池等）供电的电动机	500V+2倍额定电压 由该类型产品标准规定
2	功率小于10000kW（或10000kVA）电机的绝缘绕组，但1和3～7项除外[注2]	1000V+2倍频定电压，但最低为1500V[注1]
3	直流电机的他励磁场绕组	1000V+2倍最高额定励磁电压，但最低为1500V
4	同步发电机的磁场绕组 a. 额定励磁电压为：500V及以下 500V以上 b. 当电机起动时，磁场绕组短路或并联一小于绕组电阻10倍的电阻 c. 当电机起动时，磁场绕组并联一不小于绕组电阻10倍的电阻或磁场绕组开路并带（或不带）磁场分段开关	10倍额定励磁电压，但最低为1500V 4000V十2倍额定励磁电压 10倍额定励磁电压，但最低为1500V最高为3500V 1000V+2倍最高电压的有效值（此电压在规定的起动条件出现于磁场绕组的线端，当磁场绕组分段时则出现于任一段的线端间），但最低为1500V[注3]
5	非永久短路（例如用电阻起动）的异步电动机绕组 a. 不可逆转或仅在停止后才可逆转的电动机 b. 在运转时将电源反接而使逆转或制动的电动机	1000V+2倍静止时转子绕组开路电压，即当初级绕组施加额定电压时，在集电环间或次级绕组线端间测得的电压 1000V+4倍静止时转子绕组开路电压（定义见本项a）
6	a. 励磁机 b. 励磁机的他励磁场绕组	同与其所连接的绕组 1000V+2倍最高额定励磁电压，但最低为1500V
7	成套设备	应尽量避免重复以上1～6项试验。但如对新的成套设备作试验，而其每一组件已事先通过耐电压试验， 则试验电压应为成套设备任一组件中最低试验电压的80%[注4]

注1：对有一个共同出线端的两相绕组，公式中的额定电压为运行时任意两个线端之间所出现的最高电压有效值。
注2：对具有分级绝缘的电机，试验应按专门协议。
注3：在规定的起动条件下，磁场绕组或其分段的线端间所产生的电压，可适当降低电源电压进行测量，再将测得的电压按规定的起动电压与降低的电压之比来折算。
注4：对一台或多台电机作电连接的绕组，其电压应为绕组对地实际存在的最高电压。

第2节 配电板与配电电器

3.2.1 配电板的设计和结构

3.2.1.1 主配电板和应急配电板的结构应满足下列要求：

.1 配电板的顶部应达到防护等级IP22的要求，但若安装在符合本篇2.4.4.2要求的控制室中，则其顶部的防护等级可为IP21，配电板的两侧应有不低于防护等级可为IP2X的防护措施。额定电压大于500V者，其背面还应设有不低于防护等级IP2X的防护措施；

.2 对地电压或工作电压大于50V者，应采用前蔽型结构；

.3 在配电板的前后应设有坚固的绝缘手柄，若配电板的后面是开启的，则其后面的绝缘扶手应水平安装；

.4 电缆进入配电板处应有能防止漏水沿电缆进入配电板内部的措施；

.5 额定电压大于500V系统用的接线柱应与较低电压的接线柱隔开，并设有明显标志。

3.2.1.2 区配电板和分配电板应具有适当的防护外壳，除非它们是安装在橱柜内或由专职人员才能进入的舱室内。所有防护外壳均应以滞燃、耐潮的材料制成，且应具有坚固的结构。

3.2.1.3 各电气装置保护的设置和保护电器的选择应符合本篇第2章第3节的有关规定。

3.2.1.4 安装在配电板上的仪表、开关、指示灯、按钮、操作手柄和手轮等均应设有标明其用途和操作位置的耐久铭牌。

3.2.1.5 应有标明每个电路的用途、过载保护装置的定额或其相应的整定值的耐久标志。这些标志应设在该保护装置所在位置。对500V以上的熔断器，当熔断器座允许插入较低额定电压的熔断器时，则应设有专门的警告牌，例如“注意，只适用于660V熔断器。”

3.2.1.6 在主配电板和应急配电板上，应设有符合本篇2.1.4要求的绝缘监视报警器。

3.2.1.7 发电机控制屏应设有指示发电机断路器接通与切断的指示灯。

3.2.1.8 在直流发电机控制屏上应设置符合本篇3.1.6.2规定的调压装置。

3.2.1.9 在需要并联运行的交流发电机控制屏上，应设有可以对原动机转速在额定转速的±10%范围内进行遥控调节的装置。

3.2.1.10 在发电机控制屏上应设有发电机的充磁设备。

3.2.1.11 主发电机应与岸电连接联锁，以避免同时供电。

3.2.1.12 用作连接岸电或其他外来电源的岸电箱应具有下列设施：

.1 用于连接软电缆的合适接线柱；

.2 用于将船体与岸地相连接的接地接线柱；

.3 符合本篇2.3.8.5要求的开关和保护；

.4 指示端电压的指示灯或电压表；

.5 检查外来电源与船电系统的极性（直流）或相序（三相交流）是否相符的设施；

.6 标明船电系统的配电系统的形式、额定电压和频率（对交流）的铭牌；

.7 防止接线端承受过大机械外力的设施。

3.2.2 汇流排

3.2.2.1 汇流排及其连接件应为铜质，其连接处应作防腐蚀处理。汇流排的最大允许温升为45℃。

3.2.2.2 汇流排及其支承物应能承受短路时产生的机械应力而不致损坏。

3.2.2.3 主配电板和应急配电板中的裸主汇流排（不包括主汇排至引出线之间的导体），应具有表3.2.2.3所列的最小电气间隙和最小爬电距离。

最小电气间隙与爬电距离 **表3.2.2.3**

极间或相间额定电压，V	最小电气间隙，mm	最小爬电距离，mm
250及以下	15	20
251至660	20	30

660以上	25	35
注：表中所列数值适用于带电部件之间以及带电部分与裸露的导电部件之间的电气间隙和爬电距离。		

3.2.2.4 均压汇流排的载流能力，应不小于电站中最大发电机额定电流的50%。

3.2.2.5 交流三相四线系统中中性线汇流排的截面积，应不小于相应相汇流排截面积的50%。

3.2.2.6 直流汇流排和裸线的极性应以下列颜色区分：

正极.....红色

负极.....蓝色

接地线.....绿色和黄色间隔

3.2.2.7 交流汇流排和裸线的各相应以下列颜色区分：

第1相.....绿色

第2相.....黄色

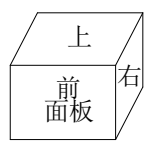
第3相.....褐色或紫色

接地线.....绿色和黄色间隔

中性线.....浅蓝色

3.2.2.8 配电板内汇流排按相序（交流）或极性（直流）的安装排列应符合表3.2.2.8 的规定（以配电板正视方向为准）。

相序或极性的安装排列 **表3.2.2.8**

汇流排	相序或极性	汇流排安排的相互位置			附图
		垂直布置	水平布置	引下线	
交流	第1相	上	前	左	配电板正视方向示意图 
	第2相	中	中	中	
	第3相	下	后	右	
直流	正极	上	前	左	
	均压极	中	中	中	
	负极	下	后	右	
注：交流中性线汇流排可放在适当的位置。					

3.2.3 **测量仪表**

3.2.3.1 测量仪表的精密度等级，应根据仪表的作用选择，但应不低于2.5级。

3.2.3.2 测量仪表的量程和刻度应符合下列规定：

.1 电压表的上量限应约为线路额定电压的120%；

.2 电流表的上量限应约为该线路中额定电流的130%；

.3 供并联运行的直流发电机用电表和供并联运行交流发电机用功率表，应能分别指示出15%的逆电流或逆功率；

.4 频率表应具有±10%额定频率的刻度；

.5 在电压表、电流表及功率表的刻度盘上应有一表示其额定值的明显标志。

3.2.3.3 发电机控制屏至少应按表3.2.3.3的要求设置测量仪表。

3.2.3.4 电压互感器及电流互感器的次级绕组应可靠接地。

发电机控制屏测量仪表　　表3.2.3.3

发电机种类	运行状态	仪表种类	数　　量
直流	单机运行	电流表	各发电机一个（接于正极）
		电压表	各发电机一个
	并联运行	电流表	各发电机一个（接于正极）
		电压表	两个（一个测量汇流排电压，一个能测量各发电机电压）
交流	单机运行	电流表	各发电机一个（能分别测量各相[线]电流）
		电压表	各发电机一个（能分别测量各相[线]电压）
		功率表	各发电机一个（容量小于50kW（kVA）者除外）
		频率表	各发电机一个
		励磁电流表	各发电机一个（只在必要时设置）
	并联运行	电流表	各发电机一个（能分别测量各相[线]电流）
		电压表	两个（一个能分别测量各发电机各相[线]电压），一个能测量汇流排电压）
		功率表	各发电机一个
		频率表	两个（一个测量汇流排频率，一个能测量各发电机频率）
		整步表	各发电机共用一个
		励磁电流表	各发电机一个（只在必要时设置）
注： 本篇2.4.1.1.2（3）项备用电源若采用发电机时，其仪表可与主发电机共用。			

3.2.4　**开关和断路器**

3.2.4.1　断路器应为自由脱扣式。

3.2.4.2　开关和断路器应能使其处于断开位置时，不致由于意外的运动而导致电路闭合。

3.2.4.3　发电机用断路器的保护性能应满足本篇2.3.5的要求，其过电流脱扣器的整定值应为可调式的，如属不连续可调的，则应为易于更换不同数值的形式。

3.2.4.4　动力操作断路器应设有人力操作机构，以便在动力操作机构发生故障时使用，且应能在板前进行操作。

3.2.4.5　带熔断器的断路器结构，应能在熔断器发生熔断时，不会导致单相运行，并应易于更换而不会有意外触及带电部位的危险。

3.2.4.6　断路器应有标明其额定电压、过电流脱扣器额定电流及整定值的耐久标志。

3.2.5　**熔断器**

3.2.5.1　熔断器应为封闭式，其结构应于熔体熔断时，外壳不会破裂或烧坏。熔化的金属流或所散发的气体应不能损坏邻近的绝缘。

3.2.5.2　熔断器应便于更换其备件，而不致在取下或装上熔断器时发生触电或烧伤的危险。

3.2.5.3　熔断器在额定电流下长期工作时，其电缆连接端头的温度应不超过所连接电缆的允许最高工作温度。

3.2.5.4　熔断器应有标明其额定电压、额定电流、额定分断能力等的耐久标志。

3.2.6　**试验**

3.2.6.1　配电板应在制造厂进行3.2.6.2至3.2.6.5规定的各项试验，但对批量生产的同型产品，经船舶检验机构同意后可免做3.2.6.2规定的试验。

3.2.6.2　配电板应在规定的负载电流下进行温升试验。

3.2.6.3　配电板应进行效用试验，检查配电板上的仪表开关、配电电器的效能。

3.2.6.4　配电板应按表3.2.6.4的规定进行耐电压试验。

3.2.6.5　在耐电压试验之后，应立即用至少500V的直流高阻计测量其所有载流部分对地以及载流部分的极间或相间的绝缘电阻，其值应不低于1MΩ。

试验电压　　**表**3.2.6.4

额定电压，V	试验电压	试验要求
≤60	500V	以交流25Hz～100Hz的电压进行耐电压试验：历时1min，应无击穿或闪络现象
>60	1000V+2倍额定电压但不低于2000V	
注1：在进行耐电压试验时，半导体器件应拆除，同时允许不接测量仪表、电容器、指示灯等附属设备。 注2：耐电压试验应在所有带电部分与机壳间和各极（相）相互之间进行。		

第3节　控制设备

3.3.1　一般要求

3.3.1.1　控制设备的操纵手轮或手柄应满足如下要求：

.1　其温度应不超过：金属部件为55℃；绝缘材料部件为65℃；

.2　应设有机械锁定设施，以保证在受到冲击、振动时不致改变其工作位置；

.3　应设有指示其作用、工作位置和动作方向的耐久标志。

3.3.1.2　控制设备的操作手轮，沿顺时针方向旋转时应为“电动机的转速增加”、“上升”、“起锚”、“绞纲”、“收缆”，反之则为“电动机的转速减少”、“下降”、“放锚”、“放纲”、“放缆”等”。控制设备的操纵手柄向前移动时，应为“抛锚”、“放纲”、“放缆”、“下降”，反之则为“起锚”、“绞纲”、“收缆”、“上升”等。

3.3.1.3　控制设备应设有符合本篇第2章第3节规定的有关保护。

3.3.1.4　控制按钮应能防止因偶然触及而产生误动作。

3.3.1.5　对允许开路的并联磁场绕组，应设有放电保护设施，以防止由于感应过高的电压而损坏。

3.3.2　电动机的控制

3.3.2.1　电动机的控制设备应设有运转指示装置。

3.3.2.2　各种用途的电动机其控制设备还应符合本篇第2章第6节的有关规定。操舵控制设备应符合第三篇第9章的有关规定。

3.3.2.3　锚机、绞缆机、起重机、捕捞机械的控制设备，应设有应急切断电路的设施。当电源发生故障时，制动器应自动起作用。

3.3.2.4　若锚机、绞缆机、起重机、捕捞机械的电动机功率不小于10kW时，则应在其控制设备上设有能监视电动机工作电流的电流表，且应有适当的照明或夜光。

3.3.3　试验

3.3.3.1　温升试验：控制设备应在正常工作状态下作温升试验。

3.3.3.2　效用试验：所有控制设备必须进行效用试验。

3.3.3.3　耐电压试验：控制设备和电阻器必须在制造厂进行耐电压试验。试验时，电压应加在接地的框架和所有带电部分之间，试验电压为：

.1　当额定电压≤60V时，试验电压为500V；

.2　当额定电压>60V时，试验电压应等于1000V+2倍额定电压，但至少为2000V。

.3　试验电压频率可以是25Hz至100Hz之间的任何频率，且应保持1min而无击穿或闪络现象。在耐电压试验时，可以分断仪表和辅助器具。

3.3.3.4　绝缘电阻试验：耐电压试验后，紧接着用至少500V的直流高阻计进行绝缘电阻测量，其值应不低于1MΩ。

第4节　　电　缆

3.4.1　一般要求

3.4.1.1　电缆应符合本节的规定，本节未作规定者，则应符合IEC92号出版物的有关规定。

3.4.1.2　电缆的绝缘和护套厚度一般应符合IEC92号出版物的有关规定，对于其他船用电缆规格的尺寸，若符合认可的尺寸，经船舶检验机构同意可以采用。

3.4.1.3　电缆材料的质量应符合IEC92号出版物中有关规定。如符合其他有关认可标准时，可予以考虑。

3.4.2　导体

3.4.2.1　只可采用已韧炼的高导电率紫铜，对于橡皮绝缘电缆，其铜丝应镀锡或者镀合金，且表面应光亮。

3.4.2.2　导体的结构和股绞的选择，应能保证成品电缆适当的柔软性，多芯电缆的芯线应易于辨别。

3.4.3　绝缘材料

3.4.3.1　可以采用的绝缘材料及导体的最高工作温度见表3.4.3.1的规定。

绝缘材料及导体的最高工作温度　　表3.4.3.1

绝缘材料		导体最高工作温度，℃
弹性复合物	乙丙橡皮	85
	交联聚乙烯	85
	硅橡皮	95
热塑性复合物	聚氯乙烯	60
其他材料	矿物	95

注1：硅橡皮和矿物绝缘，当它们安装在船员不易接触到的地方时，允许更高一点的温度（如硅橡皮为150℃；矿物绝缘则不作限制），但应经船舶检验机构同意。

注2：导体的温度系环境温度与负载所产生的温升之和。

3.4.3.2　不同导体最高工作温度不同的电缆，应有识别标志。

3.4.3.3　若采用表3.4.3.1以外的其他绝缘材料须经船舶检验机构同意。

3.4.4　绝缘

3.4.4.1　对弹性或热塑性复合物绝缘，只有在采用挤压工艺时才允许由单层复合物构成。若采用其他加工工艺，则绝缘至少应由两层性能相同的复合物组成，各层应粘结在一起，且绝缘应紧密地包覆，但不粘于导体上。

3.4.4.2　矿物绝缘应由粉状矿物材料即镁的氧化物构成，且被高度压缩于导体和铜护套之间，不受温度变化的影响，并对铜不产生腐蚀。

3.4.5　**结构**

3.4.5.1　无论使用什么绝缘材料。对于二芯、三芯和更多芯电缆，都可采用有包带和无包带两种结构。

3.4.5.2　对于无包带电缆，各芯线间的空隙均应填满纤维质的或类橡皮的填充物，并且此圆柱形的组合件应包以适当的外护层。在导电线芯截面等于或小于4.5mm^{2}的多芯电缆中，填充物可以省略；对于弹性或热塑性绝缘电缆，可用合适的复合物挤压在电缆芯线上，使填充物和类似于护套的连续覆盖层成为一体。

3.4.5.3　除了进行保护覆盖之前，对电缆芯线应加上一层绝缘层之外，包带电缆的结构应与无包带电缆一样。对于弹性或热塑性绝缘电缆，公共包带应分别为弹性或者热塑性，并可以与填充物形成整体或分开。

3.4.5.4　若采用纤维质填充物，则应由黄麻或相类似的粗纺线（包括石棉、玻璃丝等）组成，且应防潮。

3.4.5.5　若采用类橡皮填充物，则应由橡皮（包括再生橡皮和／或非硫化橡皮）的复合物或塑性复合物组成。

3.4.6　**护套和外护层**

3.4.6.1　电缆应以下述的一种或多种护套或外护层作保护，但护套和外护层应与其绝缘相适应：

.1　护　套：　铅合金护套
　　铜护套
　　非金属护套

.2　外护层：　钢丝铠装
　　钢带铠装
　　金属编织铠装
　　浸渍纤维编织铠装

3.4.6.2　铅合金护套应为IEC92号出版物中所推荐的铅合金之一。

3.4.6.3　铜质护套只允许用于矿物绝缘电缆。

3.4.6.4　金属编织铠装应由镀锌的钢丝、铜或铜合金丝或铝合金丝构成。铝合金应耐腐蚀。编织的覆盖密度应使该编织物的质量至少等于同一种金属、同一内径和厚度（等于构成编织物的一根金属丝的直径）的管子重量的90％。

3.4.6.5　钢丝铠装应由断裂伸长率至少为12%的镀锌退火钢丝构成。金属丝应沿着电缆铠装衬垫表面绕包，以便形成均匀的圆柱层，并保证电缆适当的柔软性。

3.4.6.6　钢带铠装应由退火钢带构成，通常铠装应由两条钢带在电缆铠装衬垫上以相同方向绕包而成，使其在第一层中的空隙不大于带宽的一半，而在第二层以重叠来覆盖这个空隙。

3.4.6.7　必要时铠装应有防腐蚀保护。在铠装（任何一种型式）下面，应设有一层保护衬垫。该保护衬垫可以是纺织带或编织物、氯丁橡皮带或其他的适当材料。纺织材料应进行防潮处理。

3.4.6.8　非金属不透性护套可以采用氯丁橡皮、聚氯乙烯混合物和氯磺化聚乙烯。其他复合物应予以考虑。

3.4.6.9　纤维编织可用棉、大麻、玻璃丝或其他等效的纤维，且应具有与电缆尺寸相适应的强度。它应有效地以防潮复合物浸渍，且还应是滞燃的。

3.4.7　**试验**

3.4.7.1　产品出厂之前，在制造厂应按IEC92号出版物或有关标准的规定进行试验。

第5节　电力与照明变压器

3.5.1　一般要求

3.5.1.1　本节规定适用于容量不小于lkVA的单相变压器和容量不小于5kVA的三相变压器。

3.5.1.2　除用于电动机起动者外，所有变压器均应采用双绕组式，其初级与次级绕组间应无电的连接。

3.5.1.3　一般应采用空气冷却的干式变压器。液冷式变压器的使用应经船舶检验机构特殊批准。

3.5.2　电压调整率

3.5.2.1　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下列数值：

.1　对容量大于5kVA的单相变压器以及容量大于15kVA的三相变压器为2.5%；

.2　对容量等于或小于5kVA的单相变压器，以及容量等于或小于15kVA的三相变压器为5%。

3.5.3　并联运行

3.5.3.1　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应该相同；

.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的范围以内）；

.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一半。

3.5.4　温升

3.5.4.1　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3.5.4.1的温升限值。

温升限值　　**表**3.5.4.1

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

3.5.5　短路

3.5.5.1　所有变压器应能承受任何绕组端头短路时的热效应和机械应力，历时2s而不致损伤。

3.5.6　试验

3.5.6.1　所有变压器在制造厂应至少进行本篇3.5.6.2～3.5.6.6的试验。

3.5.6.2　温升试验：变压器应在额定负载下进行温升试验，温升限值应不超过表3.5.4.1的规定。

3.5.6.3　耐电压试验：变压器初、次级绕组和绕组对地之间，均应承受频率为25Hz至100Hz之间的任一频率和电压为1000V＋2倍线间最高电压（但最低为2000V）的交流电的耐电压试验，并应能维持lmin而无击穿或闪络现象。

注1：　进行温升试验的变压器，该项试验应在温升试验结束后立即进行。

注2： 一般应不重复进行上述试验，但如有必要允许再进行一次试验，试验电压降为首次试验电压的75%。

3.5.6.4 感应耐电压试验：变压器应能承受二倍额定电压的感应耐电压试验，试验时电源的频率应不小于二倍额定频率，试验持续时间t可按下式计算，但应不小于15s：

$$t = \frac{60 \times 2 \times \text{额定频率}}{\text{试验频率}} \quad \text{s} \qquad (3.5.6.4)$$

进行温升试验的变压器，该项试验应在温升试验结束后立即进行。

3.5.6.5 绝缘电阻试验：应依次测量每一绕组对地的绝缘电阻。测量时，所有其余绕组、铁芯、框架、箱或外壳应一起接地，并连同试验时变压器的温度一起记录下来。

3.5.6.6 电压调整率试验：变压器应进行电压调整率试验，并应符合本篇3.5.2的规定。

3.5.6.7 短路试验：根据需要进行短路试验，并应符合本篇3.5.5的规定。

第6节 蓄电池

3.6.1 一般要求

3.6.1.1 本节规定适用于固定安装的蓄电池。

3.6.2 类型

3.6.2.1 船用蓄电池可以是酸性铅板型，也可以是碱性镍板型。除此之外的其他类型，应经船舶检验机构同意。

3.6.3 结构

3.6.3.1 所有极板应为刚性结构，并应设计成活性材料的实际脱落为最小。单体电池的结构应能防止倾斜达40°时电解液外溢，并应防止散发酸雾或碱雾。

3.6.3.2 单体电池应组装在结构坚固和采用适当材料制成的板条箱和托盘内。为了便于使用，箱或盘上应装以手柄。蓄电池的重量、体积应适中。

3.6.3.3 应急蓄电池组的设计和安装，应保证在船舶正浮和横倾达22.5°或在首尾方向任何一端纵倾至10°或在前述各范围内作任何混合角度的倾斜时，均能在额定功率下运行。

3.6.4 铭牌

3.6.4.1 每个板条箱或托盘均应配置一牢固附着且耐用的铭牌。铭牌上有制造厂的厂名、型号名称和出厂日期、放电率的安—时定额（最好选用5h、10h或20h定额的工况）以及电解液的比重（若是铅—酸蓄电池，则系充电充足时的比重）。

第7节 电力与半导体变流器

3.7.1 一般要求

3.7.1.1 本节规定适用于由半导体二极管和反向阻断三极晶体闸流管（简称晶闸管）等元件所组成的电力半导体变流器，而不适用于通信用以及测量仪表的辅助设备用半导体变流器。变流可以是交流变直流、直流变交流、直流变直流以及交流变交流。

3.7.1.2 除制造厂另有规定者外，整流元件在额定负载状态下的最大允许结温，应不超过下列规定：

硒二极管： 70℃

硅二极管： 150℃

硅晶闸管： 100℃（适用于小于或等于50A者）

125℃（适用于大于50A者）

3.7.1.3 半导体变流器最好为干式空气冷却型。

3.7.1.4 液冷式半导体变流器应予以密封，若采取透气措施，则应配备适当干燥剂。

3.7.1.5 供半导体变流器用的变压器应为双绕组变压器，并应符合本章第5节的有关规定。

3.7.1.6 半导体变流堆或半导体组件应安装成可从设备中移出而不需拆散整个设备的形式。

3.7.1.7 在硒整流元件附近应不使用汞基防霉剂。

3.7.2 保护措施

3.7.2.1 当采用强迫冷却时，其电路应设计成除非保持有效的冷却，否则半导体变流器应停止工作的形式。

3.7.2.2 半导体变流器应能承受来自船舶电网的瞬时过电压及由于再生功率而产生的直流电压的升高。

3.7.2.3 半导体变流器应根据本篇2.3.13的规定设置过载和短路保护。

3.7.2.4 液冷式半导体变流器应考虑设置液体超温报警器和气动保护装置。

3.7.3 试验

3.7.3.1 半导体变流器应在制造厂进行本篇3.7.3.2～3.7.3.5规定的各项试验，但对系列生产的产品，经船舶检验机构同意可免做本篇3.7.3.2规定的试验。

3.7.3.2 半导体变流器应于正常工作状态下进行温升试验。

3.7.3.3 半导体变流器应进行效用试验。

3.7.3.4 半导体变流器应按下列的电压值进行耐电压试验，但不低于2000V：

$$U_p = 2 \times \frac{U_m}{\sqrt{2}} + 1000 \qquad (3.7.3.4)$$

式中：U_p——试验电压有效值，V；

U_m——半导体变流器任何一对端子之间的空载最高峰值电压，如果其对地电压高于二个端子之间的电压（例如变流器作串联连接时），则应取较高的电压，V。

但如果 $U_m/\sqrt{2}$ 小于90V时，则 U_p 可以取1000V。

试验以25Hz至100Hz之间任一频率的交流电压，加在设备的带电部分与可以接地的任一不带电的金属部分之间，历时lmin而无击穿或闪络现象。

3.7.3.5 以500V直流高阻计进行测试，整流器及其属件的带电部分对地之间的绝缘电阻应不低于1MΩ。

第八节 照明灯具

3.8.1 一般要求

3.8.1.1 与船舶安全和作业关系重要的照明，应符合本节的规定。

3.8.2 白炽灯

3.8.2.1 钨丝灯灯座的电压及负载应不超过表3.8.2.1的规定。

钨丝灯电压及负载　　表3.8.2.1

灯座型式		电压，V	负载
插口式	B22	250	200W / 4A
	B15d	250	15W / 2A
	B15s	50	15W / 2A
螺旋式	E40	250	3000W / 16A
	E27	250	200W / 4A
	E14	250	15W / 2A

3.8.2.2　灯座应以滞燃且不吸潮的材料制成。所有金属部件的结构应牢固，E40型灯座应有把灯泡锁牢在灯座上的措施。

3.8.2.3　照明灯具在结构上应保证进入灯具内电缆的温度不超过本篇表2.13.2.2中所列的电缆导体最高工作温度。

3.8.3　工作电压低于250V的放电灯

3.8.3.1　与灯具分开安装的所有独立的镇流器、电容器和其他附件，均应安装在接地的金属盒中。

3.8.3.2　等于和大于0.5μF 的电容器，应设有当电源一断开就迅速放电的措施。

3.8.3.3　管状荧光灯座的电压及负载应不超过表3.8.3.3的规定：

荧光灯电压及负载　　表3.8.3.3

灯座型式	电压，V	负载，W
G13	250	80
G5	250	13

3.8.3.4　管状荧光灯座的结构应符合本篇3.8.2.2的要求。

3.8.4　工作电压超过250V的放电灯

3.8.4.1　放电灯具应有坚固的结构。

3.8.4.2　所有带电部件应设计、布置和安装成不能被偶然触及或误触及，并应考虑到沿放电玻璃管的爬电距离。

3.8.4.3　放电灯用变压器应具有在电气上相隔离的初级绕组和次级绕组，且应不含有易燃液体。

3.8.4.4　放电灯用变压器应安装在灯具之内，或者尽量靠近灯具安装。

3.8.4.5　应按本篇2.7.1.4的要求，设有提醒人们注意的“高压危险”的警告标志。

3.8.5　可携照明灯

3.8.5.1　可携照明灯的结构应能使操作者无触电危险。所有的可携照明灯应具有坚固的保护栅。

3.8.5.2　用于甲板上、鱼舱、机器处所或类似场所的可携照明灯，为避免在其馈电电缆上受到应力，应备有能悬挂该照明灯的吊钩或吊环。

第9节　　航行灯与其他号灯

3.9.1 **一般要求**

3.9.1.1 航行灯及其他号灯应符合现行《国际海上避碰规则》的有关要求。

3.9.1.2 航行灯应具备IP55的防护等级。

3.9.1.3 航行灯控制箱的构造应符合本篇2.8.1的规定。

第10节 船内通信与信号设备

3.10.1 **一般要求**

3.10.1.1 具有两个或两个以上的设备并联工作的船内通信装置，当其中一个（或几个）设备切断或发生故障时，应不影响其余设备的工作。

3.10.1.2 各种自动声光警报器应设有能切断声响信号而不切断发光信号的装置。

3.10.1.3 各种自动报警和指示信号系统均应设有检查其动作是否正常的试验装置。

3.10.1.4 安装在驾驶室的重要指示器应有适当的照明并附有亮度调节器或遮光罩。

3.10.2 **传令钟**

3.10.2.1 主机传令钟若有两个及以上的发信器时，则每个发信器之间应有机械或电气的联动或联锁装置。

3.10.2.2 主机传令钟系统一般应在主机操纵台附近设有主机错向报警装置。

3.10.3 **电话**

3.10.3.1 电话应保证在船舶各种工况下通话清晰。

第11节 电热器具

3.11.1 **一般要求**

3.11.1.1 加热元件应有结构坚固的防护装置。防护装置的开孔应足够狭窄，以防止杂物落入。

3.11.1.2 电热器具在结构上应保证其电源端头所达到的温度不超过本篇表2.13.2.2中所列的电缆导体最高工作温度。

3.11.1.3 电热器具的所有内部连接线应以不燃材料作连续绝缘。电热元件之间的连接不得用锡焊。

3.11.1.4 电热器具的热态绝缘电阻应不低于0.5MΩ。

3.11.1.5 电热器具和电炊具在使用时，必须用手握持的部分，其温度应不超过表3.11.1.5给定的值。

允许手握持部分的最高温度 **表3.11.1.5**

把手、手柄及类似部件的材料	正常情况下允许直接用于握持的最高温度，℃	
	长 时	短 时
金属	55	60
瓷器、玻璃、模压材料、橡胶或木材	65	70

3.11.2 **厨房内的电热器具**

3.11.2.1 安装在厨房内的电热器具和电炊设备及其控制设备，其外壳防护等级至少为IP44。它们的外壳

应耐腐蚀，并备有一个或几个排水孔。

3.11.2.2　电炊具的结构应保证当有液体或食品溢出时，不致损坏绝缘和发生短路。

3.11.3　电取暖器

3.11.3.1　电取暖器的结构、防护和安装，应考虑到当衣服、寝具或其他易燃物质与之接触时不会导致引起火灾的危险，其外壳顶部的结构应使易燃物质不可能在其上面搁置。

第12节　　附　　具

3.12.1　一般要求

3.12.1.1　附具的设计和结构，应使绝缘导线经过之处具有足够的尺寸，表面应无粗糙的凸出物和尖角，应不突然弯曲，所有电缆出口要求有良好的圆边或有合适的衬垫。

3.12.1.2　附具的设计和绝缘导线的安装，应不使导线对其所连接的任何接线端施加应力。

3.12.1.3　附具的设计和固定，应使灰尘和潮湿不易积聚于带电部分及其绝缘上。

3.12.2　外壳

3.1.2.1　外壳应由金属或滞燃绝缘材料制成。

3.12.3　检查和拉缆箱

3.12.3.1　如果采用金属导管系统，则检查和拉缆箱应为金属的，并应与导管有牢固的电气连接和机械连接。

3.12.4　插头和插座

3.12.4.1　插头和插座的结构应符合下列要求：

.1　插头和插座带电部分的温升应不超过30℃；

.2　插头插入时应不使工作人员可能接触到任何带电部分，也应不使插头仅有一只插销插入插座；

.3　在插头插入或拔出时不致发生短路。插头的插销不得使带电极接地；

.4　工作电压超过50V的插头与插座均应有一保护接地极。插头上的接地销截面和长度均应大于其余的销；

.5　不同电压等级的插头、插座应有不同的结构型式。

3.12.4.2　额定电流大于16A的插座，应与开关联锁，当开关处于“接通”位置时，插头不能插入或拔出。

3.12.4.3　IP56结构的插头及插座，在插头插入或拔出的任一状态下，均应能保证其防护性能。