

符合 STCW 公约要求
航海类专业教学指导委员会推荐
交通部科技教育司审定
中华人民共和国海事局认可



高等专科学
校统编教材

轮机自动化

方金和 主编



大连海事大学出版社

高等专科学校统编教材

轮机自动化

方金和 主编

大连海事大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

轮机自动化/方金和主编. - 大连:大连海事大学出版社,1998

ISBN 7-5632-1140-3

I. 轮… II. 方… III. 船舶-轮机-自动化技术 IV. U67 6.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 19233 号

大连海事大学出版社出版

(大连市凌水桥 邮政编码 116026 电话 4684394)

大连海事大学印刷厂印刷 大连海事大学出版社发行

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:28

字数:699 千字 印数:0001—2500 册

责任编辑:程策群 封面设计:王 艳

责任校对:贾 玫 版式设计:王瑞国

定价:39.80 元

内 容 提 要

本书是航海类专业“九五”规划教材。全书分四篇,共十九章。第一篇为参数的自动控制,介绍了自动控制的基本理论、船用自动化仪表、典型的反馈控制系统;第二篇为柴油主机的遥控,介绍了逻辑控制的基础知识、气动遥控元件、典型的主机遥控系统;第三篇为辅助机械设备自动化,介绍了辅助锅炉自动化,分油机、油水分离器等自动控制;第四篇为集中监测与报警,介绍了机舱集中监视和巡回检测。

本书可作为水运院校轮机管理专业三年制专科的试用教材,也可作为四年制本科和船员培训的主要参考书。

前 言

本书是航海类专业“九五”规划教材,按照航海类专业教学指导委员会指令性要求而编写的,符合《STCW 公约》中操作级、管理级关于轮机自动化课程的要求。

在编写过程中,本着理论和实践相结合的原则,力求通过本门课程的教学使学生具有分析问题和解决问题的能力。

由于微型计算机技术在船舶动力装置控制和管理方面已普及应用和进一步发展,本书在以往教学内容的基础上增添了单片机、可编程控制器、个人电脑的应用,使这门课程的教学能适应现代船舶航运的要求。

全书分四篇,共十九章。其中第一篇由集美航海学院方金和编写,第二篇由青岛远洋船员学院初忠编写,第三、四篇由武汉交通科技大学高岚编写。全书由青岛远洋船员学院王本明教授主审。

在本书编写过程中,得到航海类专业教学指导委员会的悉心指导,各兄弟院校和航运部门的大力支持和热情帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳切希望读者予以指正。

编 者

1998 年 4 月

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 参数的自动控制

第一章 自动控制的基本概念	8
第一节 自动控制系统的组成	8
第二节 自动控制系统的过渡过程	11
第二章 控制系统的传递函数	14
第一节 拉普拉斯变换	14
第二节 传递函数	20
第三节 传递函数方框图	25
第三章 控制对象的特性	29
第一节 单容控制对象的特性	29
第二节 多容控制对象的特性	36
第三节 控制对象的自平衡能力	39
第四章 调节器的调节规律	42
第一节 双位调节规律	42
第二节 比例调节规律	43
第三节 比例积分调节规律	47
第四节 比例微分调节规律	51
第五节 比例积分微分调节规律	56
第六节 自动控制系统的整定	58
第五章 控制系统的分析	62
第一节 控制系统的阶跃响应	62
第二节 控制系统稳定性的代数判据	70
第三节 频率特性	74
第四节 控制系统稳定性的频域分析	80
第六章 船用自动化仪表	92
第一节 气动仪表的基础知识	92
第二节 气动变送器	105
第三节 气动调节器	113
第四节 气动显示仪表	121

第五节 气动执行器·····	123
第六节 电动调节器·····	129
第七章 参数的自动控制系统·····	133
第一节 柴油机气缸冷却水温度自动控制系统·····	133
第二节 燃油粘度自动控制系统·····	144
第三节 VISCOCHIEF 型燃油粘度自动控制系统 ·····	157

第二篇 柴油机主机的遥控

第八章 主机遥控的基础知识·····	167
第一节 主机遥控系统的基本概念·····	167
第二节 逻辑控制的基础知识·····	173
第九章 气动遥控元件·····	183
第一节 气动发讯器·····	183
第二节 气动逻辑程序控制元件·····	186
第三节 气动伺服机构·····	189
第四节 WOODWARD PGA 型调速器 ·····	190
第十章 气动式主机遥控系统·····	197
第一节 概述·····	197
第二节 换向及停油控制·····	198
第三节 起动控制·····	203
第四节 制动控制·····	206
第五节 转速控制·····	207
第六节 遥控系统的维护管理·····	209
第十一章 电—气混合式主机遥控系统·····	213
第一节 遥控系统概述·····	213
第二节 逻辑程序控制·····	214
第三节 转速与负荷控制·····	226
第十二章 微机式主机遥控系统·····	244
第一节 概述·····	244
第二节 过程输入通道·····	248
第三节 过程输出通道·····	255
第四节 模拟试验装置·····	260
第十三章 可编程控制器控制的主机遥控系统·····	266
第一节 可编程控制器的基本知识·····	266
第二节 PLC 控制的主机遥控系统 ·····	271

第三篇 辅助机械设备的自动控制

第十四章 辅助锅炉的自动控制·····	284
第一节 辅助锅炉水位的自动控制·····	284

第二节	辅助锅炉蒸汽压力的自动控制	287
第三节	辅助锅炉燃烧的时序程序控制	290
第十五章	分油机的自动控制	300
第一节	常规的分油机时序程序控制系统	300
第二节	FOPX 型部分排渣分油机的自动控制系统	306
第十六章	油水分离器与滤器的自动控制	326
第一节	油、水分离器的自动控制	326
第二节	自清洗滤器的自动控制	330

第四篇 集中监测与报警

第十七章	机舱报警监视	336
第一节	基本概念	336
第二节	检测传感器	341
第三节	机舱监视与报警系统	356
第四节	报警的延伸	365
第十八章	柴油机工况的监测	371
第一节	曲柄箱油雾浓度监测装置	371
第二节	柴油机工况的微机监测装置	374
第三节	SIPWA-TP 和 MAPEX-PR 系统的使用	381
第四节	故障诊断分析	391
第十九章	巡回检测	397
第一节	常规巡回检测装置	397
第二节	微机控制的巡回检测装置	403
附录 A	INTEL 8085A 微处理器	418
附录 B	MCS-51 系列单片机	429

绪 论

在船舶动力装置的设备上配上一些自动化装置,替代轮机管理人员的部分直接劳动,使得船舶动力装置的运行能在不同程度上自动地进行,这种用自动化装置管理船舶动力装置运行过程的办法,称为轮机自动化。

一、轮机自动化的概述

1. 轮机自动化的发展概况

轮机自动化是一门新技术,是在近几十年才得到突飞猛进的发展,回顾一下它的整个发展过程,可以发现以下几个阶段。

(1)1960 年之前,个别自动化设备的应用。60 年代以前,重点是发展机舱主要设备的单元自动化,如各种热工参数的自动调节。这一期间还没有形成一个完整的自动控制系统。

(2)1960 年~1965 年之间,发展集中监控与主机遥控。在这一期间,逐步发展机舱集中监控和较广泛地采用主机驾驶室远距离操纵。1961 年 11 月,日本建成世界上第一艘机舱集中监视和远距离操纵的 8000t 级的“金华山丸”货轮。该船在机舱中设有带空调、隔音设备的集中控制室,只需一人值班,就可以对机舱中主要设备进行集中监视和控制。自动化的内容扩展到驾驶室远距离操纵主机、排气温度的自动记录、空压机的远距离操纵及自动化、辅助锅炉的全自动化、分油机的自动控制、滑油滤器的自动清洗、油水温度的自动调节等。船员总人数减少到 37 人。此船当时引起世界各国极大的关注。在这一时期,世界上共造了几十艘自动控制内容和水平相仿的船舶。

(3)1965 年~1969 年之间,发展无人值班机舱。由于主、辅机和各种自动化设备的可靠性日益提高,在正常运行时,很少需要人员去照料,于是在 1965 年~1969 年间开始发展定期无人值班机舱的船舶,从而实现了 12h、24h,甚至 36h 机舱无人值班,进一步减少了船员的配置。这种无人值班的机舱除了配备一般的自动调节、自动控制、主机驾驶室远距离操纵系统外,尚有较完善的自动检测、监视与报警、安全保护与自动切换等系统。当机器设备的运行不正常时,在驾驶室、居住舱、机舱等处会发出报警信号,呼唤轮机人员下机舱及时处理。这种船舶在机舱里还安装了火警探测系统和自动灭火系统。

目前,新建造和引进的船舶一般都符合“无人值班机舱”的要求,船员可减少到 22 人~30 人;各国船检局也相继订立了有关自动化船舶的检验规范。

(4)1969 年~1980 年之间,发展轮机计算机监控技术。60 年代后期,出现了采用电子计算机实现自动化的所谓超自动化船舶。这种船舶的一个显著特点是跳出机舱自动化的范畴,将船舶作为一个整体采用电子计算机技术,从而在导航、机舱、货物装卸、报务甚至医疗等方面实现全盘自动化。

70 年代中期起,随着微型计算机的发展,各种计算机随即用到船上。70 年代末,出现了采用多台微型计算机组成的集中一分散式控制系统。此种控制系统既有基层监控用的下位机,又有集中管理、协调、人机联系用的上位机,从而使得船舶自动化程度以及控制系统的可靠性得到进一步的提高。

(5)1980 年之后,发展轮机高级监控技术。80 年代中,微型计算机迅速发展,集成度不断提高,中央处理单元 CPU 由 8 位发展到 16 位、32 位和 32 位以上,运算速度提高,容量增大,软件功能不断丰富,高可靠性的计算机系统出现;另一方面计算机价格却不断下降。这些因素都促使微型计算机在船舶动力装置监控中的迅速发展,也促进轮机自动化的发展和普及。现在广泛采用高可靠性的由多台微型计算机组成的集中一分散式控制系统,这种系统的下位机已经采用单片机或可编程控制器。

随着以节能为中心的“未来船舶”的问世,轮机自动化水平正在进一步提高。一方面应用计算机实现船舶动力装置的最佳控制、自适应控制;另一方面用计算机对机舱进行全面的技术管理。如自动进行故障诊断、预报所要检修的项目和时间、所需备件的存放位置;随时进行热平衡计算和分析等。

总之,技术的发展是无止境的,轮机自动化的发展也不会停留在某个水平上。智能程度更高的轮机自动化需要我们去追求、去探索、去开发。

2. 轮机自动化的基本内容

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、油柜中的油位;

粘度,像重度燃料油的粘度。

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,要完成柴油机的起动、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,给锅炉一个起动信号后,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

远距离操纵俗称遥控,是指远离机旁对机械设备的操纵。比如在驾驶室或集控室操纵主机;在集控室起动或停止发电机、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)集中监测与报警

机舱中主要的运行参数都要送到集中控制室,并用安装在控制室操纵台面板上的模拟量仪表和数字量仪表来显示这些参数,用指示灯来表示各种机器设备的工作状态及工作是否正

常。如果有参数越限、机器设备运行不正常或机舱发生火灾,都会发出声光报警信号并直通轮机长、值班轮机员住处以及全船的公共场所,以便召唤轮机员及时处理故障。同时,定时地自动打印运行参数值,代替轮机人员抄写轮机日志;在操纵柴油主机时,能自动记录车钟车令。

5)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。

3. 轮机自动化的主要作用

(1)节省人力,改善劳动条件。机舱中由于有了自动化装置,原先由人进行的许多操作及日常管理可以自动进行,于是可以节省人力,减少船员的编制;同时,操作简单,劳动强度也得到减轻。自动化程度愈高,人力的节省愈显著,劳动强度减轻就愈多。由于设置了集中控制室,该控制室带有空调、隔音设备,并配上色调和谐的照明,所以值班人员具有舒适的工作环境,不易产生疲劳,也减少差错。

(2)提高动力装置运转的质量。由于自动化装置工作不知道疲劳,因此不易产生差错,从而保证动力装置安全可靠运行。由于自动控制系统能保持动力装置一些重要运行参数处于正常范围内,从而保证了机电设备和系统的正常工作。例如锅炉水位太低时易发生烧损事故,太高则蒸气湿度过大,不利于用气设备正常工作,采用水位自动控制技术可避免水位过高或过低。柴油机在负荷变化时,转速会发生变化,这种变化对运行不利,如作发电动力使用时,还会影响发电频率和电压,降低供电质量。采用自动调速技术就可避免转速过高或过低。主机采用驾驶室遥控后,不再需要通过车钟的传令,然后再由轮机员亲手按一定规程操纵主机。由于免除了这些中间环节,船舶运行工况就会应变迅速,反应自如,机动性得到了提高,有利于避免船舶碰撞等严重事故的发生。

(3)提高动力装置运行的技术经济指标。由于采用了参数的自动控制,机器设备的运行始终处于正常状态,减少了油耗,提高了效率。如锅炉采用了参数自动控制技术之后,可保持合适的油气比,减少燃料油的消耗,提高了锅炉的热效率。

采用了参数的自动控制、自动操纵技术,从而避免了由于手动控制失误或技术不熟练而造成机损事故的发生,如主机遥控系统能自动合理地按照一定的程序操纵主机,从而避免了人工直接操纵时由于疏忽或技术不熟练而引起的机械损坏。监测报警系统能随时监视动力装置的运行状态并及时报警,使故障还未发展到损坏机械设备时就提醒轮机管理人员及时地去排除故障。安全保护装置可以使故障设备停止运行或降负荷运行,也可避免机损事故的发生。采用故障诊断与维修预报技术之后,可使检修更合理。这些均可延长机器设备的使用寿命,延长检修周期,减少检修折旧费用。

二、轮机的计算机监控

近年来,由于微型计算机的迅速发展和普及应用,现已成为轮机的一种重要控制和管理工具。80年代后期,国际上著名的船舶设备公司相继推出了集散式综合自动化系统,如西门子的“未来型”系统、STL公司的“ISC”系统。目前他们正在与一些著名大学合作研制控制管理一体化系统。其中船舶动力装置监控系统不仅能实时地对轮机的工况参数实行监控,更

重要的是能通过网络快速实时地搜集各类参数值,并加以某中分析,从而实现计算机的自动诊断及自动管理。了解掌握轮机的计算机监控技术对轮机工作人员来说是相当必要的。

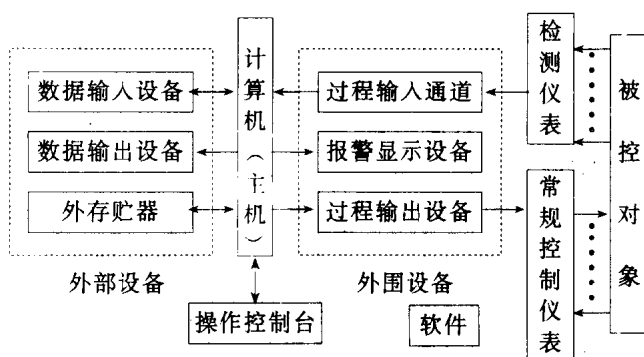
1. 计算机控制系统的基本组成

计算机控制系统主要由控制对象与计算机两大部分组成。作为轮机运行过程控制用的计算机系统主要由硬件部分和软件部分组成。硬件部分主要包括主机、外部设备、外围设备、自动化仪表和操作控制台等,它是实现计算机控制的物质基础。为了使计算机具有最基本的程序存贮及程序自动执行的功能,除必要的硬件设备外,还应配有一定的软件。图 0-1 是计算机控制系统的基本组成框图,下面分别对各个部分作一简单的介绍。

1) 主机

计算机是整个系统的核心装置,其它设备都要在它的指挥下工作,所以称为主机。

在计算机控制系统工作过程中主机能自动接收从现场来的反映轮机运行过程工况的各种信息,并在计算机内按照人们事先安排好的程序进行自动加工、运算、判断和分析等操作,并作出相应的控制决策,也以信息的形式送到现场,由现场的执行器进行控制,使轮机的运行过程维持某一特定的工况或按一定的规律变化。



2) 外部设备

这是使用计算机必不可少的设备,主要包括数据输入设备和数据输出设备。

数据输入设备主要是用来把程序和有关数据送到计算机内,常用的有键盘、控制台打印机等。

数据输出设备主要以人能直接接受的各种信息形式,如字符、曲线等,提供计算机在控制轮机运行过程中的一些动态信息,供操作人员随时了解计算机的工作情况以及轮机的运行工况和技术状态。常用的数据输出设备有荧光屏字符图像显示器 CRT、电传打字机、绘图仪等。

在有些应用场合,输入计算机的程序和数据量很大,在系统中还需专门设置外存贮器。常用的外贮器有磁盘、磁带机等。

3) 外围设备

外围设备是计算机控制系统的特有设备,主要包括过程输入通道、过程输出通道和显示报警设备等。

轮机运行过程要求主机进行控制,首先必须把反映运行过程工况的各种参数转换为电信号及时地送往主机,这就是过程输入通道的任务。根据这一任务,通道应具有以下几个基本功能:

能传送各种形式的信号,所以通道中应包括有模拟量、开关量和频率量等传送设备。反映一个过程工况的参数往往有很多个,而主机只能一个一个地接收,所以通道应具有使这些参数能逐个按序或随机取样等方式输入的功能。主机只能接收二进制一种信号形式,所以通道必须有模—数转换(A/D)的功能,使模拟量转换成数字量送往主机。

主机接收了现场的信号,经过运算、判断和处理后,作出各种控制决策,这些决策也以二进制形式输出。像过程输入通道一样,考虑到现场有各种各样不同特性的执行机构,如电磁阀、电磁铁、各种执行电机等,因此必须包括有模拟量和开关量等不同形式的输出通道。它们把主机输出的二进制信息转换为适应各种执行机构的相应信号来控制执行机构的动作。同时,机舱中需要主机控制的执行机构通常相当多,这样也就需要通道具有输出分配的功能。

除此以外,在主机运行过程中操作人员要经常地、及时地了解轮机运行过程的实时工况,并且当运行过程出现异常现象甚至危及机械设备安全时主机必须能及时地以各种有效方式告诉给轮机员,以便轮机员能及时采取措施杜绝事故的发生。所以在外围设备中还包括有各种显示和报警设备。

4) 自动化仪表

过程输入、输出通道必须通过自动化仪表才能和控制对象发生联系,进行这种联系的有各种测量元件、变送器和执行器等。

5) 操作控制台

在计算机控制系统中,虽然整个控制过程不需要人直接参与,但人与机器之间的联系是非常密切的。在系统正常运行时,操作人员为了及时掌握情况,对一些参数和状态要进行随机显示;根据机械设备的技术状况,对某些运行参数的给定值必须重新设定;在控制系统和机械设备出现异常和故障的情况下,轮机员必须直接干预主机的工作,以达到应急处理各种事故的目的。上述工作需要有人专门的人机联系设备,这种设备就是操作控制台。

6) 软件部分

上述几种设备构成了计算机控制系统的硬件部分。一个计算机控制系统,光有这样的硬件还只是具有了计算与控制的可能。计算机要真正能进行计算和控制,还必须要有软件的配合。只有具有相应的软件,计算机才能按照人的需要完成所要求的任务。

过程控制软件分为系统软件和应用软件两大类。

系统软件是为用户使用与维护管理计算机方便,以及为扩大计算机功能、提高其使用效率等目的而配置的。它通常由计算机制造厂提供。系统软件通常包括各种语言的汇编或解释、编译程序;机器的监控管理程序、调试程序、故障检查和诊断程序;程序库;操作系统。

用户利用计算机以及它所提供的各种系统软件,编制解决用户各种实际问题的程序,这些程序统称为应用软件。在计算机控制系统中,应用软件应包括描述机舱设备运行过程和控制规律以及实现控制动作的那些程序,通常由使用单位自行配置。

2. 轮机的计算机监控系统

从计算机的功能来看,轮机的计算机监控有以下两个基本内容。

直接数字控制 计算机可以取代一般的常规模拟量调节仪表而直接对动力装置的运行进行控制。由于它的控制信号是数字量,故称为直接数字控制,它已成为当前计算机控制的主要形式之一。在直接数字控制时,不仅可以实现一般的比例、积分、微分控制,而且可以实现前馈复合控制、多参数协调控制、非线性控制和最优工况控制等较为高级和完善的控制方式。

工况监视和维修预报 它有两种意义。第一种是巡回检测,以巡回轮流的方式周期性地对动力装置的各种工况参数进行监视。在这一基础上,可以进一步进行记录、越限报警等。第二种是监视动力装置某些部件的实际状态,例如柴油机各气缸的热负荷、活塞环的状态、气缸壁的磨损等。计算机将过去积累的与装置运行有关的各种记录用数学模型进行比较,利用一

定的算法便可确定在什么时间应对某部件进行检修,并指出其备品备件存放的地点。这对于轮机的科学管理是相当有用的。

1) 直接数字控制系统

图 0-2(a) 是一个由一般的模拟调节器组成的单回路控制系统。(b) 则是由计算机组成的控制系统。

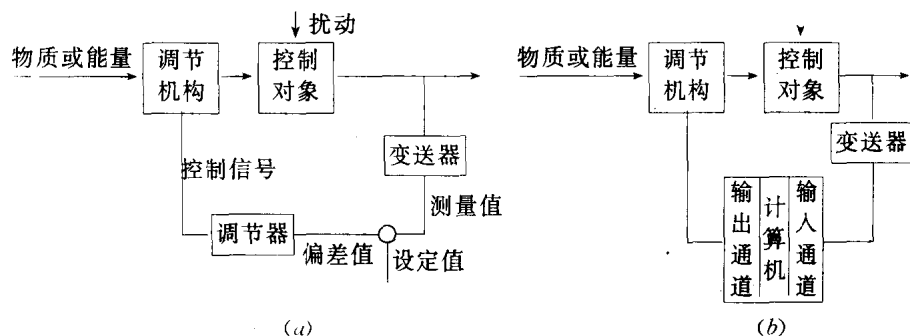


图 0-2 常规控制与计算机的控制系统

从图中可以看出,计算机代替了一般常规的调节器,对控制对象实现定值控制。通常一台计算机可以代替许多台调节器,控制许多个控制对象,这也就是所谓的分时系统。

2) 数据动向系统

数据动向系统是一种技术状态监测系统,它可对诸如增压器、冷凝器、气缸等进行监测,并根据一段时间的监测结果进行动向分析,达到预测未来工况、预报维修日期和诊断故障的目的。

图 0-3 是数据动向系统原理框图。

它一方面根据各种传感器测量收集的数据计算出所需要的特征参数,例如求出冷却器的传热系数、增压器的效率等。这一步骤称为数据初步处理。为了使测量和计算的结果更精确,对测量数据应进行数字滤波,以便除去外界干扰的影响。上述求出的参数称为“实际性能参数”(AP)。

另一方面,可以对机舱机器工作过程写出各参数变化的数学表达式,称为数学模型。数学模型提供机器在正常工况下的性能数据,称为“理想性能参数”(IP)。

然后,将实际性能参数与理想性能参数进行比较,若出现偏差,说明某部件已污塞、磨损或损坏。这种偏差称为当前工况参数的偏差(PCP)。

当上述偏差超出允许极限偏差值时,可给出报警和打印输出,以便对损坏部件或故障部位及时进行检修。

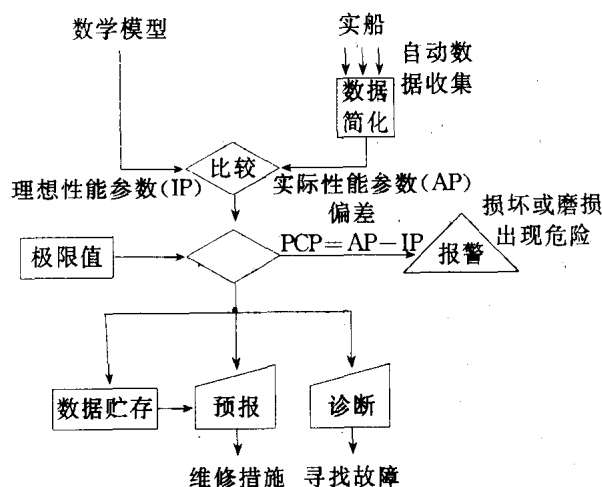


图 0-3 数据动向系统的原理图

数据动向系统中,在求出偏差后进行数据处理的第三步是预报部件维修日期,并根据偏差分析故障发生的原因,即所谓故障诊断。

3)集—散式控制系统

随着机舱自动化程度的不断提高,所要处理的信息越来越多,对控制及时性的要求也越来越高。如果只采用一台计算机对机舱的机械设备进行控制,即所谓集中控制,这是不恰当的或不可能的。目前多采用集中分散式控制。

集中分散式控制也称多级控制,就是采用多台微型计算机分别完成机舱中的各种控制,并在这种控制的基础上实现集中操作和管理。

图 0-4 是一个三级体系的集中分散式控制系统。该系统由约百台标准化、通用化、模块化、系列化的微机组成,共分三级,即控制级、操作级和管理级。控制级微机分别实现了监测、调控、主机遥控、电站自动化、油水与压载自控、船舶浮态控制等控制内容。操作级微机全面监测各控制站动作情况,有效地防止了由于故障造成事故。通过人机对话可以很方便地修改控制级微机的有关参数;能进行有关内容的彩色显示和打印记录。管理级微机集中了联网设备的所有信息,实现了集中指挥和管理;通过专家系统进行故障诊断和趋势分析;能从事机舱备品备件、油水消耗等管理,从而使轮机长的日常工作全部实现了计算机化。各级之间与级内各装置之间由实时控制网络进行通讯联系。

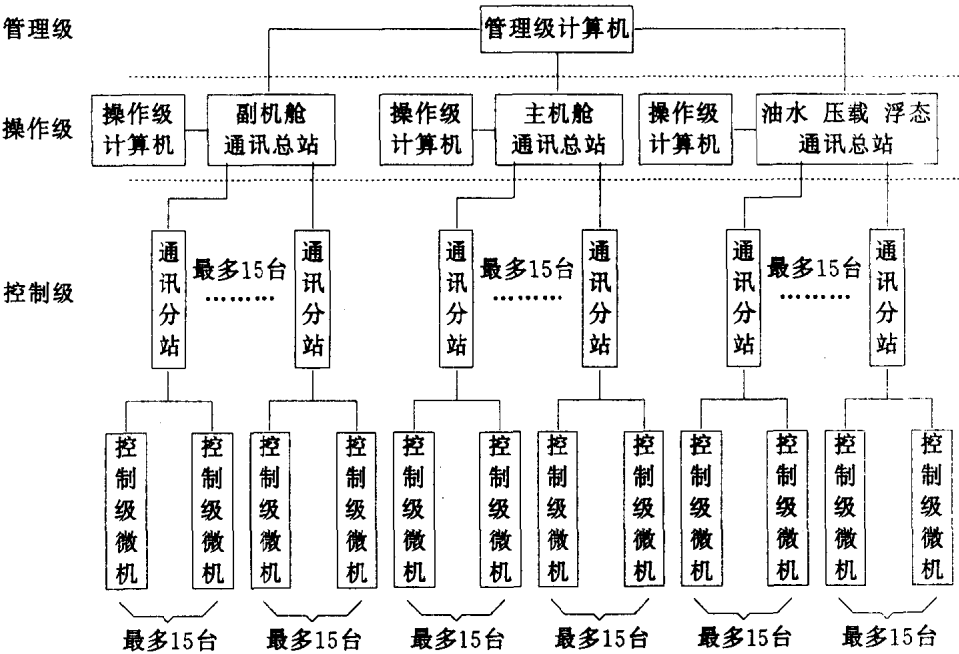


图 0-4 集—散式控制系统的组成

第一篇 参数的自动控制

参数的自动控制也称为自动调节或反馈控制,是轮机自动化的主要组成部分。了解掌握自动控制的基本理论、自动化仪表以及自动控制系统的基本知识对于管好用好机舱自动控制系统是十分必要的。

第一章 自动控制的基本概念

第一节 自动控制系统的组成

在机舱中,虽然运行参数种类不同,其控制系统所用的自动化仪表也不尽相同,但这些控制系统的基本组成和工作过程却大致相同。

一、自动控制系统的组成

自动控制过程实际上是直接模拟手动控制过程,图 1-1 画出了手动控制和自动控制锅炉水位的示意图。

锅炉在运行过程中,水位必须保持在说明书所规定的数值范围内。看好锅炉水位,使它始终处于正常位置,这是轮机员的职责。锅炉上一般都装有玻璃管水位计,在其中间用红漆画一横线表示锅炉运行时水位必须保持在这一位置。当锅炉的负荷供气量发生变化时,水位就会升高或降低,从而离开红漆位置。轮机员用眼睛观测这一变化,经过大脑思考、分析判断,最后作出决定,再由手去操作给水阀改变给水量,直至给水量与供气量重新平衡,水位不再变化,重新稳定。

若将水位手动控制改为自动控制,就必须给锅炉配上自动控制装置,此控制装置必须具有与手动控制同等功能的几个部分组成。用测量元件与变送器代替人的眼睛,用来感测水位的高低;用调

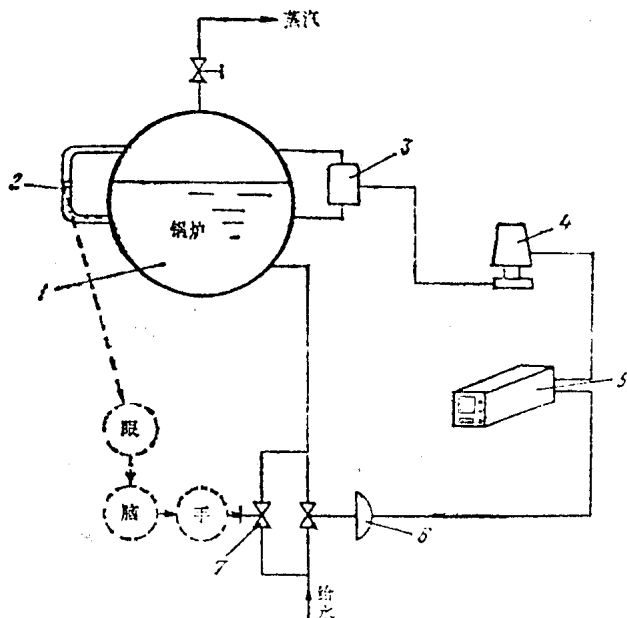


图 1-1 锅炉水位控制系统示意图

1-锅炉;2-水位表;3-参考水位罐;4-差压变送器;5-调节器;
6-调节阀;7-给水阀

节器代替人的大脑来进行分析、判断;用执行器来代替人的手与给水阀,控制给水量。

从锅炉水位自动控制这一实例,不难理解自动控制系统应该由以下几个部分组成。

1. 控制对象

控制对象简称对象,在这里是指运行参数要求保持在规定值或规定值附近的机器、设备、装置等。把所要控制的运行参数叫被控参数,例如锅炉水位控制系统中,锅炉是控制对象,水位是被控参数;在柴油机转速控制系统中,柴油机是控制对象,转速是被控参数。

2. 控制装置

1) 测量元件与变送器

测量元件用于感测被控参数的实际值,变送器的作用是将测量元件发出的测量信号转换为统一标准的气压或电流信号,以供后续自动化仪表使用。

2) 调节器

被控参数所要保持的期望值称为给定值,给定值信号用 r 表示;测量元件与变送器的测量信号用 z 表示。被控参数测量值离开给定值的数量称为被控参数的偏差,偏差信号用 e 表示。在分析自动控制系统时,由于考虑到被控参数的负反馈,偏差被定义为给定值减去测量值,即 $e = r - z$ 。 $e > 0$,说明测量值小于给定值,称正偏差; $e = 0$,说明测量值等于给定值,称负偏差; $e = 0$,说明测量值等于给定值,称无偏差。调节器接收测量元件与变送器送来的测量信号,并与给定值信号进行比较,得出偏差;再根据偏差值的大小与方向(正偏差还是负偏差),按照预先规定的运算规律算出结果,输出一个控制信号 p ;通过执行器对被控参数施加控制作用直到偏差等于零或接近零为止。

在单独研究调节器调节规律或评定控制系统品质时,被控参数的偏差被定义为测量值减去给定值,即 $e = z - r$ 。这在阅读技术资料时必须加以注意。

3) 执行器

执行器是由执行机构与调节机构组成。它在控制系统中的作用是接收调节器输出的控制信号,改变调节阀的开度,进而改变流入控制对象的物质或能量流量,使被控参数重新稳定在给定值或给定值附近。在气动控制系统中,执行器常用气动薄膜调节阀。

组成一个控制系统除了上述几个基本组成部分外,尚有显示仪表,随时显示被控参数的测量值和给定值;定值器,为调节器提供被控参数的给定值信号;气源装置的滤清设备、减压阀等。

二、自动控制系统的方框图

为了表示自动控制系统的组成、各组成部分在控制系统中的位置和作用,以及各组成部分之间的相互作用,我们可以不考虑各组成部分的结构形式和特点,而把每一组成部分都抽象成一个方框,各方框之间用带箭头的信号线连接起来,这就构成了自动控制系统的方框图,如图 1-2 所示。这样的方框图适用于各种运行参数的自动控制系统,具有普遍意义。

在自动控制系统方框图中,代表实际组成部分的每个小方框称为一个环节。每个环节都要接受前一个环节的作用,同时它又对后一个环节施加作用。一个环节所接收的信号称为该环节的输入量,用箭头指向该环节的信号线表示;而它对后一个环节的作用信号称为该环节的输出量,用箭头离开该环节的信号线表示。从方框图中可以看出,环节的输出量取决于输入量和环节的特性,而输出量不会直接影响输入量,这就是自动控制系统中信号传递的单向性。

控制对象作为一个环节,它的输出量就是被控参数。引起控制对象被控参数偏离给定值