

---

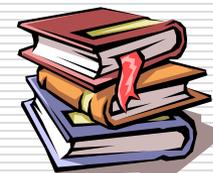
# 第二章

# 制冷系统方案设计

获取更多资料，微信搜索：蓝领星球

## § 2.1 概述

如何设计冷库制冷系统



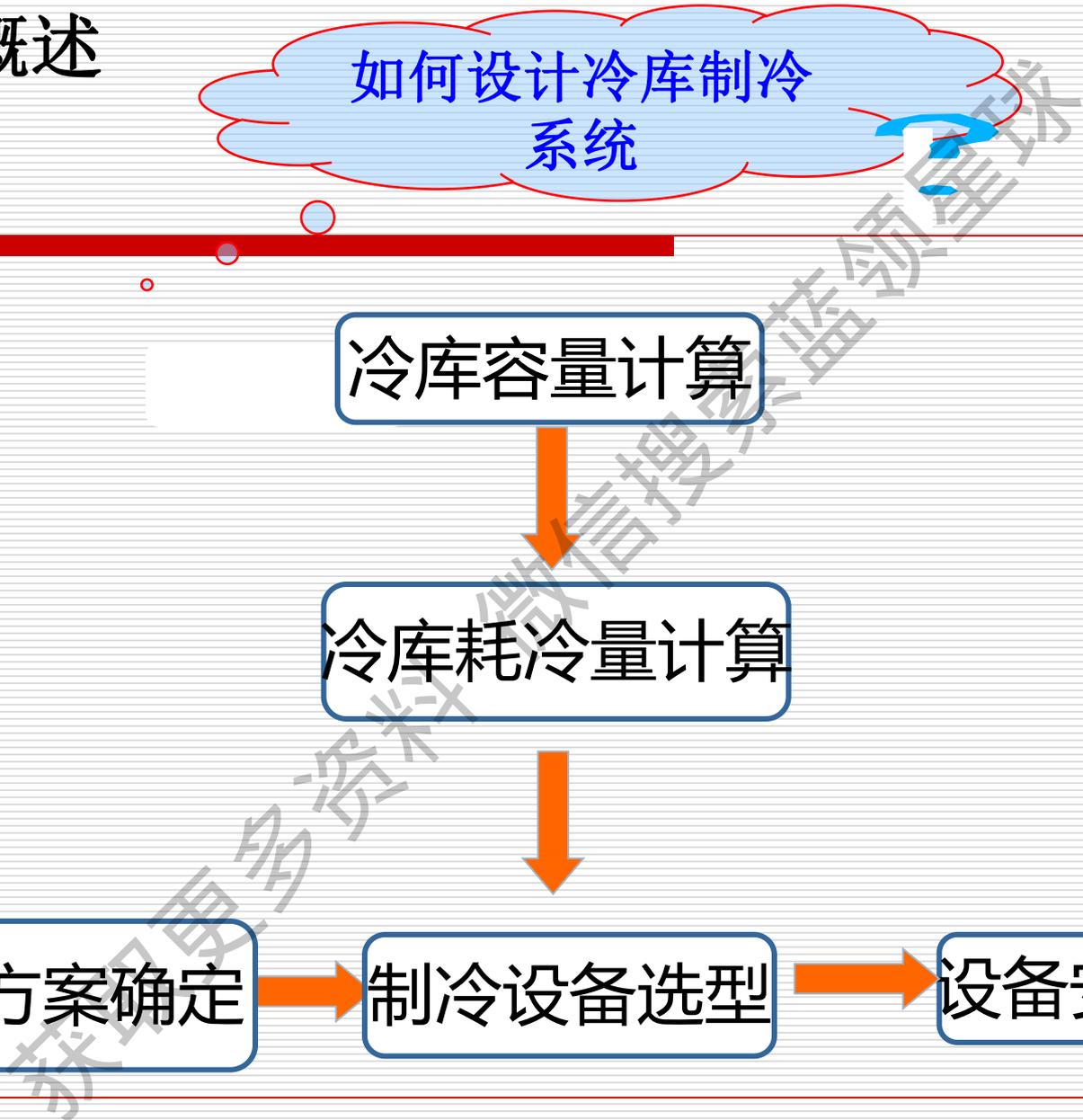
冷库容量计算

冷库耗冷量计算

制冷系统方案确定

制冷设备选型

设备安装连接



# 制冷系统方案确定

## 制冷系统方案设计的原则

- (1) 满足食品冷加工工艺要求；
- (2) 系统要运行可靠，操作管理方便，有安全保障；
- (3) 系统应优先采用新设备、新工艺及新技术；
- (4) 要考虑经济性。

## 制冷方案确定

### 制冷方案设计的内容

- (1) 供液系统
- (2) 蒸发冷却系统
- (3) 压缩冷凝系统
- (4) 融霜系统

# 冷库的制冷系统分类

按制冷剂不同

氨制冷系统

氟利昂制冷系统

按压缩级数不同

单级压缩制冷系统

双级压缩制冷系统

氨系统循环动画.swf

## § 2.2 制冷系统

冷库的制冷装置大多采用蒸汽压缩式制冷系统。  
本课程只限于该种系统的设计。

### 1、单级压缩制冷系统

蒸发器→压缩机→冷凝器→节流阀  
→蒸发器

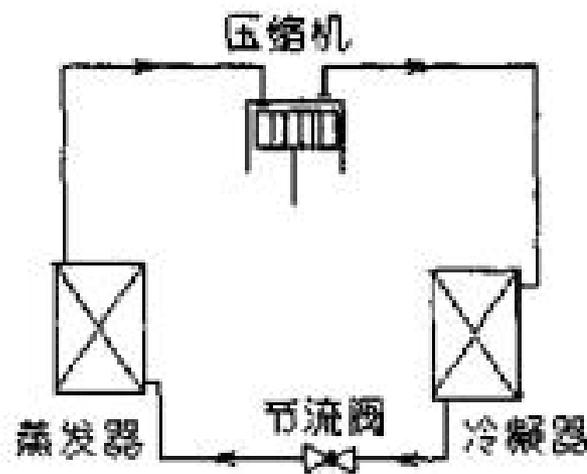


图 1-1-1 单级压缩基本构成

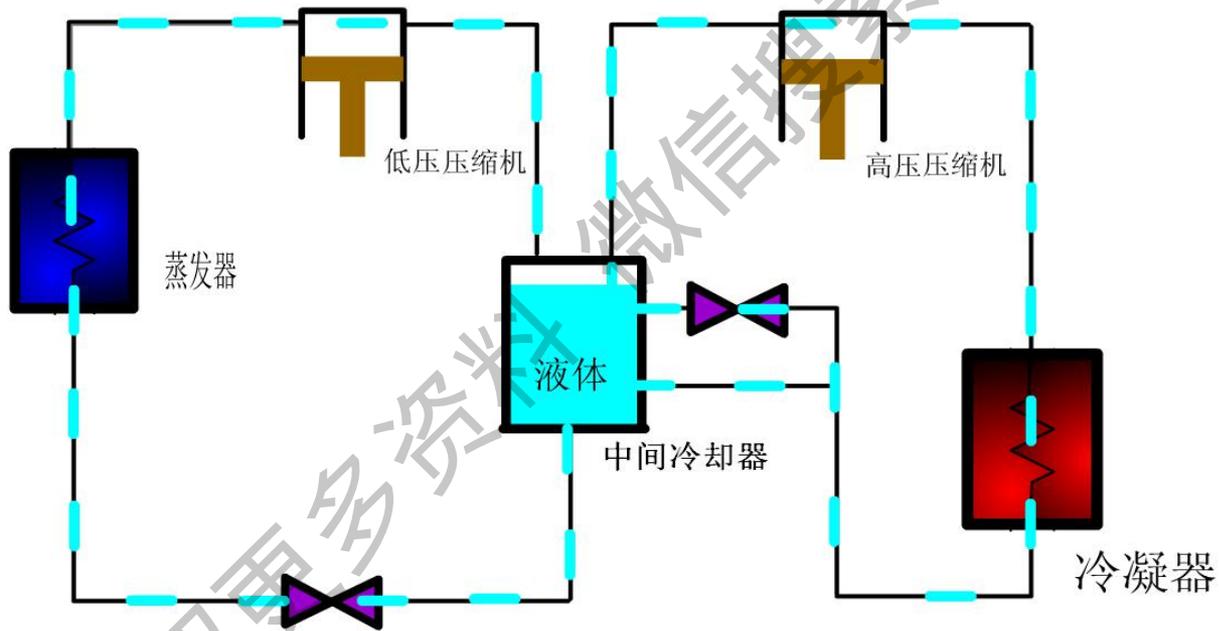
## 2、双级压缩系统

---

为获得 $-20^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ 以下的低温，采用**双级压缩系统**。

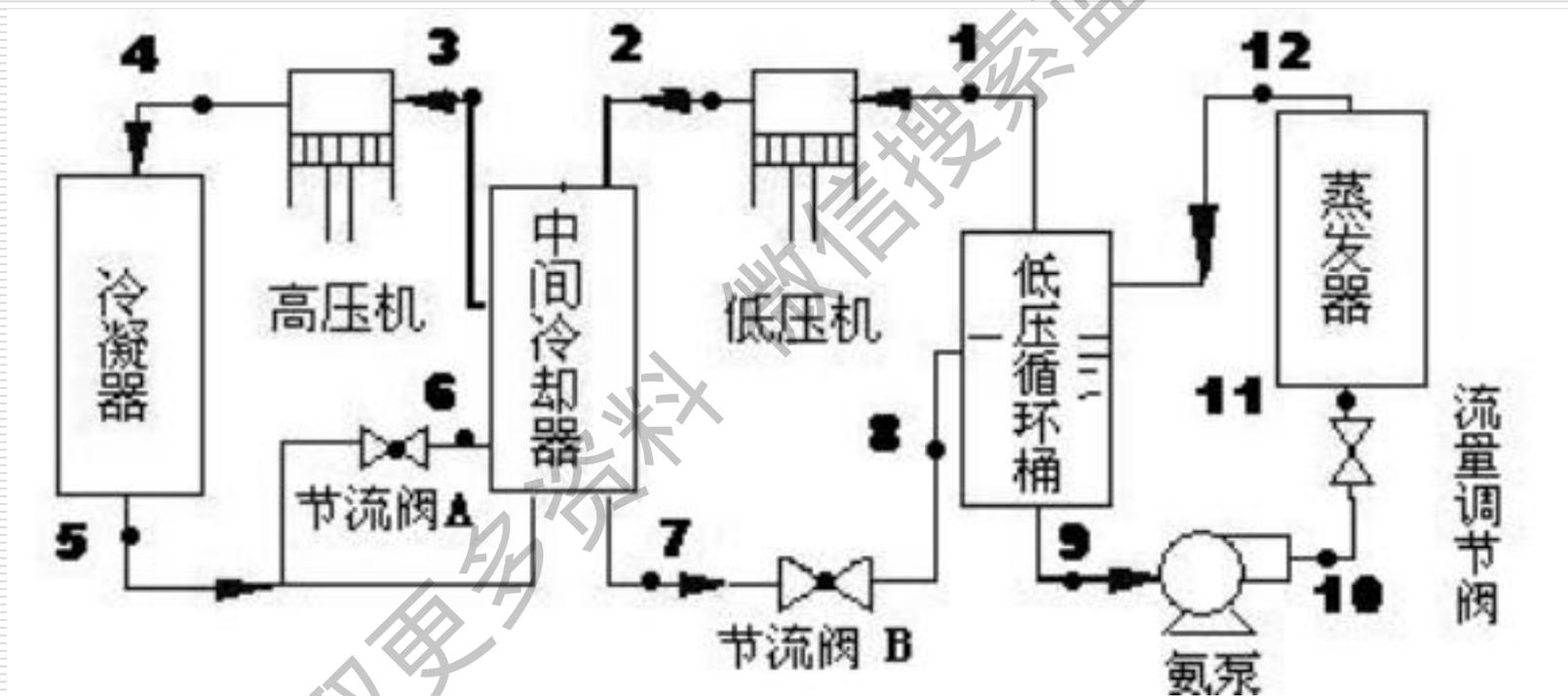
要求：氨制冷系统压比 $\leq 8$ ，最低蒸发温度 $= -25^{\circ}\text{C}$ ；  
氟利昂制冷系统压比 $\leq 10$ ；蒸发温度 $= -37^{\circ}\text{C}$

---



一级节流、中间完全冷却的两级压缩制冷循环

# 氨泵供液的双级压缩制冷循环



### 3. 单、双级综合系统

单级系统与双级系统共用同一个油分离器、冷凝器、高压贮液桶，经高压调节站分配。

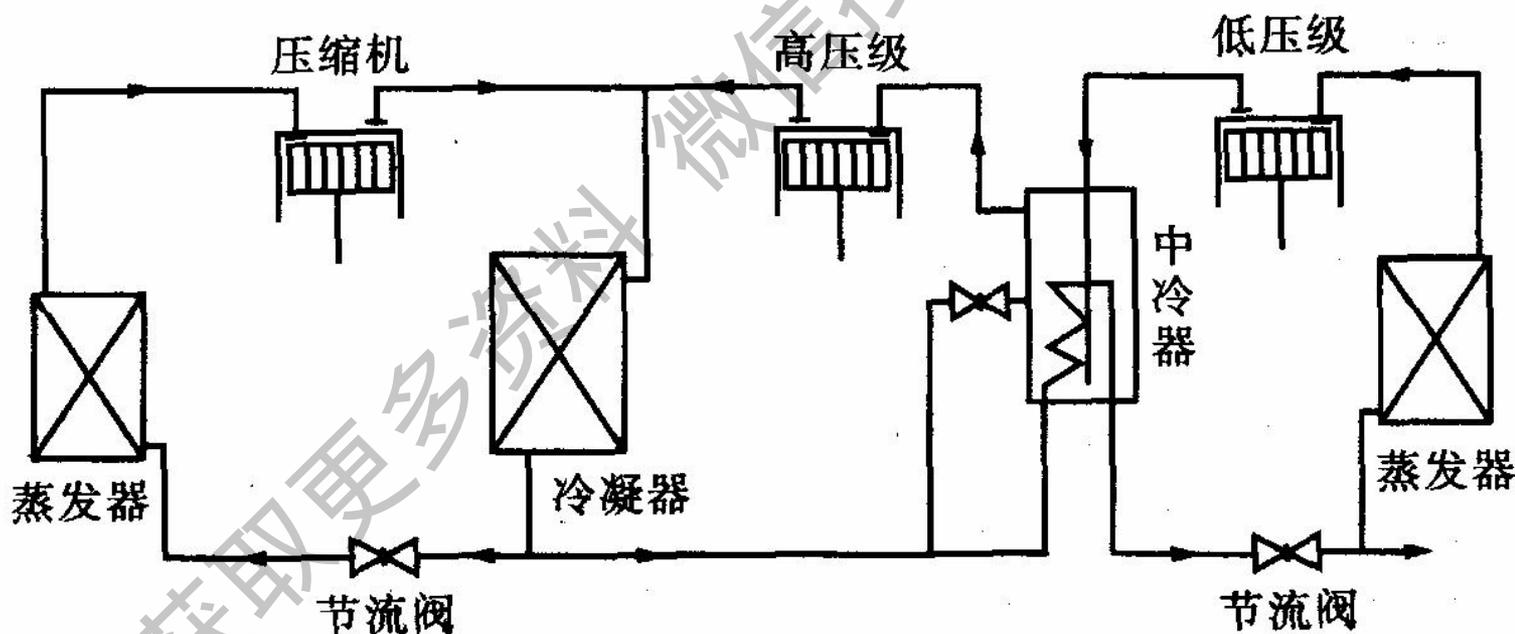
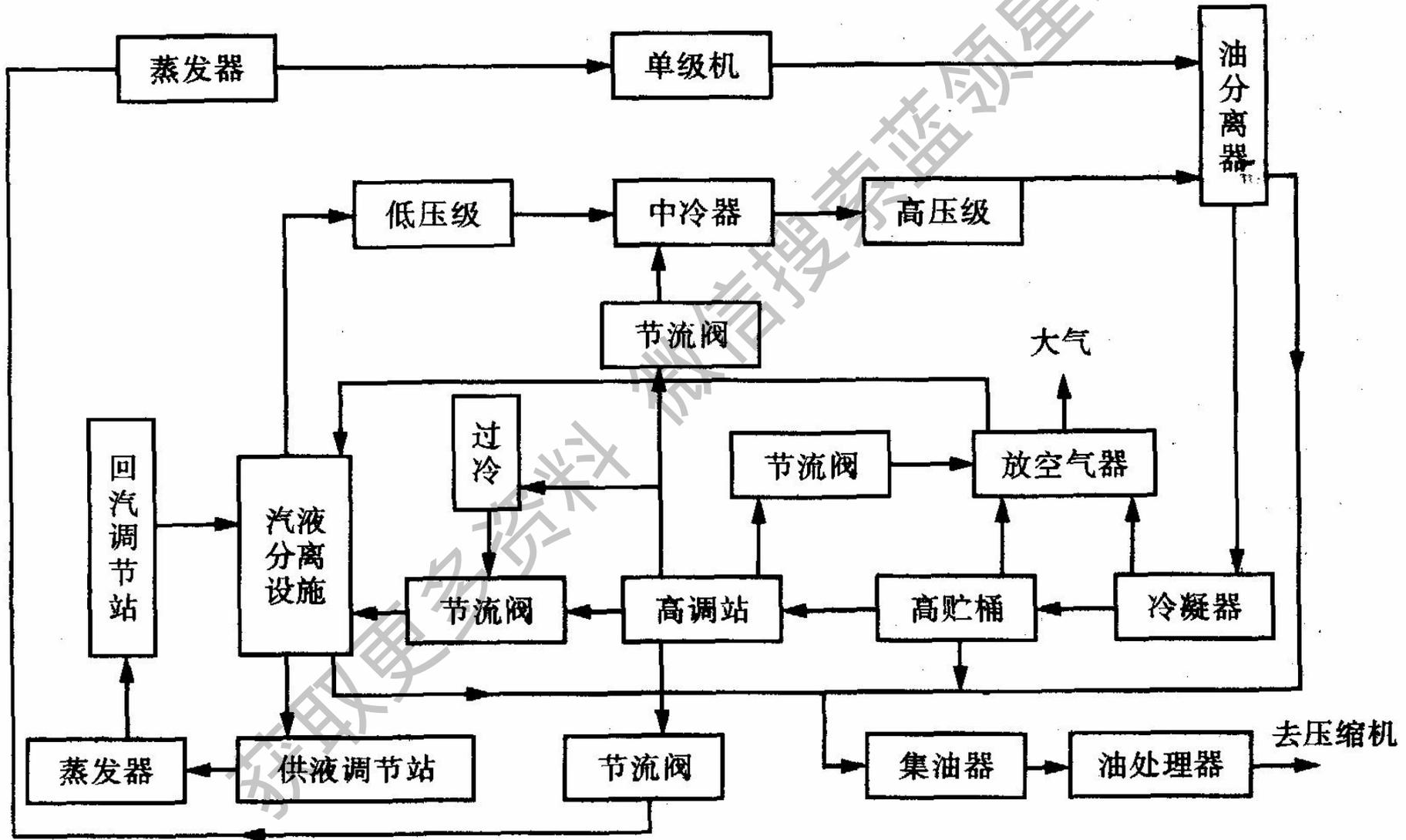
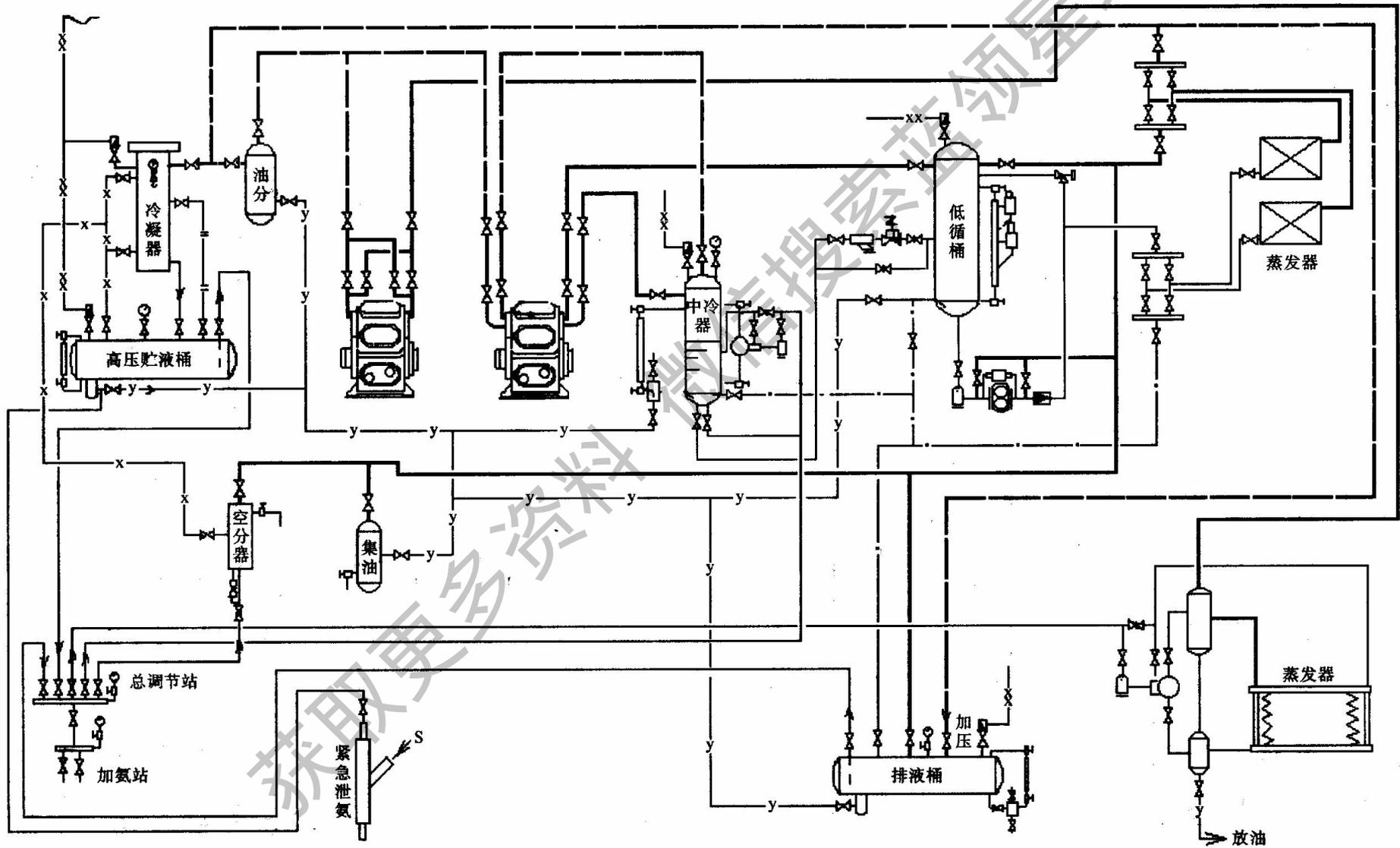


图 1-1-3 单、双级压缩综合系统基本构成

# 单、双级综合制冷系统流程



# 冷库制冷系统原理图



## § 2.3 制冷系统方案设计

---

### 一、提高制冷效率的基本措施

#### 1、润滑油的分离与回收

1) 润滑油的作用：润滑、降温、密封、提供动力。

2) 回收润滑油的原因：

- ① 积存于设备、管道中，占用工作容积；
  - ② 与污物杂质结合为胶状物，堵塞管道、阀门；
  - ③ 附在热交换器壁面，使传热恶化；
  - ④ 压缩机需要润滑油。
-

### 3) 方法

---

#### I) 分离

- ① 在压缩机和冷凝器之间设置**油分离器**使大部分油被分离；
- ② 在冷凝器出液管设**液油分离器**；
- ③ 在贮液器、中冷器、低压循环桶、汽液分离器、蒸发器的底部设置**放油管道**。（氨比油轻，油下沉）。

#### II) 回收

经**集油器**升温、降压，除去氨气，再经**油处理设备**再生处理（抽除氨气、过滤油污、蒸发水分）。

---

## 4) 油分离器

---

(1) 作用：分离制冷剂中携带的润滑油

(2) 类型：

油分离器类型 { 过滤式  
洗涤式  
离心式  
填料式



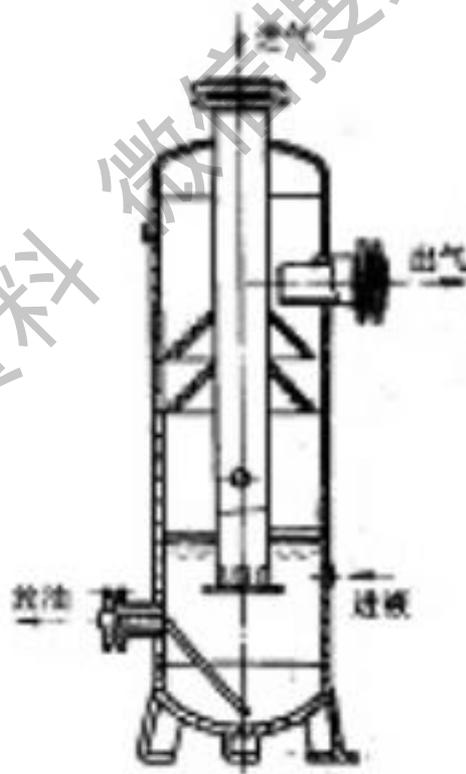
获取更多资料

微信搜索 蓝领星球

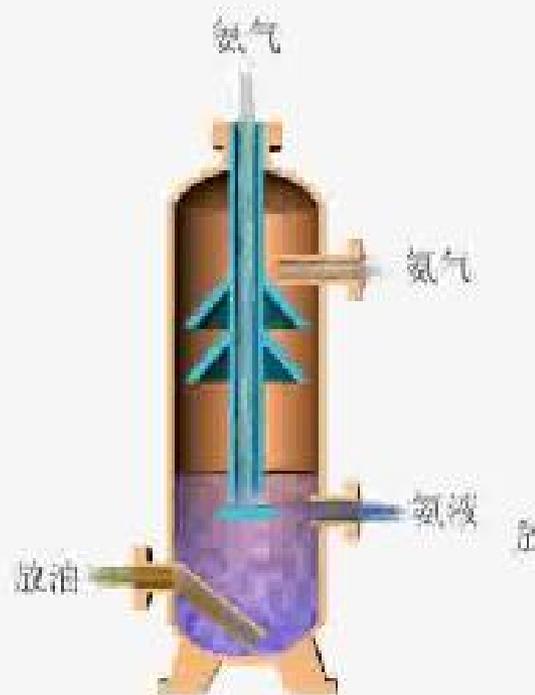
### (3) 结构及工作原理

#### ① 洗涤式油分离器

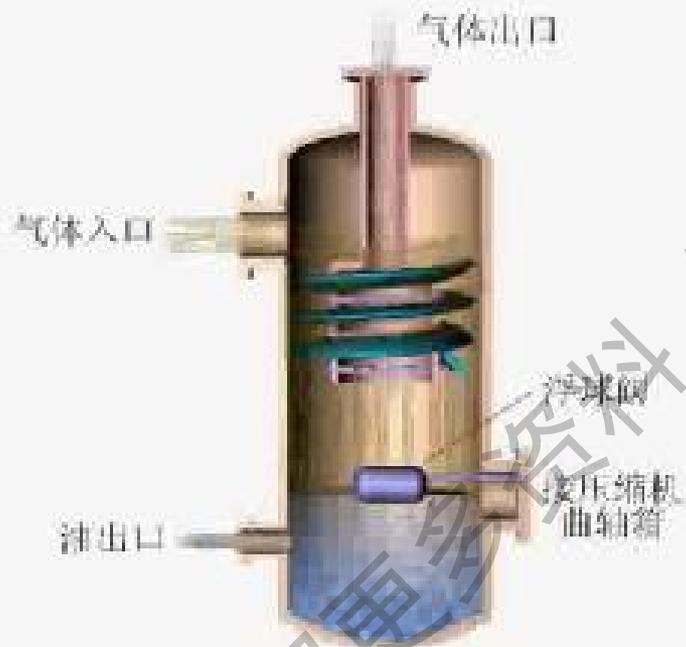
方法：排气减速、改变流动方向、在液氨中冷却洗涤。  
效率不高，已少用。



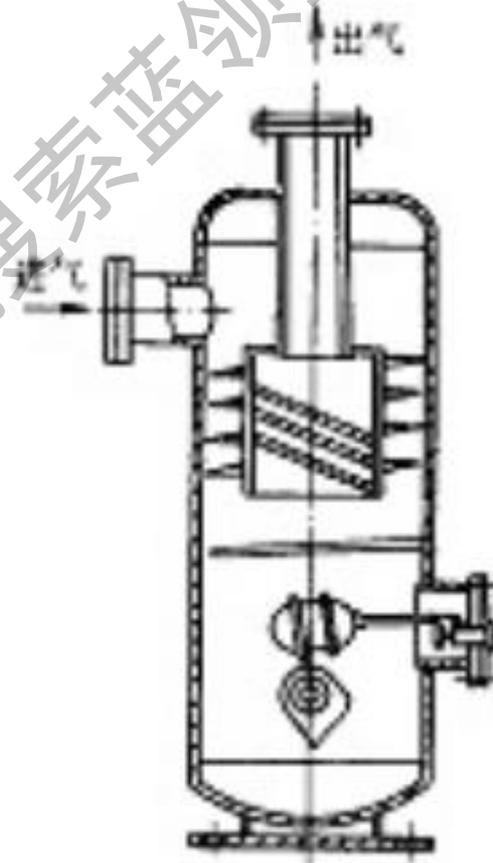
洗涤式油分离器



## ② 离心式油分离器



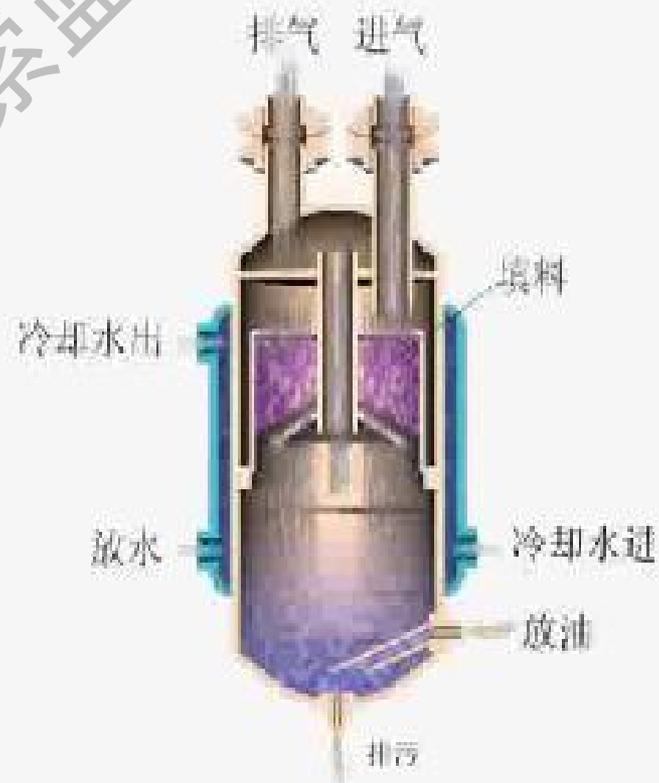
离心式油分离器



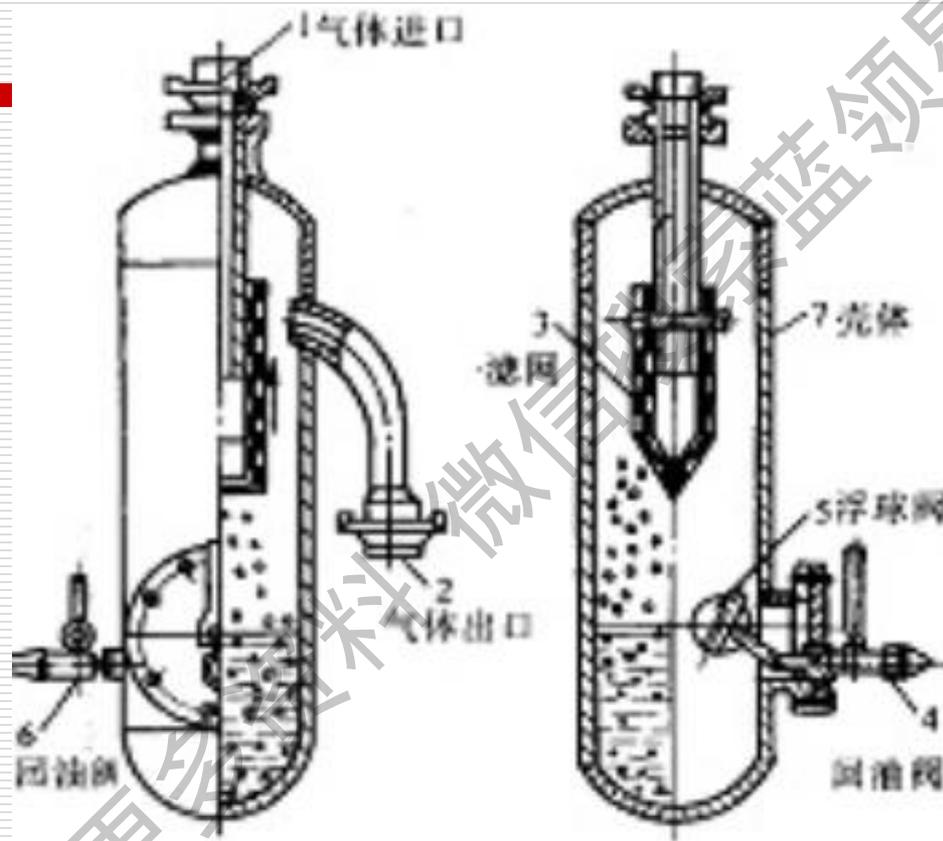
离心式氨油分离器

### ③ 过滤式及填料式油分离器

通常用于小型氟里昂制冷系统中



填料式油分离器



过滤式油分离器

获取更多信息 微信 蓝领星球

## 2. 不凝气体的分离

---

系统含 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $Cl_2$ 、水汽和其它碳氢化合物不凝气体。

金属材料的腐蚀，润滑油的分解、制冷剂不纯与污物接触后分解，系统不严密或手动加油吸入空气。

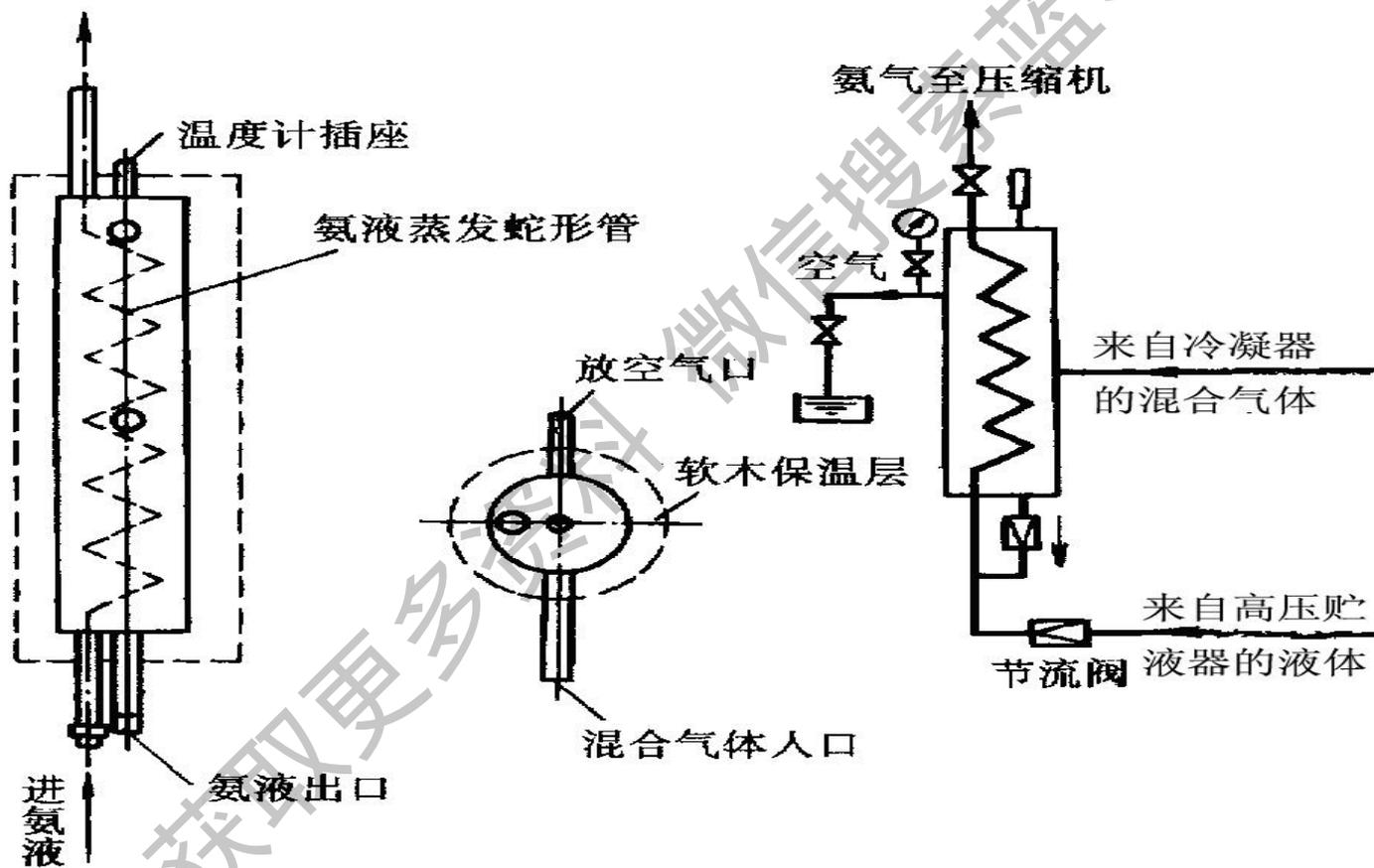
危害：冷凝压力升高，传热效果差，加剧金属材料的腐蚀，润滑油的氧化。

方法：设置空气分离器（冷凝、回收不凝气体中的制冷剂）。放空气管从**冷凝器的下部出口处和顶部及贮液器的顶部**引出接至空气分离器。

空气比氨气重；空气比氨液轻。

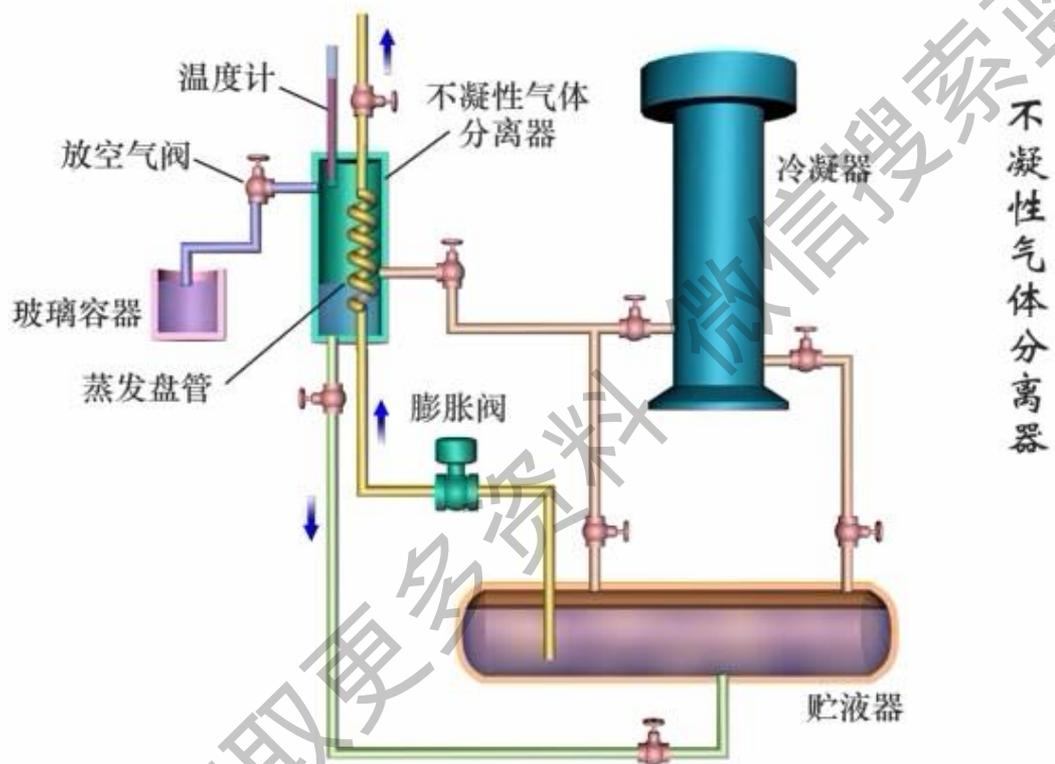
---

# 空气分离器结构原理图



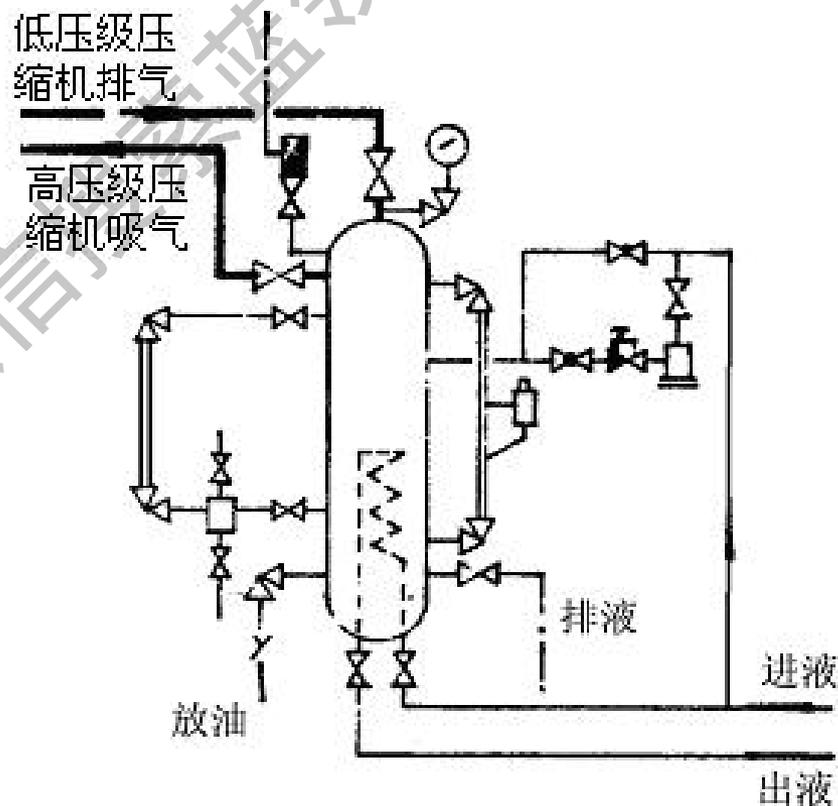
立式空气分离器

# 空气分离器



### 3、高压制冷剂液体的过冷

作用：避免冷凝器后的供液管出现闪气；减少节流后的闪气，提高单位容积制冷量。  
方法：设置中间冷却器。如图示。



---

## 融霜方法

人工扫霜

热蒸气融霜

水冲霜

电热融霜

---

## 4、蒸发器的除霜和排液

---

### (1) 除霜

作用：减少蒸发器传热热阻。

措施：

- ① 人工扫霜；简单、库温波动小、无融霜滴水。
  - ② 水冲霜；融霜速度快。冷量损失大，起雾、顶棚滴水，若水盘泄水口冰堵，水满溢，造成冷间地坪结冰。
  - ③ 制冷剂热蒸汽融霜；、
  - ④ 电热融霜；简单，初投资少，耗电量大。
-

---

**搁架式排管及墙、顶排管：**用人工扫霜+制冷剂热蒸汽融霜。隔8~10周（翅片排管）或半年以上（光滑排管）用一次热蒸汽融霜。一般是低温冷藏间。

**干式冷风机：**水冲霜、制冷剂热蒸汽融霜。一般为冻结间、高温库。

**小型制冷机组：**电热融霜。如电冰箱。

---

## 一台压缩机配多台蒸发器的热气融霜

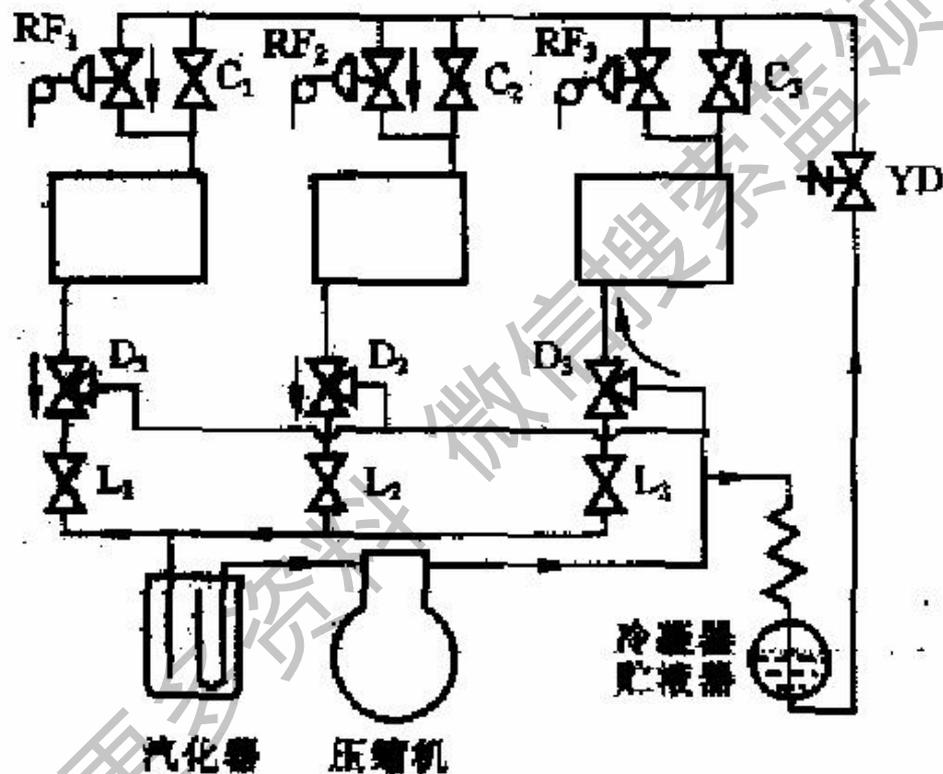


图 4.2 一台压缩机配多个蒸发器的热气除霜系统

C—止回阀；D—三通阀；L—蒸发压力调节阀；

RF—热力膨胀阀；YD—液管电磁阀

## (2) 排液

---

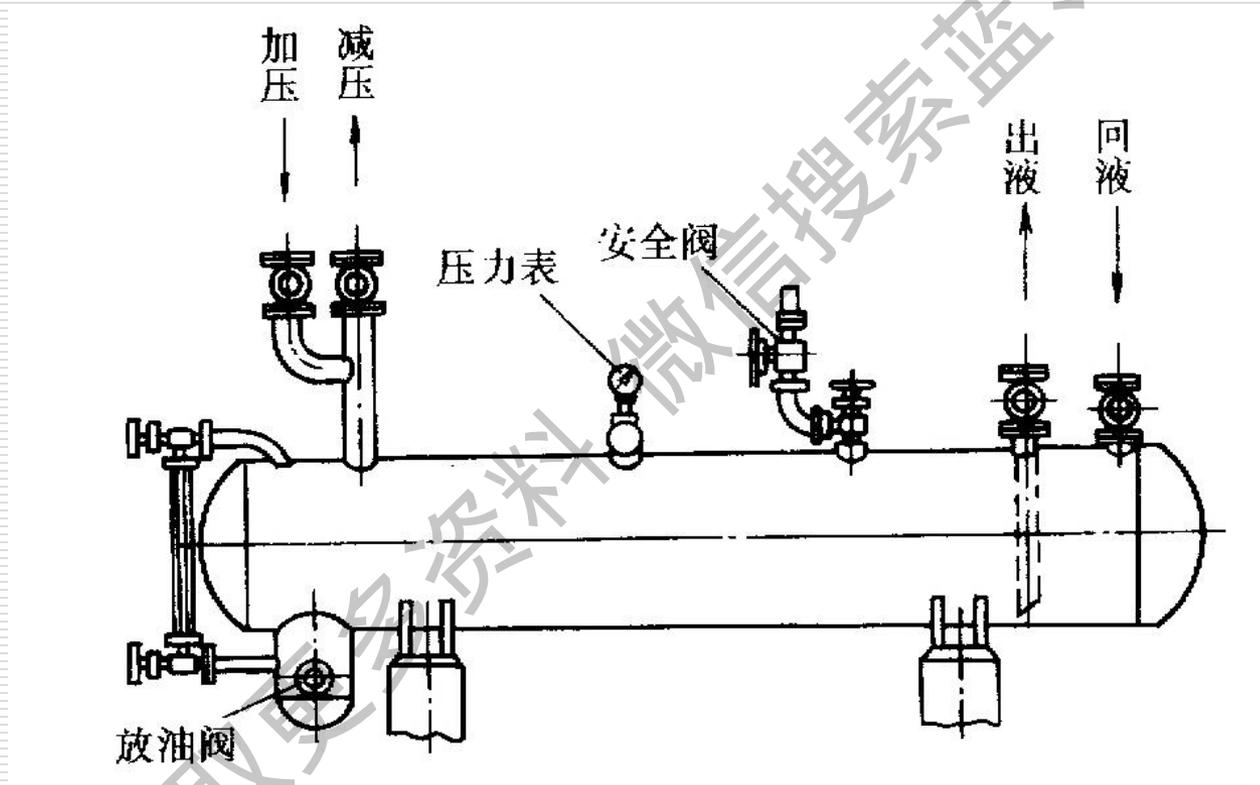
原因：

- ①除霜前，停止向蒸发器供液，同时排掉其中的制冷剂液体，以发挥除霜效果。
- ②除霜时，将热蒸汽冷凝下的液体排出。

方案：

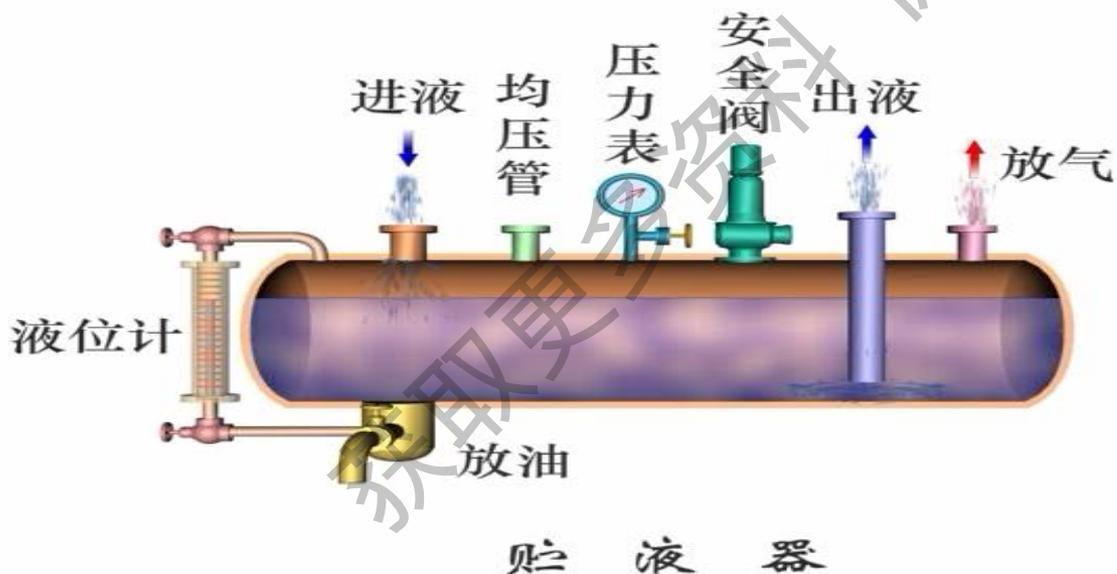
- A、引至其它冷间正在使用的蒸发器。用于小型冷库。
  - B、至排液桶。放油、加压回高调站。用于重力及液泵供液系统。
  - C、至低压循环桶。用于液泵供液系统。
-

# 排液桶



## 5. 设置高压贮液器

- 作用：1) 调节和平衡热负荷与制冷剂循环量的 供需关系。
- 2) 在高压和低压段间形成液封。防止高压气体窜入供液管道，破坏正常的制冷循环。



## 二、制冷系统的安全保护措施

---

### 1、压缩机的安全保护

#### 1) 安全保护装置

高低压保护，油压、油温保护，排气温度保护，水套断水保护等。

#### 2) 防湿冲程措施

措施：对蒸发器回气进行充分的气液分离。具体为：

A、重力供液系统，在氨液分离器设液位控制器。

B、液泵供液系统，在低压循环桶设液位控制器。

C、直流供液系统，在回气管设回气桶。

#### 3) 压缩机安全启动——设压缩机卸载启动装置。

---

## 2. 液泵的安全保护

- 1) 低压循环桶正常液位控制及设置加压管，“净正吸入压头”防气蚀。
- 2) 液泵装抽气管和压差控制器，防气蚀。
- 3) 泵出口处设自动旁通阀和止逆阀，防止液体倒流。

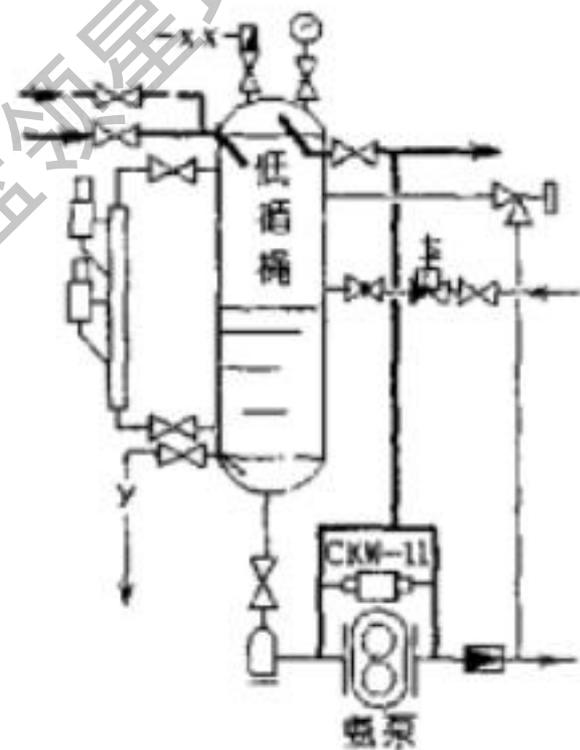


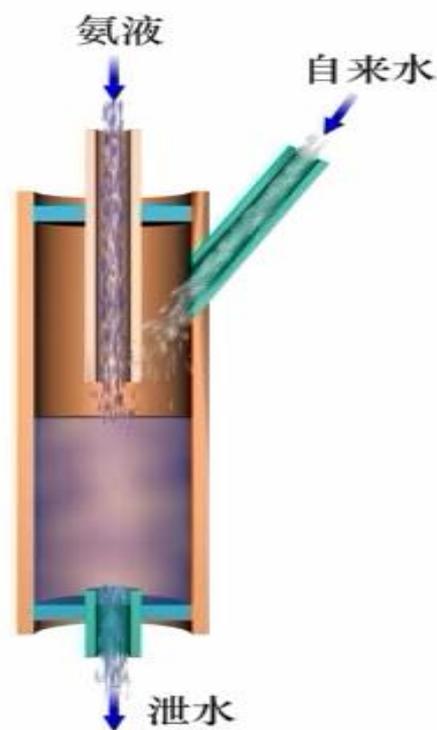
图 1-2-2 液泵回路的安全保护措施

### 3、压力容器的安全装置

- 1) 设置安全阀
- 2) 安全熔塞—小型制冷系统的压力容器

### 4、制冷装置的紧急泄液

突发事件时（火灾、空袭）  
排放制冷剂液体



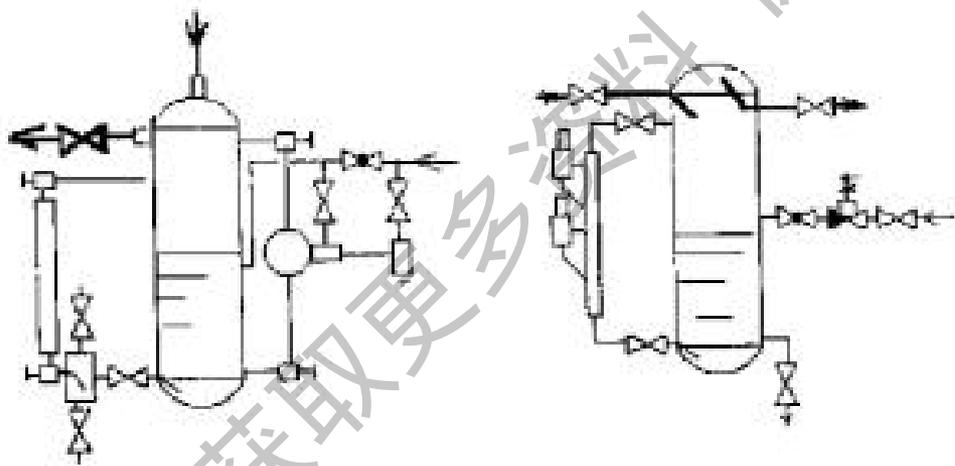
紧急泄氨器

## 5. 设备液面的控制和显示

液面控制—为了正常的制冷循环和安全生产。

如中冷器、汽液分离器、低压循环桶等。用浮球阀或液位控制器。

液面显示—用液位指示器



(a)用浮球阀控制

(b)用遥控液位计控制

图 1-2-3 制冷设备的液位控制示例

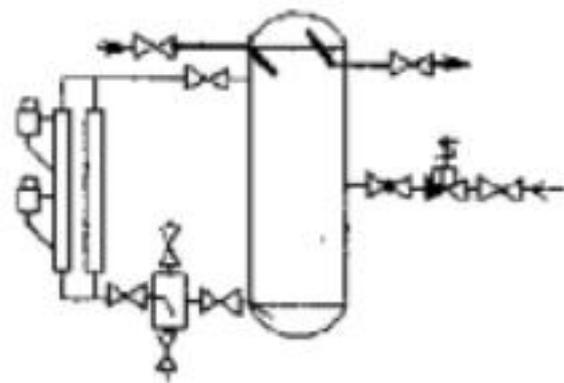


图 1-2-4 防潮式遥控液位计

### 三、制冷系统供液方式的确定

---

#### 1、供液方式

直流供液  
重力供液  
液泵供液  
气泵供液

获取更多资料请访问[www.bilibili.com](http://www.bilibili.com) 蓝领星球

---

直流供液



利用冷凝压力和蒸发压力之间的压力差，将液态制冷剂经节流阀膨胀后直接供给蒸发器。

重力供液



在蒸发器与节流阀之间增设一个气液分离器，使其中的液面高于冷却设备的工作液面，借助液柱的静压力来克服流动阻力，使液态制冷剂流入冷却设备。

液泵供液



借助泵的压力克服制冷剂在管道，阀门及冷却设备中的各种流动阻力而向冷却设备强制供液。

## 2、各供液方式的原理及特点

### 1) 直流供液

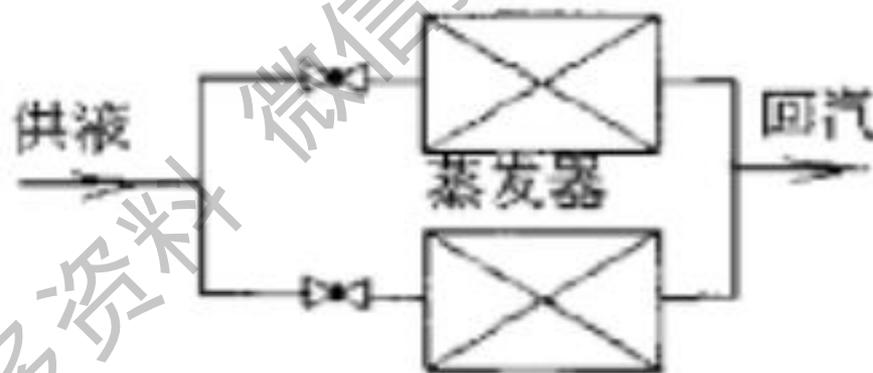


图 1-2-5 直流供液原理

## 直流供液

---

特点：

- ① 系统简单
- ② 闪气进入蒸发器影响传热；
- ③ 两相流体不易均匀分配到并联的蒸发器中，造成制冷量不足或因供液量过大使压缩机液击；
- ④ 当冷凝温度变化或冷库负荷变化时，节流阀需人工调节开启度。

直流供液适用于负荷较稳定的小型制冷装置。

---

## 2) 重力供液系统

特点:

- ① 能实现配液均匀;
- ② 实现汽液分离, 避免压缩机液击;
- ③ 为保证足够的静液柱差  $\Delta H$ , 重力桶需一定的安装高度, 对单层冷库要加建阁楼。

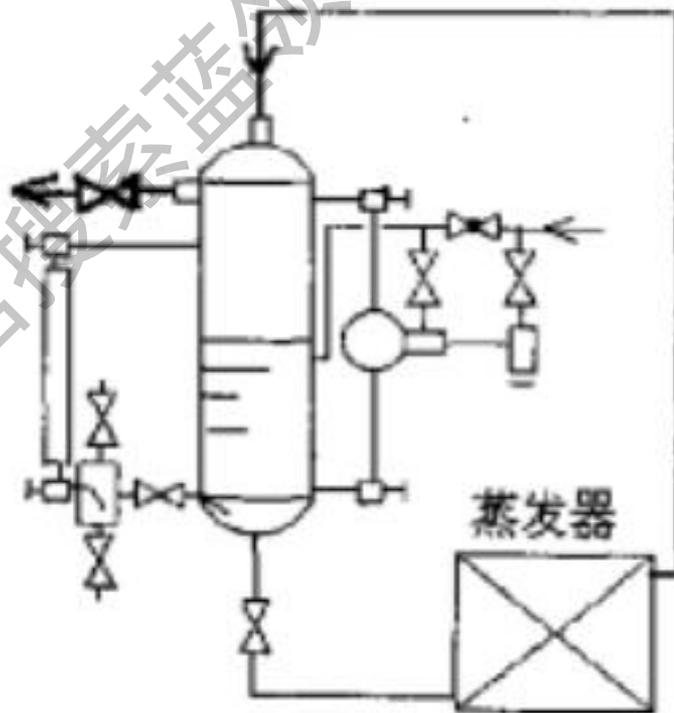


图 1-2-6 氨重力供液原理

### 3) 液泵供液系统

特点:

- ① 制冷剂供液量大，流速高，传热效果好；
- ② 蒸发器的供液量数倍于蒸发量，蒸发器面积得到充分利用，压缩机吸气过热度小，提高了制冷系数；
- ③ 融霜装置和操作简单，易实现自动化；
- ④ 设备费、维修费、耗电量增加。

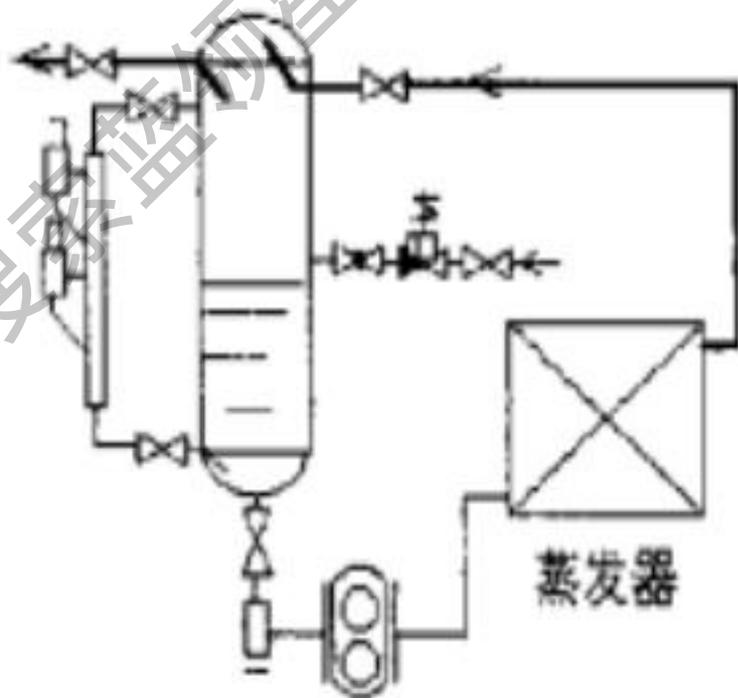


图 1-2-7 氨液泵供液原理

### 3、方案选择

---

- 小型制冷装置采用直流供液；
- 盐水制冰采用重力供液；（不需建阁楼，省电，易管理）
- 大中型冷库采用液泵供液；（热交换好，易实现集中和自动化控制）。

获取更多资料 数字营销专家蓝领星球

---

## 四、冷间冷却方式

### 1、直接冷却方式

制冷剂在冷间的蒸发器中直接蒸发。传热效率高，但对系统密封性要求高。普遍应用。

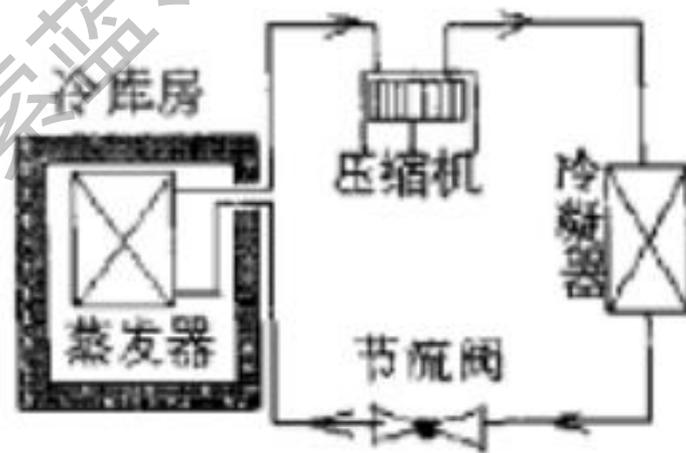


图 1-2-10 直接冷却系统

## 2、间接冷却方式

由载冷剂通过冷间的冷却设备冷却冷间。传热效率低，费用大。目前仅盐水制冰采用。

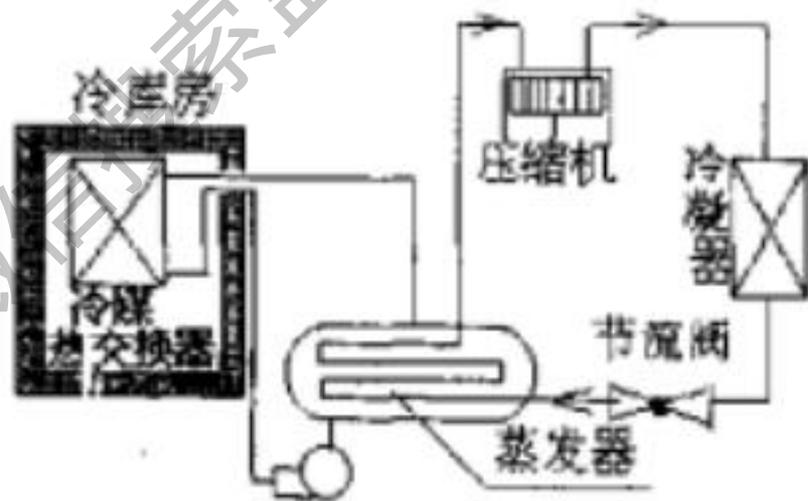


图 1-2-11 间接冷却系统

## 五、制冷系统供冷方式

---

### 1. 集中供冷：

机器、设备集中设置，通过管道与各库房的冷却设备相连接。

优点：

- 1) 一套设备向不同的用冷设施同时供冷；
- 2) 冷量可互相调剂，设备利用率高。

缺点：建库周期长，费用高；设计、安装影响效率；库房间相互影响。

---

---

## 2. 分散供冷

制冷机组成套设备可直接现场安装。一套制冷机组负责一间库房。

优点：1) 互不干扰，控温准确；2) 建库周期短。

缺点：设备利用率低。

---

## 六、蒸发温度回路的确定

---

### 1. 蒸发温度的确定

蒸发温度与库温存在温差，温差值  $\Delta t = t_n - t_e$ 。  $\Delta t$  取决于：

- 1) 冷却设备的一次投资；  $\Delta t$  小，投资大；
- 2) 压缩机运转费；  $\Delta t$  小，压缩机功率小，运转费低；
- 3) 食品贮藏要求的相对湿度。  $\Delta t$  大，食品干耗大。

冻结间、低温冷藏间、冰库：  $\Delta t = 10^\circ\text{C}$

如鱼、肉类冻结间  $t_n = -23^\circ\text{C}$   $t_e = -33^\circ\text{C}$

鱼、肉类冷藏间  $t_n = -18^\circ\text{C}$   $t_e = -28^\circ\text{C}$

贮冰间  $t_n = -4 \sim -6^\circ\text{C}$   $t_e = -15^\circ\text{C}$

果蔬贮藏间：  $\Delta t = 5 \sim 8^\circ\text{C}$

---

## 2. 蒸发温度回路

---

### 1) 回路

一个制冷系统若存在几个不同的蒸发温度，通常要用不同的压缩机来升压，用不同的节流阀来降压，即不同蒸发温度的制冷剂循环的路径不同，其路径称为“回路”。

某种蒸发温度的制冷剂所对应的回路称为这种蒸发温度的回路。

---

---

## 2) 蒸发温度的回路的合并:

为简化系统, 把蒸发温度相差不大的制冷剂共用一种压缩机升压。

为保证各自的蒸发温度, 在蒸发压力较高的蒸发器出口处设置**气体降压阀**。

压缩机的吸气压力是蒸发温度低的蒸发器的制冷剂压力。所以以最低的蒸发温度命名合并后的回路。

---

### 3. 蒸发温度回路的划分方案

---

冷库常用的蒸发温度回路的划分方案：

- 1) 制冰、贮冰间的制冷系统设计为同一蒸发温度回路；  
果蔬、蛋冷藏间的制冷系统设计为同一蒸发温度回路；  
规模小的冻结间和冻藏间的制冷系统设计为同一蒸发温度回路。

---

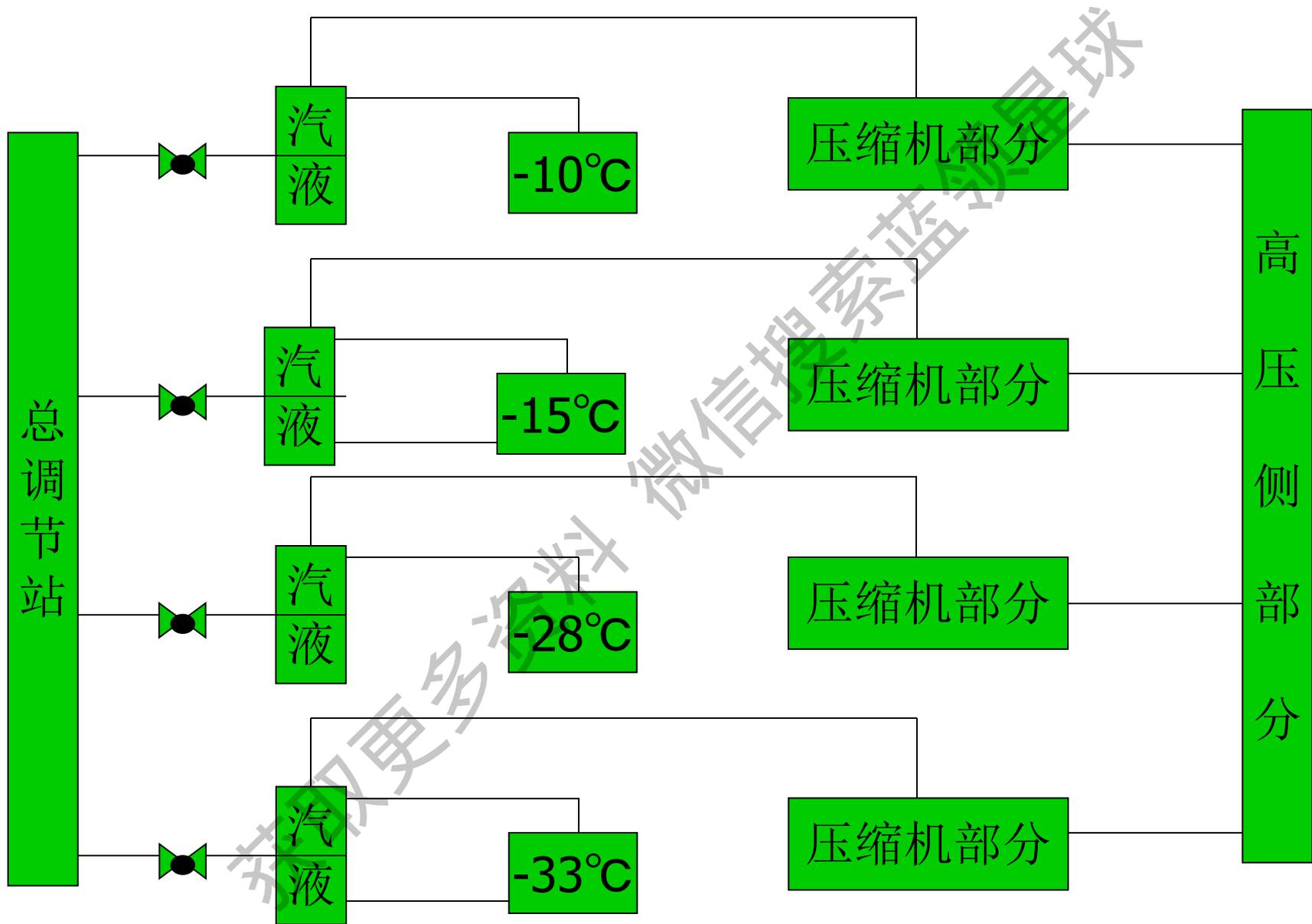
2) 果蔬、蛋等的冷却和冷藏不能与制冰共用同一蒸发温度回路。原因：

① 果蔬冷却和冷藏对相对湿度要求高。大温差  $\Delta t$  使食品干耗严重；所以制冰的蒸发温度低于果蔬冷却和冷藏蒸发温度。

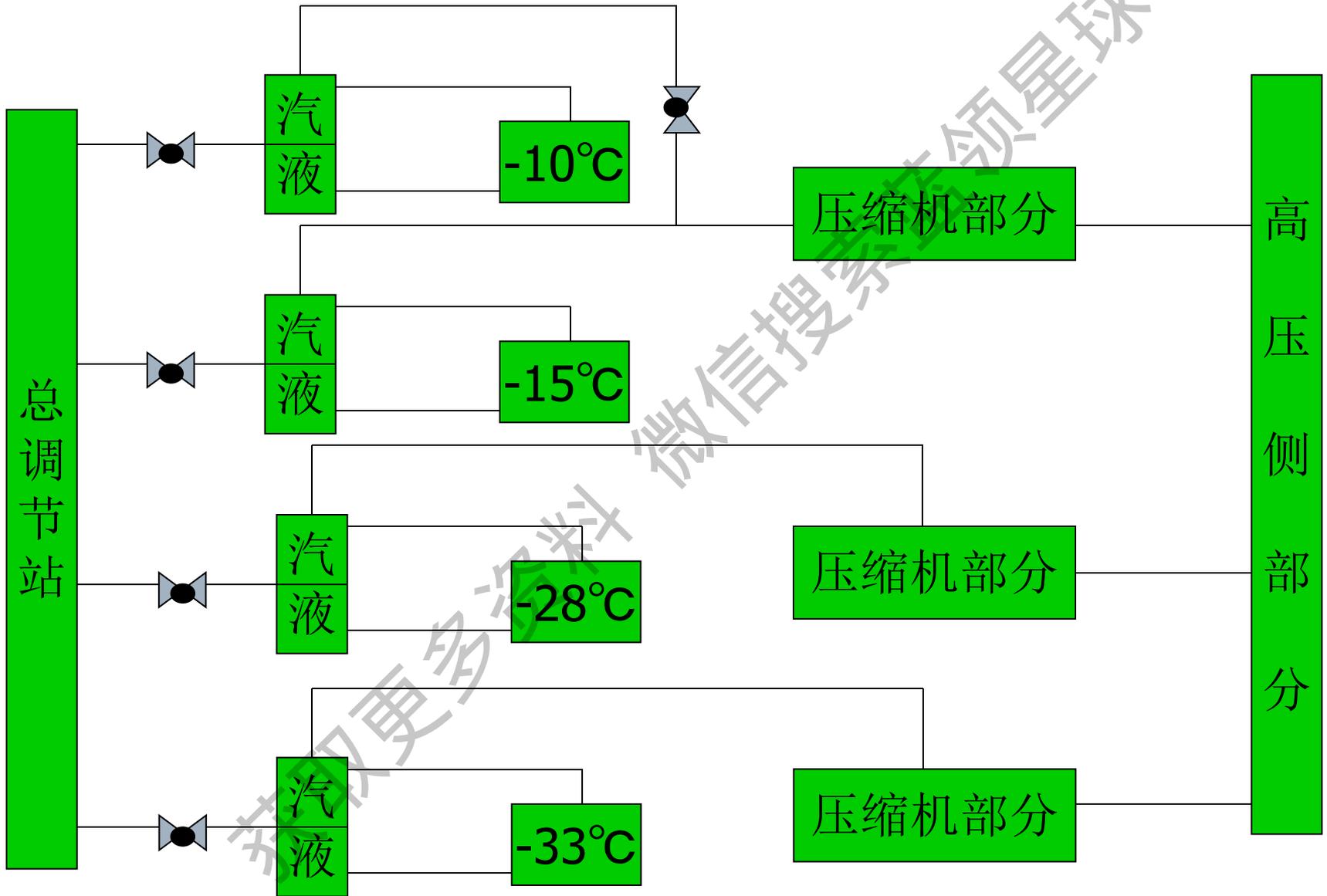
② 果蔬冷却和冷藏要求蒸发温度稳定，而制冰热负荷很不稳定。

---

# 蒸发温度回路



# 蒸发温度回路合并



---

3) 对冷库中冷量要求少的加工车间，采用以下方案：

- 合并到制冰，冷却物冷藏回路；（单级压缩）
- 合并到双级压缩机的高压级回路；
- 利用恒压阀，控制空调器蒸发温度。

## 七. 制冷系统自控方案

---

### 1、手动式

机器、设备、工艺流程手动控制。

### 2、半自动式

- 制冷系统的安全保护；
  - 局部回路的自控（液泵、冻结间、冷藏间回路）；
  - 压缩机指令开停机，库房内的冷却设备在机房的遥控和库温遥测；
-

---

### 3、全自动式

- 压缩机自动开停机和能量调节；
- 辅助设备自控；
- 电脑进行最佳工况调节；
- 冷加工工艺调节；
- 库房管理自控。

我国冷库多采用半自动式。

---

## § 2.4 制冷机器、设备的配置方案

---

冷库制冷系统分为：压缩机部分、高压侧部分、低压侧部分、独立部分。

### 一. 压缩机部分

1. 范围：压缩机入口～油分离器入口。

2. 组成：压缩机、吸排气管道、中冷器

#### 1) 单级压缩机的配置形式

- 设**检修阀**

- 一台压缩机设**反抽阀**；（维修冷凝器时，抽除其中的制冷剂气体）

- 吸入管设**切换阀**，切换不同的温度回路。

---

# 单级压缩机的配置

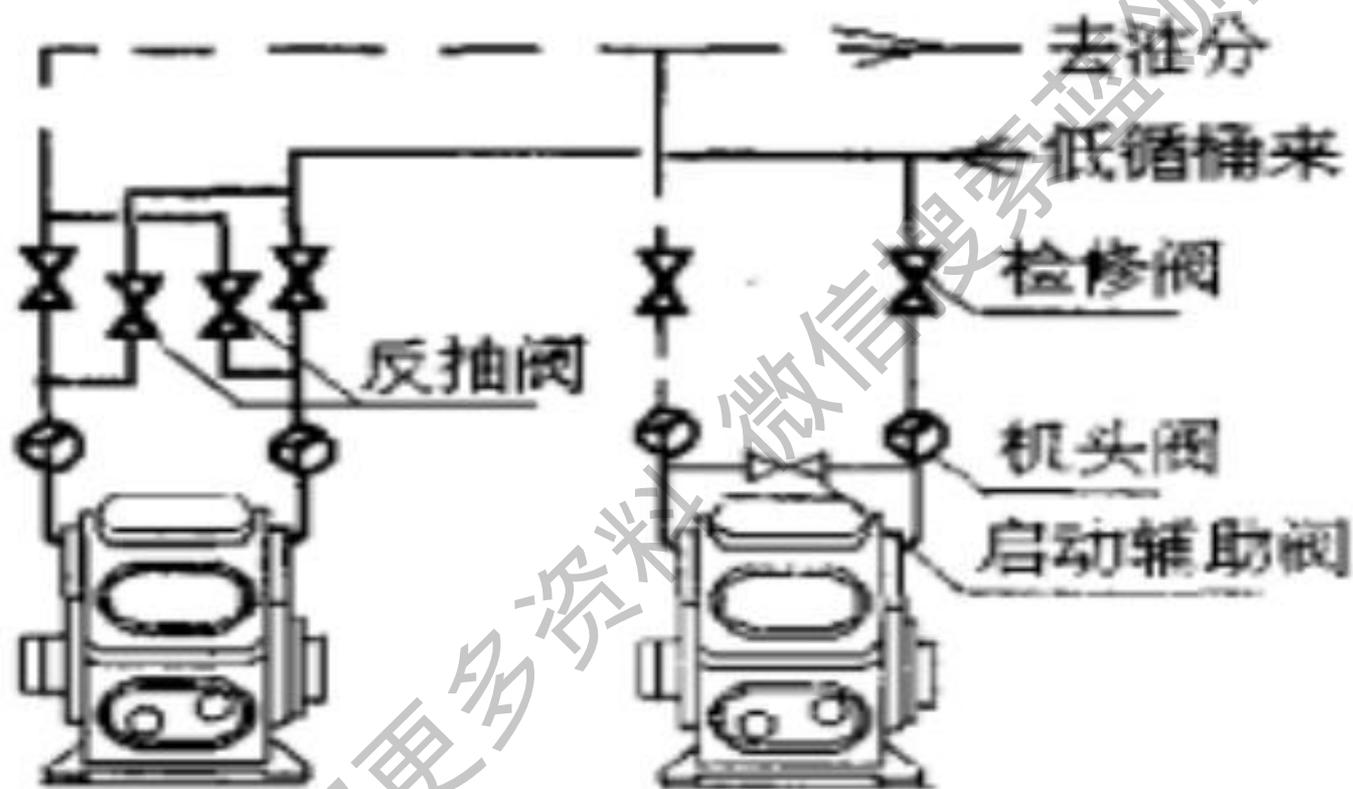


图 1-3-1 氨单级压缩机管束并联配置示意

## 2) 双级压缩机

---

- 单机双级压缩机组：节省初投资、占地面积制冷效率高，便于操作管理。
- 单级机配组形式：可合理的配置高低压输配比，工况更佳；

在冬季，低温库的库温可由单级机实现；

对冻结间，进货预冷时，先采用单级机，实现节能。

---

# 配组式双级压缩机

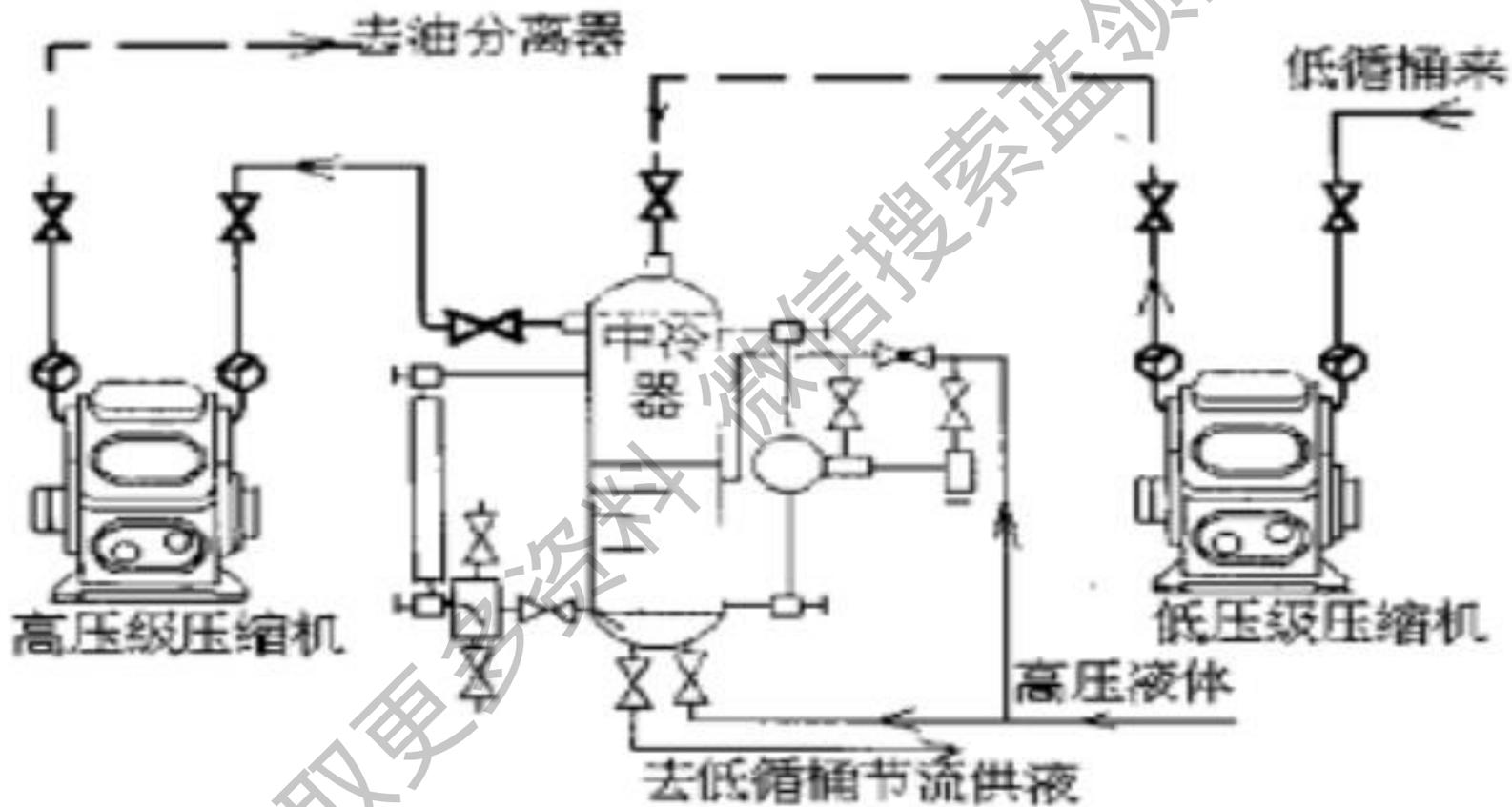


图 1-3-2 配组式双级压缩循环管道配置

# 单机双级压缩机

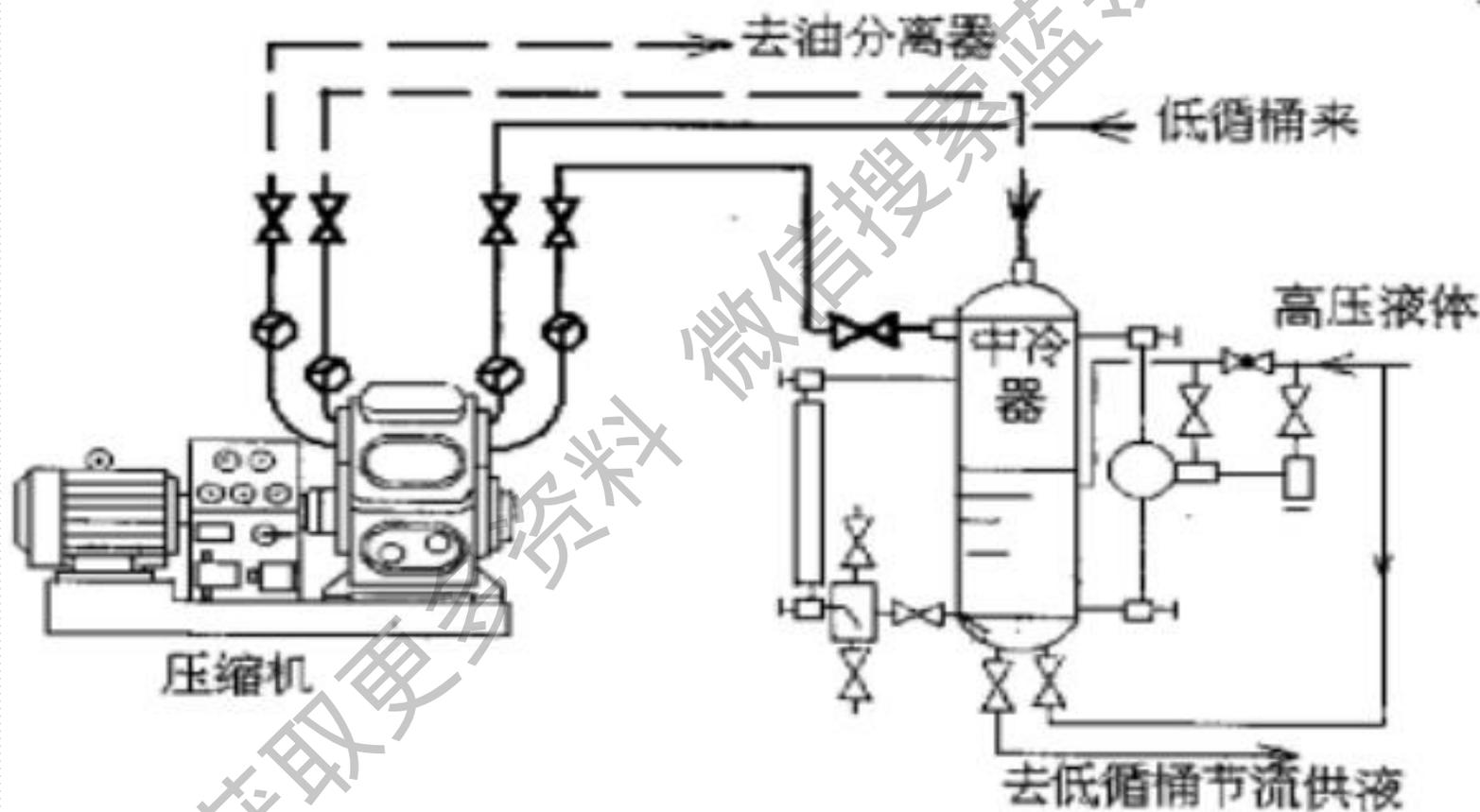


图 1-3-3 单机双级压缩循环管道配置

### 3) 单、双级压缩机综合系统（普遍）

---

- 单、双级压缩机不同回路相互切换。
- 两台双级机可同时承担 $-28^{\circ}\text{C}$ 和 $-33^{\circ}\text{C}$ 回路，或分别负责。
- 单级机同时承担 $-15^{\circ}\text{C}$ 和 $-28^{\circ}\text{C}$ 回路，或分别负责，冬季 $-28^{\circ}\text{C}$ 温度可用单级机实现。

# 单、双级压缩机综合系统

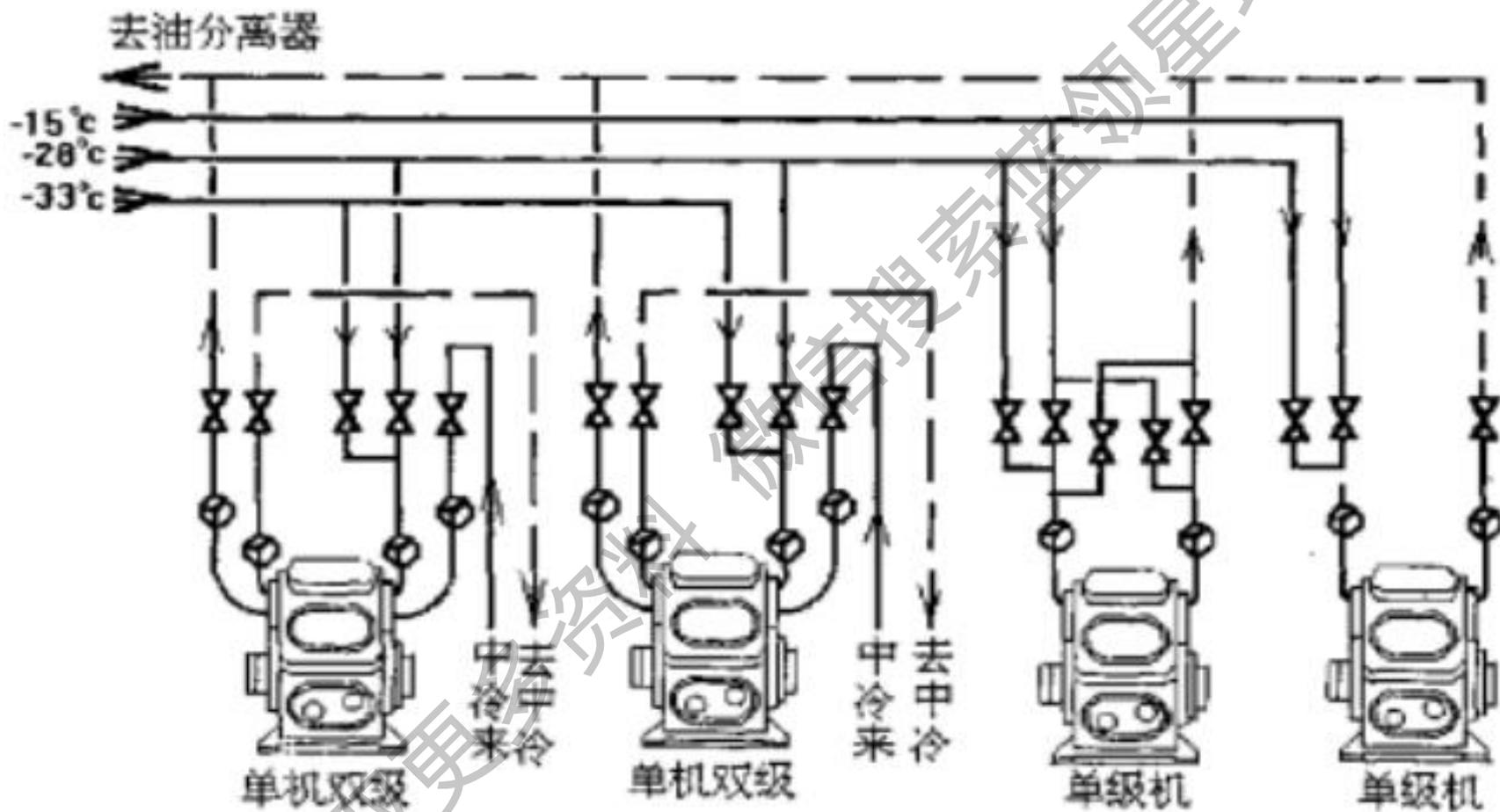


图 1-3-4 单、双级压缩综合系统氨压缩机管道配置示意

## 二、高压侧部分

---

范围：从油分离器入口～节流阀前。

组成：油分离器，冷凝器、贮液器，总调节站

### 一) 冷凝器的配置

有水冷式，空冷式，蒸发式（风机冷却），淋水式（自然冷却）冷凝器

#### 1. 空冷式冷凝器的配置

用于小型氟制冷，与压缩机组装成机组。不需要管道设置。

#### 2. 水冷式冷凝器的配置

立式、卧式。

---

# 水冷式冷凝器的配置

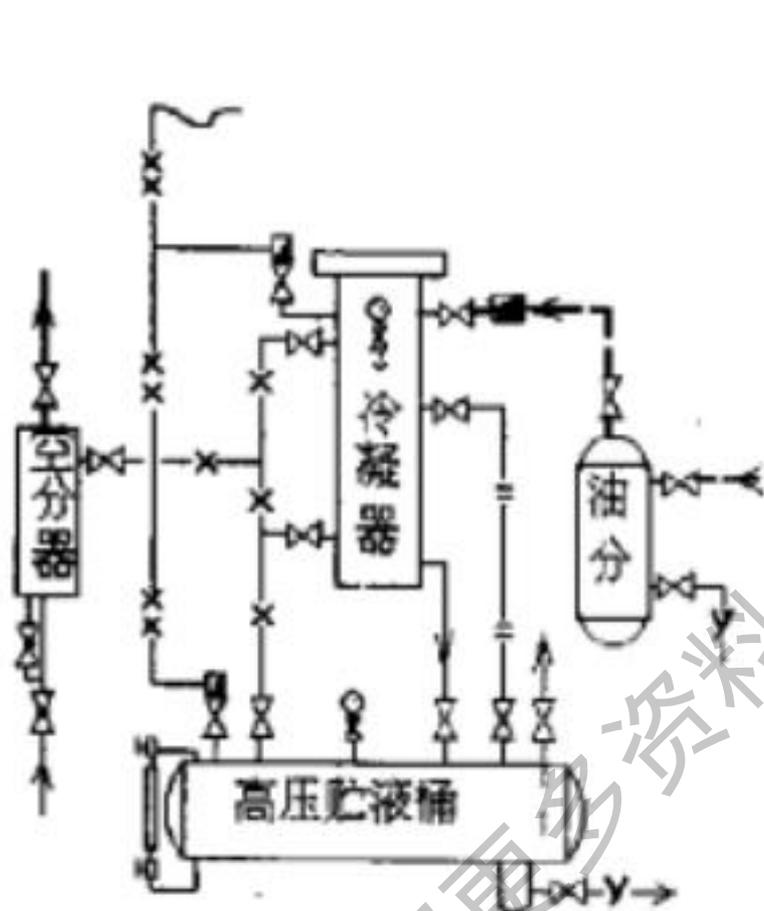


图 1-3-5 立式冷凝器的管道配置

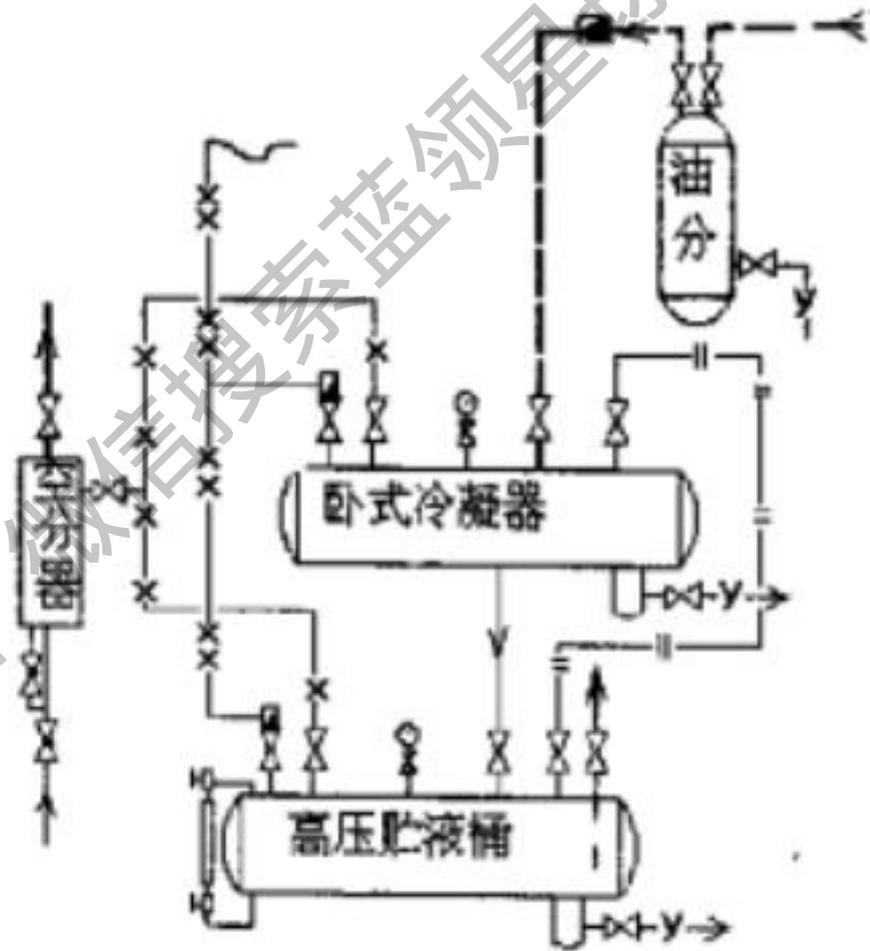


图 1-3-6 卧式冷凝器的管道配置

---

### 3、蒸发式

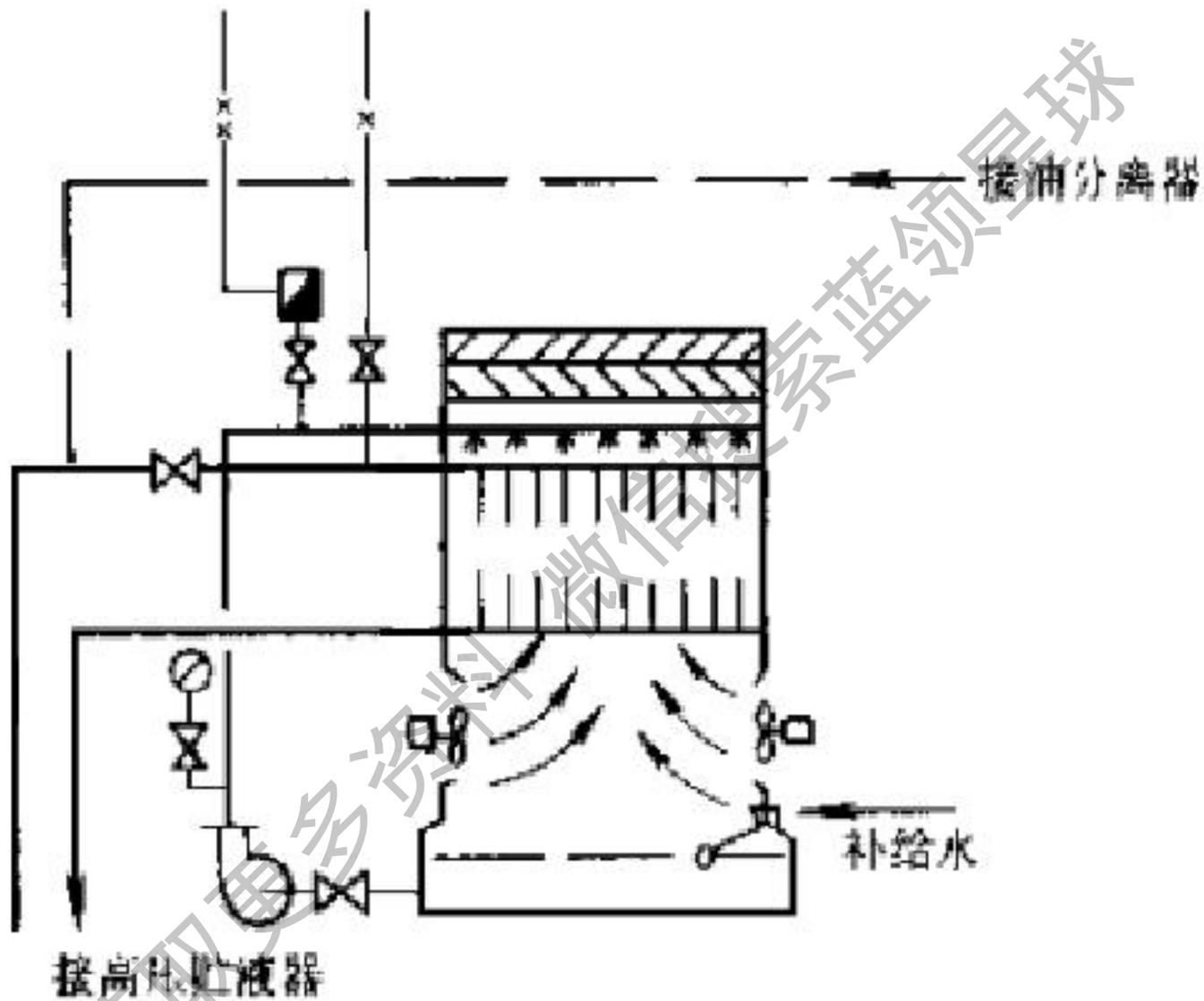
特点：压损大，并联时易发生排液不畅。

（上进下出）

### 4、淋水式（下进上出）

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

---



蒸发式冷凝器

# 蒸发式、淋水式冷凝器的配置

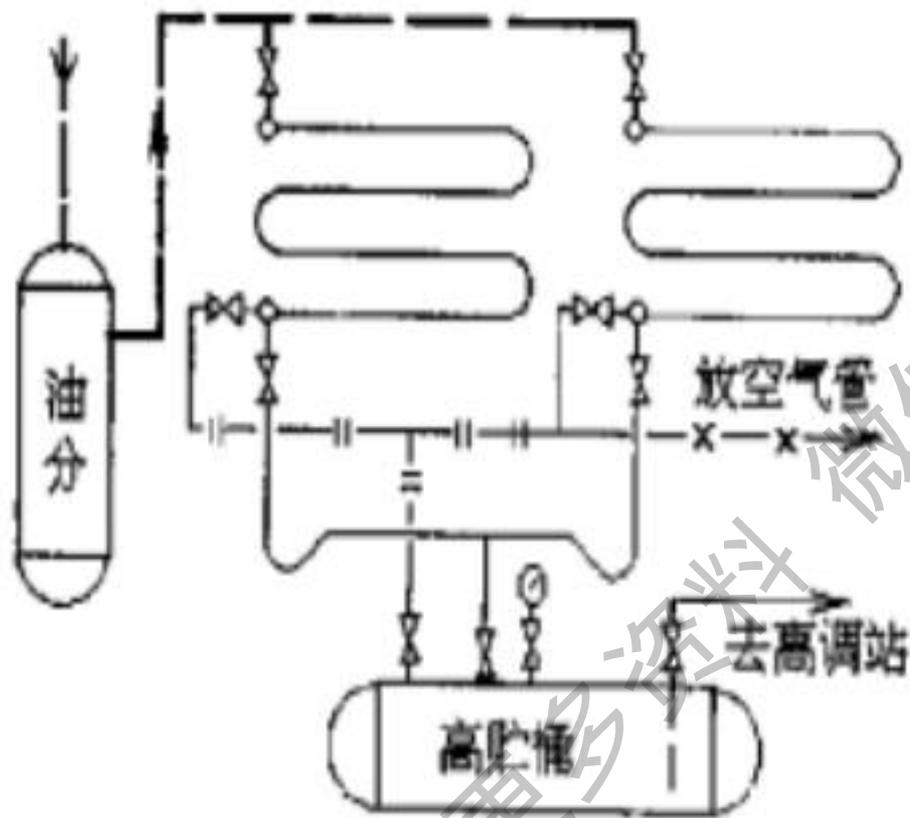


图 1-3-7 蒸发式冷凝器与贮液桶的连接

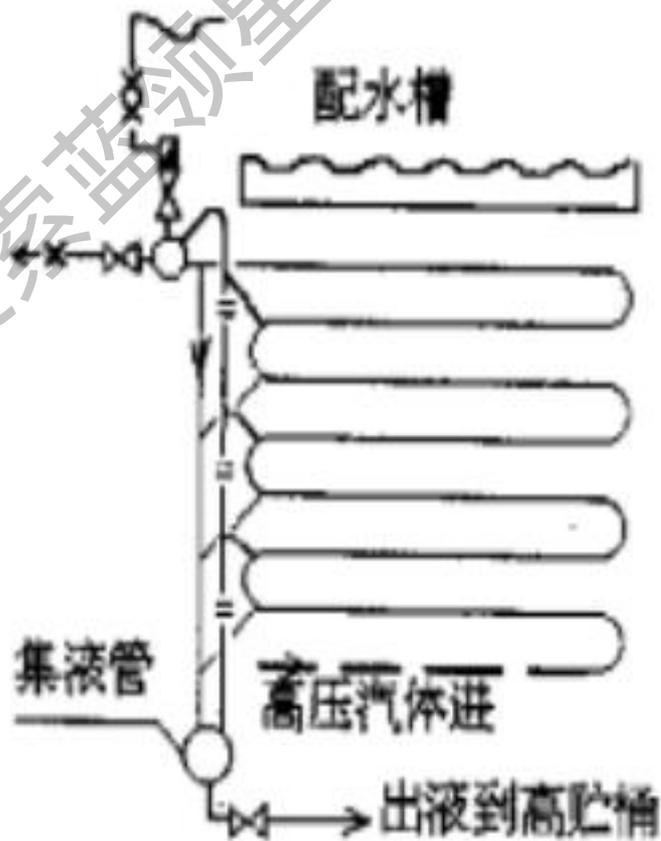


图 1-3-8 淋水式冷凝管道配置示意

## 二) 贮液器的配置

---

1) 通过式: 广泛采用。

波动式: 当回气量与供液量相等时, 不经贮液器, 防止冷凝液体升温。

为保证冷凝器的液体进通畅地进入贮液器:

1) 保证安装高差;

2) 设均压管;

贮液器底部设油包。

---

# 贮液器的配置

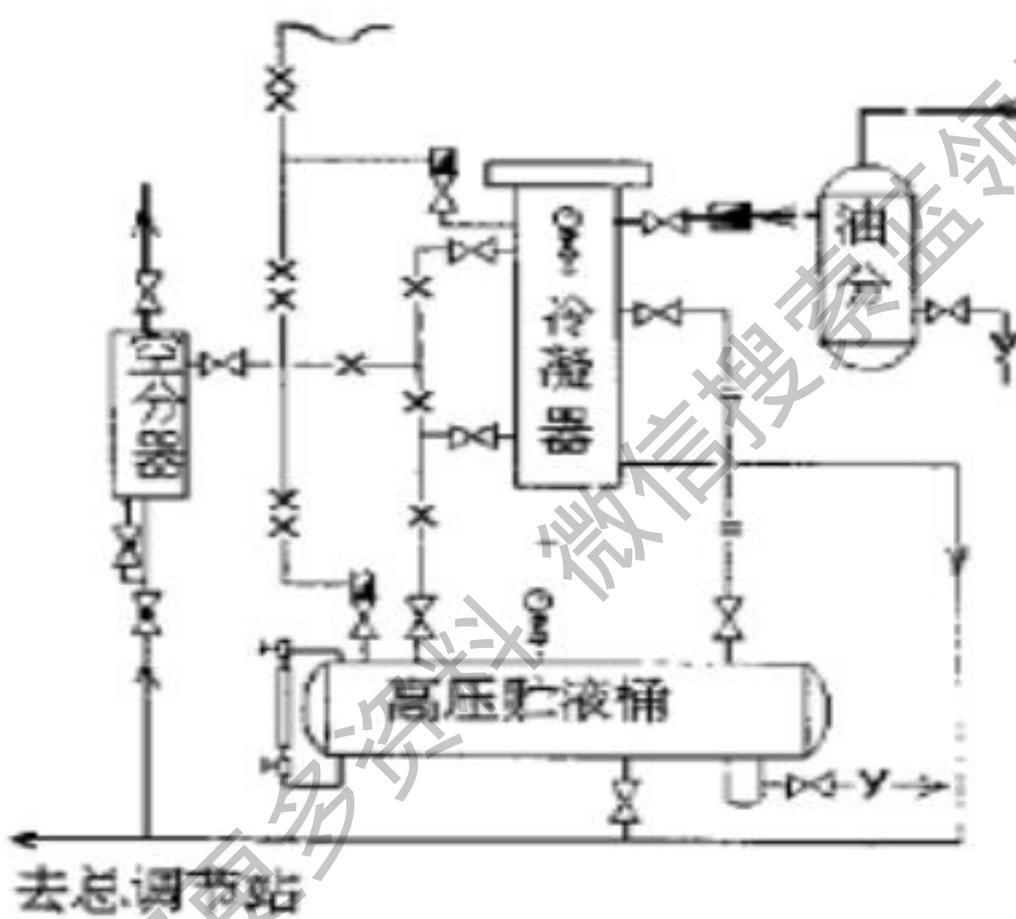


图 1-3-9 “波动式”高压贮液桶的管道配置

### 三) 油分离器的设置

---

- 油分离器设有进气、出气、放油管接口。有的还有供液管接口或自动回油装置。
  - 分类有：洗涤式、离心式、填料式、过滤式。
  - 通常多台压缩机合用一台油分离器（省钱）。
  - 多台压缩机分设各自的油分离器时，油分离器间设桥阀沟通。
-

## 洗涤式油分离器的设置

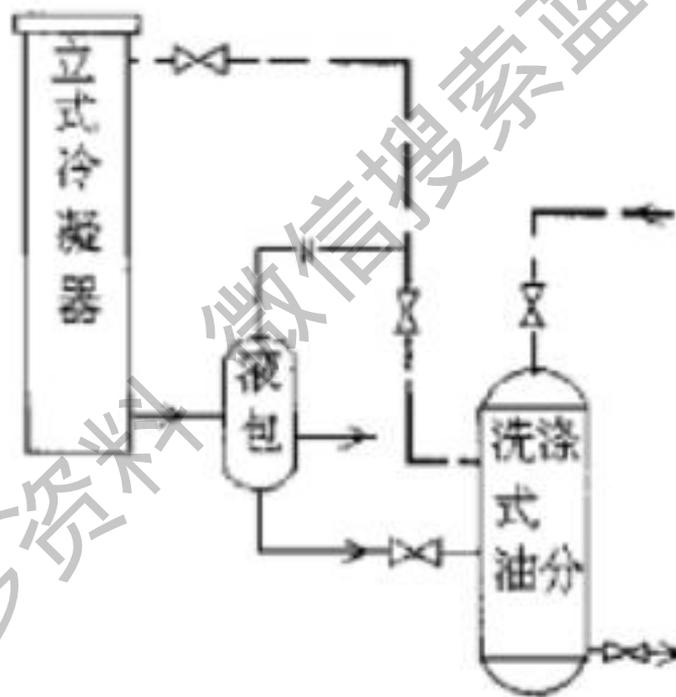


图 1-3-10 洗涤式油分与液包的连接

## 四) 总调节站的配置

---

### 1、作用：

- 1) 向低压部分分配制冷剂液体；
- 2) 根据负荷变化调节控制制冷剂供液量。

### 2、类型：

#### 1) 直流供液式的总调节站

设节流阀；适用于机房与库房距离近、单级压缩小型制冷系统。

#### 2) 重力和液泵供液的总调节站

无节流阀；小型冷库的液泵供液不设总调节站。

---

## 四) 总调节站的配置

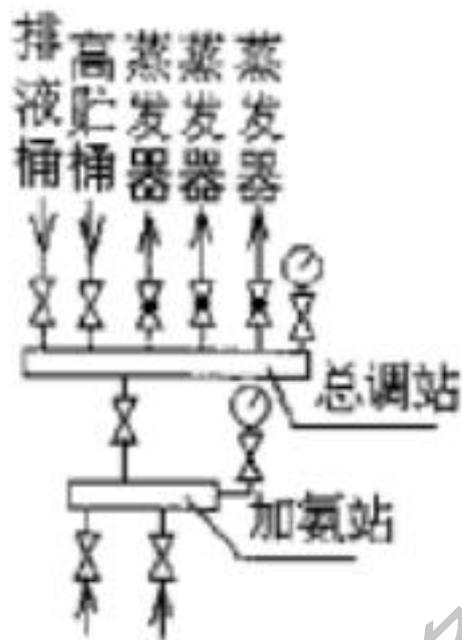


图 1-3-11 单级压缩系统  
直液供液方式总调节站

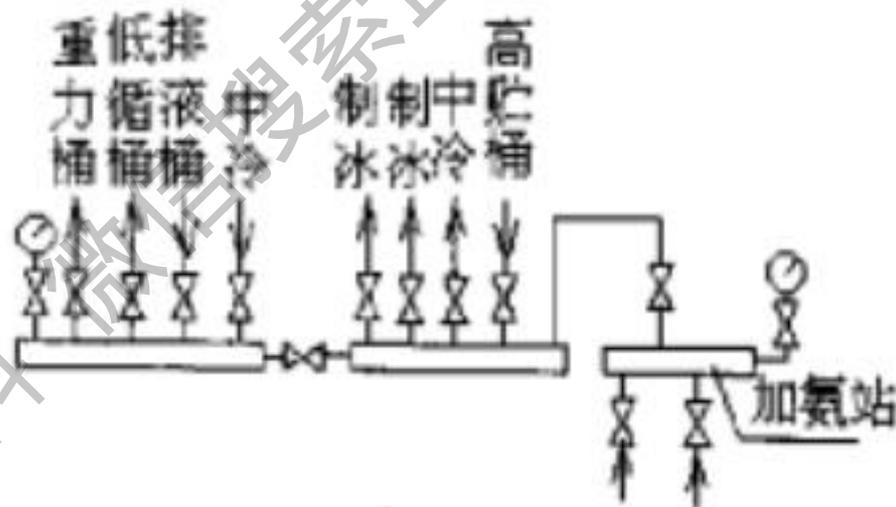


图 1-3-12 单、双级综合系统总调节站

### 三、低压部分的配置

---

1、范围：从节流阀出口～第一级压缩机入口。

2、组成：蒸发器、低压调节站、低压循环桶（重力桶、气液分离器）。

3、配置：

一）蒸发器

1、制冷剂流向的确定

（1）制冷剂的流向：上进下出

特点：蒸发器存液少，静液柱较小，易自动化控制；不积油。

传热效果差，要求循环桶位置低于蒸发器。

---

## 下进上出

---

(2) 下进上出——应用广泛

特点：易实现配液均匀，传热效果好；  
静液柱影响大，易积油。

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

---

## 2、“下进上出”的管道配置

### (1) 同类蒸发器

#### ① 串联

特点：流速高、换热好

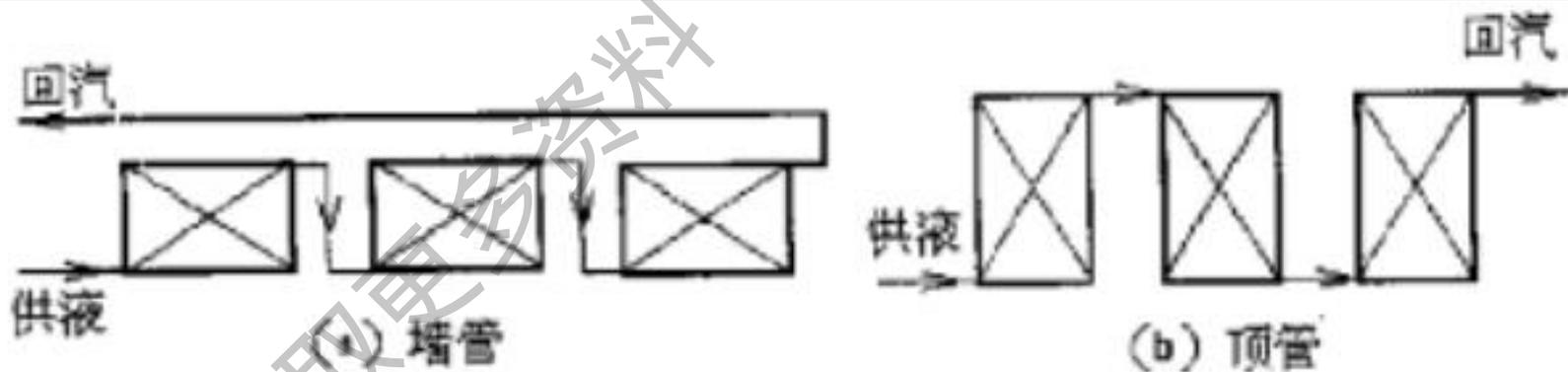


图 1-3-13 堵顶管的串联接法

② 并联  
配液均匀

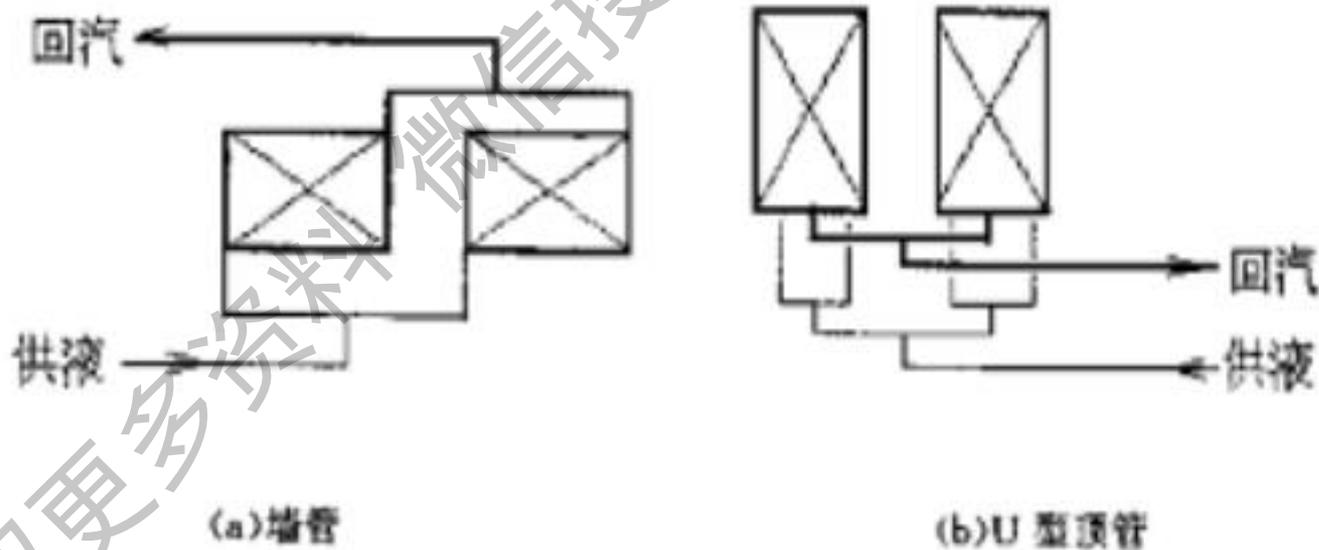
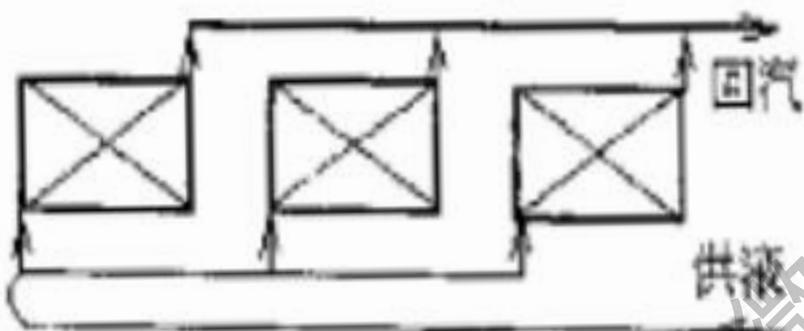
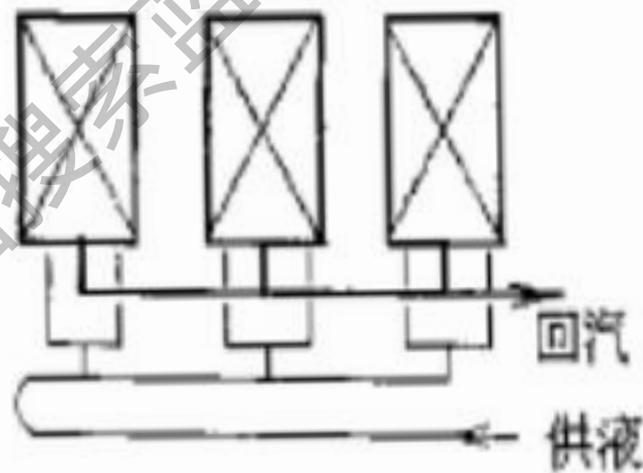


图 1-3-14 墙、顶管的并联接法(羊角弯配液)



(a) 罐管



(b) U 型頂管

图 1-3-15 罐、頂管的并联接法(同程式)

获取更多资料

微信搜索 蓝领星球

## (2) 不同类蒸发器

大型冷库：不同类蒸发器由调节站分别控制

中型冷库：不同类蒸发器回气管可共用，供液管分开

小型冷库：不同类蒸发器回气管、供液管均可共用。

(使蒸发压力接近)

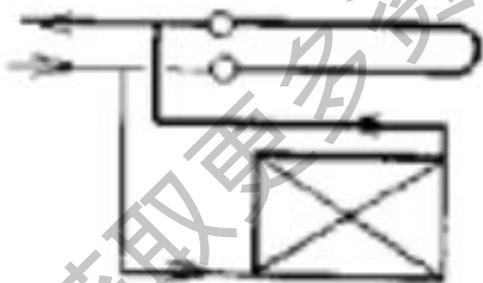


图 1-3-17 顶、墙管并联

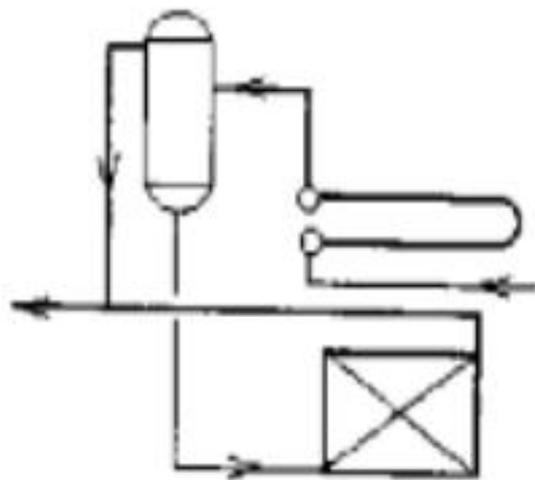


图 1-3-16 顶、墙管串联

## 二) 低压调节站

设置方案:

### 1、单阀单流向供液、回汽调节站

简单

适用于小型冷库，货物经常出空。采用开门除霜。

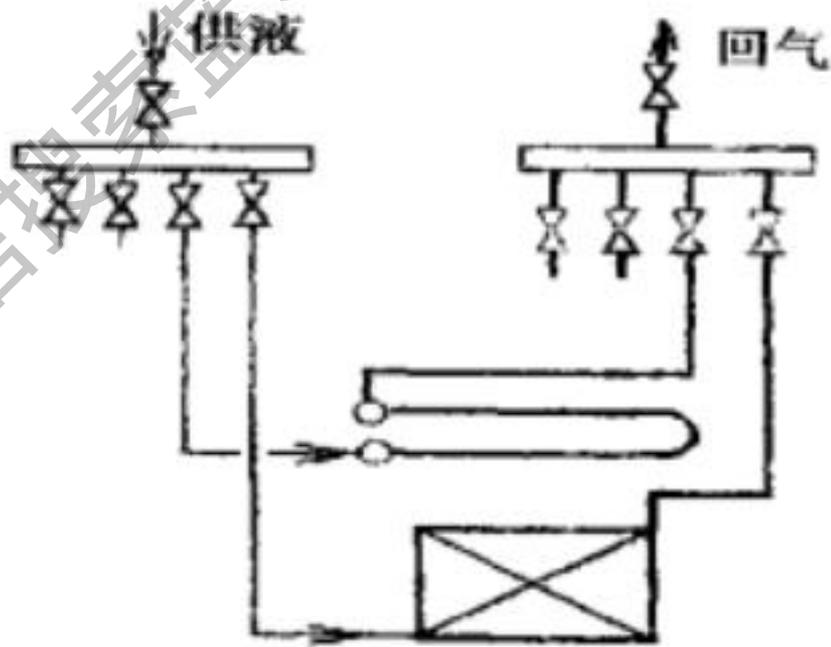


图 1-3-18 单阀单流向供液、回汽调节站

## 2、双阀双流向供液、回汽调节站

操作方便，广泛应用。

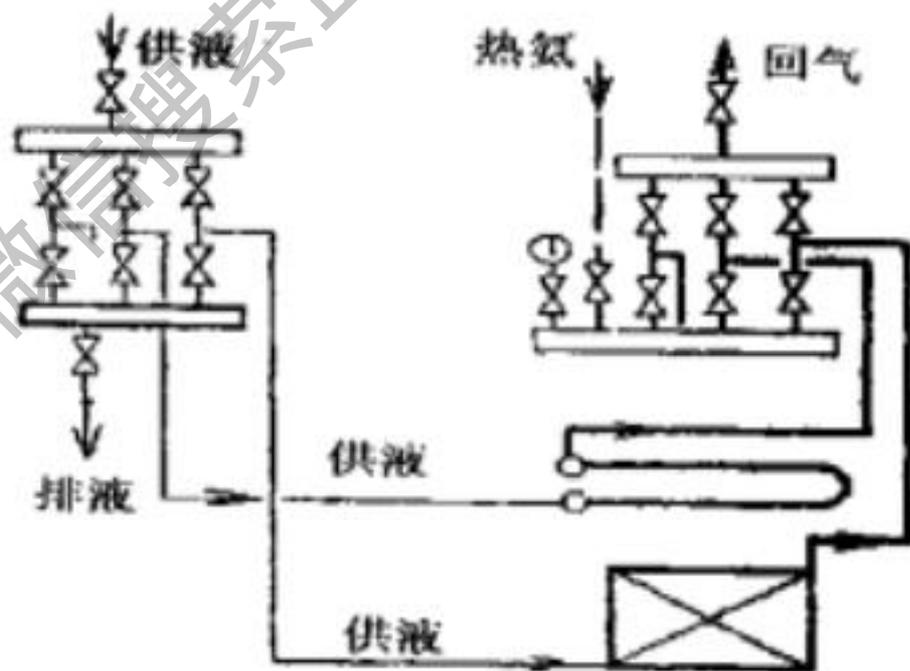


图 1-3-19 双阀双流向供液、回汽调节站

### 3、液单、汽双调节站

除霜排液在库内，不经调节站。

蒸发器积油可排净，但操作不方便，有泄漏氨的危险。

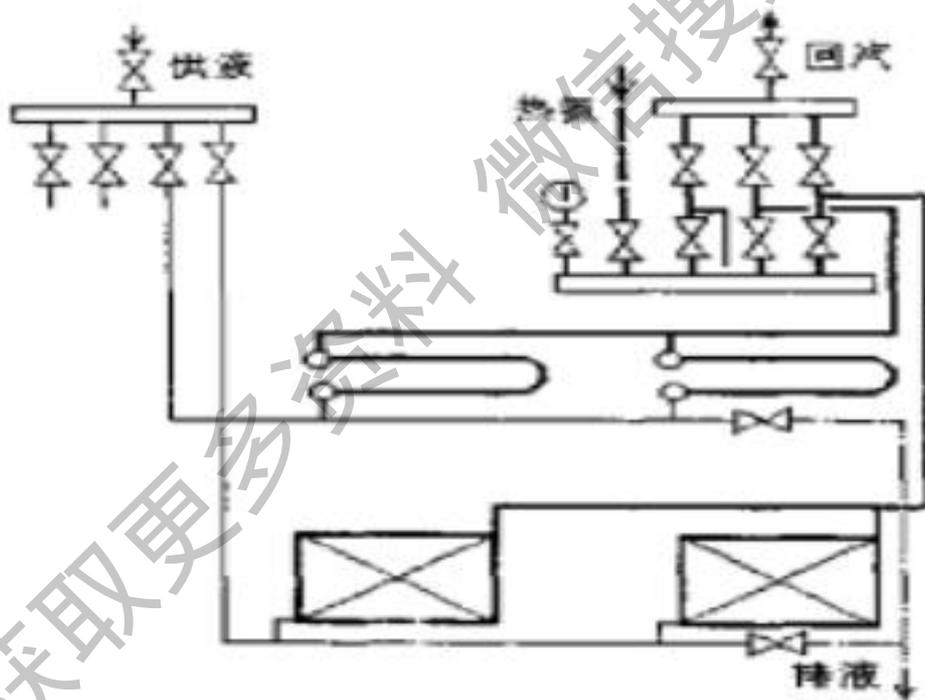


图 1-3-20 液单、汽双低压调节站的搭配形式

## 4、液双、汽单调节站

仅适用于氨泵供液系统的冻藏间（除霜次数少）。  
利用回气管排液到低压循环桶。

蒸发器的制冷剂流向

必须是上进下出

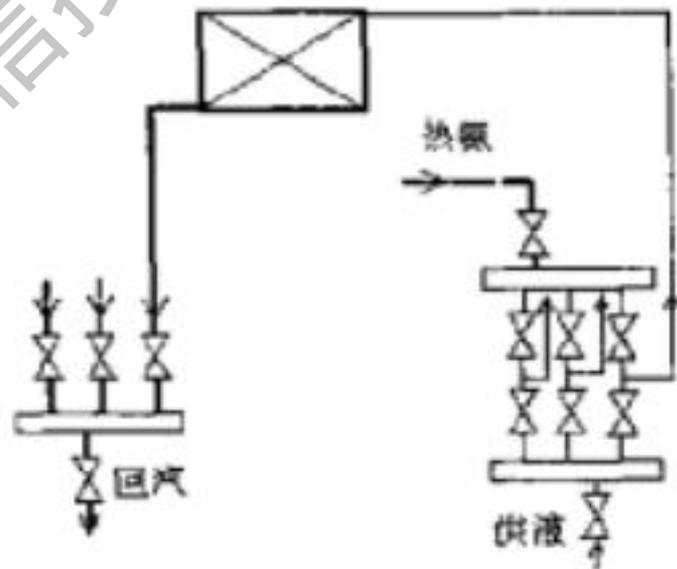


图 1-3-21 汽单、液双低压调节站的搭配形式

### 三) 不同供液方式的低压部分配置

#### 1、直流供液

- 一只节流阀向一组蒸发器供液；
- 每一通路的蒸发器当量长度不宜过长；
- 氨系统蒸发器采用下进上出；
- 回汽管设汽液分离器和排液桶，防液击。

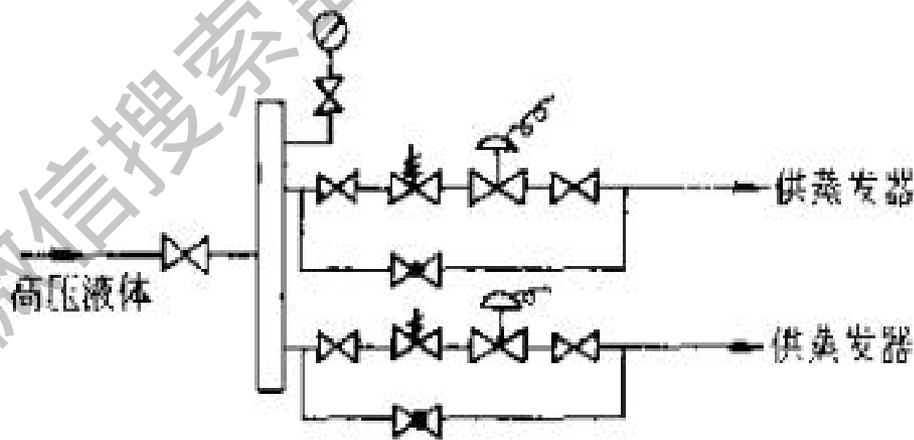


图 1-24 氟里昂制冷系统高压液体调节站

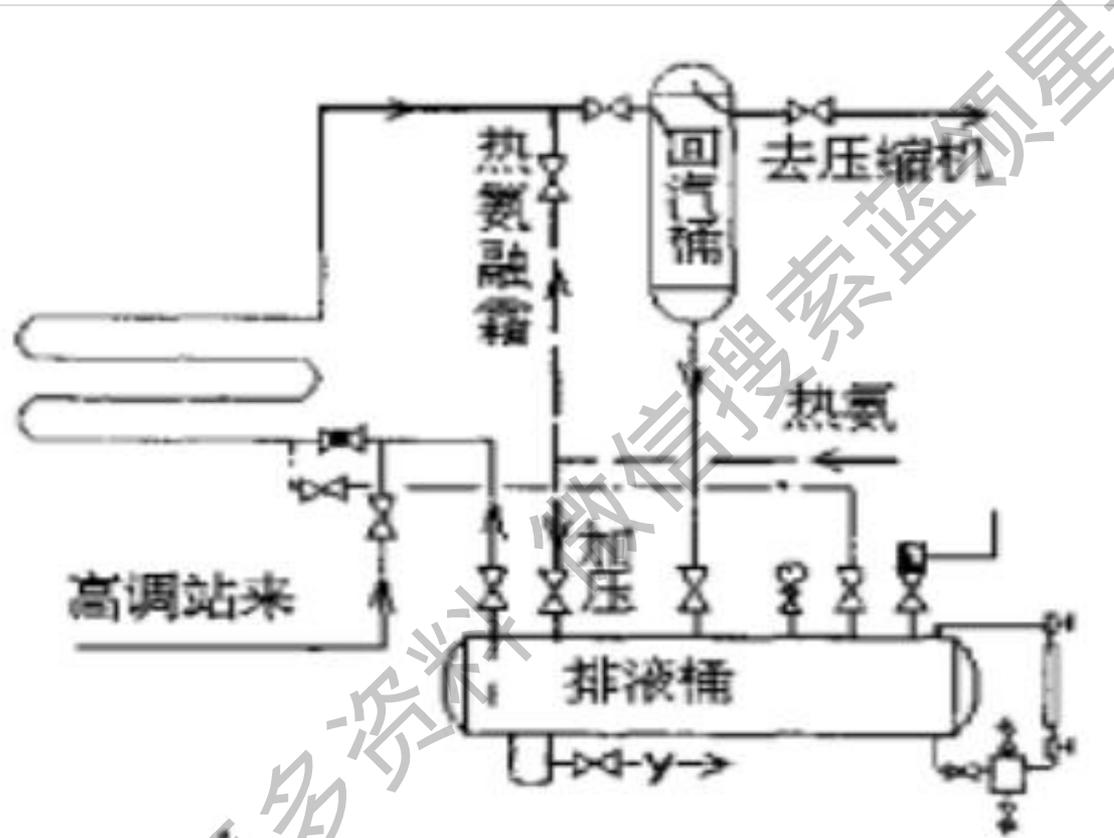


图 1-3-22 直流供液系统回汽桶管道配置

## 2、重力供液

---

### 1) 蒸发器的配置

- A. 制冷剂流向为下进上出，蒸发器管组并联。
- B. 每一通路的蒸发器当量长度有限制。

### 2) 汽液分离器设置

- A. 保证正常供液所需的静液柱。取1.5m。

设置在上层川堂或加建阁楼，库房与机房较远时，在机房设二次分离器，防湿冲程。

- B. 汽液分离器的数量

不同蒸发回路分别设置；不同蒸发器类型分别设置；多层库房分别设置。

---

## 2、重力供液

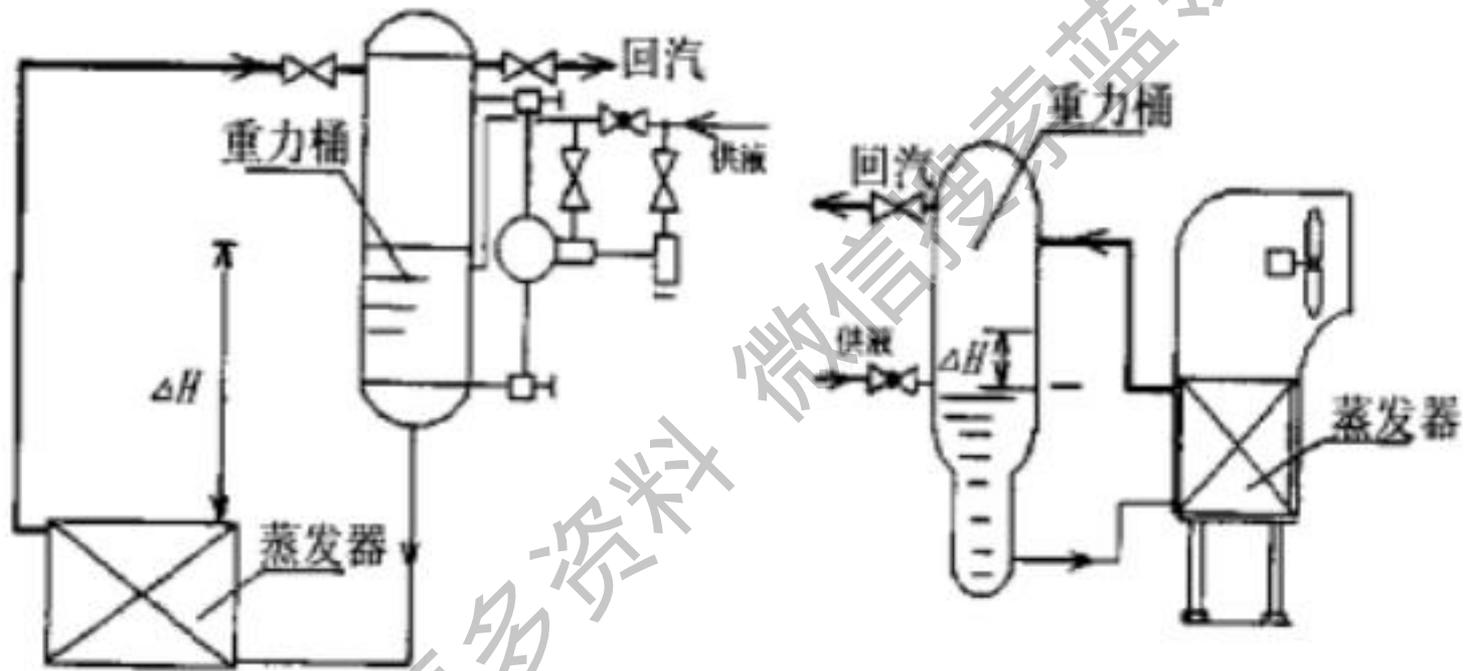
---

### 3) 低压调节站

分散（分层）布置。不便于集中管理和自动控制。

重力供液系统仅当总装机容量小于350 kW可考虑采用。

---



(a) 靠液柱

(b) 靠均压

图 1-3-23 重力供液管道配置示意

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

### 3、液泵供液

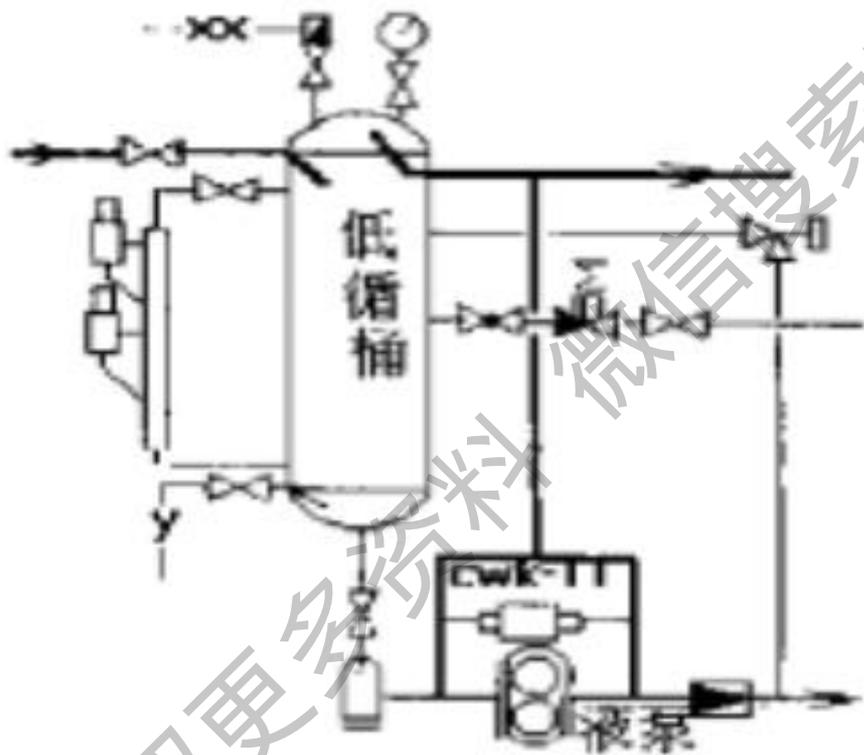


图 1—3—24 液泵回路示意图

---

## ①低压循环桶和液泵的配置

### A. 低循桶的数量

不同的蒸发温度分别设置。同一蒸发温度回路由冷量的多少决定。

### B. 低循桶的容积和直径

保证汽液分离所需的空间；

泵停时，能容纳蒸发器和管道的回液；

---

### C. 防液泵气蚀

- 1、桶液位和泵中心线的高差；
- 2、设抽气管排气；
3. 压差控制器，当泵断液时，自动断电；
4. 选抗气蚀强的产品；
5. 减少阻力。

止回阀防液体倒流；

自动旁通阀：引液回低循桶，防蒸发压力高。

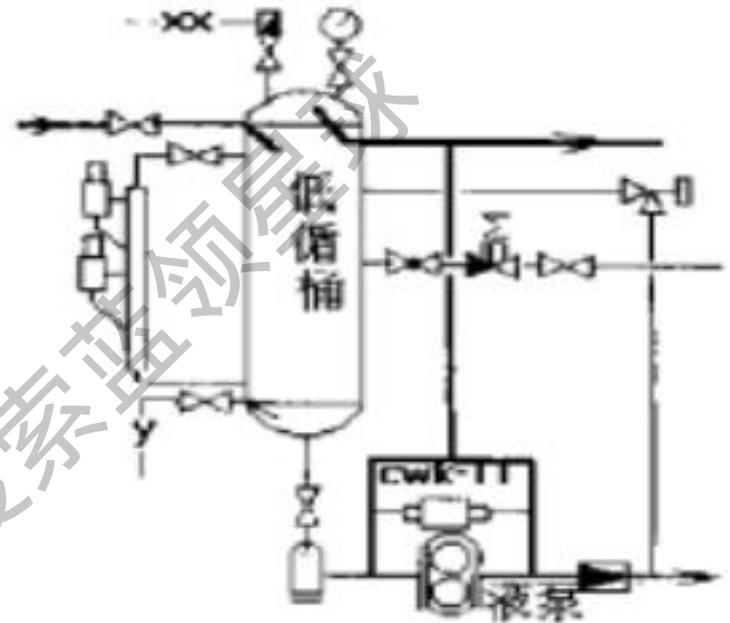


图 1-3-24 液泵回路示意图

#### D. 液体再循环倍率

$$\beta = \text{供液量} / \text{蒸发量}$$

$\beta$  大,  $K$  高。按经验数据选取。

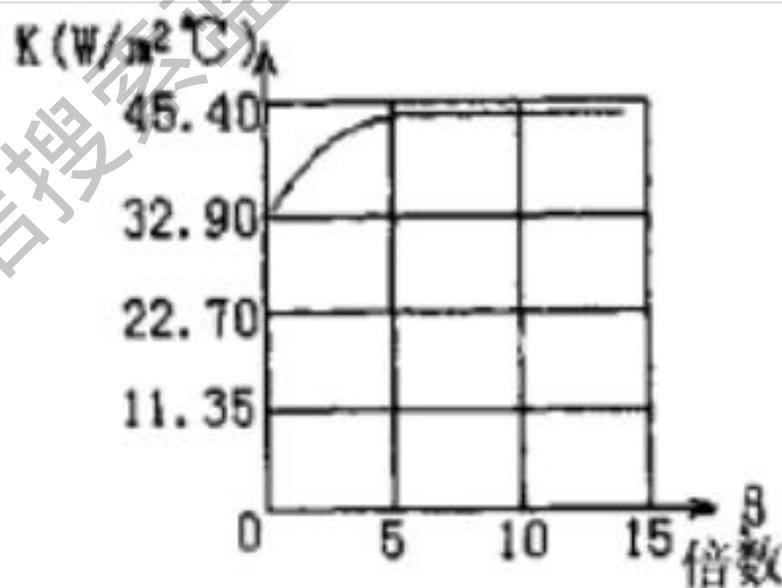


图 1-3-25 供液倍数和传热系数的关系

国产氨泵的静正吸入压头大体如下表所列范围：

| 氨泵类型 | 工况较稳定的制冷系统/m | 工况不稳定的制冷系统/m |
|------|--------------|--------------|
| 齿轮泵  | 0.71~1       | 1.1~1.5      |
| 离心泵  | 2.0~2.5      | 2.5~3.0      |

进口氨泵以丹麦制造的封闭式离心泵为最多，其静正吸入压头是：

| 工作条件  | 有较低吸入压头的泵/m | 有较高吸入压头的泵/m |
|-------|-------------|-------------|
| 稳定工况  | 不低于1.5      | 不低于2.0      |
| 不稳定工况 | 不低于2.0      | 不低于3.0      |

### 3、液泵供液

---

#### ②蒸发器的配置

- A. 允许通路长
- B. 流向——库温自动控制采用上进下出；  
手动控制采用下进上出。
- C . 蒸发器管组接法——串联，顶管优选蛇形顶管

#### ③ 低压调节站

如图1-3-18~21

---

## 四. 独立部件

---

系统正常时不参与运作的部分。含：安全管网、紧急泄氨器、空气分离器、集油器、排液桶。

### 1、安全管网—避免压力过高

获取更多资料 微信搜技术星球

---

## 2、紧急泄氨器

---

与贮液器、低循桶、蒸发器底部通。

方法

- 1) 只从贮液器接出；
- 2) 利用容器的放油口作接口。

紧急泄氨.swf

---

### 3、空气分离器

---

有供液管、回汽管、混合气体管、排液管、放空气管。

- ①供液管——向空气分离器供冷液。
  - ②回气管——将蒸发后的气体送回低循桶或汽液分离器。
  - ③混合气体管——引自冷凝器和高贮桶。
  - ④排液管——回到高贮桶或节流循环使用。
  - ⑤放空气管——用橡皮管接入盛水容器。
-

### 3、空气分离器

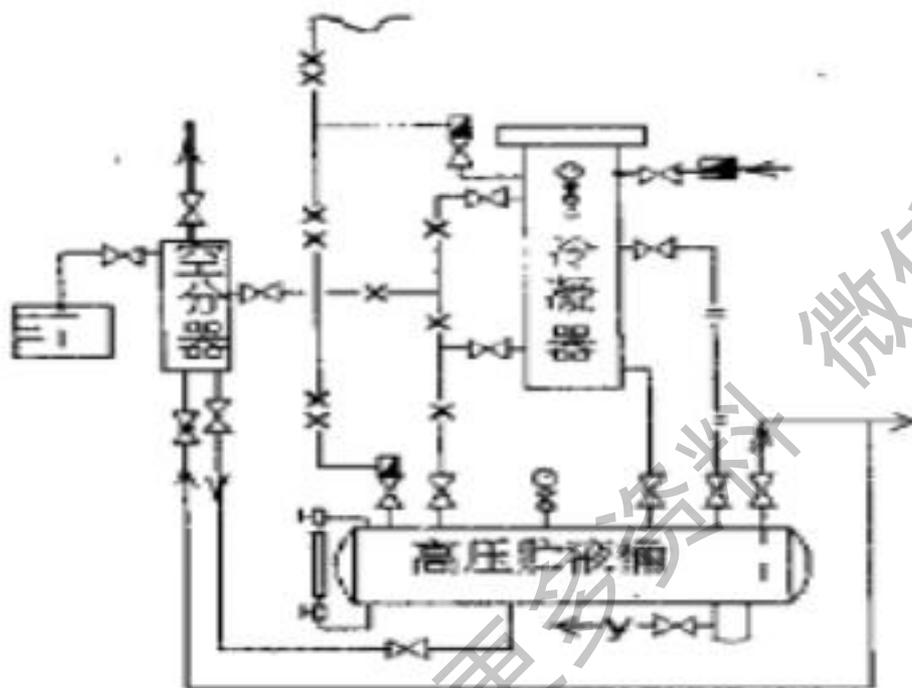


图 1-3-28 空气分离器的管道配置

氨系统排气.swf

## 4. 集油器

---

- 在集油器内除氨---有处理设备再生-----手动或自动返回压缩机。
- 分高压集油器（油分离器，高贮桶、中冷器、冷凝器）
- 低压集油器（低循桶、排液桶、汽液分离器）
- 流动状态：底部设油包。

氨系统油处理.swf

## 5、排液桶

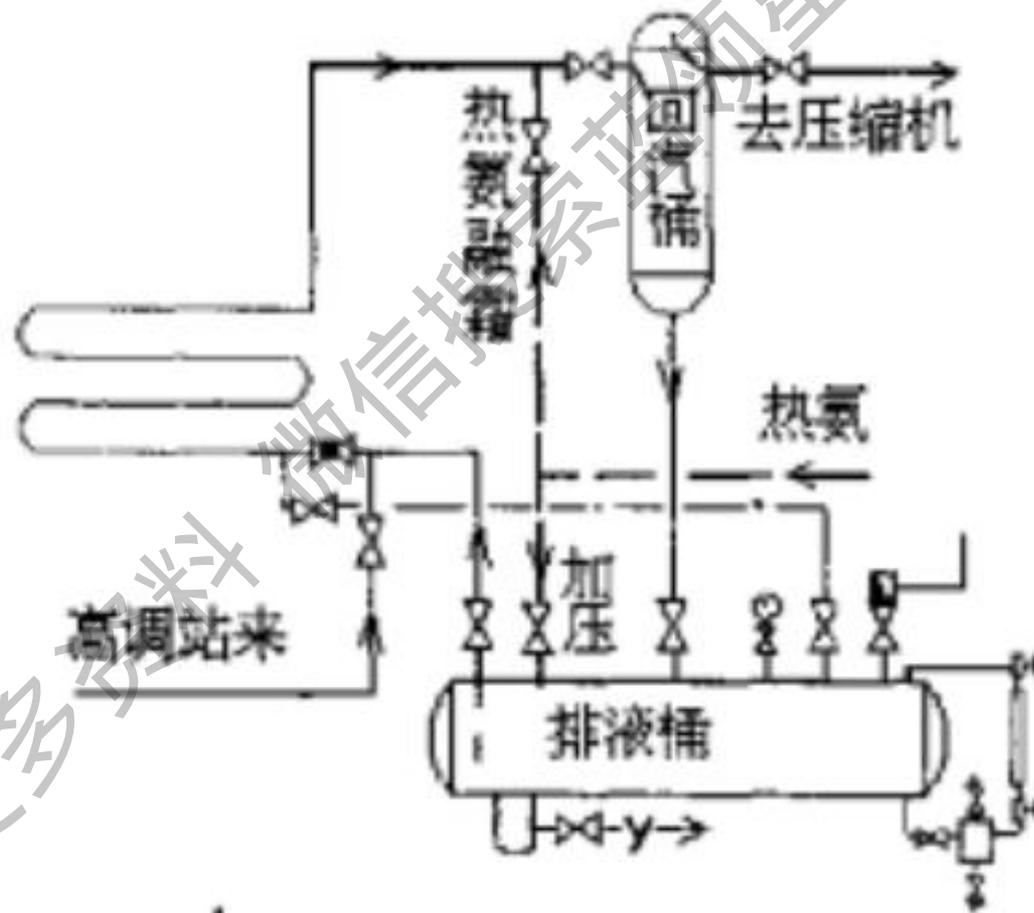


图 1-3-22 直液供液系统回汽桶管道配置

## § 2.5 冷库制冷装置部分自控方案

---

局部回路的自控：第二级

氨泵回路自控、中冷器、氨液分离器、低压循环桶等容积的液位自控和库房回路自控。

一. 库房回路自控方案

包括：库温控制（供、停液控制），  
湿度控制，  
融霜控制（三种方法）。

---

## (一) 冻藏间的自动控制

---

1. 特点: 温度低, 库温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 采用顶、墙排管, 人工扫霜为主、空货时热氨融霜(1~2次/年)。
2. 控制内容: 库温遥测、蒸发器供液回汽控制——自动控制  
融霜控制——手动控制。
3. 示意图。
  - 1) 供液、回汽由电磁主阀分别控制。回汽延迟关闭, 防水锤。
  - 2) 回汽阀压降引起温升, 回汽管道可采用常开电磁主阀。
  - 3) 供液电磁主阀前设手动调节阀, 调节流量, 使供液均匀。
  - 4) 为简化系统, 采用供液自控, 回汽不自控。
  - 5) 除霜时, 将手动调节阀关闭, 防止供液电磁主阀背压开启。

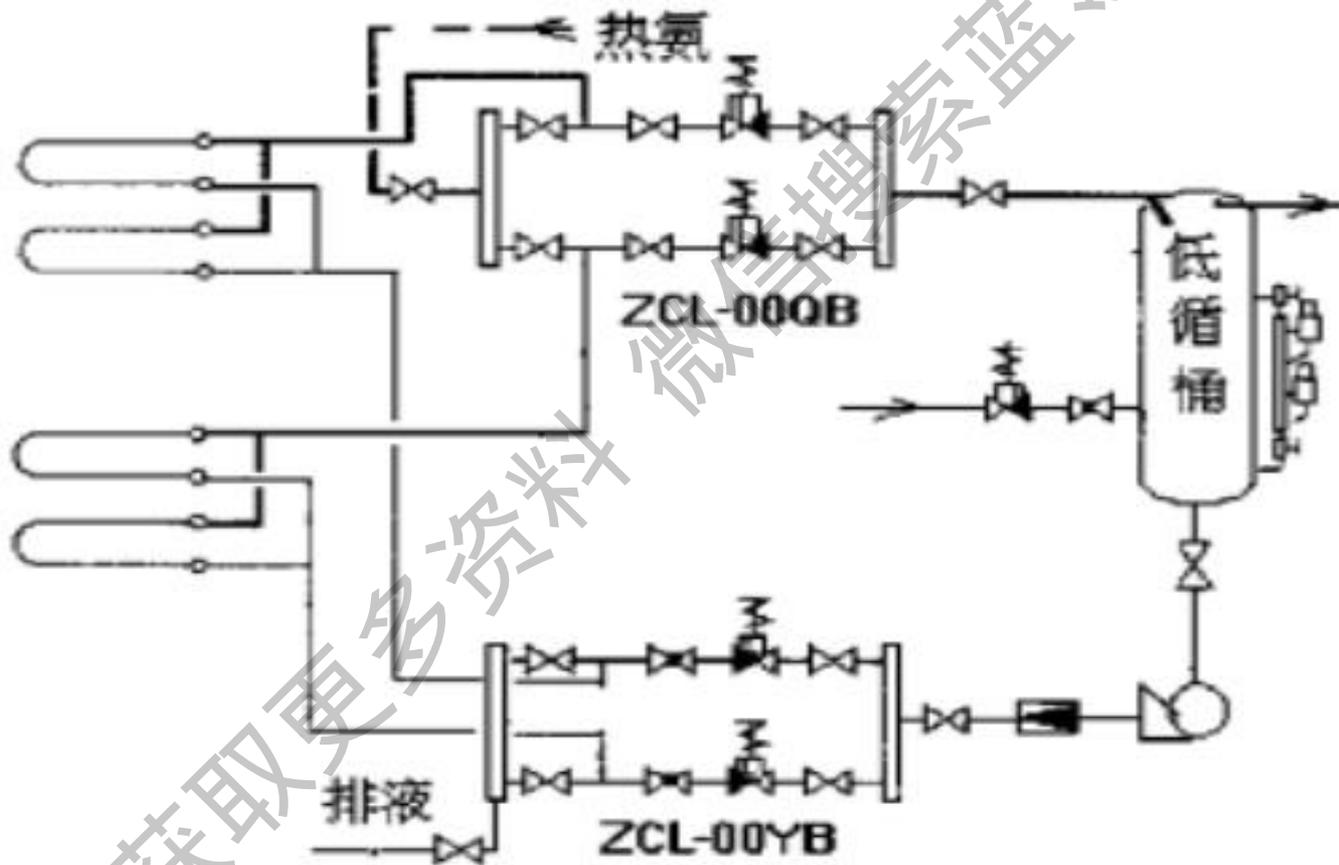


图 1-5-1 回汽管采用 ZCL-00QB 电磁主伐, 库房回路自控示意

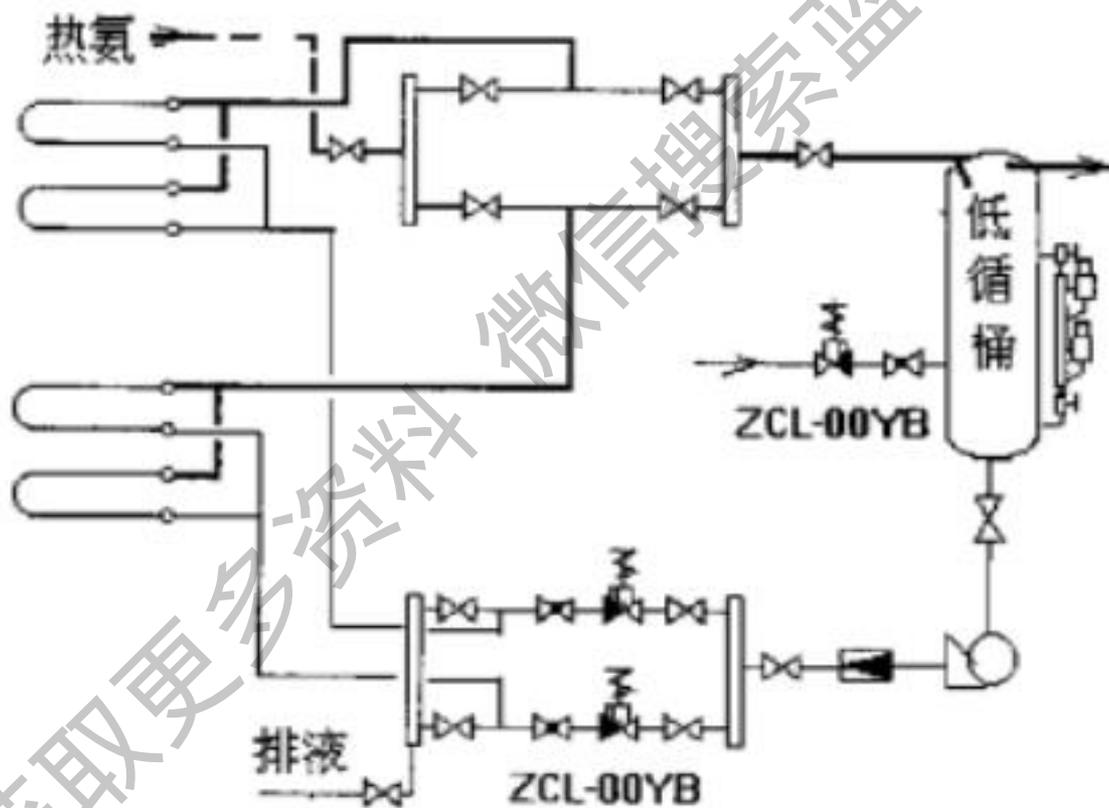


图 1-5-2 供液自控,回汽不自控方案

## (二) 冷却物冷藏间的自动控制

---

1、特点：库温精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，采用冷风机，融霜比冻藏间排管频繁，热氨与水融霜相结合。

2、控制内容：

库温遥测、蒸发器供液、回汽控制、融霜控制（热氨与水融霜相结合）、排液——全自动控制。

3、示意图及说明。

供液、回汽由电磁主阀分别控制（控制库温）。回汽延迟关闭，防水锤。

---

## 下进上出

---

融霜：

- a) 采用热氨与水融霜相结合的除霜方式。
- b) 可采用平时水自动融霜，定期**手动**热氨融霜（除管内积油）。

除霜时，为防止供液电磁主阀背压开启。于阀后设止逆阀。

---

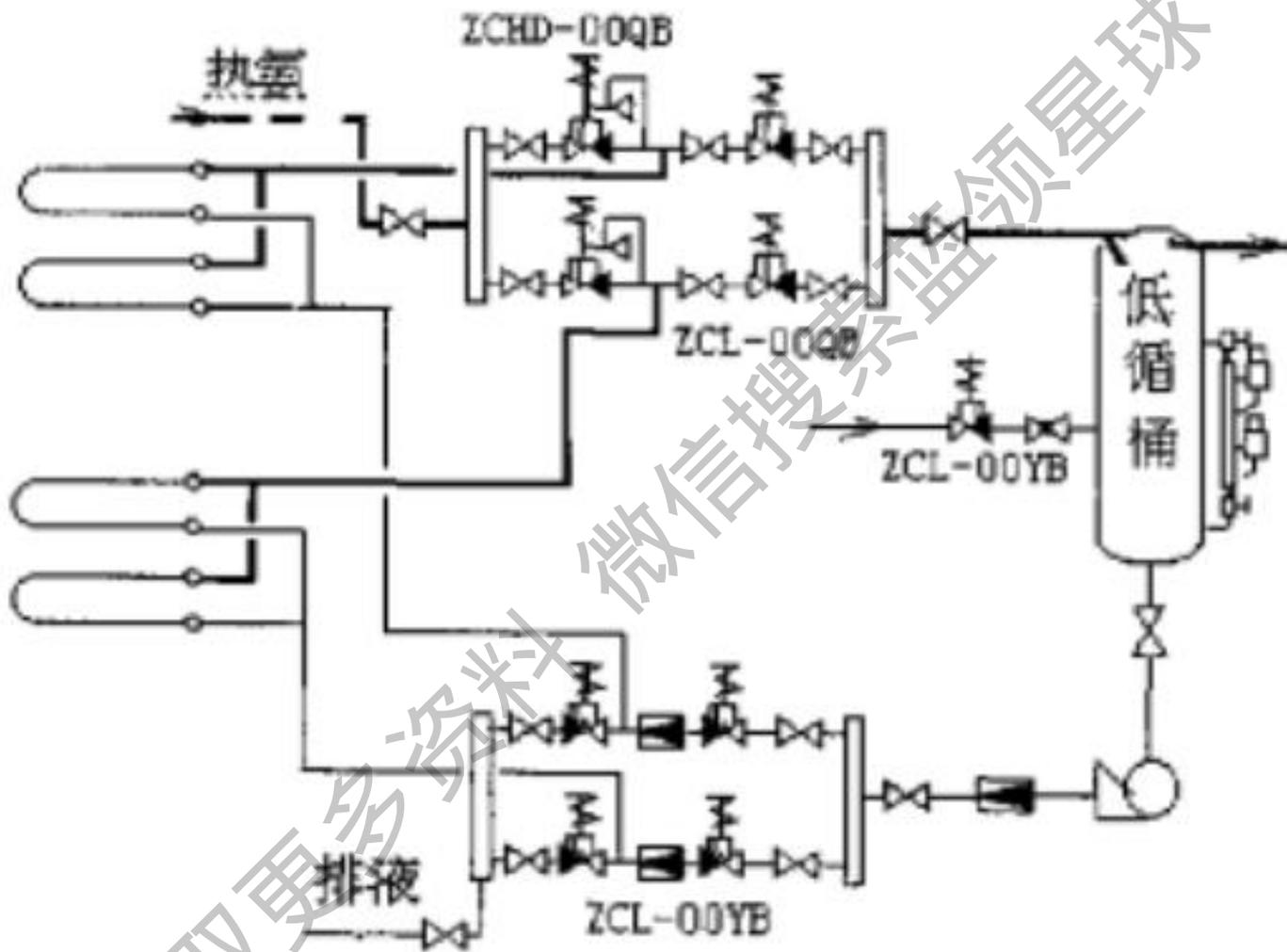


图 1-5-3 冷却物冷藏间供液回汽自控,融霜自控方案

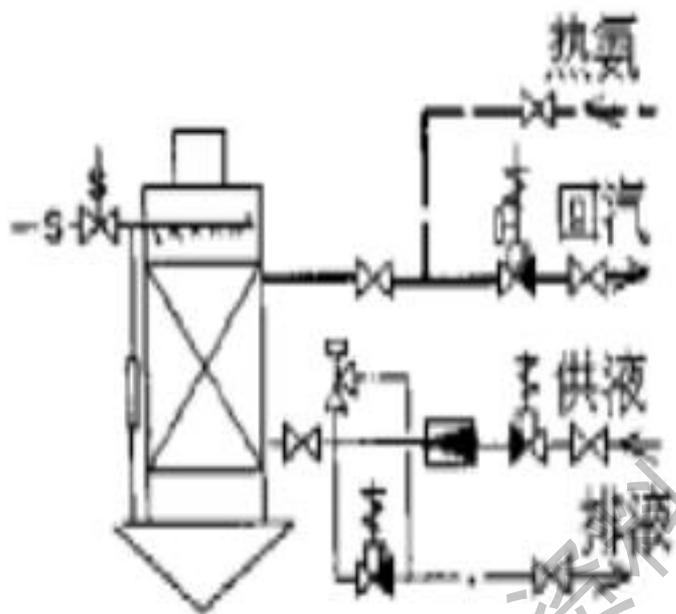


图 1-5-4 冷却物冷藏间回汽管装恒压电磁主伐

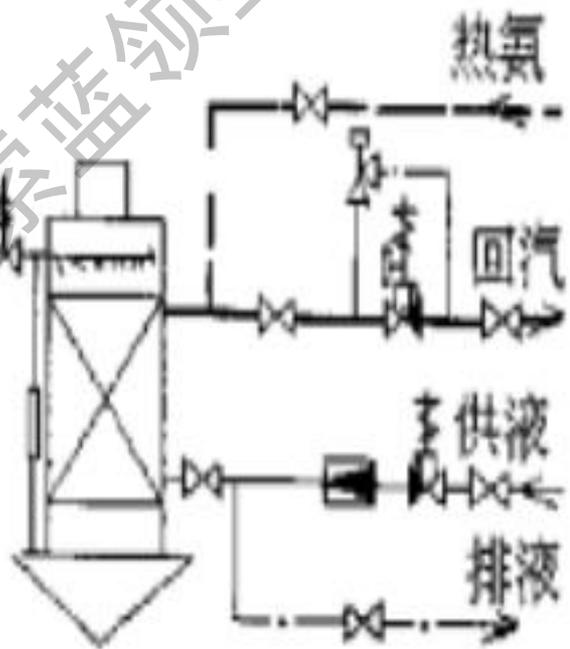


图 1-5-5 冷风机水融霜, 旁通阀装在回汽阀前

微信搜索 蓝领星球

获取更多资料

## 上进下出

---

### B. 上进下出——蒸发器位置低于低循桶

- 1) 采用供液自控，回汽不自控。
- 2) 采用水单独冲霜（不积油）
- 3) 为使多台冷风机配液均匀，在每台机的供液管上设调节阀调节供液量。

除霜时，为防止供液电磁主阀背压开启。于阀后设止逆阀。

---

### (三) 冻结间的自动控制

---

1. 特点：降温、恒定库温与冷加工工艺流程相配合。温度低，采用搁架式排管或冷风机，融霜比冻藏间排管频繁。
  2. 冻结间的工艺流程：空库保温—进货—冻结—出货—融霜
  3. 控制内容：库温遥测、蒸发器供液、回气控制、融霜控制—自动控制
-

### (三) 冻结间的自动控制

---

- 1) **空库保温**：停止使用冻结间时，为防冻融循环，空库保温 $-5^{\circ}\text{C}$ 以下。于机房手动操作开、停机。
- 2) **空库降温**（进货）：进货前，库温控制为 $-10\sim-15^{\circ}\text{C}$ 。防止冻融循环并使货物尽快降温。控制由库房中的温控器控制供液、回汽电磁主阀。
- 3) **冻结时间**

系统投入运行受库温控制，停止运行指令受库温和冻结时间共同控制。

控制由库房中的温控器和时间继电器控制供液、回汽电磁主阀开、启。

---

---

#### 4. 自控中采用的回路--与高温冷藏库基本相同

1) 为降低回气阀压力损失，选用气体常闭型双电磁主阀或气体常开型电磁主阀。

2) 融霜为热氨与水融霜相结合。

a) 采用热氨与水融霜相结合的除霜方式。

b) 采用平时水自动融霜（当水温高于 $20^{\circ}\text{C}$ ），每星期 1~2次手动热氨融霜（除管内积油）。

---

---

小型冷库：

- ① 供液自控，回汽不自控。
- ② 冻结间与冻藏间合用同一温度回路，为防止冻结间回气倒窜，冻藏间回气管设止逆阀。

获取更多资料

微信搜索蓝领星球

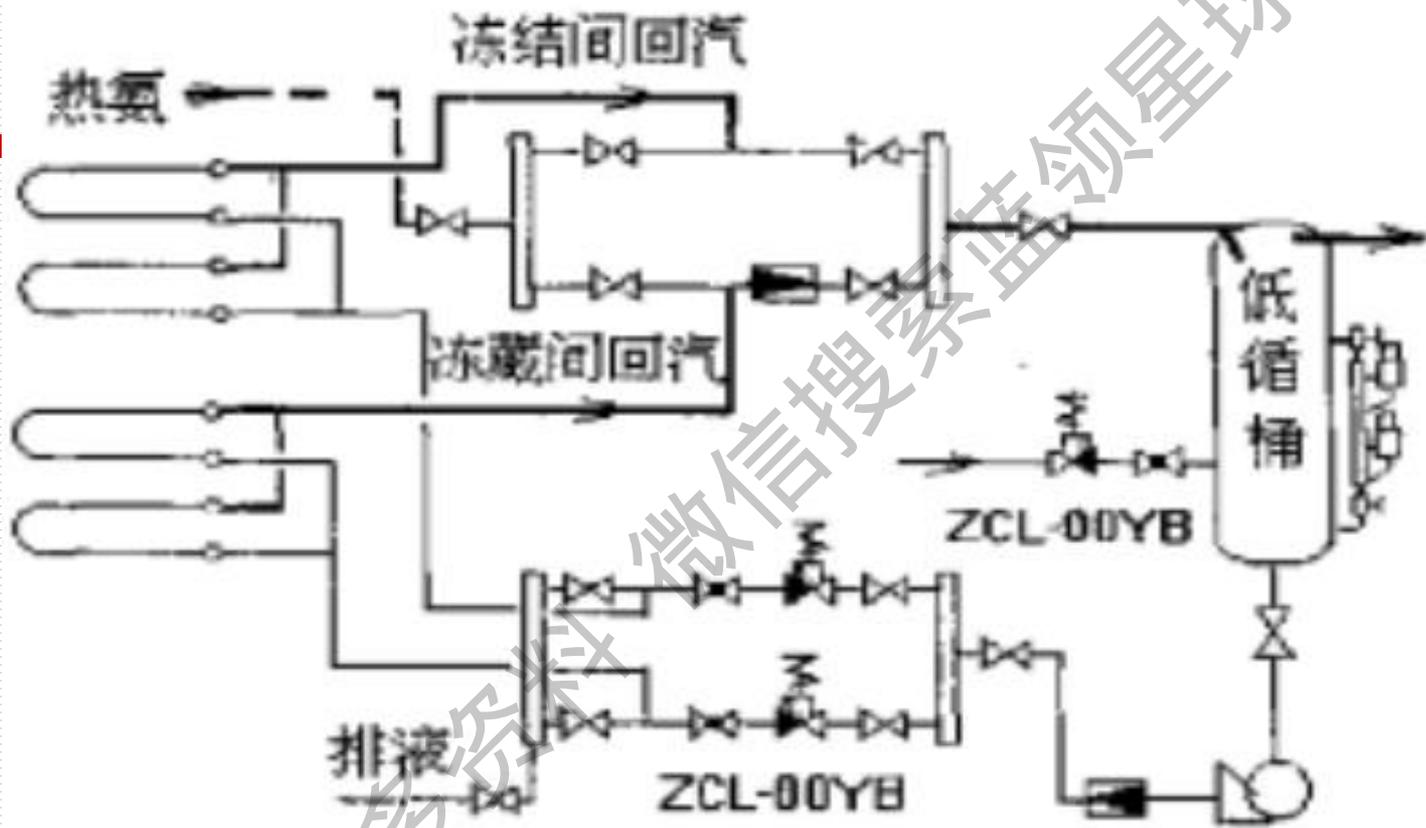


图 1-5-6 冻结间与冻藏间共一回路回汽处理

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

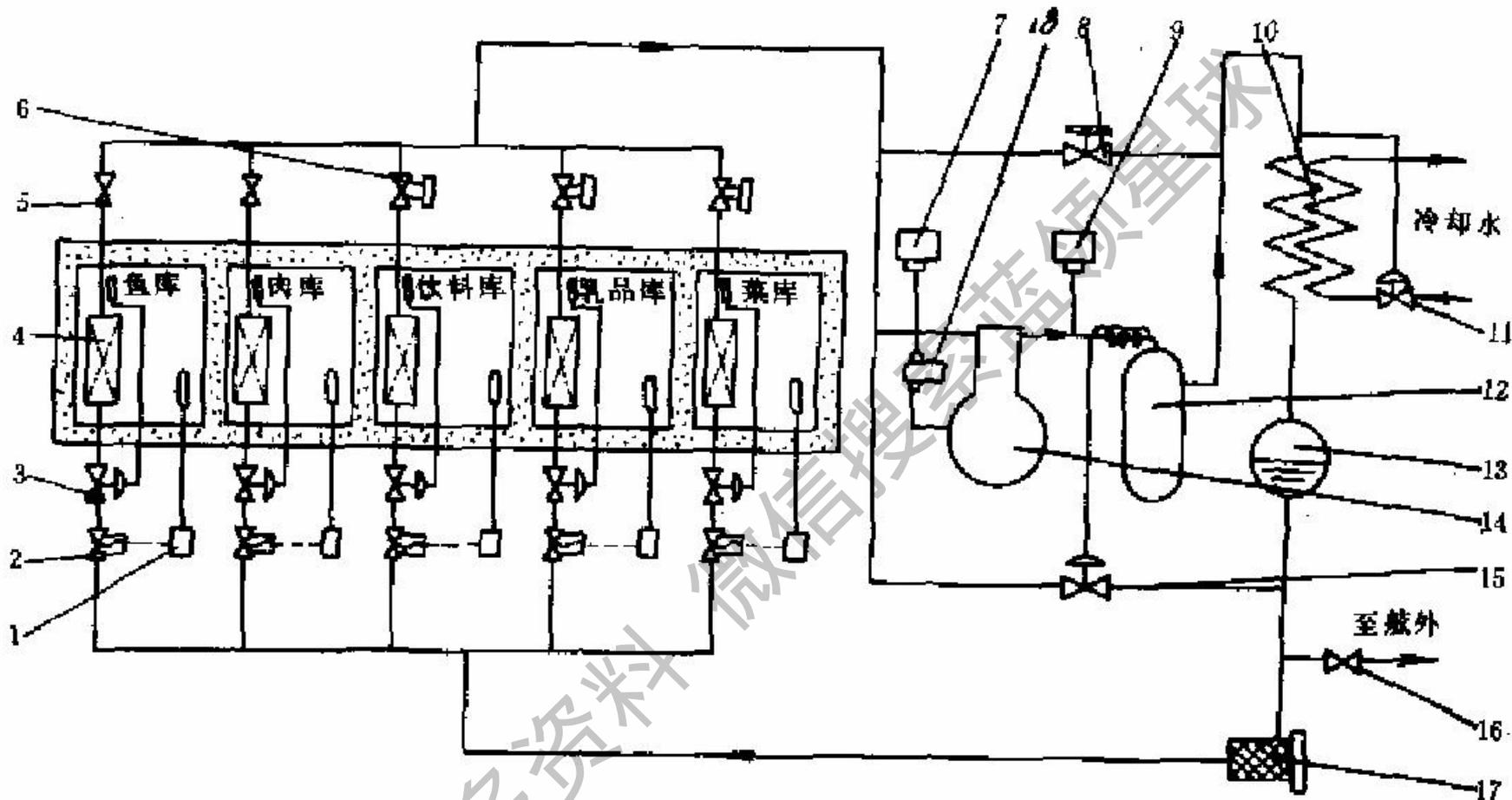


图 3-68 船用伙食冷库的制冷及控制系统

- |         |           |           |          |
|---------|-----------|-----------|----------|
| 1-温度控制器 | 2-电磁阀     | 3-热力膨胀阀   | 4-蒸发器    |
| 5-止回阀   | 6-蒸发压力调节阀 | 7-低压控制器   |          |
| 8-能量调节阀 | 9-高压控制器   | 10-冷凝器    | 11-水量调节阀 |
| 12-油分离器 | 13-贮液器    | 14-压缩机    | 15-喷液阀   |
| 16-安全阀  | 17-干燥过滤器  | 18-油压差控制器 |          |

## （四）冰库的自动控制

---

### 1. 特点：

为 $-15^{\circ}\text{C}$ 蒸发温度回路，蒸发器采用顶排管。

### 2. 控制内容：

与采用排管的冻藏间相似，只是温度控制精度不同，为 $-4^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ 。库温遥测、蒸发器供液、气汽自动控制、融霜手动控制（热氨加人工扫霜）。

3. 中小型冷库中，冰库与制冰间共用同一蒸发回路。为防止制冰间回气倒窜，冰库回气管设止逆阀。

---

## ※小型冷库的特点

---

- 1) 冻结间与冻藏间合用同一蒸发温度回路；冰库与制冰间共用同一蒸发温度回路，直流供液。
  - 2) 若货物经常出空，可采用单阀单流向供液回汽调节站。开门融霜。
  - 3) 不设紧急泄氨器。
  - 4) 负荷稳定时，可采用直流供液。
-

## 二、供液的自动控制

### (一) 液泵循环供液的自动控制

液位控制、高液位报警、流量旁通、液泵保护等。

#### 1、液位控制：

浮球液位控制器（或遥控液位计）与供液电磁主阀控制正常工作液位；另一套遥控液位计控制报警液面，报警并切断压缩机电源。

对于低循桶：正常工作液位30%~35%，报警液位为70%。

$$\Delta t_{\text{关}} = \frac{\Delta h \cdot F \cdot \rho}{G_2} \quad \Delta t_{\text{开}} = \frac{\Delta h \cdot F \cdot \rho}{G_1 - G_2}$$
$$G_1 = 2G_2 \quad \Delta t_{\text{开}} = \Delta t_{\text{关}}$$

## 二、供液的自动控制

### 2、流量旁通：

氨泵排出管设旁通阀，将多余的制冷剂旁通到低循桶，防止蒸发器液温升高。

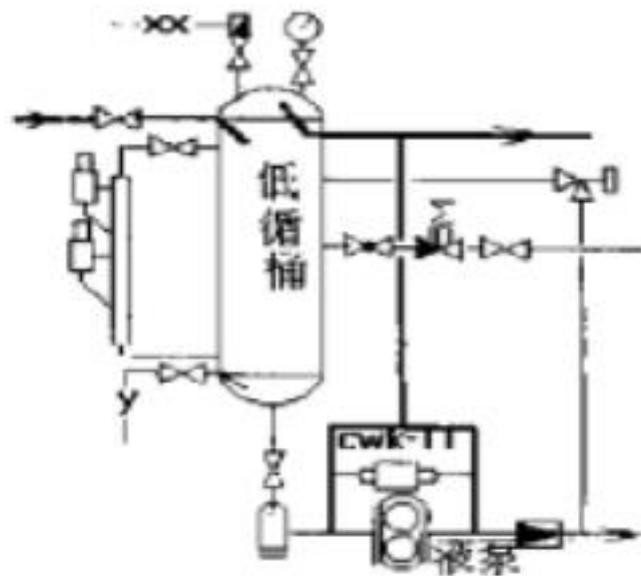


图 1-3-24 液泵回路示意图

### 3、氨泵保护

---

氨泵保护：在泵出口处**设止逆阀防液体倒流**。

- 屏蔽泵设压差控制器，当低循桶液位过低或气蚀时，泵进出口压差小，报警和停泵。
  - 齿轮泵自带安全回放阀，不设保护装置。
  - 开启式离心泵：进口处要有足够的液柱即可。
  - 抽气阀使泵易启动和防气蚀。
-

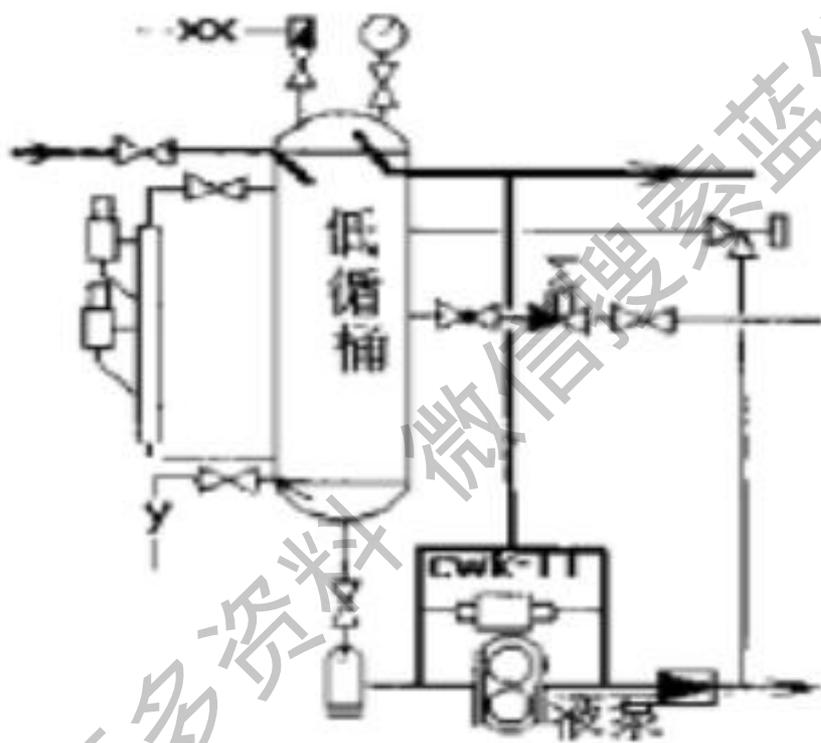


图 1-3-24 液泵回路示意图

## (二) 浮球阀控制供液

沉浸式和卧式蒸发器液位用浮球阀控制。

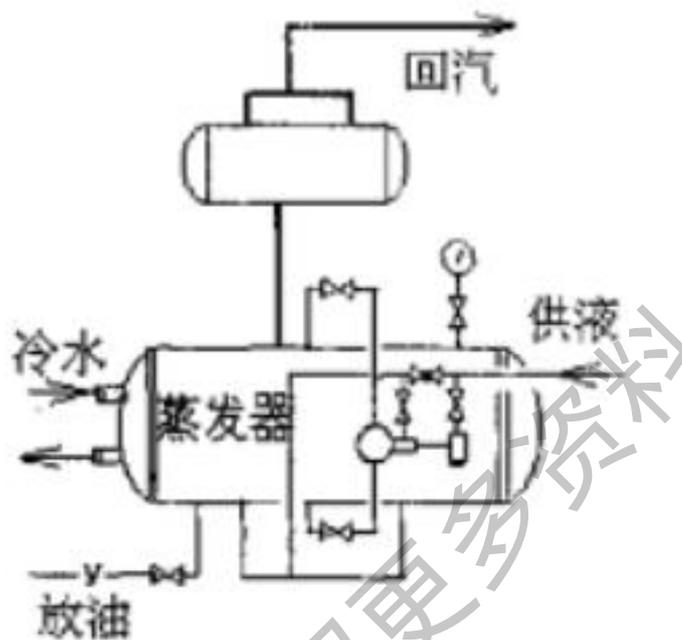


图 1-5-7 壳管式蒸发器的供液方式

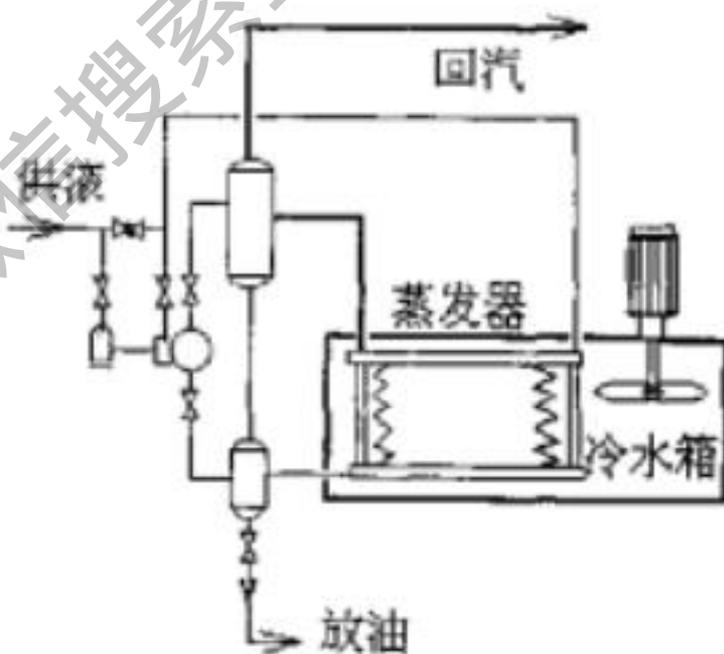


图 1-5-8 沉浸式蒸发器供液

### (三) 中间冷却器的自动控制

---

液位控制、高液位报警——与低循桶相同。

中压保护（压力高，压缩机启动困难）——设泄压管与低循桶接通。

方案

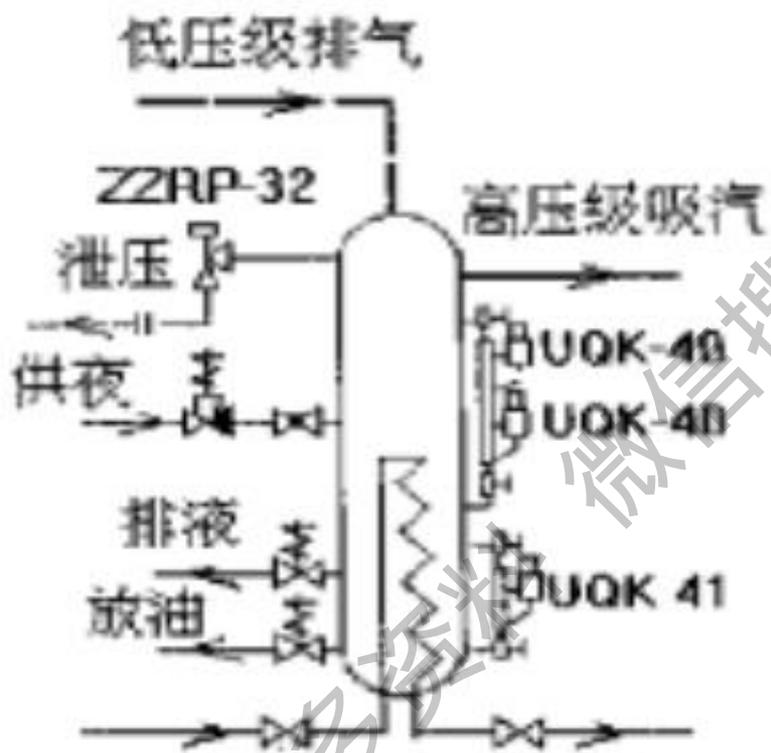
①泄压管装旁通阀，超压时阀自动开启，减压到低循桶。

②泄压管装电磁阀和压力控制器，超压时阀自动开启，减压到低循桶。

③泄压管装恒压电磁主阀。使压缩机轻荷启动。

可设自动放油阀。不设排液电磁阀。

---



· 图 1-5-9 中冷器自控

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# 作业

---

写出图1-1-5中制冷系统的**制冷循环流程**及

- 1、系统类型
  - 2、组成（4部分所含设备）
  - 3、供液方式
  - 4、除霜方式
-

# 思考题

1. 提高制冷系统效率的基本措施有哪些？
2. 为什么要设置中间冷却器？
3. 蒸发器的供液方式有哪些？简述每种供液方式的特点和适用的场合。
4. 高压贮液器在制冷系统中的作用是什么？
5. 有哪些油分离器？它是如何实现油分离的？
6. 制冷系统有哪些除霜方法？
7. 为防止液泵气蚀，在进行泵回路设计时应注意哪  
些问题？
8. 干燥过滤器的作用是什么？安装在什么位置？
9. 制冷系统中为什么要排除空气？
10. 排液桶的作用是什么？
11. 紧急泄氨器什么时候使用？