

# 自动化船舶的动力装置

日本造船学会舢装研究委员会 编

刘 直 赵兴贤 译

人民交通出版社

132421

# 自动化船舶的动力装置

日本造船学会舢装研究委员会 编

刘 直 赵兴贤 译

人 民 交 通 出 版 社

## 内 容 提 要

本书的原著是日本造船学会舰装委员会编写的十卷《动力装置舰装》之一。

全书分为八章：概述；柴油机船的自动化；汽轮机船的自动化；柴油机与汽轮机船的通用装置；集中监视方式；仪表及调节器；自动化装置的安装与布管；自动化船动力装置的舰装工程。本书以自动化船动力装置中所用的自动装置为主，对它的工作原理、结构特点和安装使用等方面作了全面的、系统的介绍。譬如，介绍了12种柴油机主机遥控；5种汽轮机主机遥控；22种常用状态量发送器；列出动力装置监视报警总表以及主要辅机、轴系、变螺距推进装置等自动化。

本书主要供远洋和近海船舶轮机员、修造船厂技术人员和有关院校师生阅读，亦可供船舶动力装置技术管理等有关部门的工程技术人员参考。

### 自动化船舶的动力装置

#### 自動化船の機関艦装

日本造船学会舰装研究委员会 编

刘 直 赵兴贤 译

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

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：16.25 字数：370千

1980年12月 第1版

1980年12月 第1版 第1次印刷

印数：0001—3,300册 定价：2.50元

# 目 录

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 第一章 概述 .....                          | 1   |
| 第二章 柴油机船自动化 .....                     | 2   |
| 2.1 概述 .....                          | 2   |
| 2.2 柴油机主机遥控 .....                     | 2   |
| 2.2.1 概述 .....                        | 2   |
| 2.2.2 柴油机主机遥控类型 .....                 | 3   |
| 2.3 主机用辅助装置的控制 .....                  | 35  |
| 2.3.1 压缩空气装置 .....                    | 36  |
| 2.3.2 冷却水装置 .....                     | 42  |
| 2.3.3 燃油装置 .....                      | 44  |
| 2.3.4 滑油装置 .....                      | 51  |
| 2.3.5 主机扫气箱凝水自动排出 .....               | 56  |
| 2.4 柴油发电机自动化 .....                    | 57  |
| 2.4.1 遥控起动、停车与自动起动、停车装置 .....         | 57  |
| 2.4.2 各部分的自动控制 .....                  | 64  |
| 2.4.3 保护装置 .....                      | 65  |
| 2.4.4 电气装置 .....                      | 66  |
| 2.5 辅锅炉和废气锅炉自动化 .....                 | 66  |
| 2.5.1 辅锅炉自动化 .....                    | 67  |
| 2.5.2 废气锅炉自动化 .....                   | 68  |
| 2.5.3 辅锅炉各部分的自动控制 .....               | 68  |
| 2.5.4 辅锅炉自动化实例 .....                  | 80  |
| 第三章 汽轮机船自动化 .....                     | 81  |
| 3.1 概 述 .....                         | 81  |
| 3.2 主机遥控和自动化 .....                    | 81  |
| 3.2.1 三菱重工 MS 型汽轮机 遥控 .....           | 82  |
| 3.2.2 石川岛播磨重工 MT 型汽轮机遥控 .....         | 89  |
| 3.2.3 住友重工 STAL LAVAL AP 汽轮机 遥控 ..... | 97  |
| 3.2.4 川崎重工 UA 型汽轮机 遥控 .....           | 103 |
| 3.2.5 日立造船 UA 型汽轮机 遥控 .....           | 110 |
| 3.2.6 轴封蒸汽供给装置 .....                  | 115 |
| 3.3 主锅炉自动控制 .....                     | 116 |
| 3.3.1 与锅炉运行有关的自动操作 .....              | 117 |
| 3.3.2 燃烧自动控制 .....                    | 117 |
| 3.3.3 给水自动控制 .....                    | 127 |

|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 3.3.4 | 吹灰器 .....             | 129 |
| 3.3.5 | 过热蒸汽温度控制装置 .....      | 130 |
| 3.3.6 | 喷油器遥控装置 .....         | 131 |
| 3.3.7 | 其他 .....              | 132 |
| 3.4   | 相关装置的自动操作 .....       | 132 |
| 3.4.1 | 蒸汽、抽汽、排汽和疏水装置 .....   | 133 |
| 3.4.2 | 给水、凝水装置 .....         | 141 |
| 3.4.3 | 压缩空气装置 .....          | 146 |
| 3.4.4 | 燃油、滑油装置 .....         | 147 |
| 3.4.5 | 冷却水装置 .....           | 151 |
| 3.5   | 与发电机相关的自动操作 .....     | 153 |
| 3.5.1 | 主发电机与备用发电机的自动切换 ..... | 154 |
| 3.5.2 | 汽轮发电机附属装置的自动控制 .....  | 155 |
| 第四章   | 柴油机船、汽轮机船通用装置 .....   | 156 |
| 4.1   | 概述 .....              | 156 |
| 4.2   | 轴系 .....              | 156 |
| 4.2.1 | 可变螺距螺旋桨的遥控装置 .....    | 156 |
| 4.2.2 | 平旋螺旋桨的遥控装置 .....      | 162 |
| 4.2.3 | 轴系的轴承润滑方式 .....       | 163 |
| 4.3   | 控制用及杂用空气 .....        | 165 |
| 4.4   | 安全保护装置 .....          | 168 |
| 4.4.1 | 舱底水装置 .....           | 168 |
| 4.4.2 | 压载装置 .....            | 169 |
| 4.4.3 | 燃油装载装置 .....          | 170 |
| 4.4.4 | 消防装置 .....            | 171 |
| 4.4.5 | 与火灾相关的装置 .....        | 173 |
| 4.4.6 | 惰性气体装置 .....          | 173 |
| 4.5   | 卫生装置 .....            | 174 |
| 4.5.1 | 饮用水、杂用淡水、温水装置 .....   | 174 |
| 4.5.2 | 卫生水装置 .....           | 175 |
| 4.6   | 货油泵装置 .....           | 176 |
| 4.6.1 | 汽轮机驱动货油泵的自动控制 .....   | 176 |
| 4.6.2 | 汽轮机驱动货油泵的自动变速控制 ..... | 179 |
| 4.6.3 | 电动货油泵的自动变速控制 .....    | 181 |
| 4.7   | 油舱清洗装置 .....          | 181 |
| 4.7.1 | 装置 .....              | 181 |
| 4.7.2 | 洗舱 .....              | 182 |
| 4.8   | 废油处理装置 .....          | 182 |
| 第五章   | 监视方式 .....            | 184 |
| 5.1   | 概述 .....              | 184 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 5.2 控制室内的布置与人机学 .....   | 184 |
| 5.3 仪表板及控制盘 .....       | 186 |
| 5.3.1 主机仪表板 .....       | 186 |
| 5.3.2 主机遥控操纵台及控制盘 ..... | 187 |
| 5.3.3 辅机仪表板及控制盘 .....   | 187 |
| 5.3.4 锅炉仪表板及控制盘 .....   | 187 |
| 5.3.5 净油机控制盘 .....      | 187 |
| 5.3.6 模拟图示盘 .....       | 188 |
| 5.3.7 巡回监控盘及数据记录器 ..... | 189 |
| 5.3.8 分组报警盘 .....       | 189 |
| 5.3.9 其他 .....          | 189 |
| 5.4 监视仪表及报警器 .....      | 189 |
| 5.5 船内联络装置及其他辅助设备 ..... | 202 |
| <b>第六章 仪表及调节器</b> ..... | 203 |
| 6.1 概述 .....            | 203 |
| 6.2 种类 .....            | 203 |
| 6.3 监视仪表 .....          | 204 |
| 6.3.1 压力表 .....         | 204 |
| 6.3.2 温度表 .....         | 207 |
| 6.3.3 液位计 .....         | 209 |
| 6.3.4 流量计 .....         | 213 |
| 6.3.5 粘度计 .....         | 214 |
| 6.3.6 油雾检测器 .....       | 215 |
| 6.3.7 烟气指示器 .....       | 215 |
| 6.3.8 二氧化碳测量器 .....     | 216 |
| 6.3.9 氧含量测量器 .....      | 217 |
| 6.3.10 电导式浓度计 .....     | 218 |
| 6.3.11 盐度计 .....        | 218 |
| 6.3.12 pH 计 .....       | 219 |
| 6.3.13 转数表 .....        | 219 |
| 6.3.14 桨叶角指示计 .....     | 219 |
| 6.3.15 负荷指示计 .....      | 219 |
| 6.3.16 电示功器 .....       | 220 |
| 6.3.17 轴马力计 .....       | 220 |
| 6.3.18 轴位移计 .....       | 222 |
| 6.3.19 转子振动仪 .....      | 223 |
| 6.3.20 巡回监控器 .....      | 224 |
| 6.3.21 数据记录仪 .....      | 225 |
| 6.3.22 计算记录器 .....      | 225 |
| 6.4 控制仪表 .....          | 226 |

|            |                          |            |
|------------|--------------------------|------------|
| 6.4.1      | 压力调节器 .....              | 229        |
| 6.4.2      | 温度调节器 .....              | 230        |
| 6.4.3      | 液位调节器 .....              | 233        |
| 6.4.4      | 流量调节器 .....              | 234        |
| 6.4.5      | 粘度调节器 .....              | 234        |
| 6.4.6      | 转速调节器 .....              | 236        |
| 6.5        | 报警器 .....                | 237        |
| 6.5.1      | 压力开关 .....               | 237        |
| 6.5.2      | 温度开关 .....               | 237        |
| 6.5.3      | 液位开关 .....               | 238        |
| 6.5.4      | 流量中断开关 .....             | 238        |
| 6.5.5      | 火焰检测器 .....              | 239        |
| 6.5.6      | 油分检测器 .....              | 239        |
| 6.5.7      | 其他 .....                 | 239        |
| <b>第七章</b> | <b>自动化器件的安装和布管 .....</b> | <b>240</b> |
| 7.1        | 概述 .....                 | 240        |
| 7.2        | 控制器件的安装 .....            | 240        |
| 7.2.1      | 自动控制阀的安装 .....           | 240        |
| 7.2.2      | 仪表板的安装 .....             | 241        |
| 7.3        | 布管、布线 .....              | 241        |
| 7.3.1      | 油管布置 .....               | 241        |
| 7.3.2      | 空气管布置 .....              | 242        |
| 7.3.3      | 布线 .....                 | 243        |
| 7.3.4      | 仪表板的布管、布线 .....          | 243        |
| <b>第八章</b> | <b>自动化船的机舱舾装工程 .....</b> | <b>244</b> |
| 8.1        | 概述 .....                 | 244        |
| 8.2        | 工程进度计划 .....             | 244        |
| 8.2.1      | 控制室 .....                | 245        |
| 8.2.2      | 主机自动化装置 .....            | 248        |
| 8.2.3      | 锅炉自动化装置 .....            | 248        |
| 8.2.4      | 各辅助设备自动化装置 .....         | 248        |
| 8.2.5      | 监视仪表装置 .....             | 248        |
| 8.2.6      | 其他的自动化装置 .....           | 251        |
| 8.2.7      | 自动化装置的试验检查 .....         | 251        |
| 8.3        | 运行准备、运行 .....            | 251        |
| 8.3.1      | 运行准备 .....               | 251        |
| 8.3.2      | 海上试运转 .....              | 251        |
| 8.4        | 工程实例 .....               | 252        |
| 8.4.1      | 柴油机自动化船实例 .....          | 252        |
| 8.4.2      | 汽轮机自动化船实例 .....          | 252        |



# 第一章 概 述

在二十世纪五十年代初期，自动化和遥控虽然在陆地工厂等工业部门已较普遍，但在船舶上还处于落后的状态。其后随着国民经济的高速发展，已看到确保劳动力的困难程度逐渐增大的苗头。由于要求通过自动化减少用于船员工资的开支，针对大功率主机进行准确、迅速地控制以及改善劳动条件等，在船舶方面，才进入广泛地采用自动化及遥控。

1961年（昭和36年）运输省对海运界和造船界积极地进行自动化和遥控的指导。我国在主机驾驶台操纵、控制室操纵以及各种装置的集中控制等方面，广泛采用自动化和遥控居于世界领先地位。后来，船舶自动化热很快扩展到世界各国的海运界和造船界，主机遥控和在具有空调的控制室中进行集中控制，已成为常规控制。最近又增添了一定时间机舱无人的船舶。

针对确保船员的困难，它不仅单纯用自动化装置弥补了船员的不足，还借助自动化和遥控操作解决了手动操作所不能达到的高精确度地自动控制和早期发现故障，避免了因迅速操作所出现的危险事故，提高了运行的安全可靠，借此提高运行经济性。特别值得指出的还改善了劳动条件等。

最终的目标是船舶完全无人运行，而一定时间无人机舱仅仅是它必经的初级措施。总而言之，如果废除机舱夜间值班，就机舱人员从夜间操作管理中解放出来，极大的改善了劳动条件。为此，不单纯装设自动化装置，而且比过去更要求提高主辅机和自动化装置的可靠性。船级协会从这种见解出发，除了建立有关自动化和遥控的规定外，对于一定时间无人机舱的船舶，经检验和考查设备运行技术性能之后才允许发给认可合格证书。譬如，对于NK船级社来讲，至少在机舱无人连续运行24小时以上，方能获得承认，在船级登记簿上登记MO符号。

自动化的进一步发展，就是向着高级判断和控制由计算机来进行的方向迈进。运输省在从1968年（昭和43年）起的四年发展规划中，提出了建造研制超自动化船舶，对船舶导航、避碰、系缆、装卸作业、机舱操作等采用计算机对各种设备运行状态的数据自动进行判断，再依此通过计算机进行自动的最佳控制。作为总的目标是大力提高综合的运输经济性、操作简便性、安全保护性和可靠性。像这样的超自动化船已经建造了数艘，并作为实验性通航。

由于安装计算机而需要巨大的初期投资，所以不能单纯地从省力或经济性观点来决定。目前，通过实验船所获得的各种资料来看，正处于继续进行性能和经济核算方面的探讨阶段。从经济性观点出发，是采用大容量计算机作为数据处理体系，还是用分散安装小型计算机，究竟哪一种为宜各有不同的看法，目前尚未得出明确的结论。

在本书中，采用了MO船的机舱，它已经成为一种可靠的技术。所以，本书就主机遥控，锅炉、辅机和各种设备的自动化及自动化仪表加以叙述。



## 第二章 柴油机船自动化

### 2.1 概 述

柴油机船舶动力装置已部分地采用了辅锅炉燃烧、给水、燃油温度和油水柜液位等自动控制和遥控，并逐渐过渡到整个动力装置采用综合自动化和遥控。

随着柴油机主机的正倒车换向、起动、调速及应急停车等项操纵的自动控制和遥控，辅助机械和辅助设备也广泛地采用了自动控制装置，进一步可在具有空调的控制室或驾驶室实现集中控制。近来，为了取消机舱夜间值班，一般把机舱看成一个整体设备并考虑有系统地推广它的自动化，建造一定时间无人机舱的船舶。

柴油机主机驾驶室遥控技术的进一步发展，就是在原有的起动、调速和反转停车程序控制的基础上，装有自动避开临界转速装置、自动停车、自动减速和各种联锁装置，以使用驾驶室操纵手柄可靠地控制柴油机主机。

针对停电事故，提高装置运行的可靠性，柴油发电机组采用了备用机组自动起动、并列运行时的自动并车和自动分配负载装置。尤其在超负荷运行时，它能有选择的卸掉次要负载，或者在断电后进行重新起动时，它能逐个起动有关辅机。在原有辅锅炉燃烧控制、给水控制、空气压缩机自动起动自动停止和分油机自动排渣等基础上，机舱所有机械设备还分别采用了主要辅机的自动起动自动停止，备用机组自动切换，温度、压力和液位自动控制等，提高了装置运行可靠性。

为了监视机舱的运行状态，设置监视报警装置，建立完善的机舱应急处理体制，一般装有数据记录仪和巡回检测监视装置。连接居住区的远距离报警装置，分别把机舱无人时的异常报警送到驾驶室和轮机员房间。此外还装有柴油机主机排气温度偏差检测仪、曲柄箱油雾浓度检测器、扫气箱温度报警和气缸注油器流量报警等。

今后，为了实现机舱长时间无人的自动化设想，对主机备车程序控制、操纵控制、机舱监视、报警记录、效率计算、燃油耗量计算等都采用计算机控制，它将成为推广未来超自动化船舶的主要任务。现已进入实船试验阶段。

这章叙述的关于主机、发电机、辅锅炉及压缩空气、淡水冷却、燃油和滑油系统等有关装置所采用的自动化装置和遥控装置，就是实现无人机舱船舶的基础，计算机控制的超自动化船舶的初级阶段。

### 2.2 柴油机主机遥控

#### 2.2.1 概 述

柴油机主机的操纵方法尽管随机型而异，但最终都可以归纳为正倒车换向、起动停车和调速三项基本操作。这种远离机旁在机舱控制室或驾驶室等场所进行操纵的操纵方式称遥

控。按遥控的传递方式来分有如下四种类型。

#### 1. 机械式

指利用连杆、钢丝、齿轮等机械式传动机构来远距离操纵主机操纵手柄的操纵方式。它结构简单。

#### 2. 电-油压式

指利用电控制的油压电磁阀，经油压缸、油马达来推动主机操纵手柄的电动远距离控制方式。它具有结构复杂、可控性好和推动功率大等特点。

#### 3. 电-气压式

指利用电控制的气动电磁阀，经气缸、气马达来推动主机操纵手柄的电动远距离控制方式，或者直接用主机调速马达和起动空气电磁阀组来推动主机操纵手柄的远距离操纵方式。

#### 4. 电动式

指利用电控制的电机、电磁离合器等来推动主机操纵手柄的电动远距离控制方式。它具有调整复杂、可控性好和易于实现自动化等特点。

在上述四种操纵方式中，各有各的特点，依使用目的来讲，既存在单独使用或混合使用，又存在使用范围的限制。也就是(1)只不过是机旁操纵手柄的远距离操纵，往往多用于小型船舶的远距离操纵或大型船舶离机旁比较近的机舱控制室进行远距离操纵。(2)(3)(4)用于大型船舶的机舱控制室操纵或无人机舱船舶的驾驶室操纵。它将单手柄或旋钮放在规定的位置，以及用按指定按钮并按预定程序自动达到预定负荷的全自动式操纵。

近来，船主、造船厂和遥控装置制造厂共同进行调查研究，促进了远距离操纵方式的发展。目前，各造船厂集中研究遥控装置中主要组成部件的标准化问题。

其次，考虑到无人机舱船舶是由驾驶员操作操纵装置。所以在主机操纵功能方面，主机遥控装置应追加自动避开扭转振动装置，出现温度和压力等异常故障时能自动减速和自动停车装置，以及各项安全保护装置。

## 2.2.2 柴油机主机遥控类型

### 一、机械式遥控装置

机械式遥控装置指用远离主机机旁安装的主机操纵手柄，其间通过连杆、挠性杆、轴、钢丝和齿轮等机械传动机构，由远离主机的操纵台操纵主机。其特点如下：

#### 1. 优点

- 1) 结构简单可靠。
- 2) 不需要外界辅助能源。
- 3) 由于不用流体或电的辅助能源，所以运行过程中不需要调整，便于维护使用管理。
- 4) 不直接受停电的影响。
- 5) 与其他操纵方式相比造价低。

#### 2. 缺点

- 1) 难于做到复杂准确地自动操纵。
- 2) 作为人工操纵来说，操纵时劳动强度大。

3) 由于不能像其他操纵方式沿结构物敷设管路或电线, 使传动连杆与其余机构的连结位置 and 方向受到限制, 所以控制室在机舱布置中的位置应予以特殊考虑。

4) 若操纵手柄离主机太远时, 它受船体变形或气温变化的影响, 使推动操纵手柄既费劲又存在操纵误差, 限制了远距离操纵的距离。因此, 它不适于中型以上船舶的驾驶室操纵。

在机旁操纵柴油机主机, 通常有三项基本操作, 即启动、调速和正倒车换向操作。由于有的机型还使用兼用手柄, 所以操纵手柄的个数随机型而异。由操纵手柄所连接的操纵装置可理解为组成三个操纵系统。机械式遥控装置的操纵系统, 使用彼此独立的机械式传动机构连接远离机旁的操纵手柄。在这些传动机构中有一部分采用机械式, 其他采用气压、油压、电-气等传递方式。

下面, 介绍机械式遥控装置的各种典型实例。

#### 实例 1 MAN 型主机机械式遥控装置

图 2-1 示出用连杆传动机构构成的 MAN 型主机机械式遥控装置。

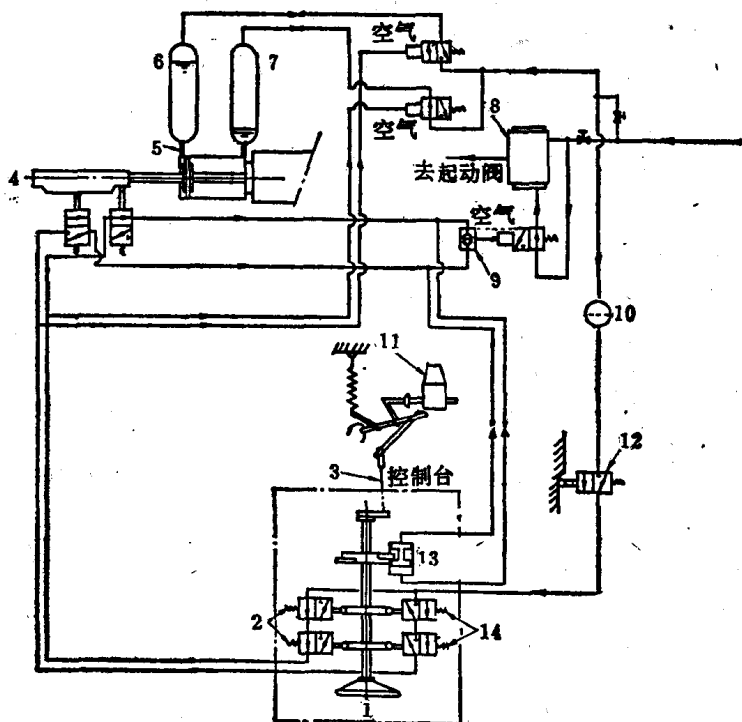


图 2-1 MAN 型主机机械式遥控装置

1-圆形主机操纵手轮; 2-正车气控阀; 3-燃油调整杆; 4-凸轮轴连锁阀; 5-移动凸轮轴动力活塞; 6-倒车贮气瓶; 7-正车贮气瓶; 8-自动起动空气阀; 9-双座止回阀; 10-过滤器; 11-喷油泵; 12-转车机连锁阀; 13-手轮连锁; 14-倒车气控阀

MAN 型主机用一个圆形操纵手轮实现启动、调速和正倒车换向操纵。当圆形操纵手轮从停车位置向左转到正车起动位置时, 换向凸轮切换到正车方向, 主机处于正车起动状态。继续转到正车运行位置时, 供油, 随着操纵手轮继续向左转, 则主机处于正车加速运行状态。

反之, 操纵手轮从停车位置向右转到倒车起动位置时, 换向凸轮切换到倒车方向, 主机处于倒车起动状态。继续转到倒车运行位置时, 供油, 随着操纵手轮继续向右转, 则主机处于倒车加速运行状态。当操纵手轮返回到停车位置时, 停止供油, 主机停车。另外, 在圆形操纵手轮上装上手轮连锁机构, 当换向凸轮没有推到正车或倒车位置时, 它不允许操纵手轮离开起动位置。

在这个实例中, 控制室装有操纵手轮与主机操纵机构之间的油量调整机构, 也就是通过杠杆机构传递主机的调速操作。由于 MAN 型主机的启动和正倒车换向操作是利用起动空气的空气压力进行的, 所以用圆形操纵手轮连锁机构及起动空气操纵阀组来改变操纵位置, 其间用空气管路连接主机操纵机构。

燃油凸轮轴的连锁是用燃油凸轮轴一端安装的气动控制阀来监视凸轮轴的正倒车位置。在燃油凸轮轴尚未推到正车或倒车位置时, 气动控制阀切断起动空气, 手轮连锁机构也不允许主机处于供油运行。

在安装燃油连杆机构时，通过调整杆端的调整螺钉来调整相位误差。为了尽量减少杆件间隙所引起的误差及摩擦阻力和轴心不正引起的影晌，在杆上装有球轴承和万向接头。

## 实例2 SULZER-RND 型主机机械式遥控装置

图2-2示出用角尺杆及杠杆传动机构构成的 SULZER-RND 型主机机械式遥控装置。

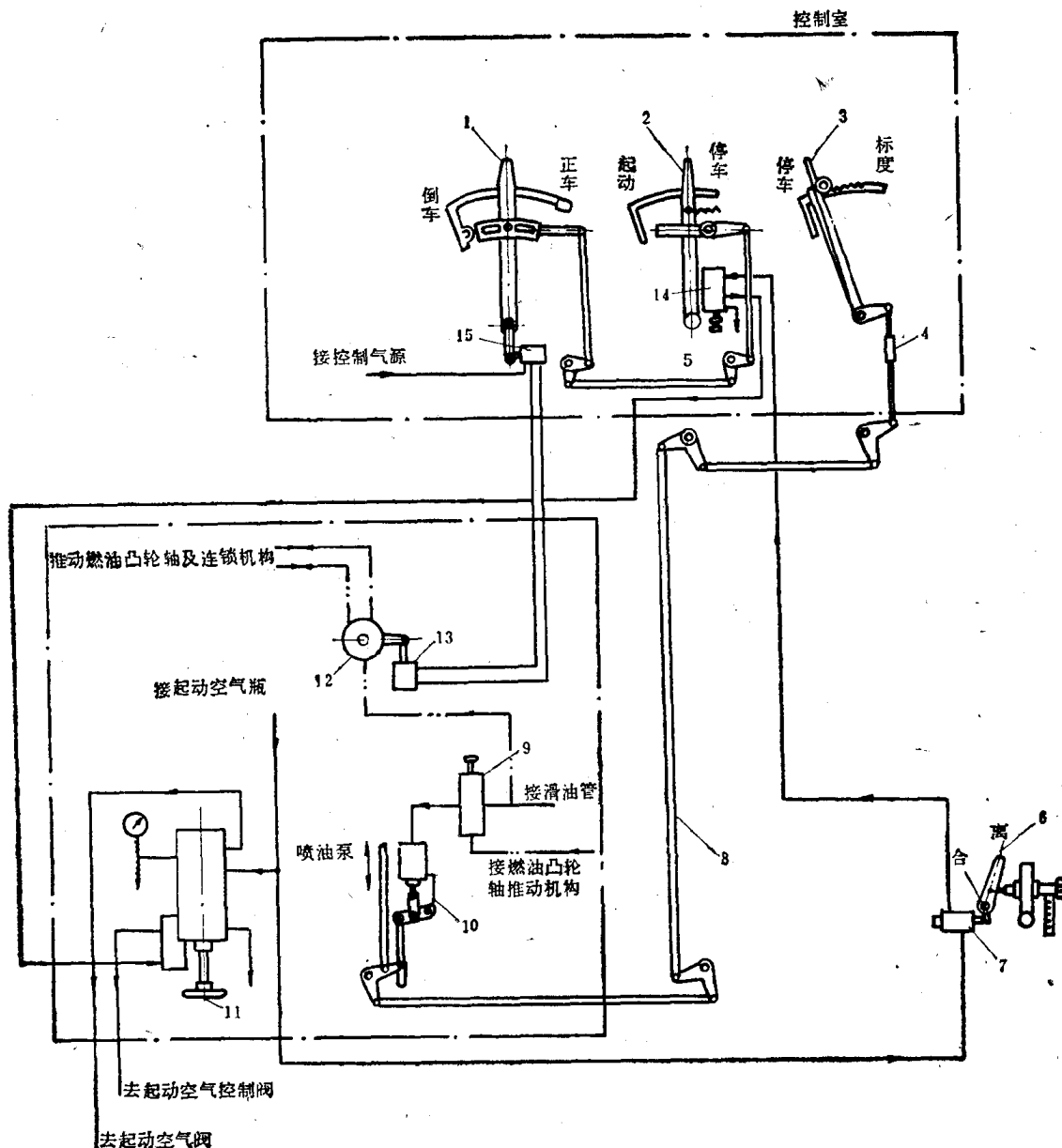


图2-2 SULZER 型主机机械式遥控装置

1-正倒车换向杆；2-起动手柄；3-调速手柄；4-调整螺杆；5-正倒车换向连锁；6-转车机离合器手柄；7-转车机连锁阀；8-角尺杆及连杆机构；9-断油阀；10-断油机构；11-起动空气自动切断阀；12-正倒车换向油压阀；13-活塞阀；14-起动空气控制阀；15-控制阀

在 SULZER 型主机中，通常有两个操纵手柄和一个与回令车钟兼用的正倒车换向杆。一个是起动操纵手柄，另一个是调速操纵手柄。

首先，调速手柄从停车位置拉到3~5格运行位置，起动手柄从停车位置拉到起动位置，主机开始起动。于是，再推动调速手柄，使主机加速运行。向相反方向拉动调速手柄，

主机减速。当调速手柄返回到停车位置，主机断油停车。在起动手柄不握在手上时，它能靠弹簧的弹力返回到停车位置。正倒车换向杆按车钟示出的方向向正车或倒车回转方向切换。在正倒车换向杆与起动手柄之间装有连锁机构，当正倒车换向杆处于停车位置时，推不动起动手柄。

在这个实例中，使设在控制室内的操纵手柄与主机操纵机构之间用角尺杆及杠杆组成连杆传动机构并用控制空气管路相连接。前者调整供油量，即传递调速操作；后者将正倒车换向操作传递给主机本身的正倒车换向油压阀。

在 SULZER 型主机中，由于用起动空气的空气压力进行起动操作，所以起动空气控制阀配合机旁操纵手柄，车钟连杆和连锁机构等来改变操纵位置。它们之间通过控制空气管路与主机操纵机构相连接，操纵手柄的操作仍旧与机旁手柄操作的传递方式一样。连杆传动机构与实例 1 相同，仍用装在杆端的调整螺钉调整它的相位误差。在杆销处装有球轴承以减少摩擦阻力。

## 二、电-油压式主机遥控装置

不论是在驾驶室操纵还是在控制室操纵，电-油压式指由远离主机的控制台，通过电的控制装置和油压驱动机构来遥控主机正倒车换向、起动、停车和调速等项操作的操纵方式。这种遥控方式的优缺点如下：

### 1. 优点

- 1) 控制性能好、可实现准确地控制。
- 2) 驱动功率大，操作时劳动强度小。
- 3) 由于控制系统全部采用电气的，所以油泵装置可以装在机旁，绝大部分的安装任务是敷设电气线路，安装位置不受限制，控制设备可选在机舱最佳部位。
- 4) 易于装设各种自动化设备和连锁机构等。

### 2. 缺点

- 1) 造价比较高。
- 2) 在油压管路泄漏时，通常不能进行操作。

这种操纵方式是把控制台上的操纵手柄或操作开关的操作转换成电气信号，用它调整动力油泵送至动力油缸的压力油，并进行操纵主机的操纵方式。图 2-3 示出它的动作原理。

主机正倒车换向的二位动作像图 2-3(b) 所示出的那样，来自油泵的动力油经远距离操纵换向电磁阀送到动力油缸，推动活塞动作。作为调速操作，它要求主机转速的变化能正确而迅速地追随遥控操纵手柄的位置，如图 2-3(c) 所示，它用油压伺服机构或油压驱动机构去推动自整角机控制装置（或电位计控制装置）。

自整角机控制装置是由自整角机发送器、自整角机变压器、追随阀和油缸组成闭环追随机构。如图 2-4 所示，自整角机变压器的定子与自整角机发送器的定子相连接，发送器的转子接交流电源，自整角机控制装置输出的电压  $e$  随变压器转子的角位移（即遥控操纵手柄的角位移）而变化，也就是随失调角而变化。当油缸追随到预定位置（即发送器与变压器转子位置相一致）时，输出电压为零。它还随发送器转子的旋转方向而异。

由于这个信号电压是交流信号，所以在进行信号电压整流的同时，还用相位鉴别器检测转子的旋转方向。

由追随阀的四通切换阀把微弱的直流信号电压迅速而准确地转换成驱动油压，并在切换

操作的同时还有流量调整。图2-5示出追随阀的结构。

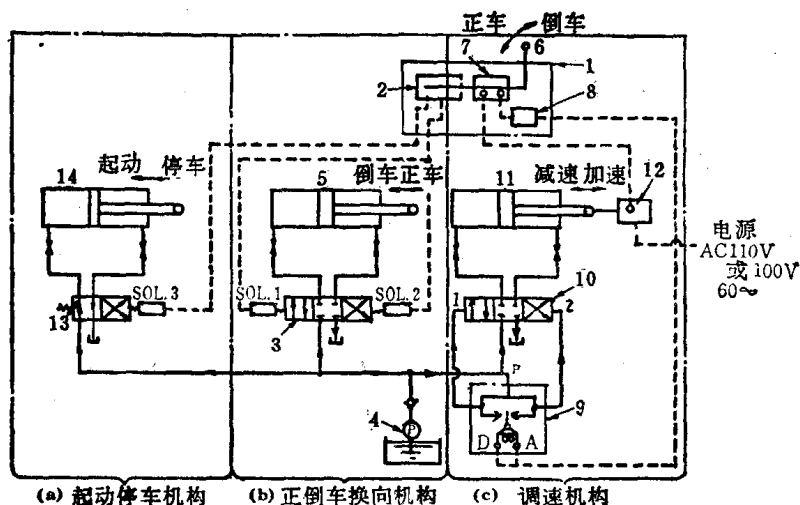


图2-3 电-油压式遥控装置原理图

1-驾驶室控制盘；2-起动、停车、正倒车换向指令装置；3-电磁阀；4-油泵；5-正倒车换向油缸；6-遥控操纵手柄；7-自整角机变压器；8-相位鉴别器；9-追随阀；10-油压控制阀；11-调速油缸；12-自整角机发送器；13-电磁阀；14-起动停车油缸

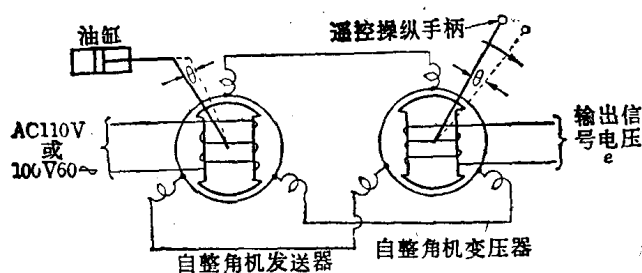


图2-4 自整角机控制装置

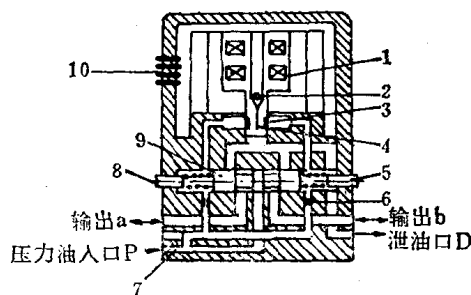


图2-5 追随阀结构

1-转矩马达；2-板簧；3-喷咀；4-挡板；5-调整销；6-节流孔；7-油滤器；8-固定销；9-切换阀；10-输入线圈接线柱

这个阀由输入线圈接线柱、板簧和挡板组成，根据流过输入线圈的电流方向，使挡板向右或向左偏转，其偏转的大小与电流强度成比例。一方面，把油泵出口的压力油，从P进入经节流孔送到切换阀两侧，再由喷咀排出。当输入线圈没有电流流过时，挡板处于中间位置，从两侧喷咀喷出的油量相等，使切换阀也处于中间位置，压力油输出口a和b都处于关闭状态。假若线圈有电流通过并使挡板向右偏转时，右侧喷咀喷出的油量减少，使切换阀右侧油压升高，推动切换阀向左移动。因此，来自油泵的压力油进入输出口b，a和泄油口D相通，组成P~b及a~D油压回路。

此外，由于喷咀喷油量变化与挡板偏转成比例，所以切换阀的位移也同挡板偏转成比例，P~b及a~D油压回路中的油量也同样与挡板偏转位移成比例，也就是与输入线圈的电流强度成比例。在输入相反方向的电流信号时，构成P~a及b~D油压回路。通过追随阀切换进入油缸的压力油，使活塞随着操纵手柄向右或向左移动，并调整机旁操纵手柄。通过它

与自整角机控制装置的反馈联系, 这个活塞将一直移动到自整角机发送器与自整角机变压器之间没有相位差角(即失调角为零)为止。它相当于调整遥控操纵手柄。

现按图2-3补充介绍它的操纵过程:

1) 起动油泵 4。

2) 将控制台遥控操纵手柄 6 转到正车位置。

3) 使电磁阀 3 励磁线圈 SOL1 通电, 切换阀动作, 压力油进入油缸 5 的左侧, 活塞向右(正车位置)移动。

4) 当油缸活塞推到正车位置时, 使电磁阀 13 励磁线圈 SOL3 自动通电, 油缸 14 的活塞向左(起动位置)移动。

5) 另一方面自整角机变压器 7 的转子回路给出的信号电压被转换成直流电压, 通过相位鉴别器 8 检测出转子的回转方向。

6) 当这个直流信号电压加到追随阀 9 线圈 A~D 时, 挡板向左移动, 压力油进入 P~a 回路。同时压力油还送入油缸 11 左侧, 活塞从“停车”位置推到“运行”位置。

7) 当活塞移动到相当于遥控操纵手柄 6 的“运行”位置时, 被活塞杆连接的自整角机发送器 12 也跟着转到自整角机变压器 7 的对应位置。自整角机变压器输出的信号变为零, 活塞才停在预定的位置上不动。

减速操作过程与加速操作过程相反。

可用控制台操纵手柄随意进行调速操作。

另外, 可以用电位计控制装置代替自整角机控制装置。采用控制电桥的电位计控制装置是由发送电位计、追随电位计、追随阀和油缸组成闭环追随机构。图2-6示出它的工作原理。

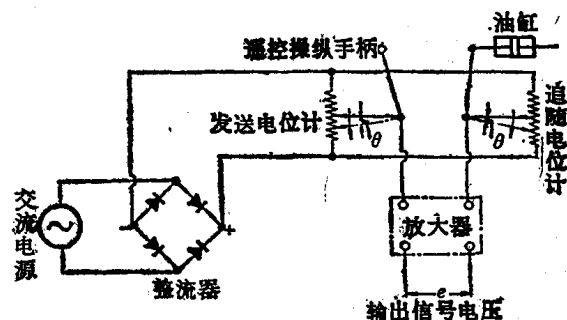


图2-6 电位计控制装置工作原理

当推动遥控操纵手柄时, 它破坏了发送电位计与追随电位计的桥路平衡状态, 输出与它的角位移变化相对应的信号电压。由于电位计获得的信号电压较小, 所以用一般的信号放大器放大后送入追随阀。当追随阀动作时, 切换油压回路, 使油缸追随发送电位计动作。被油缸连接的追随电位计一直移动到发送与追随电位计不存在偏差角为止, 电桥才处于平衡状态。

追随阀的工作原理与自整角机控制装置用的追随阀相同。

上述介绍的只是它的动作原理, 其具体操作方法随机型而异, 其复杂程度也随安装的自动化装置和连锁机构而异。对于实际的遥控装置来讲, 难以做到全面的介绍, 仅以下面实例给予部分的说明。

### 实例 1 MAN 型主机驾驶室或控制室遥控

#### 1. 概述

这个实例是由驾驶室或控制室遥控 MAN-KZ 型主机。机舱控制室大体上 仍然还保留原有的机械式操纵机构, 通过车钟手柄由驾驶室控制台遥控主机正倒车换向、起动、停车和调速。作为这个装置的主要操纵机构有如下几项。

1) 与驾驶室车钟操纵手柄同步进行主机正倒车换向、起动、停车和调速操作。

2) 起动空气自动投入和自动切断。

3) 起动失败后自动进行重复起动。

4) 加速程序控制。



5)自动避开临界转速。

6)各项连锁机构。

图2-7示出这个装置的系统。

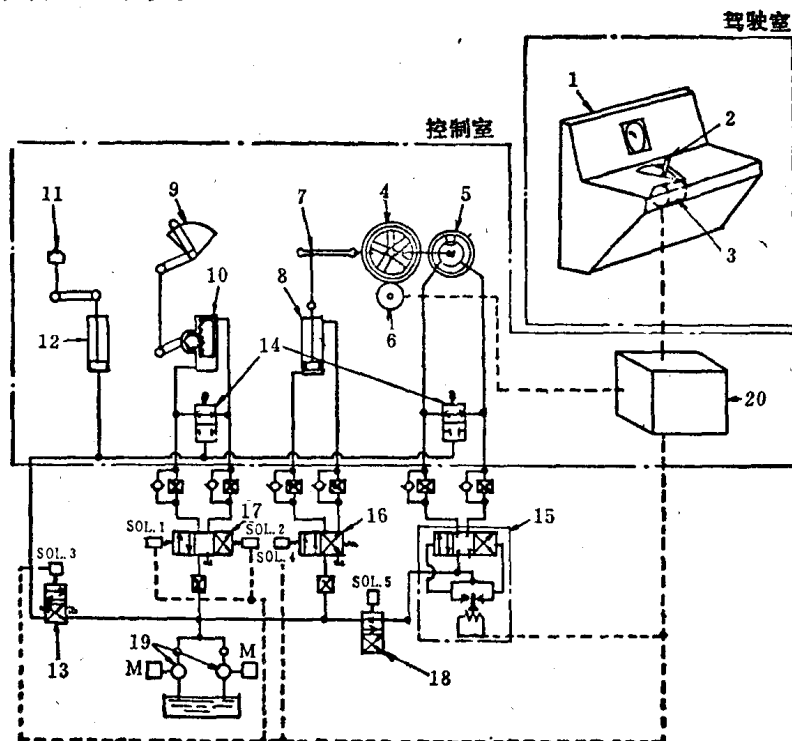


图2-7 MAN型主机驾驶室或控制室遥控系统

1-驾驶室控制台，2-车钟操纵手柄，3-自整角机变压器，4-控制室机械式操纵手柄，5-操纵手柄油缸，6-自整角机发送器，7-辅起动手柄，8-辅起动油缸，9-正倒车换向阀，10-正倒车换向阀油缸，11-操纵手柄限制器，12-操纵手柄限制器油缸，13-控制阀用电磁阀，14-控制阀，15-追随阀，16-辅起动电磁阀，17-正倒车换向电磁阀，18-电磁阀，19-油泵，20-控制箱

## 2. 遥控

下面按操纵顺序逐项说明遥控操作方法。

### 运行准备

- 1) 设在控制室的操纵部位选择开关转到驾驶室，接通控制台的控制电源。
- 2) 把控制台上的泵浦切换开关转到1号或2号，合上电源开关，起动手泵19。
- 3) 在电磁阀13投入工作的同时，控制阀14和油缸12动作，截断旁通回路，操纵手柄限制器11脱开，完成主机驾驶室油压操作准备。

### 操纵部位

#### 1) 控制室→驾驶室

在主机起动之前，操纵部位已预先切换到驾驶室的时候，如上述运行准备说明，仅把操纵部位选择开关切换到驾驶室。在控制室操纵手柄4操作期间向驾驶室切换时，驾驶室车钟操纵手柄位置应调整到与控制室操纵手柄位置一致后，才能把操纵部位选择开关转向驾驶室。

#### 2) 驾驶室→控制室

把操纵部位选择开关拉回到控制室时，操纵部位移到控制室，它与主机运行及停车状态无关。

### 正车

1)当控制台车钟操纵手柄 2 推到正车某一位置时,按下述操作顺序自动进行操作。

2)通过车钟操纵手柄 2 带动正倒车换向开关,使电磁阀17和油缸10投入工作,正倒车换向阀 9 切换到“正车”位置。

3)正倒车换向阀 9 切换到“正车”位置之后,通过自整角机变压器 3、追随阀15、操纵手柄用回转油缸 5 和自整角机发送器 6,使操纵手柄 4 进入“反转”位置。

4)用起动空气压力使主机凸轮轴向“正车”位置移动。当推到“正车”位置之后,建立辅起动回路,使电磁阀16、辅起动缸 8 投入工作,推动辅起动手柄 7。

5)送进起动空气,主机开始按正车方向回转。控制台车钟操纵手柄推到倒车时,它也按同样的操作顺序进行起动。

6)起动之后,若主机转速尚未达到点火转速或在设定的起动时间内主机转速又低于点火转速时,重新使电磁阀16、辅起动缸 8、辅起动手柄 7 工作,再次送进起动空气进行第二次起动。允许连续起动三次,若第三次重复起动仍未达到供油运行状态时,给予报警,并停止起动。

7)给出三次起动失败报警之后,若再进行起动时,应在车钟操纵手柄 2 一度返回到“停车”位置之后,再重复 1~6 的操作顺序。

8)当主机转向鉴别器检测出主机开始按车钟操纵手柄 2 的指令方向回转时,控制室操纵手柄 4 同时进到供给起动空气和供油位置。

9)当主机转速增加到预定的起动空气自动切断转速时,转速检测回路使电磁阀16断电,辅起动手柄 7 返回到原来位置,切断起动空气。

10)同时建立差动自整角机控制回路,通过追随阀15和操纵手柄 回转油缸 5 使控制室的操纵手柄 4 按预定的调速程序转到相当于车钟操纵手柄 2 的位置,由主机调速器操纵。

还有,当主机转速进到临界转速区域时,自动取消加速程序控制,迅速增加主机转速并越过临界转速区域。

11)然后,通过追随阀15和自整角机控制装置使控制室操纵手柄 4 追随驾驶室车钟操纵手柄 2。

#### 正车→倒车

1)车钟操纵手柄 2 从“正车”推到“倒车”某一设定位置时,按下述操作顺序自动进行操作。

2)通过自整角机控制装置,使操纵手柄 4 返回“停车”位置。

3)由车钟操纵手柄 2 同步带动正倒车换向开关动作,使电磁阀17投入工作,通过油缸10切换正倒车换向阀 9。

4)通过自整角机控制装置使操纵手柄 4 向“反转”位置转动,利用起动空气压力将主机凸轮轴推到倒车位置。

5)当主机转速降到自动投入制动空气的预定转速时,建立辅起动回路,辅起动手柄 7 工作,向主机供给制动控制空气并进行制动。

6)当主机转向鉴别器检测出主机开始倒车方向回转时,通过自整角机控制装置,操纵手柄 4 同时转到供给起动空气和供油位置。

7)当主机转速增加到起动空气自动切断的预定转速时,辅起动手柄 7 返回“停车”位置,切断起动空气。

8)而后,主机处于供油运行状态,后续的操作过程与正车相同。