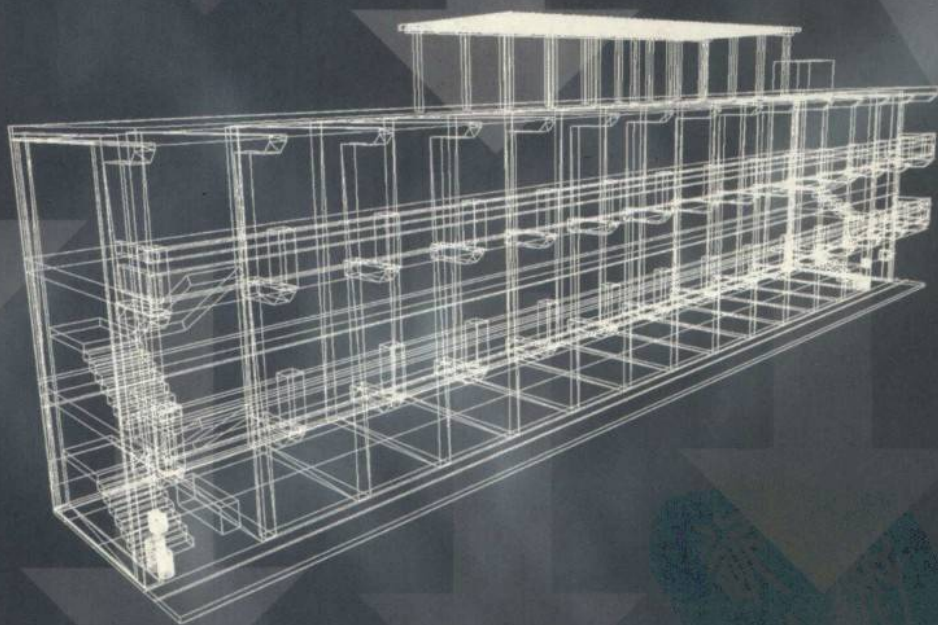




职业技术·职业资格培训教材

中央空调工 [中级]

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业技术培训教研室 组织编写



中国劳动社会保障出版社

PDG

责任编辑：兰 洁
责任校对：王红樱
封面设计：邱雅卓
版式设计：沈 悦

制冷设备维修工 中央空调工 职业技术·职业资格培训教材

- 制冷与空调技术综合基础
- 制冷设备维修工（初级）
- 制冷设备维修工（中级）
- 制冷设备维修工（高级）
- 中央空调工（初级）
- 中央空调工（中级）
- 中央空调工（高级）

ISBN 7-5045-3762-4



9 787504 537621 >

ISBN 7-5045-3762-4/TU · 181

定价：25.00 元



职业技术·职业资格培训教材

中央空调工 [中级]

主 编 陈维刚

副主编 谢 莹

编 者 王开元 傅秀丽 刘立平

余克志 袁 进 周卫民

张友梅

主 审 陈邓曼 顾建中



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

中央空调工: 中级/陈维刚主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2003

职业技术·职业资格培训教材

ISBN 7-5045-3762-4

I. 中… II. 陈… III. 集中空气调节系统-技术培训-教材 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 070447 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京印刷二厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 307 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

印数: 3000 册

定价: 25.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

内 容 简 介

本书由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业技术培训教研室依据上海 1+X 职业技能鉴定考核细目——中央空调工（中级）组织编写。本书从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本职业当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握中级中央空调工的核心内容与技能有直接的帮助和指导作用。

本书在编写中摒弃了传统教材注重系统性、理论性和完整性的编写方法，而是根据本职业的工作特点，从掌握实用操作技能，以能力培养为根本出发点，采用模块化的编写方式。主要内容包括三大模块：即制冷电气模块、制冷设备模块和制冷系统模块。每一模块着重介绍相关专业理论知识与专业操作技能，使理论与实践得到有机地结合。

为便于读者掌握本教材的重点内容，教材每单元后附有模拟测试题及答案，全书最后附有知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷，用于检验、巩固所学知识 with 技能。

全书由陈维刚主编，谢堃副主编；参加编写的人员具体分工为：王开元、张友梅（第一单元），余克志（第二单元第一、二节），刘立平（第二单元第三节和第三单元第二节），周卫民（第二单元第四节），陈维刚（第三单元第一节和第三节），谢堃（第三单元第一节），傅秀丽（第三单元第三节），袁进（第三单元第三节）。全书由顾建中、陈邓曼审定。

本书可作为上海地区中央空调工（中级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供全国其他地区从业人员学习掌握先进中央空调工知识与技术，或进行岗位培训、就业培训使用。

目 录

第一单元 制冷电气	(1)
第一节 基本控制元器件与电路	(1)
一、压力式温度控制器	(1)
二、电子式温度控制器	(4)
三、压力保护控制电路	(5)
四、油压差控制电路	(8)
五、三相负载连接电路	(9)
六、压缩机电动机工作原理	(11)
七、联锁控制电路	(14)
八、两地控制电路	(15)
九、降压起动控制电路	(16)
十、整流与稳压电路	(20)
十一、晶体三极管电路	(28)
第二节 中央空调电气控制与故障分析	(31)
一、中央空调水系统控制电路原理	(31)
二、冷水机组控制电路	(34)
三、活塞式 30HK 系列冷水机组控制电路	(35)
四、电子温控电路	(41)
五、中央空调常见故障分析	(43)
模拟测试题	(46)
模拟测试题答案	(50)
第二单元 制冷设备	(51)
第一节 制冷压缩机	(51)
一、中型活塞式制冷压缩机的基本参数和型号表示方法	(51)
二、活塞式制冷压缩机	(52)
三、回转式制冷压缩机	(63)
四、离心式制冷压缩机	(65)
第二节 热交换器与冷却设备	(68)

目 录

一、冷凝器	(68)
二、蒸发器	(74)
三、冷却塔	(76)
第三节 中央空调常用设备	(80)
一、末端装置	(80)
二、中央空调各种阀件	(91)
三、常用风口	(95)
四、消声器与隔振措施	(96)
第四节 节流装置和控制阀件	(104)
一、节流装置	(104)
二、控制阀件	(113)
模拟测试题	(121)
模拟测试题答案	(126)
第三单元 制冷系统	(127)
第一节 制冷技术基础知识	(127)
一、制冷基础知识	(127)
二、单级压缩制冷系统	(132)
三、水系统	(149)
第二节 空气调节技术	(153)
一、空调基础知识	(153)
二、空气调节系统	(159)
三、空调负荷	(169)
第三节 冷水机组	(177)
一、机组的保养	(177)
二、活塞式冷水机组的故障分析与判断	(188)
三、离心式冷水机组的故障分析与判断	(193)
四、螺杆式冷水机组的故障分析与判断	(195)
五、热泵型冷水机组的故障分析与判断	(197)
六、溴化锂双效吸收式冷水机组的故障分析与判断	(199)
模拟测试题	(203)
模拟测试题答案	(207)
知识考核模拟试卷	(209)
知识考核模拟试卷答案	(214)
技能考核模拟试卷	(215)

第一单元 制冷电气

第一节 基本控制元器件与电路

一、压力式温度控制器

温度控制器，又称温度继电器，是受温度控制的电气开关，常用做温度保护或温度的双位控制。温度控制器结构、种类繁多，制冷设备和空调装置中最常用的是压力式温度控制器。它用感温包感温，将温度信号转变成压力信号，与设定的弹簧力相比较，在幅差范围内给出电气通断信号。下面就制冷和空气调节装置中常用的几种压力温度控制器予以介绍。

1. WT 型温度控制器

如图 1—1 所示，压力式温度控制器主要由感温包 21、波纹管 20、主弹簧 6、幅差弹簧 2 及相应调节机构、电触点、接头等组成。在感温包内充有 R12, R13, R22 等液体工质，受到周围介质温度影响后，液体工质的饱和蒸气压力通过毛细管作用于波纹管 20，并对杠杆 16 产生顶力矩，当顶力矩与主弹簧 6 和幅差弹簧 2 的反力矩之间的作用失去平衡时，则通过拨臂 15、跳簧 14 改变电触点位置，以控制电路的工作。

WT 型温度控制器有两个静触点 10 和 12，一个动触点 11，分别与接线柱 a, b, c 连接，组成控制回路和一个指示灯回路。a, b 为控制回路接点，与制冷装置供液阀配合使用；b, c 为指示灯回路接点（未接）。如果把感温包置于制冷装置中，当温度在给定控制温度范围内时，触点 10, 11 断开，控制电路不断，供液电磁阀关闭。此时，控制器的止动螺钉 18 及调节螺钉 5 的调节间隙 $\Delta S_1 = 0$, $\Delta S_2 > 0$ 。当所控制的制冷装置温度升高时，

感温包内温度上升，并通过毛细管 22、波纹管 20 推动杠杆 16，同时克服弹簧 6 的拉力，使杠杆逆时针方向转动，又迫使螺钉 5 与幅差弹簧 2 接触。此时 $\Delta S_2 = 0$ ， $\Delta S_1 > 0$ ，触点 11 和 12 闭合。如果介质温度继续上升，则杠杆不但克服弹簧 6 的拉力，而且要克服幅差弹簧 2 的弹力而继续转动。当温度升高到其控制温度上限时，杠杆通过拨臂 15，跳簧 14 使动触点 11 从静触点 12 跳至 10，回路触点 a、b 被接通，供液电磁阀开启。相反，制冷装置温度下降后，杠杆将做顺时针方向转动，至温度降到控制温度下限时，动触点 11 从静触点 10 跳回静触点 12，回路 a、b 再一次被切断，供液电磁阀关闭。

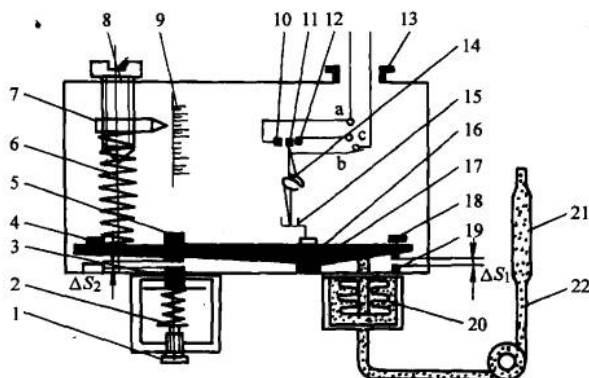


图 1-1 WT 型温度控制器结构原理图

- 1—幅差旋钮 2—幅差弹簧 3—幅差弹簧座 4—限位螺钉 5—调节螺钉 6—主弹簧
7—调节螺母 8—调节螺钉 9—主标尺 10, 12—静触点 11—动触点 13—接线引出孔
14—跳簧 15—拨臂 16—杠杆 17—支点 18—止动螺钉 19—顶杆 20—波纹管 21—感温包 22—毛细管

据上述分析可知，温度控制器主弹簧的拉力决定了温度控制器的断开值（由标尺 9 指示）即控制了温度的最低值。当温度降至给定值下限时，主弹簧把杠杆拉在水平位置，控制触点 10 和 11 跳开，切断回路接点 a、b。因此，若转动调节螺钉 8，改变主弹簧的拉力，就可以改变温度控制器的断开温度值。幅差弹力决定了温度控制器的闭合值，即控制温度的最高值。幅差弹簧的弹力愈大，则温度控制器的闭合温度值愈高。通过幅差旋钮 1 调节幅差弹簧的预紧力，即可改变控制温度的幅差值（由幅差调节刻度盘指示）。

WT 温度控制器主要有两大系列即 WTQK 和 WIZK，其技术参数见表 1—1。

2. WK 系列温度控制器

WK 系列温度控制器其内部组成与 WT 相似，外形尺寸较小，主要特点是轻巧，调节方便，幅差可调范围宽。其技术参数见表 1—2。

3. 江森温度控制器

江森温度控制器有 A19 系列、A28 系列和 A36 系列等。A28 系列为两级温控器，A36 为三级和四级温控器。

表 1—1 WTQK 和 WTZK 系列压力式温度控制器的技术参数

名 称	型 号	温包	温度范围 (主刻度) (℃)	幅差范围 (℃)	开关 差	上下限位通断特性				备 注
						上限位 (温度增加时动作)		下限位 (温度下降时动作)		
低温控制 器	WTQK-11	棒形	-40 ~ -10	1.5 ~ 1.9	1.5	通路 (主刻度 + 幅差)		断路 (主刻度 + 红针)		单开关
	WTQK-12	螺旋形				上开关		下开关		
	WTQK-11	棒形				上位	下位	上位	下位	双开关
	WTQK-21	螺旋形				通路、主刻 度、红针	通路、主刻 度 - 开关 差	通路、主刻 度 - 幅差 + 开关差	断路、主刻 度 - 幅差	
冷间控 制器	WTQK-11	棒形	-25 ~ 15	1.2 ~ 1.4	1.2	同低温控制器单开关		同低温控制器单开关		单开关
	WTQK-21	螺旋形				同低温控制器双开关		同低温控制器双开关		
	WTQK-11	棒形				同低温控制器双开关		同低温控制器双开关		双开关
	WTQK-21	螺旋形				同低温控制器双开关		同低温控制器双开关		
常温式油 温控制器	WTQK-12	棒形	0 ~ 40	3 ~ 10	2	断路、主刻度、红针		通路、主刻度 - 幅差		
			30 ~ 90		5					
排气温度 控制器	WTZK-12	棒形	80 ~ 160		8	断路、主刻度、红针		通路、主刻度 - 幅差		压缩机 排气温度 过高保护

表 1—2 WK 系列温度控制器技术参数

型 号	温度范围 (℃)	幅差 (℃)	电气特性
WK-I	-15 ~ 25	最小: 上限 3 下限 4.5 最大: 15	AC: 110 V, 8.5 A 220 V, 10 A 380 V, 1 A
WK-II	-30 ~ 0		
WK-III	0 ~ 40		
WK-IV	40 ~ 90		

A19 系列特别适用于冷库、冷冻陈列柜、冷库的冷水机组的温度控制。其使用温度范围宽，幅差有固定式和可调式两种；传感件（感温包）采用特殊充注，灵敏度和复位精度高，并且不受环境温度及大气压力变化的影响；采用标准的单刀双掷微动开关，动作可靠、结构紧凑、触点容量较大。其主要技术参数见表 1—3。

表 1—3 A19 系列温度控制器技术参数

型 号	温度范围 (℃)	幅差 (℃)	感温包处允许 最高温度 (℃)	电气特性
A19ABC-41	-34 ~ 38	1.7 ~ 6.7 (可调)	60	AC: 120 V, 16 A; 208 V, 9.2 A; 40 V, 8 A
A19ABC-9012	40 ~ 120	3.5 ~ 1.3 (可调)	145	非电感或电阻负载 AC: 120 ~ 227 V, 22 A

A28 系列可用于各种采暖、供冷、通风、空调和制冷系统的温度控制器。它有两个单刀双掷开关,按两级式控制使二级供暖或供冷装置或采暖/供冷装置启、停或者自动转换,达到恒温的目的。A36 系列温控器有 3 个或 4 个微动开关以实现多级控制。它可以用在有能量级调节系统的压缩机,还能用于热泵、风机电加热和空调系统的电气控制。A28 和 A36 系列温控器技术参数见表 1—4。

表 1—4 A28 和 A36 系列温度控制器技术参数

型 号	级 数	温度范围 (°C)	每级差 (°C)	级间差动 (°C)	电气特性
A28AA9118	2	1~60	2 (固定)	1~4 (可调)	AC: 220 V 15 (5) A
A28QA9113		0~43	1.5 (固定)		
A28QJ9100		10~5	1.5 (固定)		
A28QA9100		-35~10	2 (固定)		
A36AHA9105	4	15~35	1.2	1	
A36AHA9107	4	-18~20	1.8	1.5	
A36AGA9101	3	18~20	1.8	1.5	

二、电子式温度控制器

电子式温度控制器经常采用热敏电阻作为感温元件,一般选用负温度系数的热敏电阻,即随着温度增加其阻值减小。图 1—2 为国产 RRC4 型热敏电阻的温度特性曲线。

温度系数的热敏电阻,最常见的是由金属氧化物组成的,如锰、钴、铁、镍、铜等三种金属氧化物混合烧结而成。热敏电阻按结构分类可分为圆柱型、薄膜型、厚膜型三种,按工作温度分为常温区 ($-60 \sim +300^{\circ}\text{C}$) 的热敏电阻、高温区 ($>300^{\circ}\text{C}$) 的热敏电阻、低温区 ($<-192^{\circ}\text{C}$) 的热敏电阻。

电子式温度控制器是利用平衡电桥的原理而工作的 (见图 1—3)。图 1—3 所示 RT 为

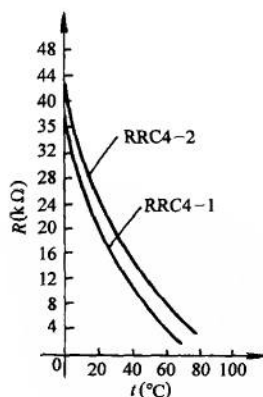


图 1—2 RRC4 型热敏电阻的温度特性曲线

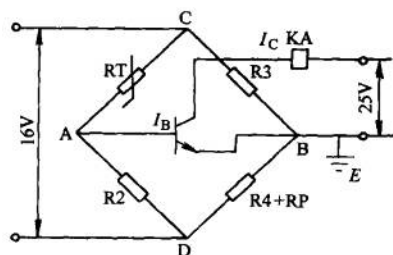


图 1—3 平衡电桥电路原理图

热敏电阻，A、B 两点分别接到晶体三极管的基极和发射极，集电极与继电器线圈 KA 串联，接入 +25 V 的直流电源，电桥中 C、D 两点加 +16 V 的直流电源。晶体三极管 3DG12 的基极电流 I_B ，取决于 A、B 两点的电压 U_{AB} 。当受控温度（如冰箱温度）上升时，RT 的阻值减小，A 点电位升高。当 A 点电位高于 B 点，则产生三极管基流 I_B ，RT 越小， I_B 越大，集电极电流 I_C 也越大。当 I_C 增大到继电器 KA 的吸合电流时，继电器动作，使其常开触点闭合，便接通压缩机的电动机，开始制冷，受控温度随之不断下降，又使 RT 逐渐增大，促使 A 点电位下降， I_C 变小。当 I_C 下降到 KA 的释放电流时，KA 常开触点断开，压缩机便停转。由于停机后温度上升，电桥中的电流又发生上述变化而重复以前的过程，这样控制压缩机的运行与停止，使受控温度始终保持在需要的范围内。

图 1—4 为热敏电阻温度控制器电路图，左边的两个虚线框产生两个稳压的直流电源，分别供给 3DG12 晶体三极管、继电器 KA 线圈和电桥 RT，R2，R3，(R4 + RP) 及晶体管基极使用；右边的虚框与图 1—3 是相同的。图中电位器 RP 可以改变所控的温度范围，R4 与 RP 串联组成电桥的一个桥臂，当 RP 向右滑动，阻值增大，B 点电位升高，这样，只有当受控温度高于原来的设定值时，A 点电位才能高于 B 点升高了的电位，压缩机才能运转。也就是说，当受控温度高于设定值时，使热敏电阻 RT 变得更小，A 点电位才能提高，从而提高上限温度。反之，当 RP 往左滑动，其阻值减小，受控温度范围下降，使下限温度降低。

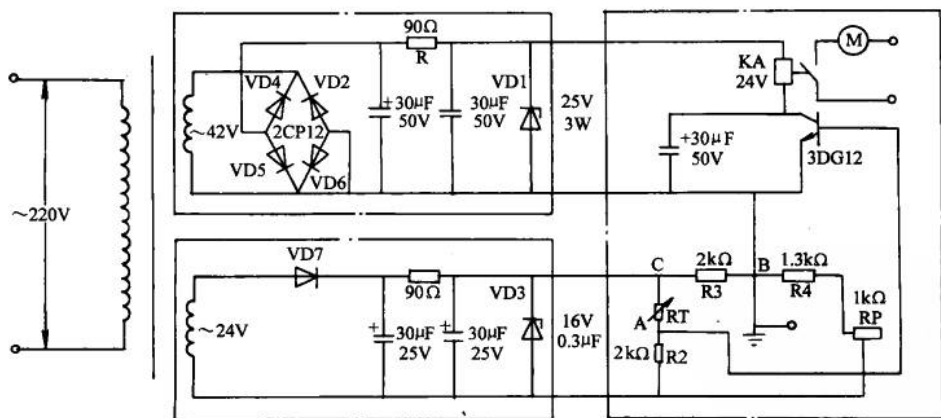


图 1—4 热敏电阻温度控制器电路

三、压力保护控制电路

制冷装置运行中有许多非正常因素会引起排气压力过高或吸气压力过低。这些会对人体、设备、环境造成危害。因此，必须使用压力控制器进行压力保护。高压控制器在系统排气压力超过安全值时，切断电源，使压缩机停止工作。低压控制器则在系统吸气压力低于安全值时，切断电源，使压缩机停机。在许多制冷装置中往往用低压控制器作为压缩机

节省材料等有显著影响。因此活塞式制冷压缩机都趋于高速化。但是,随着转速的提高,制冷压缩机运动零件的摩擦功增大,磨损加剧,寿命缩短,可靠性降低,提高了对制造精度、材质及润滑的要求。随着转速的提高,运动零件的惯性力增大,因而要求减轻运动部件质量,采取合理的气缸布置形式,还要求改进气阀结构和流道形式,减少气流阻力损失,使制冷压缩机获得较好的性能和运转的平衡性。

为了便于电动机直接传动,选择制冷压缩机转速时应尽量与电动机的转速一致。

(3) 活塞平均线速度。它是制冷压缩机高速性的一个表征,对机器质量、外形尺寸、磨损、功耗以及制冷压缩机气阀和其他各部流动阻力有直接影响。决定活塞平均线速度时,要根据制造水平、产品结构要求等因素决定。活塞平均线速度:

$$C_m = \frac{Sn}{30} \text{ (m/s)}$$

式中 S ——活塞行程, m;

n ——制冷压缩机转速, r/min。

一般活塞式制冷压缩机的活塞平均线速度 $C_m = 3 \sim 4 \text{ m/s}$, 小型全封闭式制冷压缩机取较小数值。

(4) 行程缸径比。行程缸径比:

$$\psi = \frac{S}{D}$$

它也是一个重要的结构参数,对制冷压缩机的强度、刚度和零件磨损有直接影响。高速多缸制冷压缩机一般 $\psi = 0.7 \sim 1.0$, 全封闭制冷压缩机 $\psi = 0.4 \sim 0.8$ 。用于低温装置的制冷压缩机为了减少相对余隙容积可取较大值。

采用较小的 ψ 值使制冷压缩机体积和质量减小,结构紧凑,并由于行程相对缩短,曲轴回转半径减小,因而曲轴刚度增大。

上述四个参数直接影响到制冷压缩机的结构形式、制造精度和使用性能。在选择这些参数时应全面分析合理确定。

2. 活塞式制冷压缩机的主要零部件及特性

(1) 活塞组。活塞组由活塞、活塞销、活塞环(包括气环和油环)等组成,如图2—1所示。下面分别加以介绍。

1) 活塞。活塞是制冷压缩机的主要运动部件之一,在气缸内做往复运动。它的作用是和活塞环、气缸及排气阀座组成可变化的气缸容积,并与气阀配合完成制冷剂蒸气在气缸中的吸气、压缩、排气、膨胀过程。

活塞一般都为筒形,它由顶部、环部、裙部、销座4部分组成,如图2—2所示。活塞上面封闭圆筒部分称为顶部,顶部承受压力。顶部与气缸及气阀座构成封闭的工作容积。活塞上装活塞环及油环的部位称为环部。环部以下称为裙部,裙部有活塞销座。裙部为导向,并承受侧向力,销座安装活塞销与连杆相连。

活塞顶部做成下凹或锥形,是为了适应气阀组的结构,以达到减少余隙容积的目的。

使触点自动闭合的压力值为：设定值 + 差动。高压压力控制器的设定值是使触点断开的压力值，允许触点接通的压力为：设定值 - 差动。压力控制器的技术指标见表 1—5。

表 1—5 几种压力控制器的技术指标

型 号	高压 (MPa)		低压 (MPa)		开关触头容量	适用介质	备 注
	压力范围	差动	压力范围	差动			
KD155-S	0.6~1.5	0.3±0.1	0.07~0.35	0.05±0.01	交流 220/380 V, 300 V·A	R12, 油, 空气	S 高压端有手 动复位装置
KD255-S	0.7~2.0			0.15±0.01	直流 115/230 V, 50 W	R22, R717, R718, 油, 空气	
YK-306	0.6~3.0	0.2~0.5	0.07~0.6	0.06~0.2	直流 115/230 V, 50 W	R12	
YWK-11	0.6~2.0	0.1~0.4	0.08~0.4	0.025~0.1			有密封表壳
KP-15	0.6~3.2	0.4	0.07~0.75	0.07~0.4		R12, R22, R114, R500, R502	

(3) 压力控制器常见故障及排除

1) 调定压力变动。造成此故障的原因主要有弹簧变形、波纹管漏气或连接小管破裂，以及微动开关移位等，可用调整或更换弹簧、检漏修理，以及调整开关位置等方法来排除。

2) 动作失灵或压力调不准。主要原因是触头被污物隔绝或烧毁、内部零件受潮或腐蚀，以及杠杆系统发生故障、电路导线被弄断、波纹管气箱损坏、导压管阻塞等，可通过检修、更换零件、疏通管路来排除。

2. 高低压保护电路工作原理

制冷压缩机的高低压保护电路的作用是：当制冷压缩机排气压力高于设定值或制冷压缩机吸气压力小于设定值时，则切断电动机的主电源，保护制冷压缩机。高低压保护电路如图 1—7 所示，其工作原理如下：

当按下起动按钮 SB2，电流由 L3 经 SB1（停止按钮）和 SB2（起动按钮）使接触器 KM 线圈得电吸合其常开触点闭合并自锁再经 KA 压力控制器常闭触点（1—3）和 FU2 熔断器到 L2，使主电路常开触点（主触点）闭合，制冷电动机 M 运转。当制冷压缩机排气压力超过设定值，高压继电器（1—3）常闭触点断开，使接触器 KM 失电释放，切断主电路，制冷压缩机停止运转。这时压力继电器（1—2）常开触点闭合，使 HL 报警灯工作。当系统故障排除后，压力恢复正常，如要重新起动必须按一下复位按钮，否则电动机就无法起动。

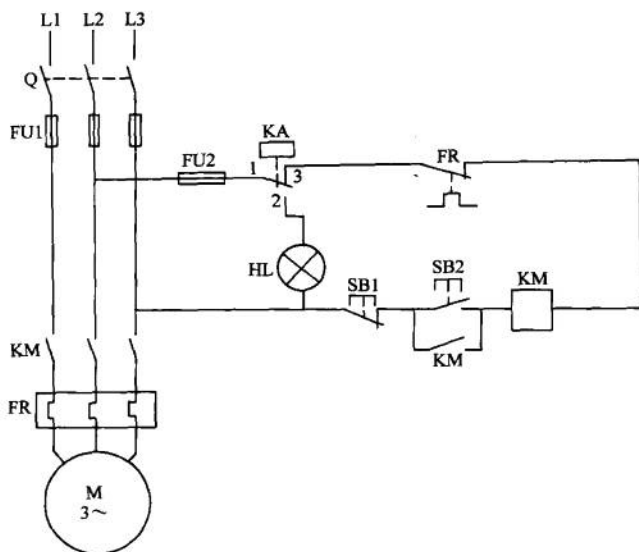


图 1—7 高低压保护电路

四、油压差控制电路

在采用油泵强制供油润滑的压缩机中，如果由于某种故障原因，油泵不上油，建立不起油压差或者油压差不足，就会使运动部件得不到充分润滑而烧毁机器。另外，采用油泵供油的压缩机多有油压卸载机构，如果油压不正常，压缩机卸载机构也不能正常工作。因此，必须设油压差保护装置。

油压差保护是用油压差控制器来实现的，当油压差达不到要求时，通过油压差控制器的作用使压缩机停止运行。下面结合具体的控制电路图加以分析，如图 1—8 所示。

油压差控制器由压差开关（包括杠杆 1、主弹簧 2、顶杆 3、低压波纹管 5、压差开关 19 及高压波纹管 20）和延时开关（包括加热器 7、延时开关 17 和双金属片 18）两部分组成。延时开关的电触点串联在压缩机起动控制回路中。

用压差调节螺钉 4 调整油压差设定值。高、低压接口分别接油泵出口压力和压缩机曲轴箱压力，二者之差即为油压差。该压差信号与主弹簧 2 的设定压力比较，压差大于设定值时，顶杆 3 向上移动，拨动直角杠杆 1 偏转，扳动压差开关 19。图中杠杆 1 和延时开关 17、压差开关 19 在压差正常时处于实线位置，电路处于压缩机通电、正常工作信号灯 16 通电的正常运行状态。

若油压差低于设定值时，顶杆 3 下移，杠杆 1 处于图中虚线位置，将压差开关 19 扳到虚线位置，正常工作信号灯 16 断电熄灭，立即给出油欠压信号。同时电加热器 7 通电，开始加热双金属片 18，持续通电加热一段时间（60 s 左右）后，双金属片变形，把延时开关 17 扳到虚线位置，切断压缩机起动控制电路，于是压缩机停机，同时事故信号灯 13 接

通, 表明是事故性停机。

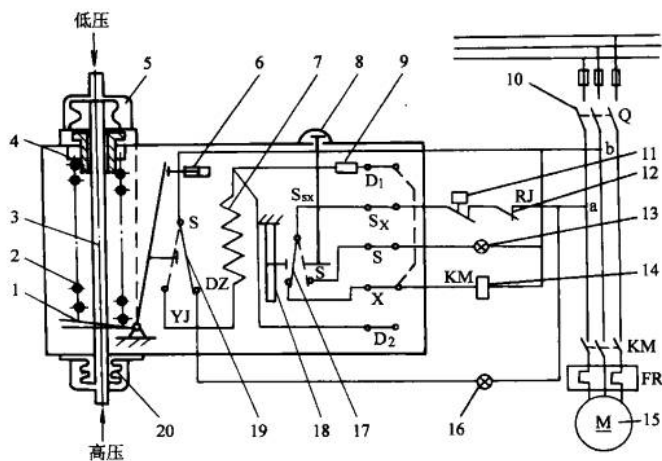


图 1-8 油压差控制器的结构及工作原理

- 1—杠杆 2—主弹簧 3—顶杆 4—压差调节螺钉 5—低压波纹管 6—试验按钮
7—加热器 8—手动复位按钮 9—降压电阻（电源为 380 V 时用） 10—压缩机电源开关 11—高低压力控制器
12—热继电器 13—事故信号灯 14—交流接触器线圈 15—压缩机电动机 16—正常工作信号灯
17—延时开关 18—双金属片 19—压差开关 20—高压波纹管

正常起动前, 双金属片处于冷态, 开关 17 处于实线位置, 只要电源合闸, 起动控制电路接通, 这时, 尽管没有油压也不妨碍起动。起动后, 油压建立过程中, 尽管压差开关 19 处于虚线位置, 电加热器 7 通电, 但通电尚未持续到足以使双金属片 18 变形可以推动延时开关 17 动作时, 油压已正常, 于是压差开关 19 回到实线位置, 加热电路断开, 同时接通正常运行信号灯 16, 起动完成。

油压差控制器在安装使用中应注意:

- 高、低压接口分别接油泵出口和曲轴箱低压, 切不可接反。
- 控制器本体应垂直安装, 高压口在上, 低压口在下。
- 油压差等于油压表读数与吸气压力表读数的差值。
- 油压差的设定值一般调整为 $0.15 \sim 0.2 \text{ MPa}$ 。
- 采用热延时的压差控制器, 控制器动作一次后, 必须待热元件完全冷却、手动复位后, 才能再次起动使用。

油压差控制器的故障主要是调节弹簧失灵, 电路开路不通, 压差刻度不准和延时机构失灵等。其处理方法是调整或更换部件。

五、三相负载连接电路

在实际三相电路中, 三相负载的连接方法有两种: 星形连接和三角形连接。下面对两种连接方法分别进行介绍。

为能把三相负载正确地连接到电源上，而不损坏负载，有必要把三相电源介绍一下，三相电源是由三相发电机产生的，发电机内部有三组绕组分别设为 U_1U_2 、 V_1V_2 、 W_1W_2 ，其中 U_1 、 V_1 、 W_1 为它们的始端， U_2 、 V_2 、 W_2 是末端，对应绕组 U_1U_2 、 V_1V_2 和 W_1W_2 的三个感应电压称为 U_1 相电压、 V_1 相电压、 W_1 相电压，每相之间相位角差 120° 。把三组绕组末端连接在一起成一公共端（做星形连接），同时公共端与三个始端一起向外引出四条输电线的称为三相四线制，如图 1—9 所示；只从三个始端引出输电线的称为三相三线制，如图 1—10 所示。

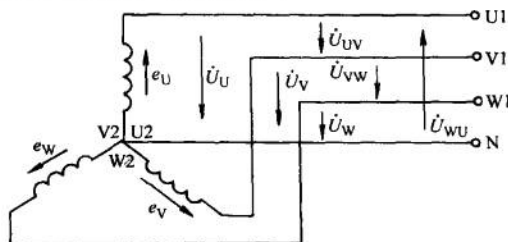


图 1—9 三相四线制

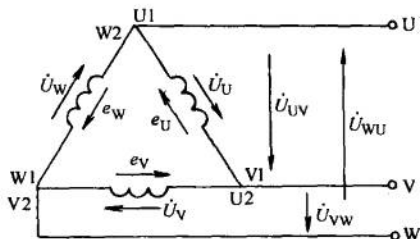


图 1—10 三相三线制

从公共端引出的导线称为中线或零线，俗称地线。从始端引出的三条输电线称为端线或相线，俗称火线。三相四线制中存在两种电压：

- (1) 每条端线与中线之间电压也就是每相绕组两端的电压称为相电压， $U_p = 220 \text{ V}$ 。
- (2) 任意两条端线之间的电压称为线电压， $U_L = 380 \text{ V}$ 。从大小来看，线电压是相电压的 $\sqrt{3}$ 倍， $U_L = \sqrt{3} U_p$ ，从相位来看每个线电压超前组成它的两个相电压中超前相的相电压 30° 。三相三线制中只存在线电压。

当把三组绕组依次首尾相接时，形成一个闭合回路，然后从三个连接点引出三根输电线这种方式只能提供三相三线制电源，并且任意二条输电线之间的电压就是相应各绕组两端的相电压，因此线电压就是相电压， $U_L = U_p = 380 \text{ V}$ ，由于对称三相电压的向量和为 0，因此不接负载时三相绕组组成的闭合回路中不会有电流。

1. 三相负载的星形连接

三相负载连接时，将三相负载的末端接成一个公共端与电源的中线连接，三条始端分别接到电源的三条端线上，这种接法就是三相负载的星形连接，如图 1—11 所示。

在这种接法下，每相负载上的电压就是电源相应的各相电压，而流过负载的电流叫相电流，流过三条端线的电流叫线电流，相电流同线电流相等。当各相负载完全相同时，根据对称原则以及节点电流可知中线电流为 0，因此，此时可以省去中线的连接线。当各相负载不完全相同时，由于流入的电流不相同，因此中线电流不等于 0，为保证各相负载均能正常工作，中线不能省去。这种连接方法适用于三相负载所能承受的相电压为 220 V 的情况下。

2. 三相负载的三角形连接