



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



渔船电气工程

● 傅光 主编

● 轮机管理和渔船动力装置专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

渔 船 电 气 工 程

傅 光 主编

轮机管理和渔船动力装置专业用

中 国 农 业 出 版 社

全国高等农业院校教材

渔船电气工程

傅光 主编

* * *

责任编辑 张志

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 北京科技印刷厂印刷

787×1092mm16开本 18印张 3插页 415千字

1996年5月第1版 1996年5月北京第1次印刷

印数 1—2,000册 定价 17.10元

ISBN 7-109-03942-0/TM·26

前 言

本书是高等农业院校教材，根据审定的基本教材编写大纲写成，可作为轮机管理专业和渔船动力装置类专业的教材或教学参考书，亦可供有关工程技术人员阅读参考。

全书共8章，总授课时数计划为90学时（包括实验12学时）。

全书主要内容包括：船舶电网，电站主要参数的选择，同步发电机的励磁调节及并联运行，船舶电站主配电板，船舶照明，航行灯、信号装置及自动报警装置，电钟，船舶机械电力拖动与自动控制以及船电发展趋势。本书还对渔船电气设备作了比较系统、全面的介绍。

参与本书编写的有：施汉基副教授（第一章及第三章的第一、二节）、朱庭海老师（第二章及第三章的第三、四、六节）、李大强副教授（第四章、第五章以及第六章）及傅光副教授（本书的其余部分并任全书的主编）。李大强副教授在本书插图的制、描方面做了大量工作。

书末附有较全面的电气线路图形、文字符号，其中有适用于当前的、与IEC衔接的“新符号”，也有GB312-64规定的符号。目前情况下，它们具有相当的参考价值。

本书由上海水产大学顾景镠教授主审，顾浩年教授参审。在编写过程中，上海水产大学、大连水产学院等单位提出了宝贵意见；广州渔轮厂、湛江渔业公司、湛江渔船厂、海军4804厂在资料方面提供了帮助。此外，吴玲玲、肖洪生等同志在描图、誊写中给予大力支持。在此，我们一并表示感谢。

由于编者的具体条件，学识、业务水平所限，编写时间也较短促，不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1994年10月

目 录

绪 论	1
第一章 船舶电网	4
第一节 概述	4
一、船舶电网的组成	4
二、配电方式分类及配电系统图	4
三、线制	5
第二节 电缆及电缆截面的选择	7
一、电缆	7
二、电缆截面的选择	12
第三节 船舶电网的电压损失	16
一、电缆的电阻和感抗	17
二、直流电网电压损失的计算	18
三、交流电网电压损失的计算	21
第四节 船用条件与船舶电网的保护	23
一、船用条件	23
二、船舶电网的保护	24
第二章 船舶电站主要参数的选择	26
第一节 发电机组功率和数量的选择	26
一、选择的依据	26
二、船舶工况	27
三、电力负荷分类	27
四、需要系数法	27
五、三类负荷法	32
第二节 电流种类、电压和频率的选择	37
一、电流种类及其选择	37
二、电压的选择	37
三、频率的选择	38
第三章 船舶电站及其配电装置	39
第一节 概述	39
一、船舶电站	39
二、船舶配电装置的功用	39
三、船舶主配电板的构成	40
第二节 船舶同步发电机	40
一、同步发电机的电枢反应	41
二、同步发电机的电压平衡方程和相量图	45

三、同步发电机的电压自动调整装置	47
四、同步发电机并联运行的条件	58
五、手动准同步法	60
六、半自动准同步法	65
七、电抗同步法	66
八、并联运行同步发电机的负载转移	68
九、频率及有功功率的自动调整	72
十、船舶柴油发电机组的自启动装置	75
十一、同步发电机的不对称运行与突然短路	79
第三节 自动空气断路器	82
一、万能式自动空气断路器	82
二、装置式自动空气断路器	92
第四节 配电板用主要仪表	94
一、频率表	95
二、功率因数表	98
三、绝缘监测仪表及装置	99
四、其他	103
第五节 逆功率继电器	106
一、结构与一般工作原理	106
二、接线与整定	107
第六节 交流船舶主配电板	109
一、概述	109
二、发电机主电路	112
三、仪表电路	114
四、发电机的并联	116
五、发电机的保护	117
六、汇流排出线	118
七、岸电	118
八、操作与维护	120
第四章 船舶照明	130
第一节 灯具及其分类	130
一、照明的分类	130
二、灯具及其分类	136
第二节 照明计算	137
一、比功率法	137
二、利用系数法	139
三、逐点法	140
第五章 航行灯、信号装置及自动报警装置	144
第一节 航行灯及其控制	144
一、航行灯电源	144
二、航行灯	144

三、航行灯的控制	144
第二节 信号装置	150
一、信号装置分类	150
二、信号装置的基本控制环节及典型控制电路	151
第三节 自动报警装置	158
一、自动报警装置的基本要求	158
二、自动报警装置的基本控制环节及典型控制线路	158
第六章 电车钟	164
第一节 灯光传令钟	164
一、概述	164
二、EGB/2-24Z 型灯光传令钟	164
三、EGC/2-24Z 型灯光传令钟	169
第二节 交流电动传令钟	173
一、交流电动传令钟的基本工作原理	173
二、交流电动传令钟的典型控制线路	175
第七章 船舶机械电力拖动与自动控制	178
第一节 电力拖动基础	178
一、电力拖动的力学问题	179
二、电力拖动过渡过程	181
三、电动机容量的选择	183
第二节 辅机电力拖动及其控制	188
一、概述	188
二、辅机采用交流电动机的拖动控制	189
三、辅机采用直流电动机拖动的控制	191
第三节 船用起锚机控制	196
一、工作情况	196
二、典型控制线路	197
三、起货机、起网机电气原理图	206
四、电动机容量选择	208
第四节 电动液压舵机控制	211
一、舵机控制方式	211
二、典型控制线路	214
第五节 变距桨的控制	216
一、变距桨的结构与工作方式	216
二、典型控制线路	217
第六节 制冷与空调设备的控制	223
一、制冷压缩机的控制与典型线路	223
二、船舶空调	225
第七节 随动系统	227
一、随动系统分类	227
二、随动系统的基本工作原理	227

三、自整角机随动系统	229
第八节 自动舵	231
一、自动舵的基本工作原理	231
二、自动舵的典型线路	232
第八章 船电发展趋势	236
第一节 概述	236
一、船舶电力系统的电制、电压	237
二、船用电机、电器	237
三、船舶电气设备的发展方向	237
第二节 船舶电站自动化	238
一、自动准同步	238
二、电站的微机控制及发展	243
第三节 船电节能技术	247
一、概述	247
二、主机轴带交流发电机的控制	248
第四节 主机电动液压装置	252
一、发展趋势	252
二、典型电气控制电路	252
第五节 甲板机械自动化发展趋势	257
一、三相异步电动机的调速	257
二、甲板机械自动化的控制	258
附录 I 常用电气图形符号	260
附录 II 电气技术中的文字符号	276
参考文献	280

绪 论

一、船舶电气设备的发展沿革

造船工业,是综合各种工业发展的一种有代表性的行业。也就是说,它的发展代表了一个国家或地区的工业发展水平,是综合国力的象征。1949年以前,我国工业基础极其薄弱,造船工业甚为落后。解放后,随着国民经济的恢复与发展,通过仿制、消化吸收,船舶工业逐步有所发展。50年代,我国还只能建造吨位小的船只,电气化水平很低,普遍为110V或220V直流电制,电子元件是以电子管为主的时代,半导体分离元件刚开始出现。

60年代,船舶自动化要求逐步提高,电气设备逐步增加,自动化水平亦随之提高。因此直流110V、220V与交流380/220V电制同时出现在不同船舶上。第一艘交流电制的客货轮及第一艘交直流混合电制万吨货轮在此期间建成,同时也在建造直流电制的万吨货轮及一些中小舰船。

随着科学技术的发展及生产的要求,船舶电力系统逐步全面实现交流化,并逐步生产了国产电气设备。

改革开放促进了生产力的发展,通过技术力量的发挥及大力引进与合作开发,我国电气设备的生产及自动化技术都有了很大发展与提高。到80年代中期,除少数特种舰船采用直流电制外,新建的船舶已普遍采用交流电制。我国及东欧各国的船舶交流电制,低压为380V、50Hz系统。随着船舶吨位的增加,相应的电站容量和用电负荷的增大,船用设备电动机功率的升高,低压已不符合使用要求,逐渐采用中压电力系统。IEC推荐的中压标准是三相50Hz或60Hz,3/3.3kV、6/6.6kV、10/11kV。我国生产的11.5万t穿梭油轮采用了6.6kV电压。

与此同时,电机的单机容量不断增大,国外已达8000kW,国产的无刷发电机已达2000kW。

随着电子技术的发展及半导体器件生产水平的提高,开关控制电器及交流电动机调速设备都得到了很大发展,我国已逐步接近国产配套水平。船舶自动化,包括驾驶自动化、机舱自动化以及甲板机械自动化水平迅速提高,广泛地使用微机及可编程序控制器等,大大改善了船员劳动条件,提高了生产效率,增强了船舶的安全性及可靠性。

二、我国渔船电气设备的发展与特点

渔船属特殊工作船。就电气设备与电气化自动化发展水平来看,当以海洋渔船为代表。就其生产任务看,海洋渔船可分为渔业生产船和渔业辅助船两大类。渔业生产船中,主要有拖网渔船、围网渔船、流刺网渔船、延绳钓渔船、舷提渔船、竿钓渔船、鱿鱼钓船、多种作业船以及捕鲸船等,从其作业目的看,属捕捞渔船。渔业辅助船有:渔业调查船、渔业试验船、渔业实习船、渔业指导船、渔政船、冷藏运输船、渔业基地船等。各种渔船中,

拖网渔船占有比较重要位置,渔获量的一半以上是由它们来完成的。研究渔船电气设备,就以拖网渔船为代表。

捕捞渔船工作的主要目标是:创造良好的工作条件,快速地寻找到鱼群,准确地到达渔场,安全、经济地捕获最多的优质水产品。为此,在助渔、导航、渔具等方面,使用了探鱼仪、测向仪、定位仪、综合导航系统,以及潮流计、网位仪、网情仪等自动化程度较高的仪器设备,而且在一些船上,已将这些仪器设备用电子计算机连接起来,形成了助渔、导航、作业的综合自动化系统。

渔船电站及船舶机械的电气设备也是在逐步发展的。解放前的渔船,电气设备主要为照明。解放后,我国的渔船电气设备,随着渔船的建造和渔船的作业的发展,有了一定的发展与提高。表现在以下几个方面:

(一) **电制** 由于历史原因,我国的海洋捕捞渔船,在 50—60 年代,最大主机马力为 600 匹,渔船电制全部为直流电制。当时机械化、电气化水平不高,用电设备少,渔船电站一般是由主机轴带一台直流发电机和辅机专带一台直流发电机组成。主机轴带直流发电机,技术要求低,容易掌握、控制。

随着渔船吨位的增加,渔船电气化程度的提高,对渔货鲜度要求的提高,电气设备增加,用电量增加,因此要求电站容量增加;由于交流电制拥有较多的优点,70 年代起由广州渔轮厂(当时称广东省渔轮厂)首先设计和制造了具有交流渔船电站的 GY8003 型单拖渔轮。此后,大连渔轮厂(当时称旅大渔轮厂)和烟台渔业公司渔轮厂、宁波渔轮厂等相继生产了 8154 型、8151 型、8153 型等双拖渔轮,其电站也都是交流电制的。群众渔业船以前全部为直流电制的。70 年代后期,广东省水产厅组织了香洲、阳江等船厂设计、制造了 GL812 型钢壳渔船,开始采用交流电制。

(二) **电站** 根据渔场离岸近及经济核算的考虑,目前作业渔船吨位不大,一般为数百吨级的,因此其电站容量不大,一般为 100—200kW。由于船小,输电线路短,发电机输出的交流电压不是整定在 400V,而一般为 380—385V。

(三) **工作条件及电气化的发展** 渔获物来自海水中,且大部分来自海底,渔货腥、咸、泥污,容易污染环境。舱室,特别是机舱较小,机电设备集中,噪音大、温度高,环境条件差。这本应该是亟需实现自动化的,但由于经济效益、人员素质、设备配套等原因,当前的渔船电气设备控制,仍以继电-接触控制为主。这些,应从多渠道努力,尽快取得进展。

三、本课程的性质与任务

《渔船电气工程》是高等水产院校轮机管理专业和热能机械与装置专业中的分流专业——渔船动力装置专业的一门专业课,是一门理论性和实践性都较强、理论与实际紧密结合的专业课。

课程包括:

1. 船舶电网的结构与电缆截面的选择;
2. 发电机组功率和数量,以及电流种类和电压、频率的选择;
3. 同步发电机的工作原理、励磁调节,并联运行以及负载转移;
4. 船舶主配板的结构、工作原理以及其上的一些有特点的仪表、电器;

5. 照明、信号联络和自动报警装置；
6. 船舶机械的电力拖动与自动控制；
7. 电站、电力拖动自动控制的发展趋势。

为了学好以上内容，必须学好有关的先修课，如《电工学》、《微机原理》等以及相关课，如《船舶辅机》、《液压传动》、《动力装置》等课程。

学习方法上，注意理论联系实际，学会举一反三，为此要弄清基本概念，掌握基本方法。

第一章 船舶电网

第一节 概 述

一、船舶电网的组成

船舶电站中发电机发出的电能经主配电板的汇流排，再经由电线和电缆送至分汇流排及各用电设备，这样就构成了船舶电力系统。其中联接发电机和用电设备的中间环节称为船舶电网。换言之，船舶电力系统是由发电机、电网和用电设备所组成的。

船舶电网是由配电板及其所属设备、电缆电线、开关电器和变压器等组成的。其中配电板是汇集和分配电能用的，电缆电线是传输电能用的，开关电器起控制和保护的作用，变压器的作用是将电网电压变换成适合某些用电设备使用的电压或安全电压。渔船中用的变压器一般都是降压变压器。

二、配电方式分类及配电系统图

所谓配电方式，是指用电设备经由电网与电源的连接方式，亦即电网的构造方式。渔船中采用的配电方式按其结构类型可以分为两类：放射式和树干式。

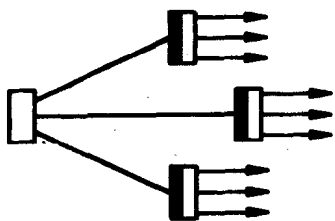


图 1-1-1 放射式配电方式

放射式配电方式如图 1-1-1 所示。由图中可以看出，在这种配电方式中，每一组用电设备都专门由一回线路供电。这种供电方式的优点是供电可靠性较高。当某一回线路或该线路的用电设备发生故障时只影响接在该线路的其余用电设备的供电。在电网的保护配合的当时，其他线路的供电情况可不受影响。但在这种供电方式中，主配电板的出线回路数较多，电缆电线及开关设备等也较多，因而经济性较差。

树干式配电方式如图 1-1-2 所示。由图中可以看出，在这种配电方式中，电能由主配电板经由主干线送到配电箱，再经各支干线送到分配电箱和用电设备中。这种配电方式的优点是主配电板的出线回路数较少，所用的电缆电线也较少，故投资较省。其缺点是供电可靠性较低，发生故障时影响范围较大。

船舶电网中线路长度都不大，而可靠性要求又比较高，所以船舶电网一般都采用放射式配电方式。图 1-1-3 是主机 1000 马力的单拖艉滑道渔轮的供电系统主结线示意图。从图中可以看出主结线是采用了放射式配电方式。主汇流排的出线接有五种负荷共 32 路出线（图中未全画出）。各路出线均装有装置式自动空气断路器（图中未画出）。这五种负荷是：

1. 三相交流 380V 动力设备；
2. 三相 380/220V 变压器，变压器副边输出 220V 电压供全船的照明、通讯及助航设

备等的用电。两台变压器可以单独使用,也可以并联运行;

3. 单相交流 380/24V 变压器,供渔舱及床头灯等照明用电;

4. 单相交流 380V 供给低压充放电板,后者输出直流 24V 供给除电台之外的低压直流用电设备;

5. 单相交流 380V 供给电台充放电板,后者输出直流 24V 供电台作为工作电源。

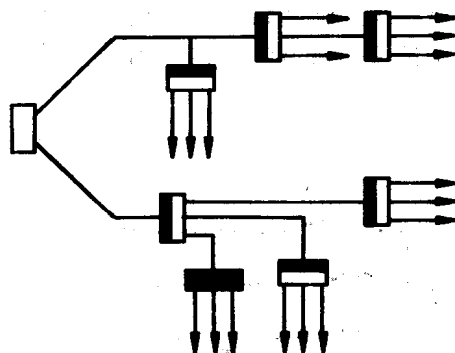


图 1-1-2 树干式配电方式

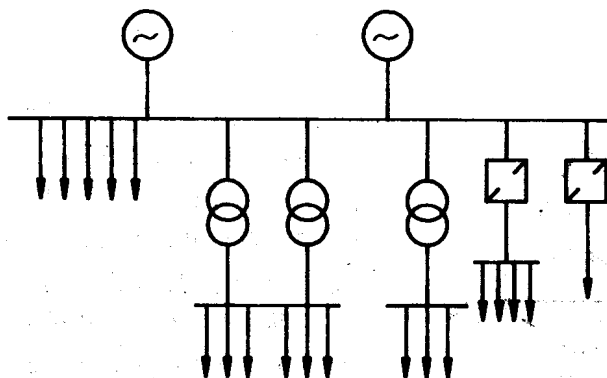


图 1-1-3 主机 1000 马力单拖艇滑道渔轮供电系统主结线示意图

三、线 制

交流电制的船舶一般都采用中性点对地绝缘的三相三线制供电方式。在这种供电方式中,发电机定子三相星形接法的绕组中性点不接地,出线也无中线,如图 1-1-4 所示。采用这种线制的主要优点是当电网发生单相接地短路时不会产生很大的短路电流,也不会破坏三相电源对三相负载供电的对称性。换言之,当电网中出现单相接地时不会中断对负载的供电,保证了供电的连续性。这对于船上的一些重要用电设备(如舵机、锚机等)是非常重要的。这种线制的另一个优点是电网中不会存在 $3K$ 次(K 为自然数)谐波电流。

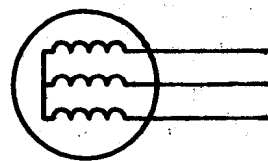


图 1-1-4 交流三相三线制供电方式

但是,这种线制的供电方式也存在一些值得注意的问题。

1. 相对地电压升高问题。这种供电方式的电网在正常运行时,三相电压之间以及三相对地电压都是对称的。在 380V 电网中每相的对地电压为 220V。但当电网中出现一相对地

短路时,虽然三相电压之间仍保持对称,但接地相的对地电压为零而不接地的两健全相的对地电压则升高到原来的 $\sqrt{3}$ 倍即380V(假定接地点的接地电阻为零),如图1-1-5所示。因此,所有线路和设备的对地绝缘都应按线电压而不是相电压考虑。不过,380V和220V是同一个绝缘等级,故这种现象在工作电压不超过400V的渔船中不会影响对设备的选择。

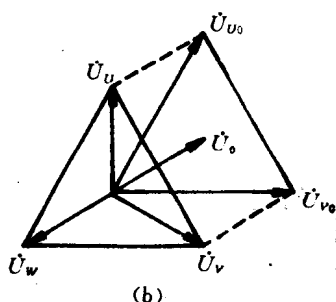
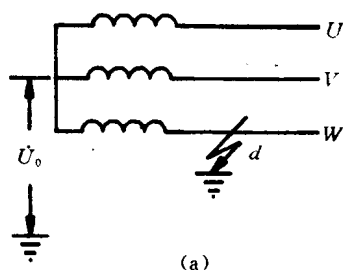


图 1-1-5 中性点对地绝缘系统的单接地故障及三相对地电压

2. 操作过电压问题。操作过电压是指船舶电力系统中由于开关的正常操作或因事故原因断开电路时引起的数值大大超过正常工作电压值的瞬时过电压。在操作前后或事故前后系统的运行状态发生改变(换路),这将引起系统中电感和电容的电磁能量相互转换的暂态过程,这时就有可能在电网中出现过电压。而中性点不接地电网中可能出现的最大过电压值比中性点接地的电网中可能出现的最大过电压值更高。这是因为在中性点不接地电网中可能因三相负载不对称或中性点电荷积累等原因而引起中性点电位的偏移(在稳态三相对称时中性点对地电位为零);在暂态过程中电压的暂态分量是叠加在线电压上的,而中性点接地的电网中这种电压暂态分量是叠加在相电压上的。例如国外450V额定电压的船舶电网中曾出现过高于2500V峰值电压的情况。这种过电压很容易通过电磁耦合等方式侵入并损坏电子电路中的半导体元器件,也可能使电气设备的绝缘击穿。

3. 对地分布电容问题。船舶上一般都采用电缆线路向用电设备供电。由于电缆芯线与其金属外皮的距离很小,电缆金属外皮是接地的,因此单位长度电缆的对地电容比其他型式的导线的对地电容大得多。特别是在大型船舶上,电气设备多,电缆的长度和截面也相应增大,这样就会使电网的对地分布电容大大增加。由于在中性点对地绝缘的电网中,在电压一定时,发生单相接地短路时短路电流的大小主要取决于电网对地电容的大小,在380V,50Hz的船舶电网中发生单相接地时流过接地点的最大单相接地电容电流可达到3A左右。由于集中一点流过这样大的电流,就有可能发热引起火灾。同时,大的对地电容的存在,当人体不慎触及一相电源时也同样会造成人身触电事故。

在这种三相三线制的中性点对地绝缘系统中,应对电网的对地绝缘水平进行监视。为此,船舶电网中应装设电网对地绝缘监测装置。同时各用电设备的金属外壳也应作良好的安全保护接地。

第二节 电缆及电缆截面的选择

一、电 缆

电缆一般是由一根或多根彼此绝缘的导线组成的,外面包有金属的或橡皮的坚韧护层。电缆的构造一般可分为以下三个部分:

1. 铜芯 铜芯是电缆中由铜导线构成的导电部分。按照应用场合的不同,铜芯有单芯的、双芯的、三芯的和多芯的,每根铜芯有单股的和多股的。船舶电网中禁用铝芯电缆。
2. 芯线绝缘 电缆的每根芯线都必须用芯线绝缘进行隔离以防止芯线间漏电或短路。
3. 包护层 电缆的包护层是用于保护芯线的绝缘层,并可防止电缆受到机械损伤和外界的影响。不同型号和用途的电缆所用的包护层材料各不相同,有金属铅的,有用钢丝或铜丝编织网的,有用非燃性橡皮或塑料的。根据电缆的型号可以知道或查到该型号的电缆所使用的包护层材料。

船用电缆与陆用电缆相比有许多不同之处。船用的特点是:

1. 一般船舶均为金属船体,船用电缆敷设在金属船体或船体构造上,易漏电或短路;
2. 船内空气潮湿并含有盐分、酸类等,电缆易受腐蚀;
3. 当船舶航行或船上机械工作时,电缆易受到震动或机械损伤;
4. 船内有些地方温度很高,容易使电缆的绝缘老化变脆;
5. 部分舱室内常有油、水和酸类,对电缆有侵蚀作用;
6. 渔船电台及助渔助航仪器所用的电缆需要有磁屏蔽,以防止电磁干扰。

所以,船用电缆的结构应使其适应船上的使用环境,非船用的电缆不得在船上使用。下面具体介绍船用电缆的结构及型号。

(一) 电缆芯线

1. 芯线的铜芯是用含铜量 99.9% 的电解铜制成的,它由多根直径为 0.26—2.47mm 的软铜丝绞合起来构成。

2. 电缆芯线按照软硬程度分为两种不同类型:

(1) 普通芯线 用于固定敷设的电缆,截面积自 0.8—625mm²,如型号为 CQ、CHF、CHF31、CHF32 (关于电缆型号的意义后面加以说明) 的电缆即为普通芯线的电缆。

(2) 柔软芯线 它的特点是与相同截面的普通芯线相比其铜芯的铜丝根数较多,因此显得柔软。这种芯线除了作固定敷设电缆的芯线外,主要用作可移动电缆的芯线。柔软芯线电缆的常用型号有 CHR、CHFR、CHYR 等。

(二) 芯线绝缘 芯线采用橡皮绝缘,其厚度有规定,对于截面积为 1.0—625mm² 的芯线,其芯线绝缘的厚度为 1.0—3.2mm,允许公差为 ±10%。

(三) 包护层 船用电缆的包护层有如下几种:

1. 金属编织物。船用电缆的金属编织包护层是织成网状的。它由涂有防锈底漆的直径为 0.2—2.0mm 的镀锌钢丝或镀锡铜丝编织而成。

2. 非燃性橡皮套管。

3. 铅包。铅包是将整根电缆用金属铅包封起来。铅包电缆有较高的机械强度和抗腐蚀

性。但重量大且金属铅有毒。现在船用电缆已很少采用。铅包电缆最小铅包层的厚度不得小于 1mm。

与所有的电工产品一样，船用电缆产品的型号也采用代表一定意义的汉语拼音字母和阿拉伯数字并列组成。船用电力电缆产品的型号组成及含义如下（这是目前仍在使用的型号命名方法，以后国家将会有新的产品型号命名方法公布，请读者留意）：

1. 船用电缆产品型号的组成：

分类代号 + 芯线绝缘 + 护套 + 特征 + 外护套（数字）

2. 产品型号中的字母代号的含义如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 船用电缆型号中字母代号的含义

分 类 代 号		芯 线 绝 缘		护 套		特 征		外 护 套	
代 号	意 义	代 号	意 义	代 号	意 义	代 号	意 义	代 号	意 义
C	船用电力 电缆	X	丁苯-天 然橡皮	H	橡 套	R	柔软	31	镀锌钢丝 编织
CH	船用电信 电缆	XD	丁基橡皮	JHF	非燃性橡套	P	屏蔽	32	镀锡铜丝 编织
		V	聚氯乙烯	HY	耐油橡套	N	尼龙 分相		
				HD	耐寒橡套	Z	直流		
				Q	铅包				
				V	聚氯乙烯				

常见船用电缆的系列、主要规格、用途及技术性能如表 1-2-2，表 1-2-3，表 1-2-4，表 1-2-5 和表 1-2-6 所示。

表 1-2-2 船用电缆的系列、主要规格及用途（《船舶电工手册》，1975）

序 号	系列名称	主 要 规 格	用 途 及 说 明
1	船用丁 苯-天然橡 皮绝缘电 缆	电力电缆： 单 芯：0.8—400mm ² 两 芯：0.8—120mm ² 三 芯：0.8—240mm ² 4—48 芯：0.8，1.0，2.5mm ² 电信电缆： 2—48 芯：0.8mm ²	作船舶上电气设备固定敷设电缆用，分电力 电缆和电信电缆两种。电缆工作温度为 70℃
2	船用丁 基橡胶皮 绝缘电力 电缆	单 芯：0.8—400mm ² 两 芯：0.8—120mm ² 三 芯：0.8—240mm ² 4—48 芯：0.8，1.0，2.5mm ²	作船舶上电力设备固定敷设电缆用。电缆工 作温度为 85℃

(续)

序 号	系列名称	主 要 规 格	用 途 及 说 明
3	船用聚氯乙烯绝缘及护套电缆	CVV: $3 \times 16 + 1 \times 6 \text{mm}^2$ $3 \times 50 + 1 \times 16 \text{mm}^2$ $3 \times 70 + 1 \times 25 \text{mm}^2$ CVVP 和 CVVP-80: 单 芯: $0.8 - 16 \text{mm}^2$ 两 芯: $0.8 - 6 \text{mm}^2$ 三 芯: $0.8 - 4 \text{mm}^2$ 4、7、10、12 芯: $0.8 - 15 \text{mm}^2$	作船舶上电力设备固定敷设电缆用。电缆工作温度: CVV 型、CVVP 型为 65°C , CVVP-80 型为 80°C
4	船用移动特软电缆	芯数: 4—36 截面: $1 - 1.5$ 、 $4 - 16 \text{mm}^2$	作船舶上移动电气设备的电源电缆用

表 1-2-3 船用丁苯-天然橡皮绝缘电缆技术性能 (《船舶电工手册》, 1975)

型 号	名 称	长期允许 工作温度 ($^\circ\text{C}$)	工作电压 (V)	1km 长电缆在 20 $^\circ\text{C}$ 时的绝缘 电阻 ($\text{M}\Omega$)	电缆芯数 和截面 (mm^2)	弯曲半径 为电缆直 径倍数
CQ	船用橡皮绝缘 裸铅包电缆	70	交流: 500 及 以下 直流: 1000 及 以下	0.8—4.0 mm^2 : 150 6.0—70 mm^2 : 100 95—400 mm^2 : 50	单芯: 0.8—400	5
CHF	船用橡皮绝缘 非燃性橡胶套电缆				两芯: 0.8—120	4 对于 截面为 6 mm^2 及 以下的 一、二、 三芯电 缆为 3
CHF31	船用橡皮绝缘 非燃性橡胶套镀锌 钢丝编织电缆				三芯: 0.8—240	
CHF32	船用橡皮绝缘 非燃性橡胶套镀锡 铜丝编织电缆				CHFR、CHYR 为 0.8—70 CV 为 0.8—120	
CHFR	船用橡皮绝缘 非燃性橡胶套软电 缆				4—48 芯: 0.8; 4—37 芯: 1.0—2.5	
CHY	船用橡皮绝缘 耐油橡胶套电缆					
CHY31	船用橡皮绝缘 耐油橡胶套镀锌钢 丝编织电缆					
CHY32	船用橡皮绝缘 耐油橡胶套镀锡铜 丝编织电缆					