

船舶动力装置自动化

赵国光 黄刘琦 合编

国防工业出版社

船舶动力装置自动化

赵国光
黄刘琦 合编

国防工业出版社

内 容 简 介

本书主要叙述船舶柴油机动力装置的压力、温度、燃油粘度等参数自动调节系统的工作原理、设计原则和调试知识；推进装置的气动、电动远操纵系统的工作原理和设计原则；介绍燃气轮机装置的远操纵、机舱检测仪表、报警系统和锅炉自动化的知识。

本书为高等学校船舶动力装置专业教材，也可作为业余大学类似专业的教学参考书，并可为从事船舶动力装置研究、设计和施工人员应用，可供从事动力装置自动化的人员参考。

船舶动力装置自动化

赵 国 光 合编
黄 刘 琦

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张13⁵/₈ 311千字

1981年2月第一版 1981年2月第一次印刷 印数：0,001—2,700册

统一书号：15034·2166 定价：1.45元

前 言

本书系根据1978年六机部召开的船舶动力装置教材座谈会上通过的《船舶动力装置自动化教材编写大纲》编写的，可供高等学校船舶动力装置专业使用。计划学时为70学时。

本教材的基本内容于1973~1976年同名课程的讲义中已逐步形成，于1977年重新编写，1978年后又按上述大纲修改成此稿。本书着重介绍内燃机动力装置的自动化，适当叙述一些燃气轮机动力装置自动化。在编写中又考虑到了国内外船舶动力装置自动化的迅速发展情况。由于船舶动力装置自动化所牵涉到的技术内容甚为广泛，并考虑到本课程的目的主要是介绍船舶动力装置设计、研究和施工中必要的知识基础，因此本书重点放在参数自动调节和推进装置远操纵的基本原理，适当兼顾一些其他内容。本教材也能为业余大学类似专业使用，并便于读者自学。

本书前三章为参数自动调节系统，除系统的组成和特性、自动化仪表的工作原理外尚简单介绍调试方面的知识和一些管路系统设备的简单程序控制知识。考虑到学时和教材的篇幅有限，我们避免用较深的理论去解释自动调节系统的动态特性，故在间接式调节仪表中重点介绍气动仪表，希望通过气动仪表工作原理了解比例积分调节的基本概念。本书的第四~七章为推进装置远操纵系统，介绍了气动和电动远操纵系统的基本工作原理以及其中各种典型元件和线路的工作原理；还介绍了几种主要推进装置的典型控制系统。因该书供非电专业学生用，故又对系统中各个典型环节的电路作了必要的叙述。为了在专业教学计划中不设检测仪表课程的学校仍能使具备有关的初步知识，故在第八章中简单介绍机舱热工测量仪表的知识。第八、九两章非本书重点，故内容比前几章简略。

本书由赵国光与黄刘琦合编，前者编写绪论、参数自动调节（一~三章）、检测与报警（八章）和辅助锅炉自动化（九章）；后者编写推进装置远操纵（四~七章）。本书由武汉水运工程学院汪仲山同志等主审。在编写过程中一半内容曾由交通部上海船舶运输科学研究所蒋广生同志审阅过，提过不少宝贵意见。上海船舶运输科学研究所、上海航道局、广东航运规划设计院、上海自动化仪表一厂、三厂等又提供了许多有价值的资料。在此一并表示感谢。

由于我们水平有限，本书一定有不少缺点和错误，望广大读者和使用本教材的兄弟院校师生提出宝贵意见。

编 者

目 录

绪论	1
第一章 简单的调节系统	3
§ 1-1 双位调节	3
§ 1-2 简单的直接式调节器	12
§ 1-3 蒸汽加热用的直接式温度调节器	21
第二章 间接式调节系统	24
§ 2-1 气动自动化仪表的基本元件	25
§ 2-2 船用基地式气动比例调节器	27
§ 2-3 冷却循环温度自动调节系统	32
§ 2-4 船用基地式气动比例积分调节器	37
§ 2-5 气动单元组合自动化仪表和调节系统	40
§ 2-6 气动系统中的执行器和气源	51
§ 2-7 电动自动化仪表	63
第三章 气动仪表的调试和调节系统的参数整定	66
§ 3-1 气动仪表的调试	66
§ 3-2 气动调节系统的参数整定	70
第四章 远操纵系统的基本概念	73
§ 4-1 推进装置与远操纵的关系	73
§ 4-2 远操纵系统中的一些基本问题	76
第五章 气动远操纵系统及其组成	78
§ 5-1 气动跟随系统及其元件	78
§ 5-2 气动跟随系统的静态分析	81
§ 5-3 气动逻辑元件	88
§ 5-4 逻辑运算的基本知识	98
第六章 电动远操纵系统的基本环节	103
§ 6-1 简单跟随系统的工作原理	103
§ 6-2 电子跟随系统的结构框图	104
§ 6-3 自整角机	105
§ 6-4 相敏整流	110
§ 6-5 射极耦合双稳态触发器	112
§ 6-6 直流伺服电机及其控制	114
§ 6-7 电子跟随系统电路实例	117
§ 6-8 交流伺服电机及其控制	120
§ 6-9 逻辑电路简介	123
第七章 推进装置远操纵系统	132
§ 7-1 非反转柴油机装置的气动远操纵系统	132

§ 7-2	可反转柴油机气动远操纵系统	134
§ 7-3	柴油机电子远操纵系统实例	139
§ 7-4	柴油机电-气远操纵系统	143
§ 7-5	柴油机与变距桨的联合控制	149
§ 7-6	多机共轴装置的控制	156
§ 7-7	燃气轮机联合装置的控制	160
第八章	检测与报警	175
§ 8-1	检测仪表	176
§ 8-2	报警系统	192
第九章	辅助锅炉自动化	197
§ 9-1	气压的自动调节	197
§ 9-2	水位的自动调节	199
§ 9-3	辅锅炉的程序控制和安全保护	201
§ 9-4	辅助锅炉连续调节实例	207
	参考文献	210

绪 论

在第二次世界大战以后, 船舶技术发展的主要方面之一是自动化。船舶自动化的内容大致有: 1. 驾驶方面的自动化, 如自动舵、自动定位、自动避碰和自动选择最佳航线等等; 2. 装卸和压载方面的自动化, 如油轮的自动装卸、压载注排水的自动控制等等; 这里还可包括冷藏舱的温湿度自动调节等; 3. 行政管理、生活和医疗方面的自动化; 4. 特种设备的自动化, 如军舰武备的自动控制、观察通信的自动控制; 5. 动力装置的自动化。

本书只介绍动力装置的自动化。我国在五十年代后期已开始研制轮机自动控制设备, 并且已在我国一些船舶上使用。从1958年开始研制和使用主机驾驶台远操纵, 但技术发展较慢, 直到七十年代柴油主机驾驶台远操纵的研制工作才有了较多的发展, 同时也研制生产了一些其他动力装置的自动控制设备和仪表。国外在五十年代末以前主要发展在于单项自动化, 例如船舶主锅炉自动化, 副锅炉全自动和中小型柴油机远操纵。在五十年代末和六十年代初轮机自动化有了很大发展。1959年日本建造的万吨远洋货轮“金华山丸”, 在机舱中设立一个集中控制室。由于集中监视机舱中各主要机械和设备的运行参数, 控制主机和部分辅机, 并能在驾驶台控制主机, 所以, 只需一个人在集控室值班。六十年代初主机驾驶台远操纵得到很大的发展, 1966年计算机已开始用在法国建造的民用船舶“Dolabella”号的轮机监控上。从此许多技术先进的国家都开始重视轮机的计算机监控, 并进行了很多研究工作。七十年代由于大规模集成电路的出现和微型计算机、微处理机的发展, 为计算机用于轮机控制提供了很有利的条件, 现已有一大批利用计算机监控的船舶。

由于轮机自动化技术的发展, 自动控制功能的扩大和自动控制设备的不断完善, 所以轮机部工作人员不断减少。从一个人在集控室值班发展到1964年开始机舱夜间取消值班, 以至后来实现机舱无人值班。相应各国船级协会也开始制订轮机自动化的规范, 其中包括对无人值班机舱的要求。某些船级协会登记的新船中已有50%为机舱无人值班。一般要求24小时机舱无人值班。除此以外, 也有一些特殊需要的舰船可以由岸上或别的船上无线电遥控。

动力装置的自动化主要指机舱的自动化。目前国内外建造的新船已实现了不同程度的动力装置自动化。这类自动化的内容大致包括:

(一) 推进装置的远距离操纵

能在驾驶台操纵主推进装置的运行: 起动、正倒车、离合器的结合与脱开、并联机组选择、转速和螺距的控制。有集中控制室的船尚能在集控室控制主机。一般驾驶台远操纵推进装置时往往由驾驶人员操作, 所以只要求驾驶人员以最简单的动作去操纵就可改变不同的运行状态, 而在集控室远操纵时则由轮机人员操作, 操作动作就可稍复杂一点。显然驾驶台直接操纵的控制系统比集中控制室操纵的控制系统要复杂一些, 因为前者必须代替轮机员在集控室操纵时人的判断和某些思维过程。但集控室操纵有时可以实现在驾驶台不便实现或较难实现的操纵内容。例如自动备机。集控室操纵可作为驾驶台操纵的补充和应急备用。

(二) 各系统运行参数的自动调节

一些重要的运行参数需要保持在正常的范围内。常见的参数有柴油机冷却水、滑油、燃油柜中的燃油、生活用水等等的温度；燃烧重油（或燃料油）的主机燃油进入主机前的粘度；压缩空气系统中的气压、蒸汽系统中的汽压和液压系统中的工作油压；箱柜中的液位，锅炉内的水位。特别是蒸汽动力装置中的主锅炉和主汽轮机装置的参数调节系统往往较庞大而复杂。

(三) 辅助机械、设备和系统的自动控制

动力装置中除推进装置以外其他的机械设备和系统，也应实现自动化或远操纵：例如船舶电站在负荷超过一定值时自动启动另一台发电机组，并在负荷降到一定程度时自动停止一台机组运行，自动并入电网或脱出电网运行，自动分配并联机组的负荷，自动调频，或在运行机组故障时自动切换另一机组；又如其他辅机（泵、压气机等）的启动、停止，故障时自动切换，滑油滤器的自动清洗，自清式离心分油机清渣操作等的自动化。现代内燃机船舶上辅助锅炉和废气锅炉往往实行全自动控制，包括自动启动、熄火、给水和风量调节等。还有一些阀门要实现远操纵或自动操纵。

(四) 监视、报警和故障保护

为了保证船舶和动力装置中各机械设备的**安全、可靠和正确的运行**要设置各种检测仪表和信号灯，以随时了解各重要参数的大小和机械设备的运行状态。随着自动化的发展，轮机人员的减少，对这些参数和运行状态的监视就越感到重要，并要求自动进行，例如自动不断巡回检测这些参数，自动记录参数，发生故障或不正常时自动报警和呼唤有关人员，自动记录故障，进一步还可实现故障时自动降低机械的运行负荷或停机，或者自动切换备用机组以及其他的排除故障的措施。近年来国外又在发展故障自动诊断、故障预报以及维修指示的新技术。

(五) 火灾报警和自动灭火

由于自动化程度不断提高时，机舱中值班人员减少甚至无人，所以火警系统愈显重要。现在各国在动力装置自动化规范中都对火灾报警作了规定。因此在自动化程度高的船上应设置各种火警探测器，以及报警和自动灭火设备等。

动力装置自动化在近二十年来所以得到很大发展，主要原因在于：1. 可以减少船员人数和减轻船员劳动强度，以降低成本、适应船员缺乏情况；2. 有了自动化，使装置的运行正常更易得到保证。尤其是推进装置的发展要求各机械设备的运行协调，而这种协调往往不是轮机人员能胜任或较难胜任。而自动设备却可以迅速及时地保证各机械设备的协调：例如燃气轮机-柴油机-变矩桨的联合控制，可以保证推进装置的正确工作和良好性能，由于自动化也有助于降低耗油量和减少故障造成的损失，因此可以提高经济性。总之自动化可以提高或保证实现动力装置的技术性能；3. 减少故障或事故，提高运行可靠性。

我国在船舶动力装置自动化方面虽也有了**不少发展**，但比起国际先进水平差距很大。这就要求我们加倍努力，迎头赶上世界先进水平。

现代自动化技术在理论和实践方面的深度和广度都已有很大发展。我们不可能对上述自动化内容作全面介绍，所以只能帮助读者掌握有关自动化的基本知识。

不同学校采用本书作教材时，可根据需要增删某些内容。

第一章 简单的调节系统

§ 1-1 双 位 调 节

调节器的任务就是自动保持被调节的参数在理想的范围之内。当被调参数偏离于要求的值时，调节器就会采取适当校正的措施。在船用调节系统中常用校正的方式有：1. 双位调节；2. 比例调节；3. 比例加积分；4. 比例加积分和微分等方式。其中双位调节可以说是最简单的一种。

在本节中以空气压缩机的自动启动和停车作为双位调节的典型加以介绍，并在此基础上介绍另一些双位调节的例子。

一、压气机自动控制的元件和基本线路

压气机自动启动和停车的控制系统组成如示意图 1-1。这里用了一只压力开关，它按照气瓶中压力的大小控制电磁启动器。电磁启动器使压气机电机的电源线路接通或断开，从而使压气机启动或停车。

气瓶中的气压就是被调参数。压力开关按被调参数的大小发出控制压气机启停的信号。我国船上常用 JY 型压力开关（又称压力继电器）。揭开罩壳后它的外形如图 1-2，其结构

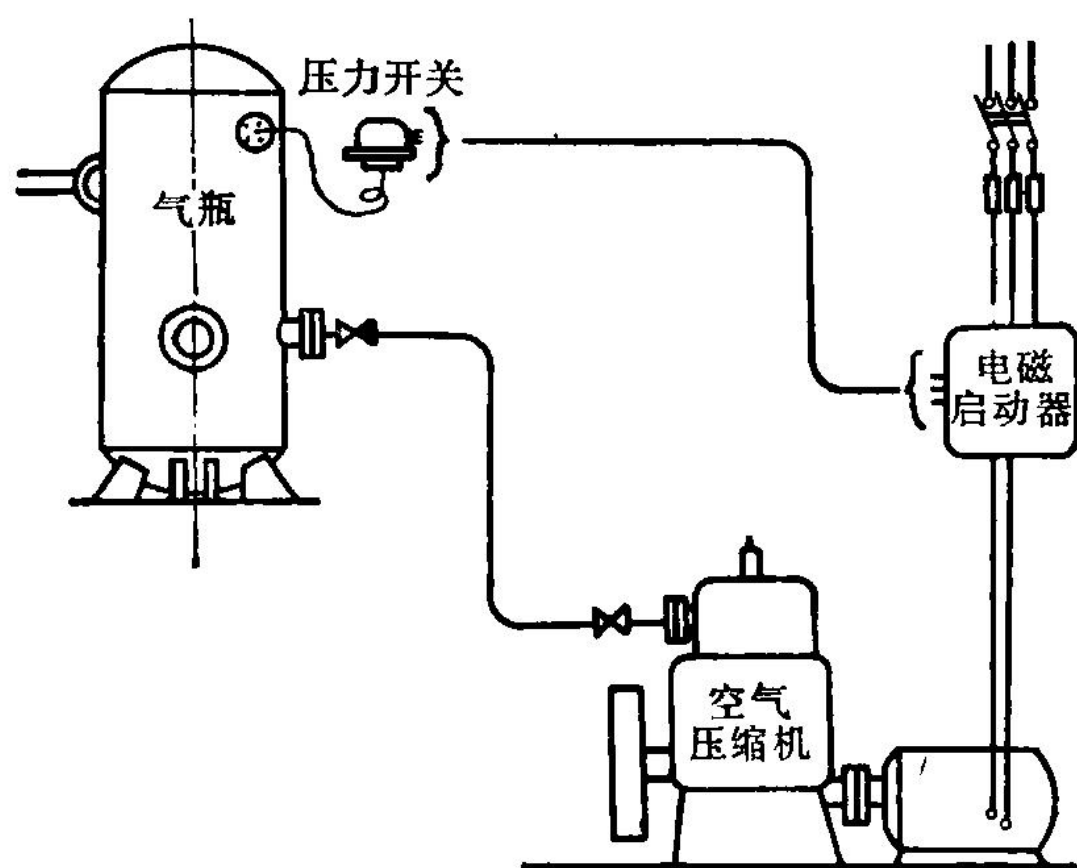


图1-1 压气机自动控制布置

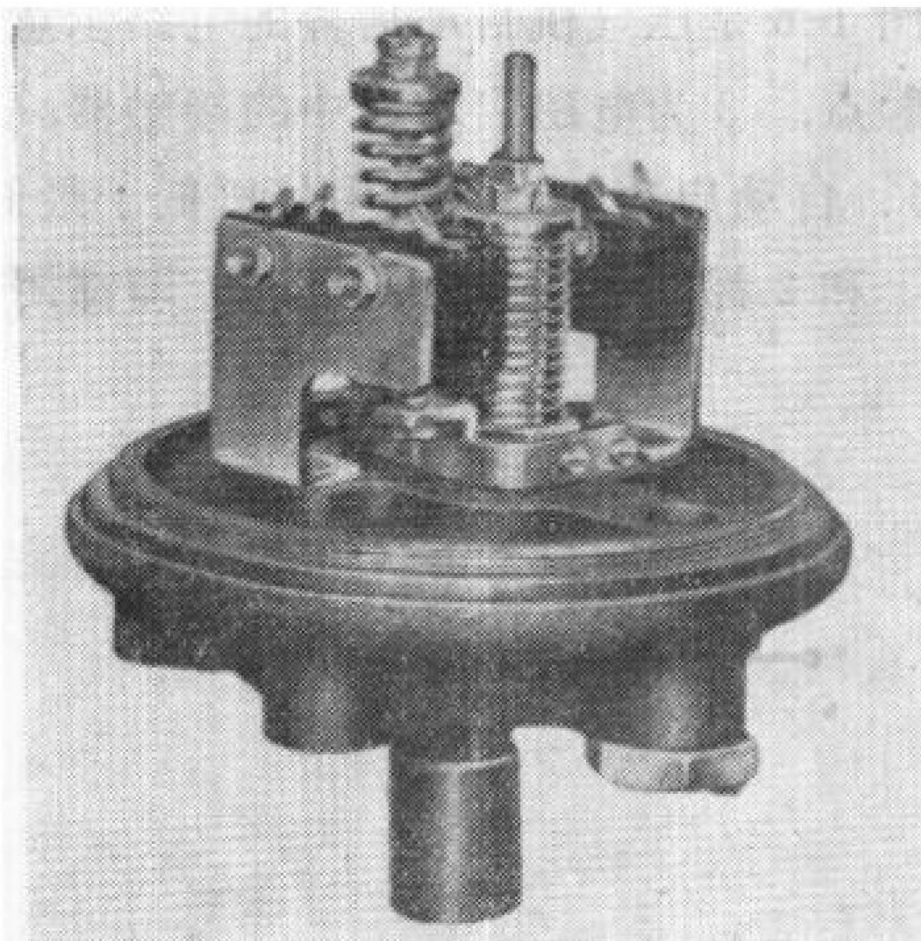


图1-2 压力开关外形（揭去罩壳）

如图 1-3 所示。图 1-4 所示为工作原理。气瓶中的压力由继电器下方(图1-3)的管中接入。从图 1-4 可看出，气压作用在膜片 1 的下面。膜片上有小圆板 2，圆板通过顶柱 3 可以克服弹簧 4 的预紧力而使杠杆 5 顶动微动开关。微动开关中有一个弹簧片 6，它被顶起一个微小距离后能很快地使触点切换，就是原来使 7、6 间接通的状态变成 8、6 间接通。触点 7 称常闭触点，触点 8 称常开触点。当压力升高到触点切换后，常开的闭合，常闭的断开。在电路图上通常把常开触点向上画（图1-5），常闭触点向下画。在此例中只使用它的

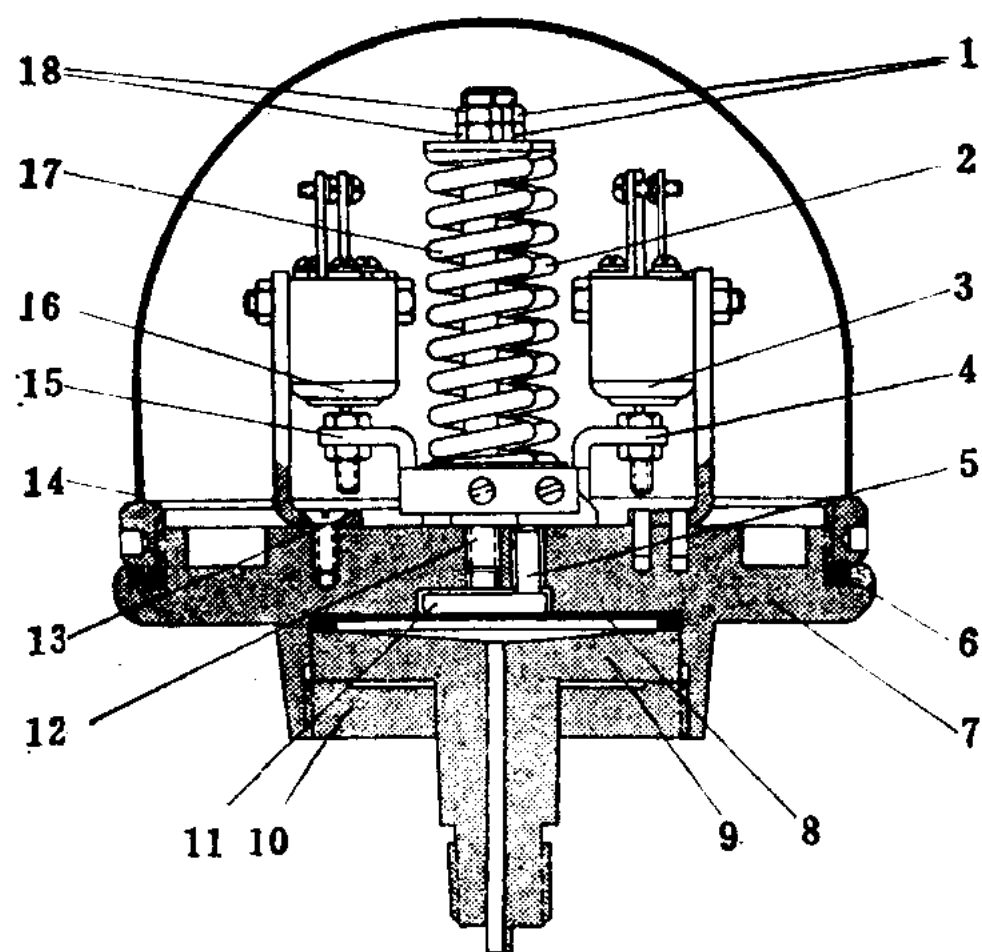


图1-3 压力开关结构

1、18—给定螺帽；2、17—平衡弹簧；3、16—微动开关；4、15—杠杆；5—顶柱；6—密封垫圈；7—主体；8—膜片；9—管道接头；10—压紧圈；11—圆盘；12—杆；13—支架；14—盖。

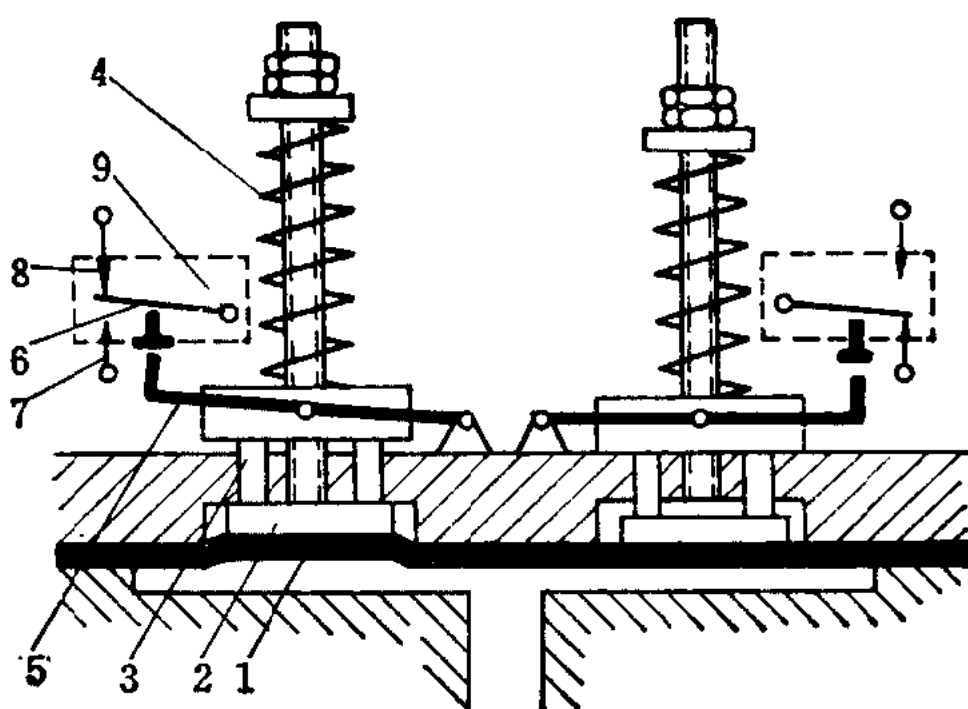


图1-4 压力开关工作原理

1—膜片；2—小板；3—顶柱；4—弹簧；5—杠杆；6—弹簧片；7、8—触点；9—微动开关。

常闭触点。

小圆板仅当作用在小圆板下的气体总压力大于弹簧预紧力时才被顶起，引起微动开关切换。预紧力可用给定螺帽调整。在整个继电器中有两套上述机构。通过预紧力调整，我们可以使一个微动开关在较大压力时切换（用作使压气机停车），另一个微动开关在较小压力时切换（用作启动压气机）。

图 1-6 是压气机自动启停的电路示意图。其中 1 和 2 分别代表高压和低压微动开关的常闭触点，3 为电磁启动器中的接触器，4 为电源闸刀。

1. 自动启动 当气瓶中气压低于最低允许值时，例如 20 公斤力/厘米^2 ●，此时高、低压触点 1 和 2 都处在尚未切换状态，即都闭合。控制电源接在 5、6 间，所以控制电流通过

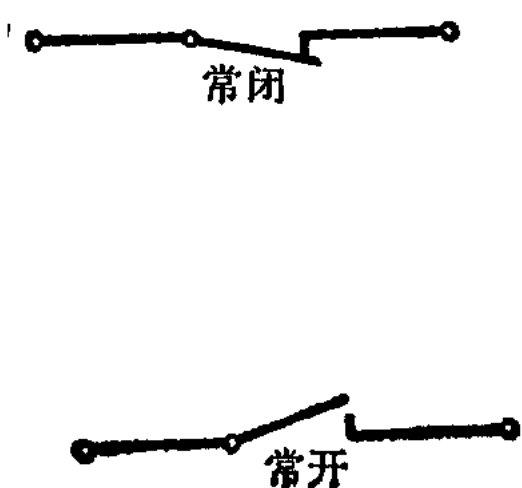


图1-5 触点在图上表示方式

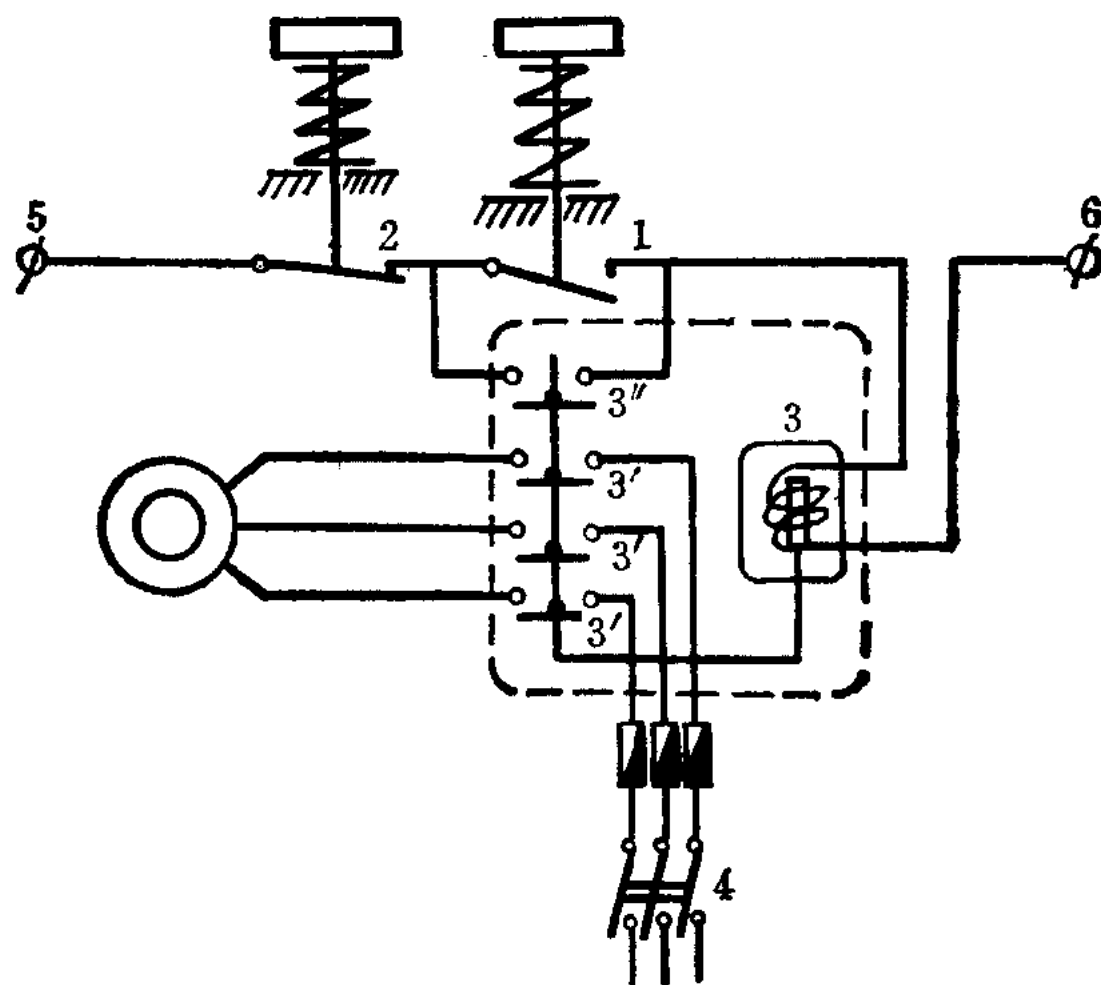


图1-6 压气机自动启停电路示意图

● 这里压力单位中公斤力指此公斤表示为力而不是质量， 1 公斤力/厘米^2 为工程大气压。SI国际单位制的压力单位是帕斯卡或牛/米²。 $1 \text{ 公斤力/厘米}^2 = 98067 \text{ 帕斯卡}$ 。

两个常闭触点流过接触器的线圈 3，产生吸力使启动器的三对主触点3' 闭合。因此电动机的电源接通，压气机启动。

2. 自锁 自动启动的问题已解决了，但又有新的矛盾。当压气机开始向气瓶充气，气瓶中气压超出20公斤力/厘米²时，低压触点 1 就会断开，压气机就会停车。稍一耗气而气瓶气压就略有下降，跌到20公斤力/厘米²时，低压触点又要闭合，压气机就重新启动。这样，压气机就会一下启动，很快停车，又很快重新启动，如此反复，频繁地启停。这样既使控制元件易损坏，又使压气机寿命降低。

要避免频繁地启停，必须使压气机一开始工作就能继续工作一段时间，就是当气瓶中气压虽已高于20公斤力/厘米²，压力继电器的触点 1 已断开，也要求压气机仍能继续工作。我们可在接触器上加一附加触点3"。当线圈 3 通电时，3"与主触点3'同时闭合。由于3"是与 1 并联的，因此触点 1 虽已断开，但线圈仍通电。这就是说，通过触点3"使线圈的通电具有所谓“自锁”（或称自保持）作用。

3. 自动停车 压气机继续工作，气瓶中气压升到最高要求值时，譬如说 30公斤力/厘米²时，高压触点 2 断开，结果接触器 3 的线圈断电，主触点3'和附加触点3"都断开，电动机电源被切断而停车。可以看出，为了使高压触点能起停车作用，它必须与自锁触点3"和低压触点 2 串联。

4. 压气机的重新起动 当压气机停车后，气瓶中空气因被使用而压力降低，在低于 30公斤力/厘米²时，高压触点又切换到原始状态，即触点 2 又闭合，但由于低压触点 1 仍处在断开状态，而自锁触点3"已断开，所以接触器的线圈 3 的电路仍不通，电机就不会启动。直到压力低于20公斤力/厘米²时，低压触点 1 又闭合，于是又重复上述 1 和 2 的步骤，压气机又投入工作，以完成下一循环。

二、双位控制的特点

一个调节元件它总要测量被调参数，如压力继电器测量气瓶中压力的变化，被调参数就是它的输入。在这个输入作用下，调节元件要作出反应，就是有输出。双位调节元件由于输入作用，输出只有两种形式，即触点断开或闭合。例如压力小于给定值则闭合，大于它就断开，不可能有中间状态。凡是输出具有这种特点的元件都称为“双位调节元件”。图 1-7 即表示它的输入与输出的关系。利用螺帽可调整触点切换时输入量，即调整给定值。

在 JY 型压力继电器中实际使用了两个双位调节元件。因此有两个给定值，一个高限（上例中为30公斤力/厘米²），一个低限（上例中为20公斤力/厘米²）。在上例中，输入（即被调参数）与压气机的工作关系见图 1-8，输入达高限时，压气机停车，输入到低限时，压气

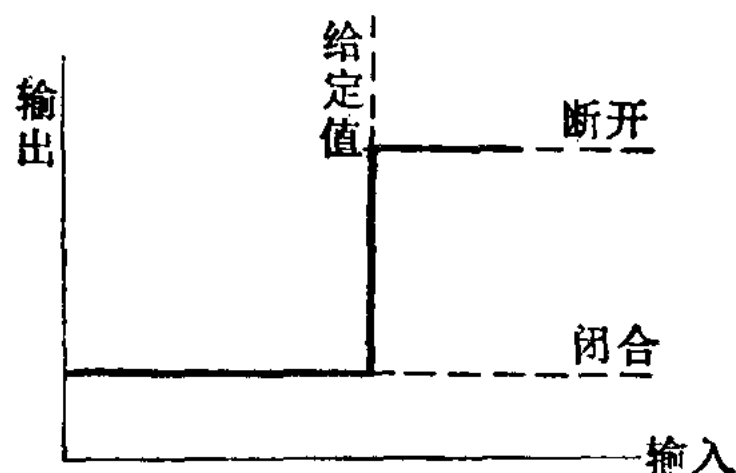


图1-7 双位元件输入-输出关系

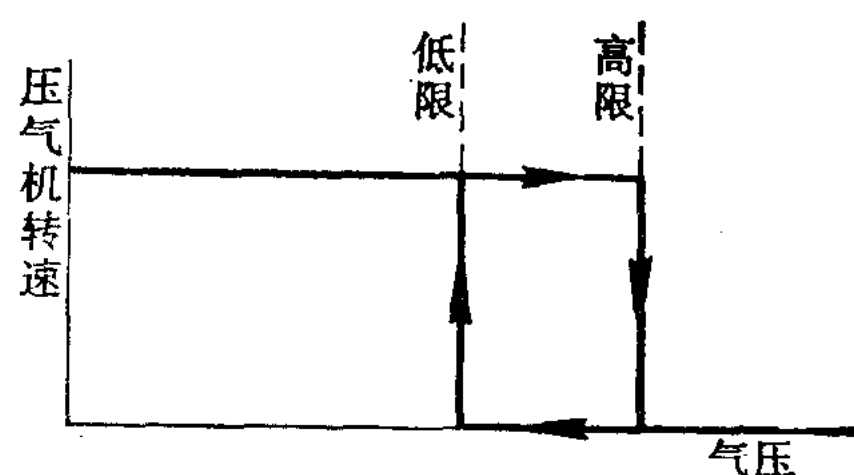


图1-8 JY压力继电器特性

机启动。JY型压力继电器用两个双位元件分别完成高限与低限时的切换功能。某些双位调节器仅用一个双位元件即可完成这些功能，下面将介绍此种调节器。

在采用双位调节的情况下，被调参数总在高、低限之间变动。只要用气量不长期大于压气机的供气量，气瓶中的压力基本上不会超出此范围。压气机有时工作，有时停止，即对气瓶中压力的校正作用是断续的。气瓶中气压不可能稳定，这就是双位调节的特点。如果要使气瓶中气压变动幅度减小，可以调整高、低限，使它们接近。在各船上高低限的选定根据各船的实际情况和船员的习惯而有所不同。但高低限不可能十分接近，否则压气机每次工作和停车时间会缩得很短，而造成频繁启停的情况。

正由于这样，双位调节既常用在允许被调参数有较大幅度变动的场合，也还用在被调参数变动较缓慢的对象上。

三、压气机的实际控制线路

上面所介绍的只是最基本的原理，大多数的双位调节都可以这样做。但实际上船舶压气机的自动启停还要考虑它的特殊性问题。我们必须对于具体情况作具体的分析。

常见的特殊问题是：启动时的卸荷；疏水；冷却水的保证等。

1. 卸荷 一般船用压气机是用电动机拖动的。电动机在起动的短瞬间起动电流很大，对于船舶电站来说是一个瞬时大负载，因而给电站造成很大冲击，甚至影响它的正常工作。压气机在启动时期内，电机尚在很低转速阶段，由于电机本身的特点，反电动势很小，必然要发生较大电流。另一方面因启动阶段中要把电机和压气机从停止加速到正常转速，要克服它们的惯性，电动机要付出使它们达到正常转速的动能，这也会加大启动电流。并且这时压气机已开始压缩空气。这就要求电动机一开始工作，就要付出能使空气压缩的能量，所以就更提高了启动电流。如果启动阶段能把使空气压缩的机械负载减小或消除，在一定程度上可起限制启动电流的作用。为了做到这一点，当人工启动时，用人工把第一级气缸的进气阀打开，压气机不起压气的作用，就可减小启动电流，这就是人工“启动卸荷”。在自动启动情况下，也应自动“启动卸荷”。有的压气机出厂时就带有自动启动卸荷设备，但通常国产压气机无此套设备，因而船员和造船工人在实践中创造了“人工卸荷”的简易方法。

如果在启动阶段把压气机的压缩空气出口通以大气，则压气机气缸中压力（活塞在进行压气时）只升到比大气压略高的压力，排气阀即被顶开，气缸中压力不再上升，因此机械负载可限制到最小。我们知道压气机出口通向气瓶的管道中有止回阀（防止瓶中高压气倒灌）。如果在启动前把压气机出口管道的气压放掉，则启动时从压气机最后一级气缸的排气阀直到止回阀的一段管道内，因压气机不断排气，而压力逐渐上升，压气机的背压将逐渐升高，机械负载就逐步增大。因这段管道有一定容积，压力的上升有一段时间，而等到因背压很高而使机械负载也很大时，压气机已达较高转速，即已基本完成启动阶段。这就能做到启动的短时期内处在较低机械负荷。人们在压气机的出口装一电磁阀，后者在停车时自动打开，把出口管道中的高压气泄入大气，就为下一次启动卸荷作好准备。

图 1-9 所示为我国一艘万吨级以上的船上主空压机的自动启停的电路原理图。其中 DF_1 和 DF_2 为低压缸和高压缸出口处的电磁阀线圈。它与接触器 C 的一附加触点 C_3 串联，

这是一个常闭触点。在压气机自动停车时，C断电，一方面使它的主触点 C_1 和作为自锁用的附加触点 C_2 断开，而切断电动机电源；另一方面 C_3 闭合，二个电磁阀通电而打开，泄掉背压。

当压气机重新启动时，C通电，常闭触点 C_3 断开，电磁阀关闭。压气机出口的气压逐渐升到高于气瓶气压时，止回阀打开开始向气瓶充气。如果把常闭触点 C_3 改用常闭而延迟闭合的触点，则更有利于启动卸荷。

小功率的压气机，例如船上的副空压机，则可以不考虑启动卸荷。

2. 疏水 空气压缩过程中一部分水汽和滑油油雾要凝聚出来，通常每一级气缸后装有疏水器，使凝出的油、水积聚在疏水器底部。

在操作时，用人工隔一定时间泄放一次。自动时也要求自动泄放，否则疏水器充满时会使油、水进入下一级气缸造成机械损坏。如果我们把卸荷用的电磁阀装在疏水器底部接出的管道上（如图1-10），则每停车一次也就自然地泄放一次。由于船用压气机一般不会连续长期运行，所以在压气机工作过程中可不必另采取措施泄放。

3. 冷却水的保证 国产船用压气机常不附带冷却水泵，需要在其他水泵（如主机海水泵）出口引一分路到空压机。当分路上的阀门关闭时，显然不应自动启动空压机。为此在压气机的进水管上另装一压力继电器 YJ_2 （图1-9），它与压力继电器 YJ_1 的低压触点串联。当压气机的进水管关闭时因冷却水无压， YJ_2 断开。此时，即使气瓶气压已低于低限而 YJ_1 闭合，但控制电路仍不通，不会自行启动压气机。这就起到了冷却水失压的保护作用。

4. 使用两台压气机和两个气瓶的情况 这种情况在船上很多，气瓶和压气机的使用情况，各船按船员习惯有所不同。一般常轮流用一台压气机，当进出港用气量多时可用两台压气机。对于气瓶，有的船上两个气瓶同时使用，有时常用一个气瓶，另一气瓶备用，两气瓶可轮换。总之，在设计时要求按任一气瓶的压力高低限可启动任一压气机。图1-11

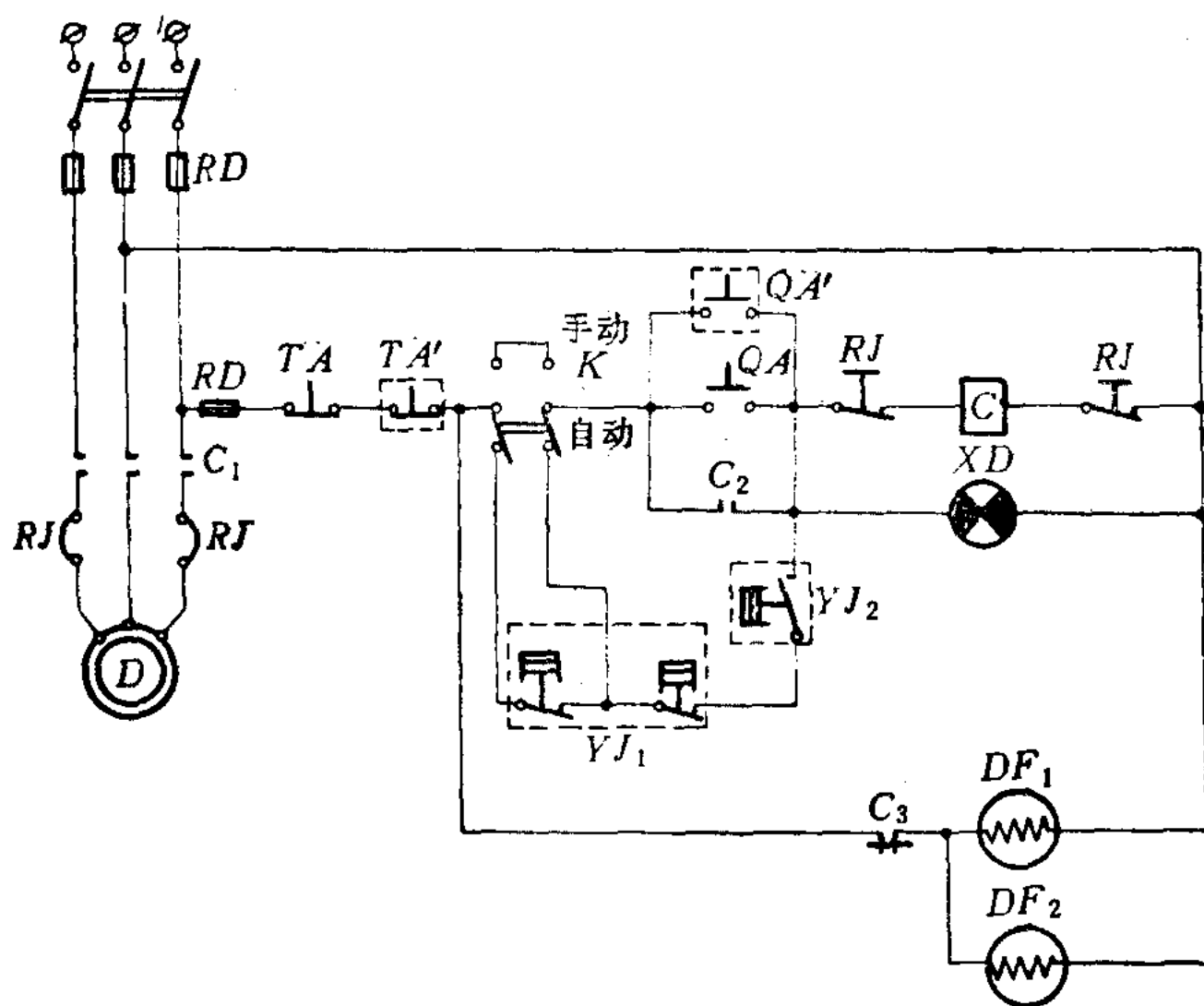


图1-9 压气机自动启停的实际电路

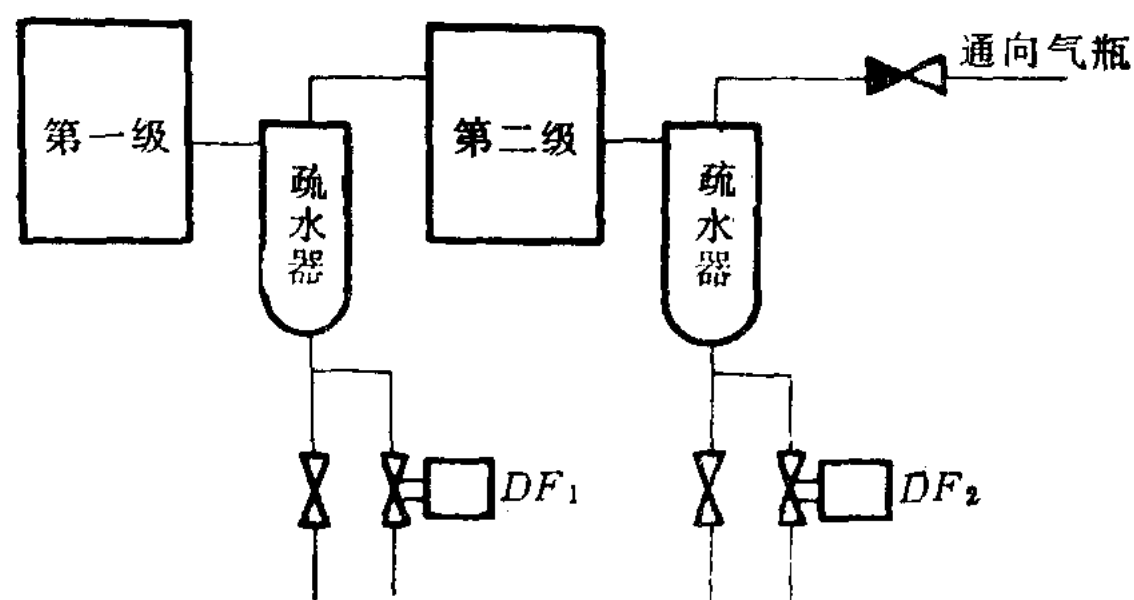


图1-10 电磁阀在水器上的安装位置

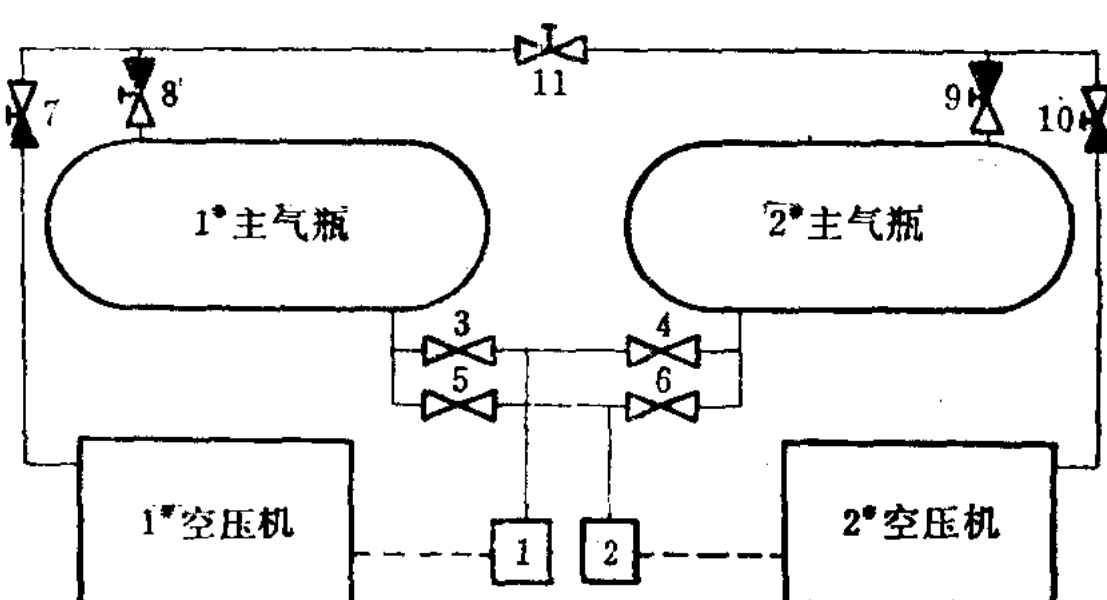


图1-11 双机双瓶时压力继电器接管法

所示的原理图可完成这个任务, 即二个压力继电器 1 和 2 分别控制一号和二号压气机的启停。利用阀门 3、4、5、6 可以选择任一气瓶压力控制任一压气机, 而利用 7、8、9、10 和 11 则可选择任一压气机充任一气瓶。

在图 1-9 中 RD 为保险丝; D 为压气机的电动机; XD 为运转指示灯。在此电路中尚考虑了一些其他问题。

(1) 手、自动切换 我们必须考虑到自动控制设备可能损坏。以后介绍的各种自动化中都应估计到这种可能性。另外, 在管路系统与机械设备本身在调试时也首先不用自动, 而用人工控制。所以一定要考虑到自动转成手动的可能性。为此在图 1-9 中有一个手动-自动切换开关 K 。当放到“手动”时, 按下起动按钮 QA 时, 接触器 C 的线圈通电, 实现启动; 放松 QA , 电路靠自锁触点 C_2 保持接通, 电机继续工作。当按下停车按钮 TA (常闭) 则控制电路切断, 电机停转。 QA' 与 TA' 是装在机舱集中控制台上的遥控按钮。当开关 K 放在“自动”时实现自动, 靠压力继电器 YJ_1 起自动启停的作用。

(2) 电机的过载保护 当压气机或电机发生故障时可能造成电流过大而烧坏电机。为此在电机主电路上有两个热继电器 RJ , 电流过大一段时间后, 因温度上升 RJ 的触点断开, 切断 C 的电流, 就使电机停止。

四、其他的双位调节器和调节系统示例

双位调节由于简单, 维护方便, 而使用经验丰富, 所以在动力装置中对调节要求不高的场合使用很多。各种形式的双位调节器也很多。

常用的弹簧管式压力表有一种称为电接点式压力表, 它除了指示测量压力的指针外尚有二个给定指针, 后者可分别调整在高限与低限。这三个指针上装有触点装置, 当测量值升到高限或跌到低限时, 就能使上限触点或下限触点切换, 而发出控制信号。

另外, 国产的 YT-1226 B 型船用压力继电器, 构造原理见图 1-12 (a)。压力由引压管接入波纹管盒。波纹管的中心杆顶在继电器内的杠杆的一端, 杠杆另一端由定值弹簧拉着。杠杆上又有一个拨片, 用作拨动开关。当压力由零上升, 波纹管作用在杠杆上的力矩逐渐增大, 直到此力矩大于定值弹簧作用在杠杆上的力矩时, 杠杆才开始转动, 并通过拨片带动开关。由于开关的结构特点, 必须在拨片移到中间又稍过头一点的位置时开关才会切换, 因此杠杆刚开始转动时, 开关并不切换。而当杠杆稍转动一点后, 它的另一端就碰到差动弹簧上的小顶头。差动弹簧有一定预紧, 故杠杆上又作用了差动弹簧力矩, 它与定值弹簧力矩方向相同。杠杆就暂不继续转

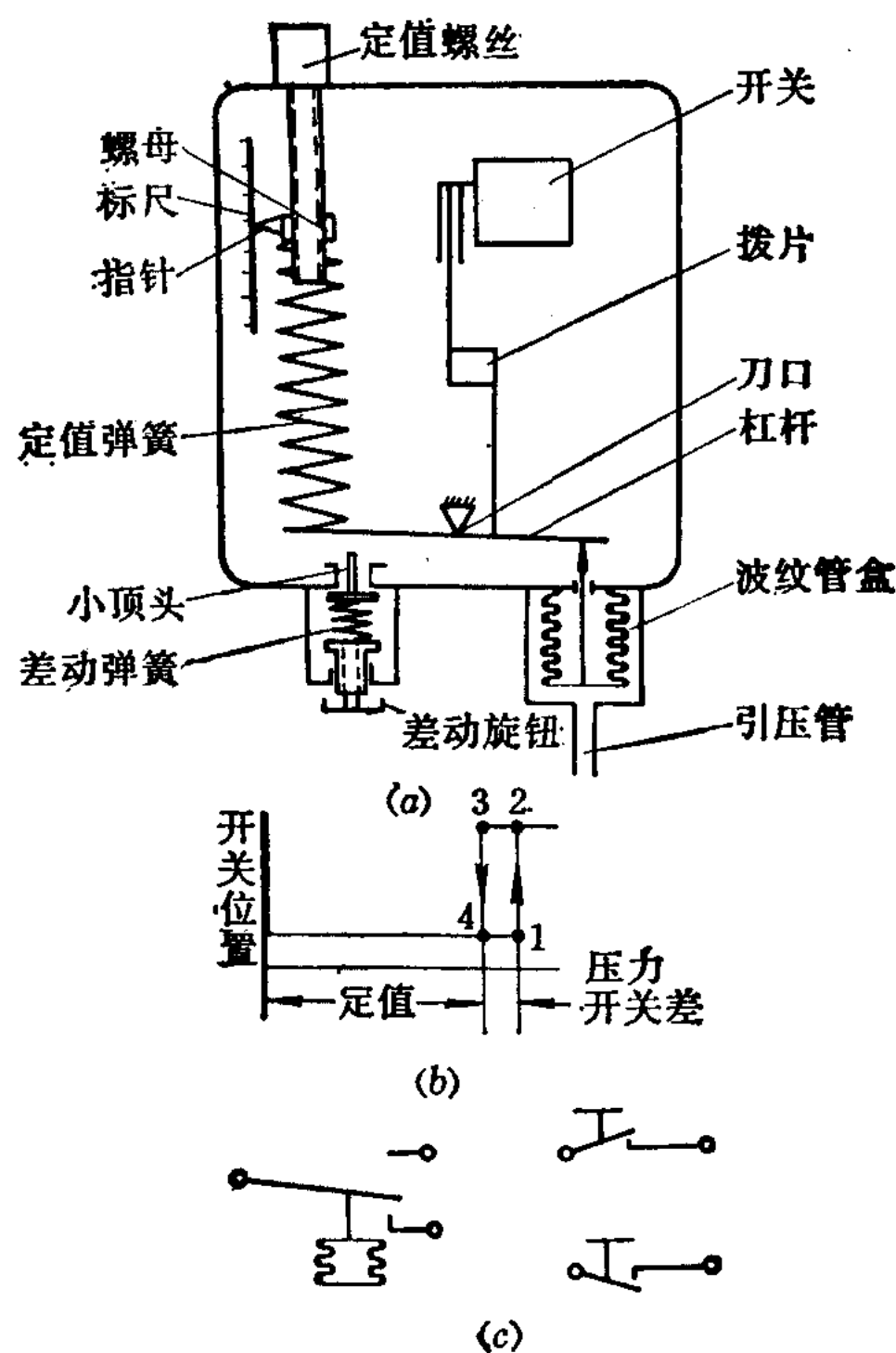


图1-12 YT-1226 B 压力继电器

动。当压力继续上升到更高的值 p_1 时,波纹管力矩就足以克服定值与差动弹簧的合力矩,而使杠杆继续转动,拨片使开关切换。图1-12(b)上开关位置由1换到2。当压力下降到 p_1 以下时,杠杆反转,但同样暂时不会使开关复位(切换回去)。而在杠杆稍转动一些以后,小顶头就会脱离杠杆。此时杠杆一端仅作用定值弹簧力矩。克服不了波纹管力矩,所以杠杆暂停转动。直到压力下降到波纹管力矩小于定值弹簧力矩时才使杠杆继续转动,于是开关复位,这时的压力为 p_3 。图1-12(b)上的开关位置由3换成4。可见两次切换的压力不一样,它们间差了一个所谓“差动值”(也叫开关差) $\Delta p = p_1 - p_3$ 。差动值可用差动旋钮调整,旋钮上有差动值刻度。给定值可用给定螺丝调整。

这种压力继电器能只用一个开关就完成 YF 压力继电器要用两个微动开关才完成的作用。这个压力继电器如图1-12(c)所示。由于它具有此种特点,只要把它的常闭触点与启动电动机的接触器线圈串联,就不必用自锁触点,即可实现电动机自动启停的目的。

此种压力继电器在船舶动力装置中应用很多,例如压力水柜中液面的自动控制,辅助锅炉的燃烧控制,警报系统等。

图1-13表示压力水柜液位的自动控制。水柜底下存水,上面有压缩空气,水由柜的出口通到使用处。当水因被使用而柜中水面下降时,柜上部空气因膨胀而压力下降。压力

降到低限时,继电器切换,常闭触点闭合,通过接触器的动作而启动水泵,并向柜中充水。当柜中水面上升,柜上空气压缩,压力升高到高限,继电器切换,常闭触点断开,电机停转。如此反复循环。

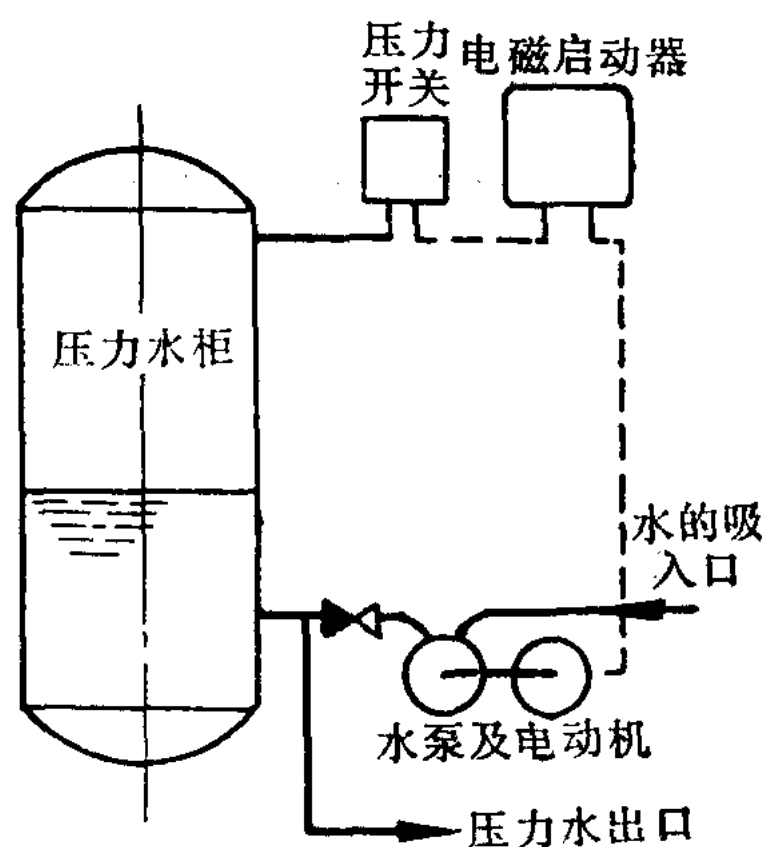


图1-13 压力水柜液位的自动控制

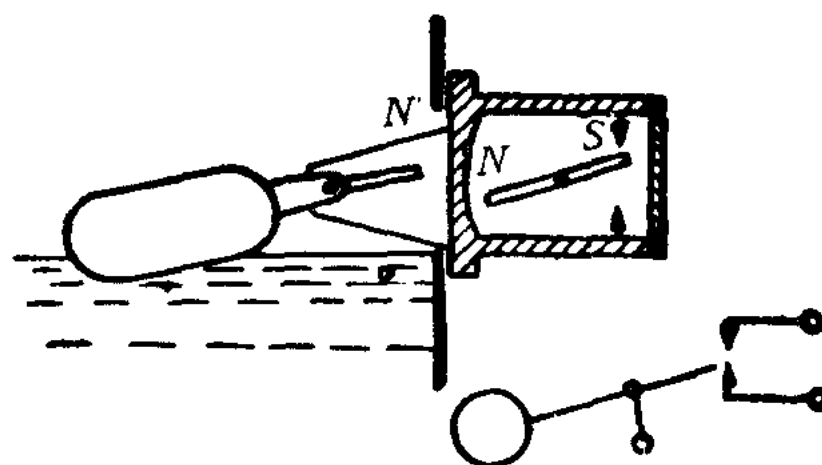


图1-14 浮子型液位继电器

这里虽然控制液位,但不用液位调节器,而转化成压力调节。这种办法有时在液压系统中的蓄压器控制时采用。

在辅助锅炉的水位调节、油柜、冷却水膨胀水柜的自动补充、舱底水自动排出等控制中常使用直接测量液位的液位调节器。此种调节器通常有浮子式与电极式两种。

图1-14是国产JYF-01型浮子继电器的原理。它有一个浮筒,可以绕铰链转动。在浮筒的柄上有一根磁钢。在继电器的外壳中另有一个可转动的磁钢,两根磁钢的相对端是同极性的。由于外壳是铜质的,磁力线可通过。因磁极同性相斥,所以浮子在下面时,壳体内的磁棒如图示位置;当液面上升浮子上浮时,壳体内磁钢就很快按顺时针转动,在磁钢另一端的触点就切换。

液面上升到开关切换与液面下降到开关复位的位置是不同的,也有开关差。这种浮子液位继电器放在柜侧,另有一种液位继电器,需装在柜顶,见图1-15。它的上部结构与前

述的 JYF-01 型的右端相同。它的下面有一根杠杆，一端有平衡重，另一端吊一个直螺杆，螺杆外套一个可滑动的浮球。杆的上下都有一个可用螺母调整的上下限制块。因此只有当液面变动使浮球升起触动上限制块或下降到触动下限制块时才能使杠杆转动，而使开关切换。这种液位继电器的开关差很大，并可调整。

在有些船上的膨胀水柜、热水井等装此种液位继电器。当水位到低限时，继电器接通电磁阀，向柜中补充水。有些辅助锅炉利用此种液位继电器作炉内水位自动调节。由于此种继电器的触点被封在外壳内，而与柜中液体隔开，所以也可用在油柜上。

有时浮子继电器放在不适宜按放电气元件的潮湿部位，或出于安全的考虑，可采用气动的浮子发信器。例如我国生产的 XYQ 气动液位信号器。它的原理和构造基本上与上述的浮子式液位继电器相同，只是铜质外壳中磁钢带动的不是电触点，而是气开关。磁钢的一端带动两个挡板，它们分别控制一个气门。图 1-16 即它的原理图。壳盖上有三个气孔，上面的孔接 $1.2 \sim 1.4$ 公斤力/厘米² 的气源^①。当浮子未被液面抬起时，壳体内部的磁钢向右倾，上挡板把上气门打开，下挡板使下气门关闭。空气进入壳体并经输出孔出去，因此输出有不小于 0.9 公斤力/厘米² 的压力。当浮子被抬起时，磁钢切换，上气门关闭，下气门打开，壳体内空气经中孔放出，输出口无压。因为这种液位信号器的输出是有气压或无气压两种状态，也是一种双位元件。

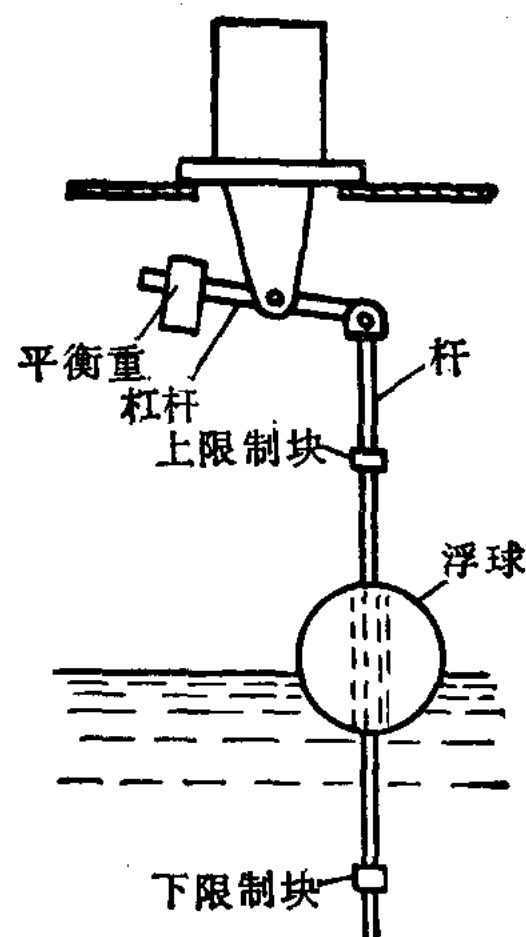


图1-15 立式安装的液位继电器

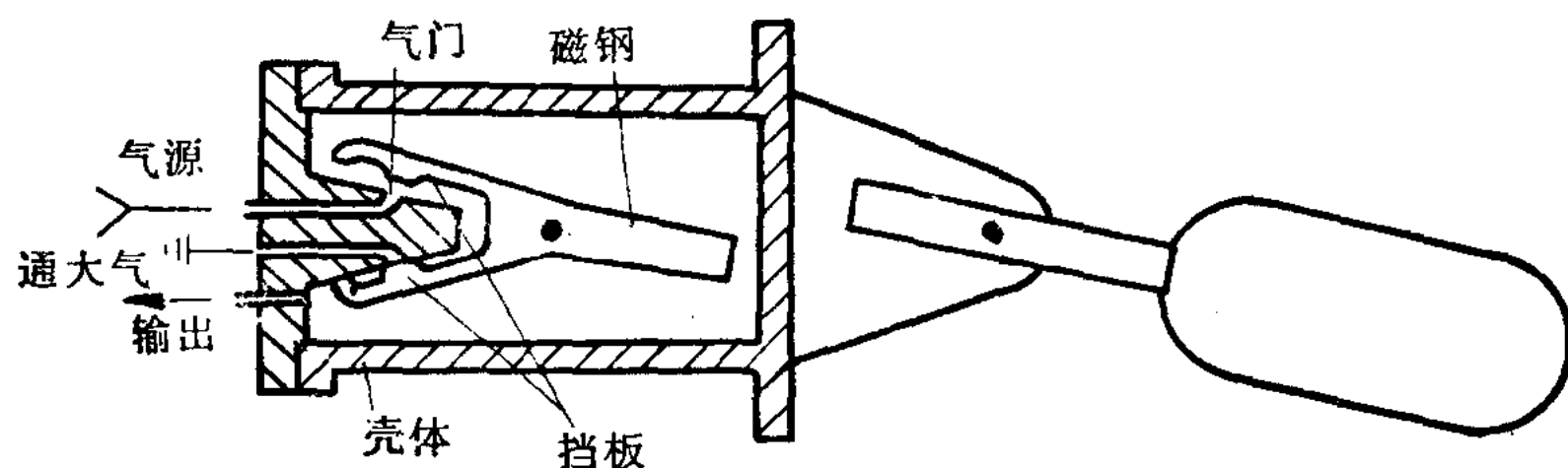


图1-16 气动液位信号器

图 1-17 所示为一个利用气动浮子信号器控制的舱底水排出自动控制原理。其中 (a) 为电路原理，(b) 为气路原理。在图 (b) 中气动浮子液位信号器 QX 的输出^② 通到气动开关 QK₁。气动开关内有一个膜片，在输入气压作用下膜片鼓起而使电触点切换。因此气动双位信号通过气动开关就变换成电动双位信号。浮子信号器放在污水井内（应设滤网，防止污水中垃圾卡住浮子的动作），而气动开关可放在花钢板上较干燥的部位。

压缩空气又经空气滤器 L 和电磁阀 DF 控制气动舱底水阀 QF，当压缩空气进入气缸使活塞上移时阀就被打开，空气又经缸壁上的孔而通到另一个气动开关 QK₂，使触点切换，以报告阀已打开。

① 气源符号以后一律画成 $\curvearrowright$ ，排入大气端一律画成 $\perp$ 。

② 图 1-17 (b) 中浮子液位信号器用气动符号表示，浮子未上浮时气路按下面的小方块，即输出通大气，故无压，浮子上浮时气路按上面的小方块，气源通输出，故输出有压。

