

CA14/6510

第 54 篇 自动化仪表在其他 行业中的应用

主编单位:

武汉仪表工业公司 纺织工业设计院 上海医药设计院
北京环境保护科学研究所 上海工业自动化仪表研究所
北京自动化技术研究所

编写单位:

武汉仪器仪表研究所

合稿人:

李润清 郑剑秋 李绍义 姚文华
仲生庆 沈锦仁 张永泉

编写人:

刘安乐 张济民 张崇正 韩玉先

特约编辑:

郭孝礼 王锡章 郑 焜 许征帆 曾长春 潘甦民

第1章 在冷库制冷系统中的应用

1 概 述

1.1 工艺简介

冷库主要用于低温下贮藏肉、禽、鱼、蛋、水果、蔬菜等食品,调节市场淡旺季需要。冷库的制冷系统是依靠制冷剂在系统中循环流动,吸取库内热量,以达到对食品降温 and 保持低温的目的。冷库常用制冷剂有 R717 (氨)和 R22。小型冷库多用 R12。制冷工艺的基本原理如图 54.1-1 所示。

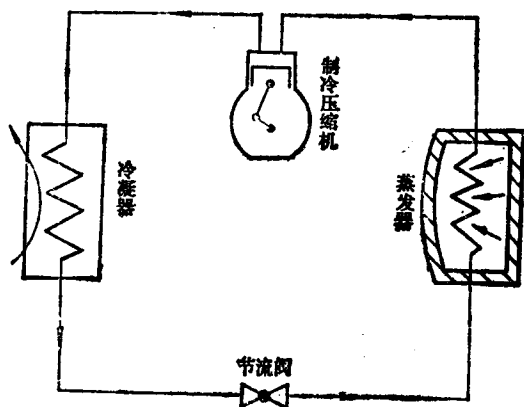


图 54.1-1 制冷工艺基本原理

制冷剂气体被压缩机吸入,经压缩后,成为高温高压的过热气体进入冷凝器冷凝为高压液体,随后通过节流阀降压,成为低温低压的饱和液体,进入蒸发器蒸发。低温液体通过库内蒸发器吸收所贮藏食品的热量而蒸发为气体,再被压缩机吸入,从而完成了制冷系统的一个工艺循环。如此周而复始地工作,使食品温度逐渐降到所要求的低温。

1.2 冷库自动化的主要内容

- 1) 机器设备的安全保护
- 2) 温度、压力、液位等的检测、记录及调节等;
- 3) 操作的自动化作业,主要是指自动降温、自动开停机、自动冲霜、自动加油放油,自动放空气等。

1.3 冷库自动化的优点

冷库的制冷系统实现自控的主要优点是:制冷系统能按程序进行工作,减少了操作人员,减轻了工人的劳动强度;设有故障报警装置,保证了系统的安全运行;由于各参数能自动调节,提高了制冷系统工作的经济性,降低了成本,节约了能量消耗;库房温度稳定,保证了贮存食品的质量,减少了干耗。因此,冷库自动化具有很重要的意义,是冷藏技术现代化的主要标志之一。

2 冷库自控仪表元件

2.1 制冷系统对仪表元件的要求

制冷系统各部位的状态不同,对仪表元件的要求也不同。例如低温、高湿部位要求元件能在低温高湿的条件下工作,在高温部位则要求能承受较高的温度。

制冷系统是封闭系统,而制冷剂的渗透性一般都较强,因此要求仪表元件能耐腐蚀、密封性好。

制冷系统中所用的仪表元件的数量较多,要求同类不同规格的产品能尽量具有相同的结构,减少备件种类,并且容易检修。例如 ZCL 型电磁阀类,通径从 Dg3 到 Dg150 共 12 种,其导阀线圈功率均为 8W,有关十余个小零件也均同,线圈、阀芯等易损件容易拆检和修复,整个阀可长久使用。

制冷剂不同,对仪表元件也各有要求。

2.2 仪表元件的分类:结构特点及主要技术性能

2.2.1 温度控制类

温度控制器可分为温包式温度控制器和电子式温度控制器两类,主要用于制冷系统中 $-40 \sim +160$ °C 温度范围内的自动控制,在所设定的上下限发出通路和断路的电信号。

温包式温度控制器利用其温包中充注介质的压

表 54.1-1 温包式温度控制器的主要技术性能和结构特点

型 号	主要技术性能 °C			结 构 特 点		备 注
	控制温度范围	幅差范围	开关差	温包的充注方式	温包型式	
WTQK-11	-40~-10	1.5~10	1.5	活性炭吸附 二氧化碳气体	棒型	用于库房
	-25~+15	2~12	2			控制冷藏门电加热温度
	0~+40	3~22	3			控制油温
	+30~+90	3~22	3			控制油温
WTQK-21	-40~-10	1.5~10	1.5	液体充注式(丙酮)	螺旋型	控制库温
	-25~+15	2~12	2			控制库温
WTZK-12	+80~+160		10	液体充注式(丙酮)	棒型	用于冷冻机排气温度过高保护

表 54.1-2 电子温度控制器的主要技术性能和结构特点

型 号	主要技术性能 °C			结 构 特 点
	温度调节范围	设定误差	中间带宽度	
TDW-12	-79.9~0	±1	±1	1. 测温数字电桥(不平衡电桥) 2. 集成线性放大器 3. 互补双稳电路(采用一对PNP NPN晶体管正反馈连接) 4. 感温元件: WZB- 819 BA ₃ 铂电阻
	-39.9~0	±1	±1	
	-10~+10	±0.5	±0.5	
	-39.9~+39.9	±0.5	±1±0.5可调	
	0~199	±1	±1	

力随被控温度的变化而变化,使波纹管伸长和缩短,通过杠杆使开关闭合或断开,从而实现对温度的控制。电子式温度控制器则利用铂电阻、热敏电阻等材料的电阻值随着温度变化的特性,配以电子线路,来达到控制温度的目的。它们的技术性能和结构特点分别见表54.1-1及表54.1-2。

2.2.2 压力控制类

压力控制器主要用于制冷系统中600mmHg~20kgf/cm²压力范围内的自动控制,在所设定的上下限位发出通路或断路的电信号。按其结构原理可分为波纹管压力控制器和电感式压力变送器,它们的技术性能及结构特点分别见表54.1-3及表54.1-4。

波纹管压力控制器是当被控对象的压力上升和下降时,使波纹管压缩或伸长,通过杠杆使开关闭合和断开,从而达到控制介质压力的目的,电感式压力变送器则是利用压力敏感元件将非电量转变为

0~10 mA的直流电流信号,与电子电位差计或能量控制器配合使用,从而达到控制介质压力的目的。

2.2.3 差压控制类

差压控制器常用的有氨泵差压控制器,油泵差压控制器和微差压控制器。氨泵差压控制器用在当氨泵的排出压力与吸入压力之差低于某一设定值时,自动报警或切断氨泵电源,使泵停止运转,以免发生气蚀现象,从而达到保护氨泵的目的。油泵差压控制器则是当润滑油泵的排出端与吸入端的压力差低于某设定值时,能自动报警或切断压缩机的电源,以免润滑不良造成事故。微差压控制器主要用于冷却物冷藏间的冲霜控制。差压控制器的主要技术性能及结构特点见表54.1-5。

2.2.4 液位控制类

液位控制器在所调定的液位上下限发出电信

表 54.1-3 波纹管压力控制器的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能				结 构 特 点		备 注
	高压控制器 kgf/cm²		低压控制器 kgf/cm²				
	压力范围	幅差范围	压力范围	幅差范围			
YWK-22	6~20	1~4	600mmHg~4	0.25~1	1) 高低压两部分合并组装 在同一壳体 2) 高压断路后须手动复位 3) 外壳不密封		保护性控制
YWK-11	6~20	1~4	0.5~6 600mmHg~4	0.25~1	密封	1) 自动复位 2) 分高压、低压、负压三 种规格	调节性控制
YWK-12	6~20	1~4	0.5~6 600mmHg~4		不密封		

表 54.1-4 电感式压力变送器的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能						结 构 特 点	备 注
	测量范围 kgf/cm ²	精确度 等级	负载 阻抗	输出信号	远传显示 距离	工作环境 温度		
YSG-01	760mmHg ~2	1.5	0~1.5	0~10 m.A.P.C	≥100m	-10 ~+50℃	1. 压力检测采用波 纹管和杠杆结构 2. 电气变送采用位 移电感式转换 3. 表头显示	测量气体和 液体的压力
	760mmHg ~2							
	0~16							

表 54.1-5 差压控制器的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能					结 构 特 点	备 注
	压差调节范围 kgf/cm ²	幅差范围 kgf/cm ²	最大承受压力 kgf/cm ²	延时时间 s	开关触头容量		
CWK-11	0.1~1.5	0.1	10		交流 380V.10A ~220V 直流 220V.12W	1. 密封型, 能防潮 防尘 2. 设有延时机构 3. 敏感元件为波纹 管	控制氨泵压差
CWK-22	0.5~4	0.2	10	45~60	交流 220V.3A	1. 防尘钢壳 2. 设有欠压指示灯 并附有双金属片 的延时机构 3. 敏感元件为波纹 管	控制油泵压差
CPK-1	1~ 38mmH ₂ O		750mmH ₂ O		直流 220V.24W	1. 敏感元件为橡胶 膜片式 2. 采用超灵敏微动 开关	冷却物冷藏 间可用于冲霜

表 54.1-6 浮球液位控制器的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能						结 构 特 点	备 注
	控制范围 (mm)	控制误差 (mm)	最大工作压力 (kgf/cm ²)	工作温度 (°C)	可调范围 档数	最小控制 距离 (mm)		
UQK-40	0~60	±3	20	-40~+60	6		由阀体和电气盒两部分组成	控制工质的液位
UQK-41	350	0.1	20	-10~+40		25	浮子比重为 0.78 由玻璃管液 位指示器和 浮子接近开 关两部分组 成	用于氨和冷冻 油并存储液器
UQK-42	250	0.1	20	-10~+40		25		用于氨压机自 动加油
UQK-43	1000							用于中冷器和 卧式贮液器指 示和控制氨液 位置自动放油

表 54.1-7 湿度控制器的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能					结 构 特 点	选 用
	测量范围 (%)	测量精度 (%)	工作环境 (°C)	吸湿时间 (s)	放湿时间 (min)		
NSZ-11	75~95		-5~+10	<60	<10	敏感元件为氯化锂	用于冷却物冷藏间, 有湿度指示,并触发 出二位控制信号
GZZ-1	70~100	±1	-70~+45			湿度敏感元件为牛 肠衣	测库房湿度

号,与执行元件配合使用,控制贮液器内的液位。液位控制器依靠铁磁性材料进入线圈或晶体管高频振荡器的磁场内,从而改变线圈及高频振荡电路的电感量、输出电信号,再经晶体管开关电路放大,使继电器动作,起到自动控制作用。其主要性能和结构特点见表 54.1-6。

2.2.5 湿度控制类

湿度控制器的测湿方法主要利用氯化锂吸湿后的阻抗变化规律来反映空气的湿度,也可利用牛肠衣吸湿后形状变化的规律来反映空气的湿度。有的湿度仪表除能指示湿度外,还能发出上下限位控制信号,如与增湿、减湿机构配合则可以实现对湿度的控制。其主要技术性能和结构特点见表 54.1-7。

2.2.6 程序控制类

程序控制器分为分级步进调节器和融霜时序控制器两种。TDF 型分级步进调节器对制冷单机和机群进行定点延时分级调节,对机器能量的增减实

现步进控制,使机器在和热负荷相适应的情况下运转;TDS 型融霜时序控制器通电后,分段依次发出电信号进行融霜,它是专用作制冷系统蒸发器自动冲霜的程序控制器。其技术性能和结构特点见表 54.1-8。

2.2.7 执行器类

执行器类是制冷系统自动控制的执行元件,用以控制气体或液体工质在管路中的流通。它包括电磁阀、恒压阀、主阀、(水)电磁阀、止回阀、旁通阀、组合式主阀、氨热力膨胀阀等。本系列各种阀类所采用线圈功率均为 8 W,且氨氟通用。

1) ZCL 系列(制冷剂)电磁阀 电磁阀是一种自动阀门,通常由温度、压力、液位等控制器发出电信号来控制电磁阀动作。电磁阀按结构可分为直动式和导压式两类。直动式用电磁力直接吸动阀芯启闭通径很小的阀;导压式是两次动作的电磁阀,运用电磁力打开小阀口,再借压力差打开大阀口。导压式又可分为继动式和导阀式。继动式电磁阀的小阀口

表 54.1-8 程序控制器的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能					结 构 特 点	备 注
	控制级数	输入信号	输出信号	环境温度 (℃)	相对湿度 (%)		
TDF-01	8	0~10mA DC	继电器开 关信号	-10~+40	10~90	1. 仪表盘式 2. 调节分四个限位点: 高限、低限和过高限 过低限 3. 设有延时机构, 30 min内连续可调	常与ySG-01型电感压 力变送器配合使用, 蒸 发压力作控制变量
TDF-02		BA ₂ 铂电阻					直接装 配 BA ₂ 铂电 阻 配合使用, 以蒸发温度 为控制变量
TDS-04	融霜全过程最长 65min, 可作缩 短调整,三个时间区段是: 第一区段 0~20min 第二区段 0~30min 第三区段 0~15min			融霜周期按 2、4、 6……24设定,至少间 隔 2h。		1. 由微型同步电机带 动三个时间区段的 凸轮组, 拨动两个 微动开关 2. 同步电机通过 齿 轮 减速机带动定时盘, 控制冲霜周期	定时冲霜, 适用于控制 冷却物冷藏间冷风机
TDS-05				融霜周期自定, 至少 间隔 2h		1. 指令接通微型同 步 电机,直接带动三个 时间区段凸轮 组接 通两个微动开关 2. 设有指示灯和复位盘	指令冲霜 (手动和电气 指令均可),适用于冻结 间冷风机或其它不需要 定时冲霜的蒸发器

表 54.1-9 (制冷剂)电磁阀的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能	结 构 特 点	备 注
ZCL-3	1. 最大工作压力: 20kgf/cm ² 最大开启压差: 16kgf/cm ² 2. 最高工作温度 80℃ 最低工作温度: -40℃ 3. 继动式开启压差: 微开压差 0.07kgf/cm ² 全开压差 0.14kgf/cm ²	1. 为直动式 2. 上半部为电磁线圈部分, 下部为 阀体, 阀体用隔磁导管将工质封 闭 3. 阀芯是自动定心针型结构	常用作导阀与主阀组合使用
ZCL-6 ZCL-10 ZCL-15 ZCL-20	4 功率 8W	1. 为继动式 2. 小阀上部全采用 ZCL-3 结 构, 小 阀 口 和 大 阀 做 在 一 个 阀 体 上	

和大阀口做在一个阀体上。导阀式电磁阀的小阀口和大阀分做成两个阀体, 即导阀和主阀。其主要技术性能及结构特点见表 54.1-9。

2) ZZH 系列恒压阀 作导阀用按启闭作用可分为正恒压阀和反恒压阀两种。正恒压阀是常闭型导阀, 当压力高于设定值时, 阀口开启。反恒压阀是常开型导阀。压力高于设定值时, 阀口反而关小, 直至关闭。其主要技术性能和结构特点见表 54.1-10。

3) ZFS 系列(活塞式)主阀 主阀是导压式的自动阀门。导阀常采用 Dg3 的 ZCL 型电磁阀和 ZZH 型恒压阀。主阀按工质状态有液用和气用之分; 按阀门结构有常开和常闭之分。阀的选用是根据制冷工艺要求而定的, 但使用常闭型主阀要注意两点: 一是应考虑对压缩机功率消耗的影响; 二是反压差不能超过一定的数值。其主要技术性能和结构特点见表 54.1-11。

表 54.1-10 恒压阀的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能	结 构 特 点
ZZHA-3	1. 压力控制范围 $0\sim 7\text{kgf/cm}^2$ $500\text{mmHg}\sim 2\text{kgf/cm}^2$	阀体内的膜片下腔与导压管连通, 导压管路用自身压力控制通断
ZZHB-3	2. 最高工作温度: $+120^\circ\text{C}$ 最低工作温度: -40°C	带控制引管, 其阀体内的膜片下腔与导压管隔断, 由从引管引来的压力控制导压管的通断
ZZHC-3	1. 压力控制范围: $0\sim 7\text{kgf/cm}^2$	同 ZZHA-3
ZZHD-3	2. 最高工作温度: $+120^\circ\text{C}$ 最低工作温度: -40°C	同 ZZHB-3

表 54.1-11 (活塞式)主阀的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能				结 构 特 点	选 用
	适用范围	微开压差 (kgf/cm^2)	全开压差 (kgf/cm^2)	最大反压差 (kgf/cm^2)		
ZFS-OOYB 液用常闭	1. 最大工作压力: 20kgf/cm^2 正常工作压力: 16kgf/cm^2	0.12	0.18	0.20	阀内导管接在阀后出口主管上较进口压力低 0.18kgf/cm^2 处	根据制冷工艺要求而定
ZFS-OOQB 气用常闭	2. 最高工作温度: $+120^\circ\text{C}$ 最低工作温度: -40°C	0.07	0.14	0.15	阀内导管接在阀前入口主管上, 接至较出口压力高 0.14kgf/cm^2 处	
ZFS-OOQ K 气用常开		—	—	—	导压管接在较进口压力高 1kgf/cm^2 处	

4) 组合式主阀 组合式主阀将导阀直接安装在阀盖上组成一个整体。因组装的导阀不同, 可分为电磁主阀、恒压主阀和电磁恒压主阀三种。按其用途又有液用、气用和常闭、常开之分, 连接方式还有串联、并联等。下列介绍的是选取制冷工艺中常用的几种定型产品。在使用常闭型组合式主阀时同样要考虑对压缩机功率消耗的影响和反压差的问题。组合式主阀主要技术性能和结构特点见表 54.1-12。

5) (水)电磁阀(ZCS 型) (水)电磁阀为固定导阀座的继动式电磁阀。(水)电磁阀主要零件材料为铝青铜, 可以抗腐蚀。其主要技术性能及结构特点见表 54.1-13。

6) ZZRN 系列止回阀 止回阀只允许流体顺箭头方向单向流动, 流体反向时借弹簧力和反压使阀关闭。通径 $Dg\ 100$ 以下均为筒式有弹簧结构; $Dg\ 125$ 以上为横式无弹簧结构, 全靠阀芯自重和反压关闭。其主要技术性能及结构特点见表 54.1-14。

7) ZZRP 系列旁通阀 自动旁通阀将在压力升高超过设定压力时自动开启, 旁通泄压, 起到对设备的安全保护作用。改变顶杆行程就可改变设定压力。其主要技术性能见表 54.1-15。

8) 热力膨胀阀 热力膨胀阀能根据蒸发器出口处回气的过热度自动调节制冷剂的供液量。其上部为感温部份, 温包放在蒸发器出口处, 用以感受该处的回气温度。热力膨胀阀分为内平衡式和外平衡式两种。管道阻力较大的蒸发器应选用外平衡式的热力膨胀阀。其主要技术性能见表 54.1-16。

3 冷库制冷系统的自动控制

3.1 冷库制冷系统各回路的自动控制

冷库制冷系统以氨制冷系统为例, 主要由库房、氨泵、压缩机三个基本回路及水、油、空气等辅助回路组成。自动控制的目的在于对各个回路的主要技术参数进行遥测监视、自动调节以及在运行中出现

表 54.1-12 组合式主阀的主要技术性能和结构特点。

名称	型 号	主 要 技 术 性 能					结 构 特 点	选 用
		适用范围	微开压差 (kgf/cm ²)	全开压差 (kgf/cm ²)	可调范围 (kgf/cm ²)	最大反压差 (kgf/cm ²)		
电 磁 主 阀	ZCL-OOYB 液用常闭	1. 最大工作压力 20kgf/cm ² 正常工作 压力 ≤16kgf/cm ²	0.12	0.18		0.2	导压管在阀体出口侧	
	ZCL-OOQB 气用常闭		0.07	0.14		0.15	导压管在阀体入口侧	
	ZCL-OOQK 气用常开						导压管压力P'从阀盖引出,接在较进口压力高1kgf/cm ² 处	
	ZCLT-OOQB 气用常闭 (双电磁主阀)	2. 最高工作 温度 +120℃ 最低工作 温度 -40℃	0.07	0.14		0.15		
	ZZHA-OOQB 气用常用		0.07	0.14	0~7 600mmHg ~2	0.15	导管在阀体出口侧	保持主阀入口压力恒定
恒 压 主 阀	ZZHD-OOQB 气用常闭		0.07	0.14	0~7	0.15	导管在阀体入口侧	保持主阀出口压力恒定
	ZZHB-OOQK 气用常开				0~7		导压管压力P'从阀盖引出,接在较进口压力高1kgf/cm ² 处	保持主阀出口压力恒定,防止压缩机过载
	ZCHC-OOYB 液用常闭		0.12	0.18	0~7 600mmHg ~2	0.2	阀内导管串联,接至出口主管上	常用作加压罐供液
电 磁 恒 压 主 阀	ZCHA-OOQB 气用常闭		0.07	0.14		0.15	阀内导管串联,接至入口主管上	保持主阀入口压力恒定
	ZCHD-OOQB 气用常闭						阀内导管串联,接至入口主管上	保持出口压力恒定
	ZCHB-OOQK 气用常开				0~7		阀内导管并联,导压管P接在较进口压力高1kgf/cm ² 处	保持主阀出口压力恒定,防止压缩机过载
	ZCHT-OOQB 气用常闭		0.07	0.14	600mmHg ~2 0~7	0.15	阀内导管有并联和串联,导管接至入口主管上	

表 54.1-13 (水)电磁阀的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能	结 构 特 点	备 注
ZCS-6W ZCS-10W ZCS-15W ZCS-20W ZCS-32W ZCS-50W ZCS-100W	1. 最大工作压力: 10kgf/cm ² 2. 最高工作温度: 60℃ 3. 最低工作温度: 0℃ 4. 开启压差 微开压差 0.1kgf/cm ² 全开压差 0.2, 0.4kgf/cm ²	上半部与 ZCL-3 结构完全相同	可用于水和油, 对铝青铜不产生腐蚀作用的任何液体介质

注: W—代表产地缩写。

表 54.1-14 止回阀的主要技术性能和结构特点

型 号	主 要 技 术 性 能			主要结构特点	备 注
	适 用 范 围	微开压差	全开压差		
ZZRN-100 以下	1. 最大工作压力: 20kgf/cm ² 2. 最高工作温度: 液用: +120℃ 气用: +160℃ 3. 最低工作温度: -40℃	0.1	0.2	弹力较强	可以任意方向安装
ZZRN-125 以上		0.04	0.08	弹力较弱	
				无弹簧	水平方向安装

表 54.1-15 旁通阀的主要技术性能

通 径	最大工作压力 (kgf/cm ²)	最高工作温度 (℃)	最低工作温度 (℃)	压差控制范围 (kgf/cm ²)	备 注
32	20	+120	-40	1.8~3.2 0~4 4~7	常用于氨泵回路及 冲霜减压等

表 54.1-16 热力膨胀阀的主要技术性能

型 号	适用温度范围 (℃)	可调过热度 (℃)	最高工作温度 (℃)	结构特点	备 注
ZZRW-4	-5~-35	2~6	50	内平衡	专用于氨制冷系统, 根据回气管的过热度自动调节供液量
ZZRW-4E				外平衡	

异常情况时, 能自动报警和及时处理。

3.1.1 库房自控回路

库房自控回路一般设有温度遥测与控制、冷风机融霜控制等。库房有冻结间和冷藏间, 冷藏间又根据所贮食品对温度要求的不同分为冻结物冷藏间和冷却物冷藏间。

冷库制冷系统控制回路所用图形符号如表 54.1-17 所示。

1) 冻结物冷藏间自控回路 冻结物冷藏间用来贮藏经过冻结的肉、禽、鱼类等食品。库温控制在 $-18 \sim -20^{\circ}\text{C}$, 幅差 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。图 54.1-2 为冻结物

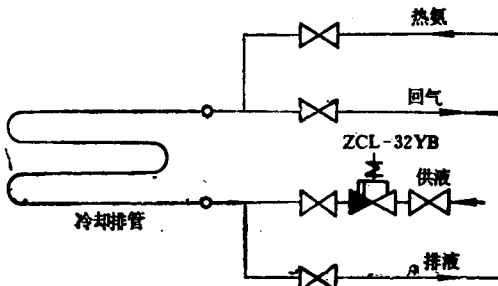


图 54.1-2 冻结物冷藏间自控回路示意图

冷藏间自控回路示意图。一般以铂电阻 Pt_a 为感温元件（也可以采用热敏电阻或温包为感温元件），用 XCD-162 温度巡检仪来显示库温；又以铂电阻 Pt_b 作感温元件，用 TDW-12 型温度调节器来显示和控制库温。温度调节器根据库温的变化发出上下限位电信号，控制供液电磁主阀 ZCL-32 YB 的启闭，实现对库房温度的控制。

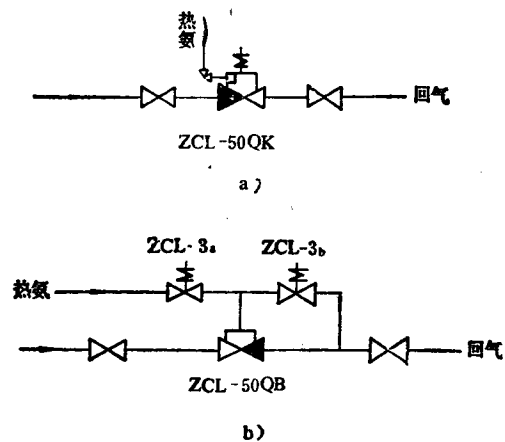
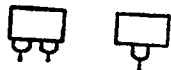
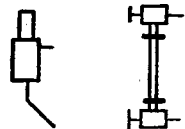
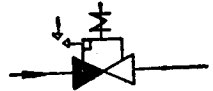
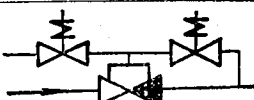
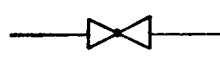
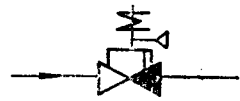


图 54.1-3 回气控制装置示意图

表 54.1-17 冷库制冷系统控制回路所用的图形符号

符 号	名 称	符 号	名 称
	直角截止阀		止 回 阀
	压力式温度控制器		旁 通 阀
	(波纹管)压力控制器		放 水 阀
	(波纹管)差压控制器		节 流 阀
	浮球液位控制器		(水)电磁阀
	(制冷剂)电磁阀		氨用温度调节阀
	电磁主阀(气体常开型)		电磁主阀(液体常闭型)
	电磁恒压主阀 (气用常开 B 型)		电磁阀(气用常闭型)
	电磁恒压主阀 (气用常闭 D 型)		电磁恒压主阀 (气用常闭 A 型)
	三通电磁阀		双电磁主阀 (气体常闭型)
	截 止 阀		电磁恒压主阀 (液用常闭 C 型)

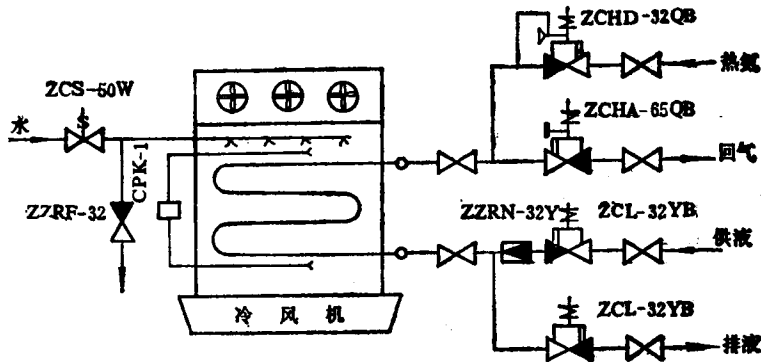


图 54.1-4 冻结间自控回路示意图

上述冻结物冷藏间自控回路，在蒸发器的出口的回气管的优点，还有待于总结经验，不断加以丰富。管道上不装自动阀门，只控供液，不控回气。如果需要控制回气，可以如图 54.1-3，所示那样，在蒸发器出口处的回气管道上装设自动阀门。图 54.1-3 a) 采用气用常开型电磁主阀 ZCL-50QK 作回气控制阀。这种阀在开启时，对压缩机功率消耗基本上没有影响。图 54.1-3 b) 采用带双电磁导阀气用常闭型电磁主阀作回气控制阀。当电磁导阀 ZCL-3a 通电时，将热氨导入主阀 ZCL-50QB 上部，使主阀开启。反之，只要关闭电磁导阀 ZCL-3a，并同时打开电磁导阀 ZCL-3b，泄掉主阀上部及导压管路中的余气，就可以使主阀关闭严密。它利用热氨强制开启主阀，因此对压缩机功率消耗基本上也没有影响。

2) 冻结间的自控回路 对于冻结自控回路，除了要求对库房温度进行遥测和控制外，还必须保证冻结工艺所规定的时间。冻结间的冷风机容易结霜，每次冻结后都要融霜，因此融霜过程的自动化也就很有必要。图 54.1-4 是冻结间的自控回路示意图。

冻结间温度的监测与控制方式和冻结物冷藏间基本相同，但增设了时间继电器作计时装置。当库内温度降到下限，且累计时间也达到时间继电器所规定的时间时，关闭供液电磁阀 ZCL-50 YB，停转风机，整个冻结过程即告完成，发出发货信号。

冻结间冷风机融霜通常采用热氨和水作热源（如水温高于 20°C ，也可以单独用水融霜）。为了实现融霜过程自动化，图 54.1-4 的控制回路在热氨管道上增设反恒电磁主阀 ZCHD-32QB。此阀能将融霜压力恒定在调定的压力以内（一般为 $4\sim 6\text{kgf/cm}^2$ ）。同时，在排液管上装设排液用电磁主阀 ZCL-

32 YB，回气管上装设回气用常开电磁主阀 ZCL-100 QK（仅在融霜时关闭，防止热氨进入回气管路），并在供液电磁阀 ZCL-50 YB 前加装止回阀 ZZRN-50 Y，以避免融霜时反压差将供液电磁主阀倒顶开。水管路上装有（水）电磁阀 ZCS-100 W 和放水阀 ZZRF-32。

冷风机的融霜信号可以由微差压控制器 CPK-1 发出，或由时间继电器、霜层厚度检测器自动发出，也可以采用人工指令。整个融霜过程可以用时序控制器 TDS-05 自动按照融霜程序进行。

3) 冷却物冷藏间自控回路 冷却物冷藏间用来贮藏水果、蔬菜、鲜蛋等食品。温度控制在 0°C 上下，幅差为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。冷却物冷藏间还必须保持合适的相对湿度。所以，除了温度的检测、控制和自动融霜外，还应应对库内湿度进行遥测和调节。

图 54.1-5 是下进上出供液方式的冷却物冷藏间自控回路示意图。它与冻结间自控回路不同之处在于回气管上装设了正恒电磁主阀 ZCHA-65QB，以保持阀前的蒸发器具有恒定的蒸发压力，使库温的控制更加稳定可靠。冷却物冷藏间的蒸发器大多采用翅片冷风机，其融霜方式和控制程序与冻结间的基本相同。库内湿度的遥测和控制是由 NSZ-11 湿度指示控制器及控湿机构来完成的。当由库内氯化锂感湿元件检出的相对湿度达到设定值上限时，发出减湿信号，接通除湿机构；反之，则接通增湿机构。从而将库内湿度控制在允许的范围之内。

在能够自行回液的情况下，冷却物冷藏间也常采用上进下出的供液方式。此时自控回路可简化为图 54.1-6 所示。在供液管道上装设受 TDW-12 温度调节器控制的电磁主阀 ZCL-32 YB 就可以达

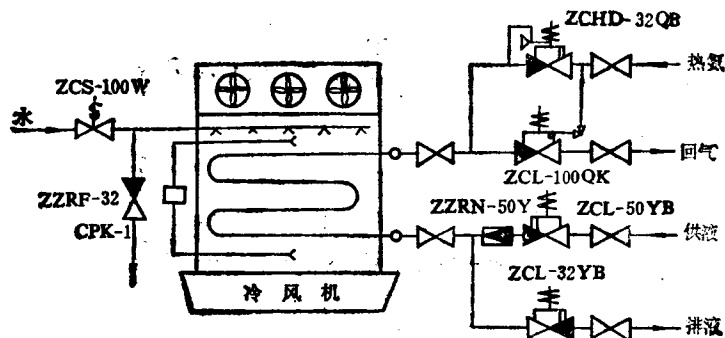


图 54.1-5 冷却物冷藏间自控回路示意图

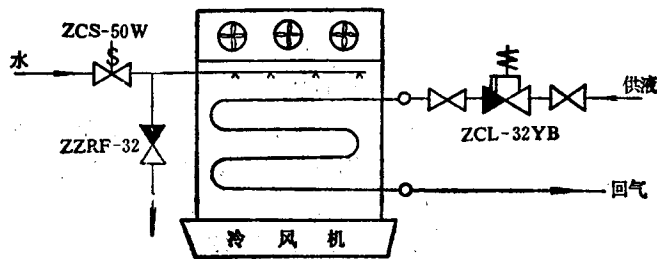


图 54.1-6 上进下出供液方式的冷却物冷藏间自控回路示意图

到控制温度的目的。融霜也仅用水作热源就能满足要求。

3.1.2 氨泵自控回路

氨泵自控回路包括控制低压循环贮液器的液位

及氨泵的保护。图 54.1-7 为氨泵自控回路示意图。

1) 低压循环贮液器的液位控制 在低压循环贮液器 30% 及 70% 高度处各安装一台遥测液位控制器 UQK-40a 和 UQK-40b。UQK-40a 控制供液电磁主阀 ZCL-32 YB 当液位降到 UQK-40a 下

限时，控制器动作，开启供液阀电磁主阀向贮液器供液；当液面回升到 UQK-40a 的上限时，则关闭供液阀，停止供液，以保证贮液器有正常的工作液位。

如果发生异常情况，液体上升到贮液器 70% 高度的危险液位时，UQK-40b 立即发出报警信号，并自动停止压缩机运转，防止发生压缩机液击事故。

2) 氨泵保护 在图 54.1-7 控制回路的氨泵进出口之间装设 CWK-11 差压控制器，当低压贮液器液位过低或氨泵产生气蚀时，氨泵出流量迅速下降，导致氨泵压差低于差压控制器的设定值(0.4~0.9 kgf/cm²)。若经一定的延时后仍不能超过设定值，则发出报警信号或停止氨泵运转。

控制回路还在氨泵出口和低压循环贮液器之间装设自动旁通阀 ZZRP-32。当

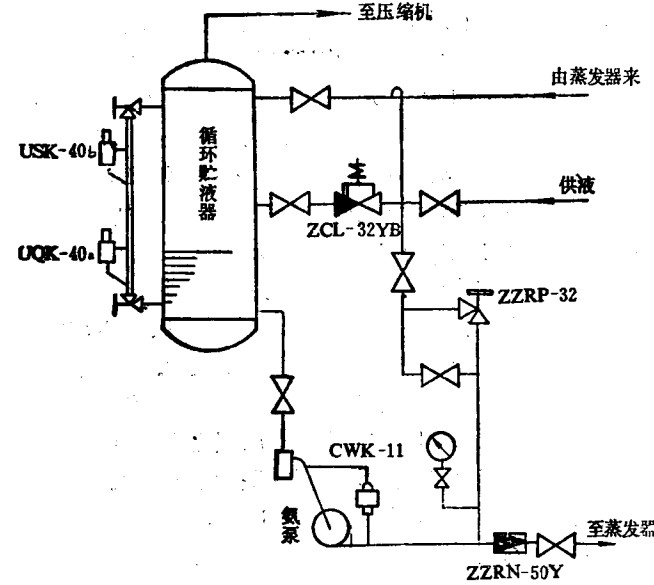


图 54.1-7 氨泵自控回路示意图

压差高于旁通阀的设定值时,可将多余制冷剂排至低压贮液器内。在氨泵出口处设置 ZZRN-50 Y 止回阀,防止氨泵停止运转时液体回流。

3.1.3 压缩机自控回路

压缩机回路的控制主要有自动启动、自动调节能量和安全保护等。

1) 压缩机的启动 中大型压缩机如果带负荷启动,容易使电动机电流过大,启动时应先卸载,将压缩机控制在空载条件之下。待启动完成后,再逐渐加载达到正常运转。

(1) 有卸载装置压缩机的自动开机 对于具有卸载装置的国产多缸高速压缩机可在压缩机油路上装设三通电磁阀,如图 54.1-8 所示。

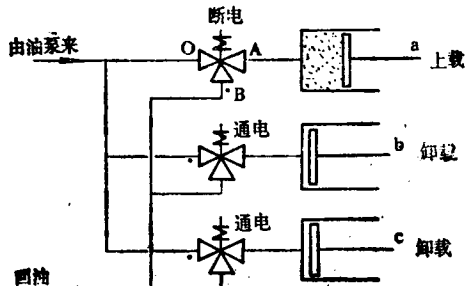


图 54.1-8 压缩机自动上载油路示意图

三通电磁阀工作时,通电则 AB 通, OA 不通,气缸处于卸载状态;断电则 AB 不通, OA 通,气缸上载。压缩机开机可将各三通电磁阀通电,实现卸载启动。启动完成后再顺序使各三通电磁阀断电,逐步加载,达到正常运转。

(2) 无卸载装置压缩机自动开机 为避免启动

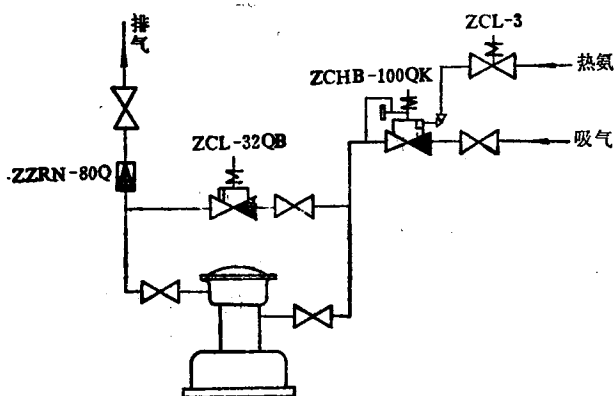


图 54.1-9 压缩机轻载启动示意图

时电机过负荷,无卸载装置的压缩机可以在吸排气管上装设一些辅助的自动阀门,实现空载启动。

图 54.1-9 为单级压缩机自动开机示意图。在吸气管上装设 ZCHB-100 QK 电磁恒压常开主阀作吸气阀,在吸、排气管之间装设 ZCL-32 QB 电磁常闭主阀作辅助阀。压缩机启动时,先关闭 ZCHB-100 QK 吸气阀,开启 ZCL-32 QB 辅助阀,再接通电机电源。当电机正常运转后,再关闭辅助阀,开启吸气阀。电磁恒压常开主阀 ZCHB-100 QK 有阻尼作用,能使机器逐渐加载,还可以使压缩机吸入压力保持在设定压力以内。在排气管上装设 ZZRN-80 Q 止回阀,既能防止高压气体倒回机器,又能保证在启动时阀前一段管道中减压。同时,还在吸气主阀的导压管路上装有与压缩机同步工作的 ZCL-3 小口径电磁阀。压缩机停机时,高压热氨能被截断。

上述无卸载装置单级压缩机自动开机的方法,稍加改变也能用于双级压缩机。

2) 压缩机的能量调节 能量调节的方法很多。通常选取系统的回气压力或低压贮液器的液温作为被控变量。以回气压力作被控变量时,可选用 YWK-12 压力控制器分级控制或采取电感式压力变送器 YSG-01 和能量控制器配用。以低压贮液器液温作被控变量时,一般可选用 TDW-12 温度调节器或直接用 TDF-02 温度式能量调节器进行控制。

活塞式压缩机在运行中产生冷量的大小取决于运转的压缩机台数或投入运行的气缸数,其能量增减是不连续的,一般采用位式调节。螺杆式压缩机由于能量增减是连续的,可以采用比例调节器进行无级调节。

3) 压缩机的自动保护装置 为保证压缩机安全可靠地运行,除系统其他回路的安全装置对其进行联锁保护外,压缩机自身还具有保护装置。如高、低压压力控制器,排气温度控制器,油差压控制器,油温控制器,水流继电器等。双级压缩机还应有中间压力控制器及中间冷却器超高液位报警用的液位控制器等。

图 54.1-10 是单机双级压缩机安全保护装置示意图。图中压缩机高压级出口和低压级吸气口装有 YWK-22 高、低压压力控制器。当排气压力超过许可最高压力值(约 15kgf/cm^2)或吸入压力低于许可最低压力值时,控制器动作报警,并使压缩机作事故停车。

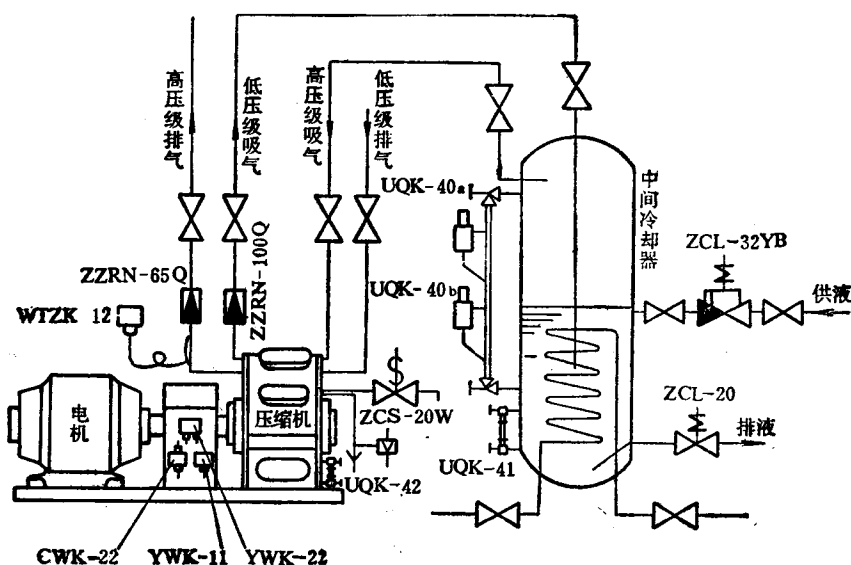


图 54.1-10 压缩机保护装置示意图

在低压级排气口装有 YWK-11 压力控制器。当中间压力超过许可中间压力值 (约 8kgf/cm^2) 时, 控制器发出停车报警信号。有的机器还选取 WTZK-12 温度控制器作为排气温度过高保护。其温包装设在高压级排气管上, 排气温度高于机器所容许的最高温度 (约为 140°C) 时, 控制器发出停车报警信号。一般压缩机油泵进出口之间均接有 CWK-22 差压控制器。如果油的压差在压缩机启动时或运行中小于 1.5kgf/cm^2 , 且经延时后 (约 45s) 仍不能恢复, 则 CWK-22 动作, 使压缩机停止运转。UQK-42 油位控制器能发出加油信号压缩机水套出水口安装水流继电器作断水保护。另外在中冷器上部装有 UQK-40a 遥测液位控制器。当中冷器液位达到超高液位时, 遥测液位控制器动作, 报警停机, 防止压缩机高压级发生液击。

3.1.4 水系统自控回路

制冷系统的水回路主要是指循环用水的冷却水部份, 由循环水池、水泵和凉水塔构成, 向冷凝器和压缩机水套供水, 以及向库房蒸发器提供融霜用水。对水回路的控制主要是维持水池水量, 保证水泵自动运行和向各用水设备自动供水。

图 54.1-11 是制冷系统水回路控制示意图。其中循环水池的水位由水位继电器 U 控制。当水池水位下降到设定值下限时, 水位继电器动作使电磁水

阀 ZCL-100W 开启, 向循环水池供水, 直到水位上升到设定值上限时为止。

当任一库房的温度上升至设定上限时, 温度控制器发出开机信号。压缩机起动之前首先开动水泵, 将水送到凉水塔, 经冷却后流入冷凝器。冷凝器进水管口装有水流继电器 S_1 , 有水发出信号, 此时压缩机才允许起动。

在水泵起动的同时, 电磁水阀 ZCS-20W 开启, 向压缩机水套送冷却水。水套出水口装有断水保护的水流继电器 S_2 , 冷却水中断, 经延时后仍不来水时, S_2 动作, 压缩机停止运转。

融霜时可以根据融霜程序启动水泵和开启 (水) 电磁阀 ZCS-100Wb 向冷风机淋水。ZCS-100Wb 关闭时, 放剩水阀 ZZRF-32 自动开启将剩水流尽。水泵出口装有 YWK-11 压力控制器。当水泵出水压力低于压力控制器设定值时, 报警停泵。

3.1.5 润滑油自控回路

润滑油回路的控制通常有两个方面, 一是自动加油, 保证压缩机曲轴箱的油位; 二是自动放油, 适时地放掉各系统容器中的积油。

1) 压缩机曲轴箱的油位控制 如图 54.1-12 所示, 在压缩机曲轴箱侧装设 UQK-42 型油位控制器, 并通过调整控制器上两个接近开关的位置即决定由轴箱的油位。当油位下降到设定下限时, 油位控

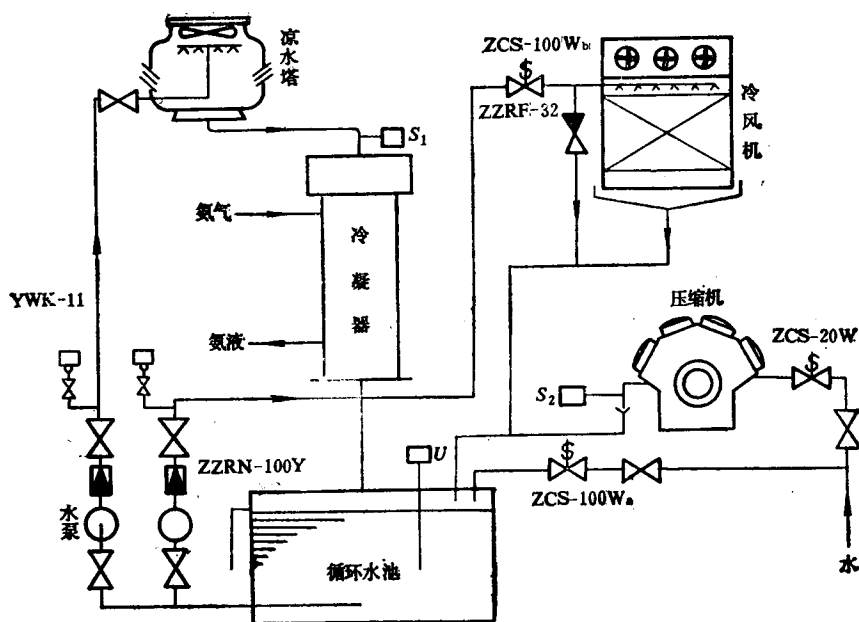


图 54.1-11 水回路控制示意图

制器动作，供油电磁阀 ZCL-20 开启，并起动油泵向曲轴箱加油。当油位上升到设定上限时，UQK-42 动作，关闭 ZCL-20 并停止油泵运转。止回阀 ZZRN-20 用于防止 ZCL-20 受反压差而顶开。

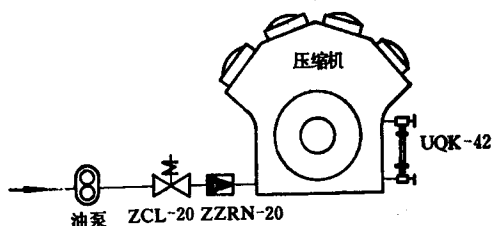


图 54.1-12 曲轴箱自动加油示意图

2) 自动放油 制冷系统中有高压、中压和低压三种不同的容器，但自动放油的基本原理大致相同。图 54.1-13 为一油氨分离器自动放油示意图。放油电磁阀 ZCL-20a 受油位控制器 UQK-41a、UQK-41b 及压力控制器 YWK-12 的控制。只有当 UQK-41a 发出上位信号，油氨分离器要求放油，而集油器处于低压且可以接受来油的状态，即 UQK-41b 与 YWK-12 均发出下限位信号时，ZCL-20a 才允许开启向集油器放油，直到 UQK-41a 发出下限位信号，油氨分离器才停止放油。

在集油器接受油氨分离器来油，UQK-41b 发出上位信号后，关闭 ZCL-20a 并开启 ZCL-20b。

抽气。经一段时间，容器中氨气基本排出，器内压力下降至压力控制器 YWK-12 的设定下限时，压力控制器动作，开启电磁阀 ZCL-20c，使集油器放油。直到 UQK-41b 发出下限位信号，ZCL-20c 关闭才停止放油。

如果几个容器共用一个集油器，则除压力最高的容器外，其余容器放油电磁阀后都应加装止回阀，而且只能一个一个容器单独放油，以防止放油时润滑油乱窜而造成系统紊乱。

3.1.6 放空气自控回路

放空气的目的是将制冷系统中的空气（不凝结气体）排出，避免降低制冷效率和影响系统的正常运行。

放空气自控回路如图 54.1-14 所示。图中供液电磁阀 ZCL-3a 和压缩机同步工作。当系统中任一台压缩机运转时，供液电磁阀即自行开启，高压贮液器向空气分离器冷却盘管供液，供液量由热力膨胀阀 ZZRW-4 调节。冷凝器与高压贮液器内的混合气体进入空气分离器，被冷却盘管冷却。其中的氨气凝结成液体，流回到贮液桶，空气不会凝结积存于容器上部。此时由于盘管主要是吸收氨气的凝结热，器内温度下降不多，随着盘管不断地对混合气体进行冷却，容器内空气成份不断增加，导致器内温度

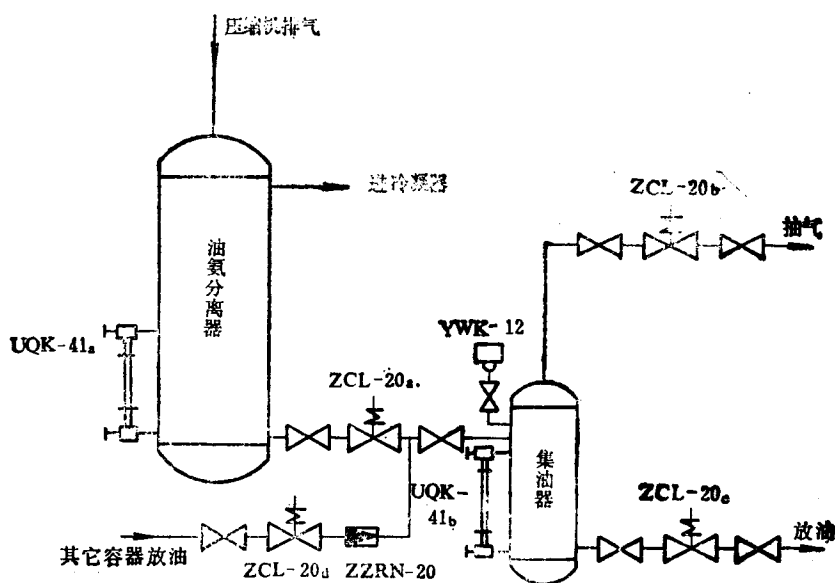


图 54.1-13 油氨分离器自动放油示意图

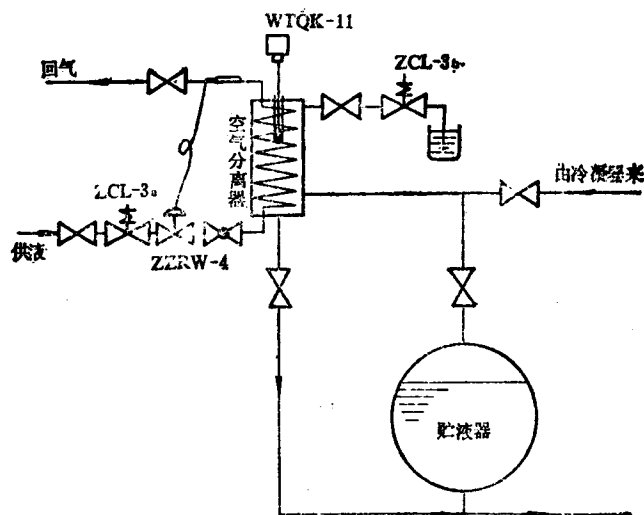


图 54.1-14 放空气自控回路示意图

逐渐下降。当降到设定的控制温度时（ $-5 \sim -10^{\circ}\text{C}$ ），装设在空气分离器上的温度控制器 WTQK-11 动作，开启放空气电磁阀 ZCL-3_b 将空气放出。

放空气自控回路也可不用热力膨胀阀而直接用节流阀调节供液量。

3.2 制冷自动控制系统

制冷自动控制系统系采用电气控制装置，按照

制冷工艺的要求，将冷库各个自控回路有机地连成一体，自动操纵各制冷设备而达到控制的目的。

3.2.1 制冷系统的程序控制及装置

冷库制冷系统根据冷库热惰性大的特点，一般均采用位式调节。通常用继电器逻辑装置或电子程序控制器就能满足生产要求。

根据事先编制好的制冷工艺自控程序，进行继电器逻辑装置的线路设计，采用各种不同功能的继