

第5章 冷库制冷系统的自动控制

5.1 制冷压缩机的自动控制

5.2 机房的自动控制

5.3 库房的自动控制

5.4 冷库制冷系统自动控制实例

获取更多资料

5.1 制冷压缩机的自动控制

制冷机的运行状态与整个制冷系统是否安全、合理、经济的运行关系密切，是本门课程的重要内容，根据制冷工艺的要求，制冷机的自动控制内容有：压缩机的安全保护，能量自动调节，自动开停车程序。

5.1.1 活塞式制冷压缩机的自动控制

1.安全保护

(1) 高低压力保护

即指压缩机工作时排气压力与吸气压力的保护。

可用压力控制器进行高低压保护。高压控制器的调定值对于R12系统取1.4MPa，对于氨气或R22系统通常取1.6MPa。一般情况下，低压控制器的调定值调在比制冷系统蒸发温度低5°C所对应的饱和压力。

(2) 油压差保护

又称油压控制。油压差是指制冷系统正常工作时压缩机润滑油在油泵出油口的压力与曲轴箱压力之差。

油压差 = 油压表读数 - 吸气压力表读数。

可用油压差控制器进行保护。

(3) 温度保护

可用温度控制器进行温度保护。

① 排气温度保护

制冷压缩机排气温度过高，会使润滑油粘度下降，产生碳化，影响制冷压缩机的使用寿命，因此，要对排气温度进行保护。制冷压缩机排气温度应比润滑油的闪点低 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，一般要求制冷压缩机的排气温度不得超过 140°C 。

②油温保护

为保证制冷压缩机各磨擦面正常润滑，除了对油压有要求外，油温也是一个很重要的因素。若油温过高，粘度下降，润滑性能受到影响。即使油压差正常也会造成摩擦部件的损坏。油温保护值设定在70°C以下。

采用氟利昂工质的制冷压缩机启动前，先开电加热器，使溶于润滑油中的氟利昂受热后蒸发掉，然后再启动制冷压缩机。

(4) 压缩机气缸头冷却水套断水保护

大型氨系统活塞式制冷压缩机,为了降低气缸上部的温度,冷却水就可以通过水套对压缩机的机头起冷却降温作用。

一般采用晶体管水流继电器作断水保护。在水套出水管安装一对电接点,有水流过时,电接点被水接通,继电器使压缩机可以启动或者维持正常运行;没有水流过时,接点不通,压缩机无法启动或执行故障性停车。冷却水套断水一般延时**15~30s**,这样确认冷却水已中断了,再对压缩机执行停车。

(5) 压缩机电机保护

①失压保护（零电压保护）

在空调、制冷系统的控制电路中，凡有自锁环节的，就有失压保护作用。

②短路保护

短路保护由熔断器，自动开关或两者同时担任。

③过载保护（热保护）

热继电器起过载保护作用。自动空气断路器（又称自动开关），它既有开关作用，又有短路，严重过载，失压或欠压自动保护功能。

2. 能量调节

压缩机能量调节是指改变压缩机制冷能力，使之与变化的热负荷相适应的一种调节。其目的是使制冷系统处于一个经济合理的运行状态，并实现压缩机轻载或空载启动。

(1) 压缩机间歇运行

又称压缩机启动控制，是能量调节与负荷平衡的一种最简单形式，一般用于只配置一台无卸载装置压缩机的小型制冷装置中。

当用热力膨胀阀供液时，常用吸气压力控制器即低压控制器控制压缩机的启停。

间歇能量运行调节方式简单易行，但只适用于负荷变化不太剧烈的装置（如小型冷库）中。

(2) 压缩机运行台数控制

在多台压缩机联合供冷的系统中，一般根据热负荷的变化来决定投入运行的压缩机台数实现能量调节，以降低用电量，减少生产成本。

按照组成机群的压缩机台数和每台压缩机的容量，将能量划分为若干个等级。第1能级（最低能级）为基本能级，受库房温度控制启、停。以后各能级所对应的压缩机的启、停分别用吸气压力（或蒸发温度）控制。将吸气压力或蒸发温度分成若干个设定值与各能级一一对应。按照运行中吸气压力（或蒸发温度）的变化，自动地启、停压缩机，使机群的能量自动增、减到指定的能级上。

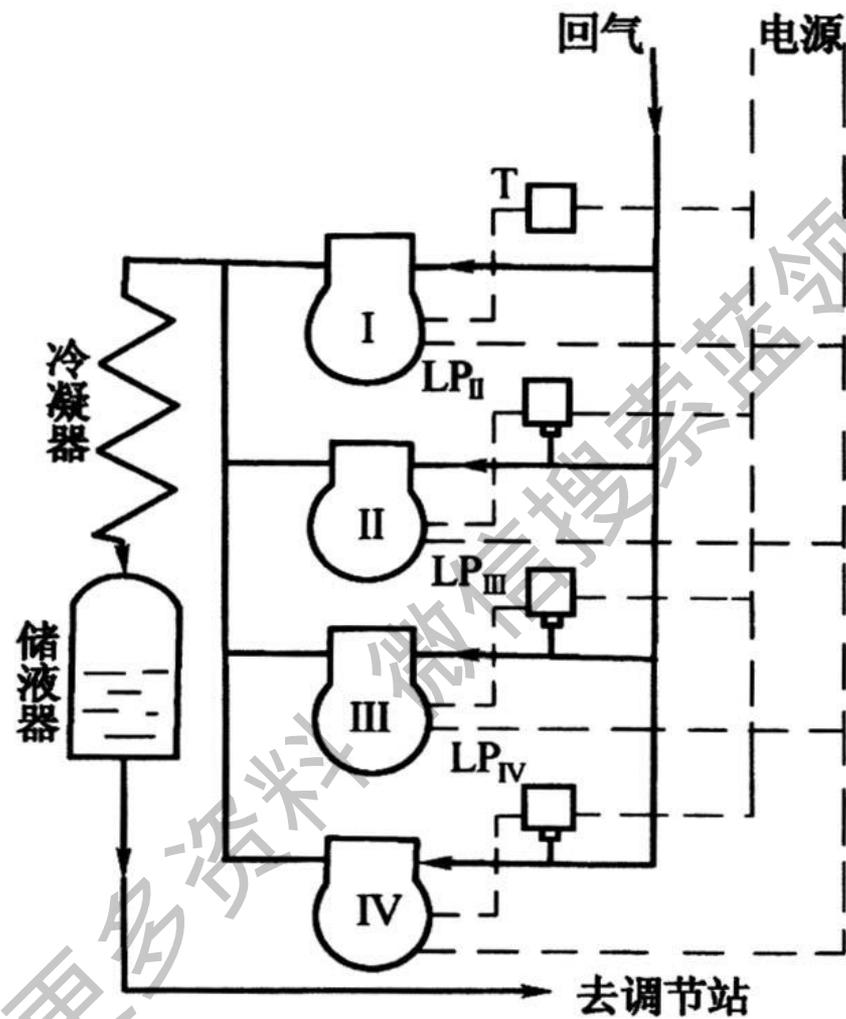


图 5-1 用压力控制器控制压缩机启停的系统

每级能量调节过程为：任何一个库房温度达到设定值的上限时，温度控制器使 I 号机启动运行。30min 后，若吸气压力升到 **0.20MPa**，II 号机的压力控制器 **LP_{II}** 使 II 号机运行。II 号机运行后若吸气压力降到 **0.09MPa**，**LP_{II}** 使它停车；若吸气压力继续上升到 **0.22MPa**，III 号机的压力控制器 **LP_{III}** 使 III 号机运行后，若吸气压力降到 **0.11MPa**，**LP_{III}** 使 III 号机停车；若吸气压力继续升到 **0.30MPa**，则 IV 号机压力控制器 **LP_{IV}** 使 IV 号机运行。**LP_{IV}** 令 IV 号机退出运行的吸气压力值为 **0.15MPa**。所有库房温度都降到设定值的下限后，I 号机停止运行，整个制冷系统停止工作。

表5-1 压缩机开停的压力设定值

压缩机	II号机	III号机	IV号机
压力控制器	LP_{II}	LP_{III}	LP_{IV}
上限接通压力 /MPa (表)	0.20 (-9°C)	0.22 (-7°C)	0.30 (-2°C)
下限断开压力 /MPa (表)	0.09 (-20°C)	0.11 (-18°C)	0.15 (-14°C)
差动值 /MPa (表)	0.11 (11°C)	0.11 (11°C)	0.15 (12°C)

(3) 气缸卸载

①用压力控制器和电磁阀控制气缸卸载

凡是制冷压缩机本身带有自动卸载机构时，均可采用压力控制器和电磁阀式的能量调节系统。

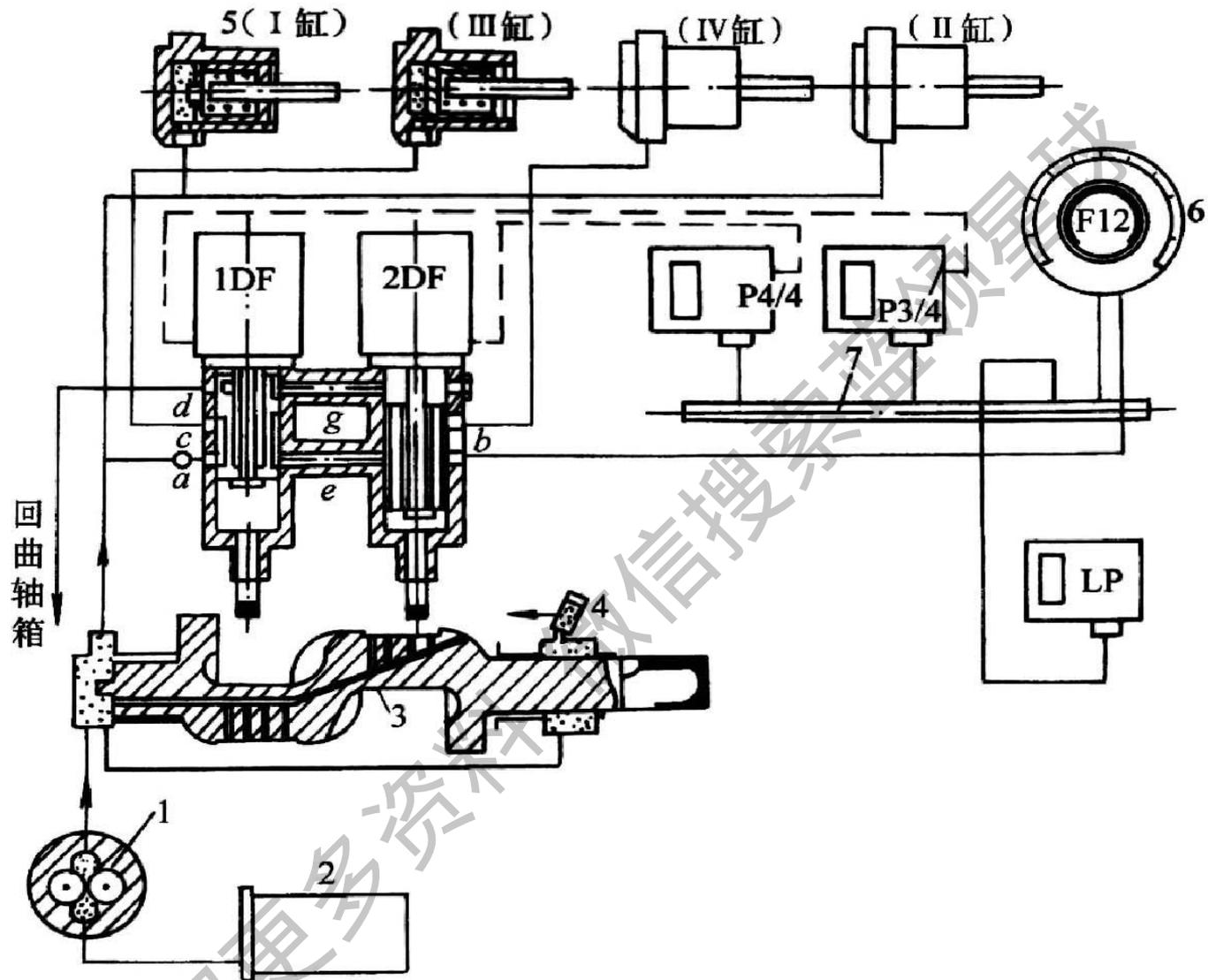


图 5-2 压力控制器-电磁滑阀控制压缩机能量原理图

1. 液压泵 2. 滤油器 3. 曲轴 4. 液压调节阀 5. 气缸卸载机构的液压缸 6. 液压差表 7. 吸气管 1DF、2DF. 电磁滑阀 P3/4、P4/4. 压力控制器 LP. 低压控制器

调节方法为：用压力控制器LP控制压缩机电动机；用压力控制器P3/4控制第Ⅲ组气缸卸载机构油路管上的电磁滑阀1DF；用压力控制器P4/4控制第Ⅳ组气缸卸载机构油路管上的电磁滑阀2DF。当压缩机满负荷工作时，四组气缸全部投入运行，输出能量为1。蒸发温度降到0°C时，压力控制器P4/4使电磁滑阀2DF失电，滑阀落下，阻断从油泵送往第Ⅳ组卸载液压缸去的配油孔，停止压力油的供应，该油缸中的油回流到曲轴箱，第Ⅳ组的两个气缸卸载，压缩机输出能量为3/4。当蒸发温度降到-1°C时，压力控制器P3/4断开，使电磁滑阀1DF失电，第Ⅲ组气缸卸载，压缩机输出能量为1/2。当蒸发温度降到-3°C时，压力控制器LP断开，切断电源，整台压缩机停止工作。停机后，若吸气压力回升到0.33MPa（2°C）时，压缩机重新启动，基本工作缸投入运行。此后，若吸气压力继续升高，第Ⅲ、Ⅳ组气缸依照表5-2中给出的数据依次上载。

表5-2 压力控制器的设定值

压力控制器	P4/4	P3/4	LP
断开压力/MPa (蒸发温度/°C)	0.31 (0)	0.30 (-1)	0.28 (-3)
断开压力/MPa (蒸发温度/°C)	0.36 (4)	0.34 (3)	0.33 (2)
差动压力/MPa (温度/°C)	0.05 (4)	0.04 (4)	0.05 (5)

(4) 气缸卸载与机组台数的联合控制

在大型制冷站中，在对制冷量的调节中，可以根据当时制冷量的多少，开启与之相匹配的制冷机组运行，或者采用与制冷量相适应气缸卸载和台数的联合控制。采用“定点延时，分级步进”的程序调节方式。它是将压缩机的吸气压力或蒸发温度设置四个限位点（即定点）：过低限、低限、高限和过高限。使用步进程序调节器，根据压力传感器所测得的蒸发压力（或蒸发温度）当前值与设定值进行比较，自动地使制冷机组在当前所处的能量级基础上延时递增或递减或维持不变。它适用于蒸发温度低，能量级数较多的场合，它具有程序调节的特征，采用**TDF**型步进程序调节器。

(5) 变速能量调节

制冷压缩机的制冷量与其转速成比例，因此可以用改变压缩机的转速来实现制冷量的调节，变转速制冷机的能量调节经济性最佳。

要改变制冷压缩机的变转速调节可采用两种方法，一是可采用两种极数的电动机拖动，通过对电动机级数的切换来实现对制冷压缩机的两种转速驱动，从而实现压缩机的能量调节；二是采用变频调速电动机实现对制冷压缩机的驱动，从而达到压缩机的能量调节。

(5) 变速能量调节

制冷压缩机的制冷量与其转速成比例，因此可以用改变压缩机的转速来实现制冷量的调节，变转速制冷机的能量调节经济性最佳。

要改变制冷压缩机的变转速调节可采用两种方法，一是可采用两种极数的电动机拖动，通过对电动机级数的切换来实现对制冷压缩机的两种转速驱动，从而实现压缩机的能量调节；二是采用变频调速电动机实现对制冷压缩机的驱动，从而达到压缩机的能量调节。

(6) 热气旁通能量调节

热气旁通能量调节的原理：在制冷负荷下降时，导致吸气压力的降低，将压缩机排出的高温高压制冷剂气体旁通到制冷系统的低压侧，用于补偿因制冷负荷下降而减少的制冷剂蒸发量，以保持压缩机连续正常运行所必须的最低吸气压力。从而使制冷压缩机能力与蒸发器的实际负荷相适应，在蒸发器负荷下降时，来自制冷系统中高压侧的热气为其提供一个虚负荷。

此种能量调节一般用在制冷压缩机没有气缸卸载机构的小型制冷机组中和用在制冷压缩机虽有卸载机构，但在机组启动时或降负荷调节到最低档时，压缩机都处于基本能量级，如果还希望启动负荷更小或希望在负荷小到几乎是空载但仍需压缩机不停止运行的场合。可以在最低能级档再设热气旁通，实现该范围内的无级能量调节。

(7) 吸气节流控制

此种方法是在制冷机组的蒸发器制冷剂气体出口处安装一蒸发压力调节阀，使来自蒸发器的制冷剂气体经蒸发压力调节阀节流后进入制冷压缩机，负荷越低，节流作用越强，进入制冷压缩机内的气体量也越少，以此增大吸气比容，减小制冷压缩机的制冷能力，从而维持制冷剂在蒸发器内的蒸发压力保持在一定值上。由于此种方法人为地提高了制冷压缩机的压力比，单位功耗和排气温度将会上升，同时在此运行中吸气压力不允许下降过大，因而此种方法只能在小范围的能量调节中使用。

3.自动启停

在检查了制冷系统各部分都正常后，方可进行自动开机操作，开机信号可由温度控制器发出，同时还可以配有手动按钮发出开机指令，进行压缩机减载或空载启动，在能量调节装置和安全保护装置的控制下，压缩机投入正常有序运行。正常停车信号可由温度控制器或压力控制器发出，也可以手动按钮发出，事故信号则来自安全保护装置。

ZS8-12.5双级压缩机起动和上载控制程序方框图

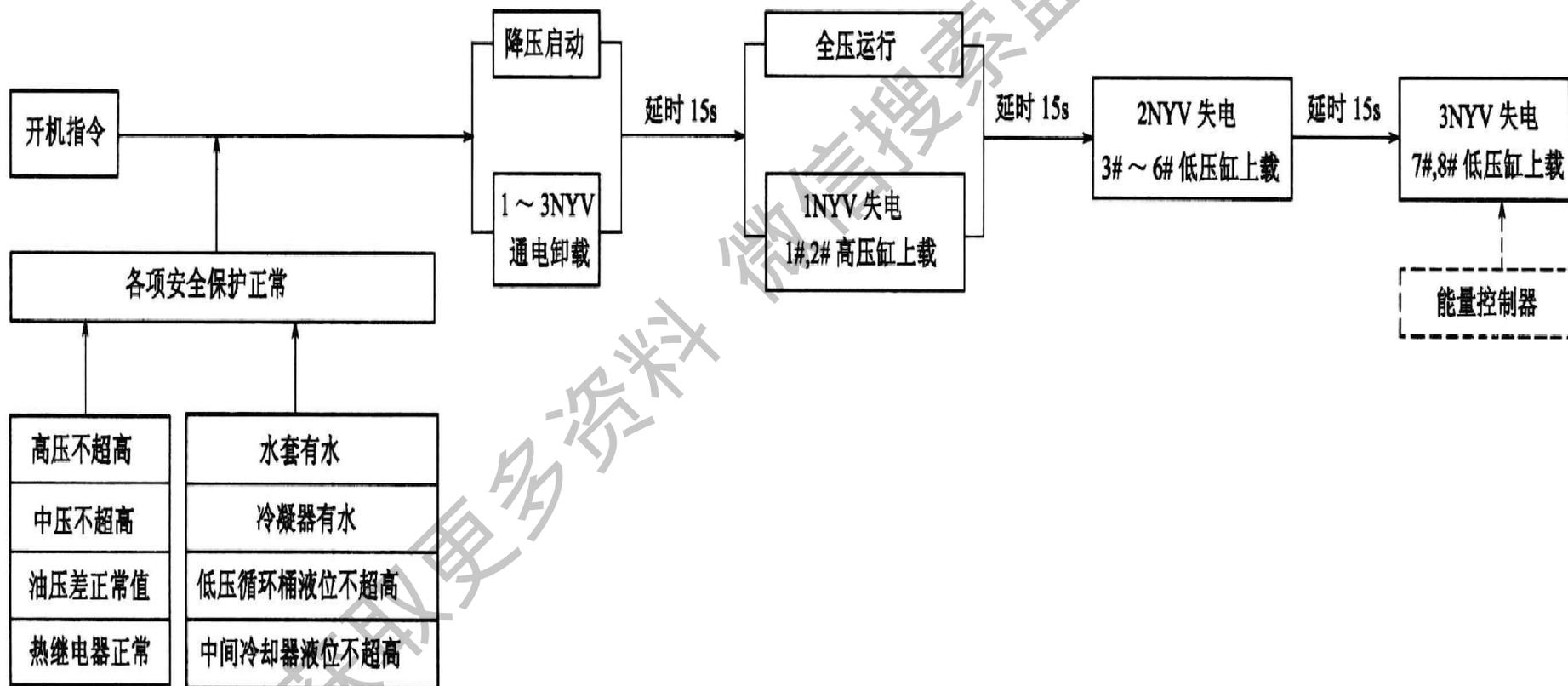


图 5-5 压缩机起动和上载程序方框图

压缩机停机程序方框图

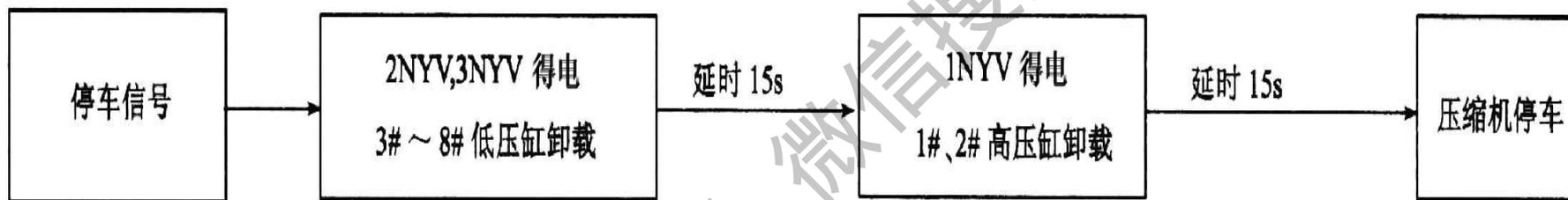


图 5-6 压缩机停机程序方框图

5.1.2 螺杆式制冷压缩机的自动控制

1. 安全保护

(1) 压力保护

螺杆式制冷压缩机的压力保护主要有高压保护、低压保护、润滑油供给的油压差保护、润滑油过滤的油压差保护等。各种压力保护自动控制的基本控制方法与活塞式制冷压缩机的装置的压力保护控制相类似。

润滑油供给的压差控制器的保护，要求控制油泵排出压力高于制冷压缩机排气压力**0.15MPa**，以保证向螺杆式制冷压缩机腔内喷油。

润滑油过滤器油压差控制器压差调定值为**0.1MPa**，超过此控制值则说明过滤器需清洗更换了。

(2) 温度保护

螺杆式制冷压缩机的温度保护主要有排气温度保护，油温保护。其自动控制的方法与活塞式压缩机所采用的温度保护方法相类似。单螺杆式制冷压缩机对油温的要求比较严格。这里的油温指的是油泵向压缩机的喷油温度，要求在 $40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间，油温过低，则油的粘度变大，流动阻力增大，即影响油泵的上油，又使压缩机启动困难。油温过高，则油的粘度变小，既不利于润滑，也破坏油在螺杆间起的密封作用。

为了防止油温过低，在环境温度较低时启动压缩机，一定要先加热储油器或油箱中的润滑油，使之粘度适中。对于氟系统，还可蒸发掉溶于油中的制冷剂，减少启动过程中出现润滑油产生油泡沫的现象。

油温度控制器一般接在油泵出口或油分配器上。

(3) 其他保护

系统联锁保护：当制冷系统的其他设备在运行中，处于不正常状态时，也会危及到压缩机的安全。必须进行联锁保护，切断压缩机电动机电路，使压缩机失电停机。例如，对于冷水机组，通常设置有蒸发器出水温度过低的保护，蒸发器断水保护，冷凝器冷却水断水保护及压力容器上的安全阀或易熔塞等。

电动机保护：用快速反应的三相过电流继电器作电动机过载保护，用反向保护继电器作防压缩机电动机反向旋转的防反转保护，用电器自锁装置作防止电动机停机后立即重新启动的失压保护，将温度传感器嵌入螺杆压缩机电动机绕组内作电动机绕组的温升保护等。

2. 能量调节

螺杆式压缩机的能量调节执行机构由滑阀、增载、卸载电磁阀、电位器等组成。滑阀设置在气缸下部，两个转子的下方，滑阀的底面与气缸底部支撑滑阀的平面相贴合，阀杆连接滑阀和油缸内的油活塞，借油活塞两边的压差，使滑阀顺着气缸轴线方向移动。开启1NYV和3NYV增载电磁阀，使滑阀向压缩机的排气口移动，增加压缩机输出能量。当需要减载时，开启2NYV和4NYV卸载电磁阀，使滑阀向回流孔移动而将其打开时，转子齿槽内的气体有一部分不被压缩而经回流孔返回吸气腔。从而减少了有效吸气量，同样也减少了排气量，即减少了输出的能量。滑阀移动不同的位置，改变吸气腔内不同的容积和不同的制冷量，便可在10%~100%范围内实现无级调节。

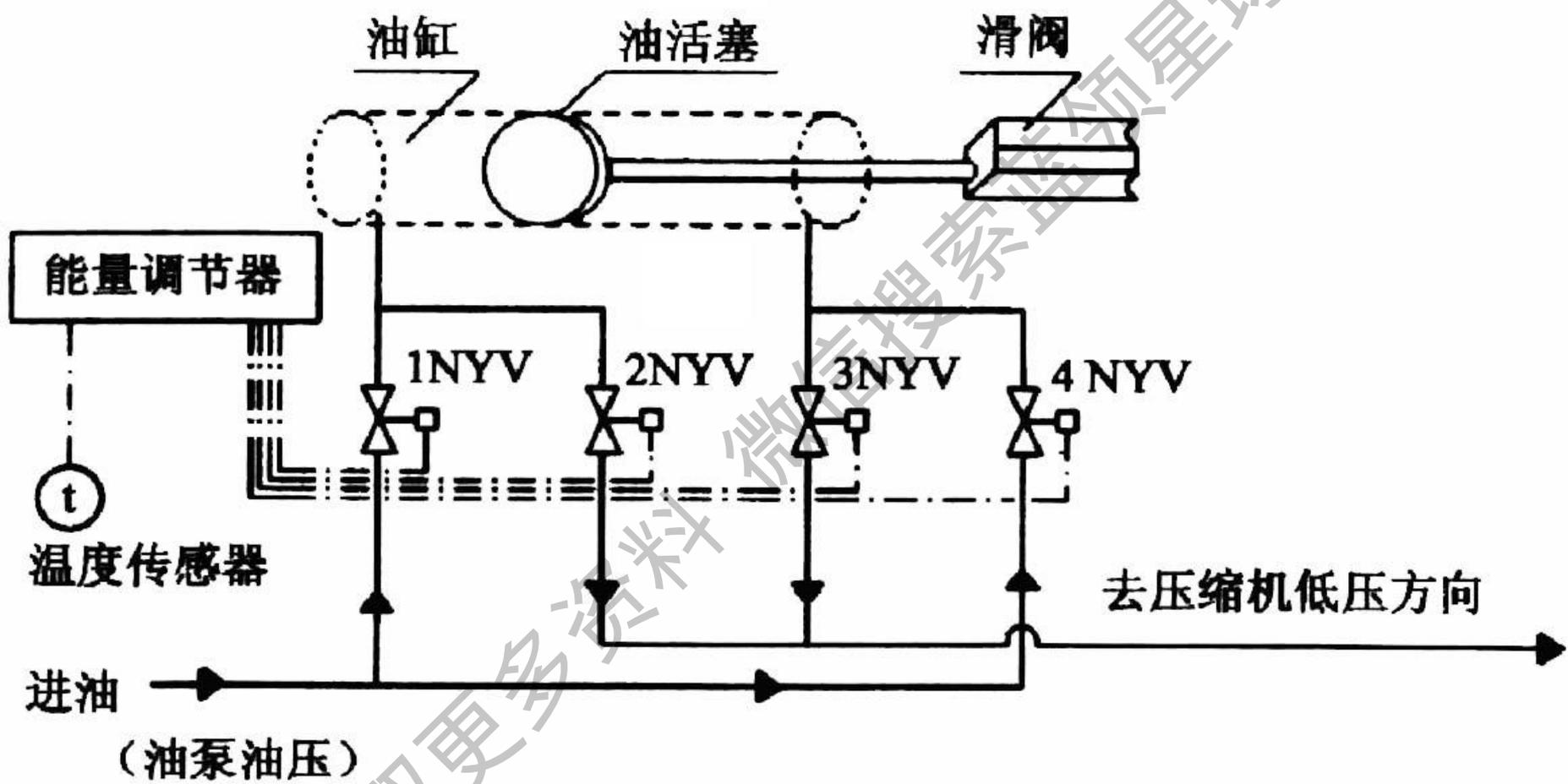


图 5-7 螺杆式压缩机能量调节机构示意图

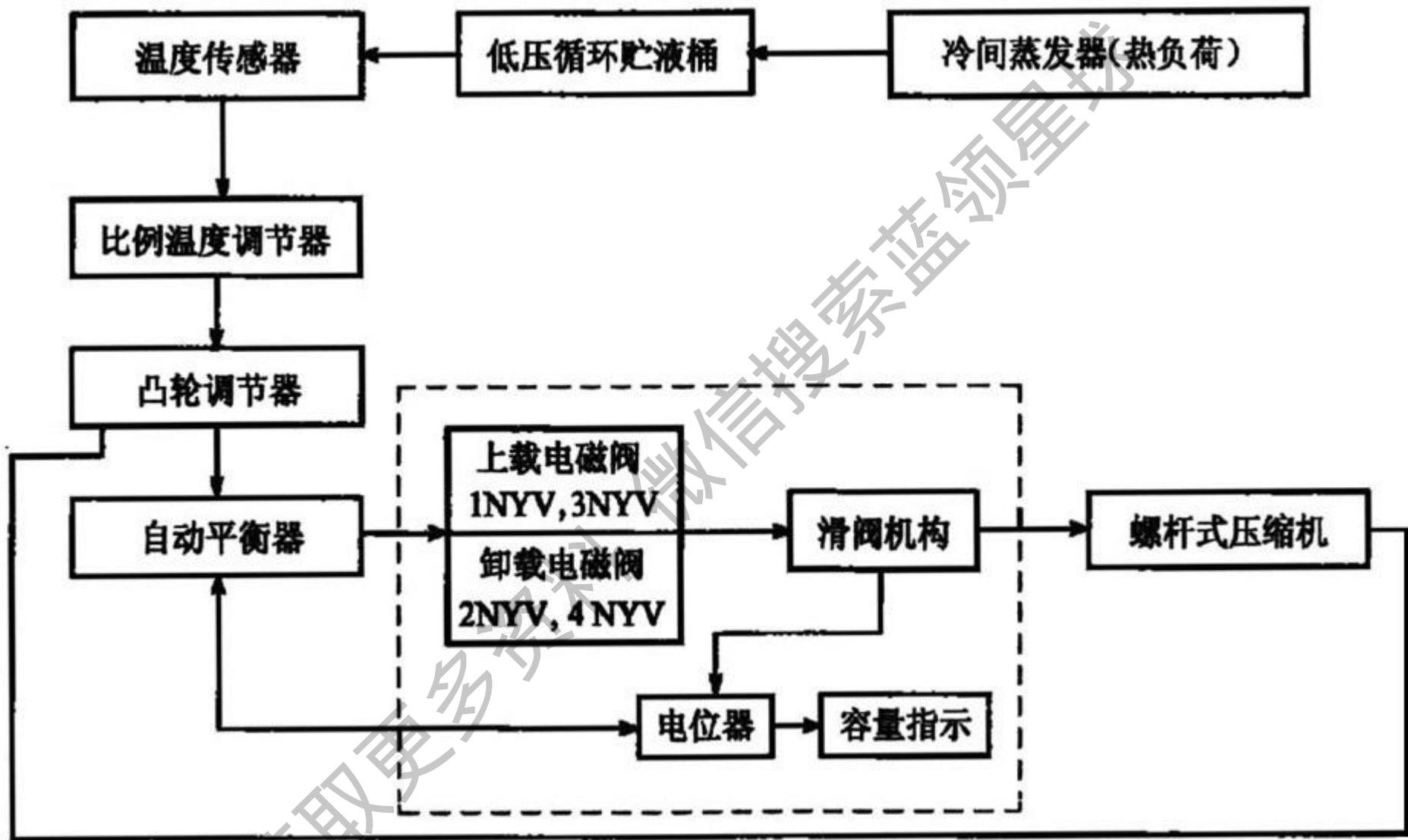


图5-8 螺杆式压缩机能量调节控制方框图

当安装在低压循环贮液桶的底部温度传感器检测到的温度信号传递到比例温度调节器与给定值比较后发生偏差，若实测温度大于给定值，则由比例温度调节器发出增载信号，使凸轮调节器向凸开节调节器右侧旋转，旋转的幅度受比例温度调节器反馈电路的偏差值控制，同时凸轮调节器内的反馈电位器移位变值，引起自动平衡器的电桥电路不平衡，使1NYV、3NYV上载电磁阀得电，推动滑阀向排气口移动，增加压缩机输出能量。直到压缩机输出能量与热负荷平衡为止。

若实测温度小于给定值，则由比例温度调节器向凸轮调节器发出减载信号，使凸轮调节器开始向左旋转，凸轮调节器内的反馈电位器移位变值，引起自动平衡器的电桥电路不平衡，使**2NYV**、**4NYV**卸载电磁阀得电，推动滑阀移动将回流孔打开，使一部分气体不被压缩而直接返回吸气腔，这样就逐步减少了压缩机输出能量。直到压缩机输出能量减少到**10%**而停车。

3.自动启停

螺杆式制冷压缩机的自动启停与活塞式制冷压缩机启停程序基本相似，这里要特别强调一点就是，在自动控制电路设计时，要保证机器停车，能量调节装置处在最小能量上，以满足制冷压缩机轻载启动的要求。

螺杆式制冷压缩机的正常开机，停机信号常由温度控制器（或压力控制器），手动按钮发出，非正常停车（即事故停车）由各安全保护装置发出。

螺杆式制冷压缩机早期的自动控制系统是采用继电器控制电路，随着计算机科学技术的广泛普及，至**20世纪90年代**后期出现了制冷装置计算机智能化自动控制系统。

微电脑智能化控制型螺杆制冷机组自控设备，是采用微电脑控制器，用软件程序完成机组全自动控制的电控设备，不仅能实现单台机组的自动运行，还具有群控功能，通过多台机组群控总线的连接，使多台机组互相通讯协调工作，使整个机群以最佳状态运行。具有两种工作状态，即手动控制状态和自动运行状态，有故障自动报警、自动保护的功能，并直接显示出排气压力、吸气压力、喷油压力和压缩机电动机的运行电流。

5.2机房的自动控制

5.2.1 氨泵系统的自动控制

氨泵系统的自动控制包括低压循环贮液桶和氨泵的自动控制，它是强制供液系统自动控制的主要组成部分。

1.制冷工艺对氨泵系统的要求

(1) 为保证蒸发器的供液和氨泵的正常工 作，要求低压循环贮液桶保持一定的液位。

(2) 为防止氨液进入压缩机，保证压缩机的正常运行，要求当低压循环贮液桶内的液位达到超高液位时，应立即切断压缩机电源，并同时发出声光报警信号。

(3) 为防止向蒸发器供液过多，影响蒸发压力，必须在压力超过一定值时（也就是流量超过一定值时），实现流量自动旁通。

(4) 为保护氨泵和解决氨泵因气蚀现象不上液而采取相应的措施。

2. 氨泵系统自动控制原理图

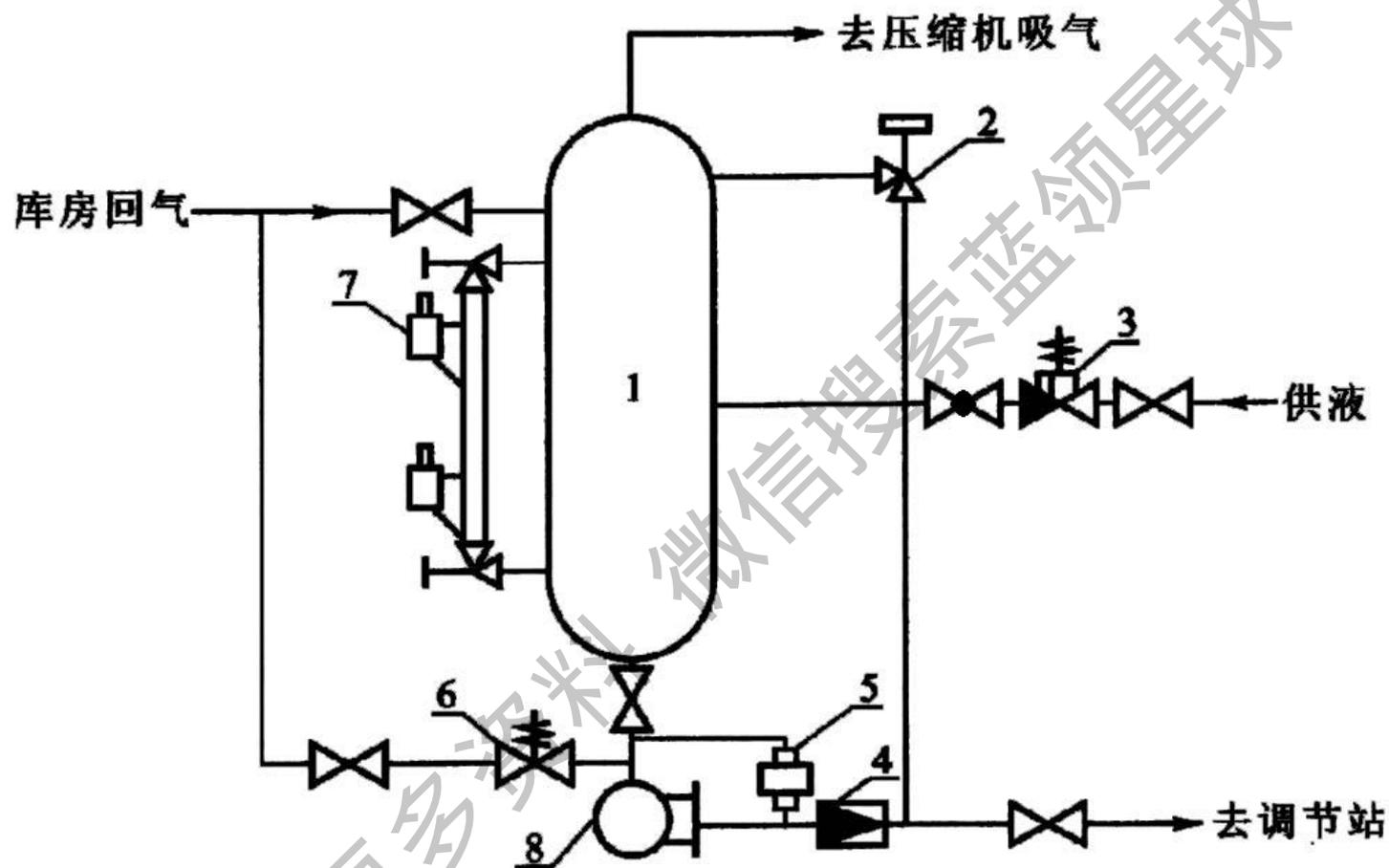


图 5-9 氨泵系统自动控制原理图

1. 低压循环桶 2. ZZRP-32 型旁通阀 3. ZCL-32YB 型电磁主阀
4. ZZRN-32 型止回阀 5. CWK-11 型压差控制器 6. ZCL-20 型电磁阀
7. UQK-40 型液位控制器 8. 氨泵

3.自动控制分析

- (1) 液位控制。
- (2) 液位超高报警
- (3) 氨泵欠压保护
- (4) 防止气蚀
- (5) 流量旁通
- (6) 防止氨泵出口液体倒流

(1) 液位控制

低压循环贮液桶内的液位控制是采用一套**UQK-40型**（下）液位控制器与**ZCL-32YB**型电磁主阀配合使用实现的。当循环贮液桶内液位降至设定值的下限时，液位控制器发出指令，使**ZCL-32YB**型电磁主阀开启，向低压循环贮液桶内供液。当液位升高至设定值的上限时，液位控制器又发出指令，使**ZCL-32YB**型电磁主阀关闭，停止向低压循环贮液桶供液。

调节液位控制器的幅差调节机构，便可调节幅差的大小。对于立式低压循环贮液桶的幅差应在**6cm**以内。卧式低压循环贮液桶的幅差可调在**4cm**以内。为了减少电磁主阀的启闭频率。一般调节到使**ZCL-32YB**型电磁主阀的启闭工作周期在**30min**左右为宜。

(2) 液位超高报警

UQK-40型（上）液位控制器安装于桶高的**70%**处，用作液位超高报警，以避免制冷压缩机发生“液击”事故。当低压循环贮液桶液位超高时应发出报警信号，以引起操作人员注意。同时使延时时间继电器开始延时，在规定的时间内，如果液位仍不下降，制冷压缩机会自动停机，防止事故发生。

(3) 氨泵欠压保护

氨泵不上液或因气蚀而空转时，氨泵的进出口压差很小或为零，这种状态叫欠压或无压差运行。氨泵欠压运行时，制冷剂的流量很小，对于靠氨液来润滑轴承和冷却电动机的氨泵来说，断液时间一长，电动机和轴承就可能烧毁。因此，应采取措施防止氨泵在欠压或无压差下运行。

氨泵的欠压保护是用**CWK-11**型压差控制器实现的。当实际工作压差小于压差控制器的设定值下限时，即发出指令，开始延时和抽气，如果在设定的延时时间内不能建立起正常压差，即停止氨泵运行，同时发出声、光报警信号。延时时间视氨泵的种类而定：屏蔽泵为**8~10s**；离心泵为**10~15s**；齿轮泵为**30~50s**。

CWK-11型压差控制器的设定值可根据库房的高度来决定，一般**20m**以下的库房可调在**0.04MPa~0.06MPa**范围内。

(4) 防止气蚀

在氨泵的顶端与低压循环桶的上部之间设置一个**ZCL-20**型电磁阀。此阀受氨泵启动接触器和**CWK-11**型压差控制器控制。一旦氨泵进、出口压差小于压差控制器的设定值下限，压差控制器就发出延时指令，同时指令抽气电磁阀开始抽气。在延时时间内，如果压差升高至压差控制器的设定值上限，抽气电磁阀就自动关闭，氨泵正常运行。否则氨泵就停止运行，抽气阀也关闭，并发出声、光报警信号。

(5) 流量旁通

氨泵的流量一般较大，因此一台氨泵往往同时向几个冷间供液，在冷间温度降到设定值的下限时，便逐个关闭供液电磁主阀停止供液降温，到最后必然出现一台氨泵只向一两个冷间供液的情况。此时，由于供液量超过合理倍数和泵压较高，反而不利于降温。故在自控系统中设置 **ZZRP-32**型旁通阀，并调定到一定的旁通压力。氨泵的排出压力超过此值时，旁通阀自动开启，将一部分流量旁通回到低压循环贮液桶，这样泵压就能控制在一定的范围内。

(6) 防止氨泵出口液体倒流

为了防止氨泵停止运行时氨泵出液管中的液体倒流，特别是防止多台氨泵并联使用时，制冷剂液体相互串流的现象出现，每台氨泵の出液管上均装设一个**ZZRN-50**型止回阀。

5.2.2

放空气的 自动 控制

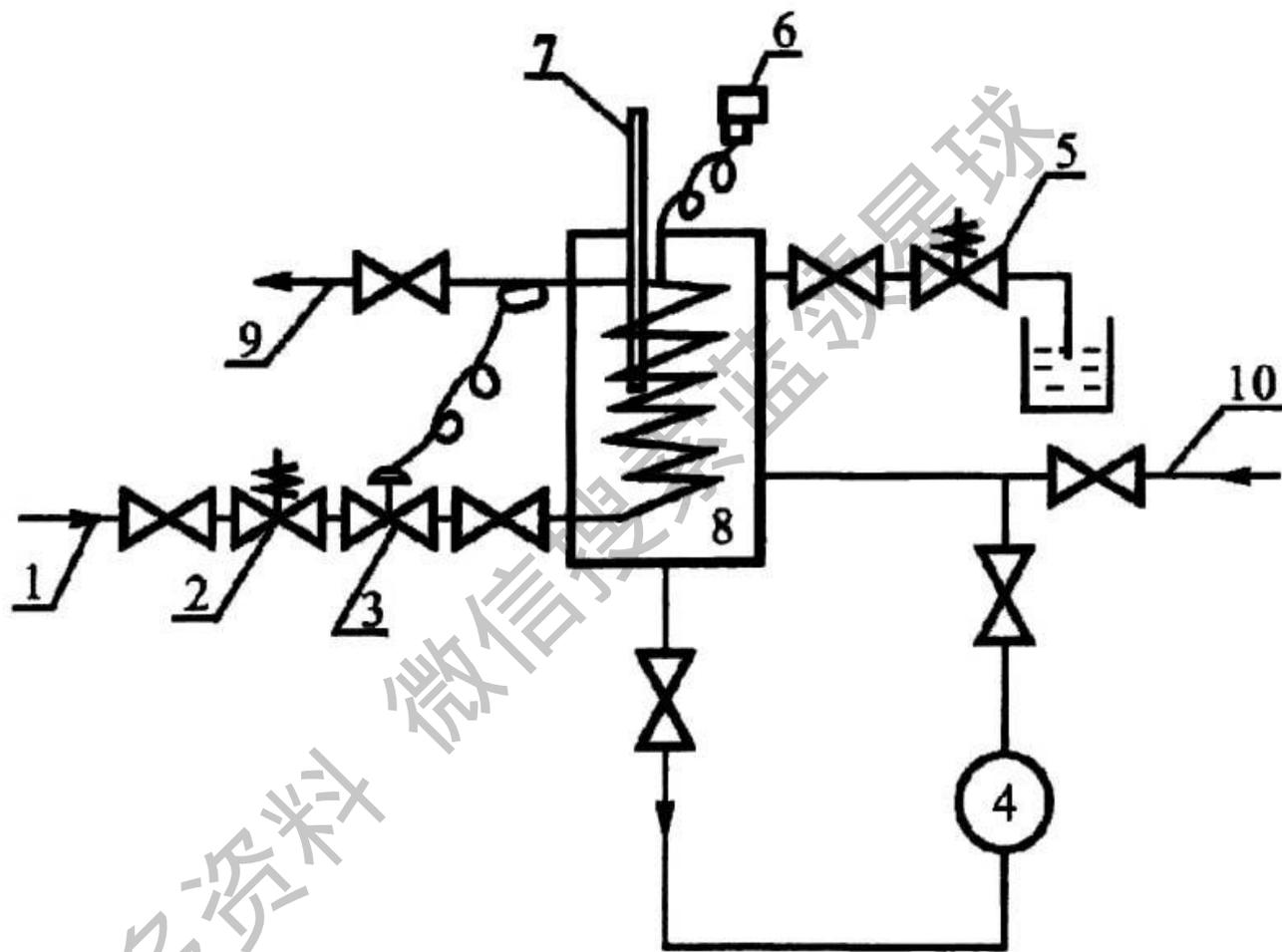


图 5-10 自动空气分离器原理图

1. 供液管 2,5. 电磁阀 3. 热力膨胀阀 4. 高压贮液桶
6. 温度控制器 7. 水银温度计 8. 冷却盘管 9. 回气管
10. 混合气体进入管

工作原理是：放空气器内装有蒸发盘管，利用装在回气管上的热力膨胀阀感温包控制进液量。当混合气体进入放空气器中，即被盘管冷却，氨气被冷凝成液体，靠重力流回到贮液桶。空气不凝结，仍为气体聚积在容器上部。容器内由于氨气的冷凝，温度不会降低，当容器中空气增多时进入容器的氨气量减少，氨气的冷凝也随之减少，温度就逐渐降低，当达到温度控制器的调定温度时（ -5°C 以下），电磁阀5打开放空气。空气放出后，容器内的压力降低，混合气体又补充进来，容器温度又逐渐升高，温控器又指令电磁阀5关闭，停止放空气。如此反复工作就可将系统中的空气自动排出。

电磁阀2与压缩机联动，当系统中有任一台压缩机运转时，电磁阀2就开启，放空气器就工作。

5.2.3 油系统的自动控制

油系统的自动控制包括放油、油处理和向制冷压缩机加油三个部分。

1. 制冷压缩机的自动加油

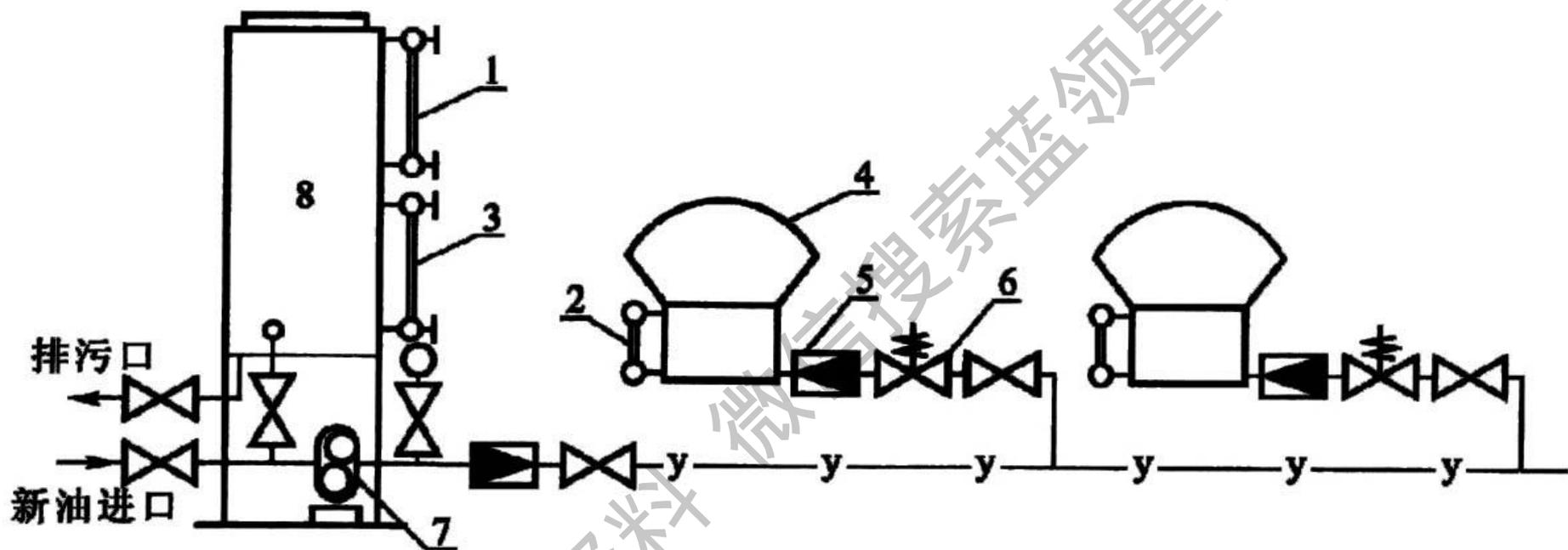


图 5-11 氨压缩机自动加油示意图

1. UQK-42 液位控制器 2. UQK-42 液位控制器 3. 玻璃管油位计 4. 压缩机
5. 止回阀 6. 电磁阀 7. 齿轮油泵 8. 清油箱

制冷压缩机加油的自动控制可采用**UQK-42**型液位控制器实现。当曲轴箱内油位降至**UQK-42**下限时，自动启动齿轮油泵及打开加油电磁阀向曲轴箱加油；当曲轴箱内油位上升至**UQK-42**上限时，停油泵，关加油电磁阀，停止加油。

当两台制冷压缩机曲轴箱油位先后降至下限，则先到达下限的**UQK-42**启动油泵打开电磁阀，第二台只启动本机器的电磁阀。如第一台机器的油位达到上限，只关闭本身的电磁阀，等第二台油位达到上限时才停泵和关本身电磁阀。也就是几台制冷压缩机可同时加油，而不必等第一台加完油后再加第二台。

为防止反压，油泵出口应设有止回阀。两台及两台以上制冷压缩机合用一根加油管时，每台机器的加油管上应设止回阀，以防不同压力的曲轴箱压力串通。

2.放油的自动控制

氨系统中有高压、中压和低压容器，低压容器由于温度低、油的粘度大，放油比较困难，故大、中型冷库一般将高、中压系统合在一起放油，低压系统单独放油，各设一个集油器。小型冷库为了简化系统只设一个集油器。

每个需要放油的容器和集油器上均装有**UQK-41**型油位控制器，放油管上装有放油电磁阀。为了除去油中的氨，集油器设有加热装置和抽气电磁阀。加热装置可采用电加热器或热氨盘管。如果油桶的位置高于集油器，则集油器上须装加压电磁阀。

两台集油器合用一根放油管时，电磁阀后需装设止回阀。当几个容器合用一个集油器时，除压力最高的容器外，其余容器的放油电磁阀后面都应加装止回阀。

集油器同时只允许一个容器放油，其余的则按预先安排的次序逐个放油。在放油的过程中，如果集油器中的油位已达上限，而放油容器中的油位尚未降到下限，也就是油未放完，这时放油容器须暂停放油，待集油器排油完毕后再继续放油。因此每个放油容器上的电磁阀除了受本容器油位控制器的控制外，还应受集油器油位控制器的控制。

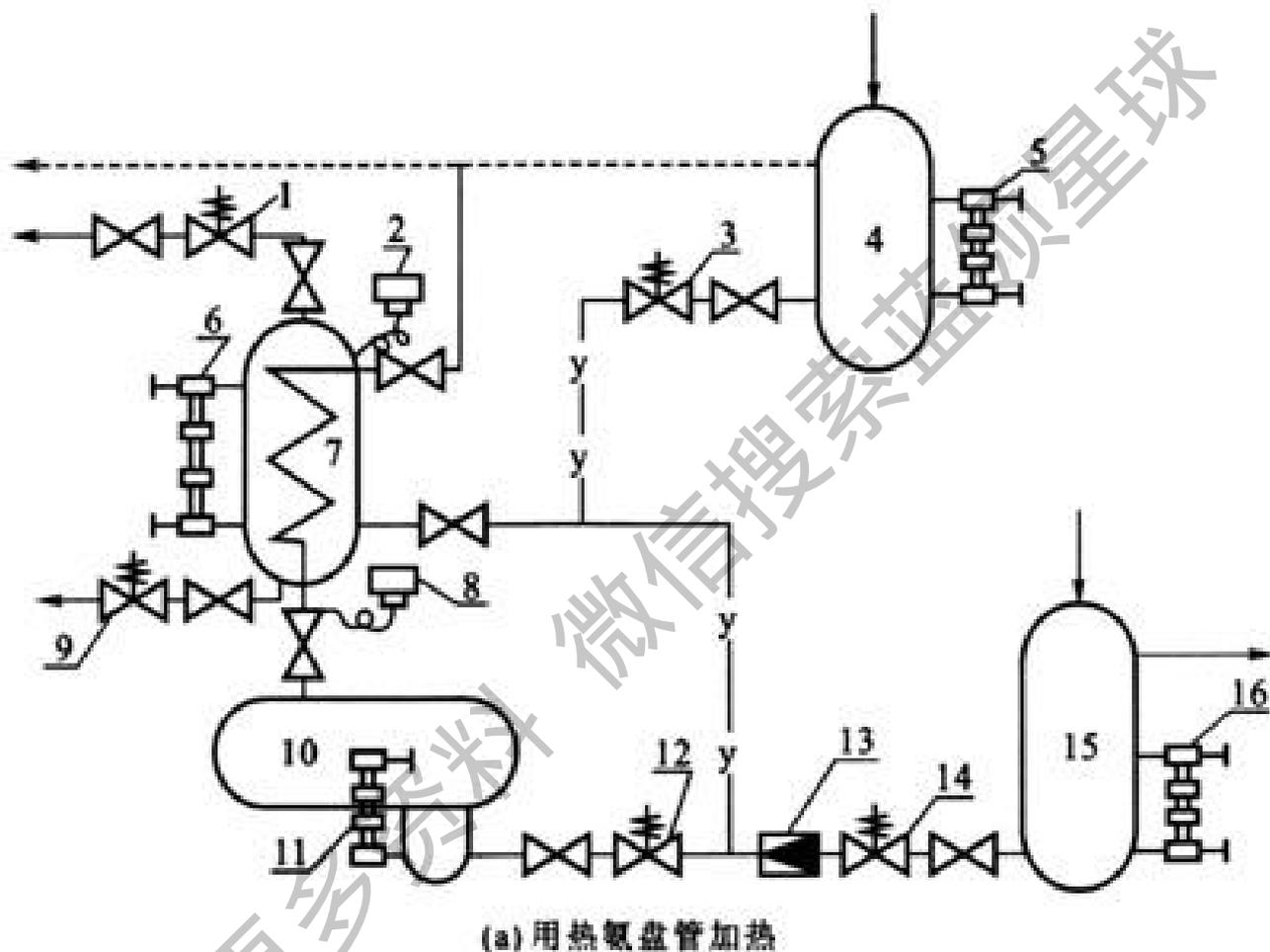
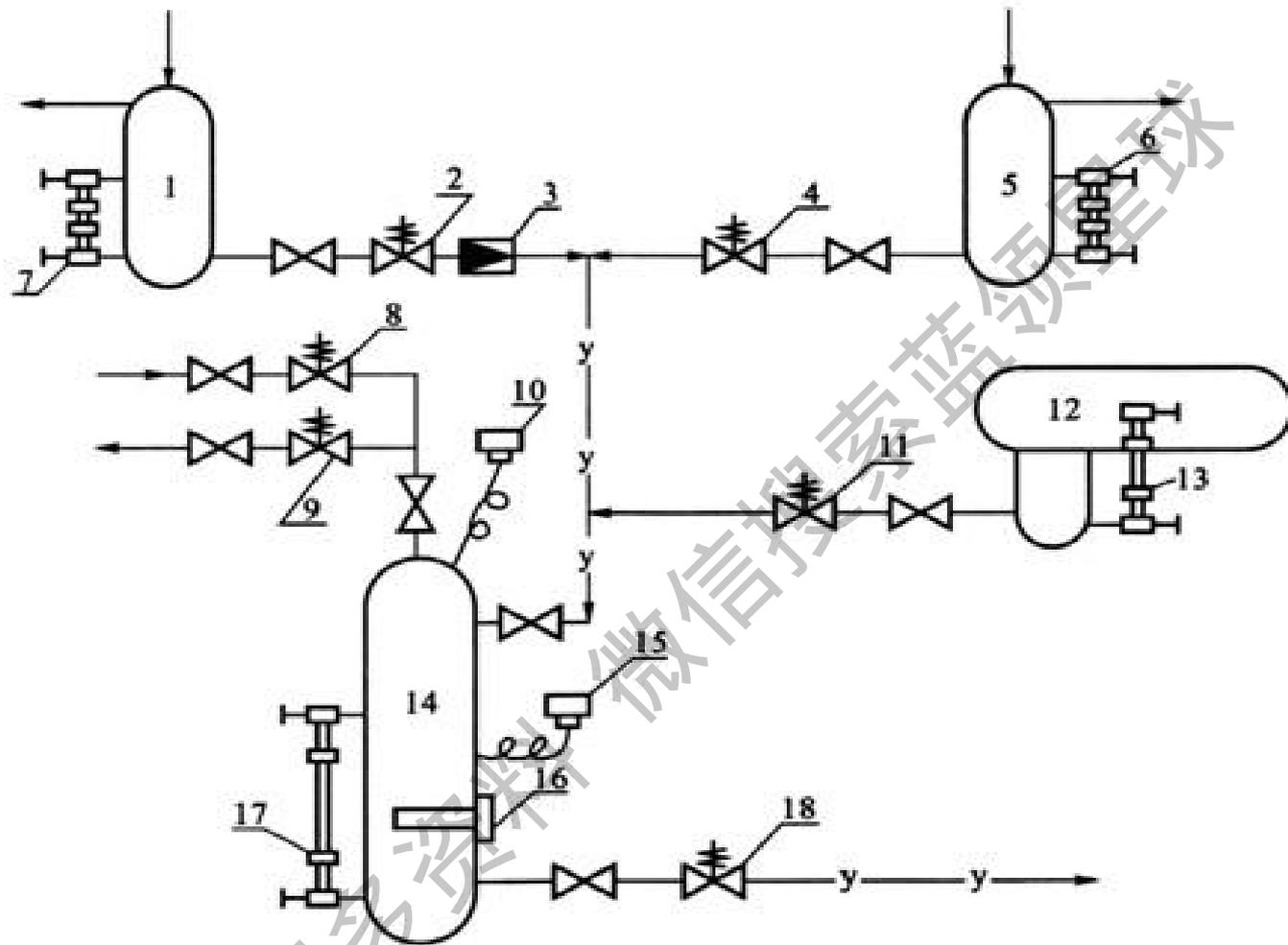


图5-12 高、中压容器放油系统图

(a) : 1、3、9、12、14.电磁阀 2.WTZK-12型温度控制器 4.油氨分离器 5、6、11、16.UQK-41型液位控制器 7.集油器 8.WTQK-11型温度控制器 10.高压贮液桶 13.止回阀 15.中间冷却器

(1) 集油器用热氨盘管加热的工作流程

这种集油器的安装位置应较高压贮液桶高**0.5m**。开始加热时，集油器中的氨受热蒸发，盘管中的热氨先是降温而后冷凝成氨液，于是盘管的进、出口处就出现温差。当油中的氨全部蒸发，热氨不再冷凝，盘管进、出口处的温度就趋于一致，这时装在盘管进、出口处的温度控制器动作，关闭减压电磁阀，接通放油电磁阀和加压电磁阀，向油桶放油。



(b) 用电加热器加热

图5-12 高、中压容器放油系统图

(b) : 1. 中间冷却器 2、4、8、9、11、18. 电磁阀 3. 止回阀 5. 油氮分离器 6、7、13、17. UQK-41型液位控制器 10. YWK-11压力控制器 12. 高压贮液桶 14. 集油器 15. WTQK-11型温度控制器 16. 1kW电加热器

(2) 集油器用电加热器加热的工作流程

其放油过程如下：在系统的高、中压容器中，如果中间冷却器（也可能是别的容器）的油位升至油位控制器的上限，控制中冷器及集油器的电路就被接通，此时中冷器的放油电磁阀和集油器的减压电磁阀打开，向集油器放油。当中冷器的油放完而集油器的油位还未达到上限，则另一需放油的容器可通过控制电路接通后继续放油，直至集油器的油位至上限。

集油器中装有1kW电加热器，当集油器的油位上升至上限时，关闭其他容器的放油电磁阀，同时接通电加热器，加热时间按工艺要求调定（一般在0.5~2h）。

当油温高于30°C时，温度控制器动作，停止加热。当油温低于22°C时，电加热器又继续加热。当加热时间达到预定值时，电加热器断电并关闭减压电磁阀，打开放油电磁阀和加压电磁阀，将油放至油桶。

当油位降至下限时，关闭放油电磁阀和加压电磁阀，并打开减压阀，准备接受其他容器的放油。

3.油处理

从集油器中放出的润滑油，含有氨、水分和杂质。由于氨微溶于润滑油，它的溶解度是随着压力升高而增大，随着温度的升高而减小。因此，我们在油处理的过程中将油加热，一方面可回收一部分氨，另一方面减小油的粘度，使杂质易于沉淀。但润滑油中的含水量则随着温度的升高而增加，这时需用压滤机，首先将滤纸烘干，趁热及时过滤，滤纸可吸收润滑油中的水分，使润滑油的含水量达到标准。

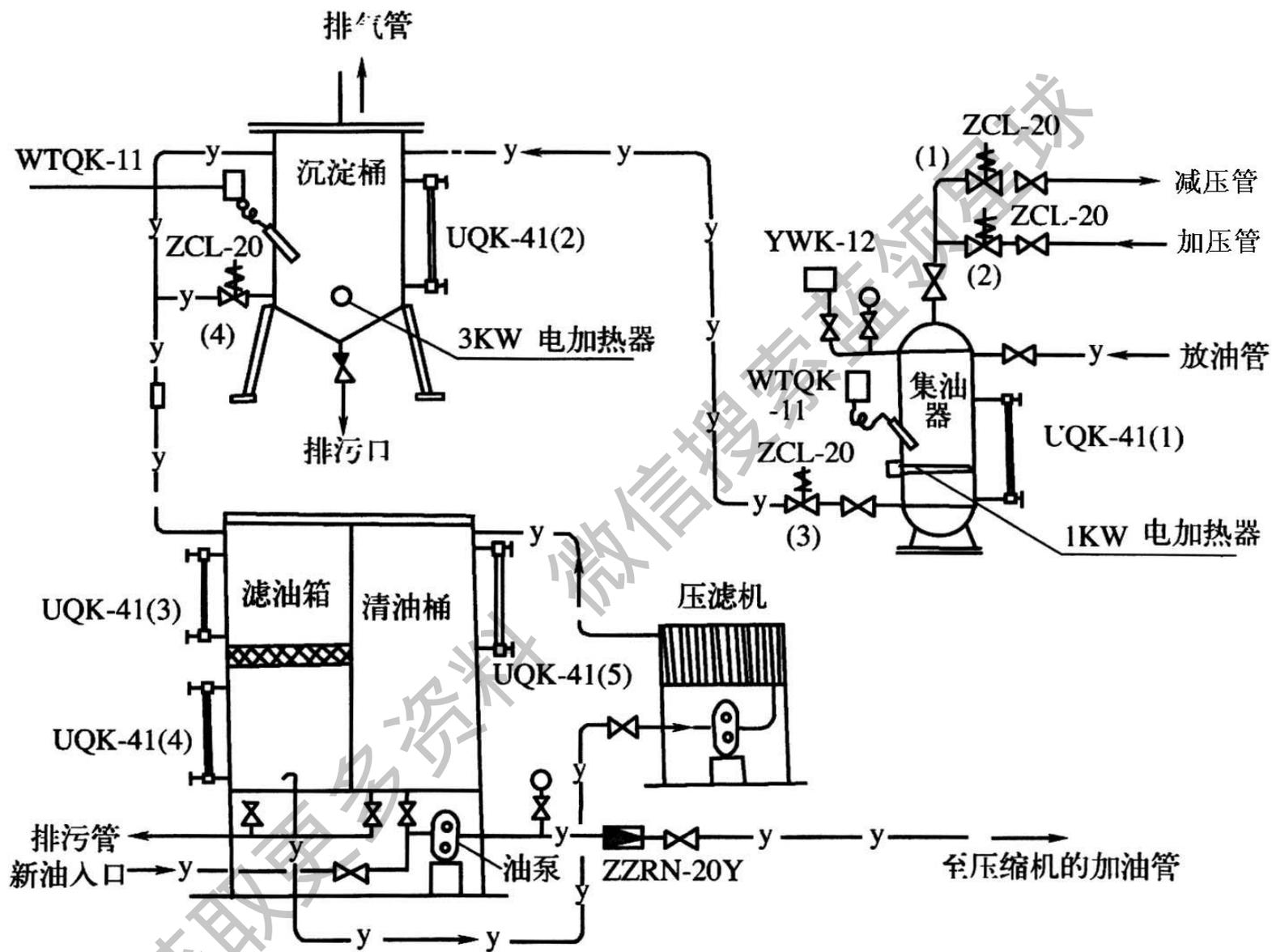


图 5-13 油处理自控流程图

在集油器中将油加热至**30℃**，这时已将油中大部分氨回收。当沉淀桶油位未达到**UQK-41（2）**上限时，关集油器降压电磁阀**1**，开加压电磁阀**2**及放油电磁阀**3**，将油压至沉淀桶。当**UQK-41（2）**油位升至上限时，关闭电磁阀**3**及**2**，接通沉淀桶**3kW**电加热器电源。**WTQK-11**型温度控制器控制电加热器，当油温高于**90℃**时停止加热，低于**70℃**时继续加热。加热时间按工艺要求而定（**0~2h**范围内调节）。当加热时间达到预定值时，切断加热器电源。若粗滤油箱油位在**UQK-41（3）**的下限时，放油电磁阀**4**开启，油借重力流至粗滤油箱并在粗滤油箱内进行粗滤除去大部分机械杂质。当粗滤油箱下面的油箱油位上升至**UQK-41（4）**的上限，同时清油箱**UQK-41（5）**未到上限时，启动压滤机油泵，将油进行精滤并除去一部分水分后，送入清油箱储存待用。

5.2.4 冷却水系统的自动控制

1. 卧式冷凝器冷凝压力的自动控制

卧式冷凝器的冷凝压力自动调节方式与立式冷凝器相同，但在小型制冷装置中，常用水量调节阀来控制冷凝器的进水量，用以调节冷凝压力。水量调节阀有压力和温度两种控制方式。

(1) 采用压力控制的水量调节阀

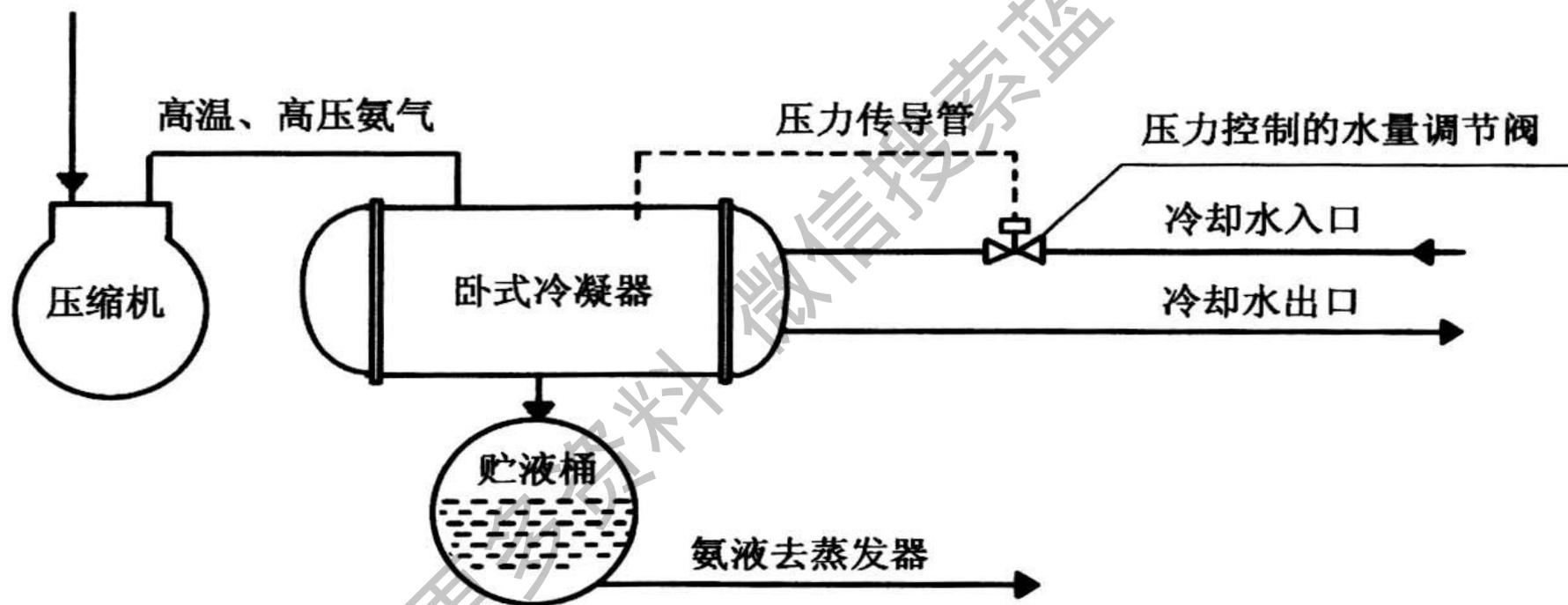


图 5-14 受压力控制的水量调节阀控制冷凝压力示意图

受压力控制的水量调节阀为直接作用式。水量调节阀上带有压力控制装置，压力控制装置的毛细管（压力传感器）插入冷凝器内的上部空间，以感受冷凝压力的变化。当冷凝器运行过程中，由于水量不足而使冷凝压力升高，高于设定值时，水量调节阀上压力控制装置的气箱内波纹管被压缩，通过顶杆开大阀门，增大冷却水进水量，使冷凝压力降低到正常范围，反之，若由于水量增大，而使冷凝压力下降，则水量调节阀关小，减少冷却水进水量，保证了冷凝压力稳定在设定值范围内。

(2) 采用温度控制水量调节阀

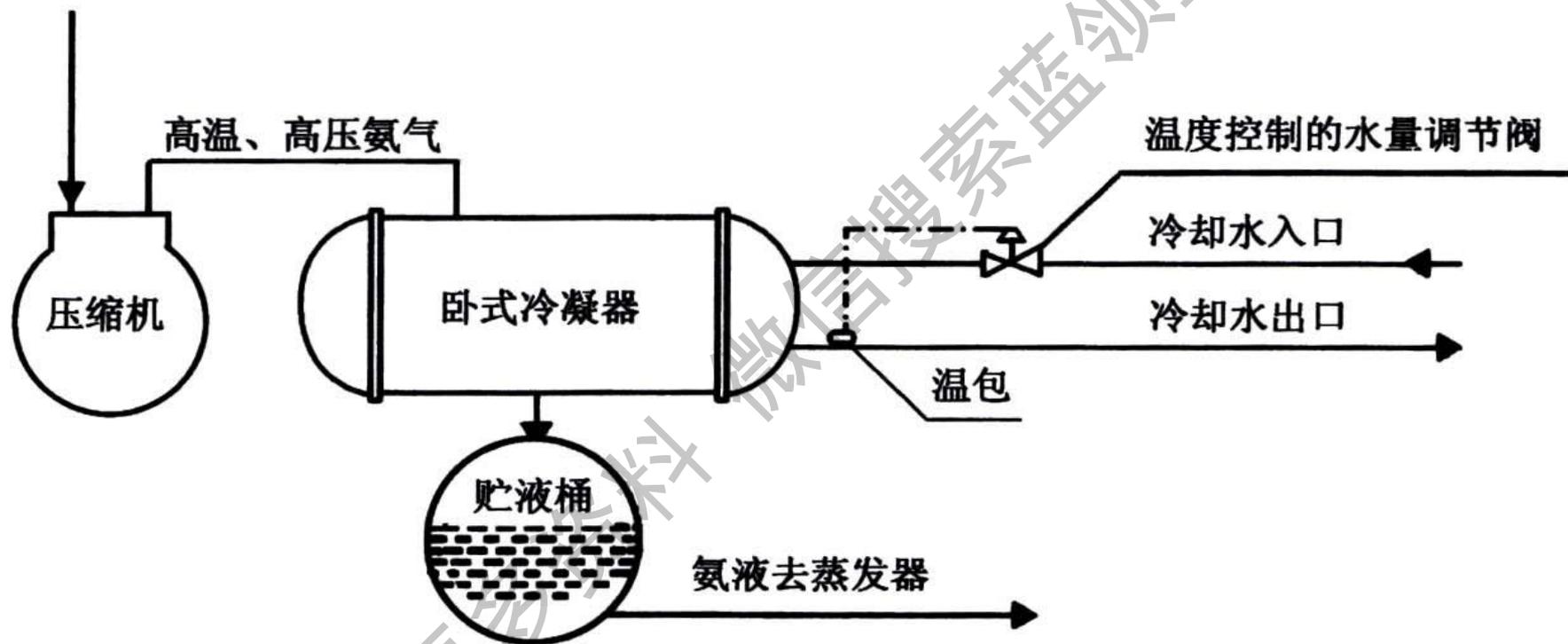


图 5-15 受温度控制的水量调节阀控制冷凝压力示意图

水量调节阀上的感温系统的温包（温度传感器）安装在冷凝器的出水管上，接受冷却水温度信号，当被测部位温度升高，温包传进热量，感温系统内压力相应上升，当压力达到设定值时，波纹管被压缩，通过顶杆开大阀门，增大冷却水进水量，使冷凝压力降低到正常范围，其余动作原理与压力控制的水量调节阀基本相同。

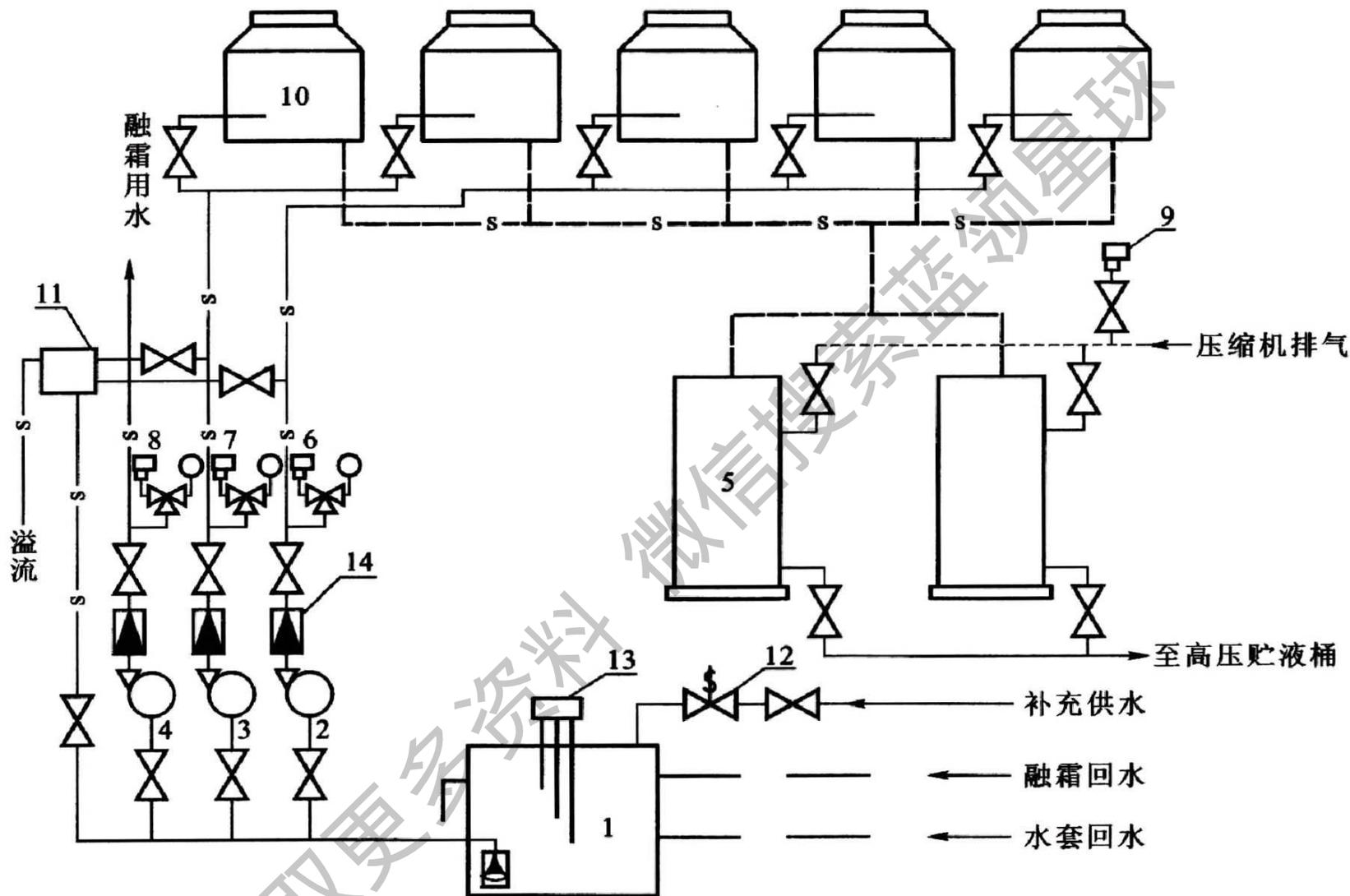


图 5-16 循环用水冷凝系统

1. 循环水池 2,3,4. 水泵 5. 冷凝器 6,7,8,9. YWK-11 型压力控制器
10. 凉水塔 11. 引水箱 12. 电磁水阀 13. 714 水流继电器 14. 止回阀

2.立式冷凝器冷凝压力的自动控制

循环用水的冷凝系统主要由水泵、凉水塔和循环水池三部分组成。它是通过调节冷却水的流量及温度来控制冷凝压力的。

图中水泵4用于融霜，水泵3受冷间温度控制器控制，水泵2受压力控制器9控制。

冷却水量的调节是通过水泵开启台数来实现的。为了防止停泵时水倒流，在每台泵的出口处加设一止回阀。除此之外，在每台泵的止回阀后装有YWK-11型压力控制器，作断水保护和自动启停凉水塔风机用。

五台凉水塔风机的启停可以调节冷凝水的水温，从而达到调节冷凝压力的目的。风机的启停受水泵出口的压力控制器控制。例如水泵**3**的出口压力达到压力控制器**7**的设定值，则压力控制器发出指令，使相应的二台凉水塔风机开启投入运行。若在规定的时间内水泵**3**的出口压力达不到压力控制器**7**的设定值，则发出断水信号并报警。在系统正常工作后，如果冷凝压力没有达到冷凝器上的压力控制器**9**的设定值，说明一台水泵和二台凉水塔风机的运行已能满足要求。若冷凝压力升到压力控制器**9**的设定值，则指令水泵**2**和相应的三台凉水塔风机投入运行。

如果二台水泵，五台凉水塔风机全部投入运行后，冷凝压力开始降低。当降到压力控制器9的设定值下限时，指令后上的一台水泵和三台凉水塔风机停止运行。正在运行的一台水泵和二台凉水塔风机受整个系统的各冷间温度控制器控制，当所有冷间的温度都达到温度控制器的下限时，才停止运行。

为了保证有足够的冷凝用水，循环水池的水位应保持一定的高度。水位的控制由714水流继电器和一只水电磁阀组成。

制冷系统中的融霜用水，压缩机的水套用水都要流入循环水池，有时水池中的水位可能超高，应考虑设置溢流管。

3. 蒸发式冷凝器冷凝压力的自动控制

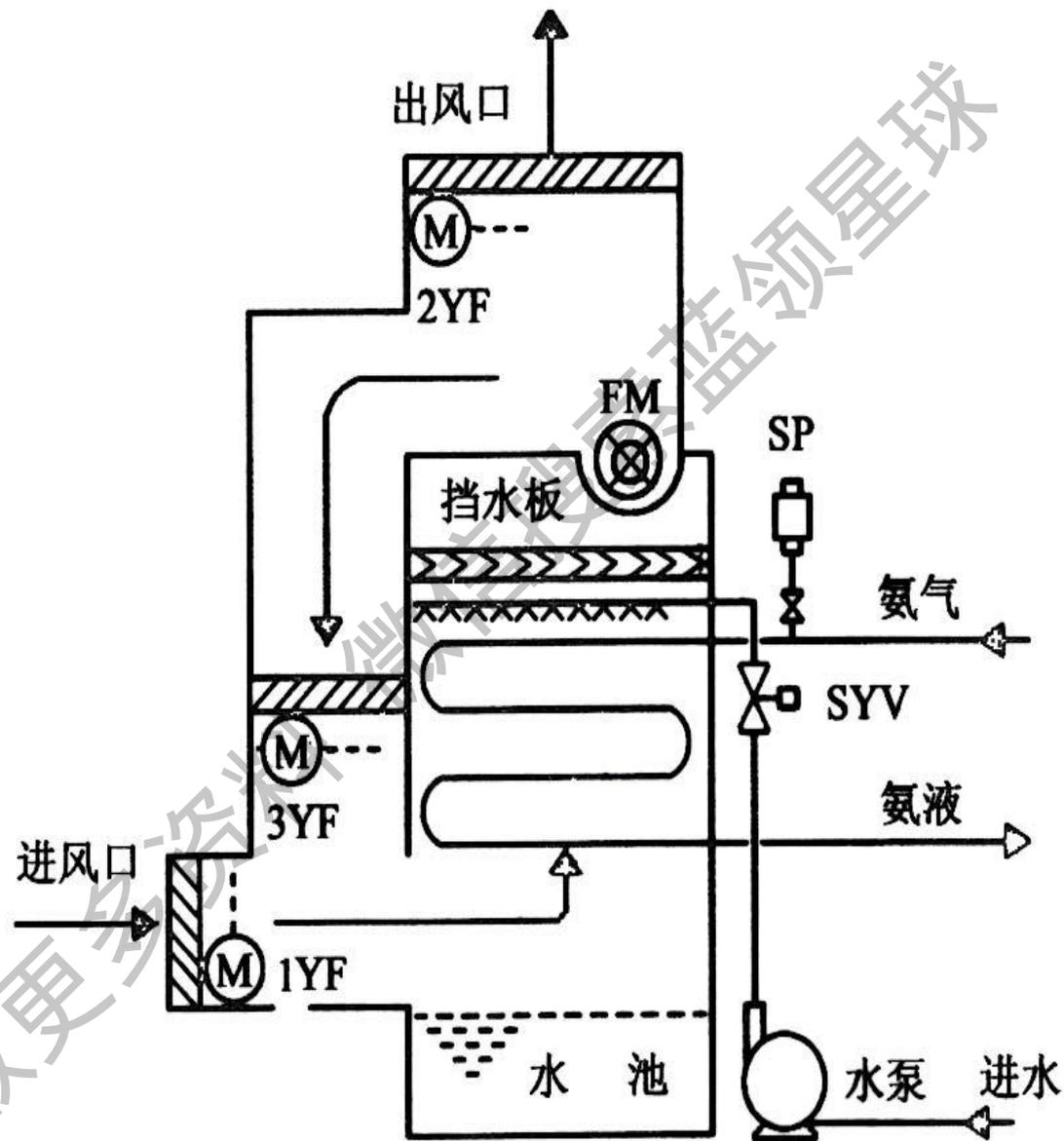


图5-17 蒸发式冷凝压力调节示意图

(1) 根据冷凝压力调节风量，降低冷凝压力

在蒸发式冷凝器热氨管入口处安装**SP**压力控制器，冷凝压力高于设定值时，**FM**风机就启动运行，低于设定值时风机就停车。也可控制**1YF**（进风口）或**2YF**风阀（出风口）。风机最好选择调速电机，以避免频繁起停。

(2) 根据冷凝压力调节进风湿度，
使冷凝压力回升

在进风口和出风口之间安装1个旁通风道，设置旁通阀（**3YF**），当冷凝压力过低时，控制它的开启度改变旁通风量，使一部分排出的湿空气与进风混合，提高冷凝器内的进风湿度，降低蒸发冷凝的效果，使冷凝压力回升。

(3) 根据冷凝压力改变喷淋水量，使冷凝压力保持在稳定范围内

根据冷凝压力调节**SYV**水量调节阀的开启度，改变喷淋水量，使冷凝压力保持在稳定范围内。

4.风冷式冷凝器冷凝压力的自动控制

(1) 根据冷凝压力，调节冷却风机的风量的方法调节冷凝压力

在热氨进口处安装有压力控制器，传感实际的冷凝压力，控制冷风机开停台数和调节风速，以达到调节冷凝压力的目的。

(2) 利用压力调节阀和旁通调节阀来稳定冷凝压力

根据压力调节阀前的压力，控制阀的开启度，使风冷式冷凝器的冷凝压力稳定在给定范围内。旁通调节阀的开启度是根据贮液器内压力来控制的，使贮液器内压力和冷凝器压力始终保持一定的差值。

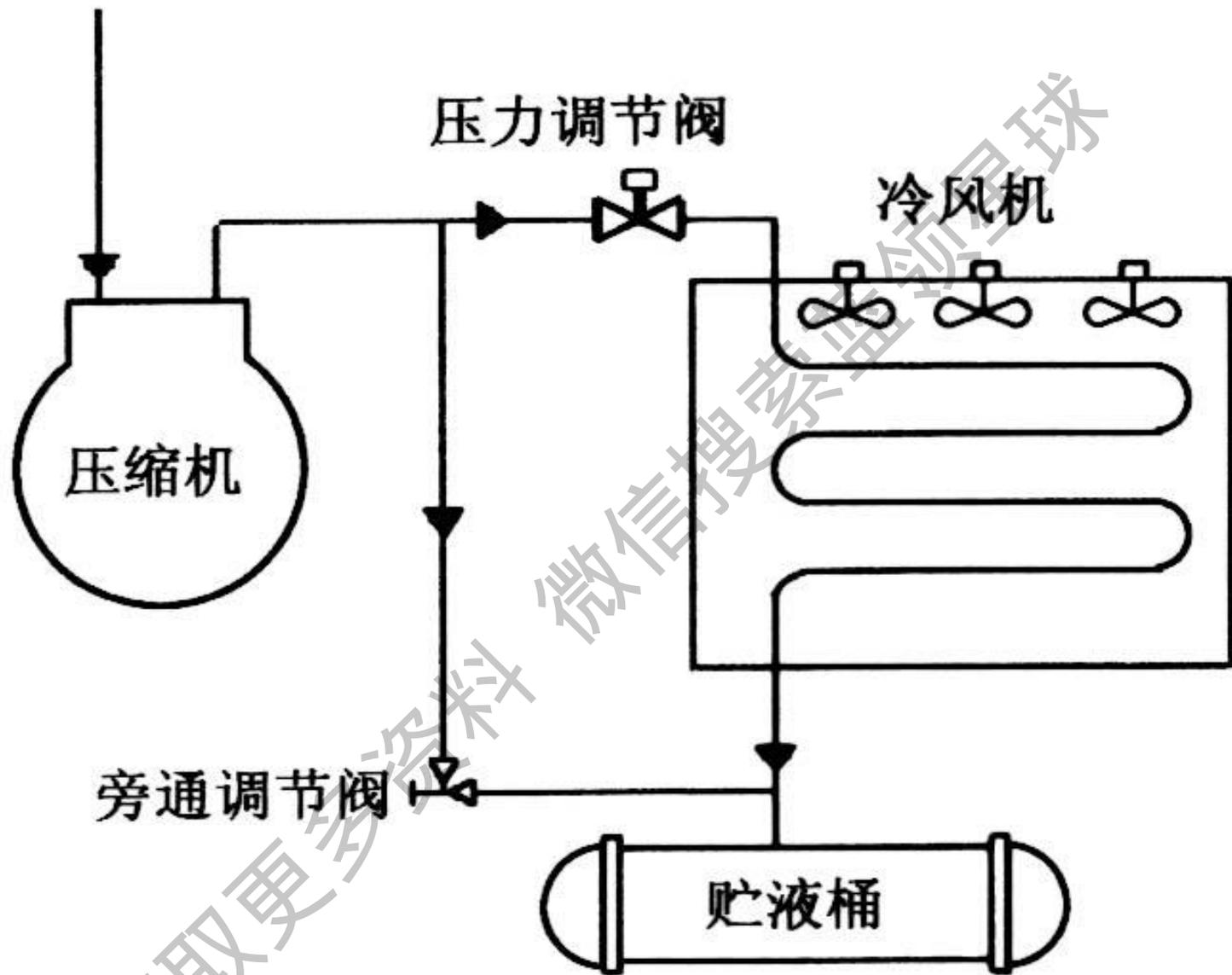


图 5-18 风冷式冷凝器压力调节工艺示意图

5.3 库房的自动控制

5.3.1 冻结物冷藏间的自动控制

冻结物冷藏间的蒸发器目前大多采用光滑排管，一般以扫霜为主，只有在冷藏货物出空以后才进行热氨融霜。为了简化系统，只装手动融霜热氨阀门。因此这类冷藏间的自动控制只是在供液和回气管路上专设电磁主阀，由温度控制器控制阀的开闭而保持库温的恒定。

1.自动控制回路和原理方框图

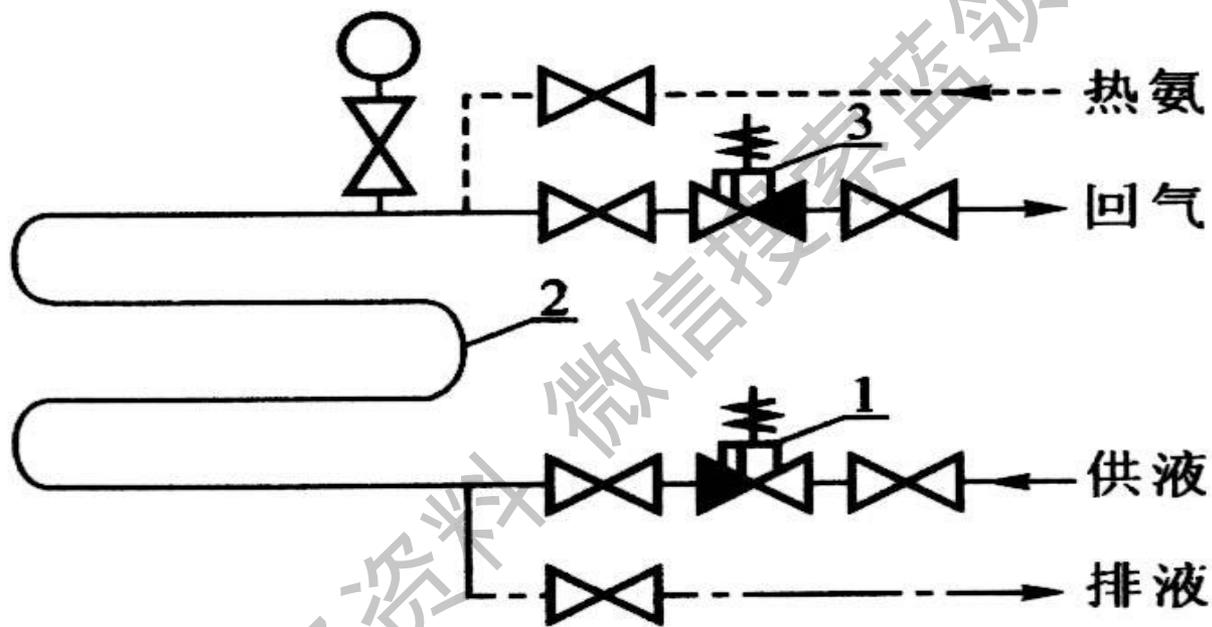


图 5-19 冻结物冷藏间自动控制回路(一)

1. ZCL-32YB 型电磁主阀 2. 蒸发器

3. ZCL-50QB 型电磁主阀

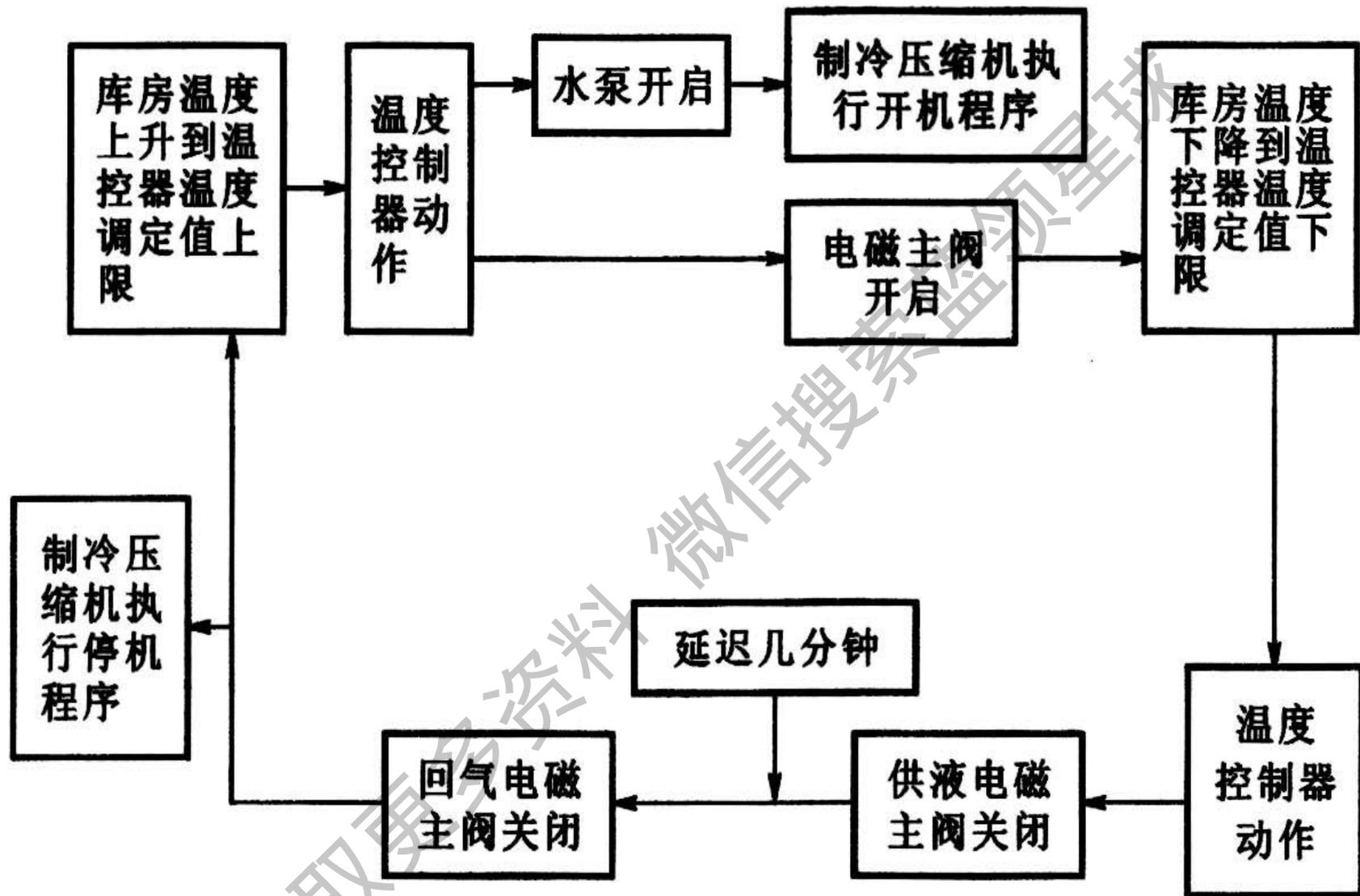


图 5-20 冻结物冷藏间自动控制原理方框图

当冷间温度升至温度控制器的设定值上限时，温度控制器动作，指令电磁阀**1**、**3**开启，向蒸发器**2**供液，冷间开始降温；当冷间温度降至下限时，温度控制器又指令电磁阀**1**关闭，延时几分钟后，再关闭电磁主阀**3**。

回气电磁主阀延时关闭的目的主要是：

(1) 在降温过程中制冷剂液体在管道内流动，当库温降到下限时，若突然同时把两端的阀门关闭，由于惯性的作用会引起“水锤”现象，这是需要避免的。

(2) 延时关闭回气电磁主阀可使排管内制冷剂液体的存留量减少，这样在排管停止工作期间不会由于库温的升高而使排管中的压力升得过高，以致造成阀门误动作或使排管遭到破坏。

回气电磁主阀**3**全开时开阀的压力损失，对蒸发温度低于**-30°C**的系统来说，相当于将蒸发温度降低了**2~3°C**，这是很不利的，应采取措施消除此压力损失。

2.其他 控制方 案

(1) 回
气管路
上采用
双电磁
主阀。

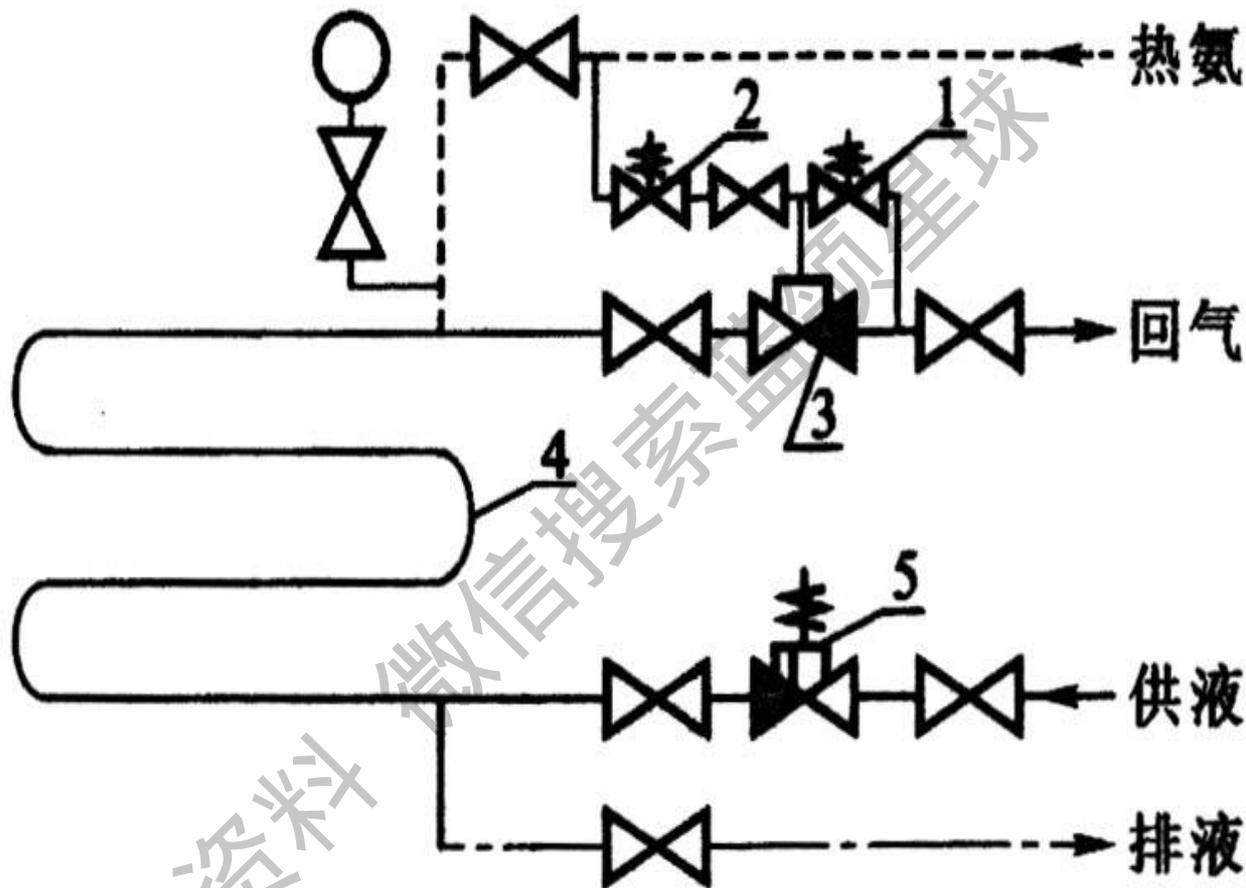


图 5-21 冻结物冷藏间自动控制回路(二)

1. ZCL-3 电磁阀 2. ZCL-3 电磁阀 3. ZFS-80QB 型主阀

4. 蒸发器 5. ZCL-50YB 型电磁主阀

当冷间需要降温时，电磁主阀**5**开启，电磁阀**2**开启，电磁阀**1**关闭。这时主阀**3**开启而导压管压力来自热氨管路，所以前述的压力损失就不存在了。当冷间不需要降温时，先关闭电磁主阀**5**，再延时关闭电磁阀**2**和主阀**3**，同时打开电磁阀**1**，并让它延时**2~3min**后自动关闭，这是为了排走主阀**3**活塞上部空间余存的氨气，使主阀**3**关闭严密。

(2) 管路上采用气用常开型电磁主阀。

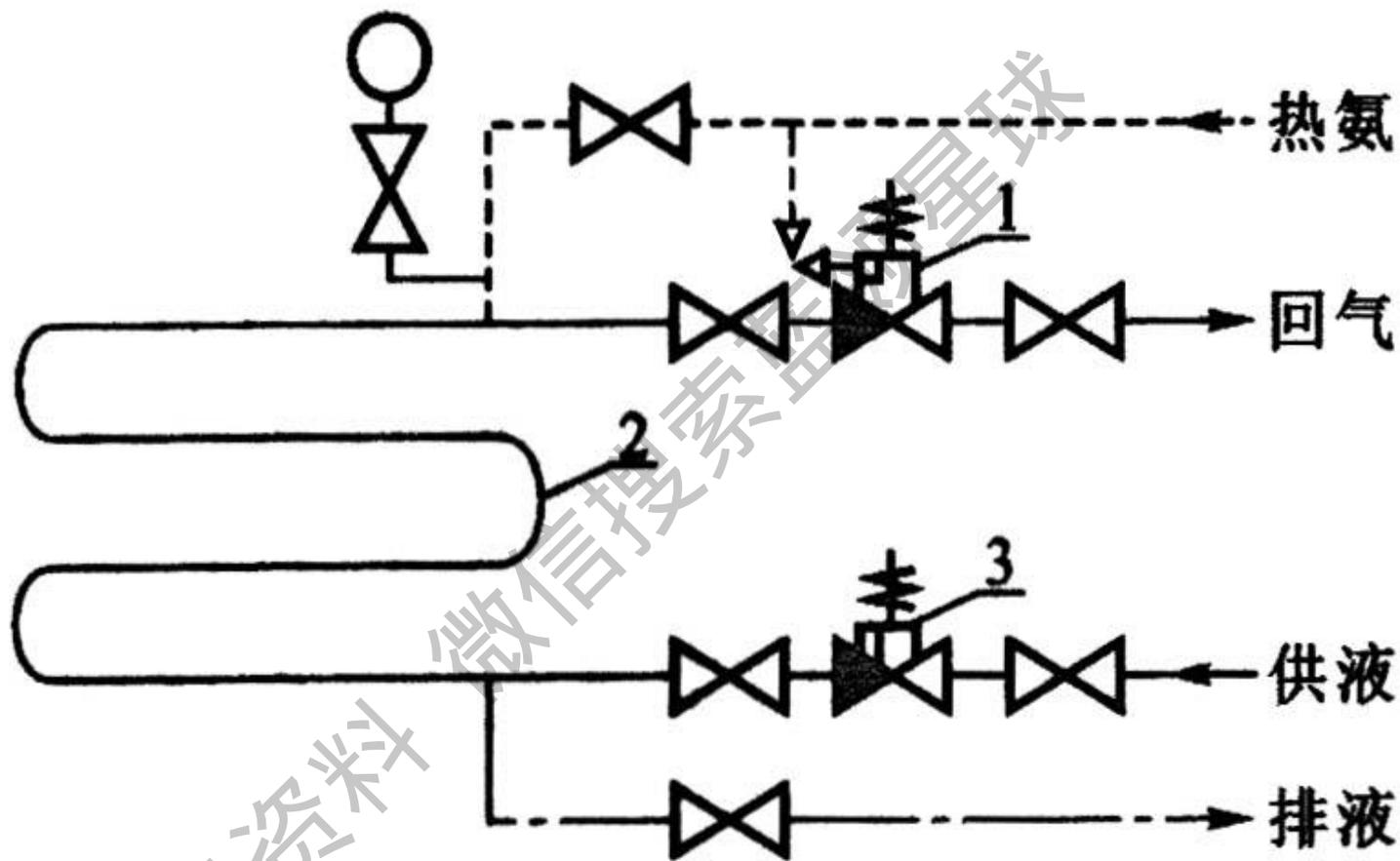


图 5-22 冻结物冷藏间自动控制回路(三)

1. ZCL-50QK 型电磁主阀 2. 蒸发器

3. ZCL-32YB 型电磁主阀

当需要降温时，电磁主阀**1**断电开启，电磁主阀**3**通电开启，蒸发器开始工作降温。当冷间温度至设定值下限时，温控器指令电磁主阀**3**关闭，延时数分钟，再指令电磁主阀**1**的电磁导阀开启，热氨进入主阀活塞上方，使主阀关闭。

(3) 回气管路上不装设自动控制阀门。
回气管路上的手动阀平时常开，只在冲霜时关闭。

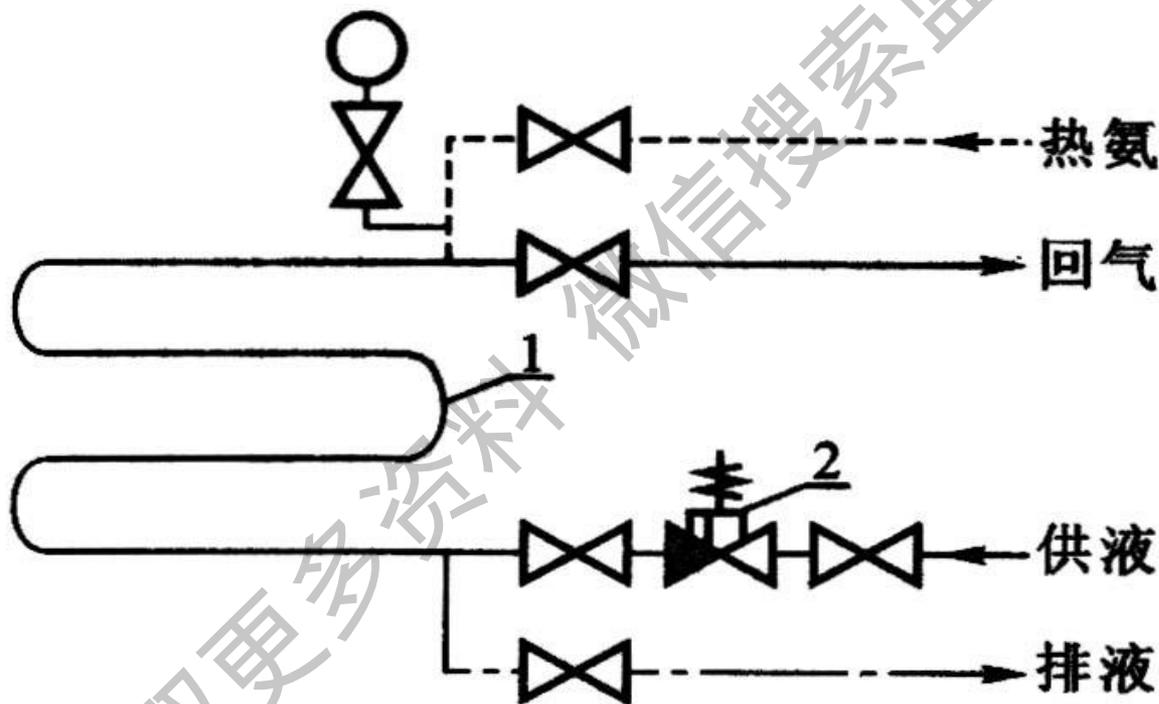


图 5-23 冻结物冷藏间自动控制回路(四)

1. 蒸发器 2. ZCL-32YB 型电磁主阀

(4) 高层库房采用上进下出的供液方式。

这种控制方法只有在蒸发器的位置高于低压循环桶时才可采用。

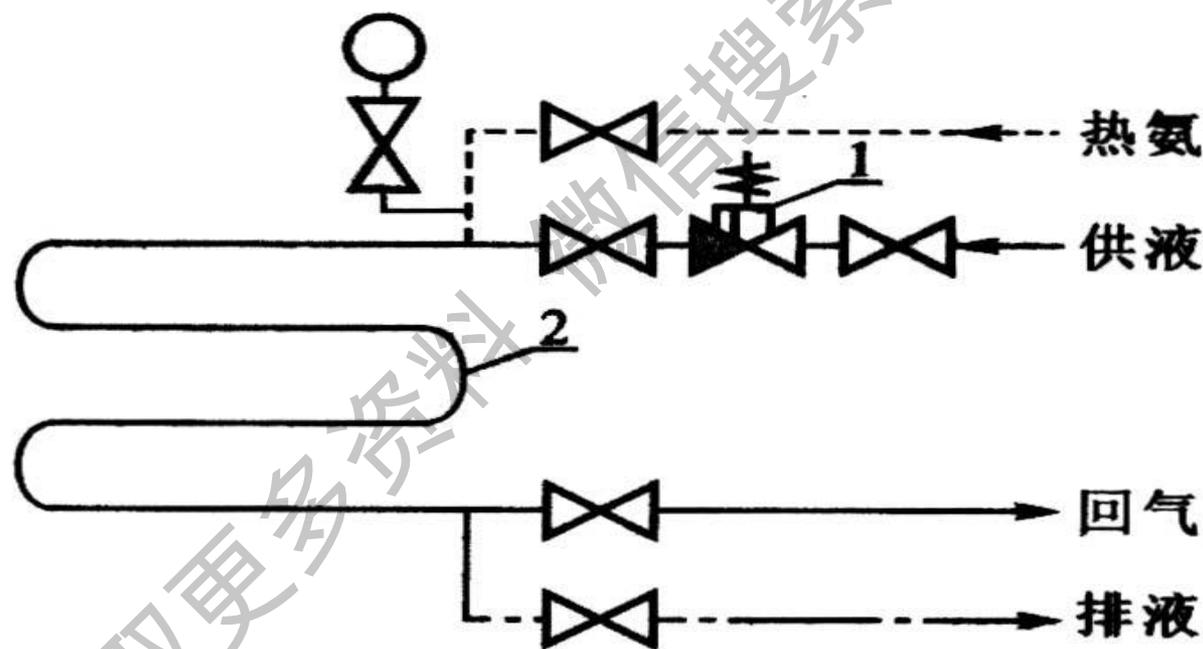
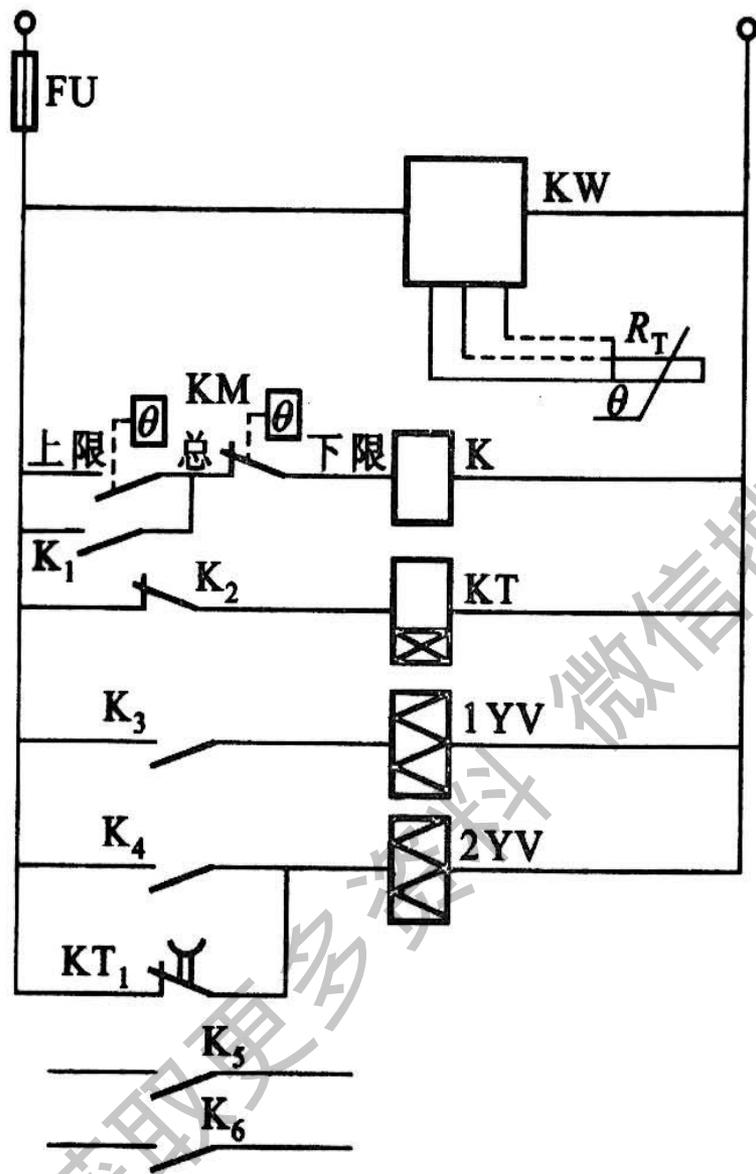


图 5-24 冻结物冷藏间自动控制回路(五)

1. ZCL-32YB 型电磁主阀 2. 蒸发器

无论采用哪一种方法，在热氨融霜时，都要把供液管路上电磁主阀**ZCL-32YB**后的手动阀关闭，以防止反压差强制打开电磁主阀使高压热氨流入低压液体管路或容器。如果在供液电磁主阀后安装一止回阀，也可防止工质倒流。

3. 自动控制电路



熔断器
温度控制器
铂热电阻
中间继电器
回气延时继电器
供液电磁主阀
回气电磁主阀

图 5-25 冻结物冷藏间自动控制电路原理图

当冷间温度升至设定值的上限时，温控器发出启动压缩机、水泵指令，同时开启供液和回气电磁主阀。当冷间温度降至设定值的下限时，发出停机、停泵、关闭供液和回气电磁主阀指令。从而将冷间温度控制在设定值的上、下限之间。

5.3.2 冷却物冷藏间自动控制

冷却物冷藏间的控制精度要求较高，温度波动的幅度不允许超过 0.5°C 。冷却物冷藏间大多采用空气冷却器，所以要考虑自动融霜问题，以便及时除去霜层，以减少自动控制的系统滞后，提高控制精度和减少霜层对蒸发器传热系数的影响，提高蒸发器的换热效率。

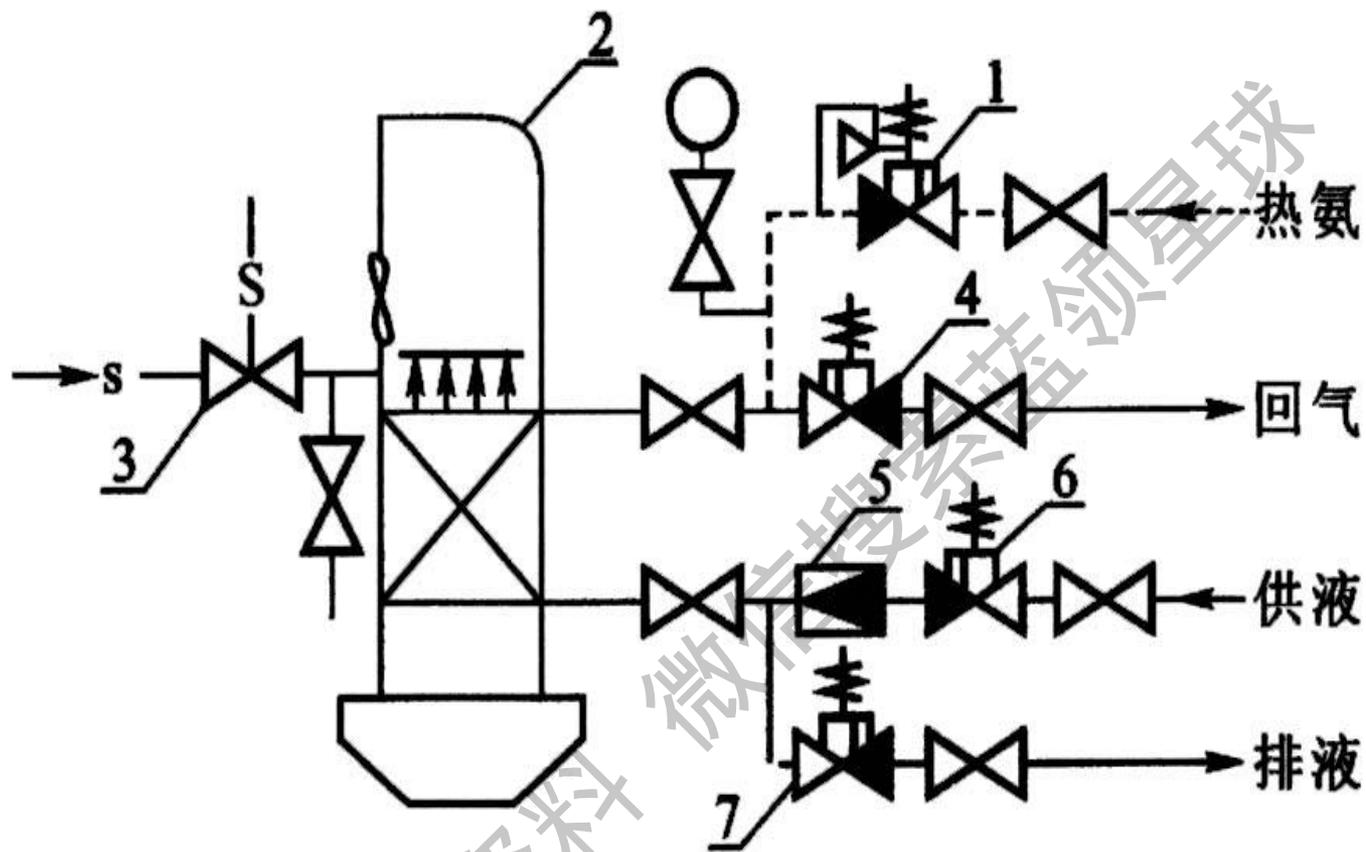


图 5-26 冷却物冷藏间自动控制回路

1. ZCHD-32QB 型电磁恒压主阀 2. 空气冷却器 3. 电磁水阀
 4. ZCL-50QB 型电磁主阀 5. ZZRN-32 型止回阀
 6. ZCL-32YB 型电磁主阀 7. ZCL-32YB 型电磁主阀

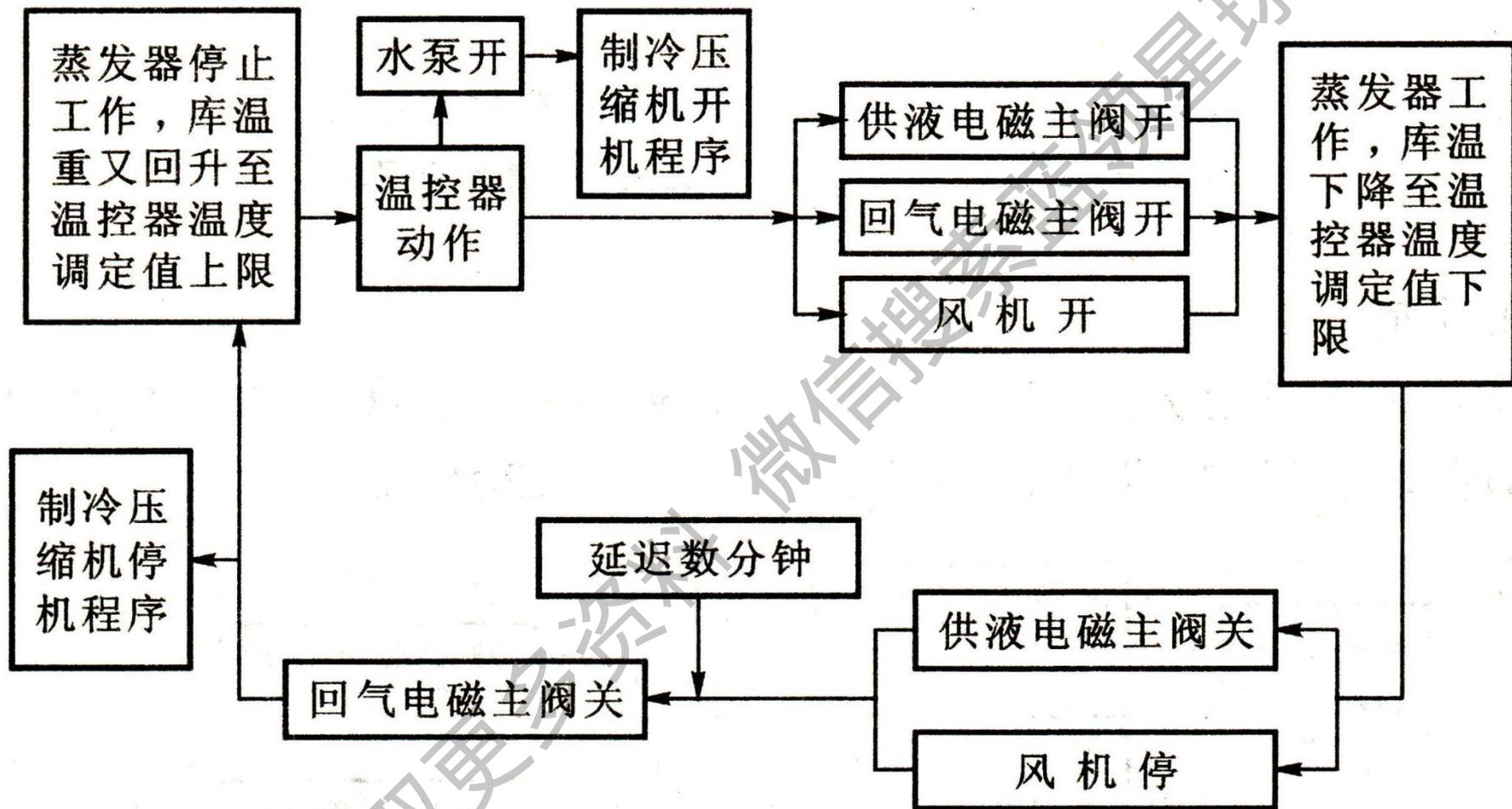


图 5-27 冷却物冷藏间自动控制原理方框图

供液和回气的自动控制元件和工作原理与冻结物冷藏间相同。因冷却物冷藏间的蒸发温度较高，回气电磁主阀开启时的压力损失对制冷效率的影响较小，故对压力损失不予考虑。

因为冷却物冷藏间要求控制精度较高，库温的波动范围不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，可以在回气管上采用**ZZHA-50QB**型恒压主阀代替原来的**ZCL-50QB**电磁主阀，这样可以保持恒定的蒸发压力，提高冷间控制精度。但是冲霜时由于蒸发器内的压力超过了恒压主阀的设定值，因而使恒压主阀开启，热氨窜入其他低压管路或容器，这是其缺点。为了克服这一缺点，可采用**ZCHA-50QB**型电磁恒压主阀控制系统的回气。

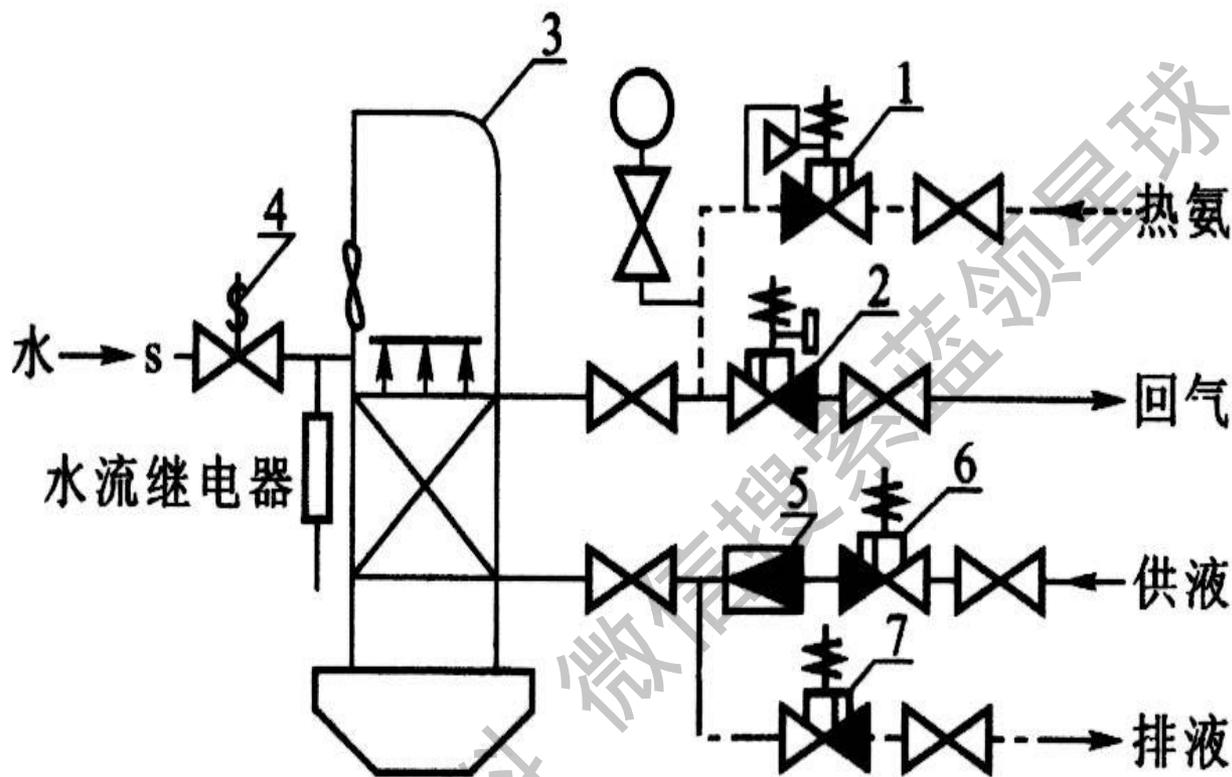


图 5-28 ZCHA-50QB 型恒压电磁主阀控制系统回气

1. ZCHD-32QB 型电磁恒压主阀 2. ZCHA-50QB 电磁恒压主阀

3. 空气冷却器 4. 电磁水阀 5. ZZRN-32YB 型止回阀

6. ZCL-32YB 型电磁主阀 7. ZCL-32YB 型电磁主阀

需要降温时，温控器指令电磁恒压主阀2的电磁导阀开启，这时主阀只受恒压导阀控制。冲霜时，指令电磁导阀关闭，这时蒸发器内的压力即使超过恒压阀的设定值，也不会使主阀开启。

在融霜排液管路上，可采用**ZZRP**型旁通阀（**0.39MPa~0.59MPa**）代替**ZCL-32YB**型电磁主阀。这样可使自动控制的电气线路简化。

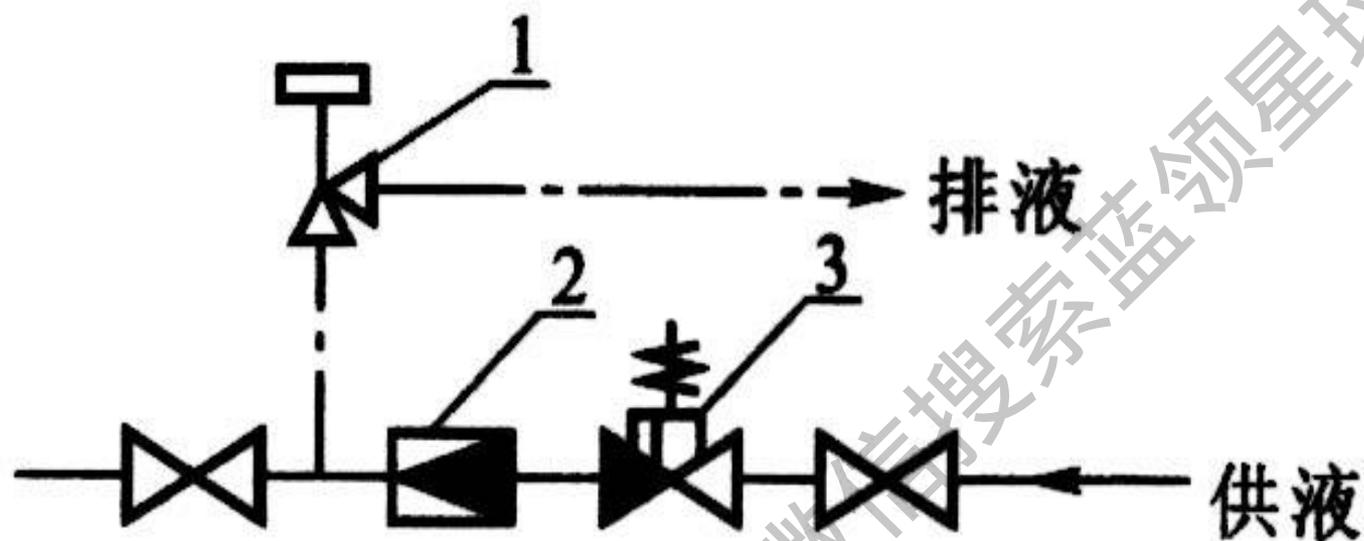


图 5-29 用 ZZRP 型旁通阀控制融霜排液

1. ZZRP-32 型旁通阀 2. ZZRN-32 型止回阀

5.2.3 冻结间的自动控制

冻结间自动控制的作法与前述冷却物冷藏间大致相同，只是冻结间除了应维持恒定的温度外，还应保证商品冻结工艺所要求的冷加工时间，以使食品冻结后中心温度达到 -15°C 以下。因此，冻结间的自动控制除了有温度控制和融霜过程控制外还应有时间控制。

为了防止建筑物的冻融循环，在空库或进货情况下，也应使冻结间温度保持在 -5°C 以下。可用温度控制器进行控制，其幅差可以调大些，以减少阀门的启闭次数。

冻结过程“开始”信号，由值班人员发出。冻结时间（应由实际情况确定）由时间控制器控制。

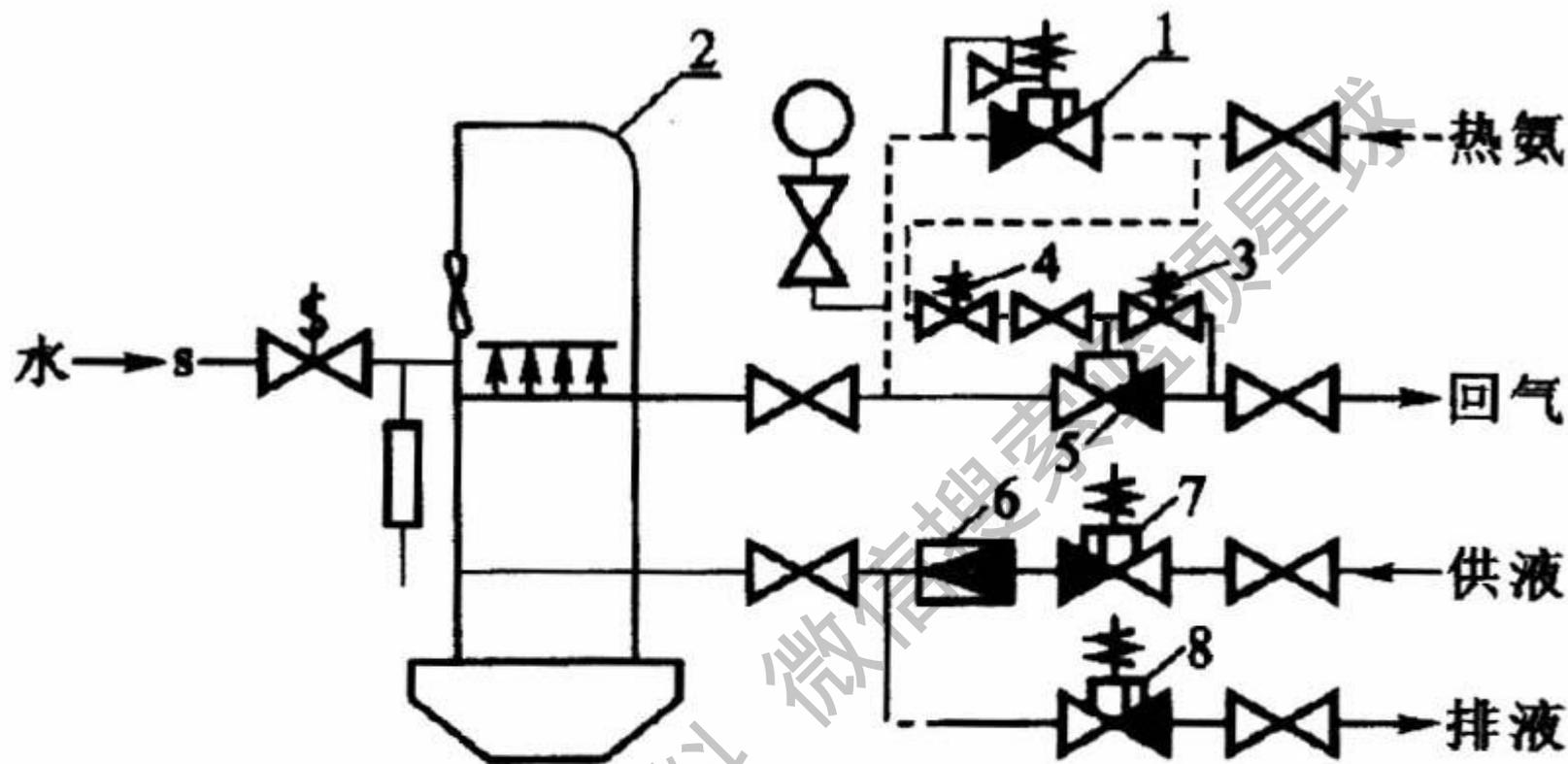


图 5-30 冻结间自动控制回路

1. ZCHD-32QB 型电磁恒压主阀 2. 空气冷却器
 3, 4. ZCL-3 型电磁阀 5. ZFS-50QB 型主阀
 6. ZZRN-32 型止回阀 7, 8. ZCL-32YB 型电磁主阀

供液管路上的电磁主阀7后装设有止回阀6，以防止热氨融霜时反压差强制开启电磁主阀7发生热氨窜入低压回路。回气管路上装设一个主阀5，配有两个电磁阀4、3作导阀，组成双电磁主阀，可避免主阀全开时的0.014MPa的压差损失，热氨管路上装有电磁恒压主阀1，使热氨融霜压力保持在0.59MPa。

冻结间不用时，空气冷却器的工作受冻结间内的温度控制器控制，空气冷却器上的轴流风机不全开，一般每台空气冷却器只开一台轴流风机。

冻结间使用时，冷风机工作不但受温度控制器控制，而且还受时间控制器控制，冻结时间长短可根据实际情况调整。只有满足下面两个条件时，各自动阀门及有关压缩机组与辅助设备才停止运行：第一冻结间温度降到冻结间的温度设定值下限；第二冻结时间达到设定值。所以，冻结间制冷系统的运行是由冷间温度控制，停止运行则受冷间温度和时间两个因素控制。这样可以确保在冻结过程结束时，食品中心温度达到**-15℃**。

5.3.4 具有不同蒸发压力的混合系统的自动控制

采用氟利昂制冷装置的小型冷库，常常是一机多库，即库房蒸发压力不同的混合系统。而制冷压缩机运行时的吸气压力是按低温库的蒸发压力调定，为了使不同库房的蒸发器能处于不同的蒸发温度下工作，则需在库温较高的库房蒸发器的出口装设自动控制阀门，使阀前的压力保持库房所需的蒸发压力，而阀后的压力与调定的制冷压缩机吸气压力相同，达到稳定的工作。

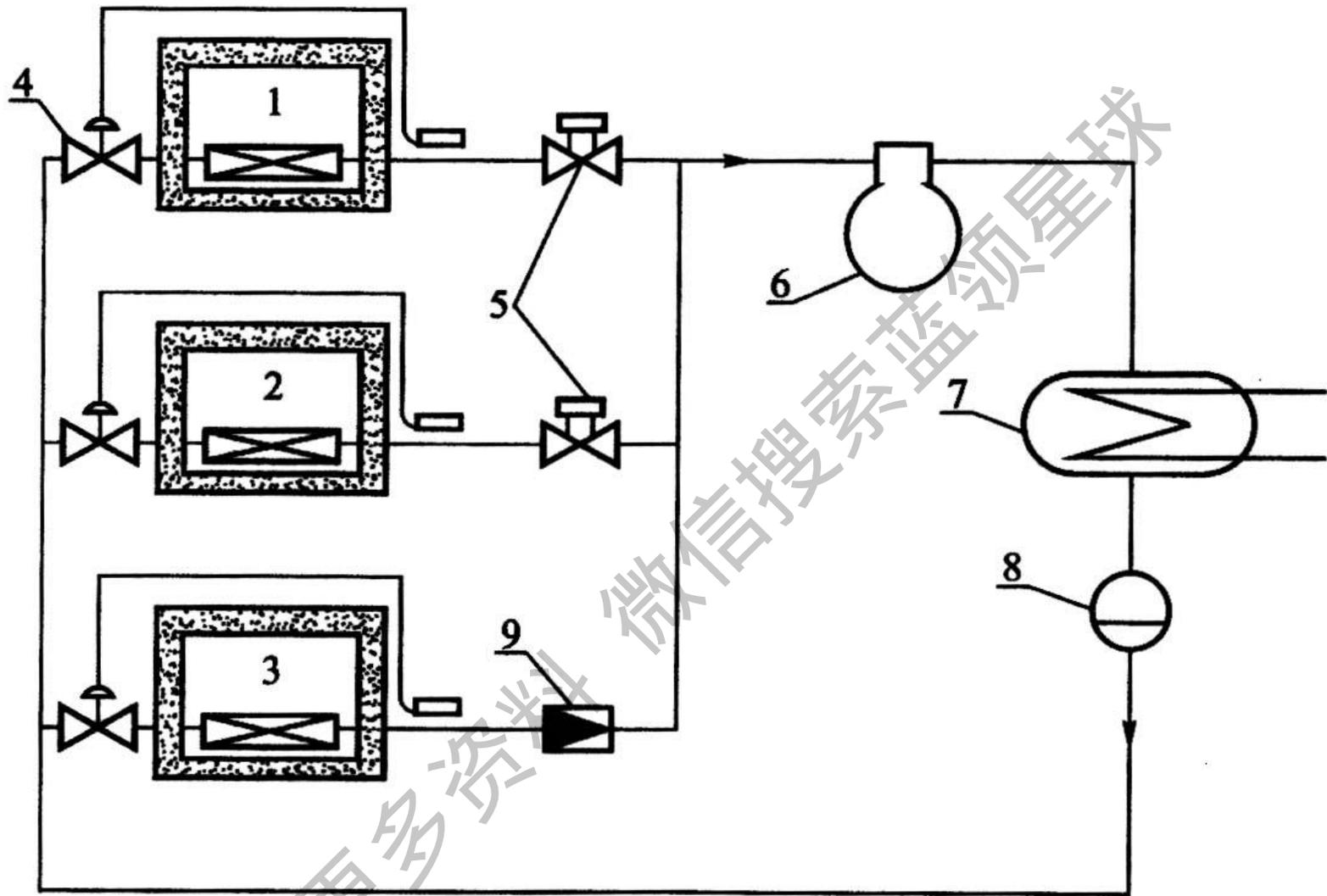


图 5-31 冷库自控原理图(一机三库)

1. 菜库 2. 乳品库 3. 鱼肉库 4. 热力膨胀阀 5. 蒸发压力调节阀
6. 压缩机 7. 冷凝器 8. 贮液器 9. 止回阀

1号和2号库房的蒸发温度较高，故在蒸发器的出口装有压力调节阀，从而保证库房蒸发压力的恒定。

其控制原理是：当库房蒸发压力升高时，压力调节阀的阀口开大，蒸发器流出的制冷剂流量增加，使蒸发压力下降；若库房蒸发压力下降，则压力调节阀阀口关小，蒸发器流出的制冷剂流量减少，使蒸发器的蒸发压力回升。从而使蒸发压力保持在给定的范围内。

压力调节阀的给定值是按照比库温低 $5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 来决定制冷剂的蒸发温度，查出对应的饱和压力确定的。

5.3.5 除霜的自动控制

冷库内蒸发排管或空气冷却器中的蒸发盘管在表面温度低于露点温度时，空气中的水分将在蒸发盘管的表面析出并结成霜，随着制冷系统的运行，霜层逐渐加厚，不仅造成很大的管壁附加热阻，而且使蒸发盘管翅片间的空气通道变窄，增大空气流动阻力，降低制冷效率。因此为了保证空气冷却器的制冷效率，需要定期除霜。除霜方式有水冲霜、热氨融霜、水冲霜与热氨融霜相结合和电加热除霜等方式。

1.水冲霜的控制

当水温高于 20°C 时，可单独采用水冲霜方式，这种冲霜方式适用于冷却物冷藏间的空气冷却器蒸发盘管冲霜。

水冲霜指令可采用手动指令，定时程序冲霜，或采用**CPK-1**型微压差控制器指令冲霜。

CPK-1型微压差控制器指令冲霜的原理是：在蒸发盘管的前、后端引导压管接至微压差控制器，根据空气冷却器回风口和出风口的空气压差来实现自动冲霜，当空气冷却器蒸发盘管上霜层增厚到一定程度，空气阻力达到设定值时（设定值相当于冷风机空气流量减半时的阻力，一般调定值 $\Delta P \geq 18\text{mmH}_2\text{O}$ ），微压差控制器即发出冲霜指令。

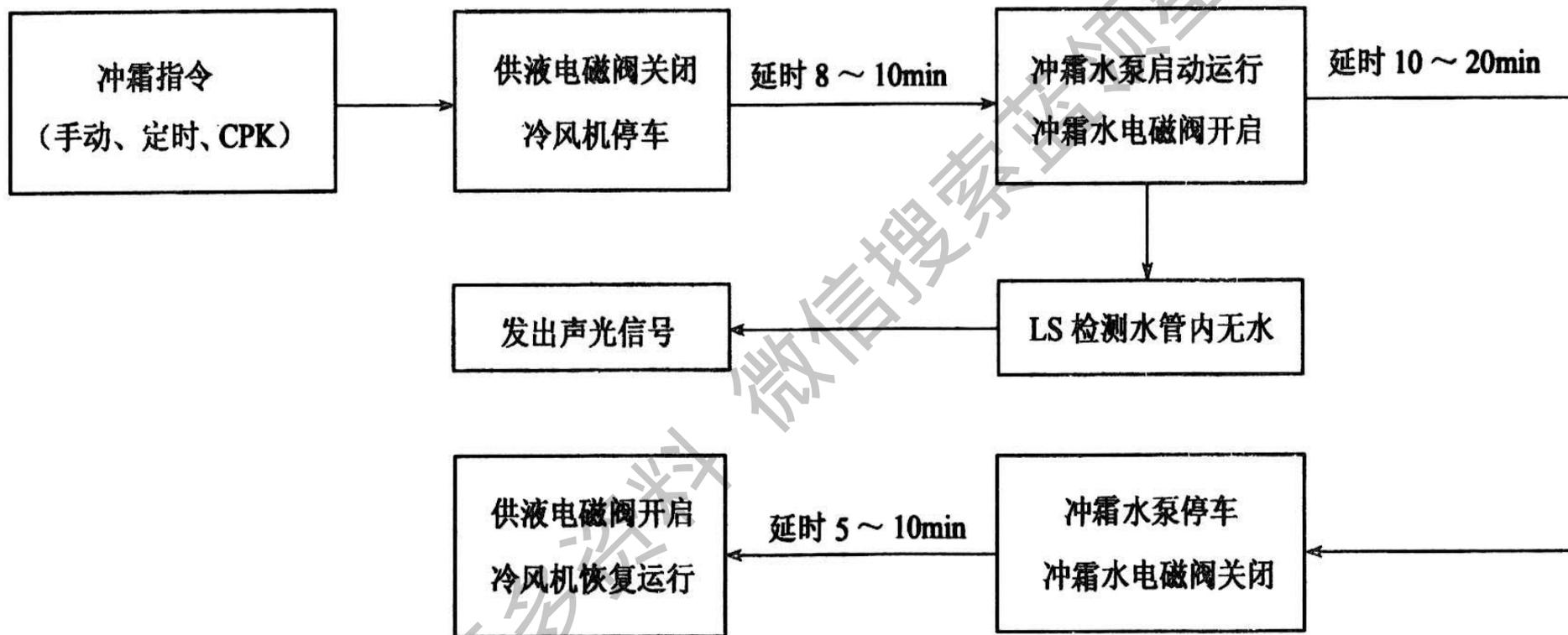


图 5-32 水冲霜程序控制方框图

冲霜指令发出后，即进行程序冲霜。冲霜时间由时间继电器控制，先自动切断供液电磁阀和冷风机的电源，使他们在冲霜时不会因库温升高而自动投入运行。延时**8~10min**（让空气冷却器盘管内的氨气和氨液流走）后，打开冲霜水电磁阀和开冲霜泵，延时**10~20min**，将霜冲尽，然后停水泵和关闭冲霜水电磁阀，再延时**5~10min**，让水滴尽。到此冲霜结束，供液电磁阀自动开启，冷风机恢复运行。

2.热氨融霜

冻结物冷藏间大多采用光滑墙排管或顶排管，以扫霜为主，只有库房货物出尽后才采用热氨融霜。由于热氨融霜不经常使用。一般采用手动控制。

3.热氨和水结合冲霜

冻结间也有采用水冲霜方式的，但是蒸发盘管内的积油和夹缝内的积霜不易除尽，还需定期人工热氨除霜。所以冻结间以采用水和热氨冲霜相结合为宜。

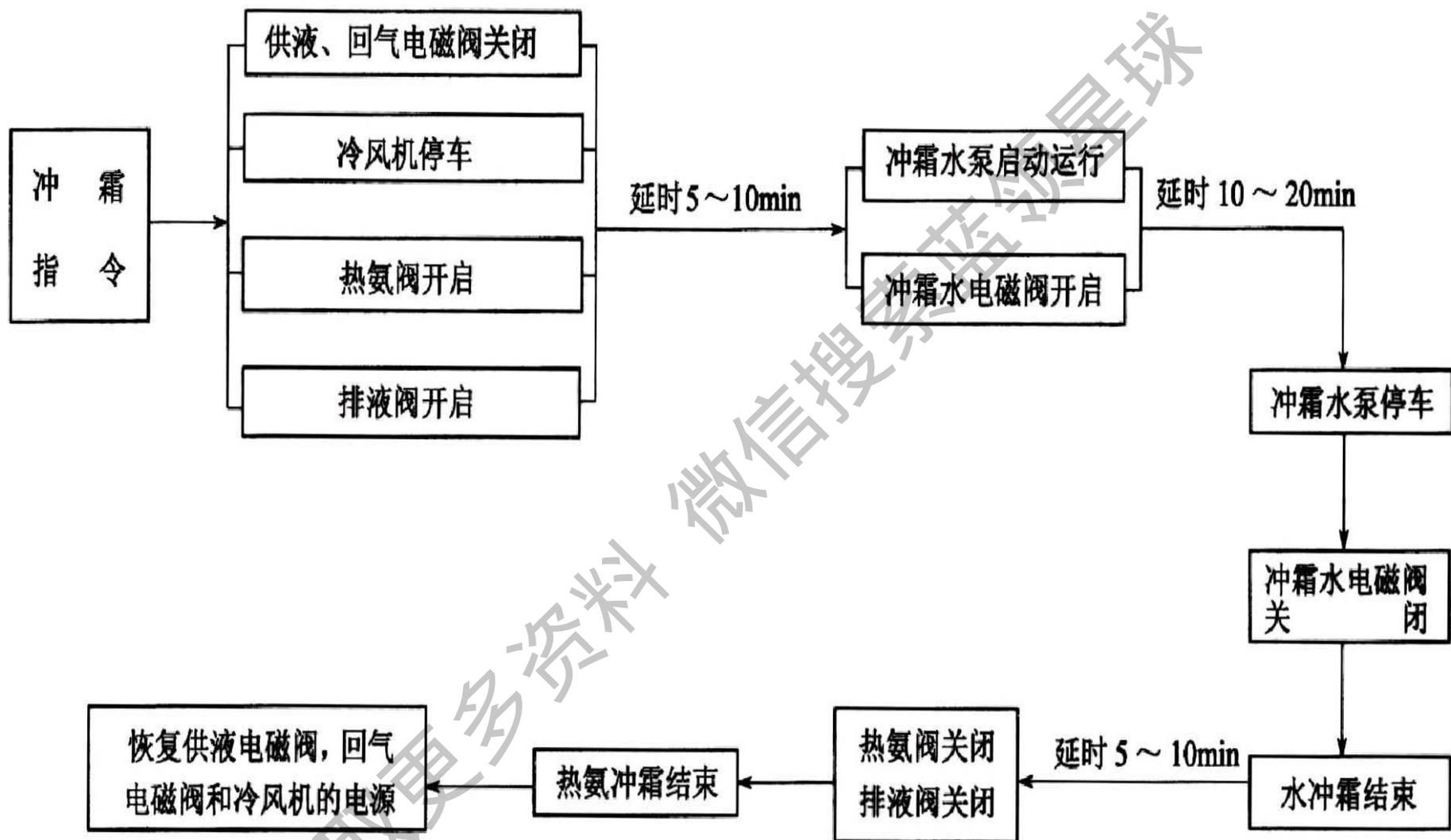


图 5-33 水和热氨结合冲霜程序控制方框图

冻结间内的货物全部出库后才开始冲霜，所以一般都为手动指令，程序冲霜，冲霜时间由时间继电器控制，冲霜程序见图5-33。冲霜指令发出后，先自动切断供液、回气电磁阀和冷风机的电源，使他们在冲霜时不会因库温升高而自动投入运行。同时打开热氨阀和排液阀，延时5~10min后，再打开冲霜水电磁阀和开冲霜泵，再延时10~20min，将霜冲尽，然后停水泵和关闭冲霜水电磁阀，再延时5~10min，让水滴尽。至此冲霜结束，热氨电磁阀和排液电磁阀关闭，然后恢复供液电磁阀和冷风机的电源。

4. 电热除霜

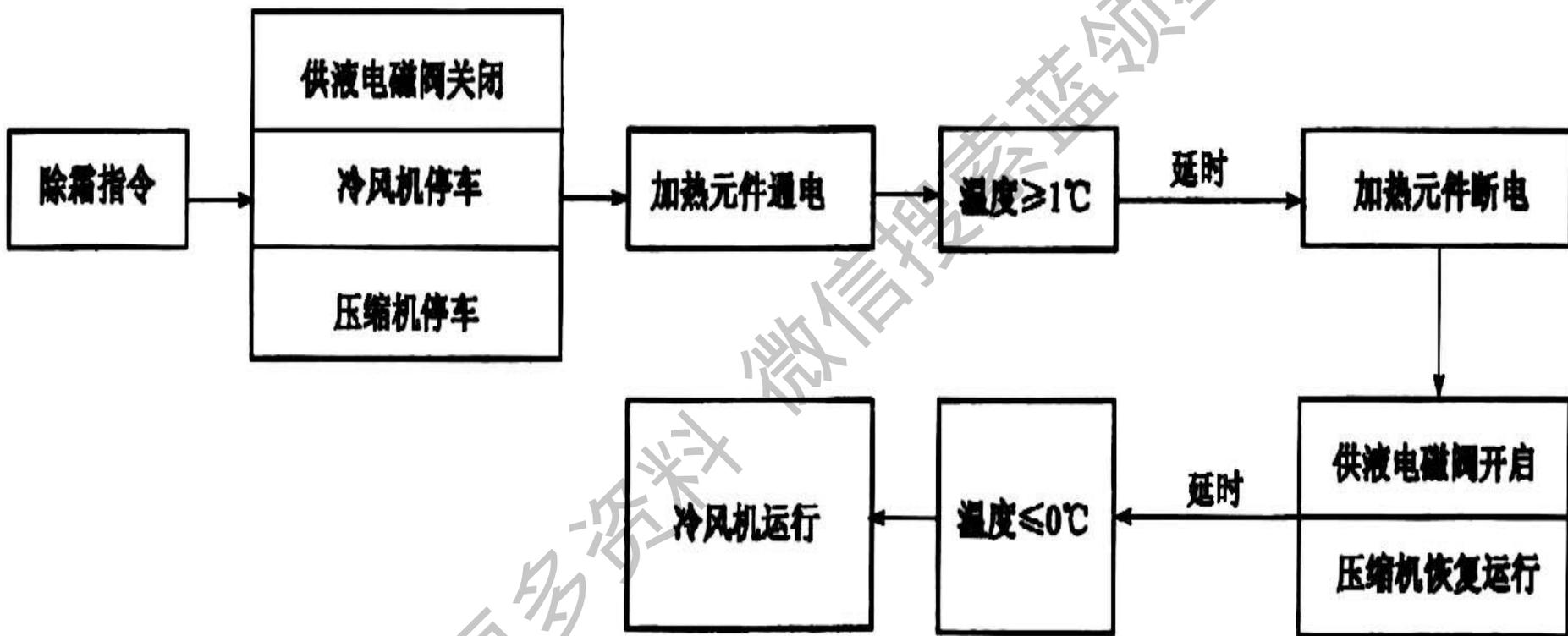


图 5-34 电热除霜程序控制方框图

电热除霜适合于小型冷库，除霜指令发出后，首先关闭供液电磁阀，冷风机和压缩机停车。然后接通电加热元件的电源，加热到翅片上可以除霜的温度（一般在 1°C ），开始延时，延时时间根据实际运行经验调整（一般 $15\sim 30\text{min}$ ）。延时时间到达设定值，加热元件断电，供液电磁阀开启，压缩机恢复运行。待温度降到 0°C ，冷风机恢复运行。以防止吹热风。电热除霜融化的水要及时排出室外，以免再结冰。

5.3.6 冷库湿度的自动控制

贮藏水果、蔬菜、鸡蛋等的冷却物冷藏间，为了保证食品贮藏质量，不仅需要适宜温度，而且还需要有适宜的湿度。因此湿度测量和控制也很重要。湿度控制内容有加湿、除湿控制。

1. 加湿控制

加湿方式一般有喷雾式、蒸气发生式加湿器和自然蒸发式三类。

(1)
喷雾式

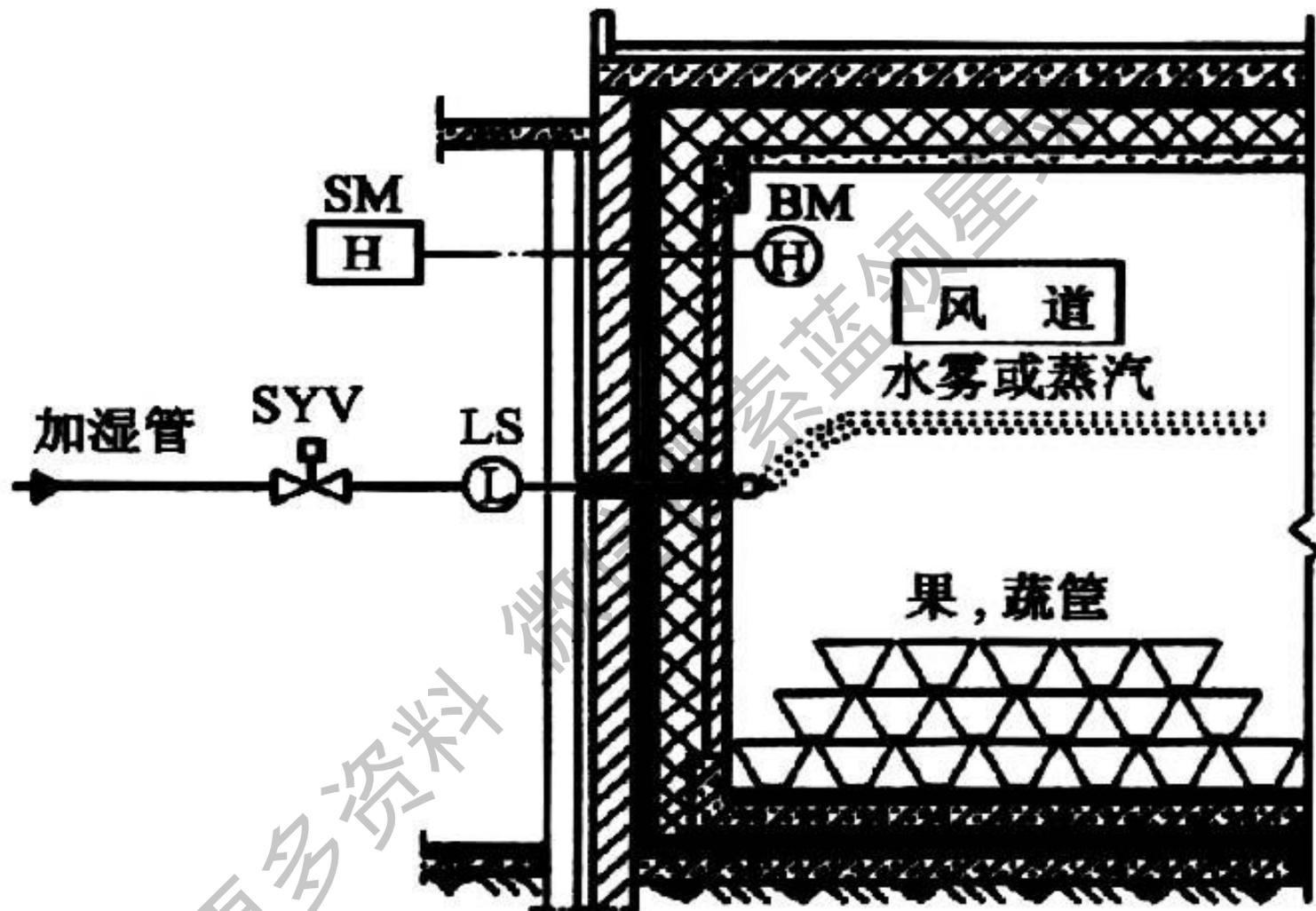


图 5-35 喷水加湿法示意图
BM—湿度传感器; SM—湿度控制器;
SYV—水电磁阀

加湿控制可采用**WSL-305**型温、湿度指示控制仪和复合传感器（氯化锂湿敏电阻和**RC4**型热敏电阻），当库内湿度降到设定值下限值时，接通加湿水电磁阀（可以利用冲霜水）电路，开启阀门喷水雾，并且音响报警。当湿度上升到设定值上限值时关闭阀门，停止喷雾，实现两位式调节。

喷雾式加湿方法简单，投资省、运行费用低。而 1°C 以下的果蔬冷库不宜采用水喷雾加湿和自然蒸发加湿。因为存在水滴，容易结露，喷嘴容易冻坏或阻塞。肉类冷库也不宜采用水喷雾加湿，除存在结霜问题外，还存在喷雾时，水滴中所带来的细菌会污染肉类食品。一般采用蒸气发生式加湿器，且最适用于肉类冷库的加湿。

(2) 蒸气发生式加湿器

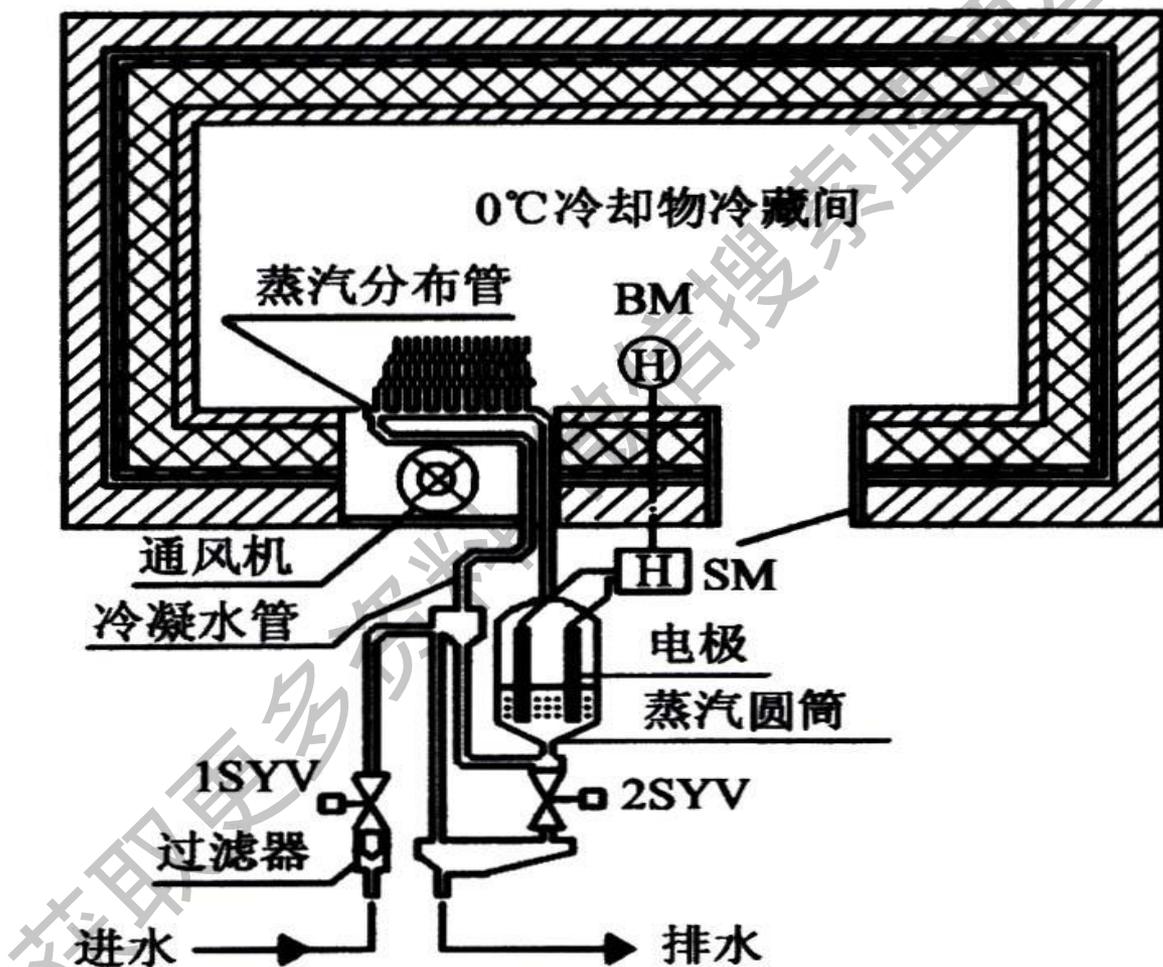


图 5-36 电极式蒸汽加湿器示意图

蒸气圆筒内的电极将水加热产生成蒸气，水变成蒸气后，导电率有所变化，导电率的输出信号和室内湿度检测信号送给**SM**加湿调节器，控制**1SYV**给水电磁阀和**2SYV**排水电磁阀的启闭，控制通过蒸气圆筒内的水位和蒸气浓度。在喷蒸气的同时启动通风机，以利用将喷出的蒸气扩散到整间库房空气中去，从而达到库内湿度调节。

2.除湿方法

(1) 自动除湿

冷却物冷藏间的除湿都是靠空气冷却器盘管翅片表面结霜来达到除湿的目的，因此可不另设除湿装置。

(2) 固体除湿

利用吸附剂从空气中吸收水分达到除湿的目的，常用的吸附剂有硅胶、铝胶、活性炭、氯化钙和氯化锂等。

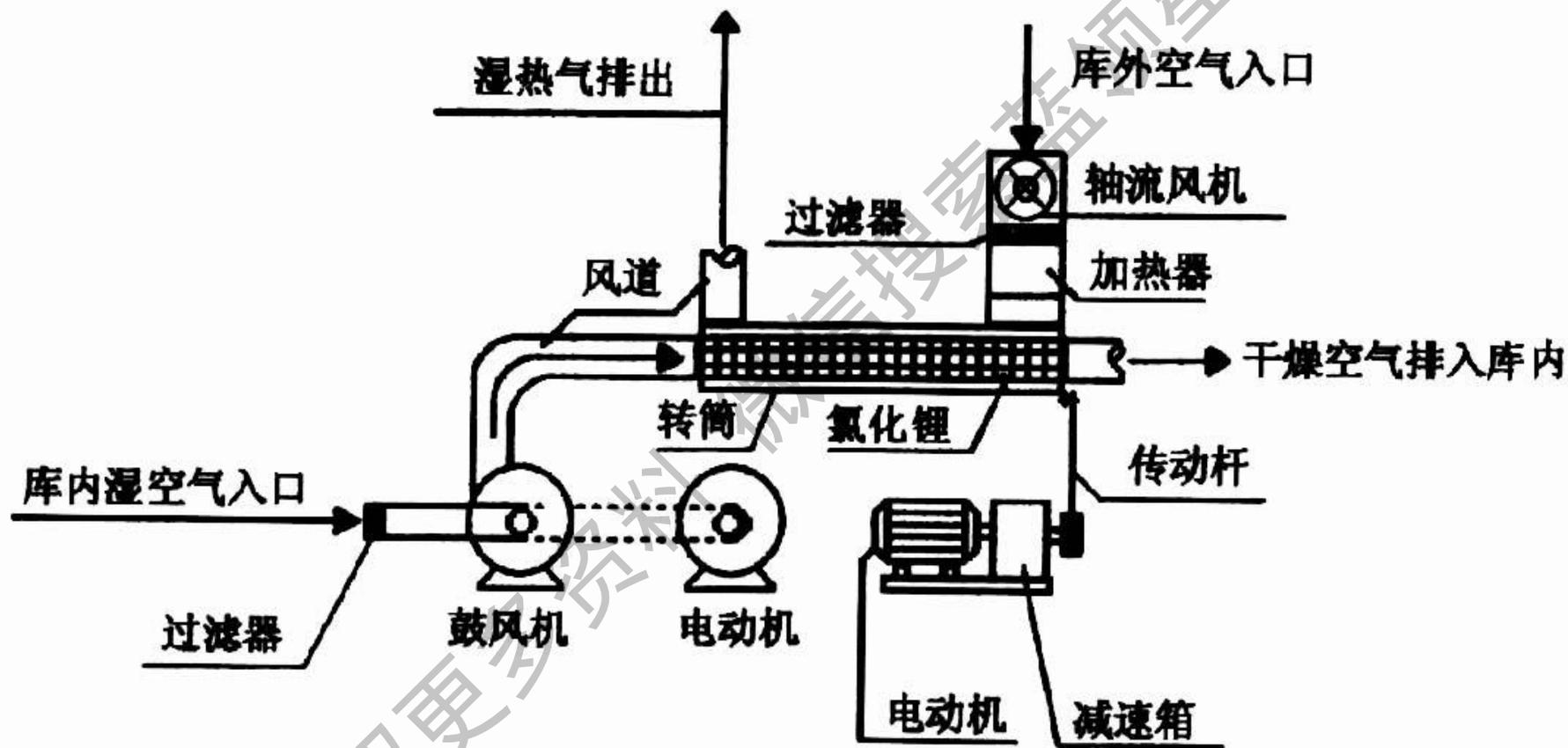


图 5-37 除湿机工艺示意图

当湿度调节器发出降湿指令后，除湿机开始工作，鼓风机和轴流风机启动，转筒转动，库内湿空气经过滤器由鼓风机送入转筒内蜂窝通道，湿空气中的水分被氯化锂吸收含浸在石棉纸上，已除湿的干燥空气从另一端送出回到库内空气中，同时除湿机吸进室外空气经过过滤器，由轴流风机送入加热器加热后送进转芯的石棉纸部位将氯化锂和石棉纸上的水分带走。并将这部分湿热空气从另一端排走。就这样连续不断地除掉库内空气中的水分，直到湿度调节器发出停止降湿指令后，除湿机才停止工作。

5.3.7 冷库门的自动控制

冷库门有手动和电动两种，但不管是手动还是电动，一般均在门上方安装了空气幕，以便开门时阻隔库内外空气的对流。低温库门上还安装了防冻电热丝。

1. 冷却物冷藏间手动冷库门的自动控制回路

在冷库门框上方安装行程开关，当冷库门打开时，行程开关接通空气幕电路，风幕启动。当冷库门关闭，行程开关切断空气幕电路，冷风幕停止运转。

获取更多

2.冻结物冷藏间、冻结间手动 冷库门的自动控制回路

冻结物冷藏间和冻结间的手动冷库门的自动控制回路控制原理与冷却物冷藏间手动冷库门相同，只是门上加装了**24V**电热丝。

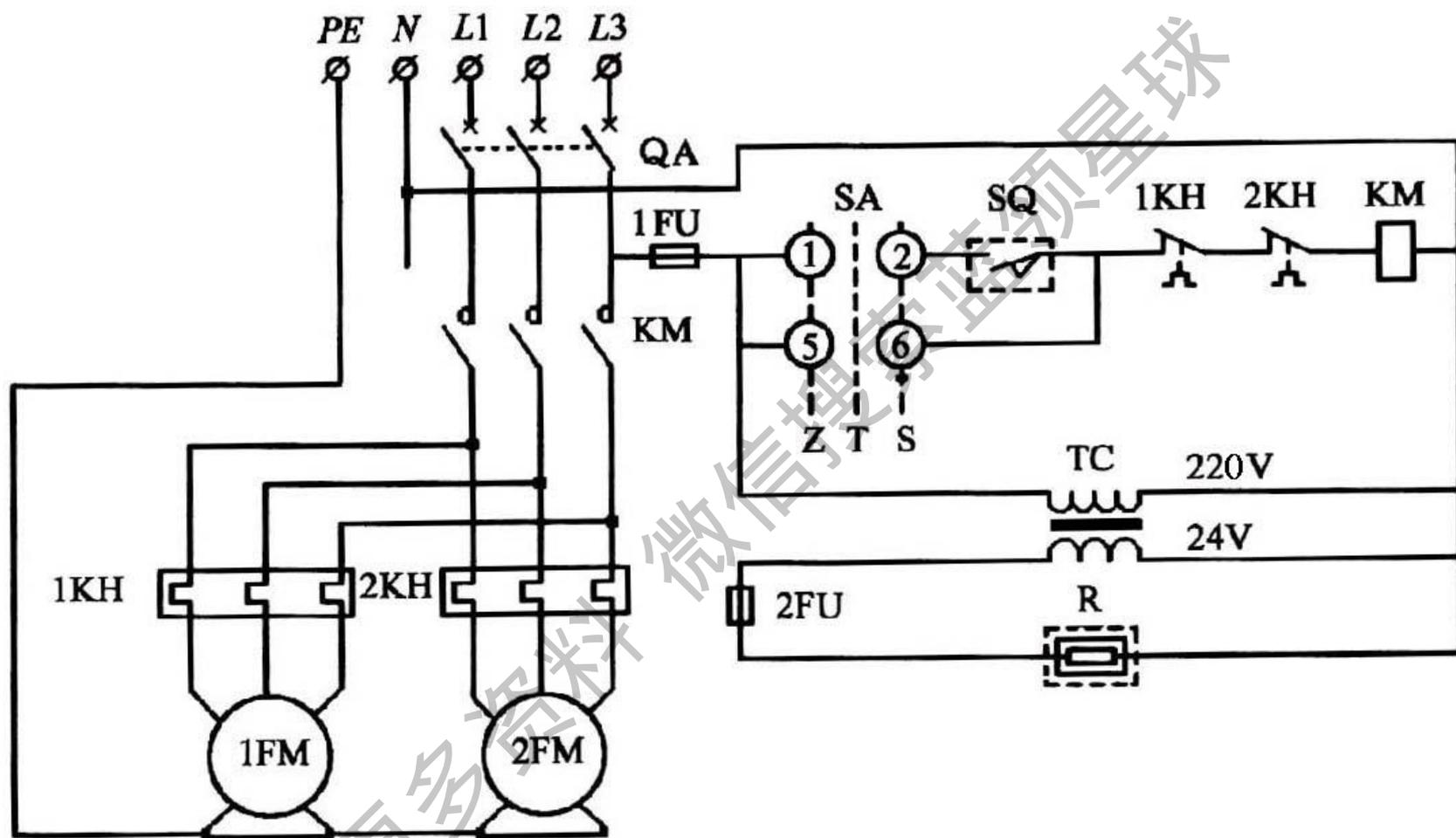


图 5-39 低温库手动冷藏门控制原理图

1FM.2FM—空气幕;SQ—行程开关;TC—控制
变压器;R—冷藏门上电热丝

5.4 冷库制冷系统自动控制实例

5.4.1 氨制冷装置的自动控制实例

1. 能量调节系统

(1) 压缩机的能量调节

(2) 库房温度调节

(3) 冷凝压力调节

(4) 融霜控制

2.安全保护系统

(1) 低压贮液器液位控制

(2) 氨泵供液量控制

(3) 氨泵气蚀保护

(4) 压缩机高低压保护

(5) 压缩机油压差保护

(6) 电动机过载保护

(7) 压缩机冷却保护

(8) 缺油保护

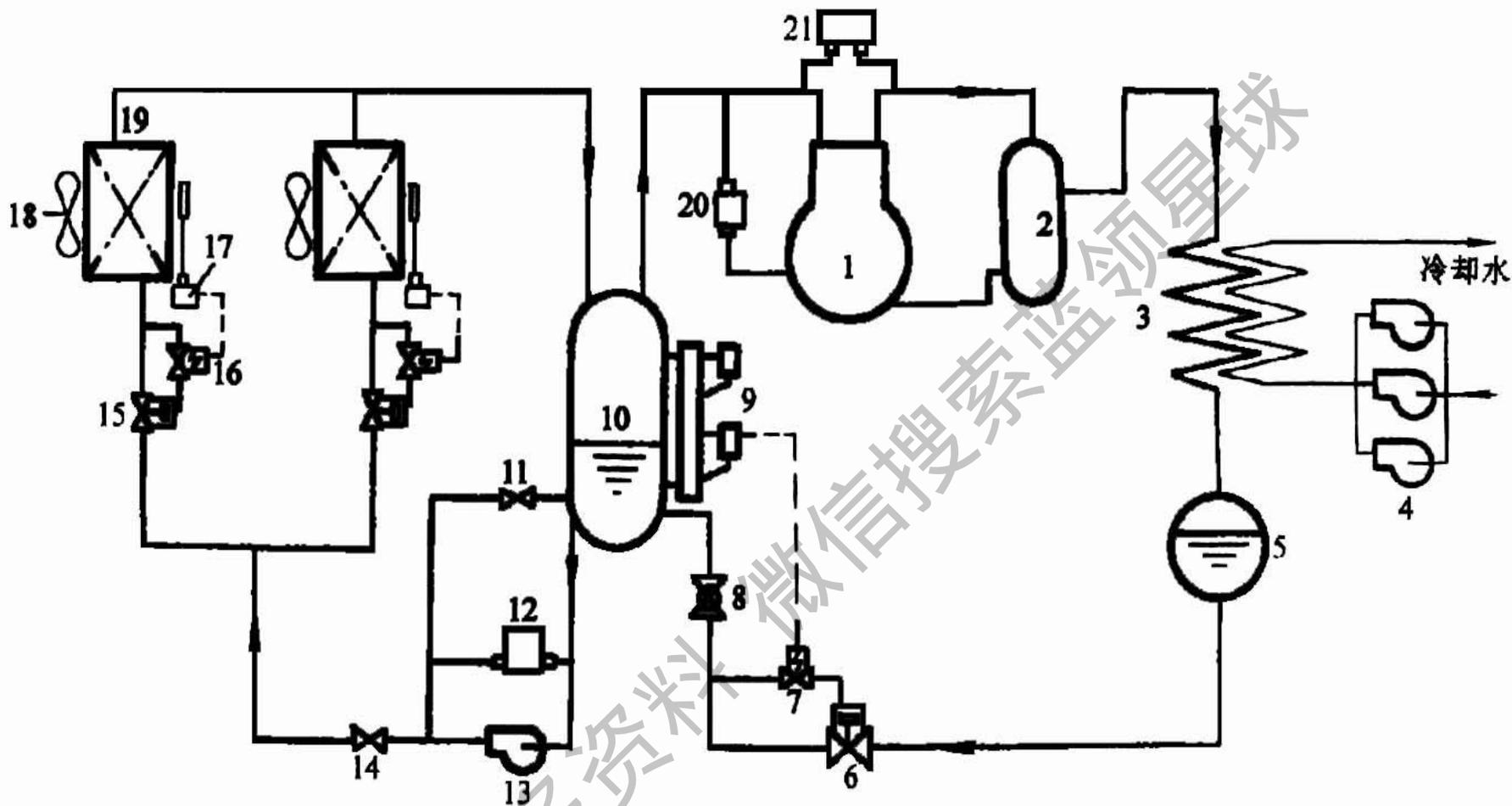


图5-40 某冷库中氨制冷装置的系统原理

1. 压缩机 2. 分油器 3. 冷凝器 4. 冷却水泵 5. 高压贮液器 6. 15. 主阀 7. 16. 电磁导阀
 8. 手动节流阀 9. 遥控液位计 10. 低压贮液器 11. 旁通阀 12. 压差控制器
 13. 氮泵 14. 止回阀 17. 温度控制器 18. 冷风机 19. 蒸发器
 20. 油压差控制器 21. 高低压控制器

1.能量调节系统

(1) 压缩机的能量调节

调节方法：通过压力控制器控制吸气压力的方法来实现。

调节原理：压缩机能量调节中四台压缩机的启停顺序见图5-41，I号机受库房温度控制器控制，只要有一个库房的温度高于给定上限值，该压缩机就开启。只有当所有库房的温度都达到温度下限值时，该压缩机才关闭。第II、III、IV号机均受压力控制器控制。第II台压缩机和第III台压缩机带有能量卸载装置，单机的能量调节也是通过压力控制器来控制，按照吸气压力的变化，分别控制卸载油缸的油路，实现单机的能量调节。

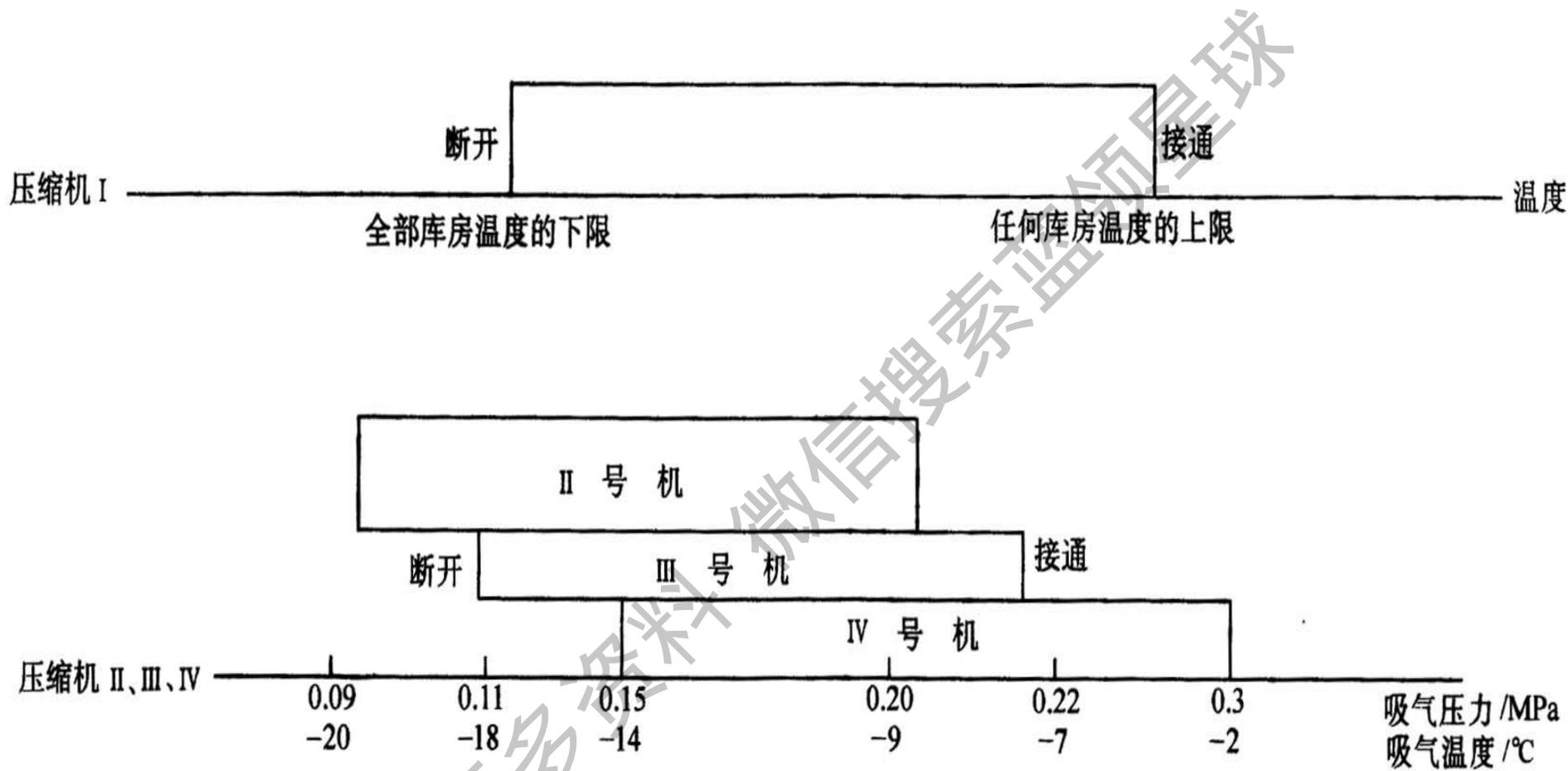


图 5-41 压缩机能量调节中四台压缩机的起停顺序

1.能量调节系统

(2) 库房温度调节

调节方法：采用双位控制规律的**温度控制器17**，推动**电磁导阀16**和**主阀15**，并连动**冷风机18**和**氨泵13**，实现各库房的温度控制。

调节原理：当库温高于给定上限时，温度控制器触头接通，发出降温信号，使电磁导阀打开，带动主阀打开，氨泵运转供液，冷风机启动工作，压缩机启动工作；若库温低于给定下限时，电磁导阀关闭，带动主阀关闭，停止该库房供液，该库房冷风机也停止运转。当各库房的温度都达到给定下限值，不需要供液降温时，氨泵和压缩机自动停止工作。

1.能量调节系统

(3) 冷凝压力的调节

调节方法：采用三台水泵，用调节水量的方法来控制冷凝压力。水泵受温度控制器、压力控制器控制。

1. 能量调节系统

(3) 冷凝压力的调节

调节原理：水泵 I 的工作受温度控制器控制，只要有任意一库房的温度控制器发出降温信号，则在供液降温的同时，该台水泵投入工作。另外两台水泵受压力控制器控制。水泵启停顺序见图 5-42。

水泵 I: 任意一个库房需要降温 → 开启水泵 I

水泵 II、III



图 5-42 冷凝压力控制中水泵的起停顺序

1.能量调节系统

(4) 融霜控制

调节方法：应用微压差控制器来控制蒸发器霜层的厚薄，实现不定时自动发信融霜

1.能量调节系统

(4) 融霜控制

调节原理：微压差控制器属双位控制器。当霜层变厚时，风冷蒸发器进出口压差明显增大，超过微压差控制器的给定值，控制器触头闭合，将发出融霜信号，实现自动除霜。

2.安全保护系统

(1) 低压贮液器液位控制

安全保护目的：为了保证蒸发器供液和氨泵正常工作，要求保持一定的液位；另外，为保持气液分离效果，防止液位过高，氨液进入压缩机而产生液击现象，要求限制最高液位。

2.安全保护系统

(1) 低压贮液器液位控制

安全保护措施：电感式浮球遥控液位计**9**发信，通过电磁导阀**7**和主阀**6**来控制。当液位下降至下限值时，电磁导阀开启、主阀开启，向低压贮液器供液，使液面回升；当液面回升至上限值时，电磁导阀关闭、主阀关闭，停止向低压贮液器供液。

2.安全保护系统

(2) 氨泵供液量控制

安全保护目的：由于一台氨泵向几个库房蒸发器供液，若一部分库房温度已达到给定值，停止进液降温时，会造成氨泵供液量过剩，引起排出压力过高。

2.安全保护系统

(2) 氨泵供液量控制

安全保护措施：在泵的出口安装旁通阀11，当排出压力超过给定值时，旁通阀打开，将多余的氨液旁通至低压贮液器。

2.安全保护系统

(3) 氨泵气蚀保护

安全保护目的：防止氨泵缺液运转产生气蚀事故。

安全保护措施：在氨泵的进出口之间安装压差控制器**12**，当这个压差值低于给定值时，氨泵停止运转。

2.安全保护系统

(4) 压缩机高低压保护

安全保护目的：防止压缩机排气压力过高，吸气压力过低。

安全保护措施：采用高低压控制器**21**，当排气压力过高或吸气压力过低时，即切断压缩机电源。

2.安全保护系统

(5) 压缩机油压差保护

安全保护目的：防止油压过低及由于堵塞而引起的油压过高，保证压缩机正常供油。

安全保护措施：采用压差控制器**20**，当压缩机油压差高于上限或低于下限时，切断压缩机电源。

2.安全保护系统

(6) 电动机过载保护

安全保护目的：防止电动机烧坏。

安全保护措施：采用热继电器保护。

2. 安全保护系统

(7) 压缩机冷却保护

安全保护目的：保证只有在冷却水先接通的情况下才允许压缩机启动工作。

安全保护措施：安装水电磁阀及714晶体管液位继电器控制压缩机缸套冷却水。

2.安全保护系统

(8) 缺油保护

安全保护目的：防止压缩机供油缺乏。

安全保护措施：应用光电管来控制供油泵的工作，实现自动加油。

复习思考题

- 5-1** 活塞式制冷压缩机的安全保护由哪几部分组成？各部分的作用是什么？
- 5-2** 活塞式制冷压缩机有哪些能量调节的方法？
- 5-3** 举例说明活塞式制冷压缩机的自动启停程序。
- 5-4** 螺杆式制冷压缩机的安全保护由哪几部分组成？各部分的作用是什么？

- 5-5** 螺杆式制冷压缩机能量调节的方法？
- 5-6** 举例说明螺杆式制冷压缩机的自动启停程序。
- 5-7** 画出氨泵系统自动控制原理图，并分析各部分的作用和工作原理。
- 5-8** 试分析自动空气分离器的工作原理。
- 5-9** 试分析油系统的放油和加油自动控制。
- 5-10** 试叙述卧式、立式、蒸发式、风冷式冷凝器
冷
凝压力的自动调节方式。
- 5-11** 画出冻结物冷藏间的自动控制回路和自动控
制
原理方框图。

5-12 画出冷却物冷藏间的自动控制回路和自动控制

原理方框图。

5-13 画出冻结间的自动控制回路和自动控制原理

方框图。

5-14 除霜的自动控制有哪几种方式？试分析各种除

霜自动控制的工作原理。

5-15 冷库湿度控制有哪几种自动加湿和除湿方法？

5-16 试分析冷库门控制原理图。

5-17 举例说明冷库制冷系统自动控制原理。