

第七章 船舶电气与通导系统



飞翔的蜘蛛

信念是一种无坚不摧的力量，当你坚信自己成功时，你必能成功。一天，我发现，一只黑蜘蛛在后院的两檐之间结了一张很大的网。难道蜘蛛会飞？要不，从这个檐头到那个檐头，中间有一丈余宽，第一根线是怎么拉过去的？后来，我发现，蜘蛛走了许多弯路，从一个檐头起，打结，顺檐而下，一步一步向前爬，小心翼翼，翘起尾部，不让丝沾到地面的沙石或别的物体上，走过空地，再爬上对面的檐头，高度差不多了，再把丝收紧，以后也是如此。

通过这个小故事，让学生了解，蜘蛛不会飞，但它能够把网凌结在半空中。它通过勤奋、沉默而坚韧，把网织得精巧而规矩，八卦形地张开，仿佛得到神助。这样的成绩，使我们不由想起那些沉默寡言的人和深藏不露的智者。通过努力，有时，奇迹是可以创造的。

第一节 船舶电力系统概述

一、概述

船舶相当于一个移动的小城市。现代城市的居民生活、各种系统的运行，都需要用电。船舶航行、抛锚、泊港，时刻都需要用电。

1、发电和用电

（1）发电

所谓发电是指发电机输出端建立电压。把电压调节到所需的电压值。

船舶主要是燃油发电。燃油燃烧产生的热能，转换成机械能，机械能再转换成电能。电能以电功率的形式表达时，称为电力。用来产生电能的机械称为发电机。用来拖动发电机旋转的称为原动机。目前船舶采用的原动机较多的是柴油机。

柴油机的燃料是柴油。柴油被压缩喷入汽缸燃烧、爆炸产生的力，推动活塞作直线运动，活塞推动曲轴旋转运动。连接在转轴上的发电机旋转发电。

（2）用电

用电设备接在发电机上，在电压的作用下，流过电流，做功运行。例如电灯做功是发光、发热；电热器做功是发热；电动机做功是通过旋转把电能转换为机械能等。用电设备是消耗电能的设备，是发电机的负载。一般称用电设备为“负载”。

用电设备使用(消耗)多少电能，原动机就进多少燃料驱动发电机生产多少电能。因此电力的使用和生产是同时进行的。

2、配电和输电

（1）配电

发电机发电，但不能直接向用电设备供电。在电源与用电设备之间需设置开关后，才可以接通开关。把电源有控制地分配给各种用电设备，称为配电。用来配电的开关设备称为配电板。

（2）输电

配电设备要通过输电线路，才能把电力输送到各用电设备。船上必须使用导线外包绝缘的电缆。电缆受到机械损伤，可能引起电源短路。电源端的配电开关也要对电缆可能产生的短路进行保护。

二、船舶电力系统

1、船舶电力系统的组成和基本参数

（1）船舶电力系统的组成

船舶电力系统由电源、配电装置、电力网和负载四部分组成，如图 7-1 所示。

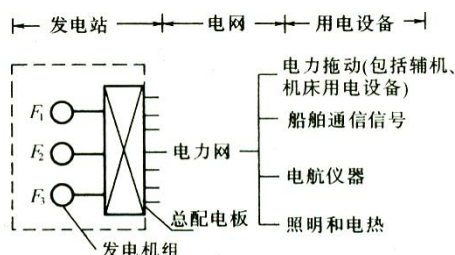


图 7-1 船舶电力系统示意图

（2）电源是将机械能、化学能等转变为电

能的装置。船上常用的电源装置有发动机和蓄电池。

（3）配电装置是向用户提供和消耗电能进行测量、监视、保护、切换、分配和控制的装置。根据供电范围和对象的不同，配电装置分为主配电板、应急配电板、动力和照明分配电板、充放电板以及无线电板等。

（4）电力网是指向全船供电的电缆与电线组成的馈电系统的总称，其作用是把电源与用户联系起来。电力网按其供电范围可分为主电网、应急电网和小应急电网等；按电力网电压等级又可分为动力电网、照明电网和低压电网等。

（5）负载即通常所说的电能用户。船舶负载通常分如下几类：船舶机械的电力拖动；船舶电气照明；船舶通信和导航设备；其他用电设备。

2、基本参数

船舶电力系统的基本参数包括电制、额定电压等级和标准频率。

（1）电制

船舶电力系统供电有直流电制和交流电制。

直流电的电压和电流方向不随时间变化。直流电制的优点是：发电机电压调节简单、运行稳定、并联方便；电动机调速方便、平滑稳定。缺点是：电机尺寸大、结构复杂、质量重、价格贵、维护保养工作量大；电动机启动设备复杂；电压变换困难；照明系统不能与电力系统隔离，照明器具容易发生绝缘故障，影响电力系统。

交流电的电压和电流方向是随时间正、负周期性变化的。现在的船舶电力系统几乎都采用交流电制。交流电制的优点是：电动机尺寸小、结构简单、质量轻、价格便宜、维护保养方便、启动设备简单；电压变换方便；照明系统与电力系统可以隔离，照明器具的绝缘故障不影响电力系统。缺点是：发电机电压调节复杂、并联操作麻烦、动态稳定性较差；电动机调速困难简单的调速方法不平稳，方法复杂，设备价格昂贵。

（2）电压和频率

船舶电力系统采用交流电制，电压等级分为低压和高压。低压是不超过 1000V 的交流系统，高压是超过 1000V 的交流系统。一般商船和舰船都采用低压。

我国船舶是采用三相 380V、50Hz。这主要是考虑靠码头时可接用岸电。国外船舶 440V、60H 和 380V、50H 皆有。较多采用 440V、60Hz

第二节 船舶电站

船舶电站是船舶电力系统的核心。它是指船舶上将机械能转换成电能并对其进行监视、控制、测量、分配和保护的设备。由船舶电源、船舶电力网络、配电系统设备和电力系统保护设备等组成。按电源可分为主电源（主发电机组）、应急电源（应急发电机组、蓄电池组、弱电电源）、辅助电源（辅助发电机组）和岸电箱。配电网络可分为主电网、应急电网、照明电网和弱电电网。配电和保护设备有主配电屏、应急配电屏、发电机保护设备和电网保护设备等。

一、船舶电站

为使船舶在各种不同工况下，如航行、作业、停泊、战斗、应急等情况，都能连续、可靠、经济、合理地进行供电，舰船上常常配置多种电站。主电源与主配电板构成主电站；应急电源与应急配电板构成应急电站。

临时应急电源是蓄电池。使用（放电）后要充电，不使用也要定期进行充、放电。配合蓄电池使用的是充放配电板（或称充放电板）。蓄电池与充放配电板组合也构成供电的电站，但习惯上并不称为电站，而是称为供电装置。

1、主电站

正常情况下向全船供电的电站，一般商船设一个主电站。舰船、特种船舶或大型游轮可能设 2 个或以上的主电站。

（1）主电源

主电源是船舶正常情况下使用的电源。通过主配电板对全船所有设备配电。

它是由设在主机舱或辅机舱的发电机组提供。主发电机一般都是用柴油机驱动。所构成的发电装置称为柴油发电机组。一般至少设置 2 台。商船一般设置 3-4 台。

（2）主配电板

主配电板是指由主电源直接供电、并分配和控制电能至船上各种设备的开关设备、控制设备、测量设备。其主要功能是对各发电机组的单机或并联运行进行控制、监视；对各用电设备进行配电（开、关）控制。它由实现各种不同用途的功能屏组成，一般有发电机屏、同步（隔离）屏、电力负载屏和照明负载屏等。

主配电板的主电路结构一般用单线图表示。单线图是用一根线来表示交流单相的 2 根线、三相的 3 根线。可以清晰地看出电源和负载之间的连接关系。图 7-2 表示有 3 台发电机的单线图，一共有 9 屏，3 台发电机屏处于中间位置，发电机屏之间插入同步屏，两侧是电力负载屏和照明负载屏。配电需要一条连接电源和负载的导线。这条导线用来汇集电源和负载称为“主汇流排”或“母线”。根据规范要求，母线至少分成 2 段，用隔离开关（图中 Q4）连接。平时隔离开关处于合闸状态，发生事故例如短路，断开隔离开关，隔离有故障的一侧母线，让无故障的一侧母线继续供电。3 台发电机 G1、G2 和 G3 通过各自的开关 Q1、Q2 和 Q3 接入母线。所有电力负载屏的开关从母线接出。照明母线用 2 台互为备用的照明变压器 T1、T2，通过 2 台合闸联锁的开关供电。变压器的初级由两侧母线供电。

2、应急电站

应急电站是在应急情况下向保证船舶安全所必需的负载供电的电站。一般商船特别是客船都设置应急电站。应急电站由应急柴油发电机组和应急配电板组成。

（1）应急发电机组

应急发电机用柴油机驱动。柴油机用蓄电池供电的电动机启动，具有遥控启动、停机功能。主电源故障失电，发电机组自动启动投入供电运行。

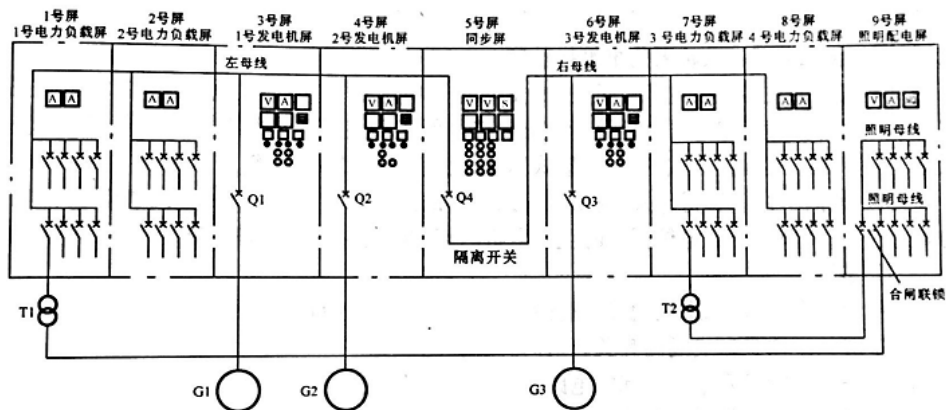


图 7-2 主配电板单线示意图

（2）应急配电板

应急配电板接受应急发电机的电能，分配至全船各种应急设备。其主要功能是：对应急发电机组的运行进行控制、监视；对各用电设备进行配电(开、关)控制。

应急配电板的母线(主汇流排)有 2 个供电电源：应急发电机和主配电板。应急母线配电的应急设备（负载）可以由这 2 个电源之一提供。正常情况下由主配电板的主电源供电；主电源失电的应急情况下由应急发电机供电。

典型的应急配电板如图 7-3 所示。应急发电机通过受电开关 Q1 向应急母线供电，主配电板通过联络开关 Q2 向应急母线供电。母线通过各配电开关向应急负载供电。应急照明由照明变照明变压器 T1, T2 供电。Q1 和 Q2 合闸联锁(图中△表示)，只允许 1 个开关合闸供电。应急配电板一般由发电机屏、电力负载屏和照明负载屏组成。

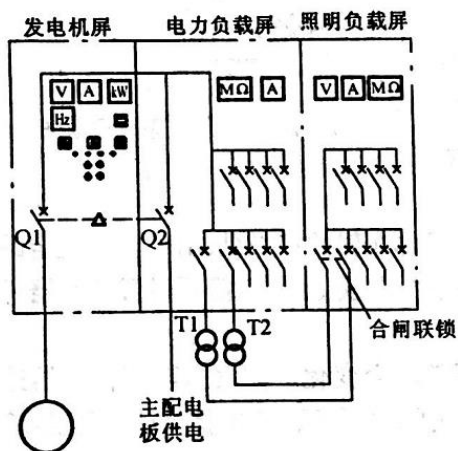


图 7-3 应急配电板的连接和布置图

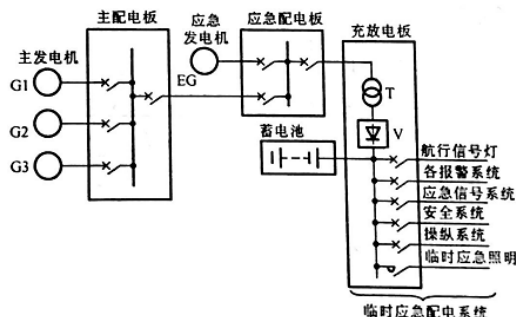


图 7-4 应急配电系统图

主电源和应急电源不允许同时向应急母线供电，即不允许 2 个电源并联运行。因为几台主发电机的容量足够，不需要应急发电机补充；也不允许应急电源向主配电板反向供电，因为应急发电机的容量只够应急设备使用。

3、临时应急电源

蓄电池使用时间有限称为临时应急电源。蓄电池与充放电板组合构成临时应急电源装置。当主电源和应急电源的供电失效时，蓄电池向重要信号设备、报警装置和临时应急照明供电。

（1）临时应急配电系统

充放电板作为电源和所供电的用户构成临时应急配电系统。

正常电力系统提供全船所有（包括照明和动力）负载。应急电力系统只提供紧急情况下必需的照明和动力负载以及信号设备。临时应急配电系统不提供动力负载，仅提供少量紧急

情况下必需的信号设备(或照明)。

临时应急配电系统与正常、应急电力系统的关系见图 7-4 所示。临时应急配电系统正常情况下由主电源供电，主电源失电由应急电源供电，应急电源失电由蓄电池供电。

直流用电设备主要是船舶安全必需的短时使用设施，例如：各报警系统（如舵机失电报警、火灾报警、二氧化碳施放报警及主、辅机报警系统等）；应急信号系统（如总动员警铃水密门关闭和开启信号系统、防火门关闭信号系统等）以及主机的安全系统和操纵系统等。也包括临时应急照明（即小应急照明）。

当主电网及应急电网失电或者电源降至额定值的 40%，临时应急照明自动接通蓄电池供电，主电网及应急电网电压恢复时自动切断。临时应急电源一般采用直流 24V。大型船舶临时应急照明布点多，容量大，电压升高至 110V 或 220V。

（2）蓄电池

主要使用的蓄电池有酸性蓄电池和碱性蓄电池两大类。酸性蓄电池又称铅酸蓄电池，每个电池的电动势为 2.1V。碱性蓄电池主要使用镉镍蓄电池。每个电池的电动势为 1.25~1.3V。现在建造的船舶都采用“免维护”的铅酸蓄电池或镉镍蓄电池。

（3）充放电方式

蓄电池充放电控制的方式有 3 种：交互充放电、浮充电和交互与浮充组合。

①交互充放电

交互充放电方式又称“充放制”。设置 1 台充电装置和 2 组蓄电池，1 组充电、另 1 组放电即向临时应急用户供电。充电装置只向蓄电池充电，装置容量较小。调节充电电压和电流对用户没有影响。这种方式现在较少采用。

②浮充电

浮充电方式又称“浮充制”。充电装置与蓄电池并联向临时应急用户供电。正常情况下外部电源（应急配电板）向充电装置供电，充电装置向临时应急用供电，同时向蓄电池提供很小的充电电流用于补偿蓄电池内部局部放电的电损失。正常和应急电力系统失电充电装置断电，用户转换由蓄电池供电，供电转换过程是连续的。因浮充电方式构成了“不间断供电”的直流电源。现在多采用这种方式。

③充电装置

充电装置的电压必须高于蓄电池的电动势才能向蓄电池充电。采用“浮充制”，尽管浮充的电流很小，但电压是蓄电池的 1.1~1.2 倍。如果直接向用电器具供电，长期承受过高电压是不利的。浮充供电电压需要适当降低才能提供使用。

电网失电由蓄电池供电，不需要降压。按浮充电方式工作的充电装置，除了提供充电所需的电流外，还要向负载供电，需要的容量大。充电装置原理如图 7-5 所示。变压器把输入电压变换(降到)到适合充电和供电的电压，经可控整流器件，把交流电整流成直流电输出。直流电压输出受控制单元的触发信号控制。控制单元根据检测输入的负载电流信号和用户电压信号，输出触发信号，保持输出给用户电压在允许范围之内。

目前使用较多的是浮充方式和交互与浮充组合方式。蓄电池设置 2 组或以上。采用免维护蓄电池，蓄电池安放在充放电板内，无需专门的舱室。

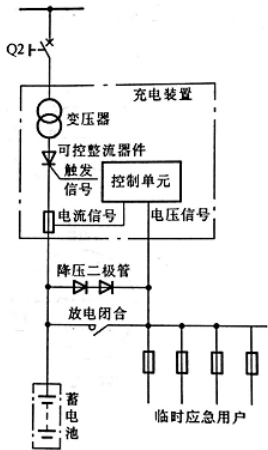


图 7-5 充电装置原理

4、充放配电板

充放配电板是用来对蓄电池组进行充电控制和对直流用电设备或由蓄电池供电的设备，进行配电的开关和控制的组合装置，简称充放板。面板上设有操作器件，选择充放电的蓄电池、工作方式、调节电流等；指示仪表，指示充电电流、输

出电压、充电电压、直流电网绝缘；工作指示灯和故障指示灯等。电源开关在板内，需开门操作，负载开关的手柄露出，可在面板上操作。

二、配电装置

船舶配电装置是用来接受和分配电能，并对发动机和电网进行保护、测量和调整等工作的设备。它是由各种开关、保护电器、测量仪表、调节和信号装置等电气设备按一定要求组合而成的，其功能有：正常运行时接通和断开电路(手动或自动)；电力系统发生不正常运行时，保护装置动作，进行报警或切断故障电路；测量和显示运行中的各种电气参数，例如电压、电流、频率、功率、功率因数、绝缘电阻等；进行某些电气参数或有关的其他参数的调整，例如电压、频率(转速)的调整等；对电路状态、开关状态以及偏离正常状态信号指示。

1、配电线制

配电线制是规定用几根导线输电。直流和交流单相电源有 2 个极(端)。用 2 根导线与用户负载连接，负载 1 根进、1 根出形成电流回路。船舶交流单相负载主要是照明和属于生活用的电器。一般用变压器次级供电，采用单相双线制。低压电力系统都是三相负载，发电机只出三根线，中线不接出。用 3 根导线输电，是三相三线制。中线不接出，三相与船体绝缘没有电气联系，也称为三相三线绝缘系统。

2、电力网

电源与用户之间通过各种节点（即配电设备）用电缆线路连接起来，构成的网络称为电力网，简称电网。

（1）按供电电源的不同，电网可分为：主电网-由主发电机通过主配电板供电的网络；应急电网-由应急发电机通过应急配电板供电的网络；临时应急电网-有蓄电池通过蓄电池充放电板用以传输临时应急电能的网络。

（2）为设绘和施工看图方便，习惯上按供电方式分：一次网络-由主配电板直接向区配电板、分配电板和负载供电的网络，也称一次系统，一般把由应急配电板直接供电的网络也纳入一次网络。二次网络-由区配电板或分配电板向负载供电的网络，也称为二次系统。

一次和二次网络如图 7-6 所示。重要设备、大功率用户、分配电板和区配电板等由主配电板直接供电构成的电网，作为一次网络。分配电板和区配电板供电的用户、区配电板再通过分配电板供电的用户构成的电网，作为二次网络。

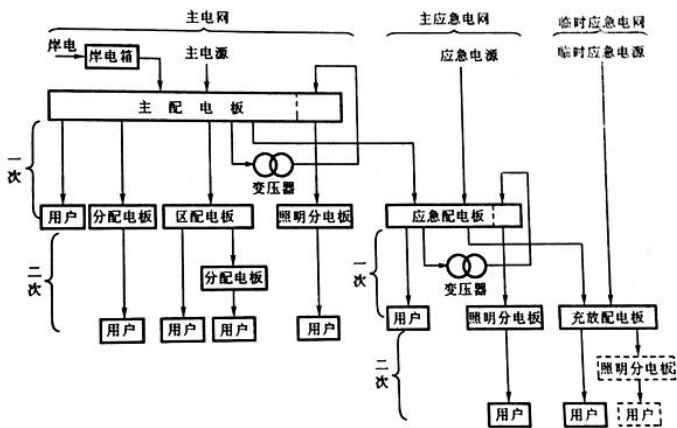


图 7-6 电力网示意图

（3）实际工作中也有按用途分：动力网络-船舶电网中向动力设备供电的网络；照明网络-船舶电网中向动照明设备、电风扇及小容量电热设备等供电的网络；弱电网络-船舶电网中向各导航、通讯、无线电设备等供电的网络。

3、配电设备

配电的任务是“开”、“关”和保护。配电开关是通过电缆线路与用户连接。配电分路必须是开关和保护的组合器件。断路器是带保护的开关,在被开、关和保护的电路发生短路时,能可靠地分断。船舶低压电力系统中采用框架式空气断路器和塑壳空气断路器。习惯上统称开关。

作为电源一次配电的设备有主配电板、应急配电板和充放配电板。作为二次配电的设备有区配电板、电力分配电板、照明分配电板和临时应急分配电板。

岸电箱是主配电板或应急配电板与岸电的接口设备,一般纳入配电设备。

电力变压器是电源电压交换设备,是电源设备,在配电系统中一般也作为配电设备。

(1) 电力分配电板

电力分配电板的输入电源是三相,配电分路也是三相,开关采用三相断路器。它是安装在靠近用户的地方,箱体的防护等级是根据安装处的环境条件确定,一般为防滴型。开关供电的对象铭牌贴在面板内或直接标在开关的遮盖板上。外部电缆一般在下面进入。

(2) 照明分配电板

照明分配电板的输入电源是三相,配电分路是单相,开关采用单相断路器。配电分路断路器一般是同一规格。分路数量为标准的。系统设计根据实际情况选用标准的型号、规格。照明分配电板是安装在靠近用户的地方,箱体有“明”式和“暗”式。安装在居住区域走到采用暗式,其他一般都采用明式。防护等级一般是防滴型。

(3) 区域配电板

区域配电板(简称区配电板)是用来向某一个区域的电力和照明负载配电的。主(或应急)电源向区配电板供电,区配电板再向区域内的用电设备(包括电力设备和照明器具)或配电设备(分配电板)供电。

(4) 岸电箱

岸电箱是用来在船舶泊岸(靠码头)时接岸电用。岸电箱也不限于只接岸电。例如两艘相互停靠在码头或浮筒上的船舶,一艘船可向另一艘船供电。我国规范规定,岸电是接入主配电板供电。有的出口船是接入应急配电板供电。

岸电箱的岸电开关,出线端用固定电缆与主配电板连接,进线端用临时拖放的软电缆与码头电箱连接。码头电箱由该地区的某一个变电站供电。

(5) 电力变压器

电力变压器是用来变换电压的供电设备。把某一个等级的电压变换成另一等级的电压。在工业频率(50 Hz 或 60 Hz)下使用的是带铁芯的三相电力变压器。

三、用电设备

船舶用电设备按重要程度分为:重要设备和非重要设备。

1、重要设备

重要设备是指保证船舶航行安全、船舶安全和人员安全所必需的设备。又分为主重要设备和次重要设备。

(1) 主重要设备是保证船舶航行推进和操舵需要连续运转的设备。例如:舵机装置,为主、辅机服务的鼓风机,燃油供油泵,喷油嘴冷却泵,滑油泵和冷却水泵等所必需的相应设备。

(2) 次重要设备是保证船舶航行推进和操舵所必需但不必连续运转的设备,以及保证船舶安全和人员安全必需的设备。例如:锚机、燃油输送泵和燃油处理设备,滑油输送泵和滑油处理设备,启动空气和控制空气压缩机,舱底、压载和平衡泵,消防泵,机舱通风机、航行灯、航行设备和信号设备,船内通信设备,探火与失火报警系统,主照明系统,水密关

闭设备等。

2、非重要设备

非重要设备是指短时间不运转不会对船舶推进和操舵有损害，也不会危及乘客、船员、货物、船舶以及机械安全的设备。出现供电短缺时可以停止运行。例如：空调装置、厨房电气设备、房舱风机等。

第三节 船舶照明

一、概述

船舶照明包括确保航行安全和人员安全的照明、工作处所照明以及生活区域照明等。是船舶航行、作业和船上人员生活的必要条件。船舶都是电气照明。

船上的工作舱室、生活舱室和内外走道，特别是重要的工作舱室，如机舱等，需要有连续不断的照明。除此外，还要船外的照明，例如夜间升降救生艇、攀爬舷梯、靠码头系缆、带浮筒系缆、海上搜寻等都需要比一般照明灯亮很多的光，如强光灯；夜间航行或能见度低的雾天航行，对外显示本船的位置和特征的信号灯和航行灯；通过某些特定的水域，该水域需特定的信号灯、专用灯、操船灯等。

船舶的电气照明，从使用意义上说有三大用途：照明、信号识别及灯光通讯。从装置的性质来说就是灯具和附具。

二、光源与灯具

1、照明光源

光是能引起人视觉的辐射能，是一种电磁波。发光体向周围辐射的能量只有在某一段波长范围内才能引起人的视觉。能引起视觉的发光体称为光源。把电能转换成可见光的发光体称为电光源。电光源分为热辐射光源和气体放电光源两大类。

（1）热辐射光源

热辐射光源是利用物体通电加热时辐射发光的原理制成的。

①白炽灯泡

它是利用灯丝(钨丝)通过电流产生热量，使钨丝升温至白炽状态发光。输入灯的电能大部分化为热能和不可见的辐射能，只有 10%左右的电能化为可见光。发光效应较低。

过去船舶主要是采用白炽灯泡。机舱内振动较大，灯具安装必须加减震器。现在白炽灯已被荧光灯代替，但有的部位例如锅炉的水位灯、临时应急照明灯、航行灯和信号灯等都必需用白炽灯泡。220V 的白炽灯泡的功率从 10W~1000W。

②卤钨灯

钨循环白炽灯简称卤钨灯，是在灯管内充适量的卤族元素和惰性气体，发光时钨蒸气与卤素化合又分解，回到钨丝上抑制钨的蒸发，提高了灯的光效和寿命。常用的有碘钨灯。1000W 的碘钨灯相当于 500W 白炽灯的亮度，但抗振动性能差。工作时需水平安装，倾角不能大于 $\pm 4^\circ$ ，否则会严重影响寿命。因为有灯丝，耐震性能差。220V 的卤钨灯管的功率从 500W~2000W。

（2）气体放电光源

气体放电光源是利用气体放电即电流通过气体时发光的原理制成的。

①荧光灯

荧光灯是目前船舶使用的主要电光源。它由荧光灯管、镇流器和启辉器组成。船舶使用的为自启动荧光灯，无需启辉器。荧光灯管属于低压汞灯俗称日光灯，是一种管状发光体，

两端有钨丝电极，管内充有少量汞(水银)蒸气和一定量氙气体，管子内壁涂荧光粉。灯管两电极间被击穿放电汞原子在电离过程中被激发出紫外线照射到荧光粉发出可见光。

荧光灯消耗的电能有 20%左右转化为光能，发光效率较白炽灯高。1220V 荧光灯的功率从 4W~125W。

②高压钠灯

高压钠灯是在灯管内除汞和惰性气体外还加入过量的钠。发光效率比高压汞灯高，需要外附镇流器。

③氙灯

氙灯是在石英玻璃管内充高纯度氙气的弧光放电灯。功率可达数千瓦、亮度高，俗称小太阳。需要配用触发器引燃工作。热辐射光源可以即点（开）即亮气体放电光源的点亮需要启动时间。气体放电光源的发光效率大于热辐射光源，但使用上不能完全代替。

2、照明灯具

照明灯具的作用是固定光源，把光源的光能分配到所需要的方向，防止光源引起的眩光保护光源不受外力潮湿和有害气体的影响。船舶的照明灯具更着重对电光源的防护。

主要灯具形式有：防护型用于干燥舱室；防潮型用于潮气较多的场合；防水型用于有滴水、溅水和凝水的场合；防爆型用于可能积聚易燃、易爆气体的场合和危险区域。

灯具由外壳、灯罩和灯座组成。灯体外壳一般用金属或玻璃纤维材料制成。用来安置灯座和灯罩，壳体上有本身安装固定的安装件（脚）和电缆进入的填料函或孔。灯罩一般用玻璃或有机玻璃制成。用来防护（潮、水、爆）和透光。颜色一般采用透光好的透明色和柔和光的乳白色。带有信号作用的则信号要求有颜色，例如警告的红色和警示的黄色等。灯座用来固定灯泡和导电接触。

因船舶环境条件的特殊性，灯具和属具应能适应有盐雾、油雾、潮湿的空气，能承受倾斜、摇摆、振动和冲击。

①生活舱室灯具

船员居住舱室的灯具主要是顶灯和床灯，另外还可能有台灯和壁灯。会议室主要是顶灯和壁灯，另外还可能有装饰灯。这类灯具采用防护型。

过去多用白炽灯，现在都用荧光灯。常用的顶灯有方形和圆形。生活舱室都有封闭板，灯具采用槽形（或称暗式）结构，壳体嵌入天花板，灯罩外露。居室多采用圆形或方形，会议室和内走道采用长方形。

②工作舱室和外走道灯具

工作舱室例如机修间、电工间、储藏室、冷藏机室、二氧化碳释放室、污水处理舱等的灯具主要是顶灯。外走道和露天围壁一般采用顶灯形式的灯具。这类灯具采用防潮型或防水型。电缆进线通过填料函密封。灯罩与壳体之间有密封圈，用扣紧机构使灯罩压紧密封圈。

③机械舱室灯具

在振动大的机械舱室如主、辅机舱，荧光灯管需要采取夹固措施。振动强烈的部位，灯具还要通过减震器安装。灯具采用防水型。

④航行灯灯具

民用船舶和舰船都必须设置航行灯和信号灯。这些灯具是露天安装的，水密性要求高。船规和舰规对各种航行灯的亮度、照射的角度灯罩颜色和安装位置有严格的要求。灯具是专用的。电光源采用白炽灯，它的启动点亮的时间几乎为零，电压降低不会熄灭。

白炽灯寿命较短，灯丝易断，使用时需要设置备用。过去采用特制的双灯丝灯泡，泡内有上下灯丝，一根使用、一根备用。使用要求开始用下灯丝，丝断再换用上灯丝。如果先用上灯丝，丝断会掉在下灯丝上，使下灯丝烧断。这种灯泡的灯丝结构与一般使用的一样，比较散亮度达不到规范要求。现在都用专用的航行灯单丝灯泡，灯丝比较集中，亮度满足要求。

⑤照明属具

在照明系统中使用的开关、接插件和连接件称为照明属具。例如船上配置的各种照明开关、插头、插座、日光灯、高压水银灯用的镇流器、启辉器、触发器、并连接线用的接线盒、为灯火管制防止灯光外露的门开关，以及通讯闪光灯用的电键等

船舶照明属具除生活舱室的外，都有一定防护等级要求。外壳用金属或滞燃绝缘材料制成，有足够的接线和导线容纳空间和电缆进入的填料函。

I. 开关

主要用来开关照明灯。生活舱室沿用陆地产品，有单极和双极切断。一般没有防护，需另配防护盒。其他舱室采用防水型外壳结构。开关一般为双极旋转型。电缆通过填料函进入，一般有 2 个。并联接出电源的则有 3 个或 4 个。

II. 插座

生活舱室主要用来接插台灯、电风扇以及一般生活电器。一般采用暗式，嵌入封闭板内。

机械舱室、工作舱室和露天场所主要用来接插移动灯具、电动工具和检测仪器等。采用水密插座。移动手持灯和电钻等要求采用安全低压，一般多采用分散独立的低压电源，即每个安全低压插座有各自的变压器，并与照明电压插座制作成一体，称为高低压插座箱。照明系统电压 220V 相对安全电压 24V 是高压。

III. 接线盒

同一电源的各灯具之间、开关或插座的导线不允许导线相互缠绕对接，必须通过这些器具的接线柱或接线盒的接线板用螺丝紧固连接，保证接触良好。

船舶低压电力系统和照明系统一般都是采用绝缘系统，电源线与地（船壳）隔离。照明器具和属具的电压低，绝缘要求相对较低。照明布点多、分散在各种部位，容易发生绝缘低下的故障。有绝缘低故障报警，必须尽快查找、排除。检查绝缘故障时，可以方便拆开和恢复连接。

三、照明系统

1、按功能分类

照明系统按功能可分为室内照明、室外照明、探照灯和航行信号灯。

航行灯和信号灯统称为“号灯”。航行灯是船舶在夜间（日落到日出）或能见度低的情况下航行，向其他船舶和航行观察处所表明自身位置、状况和动向的灯光信号。信号灯是船舶在港口内或运河内夜间航行，表示本身装载和运行状态等的灯光信号。

探照灯用于通过狭窄的航道、内河河道及运河等时照射两岸使用，同时又可作远距离的灯光信号通讯用，这种探照灯称为信号探照灯。

2、按供电方式分类

照明系统按供电方式分正常照明系统、应急照明系统、临时应急照明系统。

（1）正常照明系统是全船的主照明系统，由主配电板通过各层甲板、各区域的照明分配电板供电。所有生活、工作区域和机械处所都设正常照明。通常是交流单相或直流 220V 或 110V。

（2）应急照明是应急情况下必需的照明，由应急配电板通过各层甲板、各区域的应急照明分配电板供电。各主要工作场所、通道、逃口都需设应急照明。规范规定应急照明不能兼作正常照明。即主电源供电正常照明照亮时应急照明不亮，主电源失电、应急电源供电应急照明才照亮。应急照明分配电板不设在机舱内。

（3）临时应急照明是在主电源失电，应急电源还未启动投入供电转换的断电期间，保证旅客和船员安全，由蓄电池通过各层甲板、各区域的临时应急照明分配电板供电的照明。

第四节 船舶自动化

船舶自动化是指利用自动化装置代替人工直接操纵和管理船舶。随着造船技术的迅速发展和自动化设备在船上的广泛应用,船舶自动化的程度越来越高,船舶也由局部自动化向全面自动化转变。船舶自动化能保证操作安全无误,改善劳动条件,减轻劳动强度,减少船员人数,提高船舶营运经济效益。

船舶自动化主要包括轮机自动化、导航自动化和舾装自动化三个方面。

一、轮机自动化

轮机自动化是船舶自动化重要组成部分。它是指在船舶动力装置中安装一些自动化装置,是动力装置在运行在不同程度上自动进行,从而完全或部分替代轮机管理人员的直接劳动。

轮机自动化最早的应用是锅炉上装设安全阀,发电机组内安装调速器,在驾驶台上用操纵舵机操纵舵机等。以后进一步实现了某些单项或个别操作的自动化。例如在驾驶台用车钟直接操纵主机;根据电站负荷变化,使备用发电机投入并联运行或脱开;自动调节锅炉水位和压力、柴油机冷却水温度和燃油粘度等工况参数;自动启动和停止某些辅机,如空气压缩机、制冷机、舱底水泵;自动控制分油机排渣的时间顺序;某些重要的泵,如锅炉给水泵、燃油泵、主机的润滑油泵等发生故障时,备用泵立即自动切换;自动记录轮机日志和车钟车令,如发生主机润滑油压力低、主轴承温度高等严重现象时,主机自动减速乃至自动停车以保证安全;警报系统预报故障等等。这样就使除了维护、检修以外的值班管理工作全都自动化。60 年代初期,出现了机舱全面自动化的船舶。它是在控制室中,利用远距离检测仪表和操纵装置,对机舱动力装置进行集中监视和控制。到 60 年代中期,在动力装置和自动化装置的可靠性有了充分保证的前提下,出现了机舱定期无人值班的船舶,这项技术成就已经得到一些国家船级社的承认。

1、轮机自动化的作用

(1) 提高船舶航行和设备运行的安全可靠,通过采用精密、可靠的自动化仪器仪表、装置或设备以及自动化机舱管理措施,可大大加强船舶应付各种复杂、意外情况的能力,避免了各种人为的操作、测量、计算误差,从而保证动力装置安全可靠运行,提高了船舶的生命力。

(2) 提高了船舶的经济性能。机舱设备的自动化装置是由生产厂家按照设备运行的规律和控制特点设计出的优化产品。尤其是随着微型计算机和可编程序控制器(PLC)控制技术的采用,实现了船舶最佳航线、航向设计,主机最佳运行状态控制和主机故障及检修预测预报,从而减少船员人数,降低运输成本,提高动力装置运行的技术经济指标及各种经济性能指标。

(3) 改善工作条件,减轻船员劳动强度,机舱中设置自动化装置,原先必须由轮机管理人员进行的许多重复手工操作及日常管理则可以由自动控制装置进行,从而节省人力,减少船员的编制。随着机舱自动化程度的不断的提高,在实现了“机电合一”、“驾通合一”后,“驾机合一”的目标也将实现。

2、轮机自动化研究的主要内容

轮机自动化所涉及的内容十分广泛。对不同船舶,实现自动化的项目、内容和水平都不相同。就“无人值班机舱”的要求来说,轮机自动化应包括以下几个方面的内容:

(1) 参数的自动控制

参数的自动控制是指自动地使机舱中运行参数保持在规定值或规定值附近的一定范围内。在机舱中需要自动控制的参数很多,如柴油机的转速;压力,像锅炉的蒸气压力、压缩

空气压力；温度，像冷却系统中的水温，润滑系统中的油温；液位，像锅炉的水位、油柜中的泊位；黏度，像重度燃料油的黏度。

（2）自动操纵

自动操纵也称程序控制，是指按照预定的逻辑程序或时序程序逐项地完成一连串的操作。例如在船舶电站中，当运行中的柴油发电机组其负荷增加到超出规定值时，便自动地发出使备用机组投入运行的指令。在此情况下，要完成柴油机的启动、加速、电压与频率的调整，并车和负载的转移等预定的操作。又如辅助锅炉时序程序控制，给锅炉一个启动信号后，能按时序的先后自动地进行预扫风、预点火、喷油点火，点火成功后对锅炉进行预热，接着转入正常燃烧的负荷控制阶段。

（3）远距离操纵

远距离操纵也称遥控，是指远离机旁对机械设备的操纵。比如在驾驶台操纵主机；在集控室启动或停止发电机、锅炉等对机械设备的遥控，特别是对柴油主机的遥控，不单单是操纵地点的改变，而且操纵的自动化程度也提高了，从发送操车指令到柴油机运行状态的改变，其间要经历一系列的逻辑控制和转速控制。

（4）安全保护和自动灭火

安全保护是指当机器设备运行不正常时，自动采取保护措施，以免引起严重事故的发生。例如当柴油机冷却水温度过高、滑油压力过低、温度过高时，除发出声光报警信号外，安全保护装置会自动使柴油机降速运行或停止运行。由于机舱自动化程度的提高，机舱中值班人员减少甚至无人值班，所以火警系统愈显重要。机舱中应设置各种火警探测器、报警和自动灭火设备等。

二、导航与驾驶自动化

船舶在海洋中航行，驾驶员要定时测定本船在海图上的位置，还要注意避免碰撞、搁浅、触礁等。在这方面，航海仪器取代了大部分人工操作。用船舶无线电导航设备代替六分仪测定船位，自动定位的误差在一定条件下可小于 1 海里。用自动操舵仪代替舵工操舵，可以修正风浪引起的船舶航向偏差，船舶的航迹偏差比手工操舵的小，这意味着可以缩短航行时间，提高经济性。用航迹仪在海图上标示本船实际航线，代替航行时驾驶员的海图作业；用雷达探测周围海面上的船舶和岸线，为雾天航行创造条件；用气象传真图代替气象文字说明，使收取和阅读气象报告更为方便，内容更为详尽。船舶出入港口和系泊时，可通过船首电视了解船头水面情况，以便指挥带缆；在驾驶台上直接操纵主机，可提高操纵船舶的机动性。

船舶驾驶自动化技术的发展是基于电子技术、自动控制技术和电子计算机技术的发展。船舶驾驶自动化起始于自动操舵装置的采用。1920 年德国最先采用安许茨自动操舵仪。50 年代末到 60 年代初，比例、积分、微分控制技术的应用，提高了自动操舵仪的操纵性能。70 年代微处理机的引入，使自适应自动操舵仪进入了实用阶段，并成为综合导航系统实施船舶操纵的航向指令机构。完成船舶驾驶自动化功能是靠以电子计算机为核心，集合多种导航设备的控制装置的综合导航系统。它包括航法计算自动化、组合定位自动化、避碰操作自动化、航向保持自动化以及货物配载、航行日志记录等辅助性自动化系统。开展导航与驾驶自动化的船舶可根据需要选择子系统。

三、舾装自动化

船舶到港后的货物装卸，以及与其有关的事项，可以由自动化装置来完成。如油船装卸货油，可以按照装卸的先后顺序，根据液位检测信号，定时自动控制阀门的开或关，自动装卸货油和灌排压舱水，以避免船体受力不均匀而产生过度弯曲应力，并保证卸油时油泵不致吸空，装油时不会溢油。装卸重件货时，用自动压舱装置调节压舱水，使船舶首尾吃水和左

右舷吃水适当。船舶装卸货和遇涨落潮时,系泊缆绳可用自动张力绞缆机收紧或放松。此外,还有全船的火警检测和自动灭火装置,根据货物品种使冷藏舱内保持不同温度的自动装置,以及船员生活场所的空调等等。

第四节 船舶通信与导航系统

一、船舶通信系统

一般船舶在海上所使用的通信方法计有:旗号通信、灯号通信、声号通信、手旗或手臂通信、扬声器通信、无线电通信、无线电传电报通信、国际移动卫星通讯、卫星手机通讯、电子邮件通讯、网际网路通讯等。

①灯光通信(F1ashing Light Signalling): 利用闪光信号灯发出的莫尔斯信号传递信息。

②旗号通信(F1ag Signal1ing): 利用一面或数面信号旗组成不同的信号码传递信息。

③手旗或手臂通信(Morse Signa1ling By Hand-F1ag or Arms): 一双手各持一面信号旗或只用双臂变换不同的部位发出莫尔斯信号传递信息。

④声响信号通信(Sound Signalling): 通过船舶汽笛、号钟、雾角等发声具发出莫尔斯信号传递信息。

⑤强力扬声器喊话通信(Voiceover a Loud Hailer): 利用扬声器在近距离与对方喊话传递信息。

⑥无线电报通信(Radio Telegraphy): 用电键发出莫尔斯信号传递信息。GMDSS 全面实施之后它将不复存在,被无线电传、传真或卫星通讯等先进方法所代替。



补充学习:

当船舶在海上遇险后,如何有效利用通讯设备?

首先要介绍一下海区概念,地球上的洋面被划分成了 A1, A2, A3, A4 四个海区,主要是根据不同频率的无线电波岸基电台的覆盖范围来划分的, A1 海区距离海岸线 20-30 海里,在 VHF (甚高频)岸基电台的覆盖范围内, A2 是 100 海里内(在中频 MF 覆盖范围), A3 是 INMARSAT 卫星覆盖的海区,大致在南北纬 70 度之间. A4 就是除 A1, A2, A3 外的其他地区,基本指南北极区,因南极基本是陆地,所以主要指北冰洋区域.

1. VHF DSC

首先能用上的就是甚高频电台的 DSC(数字选择寻呼功能),一键发送后,含有船舶基本参数信息的信号就发给了周边的所有 VHF 电台值班开着的船舶,岸基的 VHF 电台,再转发给岸基的 Rescue Centre(营救中心),周边的船本着国际救援的义务和精神大都会赶来营救的(泰坦尼克装冰山后就是这样的),另外岸基的也会派出直升机或其他救援装置来搭救你营救们。

2. EPIRB

如果 DSC 系统出现问题,还有备用方案—应急无线电示位标,通过卫星发送“遇险求救”信号,原来有两个渠道,但是 06 年后 INMARSAT 卫星取消了该项服务,目前只能通过 406MHz 的专用频道发射到低极轨道卫星,这个装置一般在装上船上的驾驶室两翼或者罗经甲板(最高层甲板)位置,可以手动触发,一旦船舶沉没,浸水后还会自动发送求救信号。

⑦无线电电话通信(Radio Telephony): 利用无线电设备在中频、高频、甚高频等频带上通过直接对话;或发出信号码语传递信息。

⑧全球海上遇险与安全系统(GMDSS)--该系统是应用广泛的海上通讯系统。完备的 GMDSS 设备包括高频与甚高频数字选择性呼叫接收机、窄带直接印字电报、卫通 C 站、紧急无线电示位标、搜救雷达应答器及手持便携式对讲机。

⑨移动卫星通讯(INMARSAT): 用户可使用卫星移动终端, 信号上达卫星, 再经地面站, 通过国际或国内的邮电公众通信网与其它的固定或移动用户(包括卫星移动终端用户)通信。反过来, 公众网等固定或移动用户也可以通过卫星与卫星移动终端联系。INMARSAT 通过其开发的各类业务系统向用户提供极为完善的通信功能, 包括适应不同用户特点的实时的各类电话、传真、低、中、高速数据以及存贮转发的电传、短信息传输、数据报告等, 可满足海上、陆地及航空管理和用户通信。

二、船舶导航

1、自主导航

自主导航系统适于上述五种航路的任何一种, 它基本上是一种单纯的导航系统, 其主要特征是仅向用户提供位置、航速、航向和时间信息, 也可包括海图航迹显示, 不需通信系统。适应于任何海面、湖面和内河上航行的船舶, 从大型远洋货轮到私人游艇。

2、港口管理和进港引导

这种系统主要用在港口/码头的船舶调度管理、进港船舶引导, 以确保港口/码头航行的安全和秩序。该系统需要双向数据/话音通信, 以便于领航员引导船舶;港区情境/海图显示, 以表明停泊的船舶和可利用的进港航线, 避免碰撞。这种系统对导航系统的精度要求高, 要采用差分 GPS 和其他增强技术。

3、航路交通管理系统

这类系统与 2 类似, 但主要用于近海和内陆河航路上的船舶导航和管理, 通常需要卫星通讯系统支持, 如 INMARSAT 等。

4、跟踪监视系统

这类系统主要用于海上巡逻艇、缉私艇及各种游艇, 特别是私人游艇以防盗。根据具体的使用对象, 有些系统需要给出导航参量和双向数据/话音通讯, 如缉私艇。而有时则不需要给出导航参量, 如用于私人游艇防盗, 仅需要单向数据通讯, 一旦发生被盗, 游艇上的导航系统不断把自己的位置和航向送到有关中心, 以便于跟踪。

5、紧急救援系统

系统也包括两栖飞机, 直升机和陆地车辆。它适应于所有五类航路, 用于搜寻和救援各种海面、湖面:内河上的遇险、遇难船舶和人员。这类系统需要双向数据/话音通信, 要求响应时间快、定位精度高。

6、GPS/声纳组合用于水下机器人导航

该类组合系统可用于水下管道铺设和维修(需要视觉系统), 水文测量以及其它海下作业, 如用于港口/码头水下勘测, 以便于进场航道阻塞物清除, 保证航道畅通, 也可用于远洋捕捞, 渔船作业引导等。

7、其它应用

所采用的导航技术主要有:GPS (GNSS); 声纳技术; INS; 航海图无线电导航技术; 图象匹配技术; 其它技术。