

船舶电气管理工艺

徐维克 主 编
李天祥 副主编
赵宏革



大连海事大学出版社

ISBN 7-5632-1418-6



9 787563 214181 >

ISBN 7-5632-1418-6
U · 367 定价: 14.00元

014X
XW10

船舶电气管理工艺

徐维克 主 编
李天祥 副主编
赵宏革

大连海事大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气管理工艺/徐维克主编. —大连:大连海事大学出版社, 2000. 9

ISBN 7-5632-1418-6

I. 船… II. 徐… III. 船用电气设备-设备管理 IV. U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000) 第 37524 号

大连海事大学出版社出版

(大连市凌水桥 邮政编码 116026 电话 4728394 传真 4727996)

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连海事大学印刷厂印刷 大连海事大学出版社发行

2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 7.75

字数: 193 千 印数: 0001~1500 册

责任编辑: 张 娴 封面设计: 王 艳

责任校对: 贾 玫 版式设计: 张 娴

定价: 14.00 元

内 容 提 要

本教材共分七章。第一章介绍船舶电气系统的组成,船舶电气设备所处的特殊环境条件及防护措施。第二章介绍船舶电工材料、电气仪表、电器件等使用、测量技术。第三章介绍常用控制电器的选用与更换、正确安装、使用注意事项及维护检修的有关知识。第四章主要介绍船用电机的维护保养工艺,包括电刷位置的调整、电机引出线的判别、电机的烘潮处理、电机的运行管理、常见故障及检测方法等。第五章主要介绍船舶电站的日常管理,船舶发电机的单机运行和并联运行及其故障分析,船舶照明系统的灯具的安装使用,蓄电池的充放电工艺及维护保养、故障排除方法。第六章主要介绍电气控制线路故障检查,包括起动箱、起货机、锚机、绞缆机、舵机、辅锅炉、冷藏、空调电气系统的维护保养及常见故障分析等。第七章主要介绍预防触电的安全措施,电气火灾的预防与扑救,船舶电气系统的安全接地的作用、要求与工艺。

前 言

本书是为了履行《1978 年海员培训、发证和值班标准国际公约(1995 年修正)》(STCW 78/95 公约)要求以及中华人民共和国港务监督局颁布的《中华人民共和国海员专业训练办法》和相应的培训纲要,使船舶轮机员适应新形势的要求,全面负责船舶电气设备的使用、维护管理而编写的。在编写中参考了中国船级社 1996 年出版的《钢质海船入级与建造规范》,中华人民共和国港务监督局 1998 年实施的《中华人民共和国海船船员适任考试和评估大纲》等有关船舶电气管理技术要求及其他有关规定规则,在总结长期管理经验的基础上,比较全面、系统地介绍了对船舶电气设备的正确使用操作、科学维护管理、迅速排除故障的一般通用工艺及要求(不涉及具体设备的工作原理)。

全书共分七章,内容涉及船舶电气系统的概况;船舶的特殊环境条件和工作条件;船舶电工材料、电气仪表、电器件等使用、测量技术;船舶电机、船舶自动电站、船舶辅机电气系统、安全用电等方面的维护管理知识及相关管理规范。

本书由徐维克主编,其中第一章至第三章由徐维克编写,第四章、第七章由李天祥编写,第五章、第六章由赵宏革编写。全书由李天祥副教授审阅。

本书由浅入深地介绍了船舶电气方面的基础知识,并针对实践环节进行了具有实际指导意义的说明,全面系统地介绍了船舶电气设备的正确使用、科学管理、排除故障的通用工艺方法及要求,可直接应用于实践。同时,本书还附有相关的管理规范,以用于查询。本书无论是对船舶电气管理业务水平的提高还是用于指导实际工作,都具有指导意义。

本书主要作为航海院校轮机管理专业本科、专科及函授生的教材,这将使他们尽快熟悉和具有正确使用、维护、管理电气设备的实际能力,也可作为船舶现职轮机管理人员及其他有关人员提高业务水平提供参考,同时,还可以作为实际船舶电气维护与管理工作的参考手册。

由于水平、时间及篇幅所限,书中难免有不妥之处,恳切希望使用本书的广大读者批评指正。

编 者

2000 年 2 月于大连

目 录

第一章 概述	1
第一节 船舶电气系统的组成	1
第二节 船舶的环境条件和工作条件	2
第三节 电气设备的外壳防护和防爆	3
第四节 船舶电气设备维护的一般方法	4
第二章 船舶常用的电工材料及测量仪表	7
第一节 船用绝缘材料	7
第二节 船用导电材料	9
第三节 磁性材料	11
第四节 船用其他电气附属材料	12
第五节 船用电线电缆	14
第六节 常用电工仪表及测量	28
第三章 船舶常用低压电器及其维护管理	28
第一节 接触器	28
第二节 继电器的维护管理	32
第三节 主令控制器	34
第四节 自动空气断路器	36
第五节 常用熔断器	37
第六节 相序指示器	39
第四章 船用电机的维护管理	40
第一节 船用电机的基本要求	40
第二节 船用电动机的维护与保养	42
第三节 船用异步电动机的故障与维修	52
第四节 船用直流电动机的故障与维修	57
第五节 船用变压器的维护管理	60
第五章 船舶电站的管理与维护	63
第一节 船舶电站的特点与管理	63
第二节 船舶配电装置的管理与维护	65
第三节 自动电压调整器的维护管理	65
第四节 船舶发电机的维护与保养	66
第五节 船舶发电机并联运行及其故障分析	69
第六节 船舶照明系统	71
第七节 蓄电池的管理与维护	74
第八节 船舶电站自动化装置的管理与维护	80

第六章 船舶辅机电气系统的管理与维修	83
第一节 基本要求与保养周期	83
第二节 电气线路故障检查	84
第三节 船用启动箱的管理与维修	89
第四节 船舶电动起货机电气系统的管理与维护	91
第五节 锚机、绞缆机电气系统的管理与维护	95
第六节 舵机电气线路的维护与检修	95
第七节 船用辅锅炉及冷藏、空调设备电气系统的维护与检修	99
第七章 船舶安全用电	103
第一节 触电及预防	103
第二节 电气防火	107
第三节 船舶电气系统的接地保护	108
第四节 油船电气设备的安全管理	111
参考文献	115

第一章 概 述

第一节 船舶电气系统的组成

船舶电气系统主要是由船舶电站(电源设备和配电装置)、电力网、各种用电负载、各种控制电器件和电工测量用仪器、仪表等按一定的连接方式组成的整体。其电力系统单线图如图1-1所示。

一、电源设备

它是将机械能、化学能等能源转变成电能的装置。船舶常用的电源设备是交流或直流发电机组和蓄电池。

二、配电装置

它是对船舶电源、电力网和电力负载进行保护、监视、测量和控制的装置。根据供电范围和对象的不同,它可分为主配电板、应急配电板、动力分配板、照明分配板、蓄电池充放电板等。

三、船舶电力网

它是全船电缆和电线的总称。其作用是将电能的生产者(各种电源)和电能的消费者(各种电力负载)联系起来。船舶电力网根据其所联接的负载性质,可以分为动力电网、照明电网、应急电网、小应急电网等。

四、负载

船舶电力负载大体可分为如下几类:

1. 船舶各种机械的电力拖动

(1) 甲板机械——舵机、锚机、绞缆机、起货机、舷梯绞车、吊艇机等;(2) 舱室机械——各类油泵、水泵、空压机、冷冻机、通风机、空调设备等;(3) 电力推进船舶或特种工程船舶使用的推进电动机及生产机械用电。

2. 船舶电气照明

工作场所和生活舱室安装的各种照明灯具及各种航行灯和信号灯具用电。

3. 船舶通信和电航设备

船舶通信设备有无线电收发报机、电话、广播、声光报警装置、电车钟、舵角指示器等。电

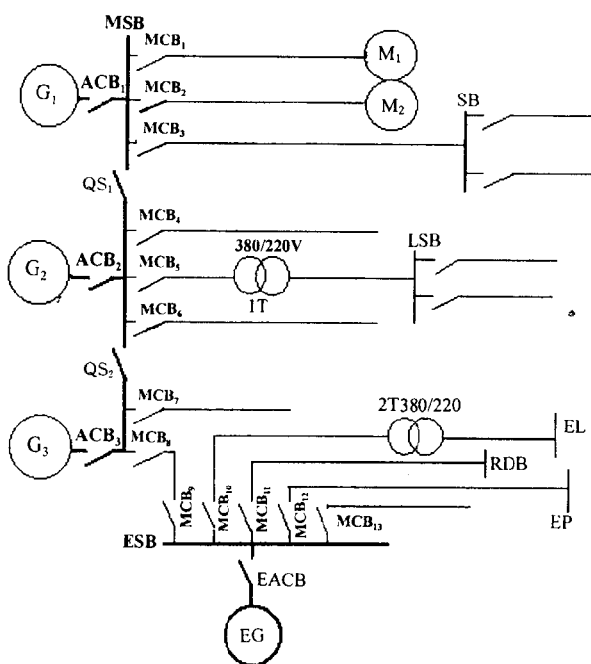


图 1-1 船舶电力系统示意图

SB-电力分配板;LSB-照明分配板;EL-应急照明分配板;RDB-无线电配电板;EP-应急电力分配板;M₁、M₂-总配电板直接供电的电动机;EG-应急发电机;G₁、G₂、G₃-主发电机;ACB₁、ACB₂、ACB₃-发电机主开关;EACB-应急发电机主开关;QS₁、QS₂-母线分段开关;MCB₁~MCB₁₃-装置式自动开关;1T、2T-照明变压器

航设备有陀螺罗经、雷达、罗兰导航仪、无线电测向仪、电测深仪、电计程仪等。

4. 其他用电设备

如电热器、洗衣机、电视机、录放像机等家用电器和电炉、电烤箱、电蒸锅等厨房电器。

五、控制电器件

包括控制箱、继电器、接触器、行程开关、主令电器、变阻器、控制器、电磁铁、刀开关、熔断器、自动开关和转换开关等。

六、电工测量用仪器、仪表

它是了解船舶或各种动力设备的运行状况和维护检修电器设备所用的仪器。常用的主要有万用表、兆欧表、钳形电流表、自耦变压器、交、直流电压表、电流表、功率表、功率因数表、频率表、绝缘表、在交流并车屏上的整步表等。

此外,还有自动控制、自动记录、自动检测设备和其他电子技术设备。

第二节 船舶的环境条件和工作条件

船舶的环境条件比陆地差,特别是远洋船舶,航行区域广,气温变化大,相对湿度大,空气中常有盐雾、油雾及霉菌等腐蚀物,这些都会使电气设备的绝缘性能下降,造成设备损坏。船舶的摇摆,主机及推进系统运行时产生的振动也同样会造成电气设备损坏,影响动作的可靠性、准确性。为此,船舶电气设备必须满足“船用条件”的要求。中国船级社 1996 年颁布的《钢质海船入级与建造规范》(以下简称“ZC”规范)中提出的环境条件是: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 1-1 所列。但适用于电子设备的环境空气温度的上限为:55℃;

(2)倾斜摇摆如表 1-2 所列;

(3)船舶正常营运中所产生的振动和冲击;

(4)潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌。

表 1-1 环境温度

介质	部 位	温 度 (℃)	
		无 限 航 区	除热带海区以外的有限航区
空气	封闭处所内	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

电气设备应能在表 1-3 规定的电压和频率偏离额定值的波动情况下可靠工作。

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。

表 1-2 倾 斜 角

设 备、组 件	倾 斜 角 (°) ^{① ②}			
	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 ^①	22.5	22.5	10	10
上列以外的设备、组件	15	22.5	5	7.5

注: ①可能同时发生横向和首尾向倾斜; ②装运液化气体和化学品的船舶, 其应急电源还应在船舶进水以至于最终横倾达 30 ° 的极限状态下能保持供电。

表 1-3 电 压 和 频 率 波 动

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	+30 ~ -25	—	—
	电 压	+20 ~ -25		

第三节 电气设备的外壳防护和防爆

为了保证船舶电气设备不受外界环境的影响, 应对其进行防护。电气设备的外壳防护型式, 应符合国际电工委员会(IEC)第 529 号出版物《外壳防护型式的分级》或与其等效的国家标准的规定。表示防护等级的标志符号由 IP 字母后面加两位数字组成:

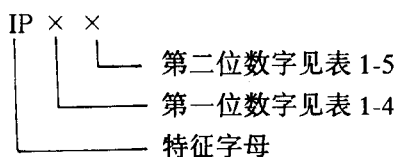


表 1-4 第一位数字所代表的防护等级

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 50 mm 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 50 mm 的固体
2	防护大于 12 mm 的固体	手指或类似物, 长度超过 80 mm, 直径超过 12 mm 的固体
3	防护大于 2.5 mm 的固体	直径或厚度大于 2.5 mm 的工具、电线等。直径超过 2.5 mm 的固体
4	防护大于 1.0 mm 的固体	厚度大于 1 mm 的线或片状物, 直径超过 1 mm 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

表 1-5 第二位数字所代表的防护等级

第二位 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°角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。

若需在可能出现爆炸性气体、蒸汽或粉尘而有爆炸危险的处所安装电气设备,则必须符合 IEC79 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 GB 3836《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。或应具有中国船级社认可的防爆主管试验机构核发的防爆合格证的防爆电气设备。船舶上通常使用下列几种类型的防爆电气设备:

(1)本质安全型 $E_X“i”$:是指在正常运行或发生故障情况下产生的火花或热效应,均不能点燃爆炸性混合物的电气设备。

(2)隔爆型 $E_X“d”$:是指在电气设备内部发生爆炸时,不致引起外部爆炸性混合物爆炸的电气设备。

(3)增安型 $E_X“e”$:是指在正常运行时不产生火花、电弧或危险高温的电气设备上采取措施,以提高其安全程度。

(4)正压型 $E_X“p”$:是指向外壳内充入正压的清洁空气、惰性气体或连续通入清洁空气来阻止爆炸性混合物进入外壳内部的电气设备。

此外,具有正压型外壳,内装空气涡轮驱动发电机的灯具可认为是防爆灯具。

第四节 船舶电气设备维护的一般方法

很多事物都有其个性和共性,船舶电气设备也不例外,其种类繁多,技术指标相差甚远,使用场所的工作条件和性质不同,使用的维护工具不同,因而有其各自的维护方法。聚各种维护方法的共性,集最简单、最常用的方法,归纳起来有 6 种,简述为看、听、闻、摸、测、做 6 个字。

看 通过观察电气设备组成部件的外形变态和监视装置的指示,判定电气设备运行工况与故障情况。船用电气设备和其控制系统大部分都装设监测仪表或指示装置,通过观察监测仪表所指示的数值,或指示装置所呈现的状态,就能清楚地了解电气设备运行是否正常。在处理电气设备故障时,可以首先从观察其组成部件外形变态入手,如电网中出现短路故障时,我

们只要观察熔断器是否有烧断的现象,就可以知道是不是有短路故障,和在哪一相发生了短路故障。又如电气设备的紧固情况,可以通过观察其紧固件是否有松动而得到正确的判定。总之,我们把“看”做为了解电气设备运行工况和判定各种故障的先导方法是行之有效的。

听 通过倾听电气设备运行时声音的变化来判断工况是否正常。在正常情况下,运行着的电气设备的声音是比较小,比较均匀的,但出现故障时,电气设备就会发出异常的声音。如异步电动机在单相启动时,不但电动机启动不了,同时还会发出“嗡嗡”的声音。当电动机的轴承发生损坏时,就会发出“沙沙”的声音。又如交流接触器一旦短路环断裂或脱落时,一通上电,在铁心与衔铁处就会有“吱吱”的响声。只要听到电气设备有异常的声音,就应当立即采取措施,找出故障点,排除故障。

闻 通过嗅闻电气设备运行时散发出来的气味判断工况是否正常。我们知道船舶电气设备(包括电机、电器、电缆等)都广泛采用了各种绝缘材料。在正常情况下,只要不超过其容许温升,一般的受热就不会有什么气味。当电气设备出现短路、过载等故障时,温升超过容许值,不但可能使绝缘漆(绝缘胶)等熔化,同时还会散发出糊焦味,异常刺鼻。只要某个设备发出糊焦味,必定有故障。因此,采取“闻”味的方法,也是维护电气设备常用的方法。

摸 用手触及电气设备的不带电部分,判断运行温度是否正常。电气设备投入运行后,其温度必然要升高,使得不带电的外壳温度也要上升。因此,摸电气设备外壳的温度就能判断出其内部发热情况,这在一定范围内还是可以的。有时,当电机绕组出现短路时,在抽出转子、经短时通电又停电后,也可用手摸出哪个槽内绕组发热最厉害,从而判断出此处为该绕组的短路处。当然根据用手摸是否发烫,来判断电气设备是否过热是十分不准确的,特别是随着船用电气设备所用绝缘等级的提高,用摸的方法是无法准确判断的。因此,摸的方法只能作低级绝缘设备或一般设备的初步试探。要准确地测试温升,应采用“温度计法”或“电阻法”进行测试。

测 通过常用测量仪器测试电气设备的各种运行参数和绝缘电阻值,了解运行工况。在电气设备及其控制系统中通常都装设有各种测量仪表,只要电气设备一投入运行,就可以直接测得各种运行参数。测量电气设备的绝缘电阻,可采用兆欧表(摇表)来测得有关的数值。只要所测数据符合技术要求,就可以正常运行。否则,就要进行检修。

做 指对电气设备进行的检查、维护和保养。根据电气设备维护保养周期的要求,做好经常性的清洁保养工作,是保证电气设备可靠运行的重要措施,也是电气管理人员的日常重要工作。如电磁式继电器、接触器触头的维护,电机轴承的维护保养以及直流电机换向器和电刷的维护等。

船舶电气设备正常运行状态下的维护管理是较容易进行的,可是非正常状态(即故障状态)下的维护管理就比较复杂。电气设备的故障是多种多样的,电气管理人员只有在了解电气设备运行原理的基础上,经过长期的实际工作的锻炼,才能达到较熟练的程度。因此,经验的积累是必不可少的。

目前,船舶技术装备不断更新,这又要求电气管理人员掌握新设备的运行原理,并且在工作中不断总结、不断完善维护管理细则,从提高科学性,减少盲目性,提高工作效率,加快信息流通,提高经济效益做起,从维护管理中求效益。总之,必须不断提高维护管理水平。

复习思考题

1. 船舶电气设备的主要组成部分有哪些？
2. 船舶应适应什么样的环境条件？
3. 外壳的防护等级中,各数字代表什么意思？发电机的最低防护等级为 IP23 代表什么意思？
4. 船舶上通常使用哪几种类型的防爆电气设备？
5. 简述船舶电气设备维护的一般方法。
6. 船舶一般电气设备在电压和频率偏离额定值多少应能可靠工作？

第二章 船舶常用的电工材料及测量仪表

电工材料是电气化、信息化的最重要的基础材料。没有电工材料,无论是电能的生产、输送、分配和使用,还是信息的收集、传播、交换和控制都是难以实现的。随着船舶电气化、自动化程度的提高,电工材料在船舶上的应用越来越广泛。由于电工材料品种繁多,所以在电气设备改进和维修工作中必须按要求选择和使用电工材料。正确而恰当地选用电工材料,对于电气设备的正常运行具有很大意义。下面介绍一些船舶上常用的电工材料。

电工材料是决定或影响设备及器件的电气特性的材料。对电工材料可按电磁性质、化学性质、物理形态和用途分别进行分类。通常按其电磁性质可分为导电材料、半导体材料、绝缘材料、磁性材料及特殊材料等。

第一节 船用绝缘材料

绝缘材料又称电介质,是指电阻率为 $10^7 \sim 10^{20} \Omega \cdot m$ 的电工材料。在直流电压作用下仅有极微弱的漏泄电流通过,一般可认为是不导电的。绝缘材料在电气设备、输电线路和电工仪器仪表中最重要的作用是将带电部件与其他部件相互隔离,也就是绝缘,以使电流按所规定的途径流通,并保证设备的安全运行。绝缘材料还能起到支撑和固定导体、分隔不同电位的导体、改善电场的电位分布以及散热、灭弧、防潮、防霉等保护导体的作用。绝缘材料的另一个用途是为电容提供储能条件。

一、绝缘材料的性能指标

1. 耐高压 绝缘材料应在一定的电压下使用,使用电压过高会加速老化。对船舶低压设备,所有绝缘材料都能满足要求。

2. 耐热性能好 工作于电气设备(电机、电器、电热器等)上和温度较高场合(如锅炉舱等)的绝缘材料,由于设备和周围环境温度的升高,将使绝缘材料温度随之升高。绝缘材料受热后将发生软化、熔化、挥发、灼焦、开裂、脆化、电阻率降低、损耗增加、老化和热击穿等一系列性能与形态的变化,因而要求绝缘材料的导热性好、热导率高,同时有足够的热稳定性。

3. 耐潮、抗霉性能好 船舶绝缘材料经常受到霉菌的侵袭,使材料丧失绝缘性能。当遭霉菌侵袭后,轻者使绝缘材料表面呈现白霉点,重者可长出白色绒毛状的霉菌。这时需要立即采取措施进行处理,否则会导致绝缘击穿。当温度为 $20 \sim 30^\circ\text{C}$,相对湿度为 $85\% \sim 100\%$ 时,最适宜霉菌的生长,而船舶上则具备这种霉菌生长的条件。为了提高防霉性能,在船用绝缘材料中往往用加入防霉剂的方法来杀死或抑制霉菌的生长。

4. 机械强度高 船舶绝缘材料因受到机械力的影响(如振动、压挤、拉伸等),会使绝缘材料产生裂纹、起层皮、变形和破损等,因此要注意选择机械强度高的绝缘材料。

二、绝缘材料的耐热等级

每种绝缘材料都有一个最高温度的限制,称为最高容许温度,在此温度下长期工作时,材料的性质不发生显著变化,能够可靠工作至设计寿命。按照各种绝缘材料的最高容许温度将其划分为 7 个耐热等级,见表 2-1。

表 2-1 绝缘材料的耐热等级

耐热等级	Y	A	E	B	F	H	C
最高容许工作温度	90 ℃	105 ℃	120 ℃	130 ℃	155 ℃	180 ℃	180 ℃ 以上
材料举例	棉纱、天然丝、纸板、木质板	漆布、漆纸、聚酰胺薄膜、层压木板	聚酯膜、环氧、聚酯和聚胺酯的树脂和胶类	聚酯薄膜和纤维、玻璃漆布	玻璃漆布、以酯环族环氧为基础的玻璃云母制品	玻璃漆布、浸渍过的石棉水泥、聚酰亚胺薄膜的复合绝缘	云母、电瓷、电工用石板、玻璃云母模压制品

电气设备投入运行后,由于损耗转变为热量,电气设备各部分的温度将高于周围介质的温度(环境温度)。电气设备的温度 θ 与环境温度 θ_0 之差,称为电气设备的温升,以 τ 表示:

$$\tau = \theta - \theta_0 \quad \text{或} \quad \theta = \theta_0 + \tau$$

由此可见,电气设备工作时的温度 θ 是由环境温度 θ_0 和温升 τ 两部分来确定的。

当所用的绝缘材料确定后,电气设备的最高容许温度 $\theta_{\max}$ 就确定了,这样,在一定的环境温度下,电气设备就有一个与所用绝缘等级相对应的最高容许温升 $\tau_{\max} = \theta_{\max} - \theta_0$,称为温升限值。它是制造厂确定额定容量和额定电流的主要依据,并标志在产品的铭牌上,这时的 θ_0 为国家规定的标准环境温度,对船舶电器 $\theta_0 = 45^\circ\text{C}$ 。

要准确测出工作中的电气设备各部分的温度是比较困难的,用不同的测温方法测得的温度往往不同,如电阻法只能测得温度的平均值,酒精温度计测得可接触到的表面的温度,都不是最热点的温度,所以,最热点的温度等于测量值加上 $10\sim 20^\circ\text{C}$ 的差值。

三、船舶常用的绝缘漆及溶剂

绝缘漆主要是以合成树脂或天然树脂等为漆基(成膜物质)与某些辅助材料(溶剂、稀释剂、填料和颜料等)组成。一般船用电气设备对绝缘性能要求较高,在维修这些设备时,使用的绝缘漆也相应有较高的要求。常用的绝缘漆分为浸渍用清漆和覆盖用磁漆两种。

1. 浸渍漆

浸渍漆主要用于浸渍电机、电器的线圈和绝缘零部件,以填充其间隙和微孔,固化后能在浸渍物表面形成连续平整的漆膜,并使线圈粘结成一结实的整体,提高绝缘结构的耐潮性、导热性、电击穿强度和机械强度等。

2. 覆盖漆

船舶常用的覆盖漆是内含填料或颜色的磁漆,其用于涂覆经浸渍处理的线圈和绝缘零部件,在其表面形成连续而厚度均匀的漆膜,作为绝缘保护层,以防机械损伤和受大气、润滑油、化学物品等的侵蚀,提高表面放电电压。因此对覆盖漆要求具有干燥快、附着力强、漆膜坚硬、机械强度高以及耐潮、耐油、耐腐蚀、耐电弧等特性。

在使用各种绝缘漆时,应按照说明书的要求进行,特别是一些外国产品,更应仔细阅读说明书。

四、船舶常用的固体绝缘材料

在维修船舶电气设备时经常用到一些绝缘带、各种绝缘纸和薄膜、绝缘套管及衬垫用各种

绝缘板等。对这些固体绝缘材料的一般要求是:要有较高的电气绝缘强度,应耐热、耐潮;有些材料应具有柔韧性,具有一定的抗拉强度,导热性能良好,温度变化时对其性能无较大影响。

1. 常用各种绝缘带

(1)白布带 白布带有斜纹、平纹两种,根据要求的抗拉强度来选择,白布带若不经浸渍,其电气性能较差,吸潮后绝缘性能更差,一般用做增强机械强度和绑扎。

(2)各种绝缘布带 常用的有黑胶布带、黄蜡布带、黄蜡绸带、玻璃漆布带、有机硅玻璃粘带等多种,这些都是日常维护各种电气设备常用的材料。

2. 常用绝缘薄膜和复合箔

(1)电工用绝缘薄膜的特点是厚度薄、柔软、耐潮、电气性能和机械性能高,其主要用于电机、电器线圈匝间、端部包扎绝缘,衬垫绝缘以及做电容器介质。它常与纤维材料一起制成复合箔。

(2)复合制品是在薄膜的一面或双面粘合纤维材料,以加强薄膜的机械性能,提高抗撕强度和表面挺度,其适合于中小型电机槽绝缘,电机、电器线圈端部绝缘和相间绝缘。常用的聚酯薄膜绝缘纸复合箔,其颜色为青灰色,耐热等级为E级,厚度为0.1~0.3 mm。在常态下,厚度为0.15 mm的聚酯薄膜绝缘纸复合箔电击穿强度为6.5~12 kV。

3. 电绝缘纸和纸板

电绝缘纸和纸板,系由含胶质纸的木或棉、亚麻等植物做原料,经制造而成。用植物纤维制成的绝缘纸和纸板,具有一定的机械性能,但易吸潮,耐热性差。使用时,一般需要与绝缘油组成组合绝缘或经一定的浸渍处理,以提高其电气和热老化性能、耐潮性能以及导热能力等。电绝缘纸有各种规格的电缆纸、电话纸、电容器纸,钢纸板用于日常维修做衬垫和线圈的绝缘框架,其颜色多为红色,又称红钢纸,其厚度为0.5~3mm,其绝缘强度不小于3.5kV/mm。

4. 电工常用层压制品

电工层压制品是由绝缘纤维做底材,浸或涂以不同的胶粘剂,经热压、卷制而成。层压制品主要分层压板、管、棒及特种层压板四类。常用的有酚醛层压纸板、酚醛层压布板、层压玻璃布板等,可用做衬垫和隔离各种电气设备,也可做控制屏板用来安装电器等设备。

第二节 船用导电材料

一、熔体材料

熔体材料基本上可分为低熔点和高熔点两大类。形状有丝状、带状和片状等,由它制成的各种形式的熔断器应用于电路中,起到保护电路的作用。

为了经济而有效地选用熔断器,应了解各种熔体材料的特点。

常用的熔体材料有铜、银、锌、铅锡合金、铝及其他合金。银具有高的电导率和热导率,银质熔体无论在空气中或石英砂填料中均能很好地承受长期通电和连续过载的作用。在高温下,它也会氧化,但氧化膜电导率高,而且在高于180℃的温度下能分解成纯银。银还具有良好的工艺性,容易进行精密加工,与触头焊接方便,从性能上讲,银是最合适的熔体材料,但银的资源很少。铜具有与银最相近的物理性能,因此它也被广泛用做熔体材料,但是铜质熔体在空气中容易氧化,影响其寿命;另外铜质熔体不适用于周期变化的负载;铜的热电常数比很大,不宜做快速熔断器的熔体。近年来,铝质熔体得到发展,铝的主要优点是价格低廉,根据其物理性能,铝特别适合做快速熔断器的熔体。