

船舶与港口电气及自动化问答二
(二)

冒天诚 主编

船舶电气传动自动化系统

科学技术文献出版社



065
M42

363712

船舶与港口电气及自动化问答 (二)

船舶电气传动自动化系统

冒天诚 主编



科学技术文献出版社

(京)新登字130号

内 容 简 介

《船舶电气传动自动化系统》共四章。第一章“船舶机械电气传动自动化基本知识”共25题；第二章“继电接触器控制系统”共52题；第三章“晶闸管直流转速自动控制系统”共54题；第四章“船舶航向自动控制系统”共28题。

本书由冒天诚教授主编。第一章、第二章1—4题，第三章、第四章由冒天诚教授编写。第二章15—52题由鲍廷秀副教授编写。

本书供远洋、沿海船舶电机员，以及船舶电气自动化系统的修造工程技术人员在工作与自学中使用。也可供大专院校船电专业教师、学生教学参考。

船舶与港口电气及自动化问答 (二)

船舶电气传动自动化系统

冒天诚 主编

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号邮政编码100038)

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

850×1168毫米 32开本 9.125印张 234千字

1992年10月第1版 1992年10月第1次印刷

印数：1—6000册

科技新书目：275-117

ISBN 7-5023-1740-6/U·35

定 价：6.50元

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 船舶机械电气传动自动化基本知识	(1)
1-1 船舶电气传动自动化系统及设备和陆用设备 相比较, 具有哪些特点?	(1)
1-2 对于船舶电气传动自动化装置有哪些主要要 求?	(2)
1-3 目前船舶电气传动自动化系统有哪几种类 型?	(8)
1-4 船舶电气传动自动化装置工作状态发生变化 时, 对于船舶电网有什么影响?	(3)
1-5 船舶电网频率的变化对异步电动机有什么影 响?	(5)
1-6 船舶电网电压持续偏离额定值, 对异步电动 机有什么影响?	(6)
1-7 在电气传动系统中机电能量怎样实现可逆转 换?	(10)
1-8 根据机械特性, 船用机械分为哪几种类型?	(11)
1-9 通常摩擦负载属于哪一种类型?	(12)
1-10 传动电动机的负载转矩分为哪几种类型?	(13)
1-11 电动机的电磁转矩和负载转矩有什么关系? 其方向怎样确定?	(13)
1-12 电动机有哪几种机械特性?	(15)
1-13 当电动机的电磁转矩或负载转矩因某种原因 发生变化时, 怎样达到新的平衡状况?	(16)
1-14 电气传动系统运动平衡方程式是在什么条件	

下建立起来的？	(18)
1-15 运动平衡方程式的意义是什么？	(18)
1-16 电气传动平衡方程式两种表示形式的区别在 哪里？使用时应当注意什么？	(19)
1-17 电气传动系统的功率和能量怎样平衡？	(20)
1-18 为什么要正确解决电动机和生产机械特性的 配合问题？判别电动机稳定运行的方法是什 么？	(21)
1-19 “调速”和“转速自动调节”有什么区别？	(23)
1-20 怎样评估调速系统中的“平滑性”和“方向 性”？	(23)
1-21 从调速时的允许容量来看，电动机有哪几种 性质不同的调速方法？	(24)
1-22 负载有恒转矩性质负载与恒功率性质负载， 负载特性应怎样与调速方式合理配合？	(26)
1-23 在调速过程中，电动机输出的允许功率和转 矩是否变化？	(28)
1-24 有的电气传动系统为什么综合使用两种调速 方式？	(29)
1-25 调速方案确定以后，如何衡量一个调速系统 性能的优劣？	(30)
第二章 继电接触器控制系统	(33)
2-1 接触器（继电器）吸合与释放时，吸力特性 与反力特性有什么关系？	(33)
2-2 交流接触器线圈起动功率为什么高于吸持功 率？直流接触器线圈起动功率为什么等于吸 持功率？	(34)
2-3 继电器的继电特性说明什么关系？何谓继电 器的动作值、释放值、储备系数及返回系	

- 数? (34)
- 2-4 继电器的动作值、释放值、返回系数与吸力特性、反力特性有什么关系? 怎样调整它? (35)
- 2-5 接触器线圈匝间短路或烧毁, 怎样重绕其线圈? (37)
- 2-6 改变交流接触器线圈电压时, 怎样折算新线圈的匝数和线径? (38)
- 2-7 电流继电器线圈电流有一规定值, 现要改变电流值, 其线圈匝数、线径应怎样计算? (38)
- 2-8 交流接触器的铁芯端面上为什么安装短路环? 运行中出现振动和噪音, 其原因是什么? 怎样消除? (39)
- 2-9 交流接触器的“通电持续率”是什么意思? 在运行中接触器(或电磁式继电器)的线圈过热或烧坏是怎样造成的? (40)
- 2-10 自动控制装置中, 接触器(或电磁式继电器)的衔铁有时为什么吸不上? 为什么断电时衔铁落不下来? (41)
- 2-11 接触器(或电磁式继电器)触头过热灼伤或熔焊一起的原因是什么? 需要采取哪些维修措施? (41)
- 2-12 怎样区别交流接触器与直流接触器? (42)
- 2-13 说明热继电器的结构和工作原理, 为什么热继电器有“两相结构”和“三相结构”? 其动作值怎样正确整定? (43)
- 2-14 船用交流磁力起动器为什么设置“自保”环节及“失压保护”环节? (46)
- 2-15 在直接全压起动鼠笼式异步电动机主回路中, 怎样进行短路保护? (47)

- 2-16 交流磁力起动器有哪些常见故障? 说明其故障机理及应采取的措施。 (50)
- 2-17 双输出直流发电机与普通直流发电机有哪些相同点和不同点? (50)
- 2-18 双输出直流发电机F-D系统起货机的控制系统是如何组成的? 其工作过程是怎样的? (52)
- 2-19 三输出直流发电机F-D系统起货机控制线路是如何组成的? (56)
- 2-20 三输出直流发电机F-D系统起货机控制线路是如何工作的? (57)
- 2-21 三输出直流发电机F-D系统起货机控制线路都有哪些保护环节? (58)
- 2-22 F-D系统起货机电气设备的常见故障有哪些? 原因是什么? 如何排除? (59)
- 2-23 F-D系统起货机平时应做哪些维修、保养工作? (59)
- 2-24 对交流三速电动起货机控制线路有什么要求? (64)
- 2-25 HJD型变极三速起货机控制线路的工作原理是怎样的? (65)
- 2-26 HJD型交流起货机控制线路中的负载检测环节是如何工作的? (69)
- 2-27 HJD型交流变速起货机控制系统有哪些保护? 如何调整? (71)
- 2-28 对于船用起货机重物下降的冲程有何规定? 怎样进行调整? (71)
- 2-29 何谓起货机控制系统的“失控”? HJD型交流变极起货机的“失控”是如何造成的? (72)
- 2-30 恒转矩交流三速起货机的拖动特点如何? (72)

- 2-31 恒转矩交流三速起货机控制线路的工作特点
是怎样的? (72)
- 2-32 交流变极三速起货机控制系统常见的故障有
哪些? 原因是什么? 如何排除? (75)
- 2-33 锚机控制线路有哪些特点? (75)
- 2-34 交流三速起锚机控制线路的主要性能是什
么? 线路的工作原理是怎样的? (79)
- 2-35 为什么交流三速变极起锚机电动机在同一负
载下低速运转时的电流要比中、高速时大? (81)
- 2-36 交流三速锚机在工作过程中会出现只有低、
中速而没有高速, 是何原因? (82)
- 2-37 锚机在运行过程中因过载而跳电, 如何采取
应急措施? (82)
- 2-38 船舶上采用的空调系统有哪几种类型? (82)
- 2-39 空调系统是由哪几部分组成的? (83)
- 2-40 间接作用式空调系统是如何进行工作的? (84)
- 2-41 直接作用式的空气调节器是如何构成的? 系
统是怎样进行工作的? (88)
- 2-42 制冷能力可变的空调系统是如何实现随热负
荷的变化而自动调节? (90)
- 2-43 VEB型空调系统的控制线路是如何工作的? (93)
- 2-44 VEB型空调系统的控制线路都设置哪些保护
环节? 它们是如何起保护作用的? (97)
- 2-45 锅炉水位的自动控制是怎样实现的? (99)
- 2-46 何谓给水泵的双位控制和连续控制? 两种控
制所使用的检测装置有何不同? (99)
- 2-47 锅炉是怎样按时序控制进行燃烧的? (102)
- 2-48 实现程序控制的主要元件是什么? 其原理是
怎样的? (105)

- 2-49 什么叫燃烧系统的双位控制和比例控制? 这两种燃烧系统有何区别?(106)
- 2-50 燃油自动锅炉是如何进行手动操作的?(110)
- 2-51 图2-28中的电容 C_2 和 C_3 、 C_4 的作用是什么?(111)
- 2-52 锅炉常出现的故障有哪些? 原因是什么? 采取哪些措施?(111)

第三章 晶闸管直流转速自动控制系统.....(114)

- 3-1 晶闸管为什么又称半控性元件? 其结构有什么特点?.....(114)
- 3-2 处于正向阻断状态的晶闸管, 为什么加入足够大的控制极电流 i_g 就可以使晶闸管由断态转为通态? 若撤除控制极电流 i_g 为什么不能使晶闸管由通态恢复至断态?.....(115)
- 3-3 怎样正确区别晶闸管的三个电极并判断其好坏?(117)
- 3-4 晶闸管阳极与阴极间的电压随阳极电流怎样变化? 断态重复峰值电压与断态不重复峰值电压有什么区别?.....(118)
- 3-5 晶闸管的掣住电流 I_L 和维持电流 I_H 有什么区别?(120)
- 3-6 晶闸管的额定电流为什么要用最大通态平均电流来标定? 允许的电流平均值与波形因数有何关系?(120)
- 3-7 晶闸管的额定电压是怎样标定的? 什么是晶闸管的通态平均电压 V_T ? 怎样选定晶闸管的额定电压、通态平均电压?.....(121)
- 3-8 晶闸管控制极电压随电流怎样变化? 怎样选定控制极电压、控制极电流与控制极平均功率?.....(122)
- 3-9 晶闸管断态电压上升率、通态电流上升率为什么要

- 受到一定限制?.....(124)
- 3-10 晶闸管的开通时间 t_{gt} 、关断时间 t_q 各包括哪几部分? 它与哪些因素有关系?(126)
- 3-11 在三相半波可控共阴极整流电路中, 怎样将三相交流电变换为直流? 什么是自然换相点?(128)
- 3-12 共阳极整流电路和共阴极整流电路有什么区别? 三相半波可控整流电路有什么优缺点?(134)
- 3-13 三相桥式全控整流电路与共阴极、共阳极半波全控整流电路有什么关系? 在三相桥式全控整流电路中, 对触发脉冲有什么要求?(136)
- 3-14 整流变压器的漏抗对晶闸管的换向有什么影响? 重叠角的大小与哪些参数有关系? 重叠角对整流电压有何影响?(141)
- 3-15 什么是有源逆变? 什么是无源逆变? 怎样判断变流装置运行在整流状态或逆变状态?(147)
- 3-16 变流装置怎样由整流状态过渡为逆变状态? 有源逆变必须具备哪些条件?(148)
- 3-17 何谓逆变角? 逆变角和控制角有何关系? 为什么要有最小逆变角的限制?(150)
- 3-18 三相桥式逆变电路有什么特点? 其主要参数怎样计算?(152)
- 3-19 晶闸管电路对于触发电路有哪些要求?(156)
- 3-20 在相控同步模拟触发电路中, 正弦波同步移相与锯齿波同步移相有什么区别? 各有何优缺点?(157)
- 3-21 在船舶条件下, 使用“电容式”锯齿波发生器, 输入控制信号又应用“垂直原理”进行综合时, 为什么必须增设新的控制环节?(159)
- 3-22 晶闸管—电动机传动系统和发电机—电动机传动

- 系统的机械特性有什么区别?(160)
- 3-23 晶闸管直流调速系统有哪几种调速方法? 其调速范围是多少?(164)
- 3-24 什么是开环控制系统? 它有什么特点?(166)
- 3-25 什么是闭环控制系统? 它有什么特点?(166)
- 3-26 在转速负反馈单闭环系统中, 其精度为什么比开环系统高? 转速负反馈为什么能减少扰动对稳态转速的影响?(167)
- 3-27 在船舶机械自动调速系统中, 为什么采用电流负反馈? 在转速负反馈和电流截止负反馈调速系统中“截止电流”、“堵转电流”怎样确定和调整?(171)
- 3-28 电流负反馈为什么在起动、制动过程中能限制起动、制动电流?(175)
- 3-29 电压负反馈自动调速系统和转速负反馈自动调速系统原理、性能有何差异? 在船舶及港口机械电气传动自动调速系统中, 为什么常采用电压负反馈自动调速系统?(176)
- 3-30 积分调节器输出增长的快慢与哪些参数有关系? 什么是积分调节器的记忆作用? 怎样才能降低积分调节器的输出信号电压?(180)
- 3-31 什么是无静差单闭环调速系统? 采用积分调节器怎样实现无静差调速系统?(183)
- 3-32 在比例积分调节器中, 比例部分和积分部分各起什么作用? 怎样起作用?(185)
- 3-33 采用比例积分调节器 (PI) 单闭环无静差调速系统中, 带限幅的比例积分调节器怎样实现其调节作用?(186)
- 3-34 采取比例积分调节器的单闭环无静差调速系

- 统中负载变化时,怎样自动调节维持给定转速?(188)
- 3-35 单闭环无静差调速系统尚存在哪些问题?怎样克服单闭环无静差调速系统出现的问题?(189)
- 3-36 在转速、电流双闭环调速系统,转速调节器与电流调节器的给定信号电压、反馈信号电压的极性怎样确定?(190)
- 3-37 在转速电流双闭环调速系统中,转速和电流调节器的输出电压限幅值怎样整定?(191)
- 3-38 在起动过程中,转速调节器 ST 和电流调节器 LT 各起什么作用?怎样起调节作用?(192)
- 3-39 负载扰动时,“单环”和“双环”调速系统的动态转速降为什么基本一样?电源电压扰动时,“双环”调速系统的动态转速降、恢复时间为什么小于单环调速系统?(195)
- 3-40 为什么要进行电动机磁场控制?(196)
- 3-41 “独立”控制励磁调速系统和“非独立”控制励磁调速系统有什么区别?(196)
- 3-42 在晶闸管可逆调速系统中,“电枢可逆”和“磁场可逆”系统有什么区别?各在什么场合下使用?(199)
- 3-43 有哪几种类型的反电枢可逆电路?在船舶机械晶闸管调速系统中,各应用在什么场合?(200)
- 3-44 采用晶闸管反并联联接电路中,有哪几种环流?怎样产生的?按照处理环流方式不同,电枢可逆调速系统有哪几种典型系统?(202)
- 3-45 在有环流电枢可逆直流调速系统中,正组晶闸管整流装置及反组晶闸管整流装置各起什么作用?在起动、制动过程中, ST 、 LT 起

	什么作用?	(203)
3-46	在逻辑控制的无环流可逆调速系统中, 其逻辑切换装置必须满足哪些要求?	(207)
3-47	目前船用起货机控制系统有哪几种典型常用的控制系统? 近几年为什么采用晶闸管直流调速系统?	(209)
3-48	船用晶闸管单杆起货机主电路是怎样组成的?	(210)
3-49	船用单杆起货机晶闸管调速系统中, 变幅及旋转控制系统各控制环节怎样构成? 有什么特点?	(211)
3-50	在船用单杆起货机晶闸管调速系统中, 起升部分控制系统怎样实现自动调节的? 有什么特点?	(214)
3-51	在船用单杆起货机“上升”部分的控制系统, 在强励和去磁方面采取了哪些环节?	(217)
3-52	远洋拖轮拖缆机(可起锚用)调速系统, 由哪几部分组成? 各部分的功能是什么?	(218)
3-53	在拖缆机/起锚绞车调速系统中, 实现恒转矩调速时, 为什么要采用晶闸管变流器交叉连接?	(221)
3-54	拖缆机/起锚绞车调速系统中, 其恒转矩调速线路的内环为电流环、外环为电压环, 这是什么道理?	(222)
第四章	船舶航向自动控制系统	(226)
4-1	船舶舵机装置由哪几部分组成? 其控制系统分为哪几类?	(226)
4-2	根据船舶航行的需要, 对舵机装置有哪些要求?	(227)

- 4-3 何谓应急操舵?它是怎样工作的?.....(228)
- 4-4 什么是随动舵?它是怎样工作的?其控制过程有什么特点?.....(230)
- 4-5 为什么要采用自动舵?自动舵怎样实现航向自动控制?.....(232)
- 4-6 何谓比例控制的自动舵?.....(235)
- 4-7 何谓比例—微分控制的自动舵?.....(235)
- 4-8 什么是比例—微分—积分控制的自动舵?.....(236)
- 4-9 自动操舵装置必须满足哪些基本要求?.....(236)
- 4-10 自动操舵装置中设置了哪些调节器?怎样调整?.....(237)
- 4-11 比例操舵时,船舶是怎样航行的?.....(238)
- 4-12 在自动操舵仪中为什么常设置一个制动舵角?它起什么作用?.....(241)
- 4-13 在自动操舵仪中,比例—微分控制起什么作用?怎样正确调整?.....(244)
- 4-14 自动操舵仪中,航向积分和压舵环节各起什么作用?.....(246)
- 4-15 HQ-5型自动操舵仪由哪几部分组成?.....(248)
- 4-16 HQ-5型自动操舵仪中,随动操舵控制系统由哪几部分组成?怎样实现随动控制?.....(250)
- 4-17 相敏整流电路在HQ-5型自动操舵仪中起什么作用?其工作原理和特点是什么?.....(250)
- 4-18 HQ-5自动操舵仪中,信号比较与直流放大电路的工作原理和特点是什么?各起什么作用?.....(252)
- 4-19 脉冲形成与晶闸管触发电路的工作原理和特点是什么?.....(254)
- 4-20 HQ-5自动操舵仪中,自动操舵控制系统由哪

- 几部分组成? 怎样实现航向自动控制?(255)
- 4-21 在HQ-5自动操舵仪中, 比例舵怎样实现调节?(256)
- 4-22 在HQ-5自动操舵仪中, 比例—微分舵怎样实现调节?(258)
- 4-23 压舵起什么作用? 怎样进行压舵调节?(260)
- 4-24 在HQ-5型自动操舵仪中, 怎样进行灵敏度调节?(262)
- 4-25 自动操舵仪经过检修、调换一些元部件以后, 怎样进行重新调整工作?(263)
- 4-26 安休司型自动操舵仪有什么特点? 其性能怎样?(268)
- 4-27 安休司型自动操舵仪怎样实现自动操舵? 其主要控制环节有什么特点?(269)
- 4-28 安休司型自动操舵仪中, 怎样实现随动操舵? 其随动控制系统有什么特点?(272)

第一章

船舶机械电气传动自动化基本知识

1-1 船舶电气传动自动化系统及设备和陆用设备相比较, 具有哪些特点?

1. 高可靠性与维修性

航行时, 船舶是独立单位, 所处的工作与环境条件比较特殊。因而可靠性更为重要, 其要求也甚高。由于电气传动自动化装置中采用了大量电力电子与微电子系统, 所以其性能对电气传动自动化装置的可靠性起着决定作用。

船舶电气传动自动化装置均为可维修设备, 在航行中必须保证必要的维修水平, 以提高其有效性。由于维修手段及维修支援受到限制, 因而可维修性的要求也比较严格。

2. 特殊的环境条件

船舶电气传动自动化装置不仅尺寸、体积及重量的要求严格, 而且还需在耐高低温、潮湿、盐雾、霉菌及抗振动、倾斜、摇摆等方面均有特殊要求。

3. 决定船舶电站容量的主要用电设备

船舶电站的容量主要由船舶机械电气传动设备决定, 有的船舶机械驱动用电动机功率甚至占发电机容量很大的比重, 因此驱动电动机的起动、制动、运转等状态对船舶电站参数的变化有直接关系。另一方面, 船舶电气传动自动化系统及装置必须能在船舶电网电压、频率波动下正常工作。

4. 有一定调速要求

船舶变速传动系统主要有起货机、锚机、系缆机等甲板机械, 其调速范围一般在1:8—10, 动态指标无特殊要求。这与冶金、机