

自动化船舶浅说

Zidonghua Chuanbo Qianshuo

(船舶驾驶专业用)

董玖丰 编

刘春清 刘凤梧 主审

人民交通出版社

前 言

本书是为船舶驾驶员编写的，当前对轮机员也颇有帮助。

随着远洋船舶的更新，自动化船日益增多。至1983年底，我国远洋船队已拥有自动化船舶近200艘，占在册船数的40%以上。自1982年以来订造的新船几乎全部是自动化船舶。随着科学技术的发展，自动化船舶已成为发展的必然趋势。

这些自动化船舶的出现，改变了过去的一些老习惯，如主机可以在驾驶室直接操纵；靠离码头可以在驾驶室操纵侧推器；由于机舱里无人值守，机舱各种警报也延伸至驾驶室；有的对冷藏集装箱的监测，对货舱可燃气体的监测，甚至压舱水的调倾操作也都在驾驶室进行。因此，广大驾驶员迫切要求掌握与他们操作密切相关的轮机自动化知识，以便正确地操作管理；否则，不仅不能充分发挥自动化船的优越性，而且还会耽误对重大事故苗头的判断和处理，这是以往所发生的船舶爆炸、起火等重大事故所得出的教训之一。

本书为填补驾驶员在轮机自动化及有关其他方面的自动化知识的空白作一尝试，全书由刘春清、刘凤梧同志主审。在编写过程中，周延瑾总工程师，武振强船长，关镇岗船长以及远洋总公司教育处、海监室、造船处、船技处的许多同志提供了不少宝贵的意见，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中缺点、错误在所难免，衷心希望读者给予批评指正，以便今后修改提高。

编 者

1984年3月于北京

内 容 提 要

本书共分七章。以第二章主机遥控为核心，叙述了自动化船上与驾驶员操作密切相关的各种轮机自动化及其他有关方面的自动化知识，如驾驶室集中监测和报警系统，侧推装置和压载装置自动化以及滚装船、集装箱船的特殊设备等。

本书通俗易懂，结合近年我国自动化新船实例，着重船员实用，便于自学，主要供驾驶员使用，对轮机员也颇有帮助，并可作为甲板部、轮机部普通船员的船舶自动化知识的普及读物，亦可作水运院校学生参考书。

自动化船舶浅说

(船舶驾驶专业用)

董玖丰 编

刘春清 刘凤梧 主审

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：11 插页：1 字数：227 千

1985年6月 第1版

1985年6月 第1版 第1次印刷

印数：0001—2,700册 定价：2.70 元

目 录

第一章 概述.....	1
1-1 船舶自动化概况	2
1-2 无人机舱简介	3
第二章 主机遥控.....	4
2-1 概述	4
2-2 可反转柴油机与定距桨连接直接传动的遥控系统	6
2-2-1 系统简介.....	6
2-2-2 系统说明.....	8
2-2-3 实例及操作.....	19
2-3 不可反转柴油机与调距桨连接的遥控系统	35
2-3-1 系统简介.....	35
2-3-2 系统说明.....	37
2-3-3 实例及操作.....	43
2-4 各种航行条件下主机的操纵	49
2-4-1 名词解释.....	50
2-4-2 导致船舶阻力增大的因素.....	55
2-4-3 调距桨在各种航行条件下的操纵.....	59
2-5 带有轴带发电机的主机操纵注意事项	60
2-5-1 调距桨型船带有轴带发电机.....	60
2-5-2 定距桨型船带有无稳频环节轴带发电机.....	60
2-5-3 定距桨型船带有旋转型中间稳频环节的轴带发电机.....	61
2-5-4 定距桨型船带有可控硅静止变频器的轴带发电机.....	61
第三章 无人机舱辅助装置自动化简介.....	63
3-1 船舶电站自动化	63
3-2 辅锅炉及废气锅炉自动化	64
3-3 其它辅助设备的自动化	65
3-4 压载装置自动化	65
3-4-1 概述.....	65
3-4-2 重吊船调倾装置.....	66
3-4-3 全集装箱船调倾装置.....	70
3-4-4 滚装船调倾装置.....	73
3-5 海洋环境保护装置	73
3-5-1 概述.....	73
3-5-2 舱底水自动化系统.....	74

3-5-3 粪便等生活污水处理装置及焚烧炉	75
第四章 集中监测、报警及通信系统	78
4-1 机电设备的集中监测和报警	78
4-1-1 集中监测	78
4-1-2 报警系统	80
4-2 通信系统	83
4-3 集中监测、报警及通信系统实例	88
4-3-1 “汾河”轮	88
4-3-2 “赤峰口”轮	92
4-4 火警探测和灭火装置	93
4-4-1 概述	93
4-4-2 火警探测器	93
4-4-3 离子型烟雾探测器实例	94
4-4-4 灭火装置	97
第五章 甲板机械	99
5-1 舵机	99
5-1-1 操舵装置的基本组成及分类	99
5-1-2 自动舵原理	101
5-1-3 操作注意事项	102
5-2 自动系缆机	103
5-2-1 电动自动系缆机	103
5-2-2 液压自动系缆机	104
5-3 自动舱盖	105
5-3-1 自动舱盖常用种类	106
5-3-2 操作管理注意事项	108
5-4 电动-液压克令	109
5-4-1 概述	109
5-4-2 电动-液压克令常用种类	114
5-4-3 单双克令实例及其操作	117
5-5 甲板机械综合液压化	119
5-6 侧推装置	122
5-6-1 概述	122
5-6-2 固定螺距首侧推器实例	123
5-6-3 可调螺距的首侧推器实例	124
5-6-4 首侧推器使用注意事项	126
第六章 集装箱船特殊设备	130
6-1 集装箱船概述	130
6-1-1 集装箱运输	130
6-1-2 集装箱	131
6-2 集装箱起重设备	133

6-2-1 概述.....133

6-2-2 集装箱吊具.....135

6-3 冷藏集装箱运输138

6-3-1 概述.....138

6-3-2 冷藏集装箱.....138

6-3-3 装载和运输冷藏集装箱的注意事项.....142

第七章 滚装船特殊设备.....145

7-1 滚装船概述145

7-2 尾门、尾跳板装置148

7-2-1 概述.....148

7-2-2 尾门、尾跳板的基本组成和工作原理.....149

7-2-3 “赤峰口”轮尾跳板操作.....153

7-2-4 尾跳板操作管理注意事项.....153

7-3 滚装船内部运输系统158

7-3-1 升降平台.....158

7-3-2 斜坡道.....159

7-4 货舱燃气探测及报警系统164

附录 本书所用计量单位的符号及名称.....167

第一章 概 述

二十世纪五十年代以后，资本主义国家的经济发展较快。海运业出现船员不足，而且船员的工资开支也较大，因而船公司试图采用轮机自动化来减少雇佣船员，此举获得了成功。继而，船舶由轮机自动化向全船超自动化、超合理化方向发展。

自动化装置不仅弥补了船员的不足，还借助于遥控自动操作，解决了手动操作所不能达到的高精确度的自动控制。借助于自动监测，解决了人工监测难以达到的频繁巡回检测并早期发现故障。因而，使船舶运行的安全性、经济性大大提高。目前，提高船舶运行的安全性和经济性已成为船舶采用自动化装置的主要目的。本书重点介绍船舶轮机自动化。

船舶轮机自动化主要体现于实行无人机舱*。它把轮机人员从夜间操作管理中解放出来，极大地改善了劳动条件。无人机舱已逐渐成为新造船的常规要求。世界上某些主要船级社在所登记的大吨位的新船中，50%以上的船舶具有无人机舱船级。

我国自1973年“广河”、“大城”、“大田”等轮作为第一批具有无人机舱船级的自动化船进入远洋船队以来，随着远洋船队的不断更新和发展，一批又一批具有无人机舱船级的自动化船接踵而来。据不完全统计，1983年底我国远洋船队已拥有自动化船近200艘，占在册船数的40%，其中具有无人机舱船级的船超过110艘。最近几年，滚装船、滚吊船、全集装箱船等具有相当高自动化程度的船也相继出现。在新造船中，发展步伐更为迅速，如1978年至1980年6月新订造的39艘船舶中，有25艘为自动化船，比例高达67%。随着科学技术的发展，随着远洋船队向着现代化前进的步伐，相信自动化船舶会有更大的发展。

船舶轮机自动化的实现不仅与轮机员有关，而且也使驾驶员们遇到了新的问题。它改变了过去的一些老习惯，许多过去由轮机员执行的操作现在改为由驾驶员直接操纵。这样做有许多优点，如压载水的排注，传统的写条子的方式已不能适应滚装船、集装箱船大量货物快装快卸而又及时保持船舶平衡的要求，只能由驾驶员根据需要直接利用遥控设备来自动或手动操纵。再如，主机由驾驶室遥控，其优点更为突出。由于驾驶员在驾驶室用车钟手柄直接操纵主机，因而可以随时根据需要立即变换车速或停车，甚至可以紧急全速换向以达到紧急操纵目的。如某轮在进长江口前将锚备妥后人即离开，当该轮以港内半速进长江口时，由于锚未刹牢而脱落水中。船长在驾驶室发现后，立即把车钟手柄一下子拉到全速倒车，进行紧急全速换向。20s后，螺旋桨即停止正转，开出倒车把船停住，避免了一起掉锚事故。过去驾、机分离，在海上全速航行时，由于轮机员需定时巡视机舱各处或排除机械小故障，难以随时立即执行驾驶员变化车速的命令；而驾驶员在避碰过程中，也由于种种原因极少采用变化车速的方法。因此，在海上全速航行中，失去了以变化车速作为避碰的重要手段。在以往所发生的海上碰撞事故中，大多数船舶都未及时停车或倒车，甚至少数船舶是在“全速前进”的状态中与对方碰撞的。

实现主机从驾驶室遥控，为驾驶员在必要时随时用车提供了有利条件。当然，也不能因此而忽略早让、宽让等其它重要避碰措施。因为通常一艘万吨级船，即便是用港内全速，在

* 无人值班机舱的简称

实行全速换向后，船也因其惯性向前滑行约4~5倍的船长才可被倒车拉住。如“汾河”轮，船总长为170.20m，2万吨级，试航时港内全速为12.5节，实行全速换向把船停住需225s，船因惯性向前滑行876m。

此外，过车驾、机分离操作时，也曾发生由于驾驶室与机舱的车钟记录在时间上的不符、指令的不符而发生矛盾，甚至由于轮机员执行指令与驾驶室所发指令不符而酿成事故的情况。

显然，驾、机合一以后，船舶的操纵性能以及安全性大大提高；但同时，也要求驾驶人员掌握更多的轮机知识，以便正确地操作。

本书就作为驾驶员应了解的船舶轮机自动化知识以及其他有关方面的自动化知识，尤其是对于与驾驶员操作密切相关的部分作一介绍。

1-1 船舶自动化概况

自二十世纪五十年代以来，船舶自动化经历了单元自动化，机舱集中监测与控制及主机驾驶室遥控等几个阶段。随后，由于大规模集成电路的出现，以及微处理机在自动化方面的实船应用，船舶正朝全面自动化的方向发展。

自六十年代初期至八十年代初期，船舶自动化共经历了四代的发展。

六十年代初期的着眼点是以机舱集中控制、集中监测为主，驾驶室亦可进行主机遥控。日本在1961年建造的“金华山丸”便是最早的自动化船之一。这类船可称为第一代自动化船。从六十年代中期以来，陆续发展了以无人值班机舱为核心的第二代自动化船。世界上最早的夜间及假日无人值班船是1964年丹麦船主在日本三井建造的65型油船“Selma Dan”号。这类自动化船为数众多，至今仍占有主导地位。自六十年代末以来，出现了以不局限于机舱自动化，而是提倡全船现代化、用计算机控制的超自动化船——第三代自动化船。1970年10月，第一艘超自动化船“星光丸”投入运行。该船是第一艘用电子计算机控制的超自动化油船。从动力装置发出的一切所要求的信息都传到驾驶室内的船舶指挥中心，于是机舱的集中控制室就不必要了。该船电子计算机系统应用的程序共11项，计有：装卸货控制程序，船体状态计算程序，最佳配载程序，避碰程序，卫星导航船位确定程序，船位推算程序，导航计算程序，主机转速控制程序，轮机记录程序，机舱故障应急处理程序以及医疗诊断程序。以后，日本又相继建造了“三峰山丸”等共七艘，作为超自动化船的实验船。经过几年营运，1976年对上述七条船做过一次调查和总结，对计算机系统在船上大多数领域的成功应用予以肯定，在导航、控制货油装卸、轮机自动化方面更给予高度评价。但是，由于七条船都采用大型的集中计算机系统，其原因是在设计时认为，用多台数字式计算机来控制导航、机舱、货油装卸等，要比共用一台计算机昂贵得多。出乎意料的是，七条船的经验证明，共用一台计算机所需要的软件非常复杂，难以成套，而且通用性差。此外，这类自动化船舶投资巨大。船员人数的过度减少，对正常的维修保养工作及船员的日常生活也带来了一些问题。因此，第三代自动化船未获得推广。1977年开始对船舶超自动化进一步研究，于1979年在日本诞生了超合理化的超自动化船——第四代自动化船，计有“白马丸”等14艘。这些高度合理化船均采用分散的单项计算机控制系统，以微处理机为中心，更加完善了各种控制程序，如设计有最佳航次程序（包括配载、船舶纵倾、航速、燃料消耗、船期、进坞间隔、航线设计等最佳选择）。此外，尽量采用新技术，如1982年日本住友重工业公司建造了世界上

第一艘大型船舶声控主机自动化船“纪川”号，船长的口述命令直接转换成操纵主机的信号，使得主机操纵方式更为之一新。根据对超自动化船内的作业分析，必须改革原来传统的船员分工体制，把甲板部、轮机部看作是一个整体。因而，这种船的船员必须是多面手的船员，并具有驾驶和轮机两个事业领域的知识。

我国远洋船队的自动化船，除少量为第一代产品外，绝大部分属于第二代。近年来建造的新船，除选用无人值班机舱船级以外，还具有一些独立的微处理机系统，如自动避碰，最佳配载，轮机自动化等，但仍以主机在驾驶室遥控，机舱无人值班为主。

1-2 无人机舱简介

无人机舱起源于挪威船级社。1961年1月，挪威船级社首先提出了一份“一定时间内机舱无人值班的建议报告”。1967年，该船级社在海船建造规范中正式增添了一章关于机舱自动化的内容；凡经该船级社检验而符合该章规定的，发以“EO”船级（Engine Room Zero People），意即“机舱无人”。以后所讲的“无人机舱”即从此而来。

随着自动化船舶的逐年增多，各国船级社相继以机舱无人操纵为标准，制订了有关规范。目前世界上各主要船级社的“无人机舱”船级符号如下：

- AUT—0 中国船舶检验局（ZC）
- AUT 西德劳氏船级社（GL）
- AUT—MS 法国船级社（BV）
- 公海及进出港均可实行无人机舱。
- AUT—OS 法国船级社（BV）
- 公海可实行无人机舱。
- EO 挪威船级社（NV）
- UMS 英国劳氏船级社（LR）
- + ACCU（ABCU） 美国船舶局〔AB(S)〕
- MO 日本海事协会（NK）
- AL 苏联船舶登记局（PC）

目前，除法国船级社提出在进出港机动操纵状况下也可实行无人机舱外，其余各船级社的无人机舱船级仅限于公海航行时实行无人机舱。

此外，各国船级社对无人机舱船级的具体要求也有所不同，但其基本内容大致相同。对柴油机船来说，其基本内容如下：

- 主机遥控（驾驶室与机舱集控室）；
- 辅助机械的自动控制；
- 运行参数的自动调节；
- 集中监测、报警及故障保护；
- 火警探测及自动灭火。

第二章 主机遥控

2-1 概 述

主机遥控，系指不仅能在机舱的集中控制室（简称集控室 ECR）由轮机员操纵主机，而且在驾驶室也能以简单的方式由驾驶员操纵主机。

虽然船舶柴油机的型式很多，生产主机遥控设备的厂家亦很多，但就我国远洋船队的自动化船的主机遥控而言，按主机推进装置传动方式及螺旋桨的型式，可分为两大类：

（1）可反转柴油机与定螺距螺旋桨连接直接传动的遥控系统。我国远洋船队大部分采用这种系统。这种系统按其所利用的控制能源又可分为全气动式的主机遥控系统及电-气混合式主机遥控系统。

（2）不可反转柴油机与可调螺距螺旋桨连接直接传动的遥控系统。

两种类型的主机遥控系统有以下的共同点：

主机的操纵位置通常有三处：驾驶室（Bridge），机舱集中控制室（Engine Control Room—ECR），机旁（Engine Side）。

当驾驶室遥控主机时，考虑到是由对主机性能不太熟悉的驾驶员操纵，因此设有逻辑程序控制环节，如主机三次重复起动、自动避开临界转速、程序加速等；此外，还设有紧急停车按钮，以及遇有温度或压力异常故障时可自动减速或自动停车的保护性措施。

但是主机在使用前的备车工作，如暖缸，供给电源、气源，建立油压润滑，起动各种辅助泵，脱开盘车机，冲车、活车等等，一般还是由轮机员在机舱完成以后才转换到驾驶室操纵。这类备车工作虽然也可以实现自动化，但意义不大，因而很少采用。主机使用结束，完车工作也是由轮机员在机舱内进行。

主机遥控涉及到一些自动控制的技术名词，现摘要简略解释如下：

（1）反馈

图2-1为驾驶员所熟悉的手操电舵系统的传递方框图；图2-1（a）为无反馈系统。在这种系统中，如要求右 10° 舵角，将手柄1向右扳动，此时开关3正向合上，电动舵机4旋转，使舵叶5向右 10° 方向偏转，当达到右 10° 时手柄1归零，开关3断开，舵叶停止转动；但由于电动舵机及舵叶的惯性，当看到舵角为右 10° 而将手柄1归零时，实际舵角已经超过右 10° ，要想得到右 10° ，必须提前将手柄1回到零位，提前多少，取决于操舵者的经验，该系统本身无法自动保持右 10° 舵角。

图2-1（b）为有反馈系统。同样要求右 10° 舵角，同样将手柄1向右扳动，但此时开关3的闭合由从比较机构2来的信号控制。当实际舵角不足右 10° 时，开关3正向合上，电动舵机旋转，使舵向右 10° 方向偏转；当实际舵角达到右 10° 时，开关3断开；当由于舵叶及电动舵机的惯性使舵角超过右 10° 时，则从比较机构2发出的信号使开关3反向合上，于是使右舵角减小，直至回到右 10° ，开关3断开。可见，这种系统可使舵角自动保持在右 10° 位置。

上述系统中，把输出信号（在此为舵角信号）又送回到调节机构与输入信号（在此为要

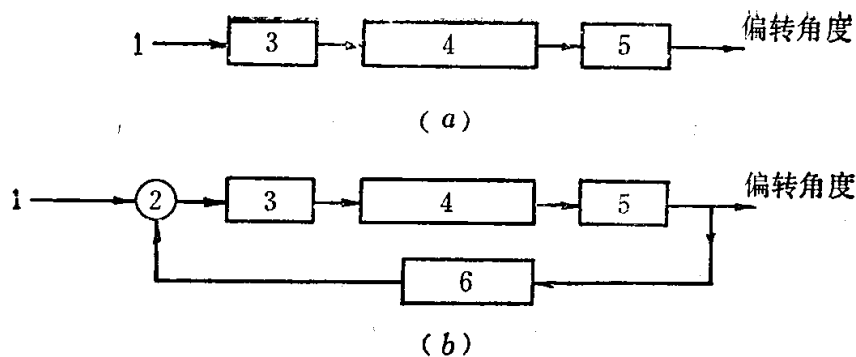


图2-1 手操电舵传递方框图
(a)无反馈系统; (b)反馈系统

1-手操舵手柄; 2-比较机构; 3-开关; 4-电动舵机; 5-舵叶; 6-舵角反馈

求舵角) 相比较, 然后给出一个叠加的调节信号的情况叫做反馈。显然, 反馈可以实现按偏差 (在此为要求舵角与实际舵角之差值) 进行的自动调节, 这种自动调节系统称为随动控制系统。

(2) 程序控制

图2-2为柴油主机换向起动程序控制框图。当车钟指令从正车扳向倒车, 则柴油机必须先停止进油, 待转速降低到换向转速后换向, 然后才能反向起动, 这个前后次序不能搞错, 即只有在前一个控制动作完成后, 才允许相继进行下一个控制动作, 这种次序叫做程序。保证一定程序的控制称为程序控制。图2-2中的指令处理1即代表了全速换向程序。

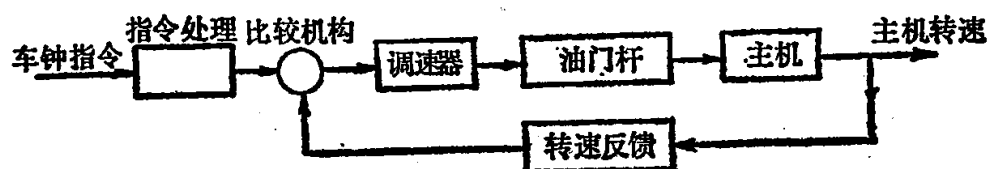
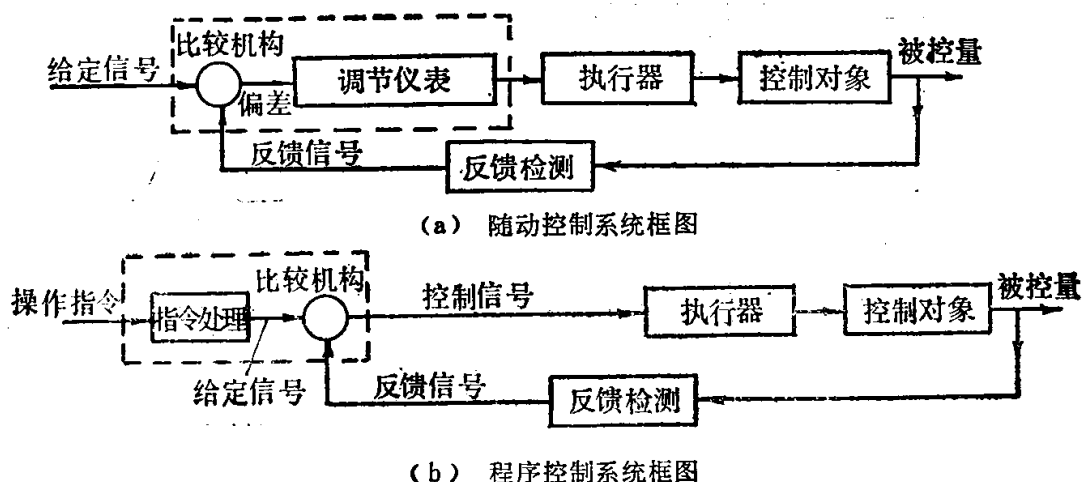


图2-2 主机换向起动程序控制框图

当主机反向起动完成后, 是否达到车钟指令所要求的转速, 则由车钟指令与车速反馈的比较来调节, 当二者一致时, 车速稳定在某一数值。可见, 主机转速的调节也属于反馈控制。

(3) 随动控制系统和程序控制系统的区别

图2-1(b)可以概括为图2-3(a)随动控制系统框图。图中虚线方框表明, 比较机构不是独立元件, 它是调节仪表的一部分。



(b) 程序控制系统框图

图 2-3

图2-2可以概括为图2-3(b)程序控制系统框图。图中虚线表明,比较机构是指令处理的一部分。

比较上述两个框图可知,在随动控制系统和程序控制系统中,给定信号都是变化的,而控制系统的作用都是使被控量始终跟踪给定信号,随给定信号的变化而变化。两者的区别在于:随动控制系统的给定信号的变化没有预先确定的规律,而程序控制系统的给定信号来自指令处理环节2。它是根据生产过程的要求(在主机遥控中是根据主机操纵的要求),按照预先确定的变化规律而改变的。

(4)无触点控制系统,集成电路,微处理机

(a)无触点控制系统

在自动控制系统中,电路是以继电器的触点接通与断开作为主要控制元件的,这称为有触点控制系统。由于继电器触点的开、闭通常每小时只能在几百次至一千次左右,所以操作频率受到限制,而且继电器不耐振动,触点容易磨损、烧蚀或咬死。若以半导体元件的导通与截止作为主要控制元件,由于没有触点,故称为无触点控制系统。它可以长期不进行检修而连续高频率地操作。在自动控制系统中,无触点控制系统正在逐渐取代有触点控制系统。

(b)集成电路

半导体元件,人们通常称为电子元件。随着电子技术的迅速发展,对电子线路提出了微型化的要求,于是电子元件本身由分立元件向集成元件发展,即将各种半导体元件所组成的电路集合在一小块晶片上称为电子集成电路。

(c)微型计算机

微型计算机是在小型电子计算机的基础上,吸取中大型电子计算机的某些新技术,借助于集成电路而发展起来的一种新型电子数字计算机。通常它是由一块或几块大规模集成电路所组成。其特点是体积小,价格便宜,可靠性好,易于掌握,适应性强,功耗低。

微型计算机在船上已很快推广使用,如新造的集装箱船“汾河”等轮的配载仪,避碰雷达,主机遥控,各参数的巡回检测及主机燃烧工况的监测等都采用了微型计算机。

船上一般把微型计算机简称为微处理机。但严格来说,微处理机只是微型计算机的一部分。

2-2 可反转柴油机与定距桨连接 直接传动的遥控系统

2-2-1 系统简介

图2-4为可反转柴油机与定距桨连接遥控示意图。

从图中可以看到,这种系统的主机操纵位置有三处:

I——驾驶室操纵;

II——集控室操纵;

III——机旁操纵(有的船还设有机旁杆件连接应急操纵)。

机旁操纵作为备用,只在遥控系统发生故障时使用。

集控室操纵,通常在备车时使用,即在集控室内完成备车、冲车、活车;确认主机可以遥控启用,然后转由驾驶室控制;一旦驾驶室遥控失灵或不安全时,可立即转换到集控室操纵。

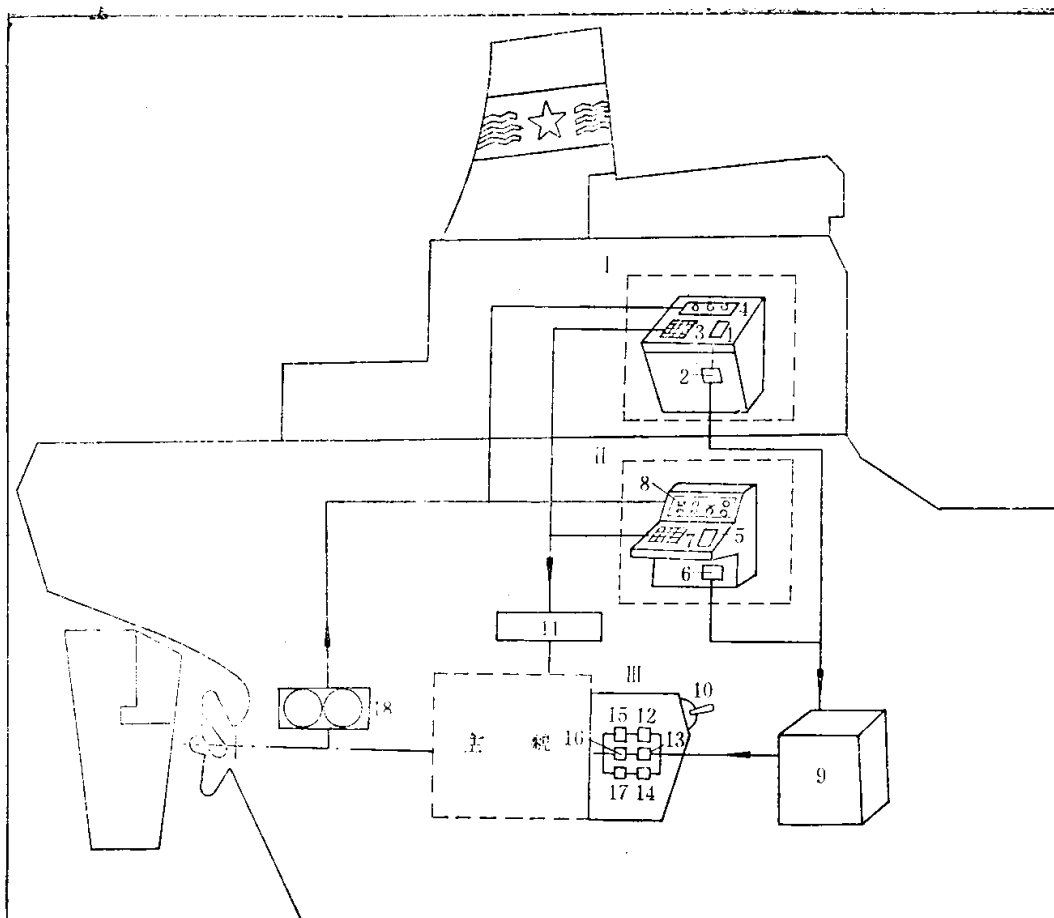


图2-4 可反转柴油机与定距桨连接遥控示意图

I-驾驶室操纵台 (Bridge Control Console)；II-机舱集中控制室操纵台 (Engine Control Room Control Console)；III-机旁操纵台 (Local Control Console)

1、5-车钟；2、6-车令发送器；3、7-遥控操作板；4、8-转速、转向等仪表盘；9-程序控制箱；10-机旁操纵手柄；11-应急停车装置；12、13、14-主机调速、换向、起动机构的伺服器；15、16、17-主机调速、换向、起动机构；18-主机转速检测装置

驾驶室操纵为正常使用方式。由于是由驾驶员直接操纵主机，因此，考虑到驾驶员不熟悉机器性能的情况，设有使主机按车钟指令进行合理操纵的必要逻辑控制程序，以保证主机安全运行。

在三处操纵位置中，通常把集控室操纵作为主控制站，驾驶室操纵作为辅控制站；主、辅控制站之间的转换只能在主控制站进行，但可在船舶任何运行状态下进行；而机旁操纵与主控制站操纵之间的转换也只能在机旁进行。这样，保证了在同一时间内只可能有一处对主机进行控制，在其它两处设有指示灯显示，以表明某处正在对主机进行控制。

在遥控操作板（3，7）上通常设有操作部位选择开关，并有应急停车，强迫运转，取消程序加速等各种功能的按钮。

在仪表盘（4，8）上通常设有主机的转向、转速、起动空气压力及各种监视报警装置。

这种主机遥控系统除根据车钟指令自动完成主机停车、起动、换向、调速的程序操作外，还具有应急停车、强迫运转、故障自动减速或停车、自动避开临界转速，紧急倒车等辅助功能。

按其利用的控制能源，这种遥控系统又分为全气动式，电-气混合式及全电气式三种；我国远洋船队主要是采用前两种型式。

（1）全气动式主机遥控系统

从图2-4可见，从分设在驾驶室和机舱集控室的车钟1和5，经车令发送器2和6发出一个代表不同车令的气压信号，经过紫铜管路传递到由气动逻辑元件组成回路的程序控制箱9，最后经过执行元件控制主机的运行。

在全气动式主机遥控系统中，2和6为与遥控车钟手柄相连的气压发信器，9为由各种气动控制阀——如两位或三位三通阀、四通阀、双座止回阀、速放阀、延时阀等组成的气动逻辑回路；气动执行元件通常为气动阀，气动薄膜执行机构或气动活塞。

全气动式主机遥控系统对于气源的防油，除水，防尘的净化处理要求较高，否则，在船舶处于强烈的冲击或振动的环境中，气动遥控系统中的可动部件可能会产生误动作。此外，系统中气压信号在传递距离大于60m时，会出现控制信号的时间滞后现象，一般气动元件的响应时间较长，约几毫秒~几十毫秒。但是这种系统对于温度和电气干扰基本上不受影响，特别是因为有管路，有气压，可以看得见、摸得着，结构简单，动作可靠，因而深受轮机人员的欢迎，在初期建造的自动化船上获得广泛应用。

“湘江”、“闽江”、“熊岳城”、“吴江”等十几条船系采用全气动式主机遥控系统。

(2)电-气混合式主机遥控系统

同样参看图2-4。

从车钟（1和5）经车令发送器（2和6）发出一个代表不同车令的电信号，经过导线传递到由电动逻辑元件组成回路的程序控制箱（9），最后经过执行元件控制主机的运行。

在电-气混合式主机遥控系统中，2和6为车令发送器，它们是与车钟手柄相连的电动选择开关及电位计；9为程序控制箱，是电动逻辑元件组成的逻辑回路，又分为有触点式（采用继电器为逻辑元件）及无触点式（采用晶体管集成电路为逻辑元件）。而执行元件则为电磁阀-气动阀，伺服马达等。

这种系统的优点是信号的远距离传递迅速，体积小，若采用无触点式逻辑元件则优点更为突出：在实现较复杂的逻辑功能时，依然能保持结构紧凑，易于布置；且保养工作量大，动作可靠，维修方便。当采用微处理机实现船舶超自动化时，无触点式的电-气遥控系统更是必备的先决条件。因而，近几年建造的新船均采用无触点式的电-气混合式主机遥控系统。显然，这种遥控系统要求管理人员既懂机，又懂电，具有较高的管理水平。

“富春江”，“青湖”，“桐城”，“赤峰口”，“汾河”，“洛河”，“温州海”等数十条船均采用电-气式遥控系统。

2-2-2 系统说明

由2-2-1节所述可知，图2-4为可反转柴油机与定距桨连接的遥控示意图。该图没有涉及控制能源的种类，也不限定具体结构，而是概括地表示了这种遥控系统共性的东西——主要组成部件及其相互联系。

图2-4还可再简化为原理方框图如图2-5所示。

图2-5表明，由车钟指令发送器1发出的信号作为进入逻辑程序控制回路2的一个信号；而被控制主机的实际工况，经由工况监测器4

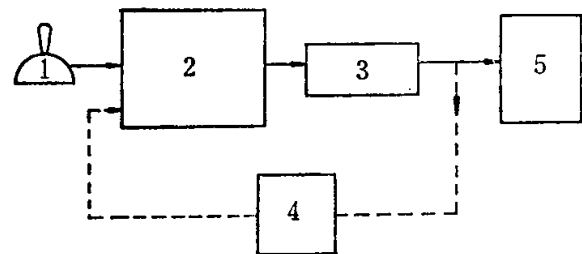


图2-5 定距桨主机遥控系统框图
1-车钟指令发送器；2-逻辑程序控制回路及执行机构；3-主机；4-工况监测器；5-工况显示、记录、报警装置

反馈，作为进入逻辑程序控制回路 2 的另一个信号；根据这两个信号的相互比较实现逻辑程序控制；然后，通过执行机构对主机进行具体的操作。

工况显示、记录、报警装置 5 只是一个辅助装置，与主机遥控操作没有直接联系。

图2-5实际上与图2-3(b)一样，是最基本的逻辑程序控制系统方框图。它概括地表明，可反转柴油机与定距桨连接的遥控系统是由车钟指令发送器、逻辑程序控制回路和执行机构所组成。

对这种主机遥控系统，就驾驶员来说，主要应了解与其操纵密切相关的车钟指令发送器以及通常都有哪些逻辑程序控制回路，以便正确地遥控主机；现分别叙述如下。

在举例中以下列典型船为例。

全气动式主机遥控系统：

“湘江”轮，主机MAN 16V40/54A 中速机

“熊岳城”轮，主机MAN 18V40/54中速机

电-气式主机遥控系统：

“温州海”轮，主机B&W 5L80GFCA 低速机

“桐城”轮，主机 B&W 7K62EF 低速机

“南江”轮，主机 Sulzer5RND68 低速机

“大沙坪”轮，主机 MAN KZ70/120 低速机

“汾河”轮，主机 MAN KSZ70/150C 低速机

“赤峰口”轮，主机 Pielstick PC2-5中速机

(1) 车钟指令发送器

车钟指令发送器，又称为遥控车钟。

图2-6为气动遥控车钟，其中(a)为外形图，(b)为结构示意图。车钟手柄位置的变化导致其下面的正倒车控制阀及转速设定阀输出压力的变化，从而发出代表不同车令的气压信号。

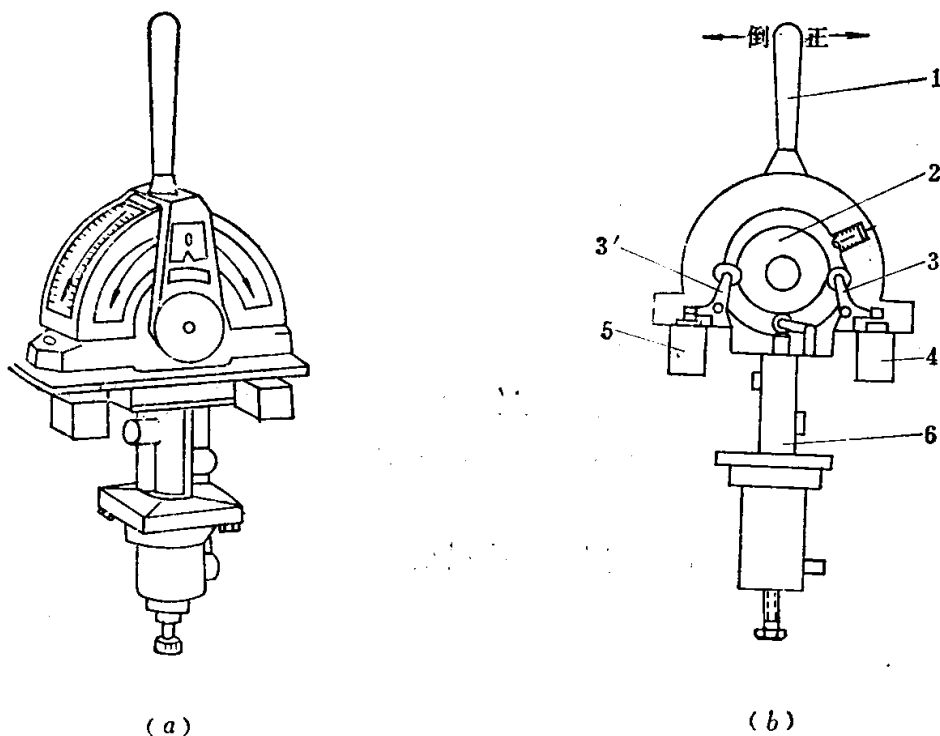


图2-6 气动遥控车钟
(a)外形图，(b)结构示意图

1-手柄；2-凸轮；3、3'-摇臂；4-正车控制阀；5-倒车控制阀；6-转速设定阀

图2-7为电动遥控车钟，其中(a)为外形图，(b)为继电器型结构示意图，(c)为线绕电阻型结构示意图。按结构的不同，车钟手柄位置的变化可以导致不同继电器的接通（图b），或转变成一定的电压输出（图c）。

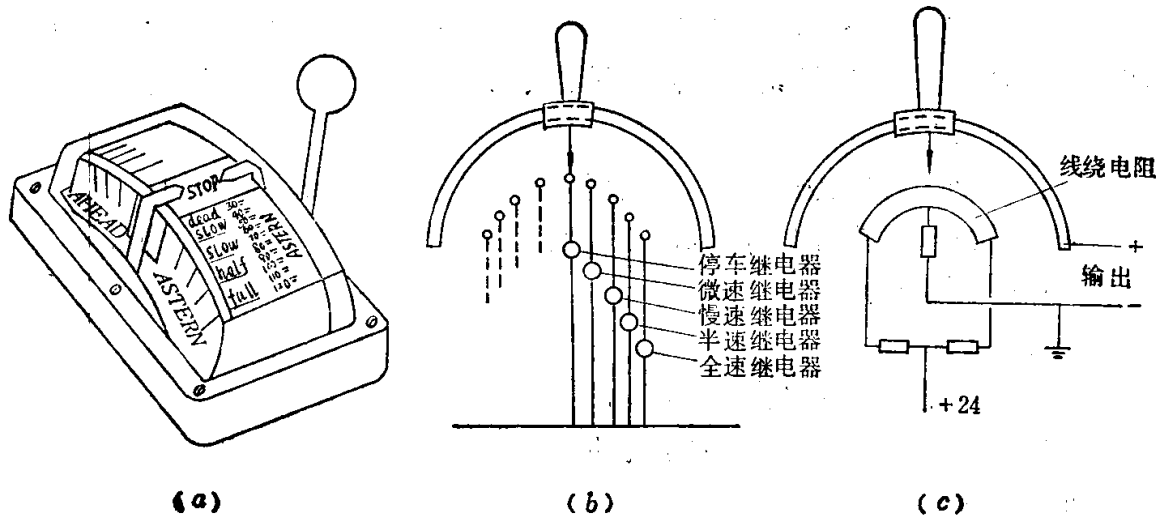


图2-7 电动遥控车钟
(a)外形图;(b)、(c)不同类型原理示意图

无论哪种遥控车钟，其外形与操作方法，大体上同一般常见的车钟一样，当驾驶室遥控时，它可直接操纵主机；而当集控室操纵时，则作为传令钟使用。因此，遥控车钟基本上能适应驾驶员使用车钟的习惯。

通常的遥控车钟共分九档：

- 停车 (Stop)
- 正车微速 (Dead slow ahead)
- 正车慢速 (Slow ahead)
- 正车半速 (Half ahead)
- 正车全速 (Full ahead)
- 倒车微速 (Dead slow astern)
- 倒车慢速 (slow astern)
- 倒车半速 (Half astern)
- 倒车全速 (Full astern)

也有的遥控车钟设有：

- 海上全速 (Nav.full)
- 紧急全速倒车 (Emerg、full as)

从上述车钟档位可见，只要扳动遥控车钟的手柄，则主机即按车钟指令完成一系列的动作。因此在驾驶室遥控主机时，车钟不能像普通车钟那样，如中午用来与机舱对时，或用车钟来传令备车、定速、完车等指令。

所以，在驾驶室和集控室内，设置了几个带灯按钮，称为“辅车钟”，如：

- 备车 (STAND BY)
- 备妥 (READY)
- 完车 (FINISH)
- 定速 (SEADUTY)

以补充遥控车钟传令信号的不足。

显然，“辅车钟”仅仅能传递指令，且不同的船有不同的数量，其使用方法也因船而异，使用时需按各轮的机驾联系制度执行。“辅车钟”的这些带灯按钮通常的情况是：当一方按下给出信号后，双方的相应信号指示灯即闪动，而且伴有蜂鸣声；待对方应答后，声消除，指示灯转为平光，表示双方一致了。

不同船舶的遥控车钟，因其结构略有不同，操作方法也各有特点。图2-6为“湘江”轮气动遥控车钟，它可自动完成主机起动、换向、调速过程。该车钟虽分九档档位，但属于无级调速——两档之间可微调，车钟可以停留在任何位置，不一定非要对准某个档位；此外，该车钟可直接进行正倒车全速换向。图2-7(a)为“汾河”轮所用的西门子电动遥控车钟；其操作方法与上述类似，只是具体的逻辑程序更为完善，详见下节“逻辑程序”所述。设车钟在进行正倒车的全速换向时需加按一个“紧急操作”按钮。

(2) 逻辑程序

由图2-5可知，在驾驶室内之所以能用遥控车钟来直接操纵主机，是因为在系统内设有各种逻辑程序能自动地完成起动、换向、调速等各项操作；因此，主机遥控系统的核心是逻辑程序控制回路，其内容有：

- (a) 起动逻辑程序 (Starting logic sequence) ;
- (b) 重复起动程序 (Repeated starting sequence) ;
- (c) 慢转起动程序 (Slow turning starting sequence) ;
- (d) 负荷程序 (Load program, Load up program, Speed program) ;
- (e) 自动避开临界转速程序 (Quick passage barred rpm, Quick passage critical speed) ;
- (f) 全速换向程序 (Crash manoeuvring, Crash astern) ;
- (g) 安全保护程序 (Safety program, Safety system) ;
- (h) 紧急操作 (Emergency manoeuvring)。

需要说明的是：上述逻辑程序是一套比较完善的系统，并不是每艘船都具备的；而且，同一程序名称在不同的船亦有不同的内容及不同的操作方法。因此，必须根据本船的特点，确切了解本船驾驶室遥控设备所具有的逻辑程序功能，以便正确地操作。

现将上述程序分别叙述如下：

(a) 起动逻辑程序

该程序保证主机只有在盘车机脱开，油门杆在零位，换向结束，转速低于发火转速，起动时间在允许范围内才能够起动。

主机停车时起动与主机在运转状态下进行换向起动有所不同。

主机停车时起动——当车钟手柄从停车位置移到正车（或倒车）位置时，若车令与主机凸轮轴所处位置相符合时（如凸轮轴原处于正车位置，此时车令也要的是正车），则主机即可起动；若不符合时（如凸轮轴原处于正车位置，此时车令要的是倒车），则先换向，换向后再起动；当主机转速达到发火转速，开始供油时（对于油、气并进的主机，可提前供油）切断起动空气（这里称之为“起动空气切断转速1”），转入燃油工作。

主机在运转状态下换向起动——当车钟手柄从正车慢速拉到倒车慢速（或者相反）时，为了缩短换向时间，允许在某个较低的转速下进行换向（这里称之为“换向转速1”）。当车钟手柄从正车全速一直拉到倒车全速进行紧急换向时，则允许在某个高于“换向转速1”的转速下进行换向（这里称之为“换向转速2”）。换向后，为了确保起动成功，切断起动空气转速也高于“起动空气切断转速1”，称为“起动空气切断转速2”。换向后起动。关