

船舶通信导航

设备维修分册

张治军 主编
朱克洪 主审



大连海事大学出版社

船舶通信导航

设备维修分册

张治军 主编

朱克洪 主审

大连海事大学出版社

© 张治军 2009

图书在版编目 (CIP) 数据

船舶通信导航. 设备维修分册 / 张治军主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2009. 9
ISBN 978-7-5632-2349-7

I. 船… II. 张… III. ①航海通信—通信设备—维修②航海导航—导航设备—维修
IV. U675.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 164321 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路 1 号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

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

大连美跃彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm×260 mm 字数: 251 千 印张: 10.25

责任编辑: 史洪源 版式设计: 海 韵

封面设计: 王 艳 责任校对: 高 炯

ISBN 978-7-5632-2349-7 定价: 120.00 元 (共 3 册)

前言

为了帮助船舶驾驶员提高通信导航业务、设备操作和维修保养能力,更好地胜任船舶无线电岗位工作,广州远洋通信导航有限公司组织编写了《船舶通信导航》一书(综合业务分册、设备操作分册和设备维修分册)。本书可作为船舶驾驶员从事通信导航工作的指导书,也可作为大专院校驾通合一专业和驾驶员通信导航岗位技能培训的教材。

设备维修分册从培养驾驶员的实际维修能力出发,着重介绍了通信导航设备维修的基础知识和实用知识。本分册共分为四章,第一章“船舶电工基础知识”是船舶无线电入门的基础知识,内容包括电路的基本概念和定律、船舶电力和配电系统简介、蓄电池知识、常用电工仪表工具的使用、常用电子元器件知识等;第二章“通信导航设备维修知识”除了介绍通信导航设备维修必备的基础知识外,重点介绍了各种通信导航设备常见故障的维修知识;第三章“船舶计算机通信与维修知识”介绍了船舶计算机、局域网、常见通信软件、办公软件的基本知识和简单故障排除;第四章“通信导航设备维修案例集锦”共摘录了20个设备故障维修典型案例。

设备维修分册由广州远洋通信导航有限公司张治军、张剑锋、曾德庆等技术人员编写。全书由张治军主编,朱克洪主审。

在本书编写过程中,得到中远集团安监部陈正杰、高志成同志的热情鼓励,中远航运许土芬、李秋林,厦门远洋汤祥文,中海发展高伟燊,长航油运张爱民等同志给予了大力支持并提出很多宝贵意见,在此表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2009年5月

目 录

第一章 船舶电工基础知识.....	(1)
第一节 电路的基本概念和定律.....	(1)
第二节 船舶电力和配电系统简介.....	(5)
第三节 蓄电池知识.....	(7)
第四节 常用电工仪表工具的使用.....	(12)
第五节 常用电子元器件知识.....	(18)
第二章 通信导航设备维修知识.....	(24)
第一节 通导设备维修基础知识.....	(24)
第二节 MF/HF 组合电台维修知识.....	(26)
第三节 INMARSAT 船站维修知识.....	(29)
第四节 VHF DSC 无线电话维修知识	(35)
第五节 NAVTEX 接收机维修知识	(36)
第六节 GPS 维修知识	(38)
第七节 AIS 维修知识.....	(39)
第八节 气象传真接收机维修知识.....	(40)
第九节 VDR/SVDR 维修知识.....	(41)
第十节 测深仪、计程仪维修知识.....	(42)
第十一节 ARPA/雷达维修知识.....	(46)
第十二节 陀螺罗经维修保养知识.....	(50)
第十三节 磁罗经保养知识.....	(54)
第三章 船舶计算机通信与维修知识.....	(56)
第一节 船舶计算机通信简介	(56)
第二节 船舶计算机网络介绍.....	(57)
第三节 船舶计算机的组成及常见故障排除	(61)
第四节 船舶计算机网络的安装调试及故障排除	(66)
第五节 AMOS 通信软件的安装设置及故障排除.....	(85)
第六节 Rydex 通信软件的安装设置及故障排除.....	(87)
第七节 船舶计算机其他常用软件的介绍.....	(97)
第四章 通信导航设备维修案例集锦.....	(106)
案例一 JSS-800 型中高频组合电台常见故障的维修.....	(106)
案例二 SAILOR 4000 系列中高频组合电台充放电单元故障的应急处理.....	(108)
案例三 依靠岸基支持, 自修通导设备大有可为.....	(110)
案例四 INM-C 站“死机”故障排除.....	(112)
案例五 C 站故障检修基本步骤和方法.....	(114)
案例六 FELCOM 15 INM-C 站打印机小故障的排除.....	(116)
案例七 F 船站内置 GPS 故障不用慌.....	(118)

案例八	维修工作应广开思路.....	(121)
案例九	NAVTEX 接收机天线故障的判断与处理.....	(127)
案例十	严谨的态度是技术工作的制胜法宝.....	(129)
案例十一	船舶黑匣子 (VR3000) 主程序起死回生.....	(132)
案例十二	通导设备应接“干净”的 24 V 直流备用电源.....	(136)
案例十三	KH6000 HUCLEUS3 雷达故障案例分析与修理.....	(139)
案例十四	BridgeMaster E 雷达转换箱故障的应急处理.....	(141)
案例十五	忽视对国际规范研究与执行将铸成大错.....	(143)
案例十六	计程仪探头清洁导致险情发生.....	(145)
案例十七	检修计程仪并不难.....	(147)
案例十八	TKC TG-5000 陀螺罗经维修探讨.....	(150)
案例十九	船舶网络故障解决实例.....	(152)
案例二十	IGC-800 型集成 GPS 罗经仪介绍及常见故障处理.....	(154)

第一章 船舶电工基础知识

第一节 电路的基本概念和定律

一、电路的基本概念

电流经过的路径叫做电路，它是为了某种需要而由某些电工设备或元件按一定方式组合起来的，例如在日常生活中，把一个灯泡通过开关、导线和干电池连接起来，就组成了一个照明电路。任何一个完整的实际电路，不论其结构和作用如何，通常总是由电源、负载和中间环节（导线和开关）等基本部分组成。根据输送和控制能量的规模大小与不同的使用目的，电路大致可分为电能输送与变换、信号传递与处理两种类型。相对于通信导航设备来说，其电路主要是信号传递与处理电路。

1. 电源

电源是供给电能的设备，其形式是多种多样的，电源是直流电的电路称为直流电路，电源是交流电的电路称为交流电路。

2. 负载

负载是应用电能的装置，它把电能转换成其他形式的能量。

3. 中间环节

中间环节的作用是传递、分配、处理和控制在电能，最简单的中间环节是一个开关和一根连接导线。一般情况下，电源接在中间环节的输入端，负载接在它的输出端。

二、直流电和交流电的基本概念

电荷是物质的固有属性。通常，物体中的正、负电荷数量是相等的，一旦物体失去或得到一些电子时，就表现出正电或负电。电荷有规则的运动就产生电流。平常所说的“电流是多少”，实则是指“电流强度是多少”。电流强度表示电流的大小，它的单位为“安培”，简称“安”，用符号“A”表示。

如果在一个电路中，电荷沿着一个不变的方向流动，这就是“直流电”。在日常生活中，由“电池”提供的电流，就是直流电。电池有极性，分正极与负极。

当电路中的电流随着方向和强度的变化作周期性变化时，称其为“交流电”。发电厂生产的电能是交流电，船舶发电机输出的电能是交流电，家庭用电和工业动力用电也都是交流电。

三、电流、电压与电阻的基本概念

1. 电流

电荷的定向移动叫做电流，电流常用 I 表示。电流分直流和交流两种。电流的大小和方向不随时间变化的叫做直流；电流的大小和方向随时间变化的叫做交流。电流的单位是安(A)，也常用毫安(mA)或者微安(μA)作为单位。 $1 A = 1\,000\, mA$ ， $1\, mA = 1\,000\, \mu A$ 。

电流可以用电流表测量。测量时把电流表串联在电路中，要选择电流表指针接近满偏转

的量程。这样可以防止电流过大而损坏电流表。

电流的方向规定为正电荷运行的方向。

2. 电压

电荷之所以能够流动，是因为有电位差。电位差也就是电压。电压是形成电流的原因。在电路中，电压常用 U 表示。电压的单位是伏 (V)，也常用毫伏 (mV) 或者微伏 (μV) 作为单位。1 V=1 000 mV, 1 mV=1 000 μV 。

电压可以用电压表测量。测量时，把电压表并联在电路上，要选择电压表指针接近满偏转的量程。如果电路上的电压大小估计不出来，要先用大的量程，粗略测量后再用合适的量程。这样可以防止由于电压过大而损坏电压表。

3. 电阻

导体对电流的阻碍作用就叫做该导体的电阻。

电阻器简称电阻，通常用“R”表示，是所有电路中使用最多的元件。电阻的主要物理特征是变电能为热能，也可说它是一个耗能元件，电流经过它就产生内能。电阻在电路中通常起分压分流的作用，对信号来说，交流与直流信号都可以通过电阻。

电阻都有一定的阻值，它代表这个电阻对电流流动阻挡力的大小。电阻的单位是欧姆，用符号“ Ω ”表示。欧姆是这样定义的：当在一个电阻器的两端加上 1 V 的电压时，如果在这个电阻器中有 1 A 的电流通过，则这个电阻器的阻值为 1 欧姆。

在国际单位制中，电阻的单位是 Ω (欧姆)，此外还有 k Ω (千欧)、M Ω (兆欧)，其中

$$1 \text{ M}\Omega = 1\,000 \text{ k}\Omega, \quad 1 \text{ k}\Omega = 1\,000 \Omega.$$

4. 电功率

在物理学中，用电功率表示消耗电能的快慢。电功率用 P 表示，它的单位是瓦特，简称瓦，符号是 W。

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$$

四、单相交流电路

单相交流电路由单相正弦交流电源和负载连接而成。

1. 正弦交流电的特征

大小、方向随时间做周期变化的电压和电流称为交流电。交流电按其变化规律分为正弦交流电和非正弦交流电。按正弦规律变化的电动势、电压和电流统称为正弦交流电。如无特殊说明，通常所说的交流电就是指正弦交流电。

2. 正弦交流电的基本参数

任何一个正弦量，都可用最大值、周期（或频率）和初相位三个要素来确定，正弦电压的表达式为

$$u = U_m \sin(\omega t + \Phi)$$

(1) 正弦交流电的最大值

交流电压在随时间变化过程中，任一瞬间的数值称为瞬间值，常用小写字母 e 、 u 、 i 来表示电动势、电压、电流的瞬时值。最大的瞬时值称为最大值或振幅，用 E_m 、 U_m 、 I_m 来分别表示电动势、电压、电流的最大值。

(2) 正弦交流电的有效值

在交流电中，常用有效值来描述交流电的大小，一般所称交流电的大小，都是指它们的

有效值。

交流电的有效值是和它的热效应(或机械效应)相等的直流电量的数值,交流电的有效值等于交流电瞬时值的平方在一个周期内的平均值再开方,因此,有效值又叫均方根值。有效值用大写字母表示,如 E 、 U 、 I 来分别表示电动势、电压、电流的有效值。正弦交流电的最大值是其有效值的 $\sqrt{2}$ 倍。

(3) 正弦交流电的平均值

交流电的瞬时值在半个周期内的平均数值称为交流电的平均值。

(4) 正弦交流电的频率

正弦交流电的频率是指正弦交流电每秒内作周期性变化的次数,用字母 f 表示,频率的单位为 Hz。我国电力标准频率为 50 Hz,习惯上称作工频。

(5) 正弦交流电的角频率

正弦交流电的角频率是指正弦交流电每秒内所经历的弧度(亦称电角度)数,用字母 ω 表示,角频率的单位为 rad/s,由于正弦量交变一周为 2π 弧度,所以,频率为 f 的交流电角频率为 $\omega=2\pi f$ 。

(6) 正弦交流电的周期

正弦交流电频率的倒数为周期,用 T 表示,即

$$T=1/f$$

(7) 正弦交流电的相位

正弦交流电任一瞬时的电角度叫相位(或相位角)。

3. 正弦交流电的功率

(1) 瞬时功率

设定正弦交流电中电压和电流正方向一致,且用 ϕ 表示电压超前于电流的相位差角,则有 $u=U_m \sin \omega t$, $i=I_m \sin (\omega t-\phi)$ 。正弦交流电路吸收的功率为 $p=ui$,将电压 u 及电流 i 代入上式并用三角函数公式进行运算和简化可得

$$p=UI \cos \phi-U I \cos (2 \omega t-\phi)$$

交流电路吸收的瞬时功率随时间的周期变化而变化。

(2) 有功功率

交流电路在一个周期内吸收电能的平均值称为有功功率,正弦电路的有功功率为

$$P=UI \cos \phi$$

(3) 无功功率

正弦电路中有储能元件如电感或电容,电路与电源之间在交流电的一个周期内有能量的互换,这种能量互换量的大小,用无功功率来衡量。正弦交流电路吸收的无功功率用符号 Q 表示,单位是 var,无功功率用公式表示为

$$Q=UI \sin \phi$$

五、三相交流电路

三相交流电路由三相交流电源和三相负载连接而成。三相交流电源是由三个同频、等幅值和初相依次相差 120° 的正弦电压源按照星形或三角形这种特定的方式连接而成。这组电压源称为对称三相电源,依次称为 A 相、B 相和 C 相。

对称三相交流电源通常由三相发电机产生。三相负载是由三个负载连接成星形或三角形所组成的，分别称为星形负载（Y）和三角形负载（ Δ ）。如果三个负载都相等则称为对称三相负载，这样组成的电路称为对称三相电路；如果三个负载不相等则称为不对称三相负载，这样组成的电路称为不对称三相电路。

如果将三个电压源的“-”端连在一起形成一个节点（记作 N ，称为电源的中性点），而从三个正极性端 A、B、C 向外引出三条输出线（称为端线或火线），这就称为三相电源的星形连接。流过端线的电流称为线电流。端线 A、B、C 之间的电压称为线电压，端线与中性点之间的电压称为相电压。线电压和相电压之间的相位相差 30° ，两者之间关系的表达式为 $U_{\text{线}} = \sqrt{3} U_{\text{相}}$ 。星形连接时，线电流恒等于相电流。

如果将对称三相电压源的首、尾端顺次连接形成一个回路，再从三个端子 A、B、C 向外引出三条端线，这就称为三相电源的三角形连接。三相负载如果也作三角形连接并且与电源三角形端线相连接，则构成一个 Δ — Δ 三相电路。因为三相电源电压是对称的，所以尽管它们联成闭合回路，只要没有外接负载，三角形内部则没有环流。此时，相电压和线电压总是相等的，因此，线电压也是对称的。在负载端，每相负载上的负载电流也是对称的。

六、基本定律

1. 欧姆定律

电阻中的电流与电阻两端的电压成正比。在关联参考方向下，其表达式为

$$v = Ri$$

式中：电压表示 v ，电流表示 i ，电阻表示 R 。

当电压 v 和电流 i 参考方向相反时，其表达式为

$$v = -Ri$$

2. 基尔霍夫电流定律

电路中任何时刻、任一节点上所有支路电流的代数和恒等于零。其表达方式为：

$$\sum_{k=1}^m I_k = 0$$

式中： m 代表汇聚在某节点的支路数，在流出节点的电流前取“+”号，流入节点的电流前取“-”号。这些电流方向均采用电流参考方向。

3. 基尔霍夫电压定律

电路中任何时刻，沿任一回路内所有支路或元件电压的代数和恒等于零。其表达式为

$$\sum_{k=1}^{n_e} V_k = 0$$

式中： n_e 代表某一回路所含的支路数（或元件数），在任意指定一个回路的方向后，凡支路电压参考方向与回路一致时，该电压前取“+”号；相反，则取“-”号。

4. 焦耳、楞次定律

电流通过电阻元件所产生的热量与电流的平方、电阻值以及通电的时间成正比。在直流情况下其表达式为

$$Q=I^2Rt$$

电阻在电流通过时所吸收的电能全部转化成为热能，这一物理现象称为电流的热效应。电流的热效应有时会烧毁电器设备。在选择熔断器和铜、铝导线的线径时，表 1-1-1 和表 1-1-2 的数据可供参考。

表 1-1-1 常用熔断器（铜铝合金）的熔断电流

线号	25	22	20	18	16	14	11
线径 (mm)	0.25	0.71	0.98	1.25	1.67	1.98	2.95
熔断电流 (A)	4	6.4	9	15	20	30	50

表 1-1-2 铜铝合金的安全工作电流

线径 (mm)	0.8	1.13	1.37	1.60	1.76	2.24	2.73
截面积 (mm ²)	0.5	1	1.5	2.0	2.5	4	6
铜芯线安全工作电流 (A)	8	18	22	26	30	39	50
铝芯线安全工作电流 (A)	~	~	17	20	23	30	39

第二节 船舶电力和配电系统简介

一、船舶电力系统简介

船舶电力系统如图 1-2-1 所示，主要由电源、配电装置、船舶电力网和负载组成。

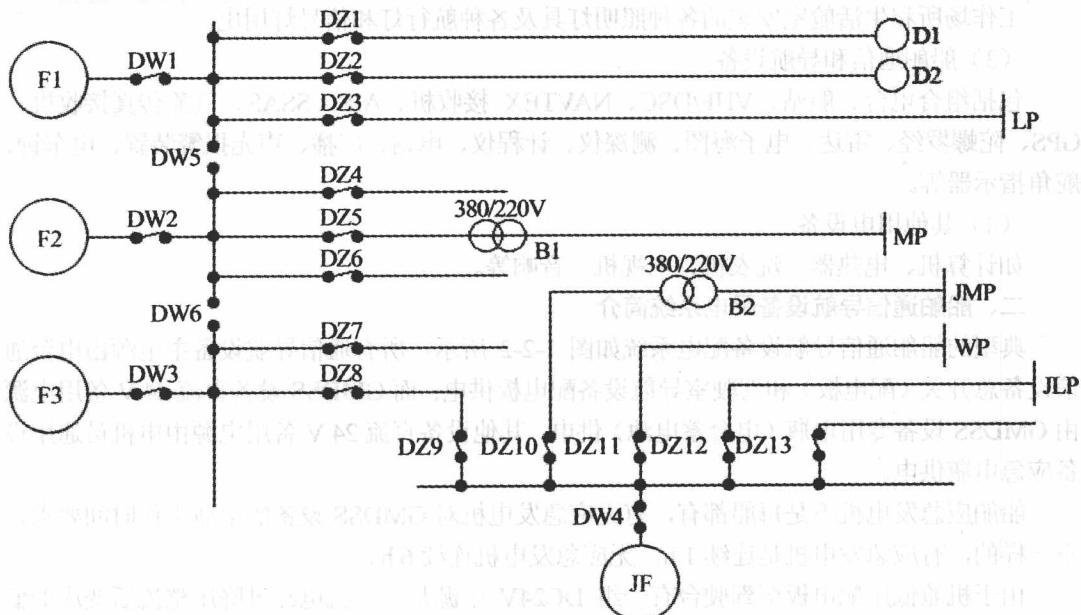


图 1-2-1

注：F1、F2、F3—主发电机；JF—应急发电机；LP—电力分配电板；MP—照明分配电板；JMP—应急照明分配电板；WP—无线电分配电板；JLP—应急电力分配电板；D1、D2—总配电板直接供电的电动机；DW1、DW2、DW3—发电机主开关；DW4—应急发电机开关；

DW5、DW6—母线分段开关；DZ1…DZ13—装置式自动开关；B1、B2—照明变压器。

1. 电源

船舶电源主要为发电机，而应急发电机和蓄电池用作应急电源。

2. 配电装置

配电装置是对船舶电源、电力网和电力负载进行保护、测量、监视和控制的装置。它包括各种开关电器、测量仪表、互感器、连接母线、继电保护、自动装置及各种辅助设备。根据供电范围和对象不同，配电装置可分为主配电板、应急配电板、各种照明及动力分配电板、蓄电池充放电板等。

3. 船舶电力网

船舶电力网是全船电缆电线的总称，其作用是将电能的生产者（各种电源）和电能的消耗者（各种电力负载）联系起来。船舶电力网根据所连接的负载性质，可以分为动力电网、照明电网、应急电网、小应急电网。

4. 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

甲板机械——舵机、锚机、绞缆机、起货机、舷梯绞车、吊艇机等。

舱室机械——各种油泵、水泵、空压机、冷冻机、通风机、空调设备。

电力推进船舶或各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用电。

（3）船舶通信和导航设备

包括组合电台、船站、VHF/DSC、NAVTEX 接收机、AIS、SSAS、气象传真接收机、GPS、陀螺罗经、雷达、电子海图、测深仪、计程仪、电话、广播、声光报警装置、电车钟、舵角指示器等。

（4）其他用电设备

如计算机、电热器、洗衣机、电视机、音响等。

二、船舶通信导航设备配电系统简介

典型的船舶通信导航设备配电系统如图 1-2-2 所示。所有通信导航设备主电源由电台通信设备总开关（配电板）和驾驶室导航设备配电板供电；而 GMDSS 设备直流 24 V 备用电源由 GMDSS 设备专用电瓶（电台蓄电池）供电，其他设备直流 24 V 备用电源由电机员通用设备应急电瓶供电。

船舶应急发电机不是每船都有，有无应急发电机对 GMDSS 设备的电瓶工作时间要求是不一样的，有应急发电机是连续 1 h，无应急发电机连续 6 h。

由于机舱低压配电板至驾驶台有一组 DC24V 电源是将交流电经过降压整流后变成的低压 24 V 直流电，一旦交流电失电，该直流电也同时失去，因此切记不能将 GMDSS 设备直流接入此类电源。

应急发电机（含应急配电板）一般装在比机舱高的位置，保障机舱进水后仍能工作，但容量较发电机、备用发电机小，不能满足全船供电，只满足重要用点单位使用，也不能作为 GMDSS 电源。

船舶无线电通信人员应熟悉通信导航设备的供电情况，了解使用设备用电的来龙去脉，平时要向电机员等人了解船舶配电箱的位置及每一设备的供电开关在什么位置，并有清晰的标注；交接班时，要清楚了解每一设备的供电开关位置，以便设备故障时，能准确判断电源供电状况，便于修理和保养。

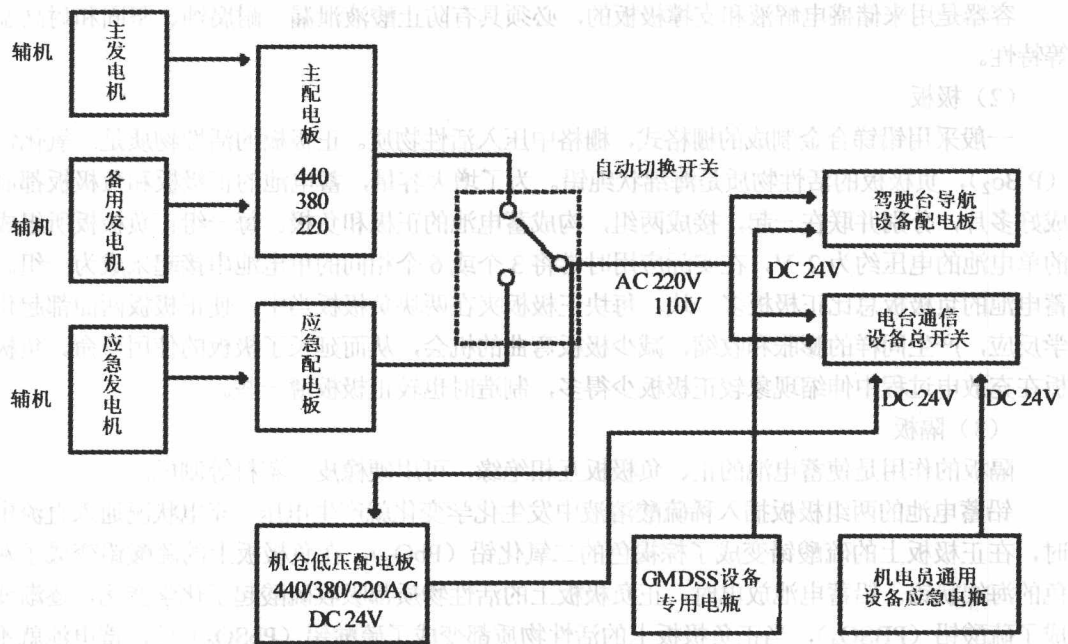


图 1-2-2

第三节 蓄电池知识

一、船用蓄电池的用途和种类

船用蓄电池作为船舶应急（备用）直流电源，输出电压一般是 24 V，主要有以下几方面的用途：

1. GMDSS 通信设备的备用电源，根据 GMDSS 有关规定，MF/HF 组合电台、C 站、VHF/DSC、NAVTEX 接收机等设备除了使用交流船电外，还必须接电台专用蓄电池作为备用电源。
2. 按规定必须配备双电源的其他通信导航设备备用电源，如 GPS、AIS、SSAS、F/M 站、气象传真接收机等。
3. 直流低压用电设备电源及其他应急设备备用电源，如机舱柴油应急发电机组的启动电源、救生艇柴油机的启动电源、逆变器直流电源、陀螺罗经直流电源、电话交换机、火灾报警系统、机舱信号装置等。

4. 船舶应急照明。

目前船舶使用的蓄电池有酸性蓄电池、碱性蓄电池和免维护蓄电池三种类型。

二、酸性蓄电池

1. 酸性蓄电池的结构

酸性蓄电池主要由容器、极板、隔板三部分组成。

(1) 容器

容器是用来储盛电解液和支撑极板的，必须具有防止酸液泄漏、耐腐蚀、坚固和耐高温等特性。

(2) 极板

一般采用铅锑合金制成的栅格式，栅格中压入活性物质。正极板的活性物质是二氧化铅 (PbO_2)，负极板的活性物质是海绵状纯铅。为了增大容量，蓄电池的正极板和负极板都制成好多片，分别并联在一起，接成两组，构成蓄电池的正极和负极。每一组正负极板所组成的单电池的电压约为 2 V，在实际应用时常将 3 个或 6 个相同的单电池串接起来成为一组。蓄电池的负极板总比正极板多一块，每块正极板夹在两块负极板当中，使正极板两面都起化学反应，产生同样的膨胀和收缩，减少极板弯曲的机会，从而延长了极板的使用寿命。负极板在充放电过程中伸缩现象较正极板少得多，制造时也较正极板薄一些。

(3) 隔板

隔板的作用是使蓄电池的正、负极板互相绝缘，可用硬橡皮、塑料等制成。

铅蓄电池的两组极板插入稀硫酸溶液中发生化学变化就产生电压。充电状况通入直流电时，在正极板上的硫酸铅变成了棕褐色的二氧化铅 (PbO_2)，在负极板上的硫酸铅变成了灰色的海绵状铅。铅蓄电池放电时，正负极板上的活性物质都吸收硫酸起了化学变化，逐渐变成了硫酸铅 (PbSO_4)，当正负极板上的活性物质都变成了硫酸铅 (PbSO_4) 后，蓄电池就不能再放电了。此时，需要对蓄电池充电，使其恢复成原来的二氧化铅和海绵状铅，这样，蓄电池又可以继续放电了。

2. 酸性蓄电池的内阻和容量

蓄电池的容量表示蓄电池储存电能的能力，船用蓄电池的容量一般以 10 h 放电率的安培小时作为单位。例如 250 A h 的蓄电池能以 25 A 的电流放电 10 h，但是，同一蓄电池在 1 h 放电率时不能给出 250 A h 容量。电台 (GMDSS) 专用蓄电池容量一般都超过 180 Ah。

三、酸性蓄电池的充电和放电

1. 充电方法

船舶电台蓄电池的充电方法由充放电单元的电路决定，有如下几种方法：

(1) 恒流充电法

在充电过程中充电电流始终保持不变。由于充电当中电池电压逐渐升高，为了保持充电电流不至于减少，电源电压也必须相应增高。这种方法因为充电电流大，所以充电时间可以缩短。但在充电末期充电电流仍然不变，大部分电流用在分解水上，冒出很多气泡，这样不仅损失电力，而且容易使极板上的活性物质过量脱落并使得极板弯曲。

(2) 恒压充电法

在充电过程中充电电压始终保持不变。采用此法在刚开始充电时，电流大大超过正常充电电流，随着蓄电池端电压的上升，电流逐渐减小，当电池电压与电源电压相等时，充电电流即停止，因此，采用这种充电方法可以避免蓄电池过量充电。但缺点是初期电流大，容易使极板上的活性物质过量脱落并使得极板弯曲，充电末期电流小，使极板深处的硫酸铅不容

易还原。

(3) 分段恒流充电法

在初期充电过程中，蓄电池使用较大电流充电，当蓄电池发出气泡，电压上升至大约为 2.4 V 时，改用第二阶段较小电流充电。此法既不浪费电力，又节省时间，对延长蓄电池寿命也比较有利，是目前船舶上常用的充电方法。

(4) 浮充电法

采用此法时，整流设备经常处于工作状态，它与蓄电池并联供电，一方面向蓄电池组浮充电，以补充蓄电池组已经放出的电量以及自放电的消耗，另一方面还供给直流负载电源。采用这种方法充电，蓄电池的寿命比普通充放电长，整个设备的使用率也比较高。但是，这种方法所供给的电流中有脉动的交流成分，电路中需要增加滤波装置，并需自配电压调整器以限制高于负载允许的电压。

(5) 过充电

铅蓄电池在运行当中往往因为长时间充电不足、过放电或其他一些原因（如短路），使其极板造成硫化现象，从而在充电时电压比重都不容易上升，这时，必须进行过充电。如下情形必须进行过充电：①蓄电池已经放电到极限电压以下；②以最大电流放电超过限度；③蓄电池放电后，停放了 1~2 昼夜而没有及时进行充电；④蓄电池极板抽出检查，清除沉淀物之后；⑤电解液内混有杂质；⑥个别电池极板硫化。当上述现象发生时，在正常充电后，再用 10 h 放电率的 1/2 或 3/4 的小电流进行充电 1 h，然后停止 1 h。如此反复进行，直到充电装置刚一合闸就发生强烈气泡为止，这种充电称为过充电。

2. 初次充电

新的或长期库存的蓄电池，在使用前需经过初次充电，其步骤如下：

(1) 先将加水盖旋出，除去盖上小孔的封口，使其空气畅通。

(2) 加好配制成的电解液，其比重为 1.285（注意配制电解液时，应该把硫酸缓缓注入蒸馏水中），加至隔板以上 10~15 mm。

(3) 电解液加入后，将电池静置 2~3 h，即可将电池的正负极与电源的正负极对应接好，准备充电。

(4) 初次充电，必须按照规定的电流和时间进行。第一阶段电流充电使每个小电池的端电压上升至 2.4 V，然后改用第二阶段电流充电，直到电压和电解液比重在 3 h 内基本不变动为止。

(5) 充电完成的特征是：电解液的比重为 1.285，单个电池的电压为 2.4~2.6 V，有大量气泡逸出。充电完成后，将加水盖旋上就可以使用了。

3. 日常充放电

电台蓄电池是在没有船电的情况下用于应急通信的备用电源，平时一般不需要使用，为了保证蓄电池能够正常工作，必须定期（一般每月一次）对蓄电池进行充放电，步骤如下：

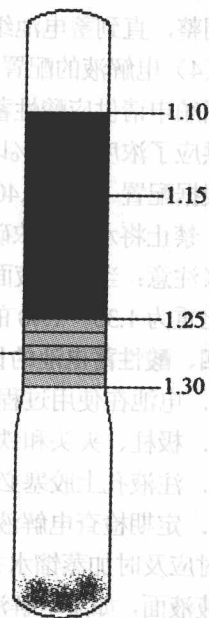


图 1-3-1

(1) 充前放电 (4~8 h)。

(2) 检查电解液面高度, 必要时加蒸馏水, 保持电解液面高出极板 15~20 mm。

(3) 开始充电 (8~12 h)。

(4) 充电完毕, 测量电解液比重, 必要时调整电解液比重;

(5) 调整电解液后, 应再浮充电 8~12 h。

(6) 充足电的特征: 极板有大量气泡逸出, 电池电压在 26 V 以上。

4. 电解液的测量、调整和配置

(1) 比重计

比重计是电解液的测量工具, 比重范围如图 1-3-1 所示, 其中:

黄色区——比重范围 1.25~1.30, 表示蓄电池在充满电状态, 1.285 为充满电标准比重;

绿色区——比重范围 1.15~1.25, 表示蓄电池的电在半数状态;

红色区——比重范围 1.15 以下, 表示蓄电池电已用完。

(2) 电解液的测量

每次充电完毕或使用以后, 必须对每个蓄电池电解液比重进行测量, 以确定电解液比重及电瓶是否充满电。

电解液比重的测量方法是: 拧开加水盖, 将比重计吸足电解液, 在水平面观察比重计读数, 充满电的标准比重为 1.285。

(3) 电解液的调整

调整电解液比重的工作应该在正常充电后进行, 当充电完毕测量电解液比重低于 1.25 时, 必须重新调整电解液比重, 方法如下:

用比重计吸去容器内的部分电解液, 再加入已配置好的比重为 1.35~1.40 的稀硫酸, 然后再浮充电 2~4 h, 以便使电解液混合均匀; 若测得的比重仍有差别, 则应按以上方法反复进行调整, 直到蓄电池组的比重达到规定为止。

(4) 电解液的配置

船舶申请供应酸性蓄电池电解液时, 一般申请已配置好的比重为 1.35~1.40 的稀硫酸, 如果供应了浓度为 90% 以上的浓硫酸, 必须重新进行配置, 方法如下:

根据配置 1.35~1.40 比重的硫酸和蒸馏水的比例说明, 将硫酸慢慢倒入装有蒸馏水的容器中, 禁止将水到入浓硫酸里。

(注意: 当电解液面下降时一般只需加蒸馏水, 只有当充满电后比重还达不到 1.25 时才补充比重为 1.35~1.40 的稀硫酸来调整)

四、酸性蓄电池的日常维护保养

1. 电池在使用过程中, 必须保持清洁。

2. 极柱、夹头和铁质提手等零件表面应经常保持一层凡士林油膜。

3. 注液孔上胶塞必须拧紧, 但胶塞上的透气孔必须畅通。

4. 定期检查电解液比重及液面高度, 保持电解液面高于极板上缘 15~20 mm, 当电解液下降时应及时加蒸馏水并充电 (习惯做法: 每月进行一次放电, 时间不少于 4 h, 放电后检查电解液液面, 如果电解液不足, 加入蒸馏水, 然后充电 12~24 h, 观察液面有大量气泡冒出, 充电后测量电解液, 比重应在 1.27~1.30 之间, 如果不在此比重范围内, 需要重新调整电解液比重)。

5. 为了消除极板硫化现象, 应按时进行过充电和定期进行全容量放电。
6. 当蓄电池充电和放电时, 应分别计算出充入容量或放出容量, 避免放电后充电不足; 放电后应该及时充电, 在充电过程中, 电解液温度不得超过规定温度。
7. 蓄电池室应保持通风良好且要严禁烟火。
8. 经常不带负荷的蓄电池, 每月应进行一次充电和放电。
9. 对电解液每年化验一次, 发现电解液异常时也应及时化验。
10. 储藏室应储备合格的稀硫酸和蒸馏水, 使用的工具齐全。
11. 测量蓄电池用的仪表应定期校验, 如比重表、温度计、电压表等。
12. 当发现电池容量明显不足时, 应申请更换电池。

五、碱性蓄电池

碱性蓄电池具有体积小、机械强度高、工作电压平稳、能大电流放电、使用寿命较长和便于携带等特点, 因此, 在远洋船上日益得到广泛的应用。但是, 因为碱性蓄电池具有比酸性蓄电池低的额定电压, 对同一电路电压, 碱性蓄电池需要比酸性蓄电池在数量上多 67%, 因而成本也较高。

1. 碱性蓄电池的结构和工作原理

碱性蓄电池由于极板活性物质的材料不同, 分为铁镍蓄电池、镉镍蓄电池、锌银蓄电池等系列。船上主要使用镉镍蓄电池。

镉镍蓄电池正极由氧化镍粉、石墨粉组成。石墨主要是用来增强导电性, 不参与化学反应。负极由氧化镉粉和氧化铁粉组成。掺入氧化铁粉的目的是使氧化镉粉具有较高的扩散性, 防止结块, 并增加极板的容量。正负极上的这些活性物质分别包在穿孔钢带中, 加压成型后成为正、负极板。以焊接方式焊成极群装入镀镍铁质电槽或聚乙烯电槽内, 并以耐碱的硬橡胶绝缘棍隔开正负极板。为了排灌电解液, 在蓄电池外盖上有一注液口, 注液口拧以密闭式的气塞, 该气塞能使蓄电池内部气体排出而防止外部气体进入, 并能保证当蓄电池短时翻转时不流出电解液。

镉镍蓄电池极板的活性物质在充电后, 正极板为氢氧化镍 $[\text{Ni}(\text{OH})_3]$, 负极板为金属镉 (Cd) , 而放电终止时, 正极板转化为氢氧化亚镍 $[\text{Ni}(\text{OH})_2]$, 负极板为氢氧化镉 $[\text{Cd}(\text{OH})_2]$, 电解液多选用氢氧化钾 (KOH) 溶液。蓄电池充电时将电能变为化学能储存起来, 放电时将化学能变为电能而输出, 两电极所发生的电化学反应是可逆的。

2. 碱性蓄电池的充放电特性

碱性蓄电池中每个小电池的电动势为 1.25 V。放电时, 电压的变化在 1.2~1 V 范围内, 电流增大时可到 0.7 V, 低于这个电压不应再放电; 充电时, 电压的变化在 1.4~1.8 V 范围内。

碱性蓄电池初次充电时按如下程序: 将蓄电池注入所需电解液(比重为 1.25 的氢氧化钾电液), 控制液面高于极板端面 5~12 mm 处, 静置 2 h, 再调整一次液面, 即可进行初次充电。初次充电按照规定的标准充电制的电流充电 6~7 h, 再用此电流的一半充电 6 h。然后用标准放电制的电流放电 4 h。这样, 经过 2~3 次初次充放电循环, 然后用标准充电制的方法进行充电, 充电后静置 2 h, 调整电液比重和液面高度, 再注入不含游离酸的凡士林油(液体), 即可使用。

充电时按每只蓄电池需电源电压 1.9 V, 低温约 2.2 V 计算, 浮充时每只蓄电池需电源电压最好保持 1.6 V。