

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

船舶职工培训丛书

CHUANBO ZHIGONG PEIXUN CONGSHU

# 船舶电工考工问答

(初级工、中级工)

宋景新 主编

船舶工业教材编审室 审

哈尔滨工程大学出版社

# 船舶电工考工问答

(初级工、中级工)

宋景新 主编

哈尔滨工程大学出版社

## 内 容 简 介

本书是以总结船厂电焊工实际操作的经验为主,并以初级工部分、中级工部分为主线而编写的。主要内容有:电工基本知识,各种电工量具的使用方法,船用的主要电气设备。本书针对船舶在修造中所遇到的各种问题进行了解答。

本书适用于船舶修造中从事电焊工作的工人,也可供相关的技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

船舶电工考工问答/宋景新主编. —哈尔滨:哈尔滨  
工程大学出版社,2007.12

ISBN 978-7-81133-130-1

I. 船… II. 宋… III. 船用电气设备-电工技术-问答  
IV. U665-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 182733 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 哈尔滨工业大学印刷厂  
开 本 787mm×1 092mm 1/16  
印 张 9.75  
字 数 200 千字  
版 次 2008 年 1 月第 1 版  
印 次 2008 年 1 月第 1 次印刷  
定 价 16.00 元

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

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

---

# 前 言

为了提高造船工人技术素质,以适应造船工业发展的需要,我们根据劳动部和中国船舶工业总公司 1997 年颁发的《职业技能鉴定规范》(考核大纲),收集和结合了船厂广大工人技术人员多年的工作实践,参考了有关标准、专业书籍等,经过整理加工编写了这套《船舶电工考工问答》一书。本书以问答形式,将本工种初、中、高级应知内容介绍给读者,供从事船舶电工职业的技工学习参考,问答按级别编排,内容涵盖了工艺知识和专业基础理论知识,选题由浅入深,简明扼要,通俗易懂。

本书主编:宋景新

编写人员:战晓云、马岩、吴明波

在本书编写过程中,曾得到公司领导及广大人员大力协作,在此表示衷心的感谢。由于水平有限,时间紧促,书中难免有错误或不当之处,望广大读者批评指正。

编 者

2006 年 12 月

# 目 录

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 第一编 初级工部分 .....                             | 1  |
| 1-1 什么是电路? 电路是由哪几部分组成的? .....               | 1  |
| 1-2 什么叫电流? 电流的单位是什么? 电流的大小和方向如何表示? .....    | 1  |
| 1-3 什么是电压, 电动势? 二者有何区别? .....               | 1  |
| 1-4 试说明一段电路及全电路欧姆定律。 .....                  | 1  |
| 1-5 试说明电功及电功率? .....                        | 2  |
| 1-6 什么是电阻? 什么是电导? 其大小由什么决定? .....           | 2  |
| 1-7 电阻的连接方式有哪几种? 其特点和规律如何? .....            | 2  |
| 1-8 什么是正弦交流电? 写出其数学表达式并画出波形图? .....         | 3  |
| 1-9 说明正弦交流电的周期、频率、角频率的概念? .....             | 3  |
| 1-10 说明正弦交流电的瞬时值、最大值和有效值的意义? .....          | 4  |
| 1-11 说明正弦交流电的相位、初相、同相和反相的意义? .....          | 4  |
| 1-12 什么是三相电源? 写出其数学表达式, 三相交流电路的优点是什么? ..... | 5  |
| 1-13 三相电源的连接方式有哪几种? 其电力关系如何? .....          | 5  |
| 1-14 三相电路中, 负载的连接方式有哪几种? 其电流关系如何? .....     | 6  |
| 1-15 什么叫相序, 它对船舶电气设备运行有何影响? .....           | 6  |
| 1-16 船用电工测量仪表有哪些种类, 是如何划分的? .....           | 7  |
| 1-17 常用电工仪表表面标记有哪些? 其含义是什么? .....           | 7  |
| 1-18 磁电系、电磁系、电动系和感应系仪表的主要特性和用途是什么? .....    | 9  |
| 1-19 常用电工仪表有哪些? 它们的主要用途是什么? .....           | 9  |
| 1-20 怎样正确测量电路的电流和电压? .....                  | 9  |
| 1-21 怎样扩大电压表的量程? .....                      | 10 |
| 1-22 怎样扩大电流表的量程? .....                      | 10 |
| 1-23 什么是电容器? 电容器有哪些单位? .....                | 10 |
| 1-24 什么是测量误差? 分为哪几种? .....                  | 10 |
| 1-25 什么叫绝对误差、相对误差和引用误差? .....               | 11 |
| 1-26 什么叫准确度? 它可分为哪几个等级? .....               | 11 |
| 1-27 电容器的连接方式有哪些? 各有什么规律? .....             | 11 |
| 1-28 什么是电感? 电感有哪些单位? .....                  | 12 |
| 1-29 什么叫磁极? 磁极有什么性质? 简述地磁概况? .....          | 12 |
| 1-30 什么叫磁场、磁通线、磁通和磁通密度? .....               | 12 |
| 1-31 使用万用表时, 应注意哪些问题? .....                 | 12 |
| 1-32 二极管有哪些主要参数? .....                      | 13 |
| 1-33 什么是变压器? 简述其基本工作原理? .....               | 13 |
| 1-34 耐热温度不同的电缆是否可以束聚在一起? .....              | 13 |

|      |                                                           |    |
|------|-----------------------------------------------------------|----|
| 1-35 | 在敷设电缆时,如遇有电缆上方为油、水管系或蒸汽管系和管接头时应采取什么措施? .....              | 13 |
| 1-36 | 用托架敷设电缆时,一束电缆的最大允许宽度是多少? .....                            | 13 |
| 1-37 | 敷设电缆时,电缆的弯曲半径是怎样规定的? .....                                | 13 |
| 1-38 | 在机舱及其他类似场所的地板下敷设电缆时,应该怎样处理? .....                         | 13 |
| 1-39 | 船舶的防火等级可分为哪几级? A、B、C 级防火贯通各有何要求? .....                    | 13 |
| 1-40 | 电缆穿过防水舱壁或 A <sub>0</sub> 级以上防火舱壁时,所采用的电缆筒为多长? 怎样处理? ..... | 14 |
| 1-41 | 多根电缆穿过密封电缆贯通件,在密封贯通时应注意什么? .....                          | 14 |
| 1-42 | 电缆芯线处理时有什么要求? .....                                       | 14 |
| 1-43 | 电缆敷设时,支承件间的距离我国规范是怎样规定的? .....                            | 14 |
| 1-44 | 汇流排的颜色表示什么意思? .....                                       | 14 |
| 1-45 | 电气设备指示灯的颜色有什么规定? .....                                    | 15 |
| 1-46 | 三相电路的功率如何计算? .....                                        | 15 |
| 1-47 | 什么是自感现象和自感系数? .....                                       | 15 |
| 1-48 | 什么是互感现象和互感系数? .....                                       | 16 |
| 1-49 | 试解释感抗、容抗、电抗和阻抗的含义? .....                                  | 16 |
| 1-50 | 变压器有什么作用? 有哪些类型? 变压器的基本结构如何? .....                        | 16 |
| 1-51 | 变压器的变压、变流、变换阻抗各遵循什么规律? .....                              | 17 |
| 1-52 | 什么是电压互感器? 使用电压互感器需注意什么? .....                             | 17 |
| 1-53 | 什么是电流互感器? 使用电流互感器需注意什么? .....                             | 18 |
| 1-54 | 什么是船舶电站? 它是怎样分类的? .....                                   | 19 |
| 1-55 | 什么叫发电机的并联运行? 在什么情况下要采用发电机的并联运行? .....                     | 19 |
| 1-56 | 同步发电机并联运行的条件是什么? .....                                    | 19 |
| 1-57 | 什么叫蓄电池? 蓄电池在船上有何用途? 如何分类? .....                           | 19 |
| 1-58 | 什么是酸性蓄电池? 试述其工作原理? .....                                  | 20 |
| 1-59 | 什么是碱性蓄电池? 试述碱性蓄电池的工作原理? .....                             | 21 |
| 1-60 | 什么是蓄电池的容量? 影响蓄电池容量的因素有哪些? .....                           | 21 |
| 1-61 | 酸性蓄电池与碱性蓄电池怎样进行初充电和经常充电? .....                            | 22 |
| 1-62 | 怎样判断蓄电池充、放电的结束? .....                                     | 24 |
| 1-63 | 怎样保养酸性蓄电池? .....                                          | 24 |
| 1-64 | 什么是船舶电气系统的接地? 接地有哪几种? .....                               | 25 |
| 1-65 | 钢质海船入级与建造规范对保护接地有什么要求? .....                              | 27 |
| 1-66 | 什么是触电? 触电有几种方式? 触电伤害有几类? .....                            | 27 |
| 1-67 | 为什么会发生触电事故? 如何防止? .....                                   | 28 |
| 1-68 | 电气着火通常采取哪些灭火措施? 如何正确使用灭火器材? .....                         | 28 |
| 1-69 | 船舶电工应具有哪些安全常识? .....                                      | 29 |
| 1-70 | 高压、低压和安全电压是怎样规定的? .....                                   | 29 |
| 1-71 | 如何用万用表粗略检测二极管的性能? .....                                   | 29 |
| 1-72 | 整流电路有哪些,说明其工作原理? .....                                    | 30 |

|       |                                     |    |
|-------|-------------------------------------|----|
| 1-73  | 为什么整流电流要增加滤波环节? .....               | 34 |
| 1-74  | 滤波电路主要有哪几种? 各有何特点? .....            | 34 |
| 1-75  | 稳压管是如何起到稳压作用的? .....                | 35 |
| 1-76  | 如何用万用表判断三极管的管脚及管型? .....            | 35 |
| 1-77  | 简单说明万用表的组成和用途? .....                | 37 |
| 1-78  | 叙述钳形电流表的工作原理及使用方法? .....            | 37 |
| 1-79  | 试述兆欧表的用途、组成、工作原理及使用注意事项? .....      | 38 |
| 1-80  | 常用的船舶音响信号设备有哪几种? 简述其规格、型号和用途? ..... | 40 |
| 1-81  | 船用电话有哪几种类型? .....                   | 41 |
| 1-82  | 常用的船舶操纵信号有哪几种? 各有何用途? .....         | 42 |
| 1-83  | 什么是左手定则? 什么是右手定则? .....             | 43 |
| 1-84  | 楞次定律说明了什么问题? .....                  | 43 |
| 1-85  | 什么是法拉第电磁感应定律? .....                 | 43 |
| 1-86  | 对船用电机的一般要求是什么? .....                | 44 |
| 1-87  | 船舶发电机有哪些保护? .....                   | 44 |
| 1-88  | 什么是电机? 电机是如何分类的? .....              | 47 |
| 1-89  | 试述直流电动机的工作原理? .....                 | 48 |
| 1-90  | 直流电机是如何分类的? .....                   | 48 |
| 1-91  | 直流电机有哪些用途? .....                    | 50 |
| 1-92  | 如何启动直流电动机? .....                    | 50 |
| 1-93  | 直流电动机有哪些调速方法? 各有什么特点? .....         | 50 |
| 1-94  | 要使直流电动机反转,常采用什么方法? .....            | 53 |
| 1-95  | 直流电动机常采用什么方法制动? .....               | 53 |
| 1-96  | 直流电动机为什么严禁励磁电路开路? .....             | 53 |
| 1-97  | 简述三相异步电动机的分类及结构? .....              | 53 |
| 1-98  | 简述三相异步电动机的转动原理? 为什么又叫感应电动机? .....   | 54 |
| 1-99  | 什么是转差率? .....                       | 55 |
| 1-100 | 三相异步电动机有哪几种启动方法? .....              | 56 |
| 1-101 | 三相异步电动机有哪几种调速方法? .....              | 57 |
| 1-102 | 三相异步电动机如何制动? .....                  | 57 |
| 1-103 | 异步电动机有哪些主要用途? .....                 | 57 |
| 1-104 | 简述同步电动机的基本结构及分类? .....              | 58 |
| 1-105 | 简述同步电动机的运行原理及特点? .....              | 58 |
| 1-106 | 简述同步电动机异步启动及应用? .....               | 59 |
| 1-107 | 什么是伺服电动机? 它是如何分类的? 有哪些特点? .....     | 59 |
| 1-108 | 简述船用电气设备安装原则及具体安装要求? .....          | 60 |
| 1-109 | 简述船用灯具安装技术要求及各类灯具安装具体方式? .....      | 61 |
| 1-110 | 简述船用控制箱和控制屏安装要求及安装方法? .....         | 62 |
| 1-111 | 电气设备通电前应进行哪些工作? .....               | 62 |
| 1-112 | 电气建造可分为哪几个工艺阶段? 各工艺阶段中,船舶电工应进行哪些    |    |

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| 工作?                                          | 62        |
| 1-113 怎样解救触电的人? 救护人在解救触电者时,应注意什么?            | 63        |
| 1-114 触电人脱离电源后如何抢救?                          | 64        |
| 1-115 绝缘材料可分为哪几个耐热等级? 各个等级的允许温度为多少?          | 64        |
| 1-116 磁性材料是如何分类的? 它们的特点和用途是什么?               | 65        |
| 1-117 什么叫电缆? 船用电缆分几大类? 电缆的结构和性能怎样?           | 65        |
| 1-118 电气设备外壳防护等级的内容是什么?                      | 67        |
| 1-119 钢质海船入级与建造规范中有关电气设备的接地导体的截面积是如何规定的?     | 68        |
| 1-120 钢质海船入级与建造规范中有关电缆金属护套或金属外护层的接地体是如何规定的?  | 68        |
| 1-121 钢质海船入级与建造规范中有关电缆在金属管子、管道或电缆槽中敷设是如何规定的? | 68        |
| 1-122 各国船级社对配电盘等电气设备内裸露导体的绝缘间隙和漏电距离是如何规定的?   | 69        |
| 1-123 在什么条件下变压器可以并联运行?                       | 70        |
| 1-124 船舶配电网络是如何分类的?                          | 70        |
| 1-125 在船舶电气设备中有哪些重要设备?                       | 70        |
| 1-126 自动化船舶有哪些特点? 为保证船舶实现高度自动化,船上应有哪些主要设备?   | 70        |
| 1-127 目前船舶自动电站有哪些功能?                         | 71        |
| 1-128 为保证人身及电气设备安全,电力系统中哪些部分应采用保护接地?         | 71        |
| 1-129 如何对船舶电网进行接地检查?                         | 71        |
| 1-130 如何对船舶电网绝缘情况进行检查?                       | 72        |
| 1-131 试述日光灯的工作原理?                            | 72        |
| 1-132 试述日光灯灯光抖动及灯管仅两头发光的故障原因?                | 73        |
| 1-133 试述日光灯灯光闪烁或光有滚动的故障原因?                   | 73        |
| 1-134 试述日光灯在关闭电源后,夜晚有时会微弱发光的故障原因?            | 73        |
| 1-135 试述日光灯两头发黑或产生黑斑的故障原因?                   | 73        |
| 1-136 试述日光灯噪声太大或对无线电干扰的故障原因?                 | 73        |
| 1-137 简述船用开关的种类及用途?                          | 74        |
| 1-138 简述船用接触器的种类及用途?                         | 75        |
| 1-139 简述中间继电器的结构和用途?                         | 75        |
| 1-140 简述热继电器的原理和使用注意事项?                      | 75        |
| 1-141 交流磁力启动器常见故障有哪些? 如何排除?                  | 76        |
| 1-142 试述低压试电笔的几种特殊用法?                        | 77        |
| 1-143 下列常用电气图形符号表示什么意思?                      | 78        |
| <b>第二编 中级工部分</b>                             | <b>84</b> |
| 2-1 在居住舱室内施工时,有哪些注意事项?                       | 84        |
| 2-2 有绝缘层处,电气施工有哪些注意事项?                       | 84        |

|      |                                     |    |
|------|-------------------------------------|----|
| 2-3  | 防火等级是怎样划分的?                         | 84 |
| 2-4  | 主干电缆敷设如何要求?                         | 84 |
| 2-5  | 如何鉴别焊条变质?                           | 84 |
| 2-6  | 什么叫电弧焊?                             | 84 |
| 2-7  | 什么是定位焊?                             | 85 |
| 2-8  | 什么叫氩弧焊?                             | 85 |
| 2-9  | 什么叫二氧化碳(CO <sub>2</sub> )气体保护焊?     | 85 |
| 2-10 | 防止焊接变形有哪些方法?                        | 85 |
| 2-11 | 电气安装件包括哪些?试加以举例说明。                  | 85 |
| 2-12 | 在电气安装件的安装施工中,有哪些具体要求?               | 85 |
| 2-13 | 电气设备有哪些安装方式?                        | 86 |
| 2-14 | 电缆支承件一般有哪些安装形式?                     | 86 |
| 2-15 | 电缆布置有哪些具体要求?                        | 86 |
| 2-16 | 电缆紧固点间距如何确定?                        | 87 |
| 2-17 | 电缆紧固材料(电缆扎带)如何选用?                   | 87 |
| 2-18 | 电缆敷设、固定及贯通密封有哪些具体要求?                | 88 |
| 2-19 | 设备接地有哪些基本要求?                        | 88 |
| 2-20 | 电气设备接地一般有哪些基本形式?                    | 89 |
| 2-21 | 电缆接地有哪些基本要求?                        | 89 |
| 2-22 | 电缆屏蔽网接地一般有哪些基本形式?                   | 89 |
| 2-23 | 电缆端头处理有哪些具体要求?                      | 90 |
| 2-24 | 电缆引入设备时有哪些具体要求?                     | 90 |
| 2-25 | 什么叫接地?什么叫接零?接地的作用和分类是什么?            | 91 |
| 2-26 | 我国海船规范对交流发电机及调整装置的稳态电压变化率是怎样规定的?    | 91 |
| 2-27 | 规范规定并联运行的同容量交流发电机其有功功率分配的误差要求是多少?   | 91 |
| 2-28 | 什么叫交流电的有功功率、无功功率和视在功率?              | 91 |
| 2-29 | 什么叫功率因数?                            | 92 |
| 2-30 | 简述单臂直流电桥的测量原理,说明它为什么能对电阻进行精密的测量?    | 92 |
| 2-31 | 如何用万用表检查可控硅的好坏?                     | 92 |
| 2-32 | 简述可控硅的基本结构和工作特点。                    | 92 |
| 2-33 | 船舶交、直流电站的配电方式有几种?各有何特点?             | 93 |
| 2-34 | 船用交流发电机三相四线制有哪些优缺点?在安全操作保养中要特别注意什么? | 94 |
| 2-35 | 船舶交流发电机一般采用哪几种保护?                   | 95 |
| 2-36 | 船舶电网的电压降允许值规定为多少?如何计算?              | 95 |
| 2-37 | 为什么测量小阻值电阻时要使用双臂电桥?                 | 96 |
| 2-38 | 交、直流船电系统使用岸电时应注意什么?                 | 96 |

|      |                                                                                                            |     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2-39 | 简述逆功率继电器的工作原理及其接线方法。·····                                                                                  | 96  |
| 2-40 | 仪用互感器有什么作用?使用中需注意哪些问题?·····                                                                                | 98  |
| 2-41 | 船舶电力系统怎样保证向重要设备可靠供电?·····                                                                                  | 98  |
| 2-42 | 电压变化对电力系统有什么影响?·····                                                                                       | 98  |
| 2-43 | 什么叫调速特性?·····                                                                                              | 99  |
| 2-44 | 船舶轴带发电机(简称轴发或轴机)系统有何优缺点?·····                                                                              | 99  |
| 2-45 | 什么叫巡回检测装置?它有什么功能?·····                                                                                     | 99  |
| 2-46 | 中国船级社的规范中,对船舶电力系统电压和频率波动的允许值<br>是多少?·····                                                                  | 99  |
| 2-47 | 连续工作制时电缆的定额电流是怎样规定的?有哪些校正系数?·····                                                                          | 100 |
| 2-48 | 电有哪些常见效应?·····                                                                                             | 101 |
| 2-49 | 试画出三相桥式整流电路及波形。·····                                                                                       | 101 |
| 2-50 | 画出晶体三级管三种基本放大电路的接法。·····                                                                                   | 101 |
| 2-51 | 热继电器可能出现什么故障?如何处理?·····                                                                                    | 101 |
| 2-52 | 接触器有哪些常见故障现象?说明其原因及检修方法。·····                                                                              | 102 |
| 2-53 | 蓄电池安装时应注意哪些事项?·····                                                                                        | 104 |
| 2-54 | 船用变压器的主要故障是什么?并分析原因。·····                                                                                  | 105 |
| 2-55 | 把电容为 $40\ \mu\text{F}$ 的电容器接在电压为 $240\ \text{V}$ , 频率为 $50\ \text{Hz}$ 的交流<br>电源上,试求容抗、电流和无功功率。·····       | 105 |
| 2-56 | 为什么交流接触器铁芯有衔铁的结合面生锈、有油污和灰尘都会产生<br>噪声和振动·····                                                               | 105 |
| 2-57 | 加于变压器原边的电压变化对变压器有何影响?怎样调整照明变压<br>器的副边电压?操作时应注意什么?·····                                                     | 105 |
| 2-58 | 一台变压器有两个完全不同的副绕组,出线标志不清,怎样将其接成串联或并<br>联?·····                                                              | 105 |
| 2-59 | 三相变压器接错极性会有何后果?·····                                                                                       | 106 |
| 2-60 | 怎样测定三相对称绕组的首末端(对应端)?·····                                                                                  | 106 |
| 2-61 | 船舶自动化系统中常用的信号检测传感器有哪几种?·····                                                                               | 106 |
| 2-62 | 有一单相桥式、电容滤波整流电路,试选择整流二极管及滤波电容器。···                                                                         | 106 |
| 2-63 | 在电感线圈两端加 $110\ \text{V}$ , 频率 $50\ \text{Hz}$ 的交流电压时,测得电流为 $5\ \text{A}$ ,电阻可忽<br>略不记,求线圈的感抗、电感、无功功率。····· | 107 |
| 2-64 | 何谓涡流?采用什么方法可减少涡流损失?·····                                                                                   | 107 |
| 2-65 | 什么叫电路的谐振?·····                                                                                             | 107 |
| 2-66 | 可编程序控制器的特点和功能?·····                                                                                        | 107 |
| 2-67 | 可编程序控制器系统的组成?·····                                                                                         | 108 |
| 2-68 | 可编程序控制的工作原理?·····                                                                                          | 108 |
| 2-69 | 晶闸管在什么条件下导通,什么情况下维持导通?什么情况下由导<br>通变为关断?门极信号在哪些条件下有作用?·····                                                 | 109 |
| 2-70 | 无线电干扰的定义、来源和传播方式。·····                                                                                     | 109 |
| 2-71 | 抑制干扰的原则措施有哪些?·····                                                                                         | 109 |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2-72 | 什么叫脉冲? 常见的脉冲信号有哪几种? .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 110 |
| 2-73 | 什么叫微分电路? 有什么实际应用? .....                                                                                                                                                                                                                                                             | 110 |
| 2-74 | 什么叫积分电路? 有什么实际应用? .....                                                                                                                                                                                                                                                             | 110 |
| 2-75 | 什么叫电路的谐振? .....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 111 |
| 2-76 | 什么是多普勒效应? .....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 111 |
| 2-77 | 测定陀螺罗经基线误差应注意哪几点? .....                                                                                                                                                                                                                                                             | 111 |
| 2-78 | 一台 GPS 开机一段时间有显示,但经纬度数值没有变化,怎样判断故障所在? .....                                                                                                                                                                                                                                         | 111 |
| 2-79 | 按 GMDSS 要求全球共分为几个海区? 各海区范围是多少? 举例说明船舶在各海区发射遇难信号所需设备,每海区举一例,不同海区设备不能重复。 ...                                                                                                                                                                                                          | 111 |
| 2-80 | 测深仪换能器安装的几点要求? .....                                                                                                                                                                                                                                                                | 111 |
| 2-81 | 天线调协器的功能是什么? 它是如何实现其功能的? .....                                                                                                                                                                                                                                                      | 112 |
| 2-82 | 简单画出测深仪整机工作方块图。 .....                                                                                                                                                                                                                                                               | 112 |
| 2-83 | 什么叫自励恒压同步发电机? .....                                                                                                                                                                                                                                                                 | 112 |
| 2-84 | 异步电动机常见故障有哪些? 如何检修及排除? .....                                                                                                                                                                                                                                                        | 112 |
| 2-85 | 船用交流发电机自动电压调整器有几种类型? 目前我国常用的是哪几种? .....                                                                                                                                                                                                                                             | 113 |
| 2-86 | 试述不可控相复励自励恒压装置的工作原理。 .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 114 |
| 2-87 | 交流同步发电机并联运行时,需要满足哪些条件? 有几种并联方法? .....                                                                                                                                                                                                                                               | 116 |
| 2-88 | 交流发电机并车后,其中一台功率因数很低,怎样调节? 为什么改变发电机励磁不能调节发电机的有功功率? , .....                                                                                                                                                                                                                           | 116 |
| 2-89 | 频率和电压的变化对异步电动机的性能及运行会带来什么影响? .....                                                                                                                                                                                                                                                  | 117 |
| 2-90 | 怎样根据“空载试车”情况估计异步电机能否正常运行? 空载电流不正常主要有哪些原因? .....                                                                                                                                                                                                                                     | 117 |
| 2-91 | Y 型接法的异步电动机错接成 $\Delta$ 型,或反之,对运行有何影响? 为什么长期轻载的 $\Delta$ 型接法的异步电动机改成 Y 型是有益的? .....                                                                                                                                                                                                 | 118 |
| 2-92 | 50 Hz、380 V 的异步电动机用于 60 Hz、440 V 电网,或反之是否允许? 主要应考虑哪些问题? .....                                                                                                                                                                                                                       | 118 |
| 2-93 | 50 Hz、380 V 风机(或离心泵,均指机电一体),如用 60 Hz、440 V 电源,或反之会有什么什么问题? .....                                                                                                                                                                                                                    | 118 |
| 2-94 | 题图是电动机星——角启动器原理图,启动时先将开关合向“Y”侧,此时定子绕组作星型连接,待转速上升后再合向“ $\Delta$ ”侧,此后在此状态下正常工作,为什么这样可以减小启动电流? 在开关合向“Y”侧启动时,最大启动电流为 20 A,现因误操作,将开关先合向“ $\Delta$ ”侧,这时启动电流可能达到多大? .....                                                                                                                | 119 |
| 2-95 | 一台一般用途的三相异步电动机,其 $P_N = 3 \text{ kW}$ , $f_N = 50 \text{ Hz}$ , $V_N = 380 \text{ V}$ , $I_N = 6.81 \text{ A}$ , $n_N = 957 \text{ r/min}$ , Y 接法。由产品目录查得 $\eta_N = 0.83$ , $\cos\phi_N = 0.805$ 。试求同步转速 $n_1$ 、额定负载时的转差率 $S_N$ 、转子电路频率 $f_{2N}$ 、输出转矩 $T_N$ 和输入功率 $P_{IN}$ 。 ..... | 119 |
| 2-96 | 一台三相异步电机因引出线标志不清,不慎将一相的首末端接反,施加三相对称电压后将产生怎样的磁场? 运行时将出现哪些不正常现象? .....                                                                                                                                                                                                                | 120 |

|       |                                                                                                                              |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2-97  | 某轮分油机更换其异步电动机后,启动时磁力启动器经常跳闸,运动时其他异常,可能是什么原因? 怎么处理? .....                                                                     | 120 |
| 2-98  | 某轮在停泊的时候,由一台发电机供电,负荷很小。当仅一台变极调速起货机运行时,往往引起发电机开关跳闸、全船断电,是什么原因? 怎样处理? .....                                                    | 120 |
| 2-99  | 异步电机大修时,如果出现下数情况,是否允许? 对运行的主要影响是什么? .....                                                                                    | 121 |
| 2-100 | 为什么同步发电机三相定子绕组一般接成“Y”型? 接成“Δ”型有何缺点? .....                                                                                    | 121 |
| 2-101 | 某轮的同步发电机组在更换发电机时,发现发电机与柴油机机壳上标明的转向不相同,这是否允许? 要注意什么问题? .....                                                                  | 121 |
| 2-102 | 一台“Y”型接法 440V 的同步发电机,空载试车时发现线电压 $V_{AB} = 400\text{ V}$ 、 $V_{BC} = V_{CA} = 230\text{ V}$ ,相电压正常,且无其他异常,其原因是什么? 如何处理? ..... | 121 |
| 2-103 | 同步发电机发不出电主要可能由哪些原因引起? 应如何处理? .....                                                                                           | 121 |
| 2-104 | 有一带电压调整器的交流发电机经检修后进行试车,当辅机转速达到额定值后,发电机电压只有 15 V,按充磁按钮后,电压下降到零有回升到 350 V,当松开充磁按钮,电压又恢复到 15 V,什么原因? 如何排除? .....                | 122 |
| 2-105 | 交流发电机自动调压系统检修后,空载电压很低,大约 340 V,如何解决? .....                                                                                   | 122 |
| 2-106 | 有一船进港时单台发电机运行,负载电流稍小于发电机额定电流,为了进港安全使两台发电机并联运行,这时电机员发现两台发电机的电流都大大的超过了额定电流。靠码头后,该为一台发电机运行,其电流又恢复为原来值,这是什么原因? 如何解决? .....       | 122 |
| 2-107 | 一台三绕组相复励自动励磁发电机经检修后试车,在空载时发电机电压正常,在加负载时发现电压下降 25%,问是什么原因? .....                                                              | 122 |
| 2-108 | 电压频率变化对同步发电机的主要影响是什么? .....                                                                                                  | 122 |
| 2-109 | 下列情况下的电机能否互换使用? .....                                                                                                        | 123 |
| 2-110 | 什么叫做同步发电机的静态特性? 什么叫做动态特性? 其衡量标准是什么? .....                                                                                    | 123 |
| 2-111 | 柴油机是怎样启动的? .....                                                                                                             | 123 |
| 2-112 | 柴油机的停机是怎样进行的? .....                                                                                                          | 124 |
| 2-113 | 交流同步发电机并车失败的原因是什么? 如何排除? .....                                                                                               | 124 |
| 2-114 | 船舶发电机的欠压保护有什么作用? 它的装设和整定要求如何? .....                                                                                          | 124 |
| 2-115 | 简述分级自动卸载装置的作用及其整定值。 .....                                                                                                    | 125 |
| 2-116 | 交流发电机过载保护的作用是什么? .....                                                                                                       | 125 |
| 2-117 | 什么叫优先脱扣? 优先脱扣的动作值如何决定? .....                                                                                                 | 125 |
| 2-118 | 发电机短路保护的作用是什么? 它是怎样分类和整定的? .....                                                                                             | 125 |
| 2-119 | 电机逆功率保护的作用是什么? 它是怎样进行整定的? .....                                                                                              | 126 |
| 2-120 | 电机的欠压保护有什么作用? 怎样进行整定? .....                                                                                                  | 126 |
| 2-121 | 当主开关故障跳闸后,应采取哪些应急处理措施? .....                                                                                                 | 126 |
| 2-122 | 发电机组有哪些常见故障? 处理方法? .....                                                                                                     | 127 |

|       |                                      |     |
|-------|--------------------------------------|-----|
| 2-123 | 配电板上的主开关有哪些常见故障? 如何处理?               | 128 |
| 2-124 | 照明线路的如何进行故障检查及处理?                    | 129 |
| 2-125 | 船舶电站应如何进行日常管理?                       | 130 |
| 2-126 | 下述情况可否产生旋转磁场?                        | 130 |
| 2-127 | 简述自动操舵仪的调试要点。                        | 131 |
| 2-128 | 船舶轴带发电机系统主要分哪几种类型?                   | 131 |
| 2-129 | 轴带发电机装置怎样进行启动、停止等控制?                 | 131 |
| 2-130 | 火警报警装置有什么用处? 它的工作原理是怎样的?             | 132 |
| 2-131 | 什么叫舵角指示器? 它的工作原理是怎样的?                | 133 |
| 2-132 | 自动舵有哪些主要调节环节? 怎样进行调节?                | 133 |
| 2-133 | 交流电钟的基本原理是什么? 它是怎样工作的?               | 134 |
| 2-134 | 辅助锅炉的自动控制系统?                         | 135 |
| 2-135 | 制冷压缩机不能启动或启动后很快停机或运转中故障停机的原因是<br>什么? | 136 |
| 2-136 | 锅炉控制系统的主要故障有哪些? 并分析原因。               | 136 |
| 2-137 | 制冷压缩机长期运转不停的原因是什么?                   | 136 |
| 2-138 | 试简述分油机的控制程序?                         | 137 |
| 2-139 | 对舵机托动控制系统的技术要求有哪些?                   | 137 |
| 2-140 | 试述盐度检测报警器的用途及工作原理?                   | 137 |
| 2-141 | 试述油雾浓度检测器的工作原理?                      | 137 |
| 2-142 | 引起船舶电气火灾的原因有哪些?                      | 138 |
| 2-143 | 如何预防电器设备引起的火灾?                       | 138 |
| 2-144 | 扑灭电器设备起火的器材有哪些?                      | 139 |
| 2-145 | 油轮区域如何划分? 每个区域对电器设备有何要求?             | 139 |
| 2-146 | 影响触电危险性大小的因素有哪些?                     | 140 |
| 2-147 | 怎样解救触电的人? 救护者在解救触电者时, 应注意什么?         | 141 |
| 2-148 | 触电人脱离电源后如何解救?                        | 141 |
| 2-149 | 应如何合理选择电气测量指示仪表, 以减少误差?              | 141 |
| 2-150 | 测量电流和电压应注意什么问题?                      | 142 |

# 第一编 初级工部分

## 1-1 什么是电路? 电路是由哪几部分组成的?

电路就是电流的通路,是为了某种需要由电气设备和元件按一定方式连接起来的总体。电路一般包括四个主要部分,即电源、负载、连接导线和控制设备。电源是电路的能源,其作用是将各种形式的能量转换为电能;负载是电路中的用电设备,其作用是将电能转换为所需形式的能量;连接导线的作用是传输电能;控制设备用来执行控制任务。

## 1-2 什么叫电流? 电流的单位是什么? 电流的大小和方向如何表示?

电荷有规则地定向运动就形成了电流。电流的单位是安培(库仑/秒),简称安,用大写字母  $A$  表示。电路中由于负载的不同,电流的差异很大,动力用电可达几十甚至上千安培,而电子线路的电流可小到几毫安甚至几微安。故常用单位有  $KA$ 、 $A$ 、 $mA$ 、 $\mu A$ 。

其关系为  $1 A = 10^{-3} KA = 10^3 mA = 10^6 \mu A$

电流的大小用电流强度来表示,将单位时间内通过导体横截面的电荷量定义为电流强度。在直流电路中,电流强度用大写字母  $I$  表示,即  $I = Q/t$ ,  $Q$  是时间  $t$  内通过导体横截面的电荷量。

习惯上规定正电荷的运动方向或负电荷运动的反方向为电流的方向,即电流的实际方向,它是客观存在的,是唯一的,不能任意选择。在分析和计算较复杂的电路时可以任意给定某一方向作为电流的假定方向,即电流的正方向,也叫电流的参考方向,它可以任意选定,是用来确定电流实际方向的方法和手段。

## 1-3 什么是电压,电动势? 二者有何区别?

两点之间的电位差称为两点间的电压。从电场力做功的概念来定义,电压就是将单位正电荷从电路中  $A$  点移到  $B$  点电场力做功的大小。在电路中,规定电位真正降低的方向为电压的实际方向。电压的单位是伏特( $V$ ),常用单位有  $KV$ 、 $V$ 、 $mV$ 、 $\mu V$ 。

其关系为  $1 V = 10^{-3} KV = 10^3 mV = 10^6 \mu V$

电动势是表示电源的物理量。在电源内部有一种局外力(电源力),在它的作用下,将正电荷由低电位处移向高电位处,局外力使电源两端所具有的电位差称为电源的电动势,将电动势的实际方向规定为由低电位端指向高电位端,把电位高的一端称为正极,电位低的一端称为负极,因此,电动势的实际方向是从负极指向正极。

电动势为电源力(局外力)在电源内部将单位正电荷从电源的负极移到电源的正极所做的功;电压为电场力在电源外部将单位正电荷从高电位处移到低电位处所做的功,二者物理意义不同。

## 1-4 试说明一段电路及全电路欧姆定律。

在一段电路中,流过该电路的电流与电路两端的电压成正比,与该段电路的电阻成反比,一段电路欧姆定律可用下式表示

$$I = U/R$$

也可以写成以下两种形式

$$U = IR$$

$$R = U/I$$

在只有一个电源的无分支闭合电路中,电流与电动势成正比,与全电路电阻成反比,这个规律称为全电路欧姆定律。可用下式表示( $R_0$  为电源内阻)

$$E = I(R + R_0) = IR + IR_0$$

也可以写成以下两种形式

$$E = U + IR_0$$

$$U = E - IR_0$$

### 1-5 试说明电功及电功率?

电气设备接通电源后都在做功,把电能转换成其他形式的能量,电流在一段电路上所做的功,与这段电路两段的电压、流过电路的电流以及通电时间成正比,即

$$A = UIt$$

又可以写成

$$A = I^2 R t$$

$$A = U^2 / R \cdot t$$

电功的基本单位是焦耳(J),它是这样规定的:若负载的端电压是 1 V,则通过它的电流为 1 A 时,电流每秒钟所做的功就是 1 焦耳(J)。

电气设备在单位时间内所做的功叫电功率,用符号  $P$  表示,即

$$P = A/t$$

电功率的基本单位是瓦特,用符号 W 表示;较大单位是千瓦,用符号 kW 表示。

根据  $A = UIt$ ,可得

$$P = UI$$

又可以写成

$$P = I^2 R, P = U^2 / R$$

### 1-6 什么是电阻? 什么是电导? 其大小由什么决定?

电荷在电场力的作用下作定向运动时,通常要受到阻碍作用,具有阻碍电荷运动性质的元件称为电阻。电阻用符号  $R$  表示,单位为欧姆( $\Omega$ )。物体电阻的大小取决于电阻材料的性质,电阻的几何尺寸及环境温度。一定温度下,其关系可表示为

$$R = \rho \cdot L/S$$

式中  $L$ ——导体的长度,单位为 m;

$S$ ——导体的横截面积,单位为  $\text{mm}^2$ ;

$\rho$ ——材料的电阻率,单位为  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。

电导是表征电阻导电能力的物理量,即电阻的倒数称为电导。电导用  $G$  表示,它与  $R$  的关系为

$$G = 1/R$$

电导的单位是西门子,简称 S。

### 1-7 电阻的连接方式有哪几种? 其特点和规律如何?

电阻的连接方式有串联和并联两种。

两个或两个以上的电阻,依次连接成一条无分支的电路的连接方式,称为电阻的串联电路。串联电阻的特点和规律是流过各串联电阻的电流为同一电流;电路中各电阻上的压降之和等于电路两端的端电压( $U$ );电路串联时的等效电阻( $R$ )等于各电阻之和;各串联电阻

上的电压与该电阻值成正比,即

$$I_1 = I_2 = \cdots = I_n = I$$

$$U = U_1 + U_2 + \cdots + U_n$$

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

$$U_n = R_n / R \cdot U$$

式中  $U_n$ —— $R_n$  两端电压;

$I_n$ ——流过电阻  $R_n$  的电流。

两个或两个以上的电阻,将它们的一端连接成一点,而将它们的另一端连接成另一点的连接方式称为电阻的并联电路。并联电阻的特点和规律是加在各电阻两端的电压为同一电压;电路的总电流( $I$ )等于各电阻支路的电流之和;电路等效电阻( $R$ )的倒数等于各分支电路电阻倒数之和;流过各并联电阻上的电流与该电阻值成反比,即

$$U_1 = U_2 = \cdots = U_n = U$$

$$I = I_1 + I_2 + \cdots + I_n$$

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \cdots + 1/R_n$$

$$I_n = R/R_n \cdot I$$

式中  $U_n$ —— $R_n$  两端电压;

$I_n$ ——流过电阻  $R_n$  的电流。

### 1-8 什么是正弦交流电? 写出其数学表达式并画出波形图?

正弦交流电是指其大小和方向随时间按正弦规律变化的电流。也就是说,正弦交流电可以用一个随时间变化的正弦函数来表示。它的数学表达式为

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$$

式中  $i$ ——正弦交流电流的瞬时大小,  
称为瞬时值;

$I_m$ ——交流电流的振幅大小,也称为幅值、最大瞬时值、最大值;

$\omega$ ——正弦交流电流的角频率;

$\varphi$ ——正弦交流电流的初始相位,也称为初相;

$I_m$ 、 $\omega$  和  $\varphi$  (幅值、频率和初相)——是正弦交流电的三要素,

也是区分不同正弦交流电的依据,其波形图如图 1-1 所示。

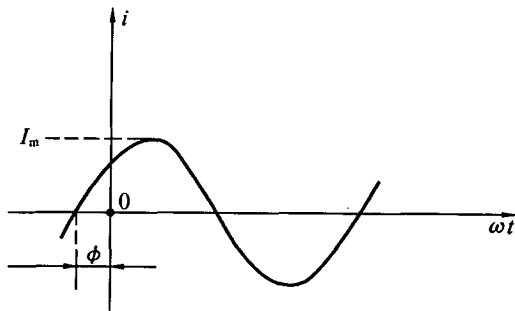


图 1-1 正弦交流电的波形

### 1-9 说明正弦交流电的周期、频率、角频率的概念?

#### 1. 周期

正弦交流电完成往复变化所需要的时间称为周期。它是波形重复出现所需的最短时间,用符号  $T$  表示,单位为秒(s)。

#### 2. 频率

单位时间内正弦交流电交变的次数叫频率。它也是单位时间内正弦量重复变化的次数,用符号  $f$  表示,单位为赫兹(Hz)。它和周期的关系为

$$f = 1/T \text{ 或 } T = 1/f$$

我国发电厂提供的电源的规定频率都是 50 Hz, 常称工频电, 因此它变化一周所需的时间为

$$T = 1/f = 1/50 = 0.02 \text{ s}$$

### 3. 角频率

正弦交流电变化一周期相当于正弦函数变化  $2\pi$  角度, 为了避免与机械角度相混淆, 称其为电角度。

单位时间内正弦交流电变化的电角度称为电角速度, 即电角频率, 简称角频率, 用符号表示  $\omega$ , 单位是弧度/秒 (rad/s)。依定义有

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi f$$

周期、频率和角频率三个物理量从不同的角度描述了正弦交流电的变化速度。

## 1-10 说明正弦交流电的瞬时值、最大值和有效值的意义?

### 1. 瞬时值

正弦交流电在任一时刻的实际值称为该正弦交流电的瞬时值。规定瞬时值一律用电学量对应的小写字母表示, 如字母  $i$ 、 $u$ 、 $e$  分别表示正弦交流电的电流、电压和电势的瞬时值。

### 2. 最大值

正弦交流电在变化的过程中, 所出现的最大瞬时值称为最大值, 也是正弦交流电的幅值。规定用电学量对应的大写字母加脚标  $m$  表示, 如  $I_m$ 、 $U_m$ 、 $E_m$  分别表示正弦交流电的电流、电压和电势的最大值, 即幅值。

### 3. 有效值

一个正弦交流电, 当它的做功能力相当于某一数值的直流电的做功能力时, 这个直流电的数值被称为该正弦交流电的有效值。规定有效值用对应电学量的大写字母表示, 如  $I$ 、 $U$ 、 $E$  分别表示正弦交流电的电流、电压和电势的有效值。

所有正弦交流电用电设备铭牌上标注的额定电压  $U_N$ 、额定电流  $I_N$  都是有效值。一般交流电压表、电流表测得的数值也是有效值。正弦交流电的大小实际上指的就是它的有效值。

经计算, 正弦交流电的有效值等于它的最大值除以  $\sqrt{2}$ , 而且与频率和初相位无关。即

$$I = I_m / \sqrt{2}$$

$$U = U_m / \sqrt{2}$$

$$E = E_m / \sqrt{2}$$

瞬时值、最大值和有效值是用来表示正弦交流电的大小的物理量。

## 1-11 说明正弦交流电的相位、初相、同相和反相的意义?

### 1. 相位

在正弦交流电的数学表达式  $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$  中, 电角度  $(\omega t + \varphi)$  被称为正弦量的相位或相位角, 相位是表示正弦量在某一时刻所处状态的物理量, 它不仅可以确定瞬时值的大小和方向, 而且还能表示出正弦量变化的趋势。

### 2. 初相

正弦量在计时起点, 即  $t = 0$  时的相位  $\varphi$ , 叫初相位, 简称初相。正弦量的初相确定了正弦量在计时起点的瞬时值 (又称初始值), 反映了正弦量在计时起点的状态。