

中国造船工程学会

人才与教育学术委员会教材建设学组推荐

船舶工人培训丛书

CHUANBO GONGREN PEIXUN CONGSHU

船舶电气工程概论

陈胜林 智成道 刘世杰 编

船舶工业教材编审室审

哈尔滨工程大学出版社

责任编辑 张石宁
封面设计 桡梓文化

船舶工人培训丛书

CO₂ 气体保护半自动焊工艺

船舶概论

船体识图

船体结构

船舶电站与电力拖动

船舶电气设备

船坞工知识和技能

船舶建造安全技术

船舶管系工工艺学(高级)

船舶电工操作技能(初级)

船舶电工操作技能(中级)

船舶电工操作技能(高级)

船舶电工技师操作技能

船舶钳工操作技能(初级)

船舶钳工操作技能(中级)

船舶木塑工工艺

船舶电气工程概论

船舶辅机与轴系

船厂工人实用英语(系列)

船体冷加工工艺学(初级)

船体冷加工工艺学(中级)

船体冷加工工艺学(高级)

船体装配工工艺学(初级)

埋弧自动焊焊工培训教材

坞修钳工知识和技能(中级)

船舶建造工艺

船舶气割工工艺学(初级)

船舶气割工工艺学(中级)

船舶气割工工艺学(高级)

船舶电工考工问答

起重工工艺学(初级)

船体火工工培训教程(高级)

船舶除锈涂装工艺(高级)

ISBN 7-81073-915-8



9 787810 739153 >

ISBN 7-81073-915-8

定价:14.00 元

船舶电气工程概论

陈胜林 智成道 刘世杰 编

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本教材包括船舶电气安装工程概述、船舶电力系统、船舶电气控制系统、船舶照明系统和通信导航、船内通信系统五个部分。船舶电气安装工程概述主要介绍船舶电气安装工程的特点和安装工艺阶段的划分,对安装工艺作简单的叙述。船舶电力系统主要对船舶电力系统的组成、系统运行参数和系统设备作概况介绍。船舶电气控制介绍船舶电力拖动控制和无人机舱控制。船舶照明系统主要介绍电光源、船舶照明灯具和属具、船舶照明系统的分类、照明线路、强光灯和航行信号灯。通信和导航主要介绍无线电通信系统和船舶导航系统。无线电通信系统主要对常规无线电通信设备、救生通信系统和卫星通信作常识性介绍。船舶导航系统主要对普通导航设备和无线电导航设备作常识性介绍。本教材为培训初级船舶电工编写。也可供非船舶电气工作人员和船员了解船舶电气概况学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气工程概论/陈胜林,智成道,刘世杰编.
哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2006.11
ISBN 7-81073-915-8

I.船… II.①陈…②智…③刘… III.船舶-电力系统-概论 IV.U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 130647 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 7.25
字 数 176 千字
版 次 2007 年 1 月第 1 版
印 次 2007 年 1 月第 1 次印刷
印 数 1—2 000 册
定 价 14.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

编者的话

本教材的编写,参照“船舶电工职业鉴定”中有关初级工的要求,并对非船舶电气专业人员作船舶电气工程内容的概貌介绍。

考虑到参与船舶建造和营运的人员都具有电的基本知识,本教材不再重复。但对交流电的一些基本概念仍作常识性介绍。

本教材介绍船舶电气安装工程涉及的工艺阶段和工艺原理,一般介绍各电气系统所实现的主要功能、系统的组成和主要设备的配置。尽量以工作框图的形式说明系统设备的工作原理,除照明线路外一般不涉及原理电路。

本教材第1、2、4章由陈胜林编写,第3章由刘世杰编写,第5章由智成道编写。

本教材在编写过程中承蒙林华峰、陈国民、王旭等高级工程师提供帮助,在此表示感谢。

由于编者知识和经验的局限性、资料来源的局限性,对某些问题的提法和分析纯属个人理解,错漏之处在所难免。恳请读者批评指正。

编者

2006年11月

目 录

第 1 章 船舶电气安装工程概述	1
1.1 船舶电气安装工程的条件和内容	1
1.2 船舶电气安装的工艺阶段	3
第 2 章 船舶电力系统	17
2.1 船舶电力系统概况	17
2.2 船舶电力系统的参数	18
2.3 船舶电站	19
2.4 配电设备	31
2.5 用电设备	36
第 3 章 船舶电气控制	38
3.1 船舶电力拖动控制	38
3.2 无人机舱的控制	63
第 4 章 船舶照明系统	73
4.1 照明器件	73
4.2 照明系统	77
4.3 航行信号灯	81
第 5 章 船舶无线电通信和导航	85
5.1 船舶无线电通信	85
5.2 船舶导航系统	95

第 1 章 船舶电气安装工程概述

1.1 船舶电气安装工程的条件和内容

1.1.1 环境条件

船舶电气安装工程是船舶建造工程的组成部分,贯穿船舶建造的全过程,即从船体分段制造到交船的全过程。

船体的建造是在胎架或平台上制造各船体分段,然后在船台(或船坞)上合拢成整体。传统的建造方法,电气安装在船体合拢成整体后进行。为了缩短造船周期,现代的建造方法是在分段上就开始电气安装。

1. 设备环境

船舶是一座在水上浮动的城市,可能驶往寒冷的地方,也可能驶往炎热潮湿的地方。最高温度可达 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低可抵 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。空气中有水气、盐雾、油雾和霉菌,可能会受到暴雨、风浪的袭击。在风浪的袭击下船舶会纵向、横向摇摆和倾斜。船舶航行,机械运转会产生振动,靠离码头可能产生冲击。战斗舰艇发射炮弹或被炮弹击中会产生巨大的冲击。

电力和控制系统设备会产生电磁干扰,影响其他系统设备的正常运行;也会遭受到其他系统设备产生的电磁干扰。

有的舱室可能产生爆炸性气体。

为了防止火灾蔓延,舱室和走道划分成若干个防火区。

水线下舱室之间采用水密隔舱,发生一舱进水事故,不会渗漏至邻近舱室,殃及全船。

2. 安装环境

船舶供安装电气设备和电缆的空间是有限的。多个机械和电气设备可能要安装在同一处所;电缆和水管、风管、油管或蒸汽管可能要通过同一部位。

电气安装经常处于与其他工种同时作业状态。机舱上下可能同时有电工、轮机、铜工、电焊、装配的立体作业状态。

可能需要在寒冷、炎热或风雨天气情况下露天作业。

1.1.2 安装工程的内容

船舶电气工程的对象是电气设备和连接设备的电缆。电气安装工程是把设备安装在图纸规定的部位,敷设相关系统的电缆,把相关系统设备连接起来,使设备按设计要求运行。

1. 工艺依据

内河船舶要在不同的水域航行、泊港;海船要在不同的海域、港口也可能在其他国家的海域、运河、港口航行、停泊。船舶电气设备系统设计和安装工艺都要受到有关规范和规则的约束。例如:国际海上人命安全公约(简称 SOLAS);国际电工委员会(简称 IEC);国际海事组织(简称 IMO);国际标准化组织(简称 ISO)等制定出满足船舶安全的规则。各国船舶检

验部门例如:中国船级社(简称 CCS);英国劳氏船级社(简称 LR);德国劳氏船级社(简称 GL);法国船级社(简称 BV);挪威船级社(简称 DNV);美国船级社(简称 ABS)等制定相应的船舶建造规范(以下简称规范)。这些规范和规则对保证船舶安全提出了船舶设计和建造必需满足的最低原则要求。在这些原则的指导下,各造船厂电气技术部门制定出符合本厂实际情况的、切实可行的电气安装工艺。

电气安装工艺一般有:设备安装工艺、电缆敷设工艺、接地工艺、电缆切割和端头制作工艺等。规范一般对电缆敷设和设备安装有原则性的规定。

电气安装工艺总是随着新材料、新工艺的推广和外来工艺的借鉴不断改进的。各家船厂的工艺通过不断交流,逐步趋于大同小异的状态。建造出口船舶,可能需要根据船东的要求,采用其他(对船厂可能是新的)工艺。例如电缆敷设的托架形式、电缆紧固的材料和方式、电缆穿过隔舱和甲板的水密和防火工艺等。

2. 设备安装

系统设计按规范要求和使用要求选用船舶电气设备。

船舶电气设备根据安装和使用场合的环境条件,有不同的外壳防护等级。防护是指防护固体和液体(一般指水)的侵入。防护等级用 IP × × 表示。IP 后是两位数字,前一位表示防护固体的大小,例如:“0”是无防护、“1”是 5 mm(相当于人手伸不进)、“2”是 12 mm(相当于手指伸不进)、“5”是防尘(灰尘不能进入)等;后一位表示防护水进入的能力,例如:“1”是防滴(防垂直滴水进入)、“2”是防 15°滴水进入、“4”是防溅(防任何方向水溅入)等。系统设计根据安装场所选定防护等级,例如安装在机舱的启动器和分配电板用 IP22,船厂向设备制造厂订货,制造厂按规范和订货要求设计制造。

安装的位置要考虑到可观察(如果有指示器件的)、可操作(如果有操作器件的)、门可以开直、不受热源的影响、有充分的进电缆位置。在振动强烈的部位或设备本身不能适应振动、冲击则需采取减震措施,例如安装减震器。

设备安装的准备工作是在油漆涂装之前,把设备安装件焊装在舱壁或甲板上。

3. 电缆安装

船舶电气安装工程的主要工作量是在电缆敷设和安装上。

在电缆穿越的路径上需要预先焊接、安装电缆导架,甲板和舱壁上开孔。电缆必须紧固在导架的托板上。电缆需要通过称为电缆贯穿件的孔,穿越隔舱壁和甲板。水密隔舱壁和甲板的电缆贯穿件,要做水密封填;防火舱壁要做防火充填。

电缆安装的准备工作是在油漆涂装之前,把电缆紧固件、电缆贯穿件焊装就位。根据电缆表册备料。

电缆安装是将备好的电缆,按表册制定的次序和路线敷设,敷设主干和局部电缆。所有电缆两端到设备位后,进行电缆理排、紧固、贯穿件水密和防火充填、切割电缆进设备。

4. 系统运行

船舶电气安装工程最终是要把所有系统设备连接起来,使设备按设计要求运行,交付船东使用。

电缆安装结束,切割进入设备,进行设备内部接线。属于安装的工作结束。

电气安装工程还包括交付船东使用。包括:系统设备的码头试验、提交;航行试验、提交;缺陷修补;设备移交船东等。

1.2 船舶电气安装的工艺阶段

造船与所有工业产品一样,先按用户要求设计图纸,然后组织生产,即设计部门按船东要求,在船舶建造规范的约束下设计图纸,生产部门按图纸资料组织建造。造船行业用两句很确切的语言来描述这两个部门的工作性质,即设计部门是解决“造怎样的船”,生产部门是解决“怎样造船”。

过去船舶建造是在船台上把放样好的型材、钢板逐一地拼接成完整的船体,然后进行舾装,安装各种设备。考虑到船台的承重能力和各种因素,部分设备在船台上安装,部分设备下水后安装。这种“整体”造船方法需要很长的船台周期。

为了缩短船台周期,以后采用“分段”造船的方法。即把船体分为若干个可以起吊的分段,这些分段可以同时制造,然后再到船台上合拢成整体。这种建造方法虽然缩短了船台周期,但是不能缩短其他安装工程的时间。

船舶设计是先按船东要求进行总体的方案设计,称为初步设计,在这个基础上各专业进行详细设计。电气的详细设计主要是各系统设计。设备的布置设计只明确在某房间、某舷、某肋骨,通常没有确切的位置尺寸。

过去的电气安装是现场确定设备位置、电缆路径和具体位置。经常产生与其他工种设备相互挤碰、阻挡,重叠布置而引起“返工”。要避免或尽量少返工,需要与其他工种进行现场协调。例如某段主干电缆路径选择在某走道的天花板里,但在同一路径位置上还有风管和消防水管,需要这三个工种到现场协调,确定各自的安装位置。这样安装方式的安装质量、生产进度,完全取决于施工工人的经验和素质。

要缩短造船周期、提高建造质量,必须在图纸上给出各种设备、安装件的位置尺寸。这就需要原来的详细设计与施工之间插入现在称为的“生产设计”。

1.2.1 生产设计

按目前的习惯,船舶建造分为船体、舾装和涂装三个部分。除船体结构和涂装油漆外,所有安装工程都归入舾装。

“造怎样的船”是在图纸上工作,“怎样造船”是在现场工作。生产设计是在图纸上进行舾装件现场定位工作。把“造怎样的船”的设计延伸到“怎样造船”的“现场”。

生产设计是在图纸上“模拟造船”的过程。各个工种把现场的协调安装位置的工作,在图纸的“模拟现场”上进行。在图纸上确定各设备和安装件的具体位置尺寸。舾装件安装的生产设计称为舾装生产设计。

图纸上已有具体的安装位置尺寸,在分段制造时就可以进行舾装工程,不必等到船体合拢。现代建造方法就是在船体分段制造完成后就进行各种设备和构件(舾装件)的安装。在分段上进行舾装称为“预舾装”。

舾装生产设计把船体分段划分成可以管理操作的“舾装分段”,把舾装分段作为一个产品来设计,除了在图纸上绘制各种舾装件的安装位置尺寸外,还要按工艺阶段、施工区域和单元,汇总记入各种工艺技术指标和各种管理工作图表。

对一个舾装分段的安装,可以按工艺阶段、施工区域和单元,配套所需的舾装件,安放在一个个舾装“托盘”内,并按生产计划和节点送到该舾装分段安装。舾装分段设计把舾装件

的安装纳入了对舾装件计划、生产、采购以及成本的管理。现在把舾装分段称为“舾装托盘”，把对舾装分段的生产管理称为“托盘管理”。

纳入生产设计的船舶设计，是提供生产需要的信息文件的一种设计过程，是将设计、工艺、管理三者融为一体的设计。

舾装生产设计按专业分为机舱舾装区（称机装）、甲板舾装区（称甲装）、住房舾装区（称房装或居装）。区域划分是以房装、甲装和机装为基础的。如图 1-1 所示是散装货轮的专业区域划分。电气舾装区（称电装）工作范围是全船性的。

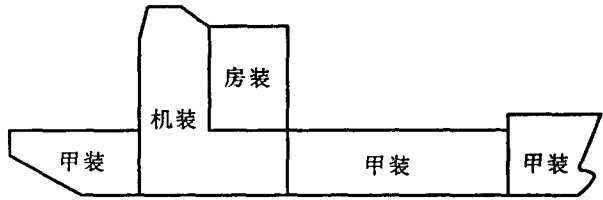


图 1-1 舾装生产设计的专业区域划分

1.2.2 电装生产设计

电装生产设计是舾装生产设计的一部分，是电气安装施工前的图纸、资料准备工作。通过电装生产设计把详细设计的图纸、资料转换成具有可施工性的图纸、资料。

我国初期的船舶建造，船厂没有电装生产设计图纸，是采用“现场定位”的方法。电工需要有充分的阅图时间，在详细设计的图纸上初步确定电缆的路径、各路径上电缆的数量和规格、电缆两端的设备位置、电缆贯穿件和安装件的尺寸，然后到现场进行设备和电缆路径的定位。在有多种舾装件的安装部位，请有关工种的人员现场协调确定。在此基础上绘制和编制有关的示意图纸和表册资料。由此可见，电气安装施工必须要有“生产设计”性质的图纸、资料准备工作。如果没有专门的设计部门来绘制、编制，电工就必须在车间自己做。进行这项工作需要各专业的图纸、资料，而电工得到的图纸仅限于本专业所绘制、编制的图纸、资料，其有许多不确定因素，现场施工经常发生返工。

后来，各船厂采用“综合放样”技术，抽调有经验的电气和轮机工人，在专门的设计部门，协调绘制和编制各自的图纸、资料。有了电装和机（管）装生产设计的雏形。

船厂采用分段预舾装建造，必须采用生产设计，并逐步纳入托盘管理。

电装生产设计是围绕着建造工艺和施工方法进行的一种为施工服务的设计。把工艺、计划、质量、生产管理数据全面地反映到电气安装的工作图和管理图表中，作为指导电气施工的依据，使电装工人能按图施工，管理人员能按资料编制生产作业计划。

各个船厂采用的建造方法不尽相同，具有“生产设计”性质的施工准备工作，其方法、范围和内容也不同。采用分段预舾装建造方法的是采用“电装生产设计”。不采用分段预舾装，即合拢成整体后舾装的是采用“综合放样”。对电气化程度不高的小型船舶是采用“现场定位”。

1. 设备定位

详细设计的设备布置图，表明各电气设备在各甲板和舱室的布置位置，但没有确切的坐标位置。生产设计要根据实际情况，确定出具体的、具有坐标尺寸的位置。

设备资料提供设备的外形尺寸、安装尺寸和要求。生产设计根据设备所安装的部位，选择标准的或设绘专用的设备安装件。

2. 电缆路线

按电缆敷设穿越的区域可分为两类:一类称为主干电缆;另一类称为局部电缆。

电装生产设计通常把全船施工部位划分成若干个安装区域。把穿越多个安装区域的电缆称为主干电缆。把敷设在某个区域或与之相邻区域内的电缆称为局部电缆。

无论采用哪种安装方式都是先确定全船主干电缆的路线,然后在这些路线上添加局部电缆或另外确定局部电缆路线。

电缆路线的确定是把各系统设备的连接电缆,汇总在电缆表册上。主干电缆路线是先设置若干个电气设备集中的终端位置,然后把些终端位置连起来。例如电力系统的中心在电站(主配电板),电站在机舱,下面终端在机舱;船舶操纵在驾驶室,上面终端在驾驶室;锚机在船首,艏舱是终端;舵机在船尾,舵机舱是终端;应急发电机室也作为上面的另一个终端。把这些终端连起来,例如主配电板与前、后、上以及应急配电板连接;驾驶室与前、后、下以及应急配电板连接等,形成图 1-2 的几束主干电缆。

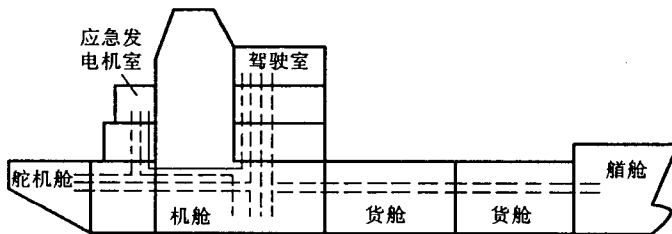


图 1-2 主干电缆路径示意图

船舶从安全出发,重要的设备要求两路供电和两路控制,这两路电缆分别敷设在左右两舷。从驾驶室到机舱、驾驶室到尾部和机舱到尾部的电缆一般都有左右两束。

有了电缆路线就可以确定各段电缆路线上的支承件和贯穿件的结构和尺寸。为此要在各段路线上记入经过的电缆数量和规格。这个记入过程就是把电缆表册上的所有电缆在图纸上进行模拟敷设,使实际敷设的电缆路径与模拟敷设的一致,即每根电缆行进的路径是唯一的。根据设备所处的位置,电缆的长短,确定敷设次序,编制出电缆敷设表册。

3. 电气安装图

有了设备的外形尺寸,绘制出电气综合布置图。通过各专业对各系统设备布置的协调,绘制出舾装综合布置图。

在舾装综合布置图的基础上,绘制出电气安装图。

电气安装图是把各安装区域的所有甲板上、顶部、舱壁四周的电气安装件即所有需要焊接的舾装件绘制在确定的位置上,并用符号、代号、数字和规格表示。

无论采用哪一种“电装生产设计”方法,施工前都要解决:设备的安装位置、安装件形式、尺寸;电缆路线和各路径的电缆支撑件的形式、尺寸、安装位置;电缆贯穿件的形式、尺寸、安装位置;设备清册;电缆备料表册;电缆敷设表册以及各种安装件的制造表册等。

采用预舾装的电装生产设计,使电气安装工程有计划、有条理地进行。使复杂工作简单化;露天作业内场做;高空作业平地做(船体分段可以翻转,把顶部安装电缆架、敷设的电缆等,由朝天改成平地作业);船上作业陆地做。从而达到减轻了劳动强度;减少交叉作业;缩短了安装周期;保证了安全;减少返工;提高质量;提高了劳动效能。

1.2.3 工艺阶段划分

安装工艺阶段一般分为:配套准备;安装(钳工)准备;电缆敷设;电缆切割、接线;码头试验、试航和返修交货。

1. 配套准备

配套准备在陆上进行,其内容是准备安装件、设备、电缆以及各种辅料等。

(1) 安装件

包括设备的安装件、电缆支撑件、电缆贯穿件等。

各家船厂一般都有本企业的安装件标准。生产设计是按该标准选用安装件。

(2) 设备

大型电气设备例如主配电板、应急配电板等是安装在属于船体制作的机座上。电动机随被拖动的机械由轮机安装,不属于设备配套的范围。

设备配套主要是中、小型设备(电器)。例如分配电板、启动器、灯具、接线盒、控制器等等。

设备配套的内容:按设备清册领出;装设备铭牌;装设备安装件(安装脚或安装支架);配进线填料函或进线孔电缆紧固支架等。为了避免设备在电缆切割、接线前损坏,用安装脚的设备,制作与设备安装尺寸一致的模板,装安装脚,代替设备上船焊装。

(3) 电缆备料

一般船舶的电缆的规格有几十种、数量有几百至几千根、总长度几百至上千公里。不可能把整桶各种规格的电缆吊运上船,按规格拖放到位后再切断。必须在电缆仓库根据电缆备料表册备料。备料表册是按电缆代号、规格、长度和敷设次序编排。

从电缆桶上拖出的电缆按所需长度截断,两端要作“封头”处理,以免潮气侵入破坏绝缘,两端绑扎电缆代号标牌,以便敷设和进入设备时识别。按敷设次序,各根电缆首、尾用绳索相连,卷入电缆桶。在表册上记入电缆桶号。

为了加快电缆拖放速度,主干电缆一般采用从中间向两侧敷设的方法。生产设计进行电缆长度测量时,同时量出中间位置至先拖放端的长度,备料时在这个长度位置作记号,例如用胶带缠绕,称为停止记号。

2. 安装准备

电气安装的安装准备也称为“钳工准备”工作,是为设备和电缆的安装作准备的。这个阶段工作主要是钳工操作,电焊工和气割工配合。

根据各船厂建造工艺,钳工准备工作在分段上、总组上或船台船上进行。总组是若干分段的集合体,例如整体的上层建筑。按照电气安装图标注的位置尺寸或与其他专业工种协调的位置,装焊电气舾装件,即设备和电缆的安装件和电缆贯穿件。

船体结构在舾装件装焊处的油漆必然会被损坏。对此涂装工程安排了“二次除锈”和补漆工序,钳工准备工作都赶在此之前完成。

(1) 划线定位

根据图上标注的位置或经协调确定的位置,划出各个部位的电缆路线上的电缆支撑件位置,甲板、隔舱壁和梁上的电缆贯穿件位置,设备和设备安装件位置。

(2) 电缆贯穿件装焊

为电缆穿过甲板、隔舱壁和梁,需要开孔。开孔切口需要装焊有足够强度的贯穿件,保

持板、壁特别是梁的强度。梁上的开孔和上层建筑的内隔舱壁无水密或防火要求,贯穿件两端要露出板壁,避免电缆拖拉被损伤,一般称为电缆框或衬圈。

主甲板以下的甲板和隔舱壁是水密的;以上的某些区域需要防火。成束电缆穿过后的空隙处充填水密材料或防火材料。隔舱壁的水密和防火贯穿件要装填足够的水密或防火材料,有一定的长度,例如两端露出板壁不小于 30 mm。采用浇注填料的,两侧有浇注口。贯穿件的形状如图 1-3 所示。甲板电缆贯穿件的上部有一定的高度,例如不小于 200 mm。如图 1-4 所示。上层建筑穿出露天的电缆,采用水密贯穿件。

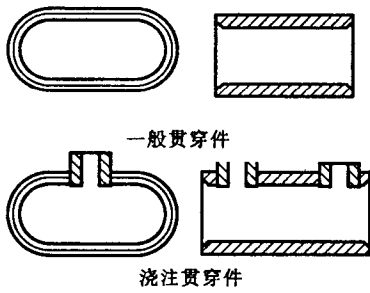


图 1-3 贯穿件图

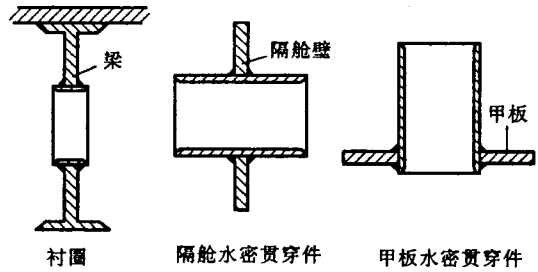


图 1-4 贯穿件装焊图

单根电缆采用带填料函的穿线管或单填料函。

(3) 电缆安装件装焊

船舶航行经常处于摇摆、振动的状态,甚至会受到碰撞冲击。电缆都必须牢牢地紧固在船体结构上。钢质船舶用焊装在船体结构上的安装件或安装架安装电缆,铝质船舶则采用铆接的方式。

船舶电缆敷设工艺主要保证电缆“拖拉”和紧固不会被损伤,布放的位置不会受到热源和机械的损伤。施工上尽量减少敷设的劳动强度。

电缆固定的方法是用紧固件把电缆固定在安装件上。

大多数电缆都是在壁和顶上敷设。敷设工艺着重于处理顶上敷设成束电缆的质量是通过紧固件支撑还是由安装件直接支撑。如图 1-5 所示,电缆束置于安装件的外面,紧固件将电缆束吊装在安装件上,紧固件要支撑电缆的质量。敷设时紧固件内的电缆质量首先必须由人工支撑。早期是

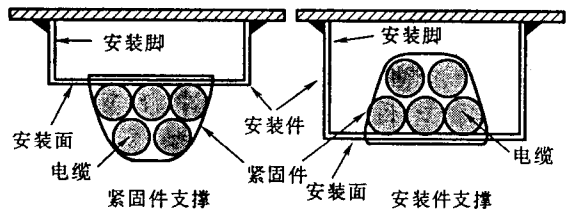


图 1-5 电缆固定方式图

采用这种敷设工艺。整理、紧固时,整段电缆散落在地上,需要用绳索临时吊装,粗电缆多的地方,劳动强度大。现在一般采用把电缆束置于安装件里面的方式,紧固件将电缆紧固在安装件上,电缆质量由安装件支撑。电缆束依托在安装件上,整理、紧固较方便。舱壁上的横向敷设,电缆少的放在紧固件外面敷设;电缆多的,如果空间允许,都采用托架的方式。舱壁上的垂直敷设,放在紧固件外面操作较方便。

电缆紧固现在都采用尼龙扎带、不锈钢扎带或包塑钢扎带捆绑的工艺。支撑电缆的安

装件通常是一个组合件,支撑件是带条状孔、可以穿捆绑扎的电缆支架或条形导板,导板用螺栓安装在安装脚上。安装脚的长短根据需要选用。

导板两侧有折边增加强度,防止切口损伤电缆。图 1-6 示意了焊装在甲板下的吊装电缆支架和隔舱壁上的壁装电缆支架。吊装支架的导板折边向下,电缆在上面;壁装支架的导板折边向内,电缆在外面。

走道或舱室长距离电缆敷设采用组合式电缆支架,或称电缆导架。图 1-7 示意了四种典型形式。单层条形支架是在一个电缆支架上按一定距离安装多个条形导板。电缆束多可以用双层,甚至更多层。条形导板的间距一般在 200 mm ~ 400 mm,电缆细间距短、粗则长。组合电缆支架一般用于成束电缆敷设,采用的导板间距一般较长,太多增加质量。成束电缆中在下面的细电缆,会在导板之间下垂成弧形,有交叉的电缆也不美观。有的船厂采用平板形的电缆支架,即在一块两侧折边的薄钢板上按一定间距,冲制如条形导板的条装孔。间距可以短。电缆束平铺在平板上,不会下漏。有的船厂采用网篮形的电缆支架。支架采用 5 mm ~ 6 mm 的铁丝焊接编成,质量减轻。电缆紧固的捆绑间距不受限制。组合安装支架两端有安装脚,较长的支架(例如超过 2 m)中间需增加安装脚。

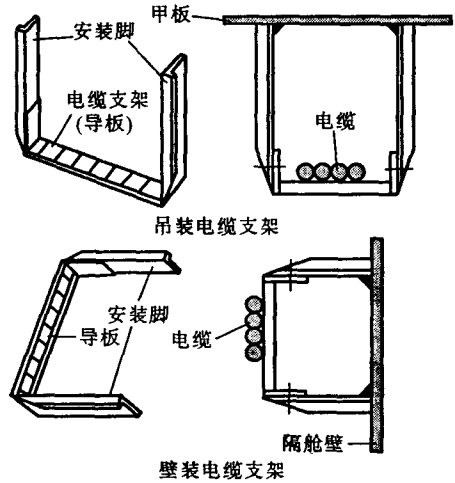


图 1-6 电缆安装支架图

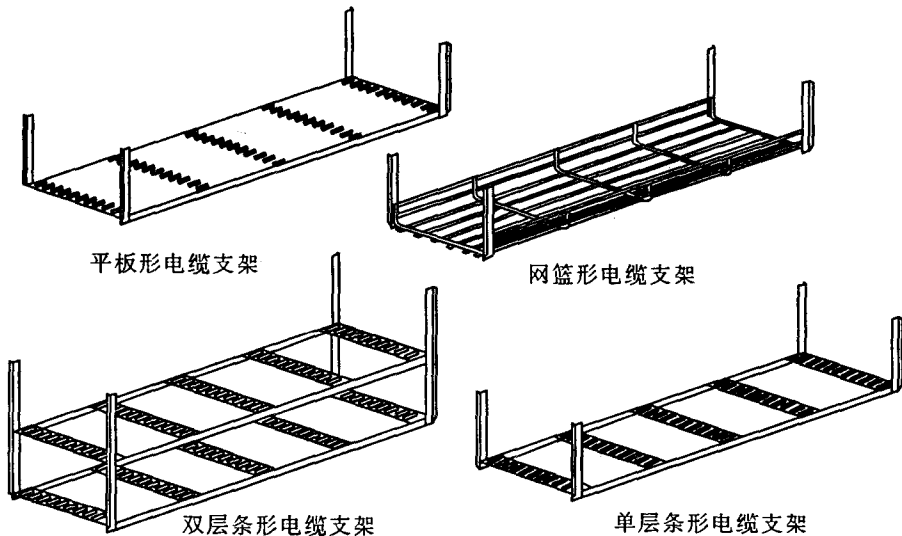


图 1-7 电缆组合安装支架图

(4) 设备安装件装焊

电气设备必须牢固地安装在设备安装件上。

船舶电气设备种类繁多,大小各异,安装处所的环境条件不同。设备安装件有不同形式的安装机座、安装支架、安装脚等,有的要通过减震器安装。有的大型设备的安装机座作为船体结构件,由船体装配安装。电动机通常与被拖动的机械是公共机座,由轮机安装。电气设备一般先焊装安装件,大部分舾装作业结束后才安装设备,以避免损坏。

图 1-8 是典型的有 4 个安装孔的设备(如分配电板、磁力启动器等)。安装在隔舱壁上,一般是用 4 个独立的安装脚安装。安装脚装焊靠设备的 4 个安装孔定位。通常是制作该设备安装孔的样板,用螺栓固定安装脚,按划线定位的尺寸位置装焊。如果安装在甲板下面,则用角铁制作安装(吊)架,向上焊装。

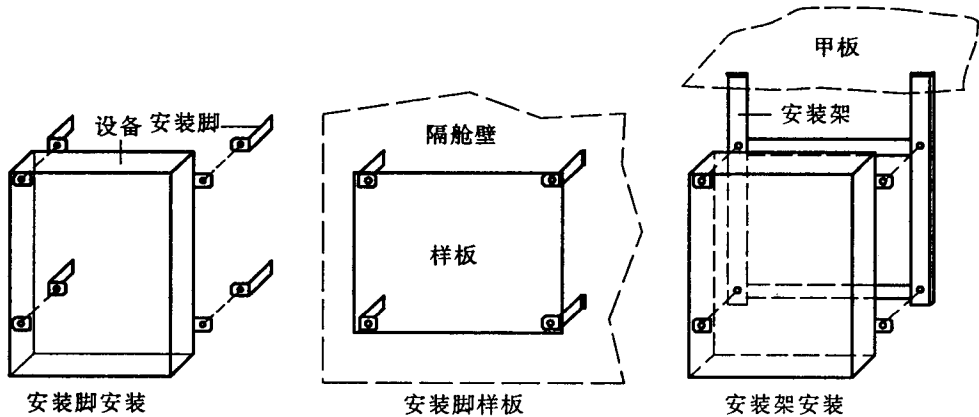


图 1-8 设备安装件示意图

各船厂按常用电气设备(例如照明灯具和属具、电力和照明分配电板、单个启动器等)的安装方式,设计、制作出各种标准的设备安装件,供安装选用。但是仍有一部分需要专门配制,特别是建造出口船,各家船东指定的供货商不尽相同。同样规格的设备,型号不一样、安装尺寸也不一样。需要根据所选用设备提供的尺寸或实物,安装的具体位置,制作安装件。

大型设备例如主配电板、应急配电板、机舱集控台和驾驶室控制台等,必须先吊进机舱、集控室和驾驶室安装,然后封闭为进入大型设备在船体结构上开的通道(称为工艺孔),完整船体结构。

设备安装件在电缆敷设之前都要安(焊)装结束。

3. 电缆敷设

电缆敷设包括施放、拖拉、整理、紧固和密性处理等。

主干电缆是全船性的敷设工作,施工是按照电缆敷设表册安排的次序,分阶段敷设。每个阶段在电缆经过的路径上,安排人员拖拉、整理。借道主干电缆路径的局部电缆,在主干电缆敷设后敷设,以避免主干电缆拖拉损伤局部电缆。采用分段预舾装建造工艺,局部电缆可以在分段上独立敷设,或独立捆扎在主干电缆支架上。

(1) 分段预舾装

在分段或总组上进行电缆敷设,可以减少总的电缆敷设时间,减轻劳动强度。

例如预舾装中的后桅单元。该单元上有雷达天线、测向天线、航行信号灯和气笛等设备。过去的建造方法是船舶合成整体后,工人爬到桅杆上进行安装。现在把雷达桅平卧在

地上,焊装各种安装件,完成电缆敷设、设备安装以及电缆一端到位后的进线、切割、接线等工作。去向另一端的剩余电缆,卷盘、捆吊,待总组完成后再敷设。

又如,上层建筑整体吊装。电装可将所有舱室内的电气设备和电缆进行预安装和预敷设。电缆敷设完成后,将待穿的主干电线另一端卷盘、捆吊起来,等整体吊装与机舱部位主船体接通后再敷设到位。

(2) 主干电缆

电缆敷设的主要工作是敷设主干电缆。包括电缆桶运送、吊放到位;按预定的顺序分区组织人员拖拉;分束整理、检查两端到位的长度;紧固;贯穿件密封等。

主干电缆是按敷设表册提供的规格和长度预先备好的。电缆是卷绕在电缆桶上。电缆桶吊上船只能放在甲板上施放电缆。电缆敷设表册是根据主干电缆穿入位置,规定各电缆桶的安放位置和施放处。

主干电缆采用两侧拖放的方法。敷设表册规定先从左或右舷、向艏或向艉穿入,拖放到停止记号(停止记号是停在几号肋骨的几号电缆贯穿件),然后从电缆桶上抽出剩余的电缆,向反方向穿。按照图纸丈量的电缆长度都放有足够的余量。但是仍需要检查终端到位后的电缆进设备长度是否足够。

电缆布放到位后需要进行分层理顺。整理除了使成束电缆外表美观外,束内的电缆避免交叉。理顺可以使电缆束最小。在电缆贯穿件两端留有足够的直线部分,保证密封工作可以操作。

现代船舶的自动化程度高,属于弱电的控制系统多,平行靠近的电缆之间会产生干扰,影响系统的正常工作。要求强电和弱电电缆分束、分开敷设。

(3) 局部电缆

局部电缆是指在同一区域,不穿过水密隔舱或甲板的电缆,大多数是属于照明系统的电缆,以 2×1 或 2×2.5 为主。一般不进行丈量、备料。把整桶电缆吊上船,实地拖放,两端到位、切断。

(4) 电缆紧固

在一段电缆路径和相关路径上的电缆整理、预捆扎后,确认不再加入电缆;所有电缆两端到位,用工艺规定的紧固件(例如尼龙扎带、镀塑铁皮绑带)和间距捆绑、紧固。

(5) 电缆贯穿件密封

电缆紧固后水密和防火电缆贯穿件要进行密封工作。水密和防火贯穿件也称为填料函。在电缆穿过的甲板、舱壁上,用填料充填间隙,防止渗水和窜火。

单根电缆用单填料函。大多数是在终端。例如室外灯,电缆穿出舱壁就到灯。又如救生艇的电动机、按钮盒、限位开关,电缆穿出甲板就到设备。一般采用穿套橡皮圈、垫圈用螺帽拧压密封。螺帽口的电缆隙采取防积水措施。例如用热塑管封口或填可塑性填料。

成束电缆贯穿件也称成组填料函。密封工作是用防水或防火填料充填电缆间和孔的间隙,图1-9所示为两种积木式组合电缆贯穿件的充填。每根电缆用两块橡胶块包覆,直径可抽出衬垫予以调整,按积木块排列,充填所有电缆间隙,空余位置用相当尺寸的橡胶块充填。压紧两侧端块螺栓,使橡胶块充满所有间隙。其他填料贯穿件也是使填料充满所有电缆间隙和空隙。水密贯穿件制作后要进行气密试验。

4. 设备安装

船舶电气设备安装工作是把设备用螺栓固定在焊装在船体结构上的安装件上。安装在

有振动、冲击部位的设备要通过减震器安装。设备金属外壳还要进行接地工作。

船舶的某些部位例如艏部锚机舱、艉部舵机舱和机舱等，机械运行会产生振动，靠离码头有时会引起冲击，战斗舰艇火炮射击或受到射击会产生冲击。剧烈的振动和冲击会影响某些设备的正常运行，甚至设备的某些器件遭受到损坏。例如闭合的触头受到冲击可能瞬时断开；接插的电路板会因振动脱落；灯泡发热的灯丝会因冲击、振动断开；仪表线圈会被振断、指针轴尖脱出等。

在某些特殊部位，船舶运行的振动、冲击可能影响设备正常运行甚至造成损坏。有些设备运行时本身也会产生冲击、振动，例如大电流接触器和断路器的接通、断开；电动机的旋转等，对环境产生不利的影

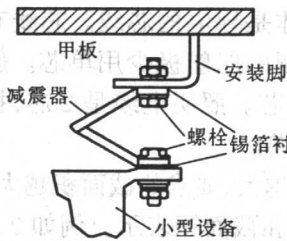


图 1-10 弹簧减震器安装示意图

响，对环境产生不利的影

响。需要对设备采取减震措施，避免外部振动、冲击对设备的影响和危害；设备运行对周围环境的影响。一般采取的措施是设备通过减震器与船体结构固定。

减震器是一个在外力作用下会产生弹性变形的结构件。一侧固定在焊装在船体结构的设备安装件上，另一侧用来固定设备。船体结构因冲击、振动产生的力，作用在减震器上，使减震器产生弹性变形，作用力被消耗后才传递到设备上。

钢丝弹簧和橡皮在一定的作用力条件下会产生弹性变形。一般使用的有弹簧减震器和橡胶减震器。

减震器的规格是按照质量配置，设计部门按照设备的质量选用。设备质量太轻不会变形，没有减震作用；太重会产生塑性变形而不能恢复。

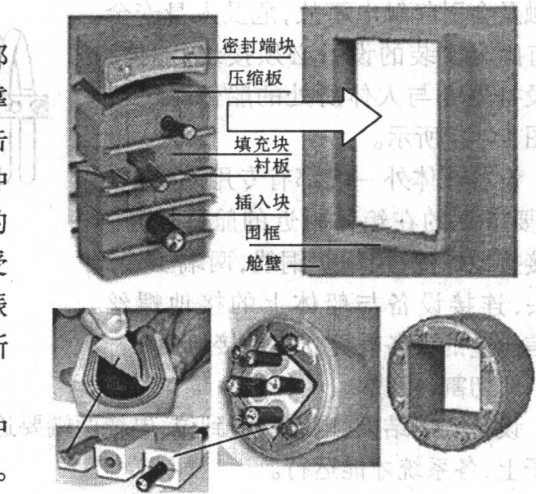


图 1-9 积木式组合电缆贯穿件充填示意图

对设备的影响和危害；设备运行对周围环境的影响。一般采取的措施是设备通过减震器与船体结构固定。

减震器是一个在外力作用下会产生弹性变形的结构件。一侧固定在焊装在船体结构的设备安装件上，另一侧用来固定设备。船体结构因冲击、振动产生的力，作用在减震器上，使减震器产生弹性变形，作用力被消耗后才传递到设备上。

钢丝弹簧和橡皮在一定的作用力条件下会产生弹性变形。一般使用的有弹簧减震器和橡胶减震器。

减震器的规格是按照质量配置，设计部门按照设备的质量选用。设备质量太轻不会变形，没有减震作用；太重会产生塑性变形而不能恢复。

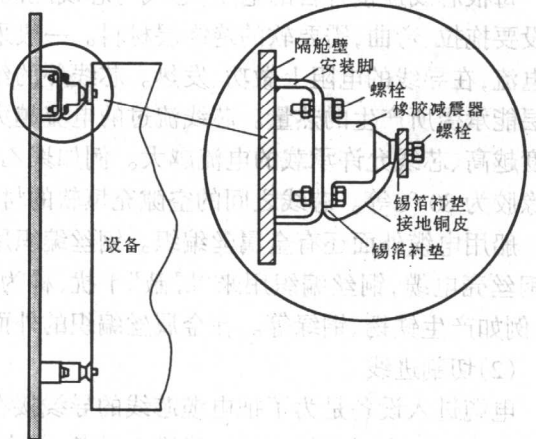


图 1-11 橡胶减震器安装示意图