

船舶与港口电气及自动化问答 (五)

刘道俊 刘宗德 编著

电气自动化及主机遥控

科学技术文献出版社

科学
PDG



前 言

由大连海运学院船电系刘宗德副教授主编的《船舶轮机问答船舶电气设备分册》一书，自1976年出版以来，前后已印刷50000余册。由于该书简明、通俗、实用，因而深受广大船舶轮机员、电机员的欢迎。近十余年来，船舶电气及自动化技术迅速发展，日臻完善，为了满足船舶电机员、修造船厂及港口从事电气自动化技术工作的工程技术人员、广大工人工作学习的需要，在科学技术文献出版社的大力支持下，现编写出版一套《船舶与港口电气及自动化问答》。

这套书拟分十个分册陆续出版：

第一分册：船舶电站及自动化装置

第二分册：船舶电气传动自动化系统

第三分册：电气英语

第四分册：船舶自控理论及应用

第五分册：电气自动化及主机遥控

第六分册：港口及工厂供电及自动装置

第七分册：电机与变压器

第八分册：电路与电子技术

第九分册：电气工艺及管理

第十分册：计算机原理及应用技术

这套丛书由大连海运学院船电系刘宗德副教授、陆祥润教授主编，冒天诚教授主审，科学技术文献出版社出版，全国各地新华书店发行。

目 录

第一章 自动控制仪表	(1)
1-1 为什么热电阻能测量温度?热电阻由哪些部 件组成?.....	(1)
1-2 常用哪几种热电阻进行测温?它们各有什么 特点?.....	(1)
1-3 如何对热电阻进行校验?.....	(2)
1-4 热电阻温度计是怎样测温的?为什么用三根 引线而不用二根?.....	(3)
1-5 热敏电阻测温原理是怎样的?它有哪些用途?.....	(5)
1-6 热电偶的测温原理是什么?.....	(6)
1-7 为什么要对热电偶的冷端进行温度补偿?通 常采用哪些补偿措施?.....	(7)
1-8 怎样判断热电偶的极性?怎样判断补偿导线 的极性?.....	(8)
1-9 热电阻温度计比热电偶温度计插入深度要深 是何道理?.....	(9)
1-10 船用压力表常用哪些弹性传感元件?.....	(9)
1-11 自动化仪表中常用哪些节流元件?它起什么 作用?.....	(11)
1-12 喷嘴挡板机构由哪几部分组成?其输入输出 关系是怎样的?.....	(12)
1-13 气动功率放大器的作用原理是怎样的?.....	(12)
1-14 电位器式压力传感器是如何用于测量压 力的?.....	(13)

- 1-15 霍尔式压力传感器如何测量压力?(14)
- 1-16 电感式压力传感器如何测量压力?(15)
- 1-17 浮力式液位计是怎样测量液位的?(16)
- 1-18 试述差压式液位计测量液位的原理.....(16)
- 1-19 试述吹气式液位计的工作原理.....(17)
- 1-20 电阻式液位计工作原理是怎样的?(18)
- 1-21 电容式液位计的基本测量原理是什么?(19)
- 1-22 超声波液位计工作原理是怎样的?(20)
- 1-23 差压式流量计的测量原理是怎样的?(20)
- 1-24 试述椭圆齿轮流量计的工作原理.....(21)
- 1-25 电磁流量计的工作原理是怎样的?(22)
- 1-26 测粘计是如何测量燃油粘度的?(23)
- 1-27 试述烟气浓度检测器的结构、原理.....(24)
- 1-28 油雾浓度检测器是怎样检测油雾浓度的?(24)
- 1-29 什么叫调节规律? 在调节器中常遇到哪些调
节规律?(25)
- 1-30 什么叫比例调节规律? 为什么比例调节规律
总存在静态偏差?(25)
- 1-31 什么叫积分调节规律? 它有什么特点?(26)
- 1-32 什么叫微分调节规律? 它有什么特点?(28)
- 1-33 什么叫比例积分调节规律? 其主要特点是
什么?(29)
- 1-34 什么是比例微分调节规律? 它的特点是
什么?(30)
- 1-35 什么叫比例积分微分调节规律?(30)
- 1-36 什么叫比例带? 比例带与静态偏差是什么
关系?(32)
- 1-37 基型全刻度指示型调节器由哪几部分组成?
它有几种工作状态?(33)

- 1-38 基型调节器输入电路由几部分组成？它们的作用是什么？……………(34)
- 1-39 基型调节器中比例微分运算电路(PD)的工作原理是怎样的？……………(35)
- 1-40 基型调节器中比例积分运算电路(PI)的工作原理是怎样的？……………(37)
- 1-41 基型调节器中 PID 运算电路是怎样工作的？……(39)
- 1-42 $DDZ-III$ 基型调节器如何实现“保持状态”、无扰动切换？……………(41)
- 1-43 $DDZ-III$ 基型调节器是怎样进行手动操作的？……………(42)
- 1-44 $DDZ-III$ 基型调节器输出电路是怎样实现电压—电流转换的？……………(42)
- 1-45 气动差压变送器由哪几部分组成？它们的作用是什么？……………(44)
- 1-46 气动差压变送器的工作原理是怎样的？量程范围怎样调整？……………(44)
- 1-47 怎样校验气动差压变送器？……………(45)
- 1-48 什么叫差压变送器的量程迁移？什么叫正迁移？什么叫负迁移？为什么要进行零点迁移？……………(47)
- 1-49 矢量机构力平衡式差压变送器是怎样工作的？……………(47)
- 1-50 怎样把位移检测信号转换成变送器的输出电信号？……………(49)
- 1-51 为什么电动变送器工作时不允许输出开路？……(50)
- 1-52 电—气转换器怎样把电信号转换成气压信号？……………(51)
- 1-53 气—电转换器怎样把气压信号转换成电流

- 信号?(51)
- 1-54 怎样用临界比例带法整定调节器的参数?(52)
- 1-55 怎样用衰减曲线法整定调节器的参数?(53)
- 1-56 怎样用经验法整定调节器的参数?(54)
- 1-57 在调节系统中, 执行器的作用是什么?(55)
- 1-58 气动调节阀为什么要有气开式和气关式? 如何选择?(55)
- 1-59 气动薄膜调节阀是怎样工作的? 它有哪些优点?(56)
- 1-60 电动执行器由哪几部分组成? 它与气动执行器有什么不同? 试述电动执行器工作原理.....(57)
- 1-61 试述电动执行器中伺服放大器组成原理.....(58)
- 1-62 气动色带指示仪是怎样进行工作的?(58)
- 1-63 简述巡回检测仪的基本工作原理.....(60)
- 1-64 怎样控制气缸冷却水的温度?(60)
- 1-65 *WALTON*型恒温阀是怎样控制冷却水温度的?(61)
- 1-66 试述由*MR-11*型调节器组成的电动冷却水温度控制系统工作原理.....(61)
- 1-67 *MR-11*型调节器是怎样求得偏差信号 e ? 怎样用电流表指示温度实际值、给定值的?(63)
- 1-68 *MR-11*型调节器是怎样把连续信号调制成脉冲信号, 使电机断续转动?(65)
- 1-69 船用火警探测器采用哪几种探测方式? 它们利用什么原理探测火警?(65)
- 1-70 *GRAVNER-MK-4*型油雾浓度检测器的外形和操作表盘上有哪些操纵按钮及开关?(67)
- 1-71 *MK-4*油雾浓度检测电路工作原理是怎样的?(68)

第二章 泵的自动控制	(71)
2-1 泵浦自动遥控系统的组成及主要功能是什么?.....	(71)
2-2 泵的控制是怎样实现遥控的?.....	(71)
2-3 泵浦发生故障如何实现自动切换?.....	(75)
2-4 泵浦建压过程中是怎样取消压力监测的?.....	(75)
2-5 泵控制系统如何进行自动顺序起动?.....	(76)
第三章 柴油机主机遥控系统	(77)
3-1 什么叫“主机遥控”?.....	(77)
3-2 主机遥控系统的操纵方式按操纵场所分有哪几种?按操纵用途分有哪几种?.....	(77)
3-3 主机遥控系统中的三种操纵方式对电路提出哪些要求?.....	(77)
3-4 定距桨主机自动遥控系统由哪些环节组成?并绘出方框图.....	(78)
3-5 主机遥控系统的车令发送器的结构特点及用途是什么?.....	(80)
3-6 试述柴油机起动操纵对控制电路提出哪些要求?.....	(81)
3-7 试述柴油机换向操纵对控制电路提出哪些要求?.....	(81)
3-8 试述柴油机制动操纵对控制电路提出哪些要求?.....	(82)
3-9 什么是应急操纵?什么是强迫运转?什么是应急停车?.....	(83)
3-10 什么叫“慢转起动”?为什么要设置慢转起动程序?它对电路提出哪些要求?它是如何控制的?.....	(84)
3-11 什么叫“重复起动”?重复起动控制由哪些环	

- 节组成?(85)
- 3-12 主机遥控系统怎样进行驾驶室/机控室操纵转换?(85)
- 3-13 主机运行时,DMS-990遥控系统怎样进行驾驶室/集控室操纵转换?.....(87)
- 3-14 主机遥控系统中为什么有主车钟和副车钟?(88)
- 3-15 副车钟是怎样进行“备车”通讯的?(89)
- 3-16 副车钟是怎样进行“完车”通讯的?(90)
- 3-17 二位三通阀的符号表示由几部分组成,各部分含义是什么,并说明其作用原理.....(92)
- 3-18 试述三位五通阀的动作原理.....(92)
- 3-19 试述四位四通阀和四位八通阀的动作原理.....(93)
- 3-20 试说明止回阀、联动阀的动作原理及其符号表示.....(94)
- 3-21 说明减压阀、精密调压阀和比例阀的动作原理.....(95)
- 3-22 气动主机遥控系统怎样避开临界转速区?(97)
- 3-23 气动主机遥控系统是怎样实现负荷程序控制的?(98)
- 3-24 气动遥控系统如何自动地进行重复起动机?(99)
- 3-25 起动机电磁阀控制电路应满足什么条件才能使主机起动机?(100)
- 3-26 在主机遥控系统中,常采用哪些方法记录起动机次数?(103)
- 3-27 主机遥控系统应满足什么条件可喷油调速? 满足什么条件断油?(104)
- 3-28 空气分配器、凸轮轴及车钟在不同位置时,遥控系统应该怎样控制油门和起动机空气?(105)
- 3-29 遥控系统发出转速保持信号后是怎样控制油

- 门的?(108)
- 3-30 主机自动遥控系统是怎样实现倒车换向的?(109)
- 3-31 换向过程中, 遥控系统是如何控制油门的?(112)
- 3-32 在慢转起动中, 遥控系统是怎样控制主机断油和进油调速的?(113)
- 3-33 试述慢转控制电路工作原理.....(115)
- 3-34 柴油主机起动失败常见的有几种表现形式? 判断是否失败应满足哪些条件?(117)
- 3-35 试述主机重复起动控制电路的工作原理.....(118)
- 3-36 分析DMS-990 遥控系统重复起动原理(121)
- 3-37 重复起动时, 遥控系统是怎样对油门进行控制的?(123)
- 3-38 什么叫减压制动? 什么叫强制制动? 有哪些使用特点?(125)
- 3-39 试分析主机遥控系统中减压制动原理.....(126)
- 3-40 主机遥控系统转速设定值发送方式有哪些?(127)
- 3-41 车钟电位器式发送器如何发送转速设定值?(129)
- 3-42 为什么要限制主机起动转速? 常采用什么方法?(129)
- 3-43 起动给定值发送电路是怎样限制起动转速的?(130)
- 3-44 主机自动遥控系统为什么要设置加速度限制器? 它对控制电路有哪些要求?(131)
- 3-45 绘出计数器式加速限制器简图, 并说明其工作原理.....(132)
- 3-46 计数器式加速限制器是怎样实现主机在不同工况不同负荷范围以不同速率发送转速给定值?(133)
- 3-47 试述电容器式加速限制器工作原理.....(133)

- 3-48 什么叫主机的临界转速? 避开临界转速区的方法有哪几种?(135)
- 3-49 图3-25所示临界转速限制环节是怎样自动避开临界转速区的?(136)
- 3-50 DMS-990遥控系统是怎样自动避开临界转速区的?(138)
- 3-51 试述自动避开临界转速电路D45工作原理(139)
- 3-52 安全系统在什么情况下发出故障停车指令?(141)
- 3-53 安全系统的故障减速电路是怎样给出故障减速指令的?(143)
- 3-54 为什么要对热负荷进行限制? 什么叫热负荷限制器程序?(145)
- 3-55 试述热负荷限制器程序控制原理(147)
- 3-56 什么叫负荷限制? 防止超负荷的方法有哪些?(150)
- 3-57 转矩限制器如何满足柴油机的转矩限制特性?(151)
- 3-58 扫气压力限制器对电路有哪些要求? 其工作原理如何?(152)
- 3-59 主机遥控系统中检测主机实际转速有何用途? 通常采用哪些方法检测主机转速?(154)
- 3-60 电磁接近开关由几部分构成? 它为什么能测主机转速?(154)
- 3-61 如何用电磁接近开关测速、测向?(155)
- 3-62 主机遥控系统中, 常采用的调速器有哪几种?(157)
- 3-63 分析图3-34所示具有比例积分(PI)作用的电子调节器的工作原理(157)
- 3-64 电/气转换器在遥控系统中起什么作用? 它

	如何把电信号转换为气压信号?	(159)
3-65	试述气动伺服器的工作原理	(160)
3-66	采用电子调速器的调速系统中, Hagenuk 电液伺服器是怎样改变油门大小的?	(161)
第四章	可变螺距螺旋桨自动遥控系统	(164)
4-1	可变螺距螺旋桨(变距桨)自动遥控系统控制特点是什么?	(164)
4-2	试述螺距控制方式的变距桨遥控系统特点是什么?其工作原理如何?	(164)
4-3	带组合器控制方式的变距桨遥控系统特点是什么?	(166)
4-4	带组合器控制方式的变距桨遥控系统由哪些环节组成?绘出方框图并说明其工作原理	(167)
4-5	组合控制方式中,当工况发生变化时怎样修正螺距给定值?	(168)
4-6	试分析 n -燃油限制值函数发生器的工作原理	(169)
4-7	组合控制方式遥控系统在设计状态下 n - H 最佳匹配关系曲线如何产生?	(171)
4-8	自动负荷控制方式变距桨遥控系统特点是什么?其工作原理是怎样的?	(174)
4-9	试述图4-8所示自动负荷控制方式变距桨遥控系统的组成原理	(176)
4-10	螺距校正器是怎样进行工作的?	(177)
4-11	带组合器控制方式的变距桨遥控系统中防止主机过载的必要条件是什么?	(180)
第五章	微型计算机控制的主机遥控系统	(181)
5-1	微型计算机控制的主机遥控系统有什么优点?	(181)
5-2	驾驶室遥控操纵指示板有什么用?	(181)
5-3	绘出DIFA31主机自动遥控系统组成框图并简	

- 述主要功能(184)
- 5-4 画出DIFA31S微机系统的结构框图,并说明
它由哪些部分组成?(187)
- 5-5 更换输入接口插件板应该注意什么?.....(187)
- 5-6 简述DIFA31S输入接口电路中电子多路开关
D22、D23与数据锁存器D16的作用及其相互
关系(188)
- 5-7 为什么DIFA31S微机系统能选中CC15组件而
不会选中其它组件?.....(190)
- 5-8 DIFA31S主机自动遥控系统输入通道是如何
选通的?.....(191)
- 5-9 试述DIFA31S主机自动遥控系统的输入信号
在输入组件中的A/D转换过程.....(193)
- 5-10 DIFA31S主机自动遥控系统的输入量是怎样
读入微机系统的?(194)
- 5-11 怎样检查输入接口电路的输入通道是否有
故障?(195)
- 5-12 如何检查由D16通向多路开关的通路是否
正常?(195)
- 5-13 怎样检查输入接口插件板中地址译码器、地
址锁存器D14是否有故障?(196)
- 5-14 试述DIFA31S开关量输出接口电路组成
原理.....(196)
- 5-15 DIFA31S是怎样对柴油主机转速进行控
制的?(198)
- 5-16 DIFA31主机遥控系统中安全保护系统发出
故障减速与故障停车的原因是什么?(199)
- 5-17 什么叫负荷程序? DIFA31遥控MAN KSZ
70/150主机时的加、减速程序是怎样的?(201)

- 5-18 *DIFA31*遥控*MAN K SZ70/150*主机有哪三种停车方法?(202)
- 5-19 打印机输出接口是怎样与*CPU*连接的?.....(203)
- 5-20 *DIFA31* 主机遥控系统中模拟试验装置有什么用途?(205)
- 5-21 *DIFA31*模拟试验装置面板是由哪些元件组成?(205)
- 5-22 进行模拟试验之前,要做哪些准备工作?(205)
- 5-23 *DIFA31*模拟试验装置可采用哪两种模拟试验方式?它们有什么不同?(205)
- 5-24 怎样利用模拟试验装置进行停车起动功能试验?(207)
- 5-25 如何利用模拟试验装置检查三次重复起动功能是否正常?(208)
- 5-26 如何利用*DIFA31*模拟试验装置进行换向起动试验?(208)
- 5-27 怎样利用模拟试验装置进行程序加速、程序减速试验?(210)
- 5-28 怎样利用模拟试验装置进行停车试验和紧急操纵试验?(211)
- 5-29 在模拟试验装置上如何进行自动停车、自动减速、紧急停车和强迫运转功能试验?(211)
- 5-30 怎样利用模拟试验装置查找和排除故障?(212)
- 5-31 怎样利用模拟试验装置对硬件故障进行检查?(213)
- 5-32 怎样利用模拟试验装置进行给定值故障检查?(218)
- 5-33 怎样利用模拟试验装置进行转速实际值故障检查?(219)

- 5-34 怎样利用模拟试验装置检查打印机故障?(221)
- 5-35 如何利用模拟试验面板判断是自动停车故障
或自动减速故障?(222)
- 5-36 如何检查电源故障?(222)
- 5-37 如何利用模拟试验面板上的测试点 2 对微机
系统送出的给定转速值进行数字测试?(222)
- 5-38 如何利用模拟试验面板上的测试点 3 对微机
系统送出的加速率、减速率进行数字测试?(222)
- 5-39 *DIFA31*模拟试验电路与微机系统间如何实
现数据的双向传送?(225)
- 5-40 *DIFA31*模拟试验装置中地址译码器有什么
用? 各接口芯片地址是如何确定的?(226)
- 5-41 *DIFA31*模拟试验装置如何确定测量点?(227)
- 5-42 怎样把模拟测试结果用数字显示出来?(229)
- 5-43 模拟试验面板上可调电位器整定测试点参数
的基准值如何送入微机系统?(231)
- 5-44 微机系统是怎样控制模拟试验装置中的 *LED*
发光显示的?(232)

第六章 集中监视报警系统..... (235)

- 6-1 机舱监视报警系统常见的有哪几类?(235)
- 6-2 单元组合式集中监测报警系统由哪几部分
组成?.....(235)
- 6-3 试述单元组合式机舱集中监视报警系统的主
要组成环节、报警控制单元的作用(236)
- 6-4 试述 *WE-2*型故障报警系统的报警控制单元工
作原理(237)
- 6-5 分组报警系统应满足哪些基本要求?(239)
- 6-6 微型计算机控制的集中监测系统的功能 是什
么? 它由哪些部分组成?.....(240)

- 6-7 微机控制的监测系统各组成环节的主要功能
是什么?.....(242)
- 6-8 试述SIMOS32多微机系统的构成.....(243)
- 6-9 开关量传感器输入电路是怎样与接口连接的?.....(244)
- 6-10 试述开关量输入接口电路工作原理.....(245)
- 6-11 试述开关量输出接口电路组成原理.....(246)
- 6-12 热电阻传感器与输入电路是怎样连接的, 并
说明测温原理.....(247)
- 6-13 热电偶、压力传感器与输入电路是怎样连
接的?.....(248)

第一章

自动控制仪表

1-1 为什么热电阻能测量温度？热电阻由哪些部件组成？

热电阻温度计是根据金属导体或半导体的电阻值随温度变化的特性进行测温的。例如铜的电阻温度系数为 $4.25 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ ，当温度由 0°C 上升到 100°C 时，铜电阻的阻值约增大42%（由铜热电阻分度表可查出）。对不同材料的热电阻，温度与电阻同样都有一个确定的关系。因而只要测出电阻值，便知道温度，然后将电阻值的变化用显示仪表显示出来，就可得到相应温度值。

热电阻温度计的结构如图1-2a)所示。它由电阻丝1（感温元件）、内导线2、绝缘管3、保护套管4、接线座5、接线盒6等组成。

1-2 常用哪几种热电阻进行测温？它们各有什么特点？

用得最多的热电阻有两种：

1. 铜电阻 在 $-50-+150^{\circ}\text{C}$ 范围内，电阻温度系数较大($A = 4.25 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C} - 4.28 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$)，而铂电阻温度系数在 $0-100^{\circ}\text{C}$ 间的平均值为 $A = 3.9 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$)，电阻与温度成线性关系：

$$R_t = R_0(1 + At)$$

式中 R_t ——温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 时的电阻值

R_0 ——温度为 0°C 时的电阻值，实际按 50Ω 和 100Ω 两种

A ——铜电阻温度系数

铜电阻的缺点是电阻率小 $\rho_{Cu} = 1.7 \times 10^{-8}\Omega \cdot m$ （而铂电阻 $\rho_{Pt} = 9.81 \times 10^{-8}\Omega \cdot m$ ），所以体积较大，化学稳定性较差，当温度超过