

第5章 船舶电站自动化

5.5.1 概述

船舶电站一般有3台柴油发电机组,因此采用分布式的多微机控制系统较合理,见图5.5.1.1。

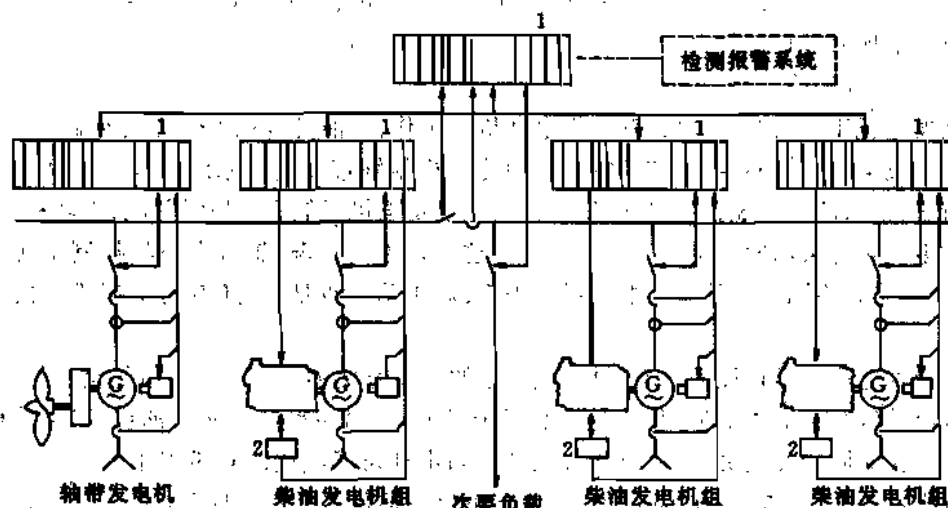


图 5.5.1.1 分布式多微机控制的自动电站

1—发电机管理模块； 2—柴油机起停装置。

在上图中,除了3台柴油发电机组外,还有一台轴带发电机。

对于周期性无人值班机舱的船,船级社规范对电站自动化的主要要求是:

1. 保证连续供电

如果由一台发电机供电,当该机组发生故障时,备用发电机组应能在45s内自动启动,并合闸向重要负载供电;如由两台或两台以上的发电机并联供电,当其中一台机组发生故障时,应有措施以保证向重要负载连续供电。当运行的发电机组超负载时,应能自动卸去非重要负载,保证对重要负载的供电,或自动启动备用发电机并网供电。

2. 因短路故障而停电后,备用机组的自动合闸只允许一次,合闸失败后应报警。

3. 发电机组的连续自动启动限于3次。

4. 柴油发电机应有安全装置。当超速、滑油压力过低、冷却水出口温度过高时,应自动关断燃油、停车;对于电力推进的发电机,在其过载时,还应有减载装置。

5. 柴油发电机组的报警项目

柴油发电机组的报警项目应满足规范要求。对于有强迫润滑系统的电力推进的发电机,还应有轴承滑油入口低压、高温报警;对于500kW以上的发电机,应有定子绕组高温

报警。

现代的自动化电站具有更多的功能,如电站的功率管理,它可根据电网负载情况,自动起停柴油发电机组,使电站运行在最佳状态,具有更好的经济性。在电力推进船舶的中心电站中,这对提高船舶的经济性具有更重要的意义。

船舶电站自动化系统的设计应注意到对其功能的不同要求,如功率管理、对起动重负载的控制、燃油种类、负载的对称和不对称分配等。对于设有轴带发电机的船舶电站,应注意到船舶电站的不同工况,如:

1. 海上航行

轴带发电机供给全船用电,侧推电动机不工作,柴油发电机组处于备用准备起动状态。

2. 机动航行

轴带发电机和柴油发电机都在工作,这有并联运行和分区供电两种情况。如是分区供电的,则所设的汇流排连接开关处于断开状态,实行分区供电,轴带发电机向侧推电动机供电,柴油发电机向船舶服务设备供电。

3. 装卸货和停泊

柴油发电机工作,轴带发电机和侧推电动机不工作,柴油发电机供电给全船舶电网。

对轴带发电机的控制单元,其逻辑控制功能应根据轴带发电机系统的要求。从发电机的并联运行来说,有两种情况,一是轴带发电机与柴油发电机只能进行短时并联,以转移负载;二是轴带发电机可与柴油发电机长期并联的。对这两种不同情况,轴带发电机控制单元的控制方式、接口信号是不同的。从整个电站系统来看,对于第一种情况,还有对汇流排连接开关的控制。

从轴带发电机的运行原理来看,具有代表性的主要有两种,一是主机、齿轮箱、调距桨系统的功率输出端(PTO)所带的频率恒定的交流同步发电机;另一种是低速柴油机、定距桨轴系所带的变频的交流同步发电机,与整流器、逆变器、同步补偿器组成的轴带发电机系统。在两种轴带发电机系统中,前者是短时并联的,后者则可以长期稳定并联。具有整流—逆变器的轴带发电机系统的输出功率与主机转速有关,与电站的功率管理系统有更多的接口关系。因此,应注意到轴带发电机系统对自动化电站的特殊要求。

船舶电站自动化系统的设计应注意到与柴油机组、主配电板、发电机、检测报警控制系统的接口关系。

柴油发电机组是自动电站的控制对象,要了解其输入输出信号。

船上的主配电板是控制发电、配电的中心,与发电机自动控制装置有很多的信号接口。图 5.5.1.2 为德国 STN 公司的发电机管理模块的连接图。从中可看到该模块与柴油发电机组、主配电板及检测报警控制系统的信号连接和通信总线的连接。

与主配电板的信号连接有:发电机电压、电网电压、发电机电流、发电机功率、合上断路器、断开断路器、断路器储能、断开次要负载、失压脱扣器电源、断路器已合上,手动同步等。

与柴油发电机组的信号连接有:调速电动机的控制、柴油机的控制、控制方式、柴油机自动停车、柴油机未处于备车、发电机绕组温度传感器等。

与检测报警控制系统的信号连接和通信总线有:发电机保护装置报警、自检、报警复位、报警闭锁等。

还有与电站自动功率管理系统各控制单元之间的通信总线连接。

5.5.2 挪威的电站自动化设备

发电机控制单元 GCU8810 用于对一台柴油发电机组进行监测、报警和控制,还可以向检测报警系统,如 DC2000 报告功率状态和报警。

GCU 之间可以相互通信,执行各种交互功能,与配电板、发电机组一起,组成一套电站自动功率管理系统,发电机组最多可达 10 台。

每个 GCU 包括电源分配、每一通道的传感器匹配卡,执行监控程序的微处理器,还包括一显示控制板,用于显示和设定限值和参数。它的功能有:

功率管理功能分为:主用和备用的选择;汇流排频率的控制;自动的对称和不对称负载的分配;根据负载起、停机组;自动并车和联网;自动卸载、断开和停车;断电监视;对重负载的控制,每个 GCU 可监视 2 个重负载的投入。

对原动机的控制功能分为:手动起停机组;自动起停备用机组;监视 3 个~5 个重要参数,能发生报警和自动停车;原动机的预润滑和选择燃油种类。

柴油机按其运行状态、负载大小选择燃油种类:轻油或混合油或重油。比如说当负载小于 40% 时,柴油机要用轻油,也或在停车前、起动后的一段时间,如 5min~15min,需用轻油等。对于有不对称分配负载的两台发电机组,即对负载高的机组,用重油,而负载低的机组用轻油。

在 GCU 的控制面板上,设有燃油种类选择按钮,用于人工控制选择燃油种类。

5.5.3 西门子电站功率管理系统

在各种运行工况下,保证连续供电是重要的先决条件,是周期性无人值班机舱的要求。西门子电站功率管理系统 SIMOS PMA52 的功能有:发电机组的控制和监视;发电机的保护;发电机的控制和监视;负载需求的匹配;变频运行;利用显示单元和键盘进行集中监视和操作。它可实现船舶电网包括柴油发电机、轴带发电机、并联控制、汇流排联络开关的控制等的自动化。

该系统为分布式结构。每一控制对象,如柴油发电机组、轴带发电机、汇流排联络开关都设有:操作显示板、供电单元、信号处理单元、控制逻辑等。

操作显示板是标准件,适于控制台或板上安装。指令的输入分两步操作,即先按操作按钮,相应的发光两极管(LED)就闪光,闪 5s;然后用输入键确认,如在 5s 内完成,则指令有效,起作用;如在此期未确认,则取消指令,闪光停止。

信号处理单元的作用是:获取发电机的电流和电压;获取船舶电力系统的电压;计算功率;对模拟、数字信号进行变换,用于控制逻辑;输出控制逻辑信号;向外部显示系统输出信号。

控制逻辑由可编程控制器(PLC, SIMATIC S5 115U)实现,标准功能有:发电机组控制,发电机控制及保护。

对发电机组的控制功能有:手动、自动选择,最多的连续 3 次起动,超速、滑油低压、冷却水高温的自动停车,机组的预润滑,机组的遥控起动、停车等。

对发电机的控制功能有:在机组起动后,与电网匹配频率;发出发电机开关的合闸指令,并具有适当的提前时间,以补偿发电机开关的合闸时间;频率控制的范围为 0~10%;按比例分配负载;经济分配负载,例如保持轴带发电机的最高负载率;等。

该系统的发电机的保护功能,见表 5.5.3.1。

表 5.5.3.1 发电机的保护功能

项 目	启动新机组	卸去次要负载	发电机开关断开	设定时间/s
电流				
> 80%				0~15
> 110%		×		30
> 120%		×		5
> 110%~150%			×	0~120
短路 150%~300%			×	0.2~0.5
功率				
逆功率 1%~15%			×	2~5
> 90%	×			0~60
> 95%		×		60
> 100%	× (0~15s)	× (5s)		
> 105%	×			0.2
> 110%	×	×		0.2
频率				
< 96%	× (5s~60s)	× (60s)		
< 94%	× (5s~30s)	× (5s)		
< 92%		× 0.2s		
< 90%	×			5~10
注: × 表示保护功能作用				

第6章 辅锅炉、其他机电设备的自动控制

5.6.1 辅锅炉自动控制设备^[4]

船用辅锅炉的自动控制一般包括水位控制、汽压控制、燃烧程序控制、安全保护、报警系统等,其系统示意图,如图 5.6.1.1 所示。

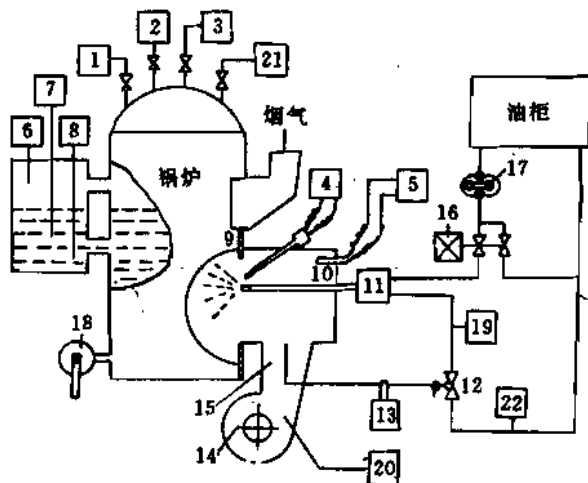


图 5.6.1.1 辅锅炉系统示意图

- 1—蒸汽压力继电器;2—蒸汽压力变送器;3—蒸汽温度变送器;4—点火变压器;5—火焰探测器;
6—高水位电极;7—低水位电极;8—过低水位电极;9—点火枪;10—光敏电阻;11—喷嘴;
12—回油阀;13—电动执行器;14—风机;15—风门;16—三通电磁阀;17—油泵;18—水泵;
19—燃油温度继电器;20—风压继电器;21—蒸汽温度继电器;22—燃油压力继电器。

水位自动控制有两种,一种是连续控制,适用于蒸发量大、蒸汽压力高、调节品质好的锅炉;另一种是双位控制,则适用于蒸发量小、蒸汽压力低、调节品质要求不高的锅炉。

汽压自动控制也有两种,一种是双位控制,另一种是连续比例式调节,由比例压力调节器和电动比例操作器来实现。

燃烧程序控制见图 5.6.1.2。

图 5.6.1.3 表示具有 3 次自动点火程序。

船级社规范对辅锅炉控制系统的主要要求有下列几个方面。

1. 对燃烧控制的要求

1) 保持预定的蒸汽量、蒸汽压力、蒸汽温度和稳定的燃烧。

2) 顺序控制的自动点火锅炉应做到:

a. 锅炉的炉膛和烟道在喷嘴开始点火之前,应进行定时的前扫气,要保证炉膛进行 4 次换气,扫气时应使空气调节门处于全开位置。

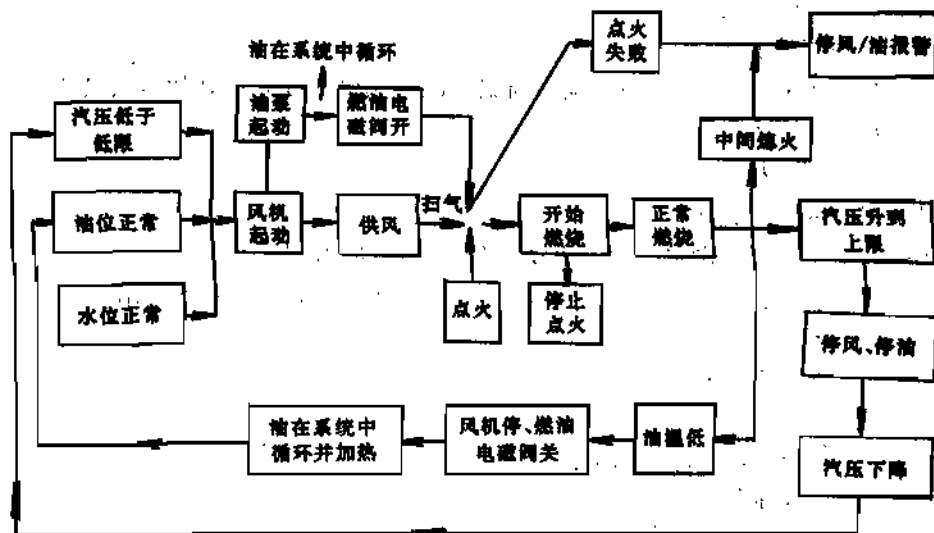


图 5.6.1.2 辅锅炉燃烧程序控制方框图

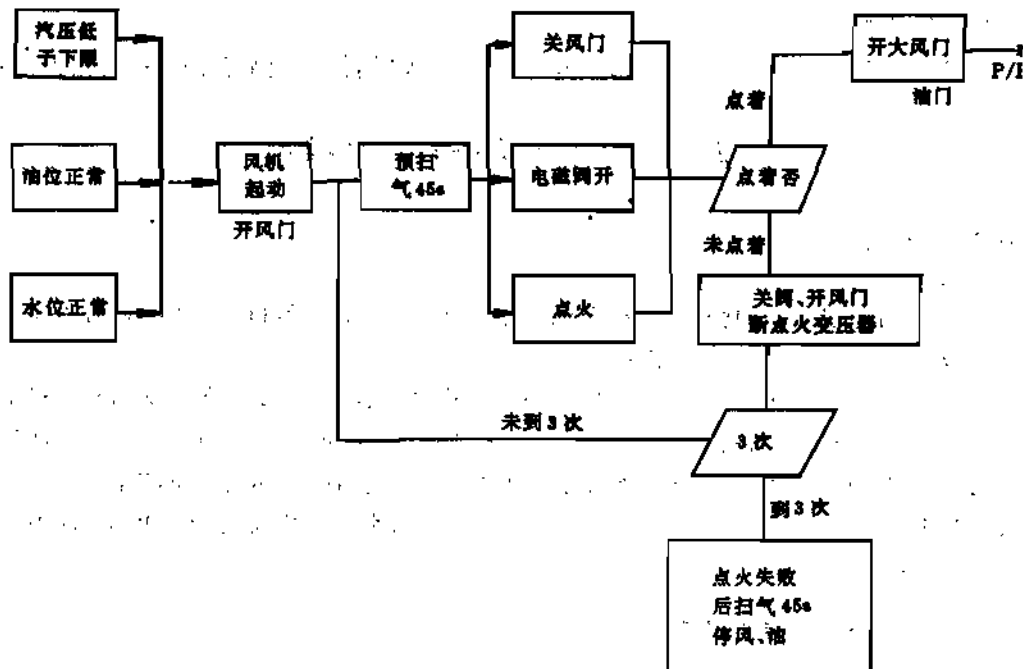


图 5.6.1.3 自动点火程序框图

b. 点火应在空气进入燃烧室并完成前扫气后,方可进行。喷油器进油阀应在点火火花出现后,方可打开。如点不着火,点火装置和喷油器进油阀应自动关闭。进油阀从开启到关闭的时间不得大于 15s。

c. 应设有火焰监测器,当故障熄火时,能自动关闭喷油器进油阀,关闭时间不应迟于熄火后 6s。

d. 当喷油器熄火后,应进行后扫气,后扫气时间应不少于 20s,对于用轻油的小型辅锅炉,

若设计时能保证安全,可免除后扫气。

2. 对安全系统的要求

1) 当发生下列故障之一时,应自动切断锅炉的燃油供应或采用其他等效措施紧急停炉:

- a. 炉膛熄火或点火失败。
- b. 锅炉水位低于极限低水位。
- c. 进入锅炉的空气失压。

2) 在机舱集控室还应设置独立的手动紧急切断供油的设施。

3) 为锅炉服务的给水泵、燃油泵,当压力低于规定值时,应自动启动备用泵并投入工作。

3. 对报警系统的要求

- 1) 汽鼓或过热器蒸汽出口压力高。
- 2) 锅炉水位高、低。
- 3) 至燃烧器的重油粘度高或温度低。
- 4) 至燃烧器的燃油压力低。
- 5) 进入炉膛的空气失压。
- 6) 点火失败、熄火。
- 7) 给水盐度高(适用于驱动发电机的辅汽轮机的供汽锅炉)。
- 8) 控制系统电源故障。
- 9) 有的船级社,如德国劳氏船级社还要求冷凝水柜水位低、冷凝水含油分高的报警信号。

5.6.2 其他机电设备的自动控制

5.6.2.1 概述

船舶控制工程、机舱自动化对无人机舱的基本要求是,在无人值班周期内,船舶的安全程度应与机器处所有人直接看管的船舶相同。

除了主机、电站、辅锅炉的自动控制之外,还有为推进装置、船舶安全所必须的其他机电装置,如为主机服务的重要泵,包括海水泵、淡水泵、滑油泵、燃油供给泵、燃油分离器、滑油分离器、空压机、调距桨滑油泵等;舱底水系统中舱底水泵的自动控制、舱底水位的检测;燃油系统中温度、粘度的自动控制、油柜液油的检测;滑油系统、冷却水系统中温度自动控制;各种液柜的液位检测;压载水舱的阀门遥控和液位测量等。

5.6.2.2 为主机服务泵的控制

为主机服务泵,如海水泵、滑油泵、高温淡水泵、低温淡水泵、燃油输送泵等,它们应能满足下列要求:

1. 当压力下降至某一限值时,或工作的泵发生故障时,应自动转换至备用泵,备用泵应自动启动。
2. 当断电后又恢复供电时,应进行自动顺序启动,顺序启动的设计主要根据各电动机的起动电流、对电站所造成的动态电压降以及主机各系统的不同的要求。表 5.6.2.1 是 50000t 散货船的泵顺序启动的一个设计例子。顺序启动的设计和计算方法,详见本书 2.5.5.9 所述。

表 5.6.2.1 为主机服务系的顺序起动

名 称	功率/kW	延时/s	备 注
滑油泵	52	5	第 2 组
低温淡水泵	52	5	
高温淡水泵	25.3	5	
机舱风机	16	5	
十字头滑油泵	8.6	10	第 3 组
海水泵	44	10	
燃油输送泵	12.6	10	
机舱风机	16	10	

注:从全船来说,当断电后又恢复供电时,作为第 1 组,即无延时的负载是舵机、照明变压器等

3. 备用泵起动的取消或闭锁。当断电后恢复供电时,应依次进行自动起动,而备用泵的自动起动应取消。在压力建立起来后,才解除此闭锁信号。当主机停车时,备用泵的起动也应被外部信号闭锁。

4. 输出下列报警信号:泵的故障、备用泵的起动、自动转换失败等。

在泵的自动转换和顺序起动的控制系统中,采用可编程控制器的较多,下面以此为例说明该系统的结构,见图 5.6.2.1。

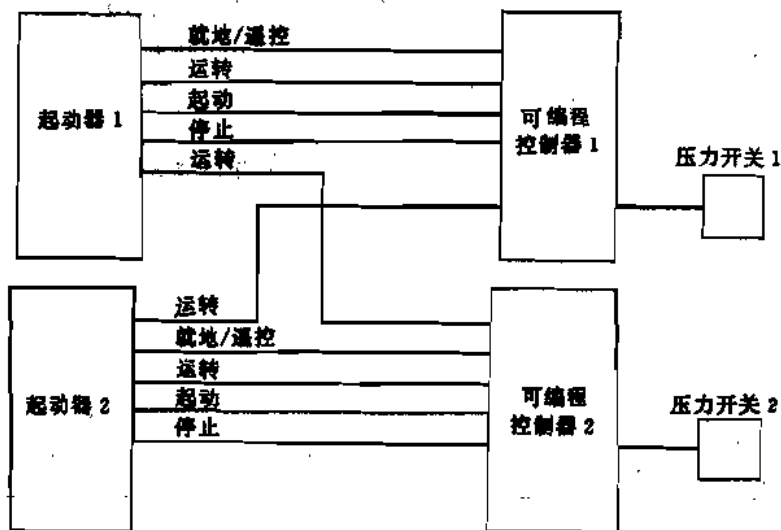


图 5.6.2.1 泵的自动转换和顺序起动控制系统

在该系统中,一般采用两套可编程控制器,1号泵起动器接1号可编程控制器,而2号泵起动器则由2号可编程控制器控制。图 5.6.2.1 中,每一台泵的出口都有一压力开关。

5.6.2.3 空压机的自动控制

对空压机控制的主要要求是保持空气瓶中的压力恒定。空压机的控制有 3 种不同方式:

1. 每台空压机用 2 只独立的压力开关。
2. 每台空压机用 1 只带不灵敏区的压力开关。
3. 每台空压机用 1 只模拟量式的压力传感器。

在船上,一般都设有两台空压机,其中1台为先导的,另1台为随从的,分别有不同的起动压力。

当压力下降至某一限值时,先导空压机将起动;如在规定时间内,还达不到上限空气压力,则随从的空压机也将起动,当达到上限空气压力时,两者都停止。

控制系统应设有选择装置,用于选择两台空压机,其中1台为先导的,而另1台为随从的。

5.6.2.4 压载系统的控制

在船上应设有压载系统的集中控制台,它的功能有:

1. 控制压载泵的转速,或起、停压载泵。
2. 对压载系统的必要设备(如阀)进行遥控并指示其状态。
3. 检测压载水舱的液位。
4. 压载泵及其原动机、控制系统的故障报警。

5.6.2.5 液柜液位和温度的检测

表5.6.2.2为对液柜液位和温度检测报警的要求。

表 5.6.2.2 液柜液位和温度检测报警

名 称	报 警	备 注
燃油		
沉淀柜液位	高 低	高,只适用于自动加油
日用柜液位	高 低	低,当油柜容积不足于24h使用时
滑油柜液位	高	
污油柜液位	高	
沉淀柜温度	高	} 当设有加热装置时
日用柜温度	高	
滑油		
循环柜液位	低	
滑油柜液位	高	
污油柜液位	高	
重力油箱液位	低	
水		
冷却水膨胀箱液位	低	
分油机水箱液位	低	

主要参考文献

- 1 陆祥润等主编.船舶电气实用指南.大连:大连海运学院出版社,1993
- 2 程璧主编.当代中国的船舶工业.北京:当代中国出版社,1992
- 3 中国船级社.钢质海船入级与建造规范第4分册.北京:人民交通出版社,1996
- 4 中国电工技术学会船舶电工专业委员会.船舶辅锅炉微机控制的探讨.第五届学术年会论文集.船电通讯 89 3-4

第6篇 船舶照明和信号灯

船舶照明是船舶航行、作业以及船上人员生活的必要条件。船舶照明包括确保航行安全和人员安全照明(如航行灯、信号灯、登放艇区域照明)、船舶工作场所照明(如驾驶室、机舱和装卸用照明)以及生活区域照明等。

照明本身并不是一门严格的科学,但却直接涉及人和物,不能令人们满意的照明,当然不能算作好的照明设计。船舶照明虽不及陆地照明那样的规模宏大,但照明系统的网络结构却并不亚于城市。船舶独立航行在水上、穿梭于各个港口之间,运行工况经常变化,所以船舶照明必须具备适应各种工况使用的灵活性和多面性。船舶照明设计要考虑多种因素,对外界的灯光信号必须根据不同航区有关的各种江河湖海的规范规则要求配备;船舶自身的工作和生活照明必须根据照明的场所和用途进行设计。也就是说船舶照明设计必须与其他专业密切配合,设计人员必须熟悉全船居住舱室、工作舱室、机舱及桅樯布置等,熟悉有关的规范规则对照明的要求,熟悉船舶照明的各种基本参数和船用照明器具的结构和特点,掌握照度计算方法,甚至要求具有一定的光学和色彩学的基础知识。

第1章 电气照明光源

6.1.1 概述

光源是产生可见光的辐射体,电气照明光源基本有两大类:

——热辐射光源,如白炽灯;

——气体放电光源,如荧光灯、高压汞灯、高压钠灯等。

在进行船舶照明设计时,经常用到的照明光源的基本参数有:

1. 光通量——单位时间内向空间辐射并引起人眼视觉的能量,以流明(lm)表示。
2. 光强——光源在某方向单位立体角内辐射的光通量,以坎德拉(cd)表示。
3. 亮度——发光体在给定方向上单位投影面积中发出的光强,以坎每二次方米(cd/m^2)表示。
4. 照度——单位面积上接收的光通量,以勒克斯(lx)表示。
5. 发光效率——光源所发射的光通量与所消耗的功率之比,以流明每瓦(lm/W)表示。
6. 色表——为观察光源本身时所接受到的颜色印象。
7. 显色性——光源的光照射到物体上所呈现的色彩,在视觉上存在一定的失真度,这种失真度用“显色性”表示。与标准光的显色越是一致,显色性就越高,显色性可用显色指数表

示。显色指数在 90 到 100 范围内,显色物体的颜色可达到正确可靠的程度。

8. 配光曲线——把光强用矢量表示,将各矢量的端点连成曲线,用以表示光强分布的状态。

6.1.2 光源

6.1.2.1 白炽灯

白炽灯结构简单、价格便宜、使用方便,适用频繁点燃;白炽灯还具有良好的调光性能,更适合作信号照明及舞美艺术照明等。但是由于白炽灯是利用电流通过白炽体(钨丝)产生热量,使白炽体升温至白炽状态而发光,高温下钨丝容易蒸发变细,以使寿命缩短。白炽灯的发光效率较低。

1. 普通白炽灯

白炽灯可以是真空泡,但通常为了抑制钨的蒸发,一般在灯内充入氩、氮等惰性气体。

普通白炽灯由灯丝、支架、引线、泡壳和灯头部分组成,灯头一般用黄铜皮或镀锌铁皮压制,分为螺口式和插口式两种,船上一般采用螺口式。

船用白炽灯要求具有耐振动、耐潮湿的性能。主要规格见表 6.1.2.1。

表 6.1.2.1 白炽灯泡光电参数

型 号	电压/V	功率/光通量 ^①
CY24	24	25/235 40/440 60/720 100/1400
CY36	36	25/225 40/420 60/750 100/1350
CY110	110	25/180 40/355 60/610 100/1280 150/2125 200/2925 300/4549 500/8010 1000/17100
CY127	127	25/170 40/342 60/600 100/1240 200/2880
CY220	220	15/88 25/175 40/280 60/505 100/1125 150/1880 200/2630 300/4150 500/7400 1000/15600

① 功率单位为 W,光通量单位为 lm

2. 卤钨灯

在钨丝灯的密闭灯管内充入适量的卤族元素(如碘、溴等)和惰性气体,灯管发光时,被蒸发出的钨蒸气在相对温度较低的管壁附近与卤素化合成卤化钨。卤化钨再向管心扩散,在高温下又分解成卤素和钨,一部分钨又重新回到钨丝上,有效地抑制了钨的蒸发,这样就相对提高了灯的寿命和光效。卤钨灯的特点是灯管直到寿命终止光通量也只下降 2%~5%,但是卤钨灯管耐振性差,安装水平度要求较高。船上已广泛应用。

6.1.2.2 荧光灯

荧光灯是一种管状发光体,两端有钨丝电极,管内充有低压汞蒸气及少量惰性气体,管子内壁涂有荧光粉。当灯丝通电预热后,起辉器断开镇流器,产生反电势使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即发出可见光。

荧光灯要求供电电压波动范围为 $\pm 10\%$,供电电压过高和过低都会影响其寿命。

荧光灯管除直管形外,还可做成环形、U 形等。管壁涂以不同成分的荧光粉可得到不同的

光色,通常分为日光色、冷白色及暖白色,近代还有一种三基色。

荧光灯管主要光电参数见表 6.1.2.2。

表 6.1.2.2 荧光灯的光电参数

灯型号 ^①	额定功率/W	管径/mm	管长/mm	管工作电压/V	管电流/A	(一等品)光通量/lm
YZ6RR YZ6RL YZ6RN	6	16	226.3	42	0.16	190 240 240
YZ8RR YZ8RL YZ8RN	8	16	302.5	56	0.145	280 350 350
YZ15RR YZ15RL YZ15RN	15	40.5	451.6	51	0.33	510 560 580
YZ20RR YZ20RL YZ20RN	20	40.5	604.0	57	0.37	880 1020 1060
YZ30RR YZ30RL YZ30RN	30	40.5	908.8	81	0.405	1580 1860 1930
YZ40RR YZ40RL YZ40RN	40	40.5	1213.6	103	0.43	2300 2440 2540

① Y—荧光灯;Z—直管形;RR—日光色;RL—冷白色;RN—暖白色

荧光灯具有负电压-电流特性,为了限制放电灯的工作电流,保证工作稳定,需要串联一个镇流器,又为提高瞬间起动电压,有时还需使用起辉器。目前船上使用的荧光灯起动方式,通常采用起辉器起动和手动起动两种,如图 6.1.2.1 和图 6.1.2.2 所示,前者主要用于篷顶灯、壁灯和舱顶灯等,后者一般用按钮,所以也叫按钮式,主要用于台灯和床头灯。

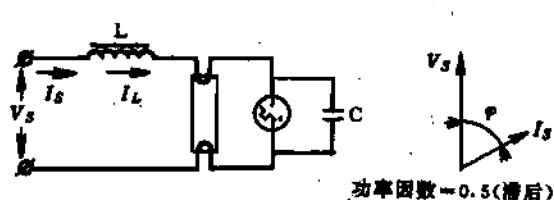


图 6.1.2.1 荧光灯起辉器起动方式

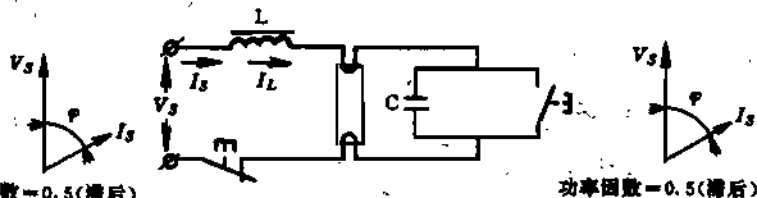


图 6.1.2.2 荧光灯手动起动方式

交流供电的荧光灯的功率因数较低,通常为 0.5(滞后)左右,为了得到超前的功率因数,可以串入一个电容,如图 6.1.2.3 所示。

为改善功率因数,可在线路中并联一个电容,如图 6.1.2.4 所示,这样功率因数可提高到 0.85~0.9(滞后)。

对于滞后回路,接入电容的大小,可由式 6.1.2.1 决定为^[1]:

$$C = \frac{W \times 10^6}{2\pi f U^2} (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \quad (6.1.2.1)$$

式中 C ——电容(μf);
 f ——电源频率(Hz);
 U ——电源电压(V);
 ϕ_1 ——功率因数改善前的滞后角;
 ϕ_2 ——功率因数改善后的滞后角;
 W ——灯管总功率(W)。

为了改善功率因数,并减少频闪效应所引起的闪烁现象,采用双管制接法,功率因数几乎可提高到 0.95~1,见图 6.1.2.5。

以上是荧光灯的基本工作线路,实际上荧光灯还有快速起动、冷阴极瞬时起动等多种起动方式及防止电波干扰的实用工作线路,本手册不作详细介绍。

6.1.2.3 其他放电灯

1. 荧光高压汞灯^[2]

荧光高压汞灯的结构见图 6.1.2.6。

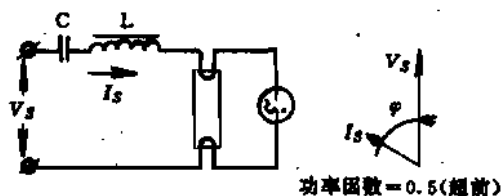


图 6.1.2.3 串联补偿电容线路

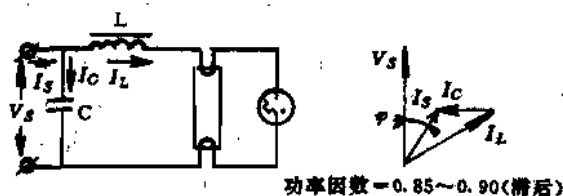


图 6.1.2.4 并联补偿电容线路

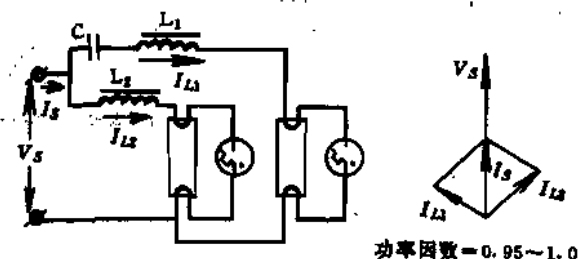


图 6.1.2.5 双管制接法

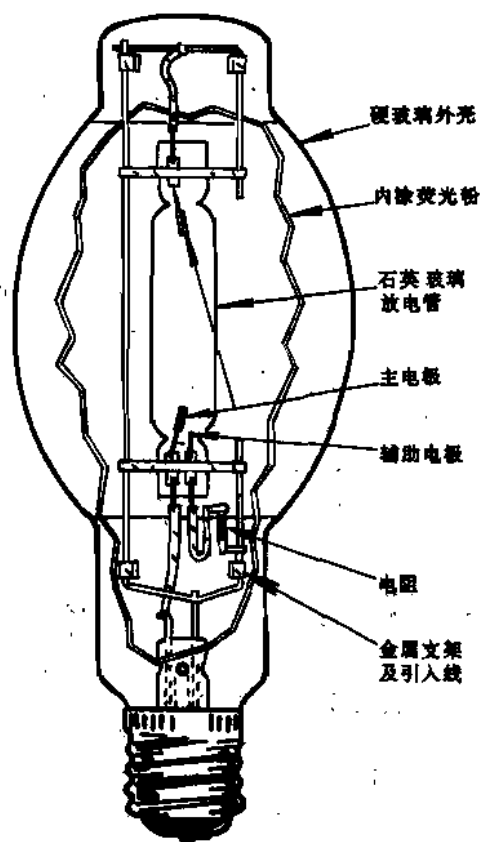


图 6.1.2.6 荧光高压汞灯结构图

在石英放电管内充有高压汞蒸气和少量惰性气体,玻璃外壳内壁涂有荧光粉。辅助电极相当于起辉器,电阻起限流作用。工作原理类似日光灯,亦需与镇流器配合使用,是一种光效高,功率较大的照明光源,多用于舱面或机舱作强光照明,但因其起动时间较长(4s~8s),对电

(续)

类 别		型号 ^①	额定 功率 /W	灯管 电压 /V	灯管 电流 /A	光通量 /lm	稳定 时间 /min	再启 动时间 /min	色温 /K	一般 显色 指数 R_a	平均 寿命 /h	功率 因数 $\cos\phi$	灯头 型式
高压 钠灯	普通 型	NG-70	70	90	0.98	5000	4~8	10~20 有触 发器 1~2	2000 ~ 4000	20~25	6000	0.44	E27/35 ×30
		NG-110	110	95	1.4	8000							×30
		NG-250	250	100	3.0	20000							E40/45
		NG-400	400		4.6	38000							E40/75 ×45
		NG-1000	1000		185	6.5							100000
	高显 色型	NGG-70	70	90	0.98	3000	4~8	同 上	2000 ~ 4000	>70	3000		E27/35 ×30
		NGG-150	150	100	1.8	6500							×30
		NGG-250	250	100	3.0	12500							E40/45
		NGG-400	400	100	4.8	23000							
		NGG-1000	1000	120	7.0	40000							

① NTY-2000A, 3500A, DDG-2000, 3500, NG-1000 等几种光源采用 380V 的电源电压, 其余均为 220V。

② NTY 数字后接 A 字的表示有外泡壳, DDG 均有外泡壳

4. 超高压汞灯

是一种强电流弧光放电灯, 光色近似于日光, 发光效率高。汞灯起动快, 能在点燃的瞬间就有 80% 的光输出, 但点燃时要求垂直放置, 适用于探照灯。由于管内气压很高, 因此需采用触发器作点燃装置, 使用交流电时必须串联镇流器, 点燃电路如图 6.1.2.7 所示。

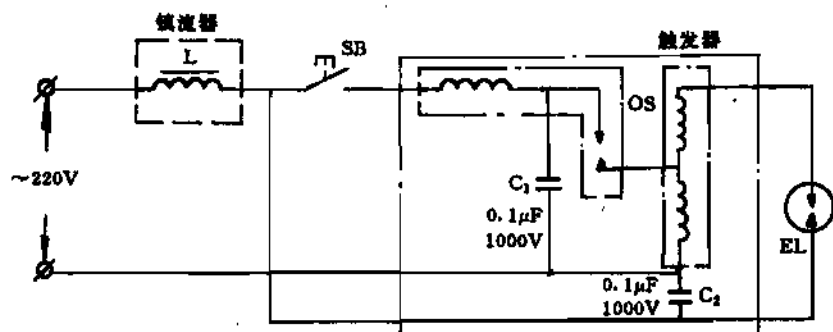


图 6.1.2.7 超高压汞灯原理图

超高压汞灯的主要规格见表 6.1.2.4。

表 6.1.2.4 超高压汞灯主要规格

型 号	功率/W	DC 电源电压/V	工作电压/V	工作电流/A	备 注
SQ75	75	≥50	16	5	点燃位置可以任意
SQ150	150	≥50	18	8	
SQ300	300	≥50	20	15	
SQ300A	300	~220	18	18	
SQ500	500	≥50	20	25	
SQ1000	1000	≥65	22	50	
SQ1500	1500	≥65	25	60	
SQ2000	2000	≥65	28	70	要求强迫风冷
SQ3000	3000	≥65	30	100	

5. 超高压汞氙灯

在氙灯中充入高压水银,既发挥氙灯的优点,更提高光效,扩大照射面,适用于作舱面照明投光灯的光源。汞氙灯也需用触发器作点燃装置,点燃线路如图 6.1.2.8 所示。

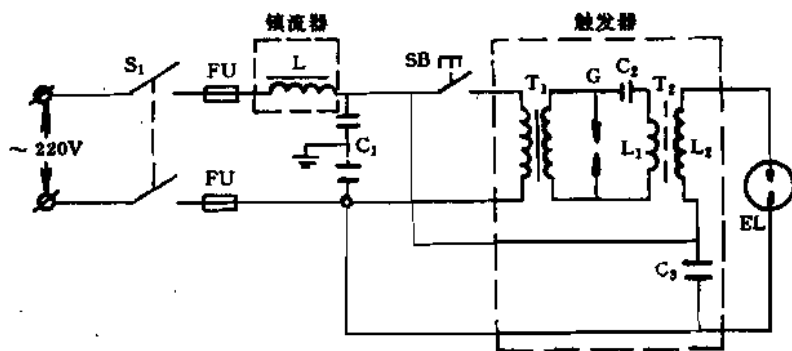


图 6.1.2.8 超高压汞氙灯原理图

当按钮 K_2 闭合,接通高压变压器 T_1 ,在次级绕组上产生 4000V 的高压,经火花隙 G 放电,在 C_2L_1 组成的串联谐振电路中产生阻尼振荡,经脉冲变压器 T_2 的次级绕组 L_2 升压获得 40kV ~ 50kV 的高频高压,通过 C_3 引起灯管电极间弧光放电,以完成点灯工作。 C_1 为高频旁路电容 ($2 \times 0.1\mu\text{F}$, 1000V)。

总的来说,由于各种光源有其不同的特性,设计者应根据被照明场所的具体情况去选用。现代船舶各种舱室的主体照明,通常选用荧光灯,局部照明(如台灯)和装饰性照明(如壁灯)选用白炽灯,甲板面强光照明显选用高压气体放电灯。对于冷库等低温潮湿场所,由于环境温度低于 10°C ,日光灯起动困难,光通量下降较多,所以除非选用特定的荧光灯,一般都用白炽灯。

6.1.3 照明灯具

照明灯具是一种控制一个或多个光源的出射光分布的装置,它包括所有固定和保护这些灯泡以及把灯泡(或灯管)连接到供电电路所必需的零部件。

配光是灯具的一个重要特性,它显示了光源在空间各个方向的光强分布,是衡量灯具性能好坏的重要指标。灯具的配光曲线对照度计算和灯具的选择起着重要作用,灯具制造厂应随灯具资料提供配光曲线供使用者参考。

6.1.3.1 船舶灯具结构

由于船上的环境条件比陆地上苛刻,因而对船舶灯具的结构和型式有着更高的要求,设计中选用船舶灯具时,除了遵照规范及有关标准的要求外,还应注意下列问题:

1. 基本结构

1) 材料

船用灯具的材料应该是坚固、轻巧、美观,并能满足使用环境的要求。

2) 结构特点

a. 结构要牢固、零部件不易落下、防震性好。

b. 防潮、防水性好,尤其是露天安装的灯具,防护等级要达到 IP5x,对有危险粉尘等场所,

防护等级可高达 IP6x。

- c. 散热性好,同时又要防止飞虫杂物钻入。
- d. 外形尺寸要适合船舶层高限制,结构简单,方便接线和更换灯泡。
- e. 具有良好的接地保护措施。

2. 船用灯具的型式分类

灯具有多种分类法,可按光源、结构型式、光学性能等分类,船用灯具是按照国际电工技术委员会 IEC(International Electrotechnical Commission)制定的对潮气和尘埃穿透的防范程度的分类法分类。

- 1) 防护型——用于干燥舱室,如船员和旅客的居住舱、休息室、餐厅、驾驶室、报务室等,防护等级为 IP2x。
- 2) 防潮型——用于有较大潮气的场合,如走道、厨房、洗衣间等,防护等级为 IP3x ~ IP4x。
- 3) 防水型——用于有滴水、溅水和凝水的场所,如机炉舱、干货舱、轴隧、管弄、露天甲板等,防护等级为 IP5x ~ IP6x。
- 4) 防爆型——用于可能积聚易燃易爆气体和各有关危险区域。

6.1.3.2 灯具主要组成部件

灯具的主要部件有灯体(外壳)、灯罩和灯座。

灯体是灯具的整体外壳,一般用钢、铜、铝合金及玻璃纤维、不锈钢等材料并经表面涂或镀层处理后制成。由于灯罩、灯座及至电缆出入于灯具都与灯体直接关联,所以对船用灯具基本结构的要求都要体现在灯体上。

灯罩一般用玻璃(包括透明、乳白和磨砂)或有机玻璃等热塑性塑料制成,对于有指定颜色要求的灯罩还必须用上彩色玻璃。对灯罩的要求取决于使用场合,强光照明的灯罩透光率要高,用透明玻璃为好;而卧室或休息室灯光宜柔和些,适用乳白灯罩。

灯座是用来固定灯泡的,因此必须与灯头配合。船用灯具灯座要求用滞燃的和不吸潮的材料制成,一般为铜质插口型或螺口型,对功率较大或散热条件较差的灯具则用瓷质灯座。

在荧光灯具内还必须装进镇流器、起辉器和补偿电容器。船用荧光灯镇流器规格见表 6.1.3.1。

表 6.1.3.1 船用荧光灯镇流器(扼流圈型)

型号	额定电压/V	额定频率/Hz	额定功率/W	额定输入电流/A	阻抗电压/V	消耗功率/W
CYZ-E8	220	50	8	0.15	199±5	<4.5
CYZ-E15			15	0.33	203±5	<8
CYZ-E20			20	0.37	200±5	<8
CYZ-E30			30	0.405	186±5	<8
CYZ-E40			40	0.43	178±5	<9
CYZ-E8	110	60	8	0.15	83±5	<4
CYZ-E15			15	0.33	88±5	<5.5
CYZ-E20			20	0.37	87±5	<6

6.1.3.3 舱室常用灯具

船用照明灯具品种很多,但基本型式大体相同,这里仅对各类灯具的主要特征及用途作一简单介绍,选用时的具体型号、规格应查找有关灯具厂产品样本。






1. 白炽灯具

白炽灯具的主要特征和用途见表 6.1.3.2。





表 6.1.3.2 白炽灯具主要特征和用途

名 称	主 要 特 征					用 途		
	灯具 型式	电压 /V	功率 /W	外壳 材料	防护 等级	一般 舱室	内走道	外走道或 易碰场所
舱顶灯 	防水式	110/220	60	钢	IP55	适用		适用
腰型舱顶灯 	防水式	110/220	100	铝	IP55	适用		适用
盘形舱顶灯 	防水式	110/220	60	铝	IP55			适用
小型舱顶灯 	防水式	24	25	铝	IP55	应急照明和灯光信号		
篷顶灯 	防护式	110/220	60	钢	IP20	适用	适用	


(续)

名 称	主 要 特 征					用 途		
	灯具 型式	电压 /V	功率 /W	外壳 材料	防护 等级	一般 舱室	内走道	外走道或 易碰场所
低压罩顶灯 	防护式	24	25	铜	IP20	适用	适用	
壁灯 	防护式	220	40	铜	IP20	舱内装饰和局部照明		
射壁灯 	防护式	220	25	工程塑料	IP20	舱内装饰和局部照明		
台灯 	防护式	110/220	40	铜	IP20	舱内局部照明		
筒灯 	防护式	220	40	铜	IP20	舱内装饰和局部照明		

(续)

名 称	主 要 特 征					用 途		
	灯具 型式	电压 /V	功率 /W	外壳 材料	防护 等级	一般 舱室	内走道	外走道或 易碰场所
床头灯 	防护式	110/220	15	铜	IP20	床头照明		
铭牌灯 	防护式	110/220	25	铜	IP20	标志功能照明		
水位表灯 	防水式	24 110/220	2 × 25	铜		锅炉水位表照明		
大功率挂灯 	防水式	110/220	200	铝合金		机炉舱照明		

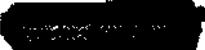
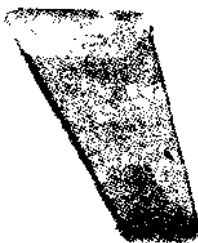



(续)

名 称	主 要 特 征					用 途		
	灯具 型式	电压 /V	功率 /W	外壳 材料	防护 等级	一般 舱室	内走道	外走道或 易碰场所
海图灯 	防护式	220	60	工程塑料	IP20	海图桌照明		

2. 荧光灯具

荧光灯具的主要特征和用途见表 6.1.3.3。

表 6.1.3.3 荧光灯具主要特征和用途

名 称	主 要 特 征					用 途		
	灯具 型式	电压 /V	功率 /W	外壳 材料	防护 等级	一般 舱室	内走道	外走道或 易碰场所
荧光船顶灯 	防水式	220	20~40	铜	IP55	机器处所及室外		
荧光篷顶灯 	防潮式	220	20~40	铜 铝合金	IP44	适用	适用	
嵌入式荧光灯 	防护式	110/220	20~40	铜 铝合金	IP20	适用	适用	
角灯 	防护式	220	8~40	铜	IP20	适用	适用	
台灯 	防护式	220	8~15	铝	IP20	局部照明		

(续)




名 称	主 要 特 征					用 途		
	灯具 型式	电压 /V	功率 /W	外壳 材料	防护 等级	一般 舱室	内走道	外走道或 易碰场所
床头灯 	防护式	220	6	铜	IP20	床头照明		
镜前灯 	防潮式	220	20	铜	IP44	盥洗室镜面照明		
铭牌灯 	防护式	220	8	铜	IP20	标示功能照明		

表 6.1.3.2 和表 6.1.3.3 中的每一种灯具几乎都能派生出许多不同的品种,例如白炽舱顶灯,仅以安装方式就可分顶式安装、管式安装、侧壁式安装、隔舱壁式安装等不同结构型式,设计者应根据不同场合去选择。

近年来船舶灯具还增加了些新品种,如空调照明合一的灯光布风器和电源导轨式灯具等,现就这二种灯具再作一简单介绍。

1) 灯光布风器

现代船舶空调和照明一样普及,而舱室天花板面有限,空调出风口和照明灯具往往都希望装在效果最佳的位置,同时又要达到美观的布局,这在过去一直是舱室施工中的一大难题,尤其对中小型船舶。要解决这一难题,最好的办法就是将顶式空调布风器和吸顶式照明灯具组合成一体,由此研制了灯光布风器。这不只是解决布置问题,同时也方便了施工和维修,更有利的是组合后对空调和照明的效率还能起相辅相成的作用,见图 6.1.3.1。

灯具内装有圆形荧光灯管、镇流器、起辉器、电容等。

灯光布风器在各种船上已广泛使用。

2) 电源导轨式聚光灯具

这种灯具国内船很少见,国外船东已要求在船上安装。由于有导轨,灯具可沿轨道滑动,又因灯头可转动,因此整束投射光在一定范围内可按使用者要求调节到最佳角度。这种灯具的导轨是一根隐式导体的通道,结构上采取了安全措施,所以电气上是安全的。这种灯具可作为驾控台、无线电桌或者是壁画、橱窗、酒吧等的局部照明。

3. 防爆灯具

对有易燃物质和爆炸气体的舱室,如蓄电池室、油漆间、灯间及液货船的危险区域等,必须

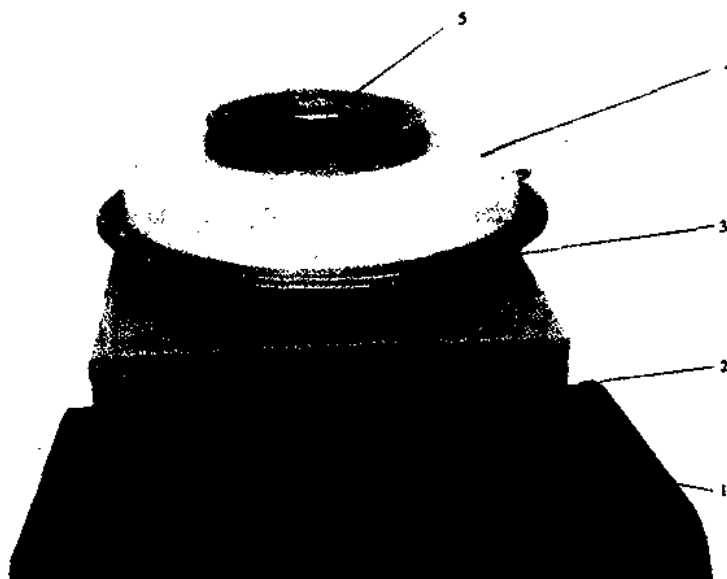


图 6.1.3.1 灯光布风器

1—空调风管静压箱;2—进风管;3—灯具壳体;4—灯罩;5—风帽调节器。

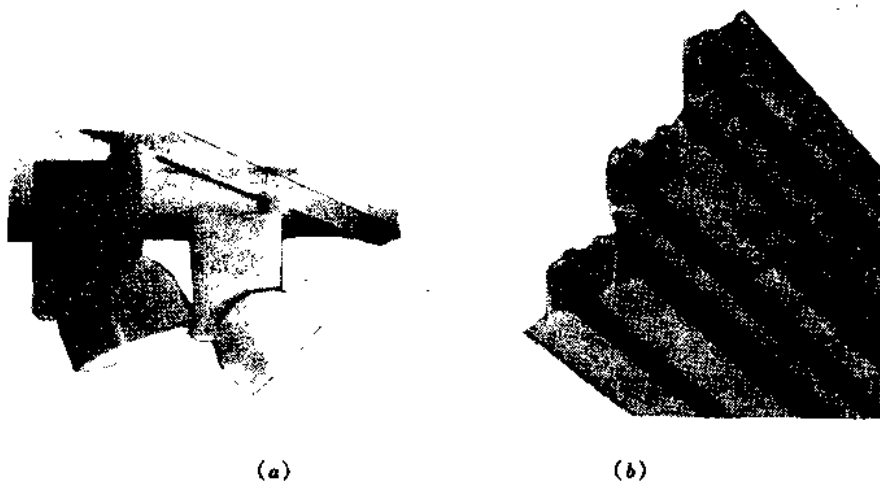


图 6.1.3.2 电源导轨式聚光灯

(a)安装好的灯具; (b)导轨。

选用合格的防爆灯具。船用防爆灯具具有白炽防爆灯、荧光防爆灯和可携式防爆灯,见表 6.1.3.4。

对有爆炸危险的处所,如毗邻货油舱等的隔离空舱、双层底、管隧等处还允许用具有正压外壳的空气驱动型灯具,见图 6.1.3.3。

此灯外加一套气管及滤器等,灯可悬挂在需要照明的地方。

4. 移动式灯具

为了供船舶检修或装卸货物等临时性工作场地照明,船上需备有一些可移动的照明灯具,这种灯具是用软电缆及插头与电源连接。由于移动式灯具对人身安全的保障至关重要,因此规范对这类灯具的安全保护型式规定有几种方式可供选取:

1) 用供电电缆的连续接地线接地。

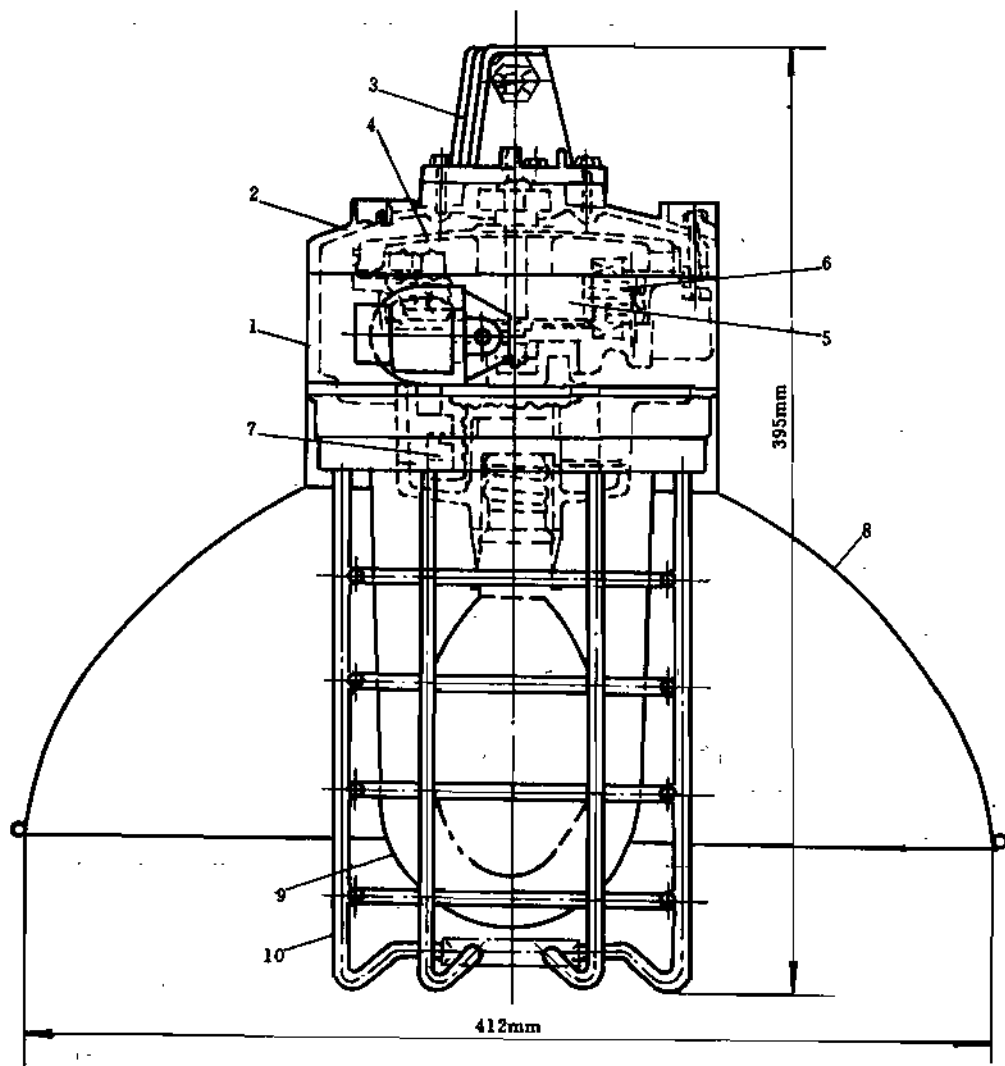




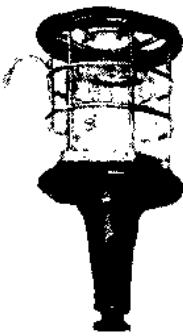
图 6.1.3.3 特殊保护型气动电灯

1,2—灯体； 3—挂环； 4—尼龙转翼； 5—转子； 6—定子； 7—开关； 8—遮光罩； 9—灯罩；
10—保护网。气源： $4.5\text{kg}/\text{cm}^2$ ；耗电量：约 $600\text{l}/\text{min}$ ；电压： 115V ；功率： 100W 。

表 6.1.3.4 防爆灯具

名 称	防爆标志(举例)	电压/ V	功率/ W	外壳材料	防护等级
白炽防爆灯 	Exd II C T4	220	100	钢	IP55

(续)

名 称	防爆标志(举例)	电压/V	功率/W	外壳材料	防护等级
荧光防爆灯 	Exd II B T5	220	20~40	钢	IP67
可携式防爆灯 	ExeG5	24 110 220	40	钢	IP65




2) 双重绝缘或加强绝缘。

3) 用不超过 50V 的电压供电。



4) 由只对 1 盏灯具供电的安全隔离变压器供电。

这类灯具见表 6.1.3.5。

表 6.1.3.5 移动式灯具

名 称	电压/V	功率/W	外壳材料	用 途
五池货舱灯 	110/220	60×5	钢	装卸货物临时悬挂
两用挂灯 	110/220	60	铸铜	临时加强照明
手提灯 	24	15	塑料	临时加强照明














(续)

名 称	电压/V	功率/W	外壳材料	用 途
手提灯 	24	25	塑料	临时加强照明
手提灯 	24	40	塑料	临时加强照明
可充电电池手提灯	4.8		塑料	临时照明

6.1.4 属 具

船舶照明属具包括开关、插头、插座、接线盒等,其结构型式分类和灯具相同。属具外壳应由金属或滞燃绝缘材料制成。目前常用的一些照明属具见表 6.1.4.1 及表 6.1.4.2。

表 6.1.4.1 船用防水式开关、插座、接线盒

名 称	电流/A	电压/V	极 数	防 护 型 式	外 壳 材 料	填料函数及分布简图
船用开关 	10	24 110 220 500 500	2 2 2 2 2+E	IP56	尼龙 铸铝 铸铜	1  2  3  4 
船用插头插座 	10	24 110 220 500 500	2 2+E 2+E 2+E 3+E	IP56	尼龙 铸铝 铸铜	1  2  
带开关插座 	10	24 110 220 500 500	2 2+E 2+E 2+E 3+E	IP56	尼龙 铸铝 铸铜	1  2  

(续)



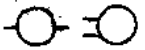
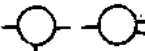
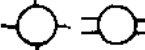
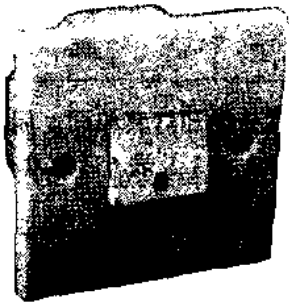


名 称	电流/A	电压/V	极 数	防 护 式	外 壳 材 料	填料函数及分布简图
接线盒 	10	24 110 220 500	接线板 型 式 			2  3  4 

表 6.1.4.2 船舶舱室开关、插座、接线盒

名 称	电流/A	电压/V	极 数	型 式	备 注
开关 	6.3	250	双极	明式 暗式	
插头、插座 	12.5 5	250	2+E	明式 暗式	插脚分扁 型和圆型
接线盒 	20	250	4路接线	暗式	

出口船的照明属具按照某些国家的规范要求,电流是以 16A 划分等级,设计者选用时应加注意。

第2章 照度计算与测量

6.2.1 概 述

照度计算是进行照明设计时所作的计算,目的是根据既定的照度要求,求得一个具体舱室、具体处所或某被照平面上需要多少光通量,进而确定需配用多少个预先选定的灯具。船舶照明设计通常只对一些典型舱室进行照度计算,将计算结果汇总成一表,称为照度计算书。

照度计算可以通过手算或计算机计算。由于船舶舱室格局比较规范化,过去对一般的舱室往往凭经验就可进行照明灯点布置,最多选几点作校核性的计算罢了。随着科技发展,船——这样一个水上的独立城市各方面技术正在不断创新,因此对能给予在船上生活的人们视觉感官有第一印象的“照明”是不能马虎的。

6.2.2 照 度 标 准

照度标准是照度计算的重要依据,照明设计的照度标准必须满足有关规范和规则的要求。有关国家照度要求参见表 6.2.2.1。

表 6.2.2.1 有关国家照度标准参考表^①

场 所	IES ^②	DOT ^③	GL ^④	JIS F ^⑤	AS ^⑥	NMD ^⑦	PRS ^⑧	PC ^⑨	英国商船 航运规则
船长起居室	200	50	100 ~ 150	150	140				
卧室	100	50	100 ~ 150	100	140				
船员室	100	50	100 ~ 150	100	140	150			50
客舱	100	50	100 ~ 150	100	140				
浴室	100	100		50	100				
楼梯和走道	100	50	50 ~ 75	50	35	100	75	75	50
餐厅	200	100	200	200					100
娱乐室	220	50	150 ~ 250	200	140				50
病室	100	50	200	100	100				50
诊疗室	300		200	200	200				
厨房	300	300		100	140	100			300
配餐室	200		150 ~ 250	100	200				
洗衣室	200	100	100 ~ 150	100	100	100			100
储藏室	50			50					
驾驶室	100		100 ~ 150	50	100				

(续)

场 所	IES ^②	DOT ^③	GL ^④	JIS F ^⑤	AS ^⑥	NMD ^⑦	PRS ^⑧	PC ^⑨	英国商船 航运规则
海图室	100		100~150	50	140	100	100	100	50
无线电室	100	100		200	140			100	
业务办公室	200	100		100	140				
机、炉舱	200			150	70		75	100	
集控室	200			200	280				
机修间	300			100	140				
舵机舱	100			50					
蓄电池室	100			50			75	75	
上甲板下通道				20					

① 表中照度单位为 lx。
 ② IES(Illuminating Engineering Society)——美国照明工程学学会。
 ③ DOT(Department of Trade)——英国贸易部。
 ④ GL(Germanischer Lloyd)——德国劳氏船级社。
 ⑤ JIS F(Japanese Industrial Standards)——日本工业标准。
 ⑥ AS(Australian Standard)——澳大利亚标准协会。
 ⑦ NMD(Norwegian Maritime Directorate)——挪威海事管理局。
 ⑧ PRS(Polski Rejestr Statkow)——波兰船舶登记局。
 ⑨ PC(perwcrp ocep)——(前)苏联船舶登记局

在我国尚未发布确切的照度标准文件之前,可以参照表 6.2.2.2 所示的照度要求。

表 6.2.2.2 船舶舱室和处所的照度参考表

舱室、处所和照明面	照度/lx	
	一般+局部	一般
一般住舱和客舱		50
桌上	150	
高级船员卧室	100	
办公室	150	100
阅览室		200
文娱室		150
休息室		100
病室		50
手术室	500	
餐厅		100
餐桌	150	
小卖部	150	
理发室	150	
吸烟室		100
厨房	150	
配膳间	150	
洗衣机室		50

(续)

舱室、处所和照明面	照度/lx	
	一般+局部	一般
烘衣室		50
浴室、厕所		50
内走道		30
驾驶室		100
驾驶室控制台	150	
海图室		100
海图桌	150	
无线电室		100
报务桌	150	
电罗经室		75
机舱集控室		100
配电板和控制台面	150	
机舱配电板		100
主机操纵台		100
锅炉间		75
蓄电池室		50
变流机室		50
起货机控制室		75
锚机控制室		75
应急发电机室		100
舵机舱		75
油泵舱		75
电控室		75
螺旋桨轴承附近		50
储物室		50
冷库		50
通风机室		50
电动机室		50
CO ₂ 室		50
机舱内走道		30
机修间	150	75
救生艇和救生筏下水区域的舷外空间靠近水线处		5
救生艇和救生筏处	50	
舷梯		20

6.2.3 照度计算

船舶照度计算常采用的方法有：

- 利用系数法；
- 比功率法；
- 逐点法。

6.2.3.1 利用系数法

利用系数法又称流明法、光通量法。

利用系数是指被照面上的有效光通量与光源发射的额定光通量之比。利用系数法就是在

舱室的几何特性已确定的前提下,根据预选灯具的利用系数来计算所需的光通量的方法。

表 6.2.3.1 照度补偿系数 K 值

舱室处所	K	
	荧光灯	白炽灯
较干燥清洁处所(居住舱室、会议室等)	1.3	1.1
一般舱室(工作室、储藏室、餐厅等)	1.5	1.3
有油污、水汽、灰尘等处(机、炉舱、厨房等)	1.7	1.5

1. 计算公式

利用系数法的计算公式为:

$$F = \frac{SEK}{N\eta} \quad (6.2.3.1)$$

式中 F ——每个灯具中光源的光通量(lm);

S ——舱室面积(m^2);

E ——要求达到的平均照度(lx);

K ——照度补偿系数;

N ——灯具数量;

η ——利用系数。

2. 照度补偿系数 K

考虑光源在使用期间,由于光通量的衰减及被照环境的变化而引起照度降低,在照明计算时预置了补偿系数(K),也可用减光系数(M)表征,减光系数 M 为补偿系数 K 的倒数。 K 值可以参考表 6.2.3.1 选择。

3. 利用系数 η 的确定

η 值与舱室的几何形状、墙壁与天花板的反射条件及灯具的型式有关。

1) 室形指数 φ

室形指数 φ 取

决于舱室的几何形状,可由下式计算:

$$\varphi = \frac{ab}{H(a+b)} \quad (6.2.3.2)$$

式中 a ——舱室长度(m);

b ——舱室宽度(m);

H ——舱室高度(m)。

φ 值还可通过室形指数诺模图求得,见图 6.2.3.1。

对照图中,根据 a/H 和 b/H 值来求室形指数 φ 值。

例:某一舱室,长 10m(a),宽 8m(b),高 2m(H)。作 $a/H=5$ 和 $b/H=4$ 的连线交室形指数 φ 线于 2.2,即为所求 φ 值。

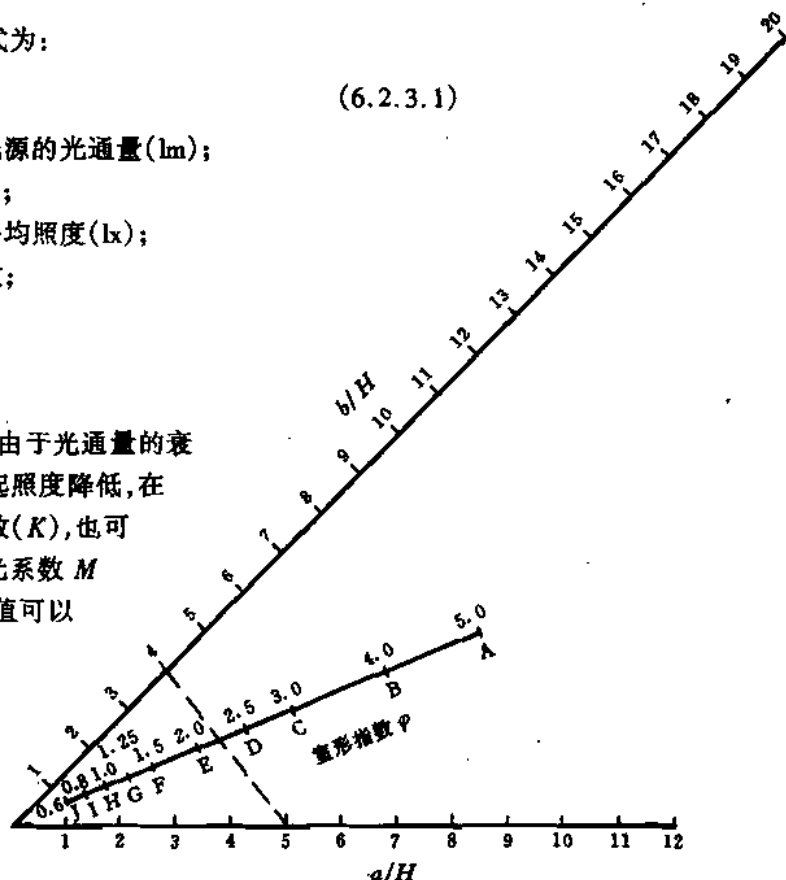


图 6.2.3.1 室形指数 φ 的计算诺模图

2) 反射系数 ρ

墙壁与天花板的反射系数 ρ 按表 6.2.3.2 选择。

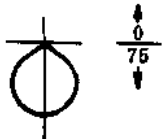

表 6.2.3.2 墙壁和天花板的反射系数 ρ 值

反射面的颜色	反射系数平均值	反射系数计算值 ρ
白色 银灰色 淡黄色	0.84 0.55~0.70 0.69~0.77	0.7
浅蓝色和淡青色 淡绿色 淡色木板 涂清漆淡色木板	0.36~0.52 0.38~0.50 0.40~0.50 0.36~0.40	0.5
深灰色 深色皮革	0.20~0.42 0.27~0.41	0.3
深红色 褐色 深绿色 天然褐色木板	0.16 0.16 0.16~0.21 0.15~0.26	0.1
塑料贴面板 浅黄色木纹 中黄色木纹 深棕色木纹	0.36 0.30 0.12	0.3 0.3 0.1

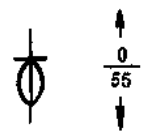

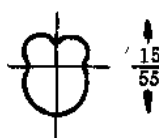
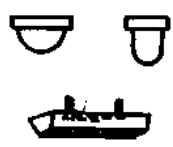
3) 利用系数 η

已知室形指数 φ 、反射系数 ρ 和灯具配光曲线, 可从预选定灯具提供的利用系数表中选取 η 值, 如果灯具未提供利用系数时, 可参考表 6.2.3.3, 选取相应的利用系数。

表 6.2.3.3 灯具光通利用系数 η 值

配光形式	配光曲线	灯具实例	天花板 反射 系数	0.7			0.5			0.3		
	形状		$\frac{\text{向上光通量}}{\text{向下光通量}}$	墙壁 反射 系数	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1
	室形 指数 φ		利用系数 $\eta/\%$									
直接			0.6	37	31	27	36	31	27	31	27	
			0.8	45	41	38	45	40	37	40	37	
			1.0	49	45	42	49	45	42	45	42	
			1.25	53	49	46	53	49	46	48	46	
			1.5	56	53	49	55	52	49	51	49	
			2.0	61	58	55	60	57	55	56	55	
			2.5	66	63	60	64	62	60	61	60	
			3.0	67	65	62	66	64	62	63	61	
			4.0	71	68	66	69	67	65	66	64	
			5.0	72	70	67	71	68	67	67	66	

(续)

配光形式	配光曲线 形状 向上光通量 向下光通量	灯具实例	天花板 反射 系数	0.7			0.5			0.3		
			墙壁 反射 系数	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1
			室形 指数 φ	利用系数 $\eta/\%$								
直接			0.6	32	28	25	32	28	25	28	25	25
			0.8	40	36	34	39	35	33	35	33	33
			1.0	43	39	37	42	39	37	39	36	36
			1.25	46	43	41	45	42	41	41	40	40
			1.5	48	45	43	47	45	43	45	42	42
			2.0	52	50	48	51	49	47	49	46	46
			2.5	56	54	52	55	52	51	53	50	50
			3.0	57	55	53	56	54	52	54	51	51
			4.0	60	58	56	59	57	55	56	54	54
			5.0	61	59	57	60	58	57	57	56	56
半直接			0.6	23	19	17	23	18	16	17	16	16
			0.8	29	25	22	28	24	21	23	21	21
			1.0	32	28	25	31	28	25	26	24	24
			1.25	36	32	29	34	30	27	29	26	26
			1.5	40	35	31	37	33	30	31	29	29
			2.0	43	39	35	41	37	34	35	32	32
			2.5	47	42	39	44	40	37	38	36	36
			3.0	49	45	41	46	42	39	40	38	38
			4.0	52	48	45	49	45	43	43	41	41
			5.0	54	51	47	51	47	45	44	43	43

4. 计算举例

已知某船餐厅长8m、宽8m、高2.3m,天花板白色,四周墙壁为淡绿色,该餐厅准备装用220V 2×20W嵌入式双管荧光顶灯,确定该舱室应装几个预选灯具才能满足最低照度要求。

计算步骤如下:

1) 由表6.2.2.2查得餐厅最低照度要求 $E = 100\text{lx}$ 。

2) 由表6.2.3.1查得照明补偿系数 $K \approx 1.5$ 。

3) 计算室形指数:

$$\varphi = \frac{8 \times 8}{2.3(8 + 8)} = 1.7$$

4) 由表6.2.3.2查得天花板反射系数为0.7,墙壁反射系数为0.5。

5) 因选用嵌入式灯具,根据表6.2.3.3中第二种形式配光曲线查得利用系数 $\eta = 0.48$ (按 $\varphi = 1.5$ 查)。

6) 由此可求得该餐厅需要的总光通量为:

$$\frac{S E K}{\eta} = \frac{8 \times 8 \times 100 \times 1.5}{0.48} = 20000(\text{lm})$$

7) 由表6.1.2.2荧光灯的光电参数表查得20W荧光管光通量为880lm,现2×20W双管荧光灯具光通量应为 $880\text{lm} \times 2 = 1760\text{lm}$ 。

8) 由此可求得该餐厅应装灯具:

$$N = \frac{20000}{1760} = 11.36(\text{只})$$

也就是说该餐厅应装 12 只 $2 \times 20\text{W}$ 双管荧光顶灯才能达到 100lx 的照度要求;

9) 验证实际照度 E' , 根据公式:

$$F = \frac{SEK}{N\eta}$$

求得每只灯光通量为 1667lm , 而每只灯实际光通量为 1760lm , 实际照度 E' 为:

$$E' = 100 \times \frac{1760}{1667} = 106(\text{lx})$$

5. 计算书格式 1 2 3 4 5 6 7 8 9

利用系数法计算照度的计算书格式见表 6.2.3.4。

表 6.2.3.4 照度计算书

序号	舱室名称	要求照度 /lx E	灯具		舱室尺度				补偿系数 K	利用系数				所需光通量 /lm F	光源参数			实际照度 /lx E'	备注
			型号	数量 N	长 /m a	宽 /m b	高 /m H	面积 /m ² S		室形 指数 φ	天花板 反射系数 ρ_1	墙壁 反射系数 ρ_2	利用 系数 η		功率 /W P	数量 N	光通量 /lm F'		
1	上甲板餐厅	100		12	8	8	2.3	64	1.5	1.7	0.7	0.5	0.48	1667	20	2	1760	106	

由于船舶各种居住舱室的高度、墙壁及天花板的反射条件、安装灯具的型式变化不多,且居住舱室通常都用 20W 双管日光灯,居住舱室的最低照度要求是 50lx ,考虑舱室高度为 2m ,天花板和墙壁反射系数通常分别取 0.7 和 0.5 ,补偿系数取 1.5 ,在这样的前提下,不同居住舱室需装灯数量将直接与舱室形状和面积大小有关,表 6.2.3.5 提供了粗略的参考值,工程人员可结合具体情况最后确定应装灯具数量。

表 6.2.3.5 居住舱室装灯数量参考表

舱室面积 /m ² 和安 装灯具数量		舱 室 宽 度 / m												
		2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8
舱 室 长 度 / m	2	4												
	2.5	5	6.25											
	3	6	7.5	9										
	3.5	7	8.75	10.5	12.25									
	4	8	10	12	14	16								
	4.5	9	11.25	13.5	15.75	18	20.25							
	5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25						
	5.5	11	13.75	16.5	19.25	22	24.75	27.5	30.25					
	6	12	15	18	21	24	27	30	33	36				
	6.5	13	16.25	19.5	22.75	26	29.25	32.5	35.75	39	42.25			
	7	14	17.5	21	24.5	28	31.5	35	38.5	42	45.5	49		
	7.5	15	18.25	22.5	26.25	30	33.75	37.5	41.25	45	48.75	52.5	56.25	
8	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	

6.2.3.2 比功率法

比功率法是根据各舱室的最低照度要求,选择其单位面积所需的功率数值(即比功率值),再根据舱室面积计算该舱室所需照明灯泡的总功率,然后结合舱室的具体布置情况确定照明灯具的型式和数量及每个灯的功率的方法。

比功率法是一种简易估算法,由于船舶舱室的规格比较统一,各种计算参数可供选择的范围不大,加上船用灯具的类别不多,因此用比功率法计算照明容量,可以得到满意的结果,而且简单实用得多。

1. 计算公式

$$P = W_s S \quad (6.2.3.3)$$

式中 P ——所需灯具总功率(W);

W_s ——单位面积所需功率(比功率值)($W \cdot m^{-2}$);

S ——舱室面积(m^2)。

2. 比功率值

不同照度时的单位面积所需灯具的功率值,见表 6.2.3.6。

表 6.2.3.6 不同最低照度的单位面积功率值

所需照度/lx	单位面积所需功率/ $W \cdot m^{-2}$				
	舱顶灯	篷顶灯	无罩荧光灯	带罩荧光灯	嵌入式荧光灯
7	5~7				
10	6~10				
15	8~12				
20		9~12			
30		15~20			
50			2	2.2	2.5
100			4	4.5	5
150			6	6.5	7
200			8	9	9.5
250			9.5	11	12
300			11.5	13.5	14.5

3. 计算举例

船长卧室面积为 $2.5 \times 3.7(m^2)$, 安装带灯罩荧光灯, 求该室所需的灯泡功率和数量。

1) 由表 6.2.2.2 查得船长卧室要求照度是一般 + 局部为 100lx。

2) 由表 6.2.3.6 查得带灯罩荧光灯在 100lx 的所需照度下, 比功率值为 $4.5W/m^2$ 。

3) 所需总功率

$$P = W_s \cdot S = 4.5 \times 2.5 \times 3.7 = 41.6(W)$$

因此该船长卧室顶灯可以选用 $2 \times 20W$ 带灯罩荧光灯一只。不足功率可由台灯和床头灯提供。

4. 计算书格式

将各舱室计算结果汇总成表 6.2.3.7 的形式,就成为比功率法的照度计算书。

表 6.2.3.7 用比功率法计算的照度计算书格式

序号	舱室名称	舱室尺度			最低照度 /lx	计算功率		安装灯具				备注
		长 /m	宽 /m	面积 /m ²		比功率值 /W·m ²	总功率 /W	型号	灯数	每灯瓦数 /W	总功率 /W	
1	5 甲板 船长卧室	2.5	3.7	9.25	100	4.5	41.6		1	2×20	40	另设台灯和床 头灯局部照明

6.2.3.3 逐点法

对某些反射条件极差的场所,如室内、外走道、机炉舱等,照度计算往往只需算其来自光源的直射光通,而不考虑墙壁、天花板等的反射因素,这种计算方法是根据光源形状和灯具配光曲线及被照面上某点所要求的照度值进行的。

1. 计算公式

如图 6.2.3.2 所示,S 为光源,P 点为所求照度点,M 为过 P 点的水平面。

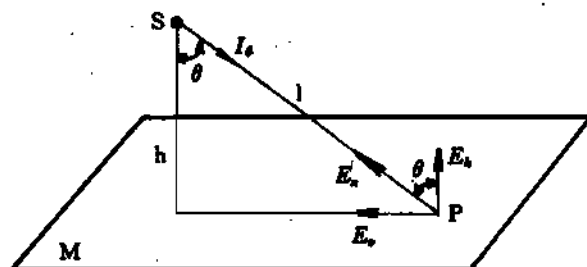


图 6.2.3.2 光源与照度

P 点的照度为:

$$E_n = \frac{I_\theta}{l^2} \quad (6.2.3.4)$$

$$E_h = E_n \cos \theta = \frac{I_\theta}{l^2} \cos \theta = \frac{I_\theta}{h^2} \cos^3 \theta \quad (6.2.3.5)$$

$$E_v = E_n \sin \theta = \frac{I_\theta}{l^2} \sin \theta = \frac{I_\theta}{h^2} \sin \theta \cos^2 \theta \quad (6.2.3.6)$$

式中 l ——光源距被照点 P 的距离(m);

θ ——光源至被照点的射线与光源垂直高度线的夹角;

I_θ —— θ 角方向的发光强度,由灯具的配光曲线查得(cd);

E_n ——P 点法线照度(lx);

E_h ——P 点水平面照度(lx);

E_v ——P 点垂直面照度(lx)。

一般情况下,我们只需计算水平面照度。假如 P 点上不是由一盏灯照射,而是由若干盏灯照射时,则 P 点上的照度为各盏灯在其上照度的总和。即

$$E = E_1 + E_2 + \cdots + E_n \quad (6.2.3.7)$$

由于制造厂提供的灯具配光曲线是按光通量为 1000lm 给出的,在计算中引用光强数据时,如果实际光通量 F 不是 1000lm,则光强 I_θ 应按下列式换算:

$$I_\theta = I_\theta^{(1000)} \frac{F}{1000} \quad (6.2.3.8)$$