

前言

本书严格遵循2013年教育部制定的中等职业学校《制冷和空调设备运行与维修专业教学标准》编写。本书的主要特点：课程教学与学生认识过程相结合、理论与实际相结合、学生技能与岗位能力相对接，注重针对性、实用性，突出了现代职业教育理论。

在本书的编写过程中，冷库制造企业的专家对冷库安装与维修相关的工作过程和典型职业活动进行梳理，精心提炼出典型工作任务，从而形成中等职业学校教学的学习任务、知识目标和能力目标，能够帮助学生掌握冷库安装与维修的理论知识并不断提升实践技能。《冷库安装与维修》是中等职业学校制冷和空调设备安装与维修专业的核心课程，目的是培养具有良好职业道德和行为规范，掌握制冷专业职业岗位必备的基础知识、专业知识和操作技能，并拥有综合职业能力的制冷专业高素质技能型人才。本书包括四个单元：冷库的基本认识、冷库的安装与调试、冷库的维护工艺基本操作与故障排除、冷库的安全警示。每个单元分为若干个任务，每个任务都围绕着典型工作过程展开，旨在帮助学生提升冷库安装、检测、调试、维修、维护操作的综合职业技能。

本书按照中等职业学校的教学特点，遵循学生的认识规律进行编写，坚持“理实一体”思想，更多采用图形、实物照片和表格等形式，将各个知识点、技能点生动地展现出来，力求降低学生学习难度，特别适用于学生自主学习、探究式学习、团队学习。

本书根据中等职业学校制冷和空调设备运行与维修专业的人才培养模式和教学标准的基本要求编写，参考学时为108学时。

本书可作为中等职业学校的制冷和空调设备运行与维修专业以及制冷类相关专业的教学用书，也可作为劳动和社会保障系统的培训机构、社会力量办学的职业技能培训教材，还可作为冷库运行、维护与管理人员的学习参考用书。

本书由北京市电气工程学校宋友山主编，深圳市松大科技有限公司董事长张彦礼为副主编，权福苗、张晶、张巍、王鹏、陈亚芝等老师参与编写。企业专家张世奇和深圳市松大科技有限公司提供了相关的信息与资料支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

绪论	1
单元一 冷库的基本认识	8
任务 1 拼装式冷库认知	9
任务 2 土建式冷库认知	38
单元二 冷库的安装与调试	64
任务 1 拼装式氟利昂冷库的安装	65
任务 2 土建式氨冷库的安装	87
任务 3 冷库的试运行	134
单元三 冷库的维护工艺的基本操作与故障排除	158
任务 1 检修氨冷库的制冷设备	159
任务 2 氨冷库的故障判断与排除	185
任务 3 氟利昂冷库的故障判断与排除	200
单元四 冷库的安全警示	215
任务 1 冷库的安全防护	216
任务 2 氨冷库的紧急事故处理措施	225
参考答案	235
参考文献	262

单元一

冷库的基本认识

单元描述：

在本单元中，关键需要对冷库有一个全面的认知。认识拼装式冷库中的氟利昂冷库，内容包括认识氟利昂冷库中的库体结构和制冷设备；认识土建式中的氨冷库，内容包括认识氨冷库的制冷系统、保温系统以及电气控制系统。

知识目标：

1. 认识拼装式氟利昂冷库。
2. 认识土建式氨冷库。

能力目标：

1. 会识别拼装式氟利昂冷库制冷系统的主要组成设备。
2. 会识别氨冷库的制冷系统、保温系统以及电气控制系统。

任务 1

拼装式冷库认知

任务描述 >>

拼装式冷库制冷系统主要由冷库库体和制冷机组及辅助设备组成，其库体包括库门、库板等，制冷机组包括压缩机、冷凝器、蒸发器、节流装置等，本任务以氟利昂冷库为例，介绍拼装式冷库的基本特点。

知识目标

1. 认识氟利昂的库体结构。
2. 认识氟利昂冷库的制冷设备。
3. 认识氟利昂冷库保温系统有哪些保温材料。
4. 认识氟利昂冷库电气控制系统。

能力目标

1. 能识别拼装式冷库的库体结构。
2. 能识别冷库制冷系统中各主要设备。
3. 能识别冷库的一些保温材料的情况。
4. 能识别冷库电气控制系统。

任务分析 >>

一个拼装式冷库包括库体、制冷系统、保温系统、电气控制系统四大块内容。认识冷库，首先认识冷库库体；然后认识制冷系统的制冷设备，如压缩机的类型与特点、冷凝器的类型与分类等；冷库保温系统的不同的保温材料；冷库电气控制系统的各种电动机和继电器。

任务实施 >>

一、认识拼装式氟利昂冷库结构

拼装式冷库为单层形式，库板为钢框架轻质预制隔热板装配结构，其承重构件多采用薄壁型钢材制作。库板的内、外面板均用彩色钢板（基材为镀锌钢板），库板的芯材为发泡硬质聚氨酯或粘贴聚苯乙烯泡沫板。由于除地面外，所有构件均是按统一标准在专业工厂成套预制，在工地现场组装，故建设周期短。其隔热保温材料常采用硬质聚氨酯泡沫板或硬质聚苯乙烯泡沫板等。

1. 认识拼装式氟利昂冷库的整体结构

拼装式冷库库体由库底垫板、底板、墙板和顶板组成。库底垫板铺设在校平后的地坪上，主要作用是调整地坪的水平，通风防潮、防腐锈。底板由凸边底板、中底板和凹边底板组成。顶板的组成与底板相似，由凸边顶板、中顶板和凹边顶板组成。拼装式冷库墙板分外墙和库内隔墙两种。外墙由角板、双凸墙板、凸凹墙板、双凹墙板组成，角板位于库体的四角，每个完整的拼装式冷库有四个角板；每一面不安装库门的墙上必有一个双凸墙板，其余为凸凹墙板。隔墙主要是将一个库隔成两个隔间，用于不同的食品储备。如图 1-1-1、图 1-1-2 所示。

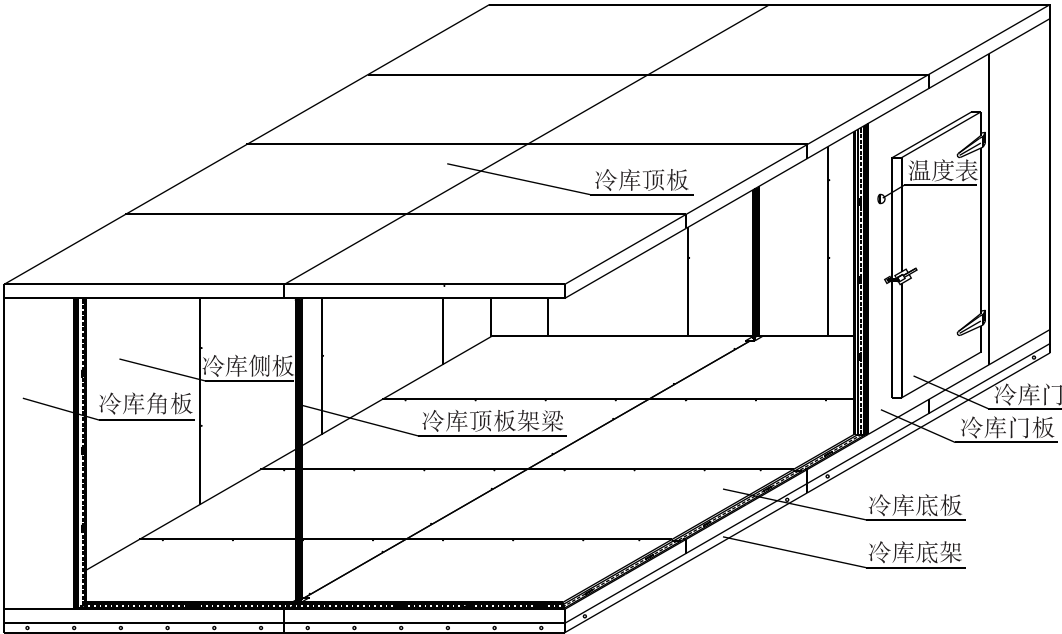


图 1-1-1 拼装式冷库库体结构图

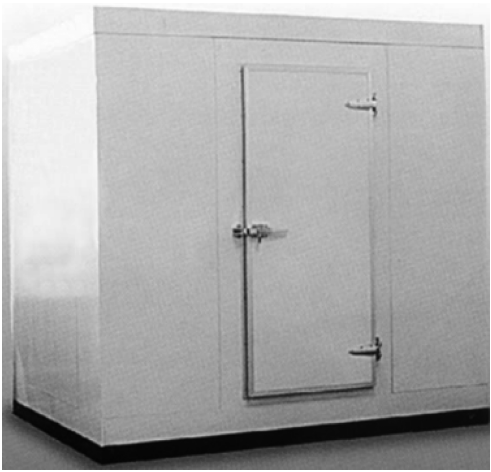


图 1-1-2 拼装式冷库库体实物图

2. 认识拼装式氟利昂冷库的库门

拼装式冷库库门一般由一次性发泡的聚氨酯或聚苯乙烯、金属面板、铰链、门锁、把手和密封条组成，门边装有防露加热丝及磁力胶条，防止结露及漏冷。冷库门配置自动关闭式重型门铰，每扇门拉手均备有内置安全门锁，可在冷库内自由开启。库门种类有推拉、平移、电动、手动等，如图 1-1-3 ~ 图 1-1-8 所示。



图 1-1-3 电动冷藏门



图 1-1-4 不锈钢冷库半埋门



图 1-1-5 冷库全埋门



图 1-1-6 冷库轻型平移门



图 1-1-7 冷库电动平移门



图 1-1-8 冷库轻型平移门

库门铰链固定在门框上，冷库门要装锁和把手，同时要有安全脱锁装置；低温冷库门的门框上要安装电压 24V 以下的电加热器，以防止冷凝水和结露。库内装防潮灯，测温元件置于库内均匀处，温度显示器装在库体外墙板易观察的位置。

冷库门也称为冷藏门，是冷库的重要设施之一，也是冷库跑冷的重要部位之一。由于冷库内外的温度差，开库门时，空气通过门洞强烈对流，导致热湿交换，增加了冷库的热负荷。这部分热负荷通常称为开门耗冷量或开门冷损失。开冷库门时，进入

冷库内的空气量与门的高度和宽度有关，与库内外的温度有关，当然也跟开门的时间和次数有关。

从节能的角度出发，设计时应尽量控制冷库门数量，尽量缩小门洞尺寸，应选用启闭运作迅速的冷库门。平时应尽量减少热交换，及时关闭库门，尽可能减少开门的耗冷量。

3. 认识拼装式冷库的库板

库板类型：分为聚氨酯库板和聚苯乙烯库板两种类型。目前国际上普遍采用的是导热系数最佳的硬质聚氨酯夹芯板，库板的内、外面选用聚酯覆膜彩色钢板，全新的凹凸插槽式结构安装快捷，能大大缩短建造周期，降低建造成本。聚氨酯冷库板采用模具高压发泡而成，有一定的规格尺寸，库板宽度以 295.3 为模数，库板长度不超过 13.5m。由于聚氨酯库板的强度、隔热等性能优于聚苯乙烯库板，所以聚氨酯库板通常多应用于速冻库或低温库上。聚苯乙烯库板则由于隔热性能较好且价格适中，通常多用于普通低温冷库、高温冷库和食品加工厂等工业与民用建筑上。如图 1-1-9、图 1-1-10 所示。



图 1-1-9 聚氨酯库板



图 1-1-10 聚苯乙烯库板

(1) 库体结构工艺

冷库库体拼装板材均采用组模压制而成，能完全与 100% 的聚氨基甲酸酯泡沫绝缘材料黏合而无须物料支撑，嵌板的周边均以绝热材料封合，使接合处密封，有效防止漏冷。库板可按要求组合成各种尺寸的冷库，中间隔板采用冷库板，冷库板面板均采用金属板制成，连接紧固，一般采用偏心拉力钩互相扣锁，将板与板之间拉拢和锁紧，以使冷库有非常坚固的结构，并可简单方便地安装与拆卸。性能参数见表 1-1-1、表 1-1-2。

表 1-1-1 库板——聚氨基甲酸酯材料性能参数

项 目	标 准
导热系数 “ k ” [$\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$]	0.018
平均密度 (kg/m^3)	45 ~ 50
可承受压力 (kg/cm^2)	2.0
最高操作温度 ($^\circ\text{C}$)	60
最低操作温度 ($^\circ\text{C}$)	-120

表 1-1-2 聚氨酯板的性能参数

项 目	标 准
密度 (kg/m ³)	40 ~ 50
导热系数 [W/(m·℃)]	≤0.022
抗压强度 (MPa)	≥0.2
吸水率 (kg/m ²)	≤0.03
离火自熄时间 (s)	≤7
抗弯强度 (MPa)	≥0.25

冷库库板的连接方式有镶嵌连接、PVC 连接、H 形铝材连接、挂钩连接。

为了达到设计科学、实用、简单、节约成本的效果，厂家生产出墙板、角板、T 形板等不同形式的库板。拼装式冷库整体示意图如图 1-1-11 所示。

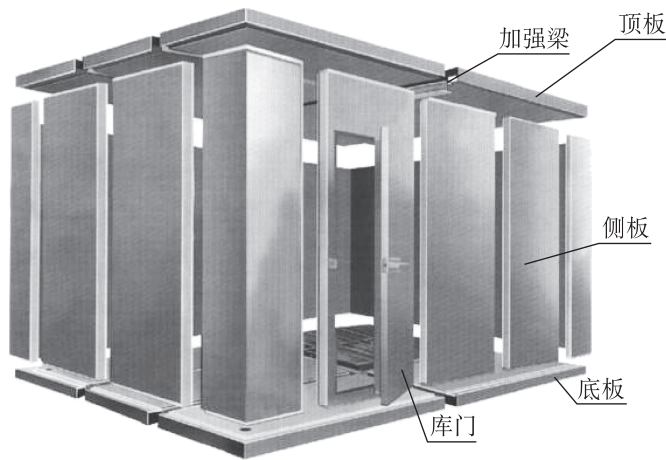


图 1-1-11 拼装式冷库整体示意图

(2) 拼装式冷库库板的识别

所有冷库的库板均采用加硬钢铁制成的偏心拉力锁扣（偏心钩和槽钩钢板）互相扣紧，此拉力锁由精确定位的钩形锁臂及一条钢轴组成，以确保库体结构更加坚固耐用，如图 1-1-12 ~ 图 1-1-14 所示。库板接合处为凹凸接口，并有密封胶边（海绵胶带密封），确保库体密封，以防漏冷。偏心拉力锁扣只需两次动作便可完成扣板程序：扣上、转动六角匙锁紧。



图 1-1-12 墙板



图 1-1-13 角板

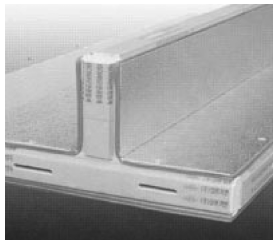


图 1-1-14 T 形板

拼装式冷库库体介绍汇总见表 1-1-3。

表 1-1-3 拼装式冷库库体介绍汇总表

序号	项 目	构 成	特 点
1	库板 夹芯保温 材料	聚氨酯硬质泡沫 塑料 (PU)	具有质轻、密度可调, 比强度大, 绝缘和隔音性能优越, 电气性能好, 加工工艺性好, 耐化学药品, 吸水率低等特点, 主要应用于冷库、冷罐、管道等部门作绝缘保温、保冷材料
2		聚苯乙烯 泡沫塑料 (EPS)	具有质轻、坚固、吸振、低吸潮、易成形及耐水性良好、绝热性好、价格低等特点, 广泛地应用于包装、保温、防水、隔热、减振等领域
3	库板 金属材料	压花铝板、不锈钢 板、彩锌钢板、盐 化钢板、镀锌钢板	墙板、顶板可采用压花铝板、不锈钢板、彩锌钢板、盐化钢板, 标准地台板可采用 1.0mm 镀锌钢板
4	库板厚度 的选择 (单位: mm)	有 50、75、100、150、 200 等规格	分别适用于以下温度: 5℃ 以上、-5℃ 以上、 -25℃ 以上、-45℃ 以上、-55℃ 以上
5	不同 形式的库板	库底垫板	库底垫板铺设在校平后的地坪上, 主要作用是调整地坪的水平, 通风防潮、防腐锈。冷库的底部应有融霜水排泄系统, 并附以防冻措施
6		底板	底板由凸边底板、中底板和凹边底板组成, 应有足够的承载能力
7		墙板	隔墙用于将一个库隔成两个隔间, 用于不同的食品储备。角板位于库体的四角, 每个完整的冷库有四个角板。每一面不安装库门的墙上必有一个双凸墙板, 其余为凸凹墙板
8		顶板	顶板的组成与底板相似, 由凸边顶板、中顶板和凹边顶板组成。如果装在室外, 用户须搭设雨篷, 保证库体不受日晒雨淋

二、认识拼装式冷库氟利昂制冷机组

拼装式冷库是小型冷库, 具有投资少、安装周期短、可活动搬迁的特点, 它广泛用于大型饭店、食堂和小型畜禽屠宰加工厂冻结或冷藏各种食品, 库温能够自动控制, 无须专人看管, 既有安全保护装置, 又有温度控制装置。常见的机组类型根据机组中压缩机的密封结构形式, 可分为开启式、半封闭式和全封闭式风冷或水冷机组, 各种类型机组的选择主要取决于被冷却或冻结物的数量以及拼装式冷库所处场地的环境和位置。场地开阔且通风良好的, 通常选用风冷机组。风冷机组一般置于室外, 所以要求必须处理好机组的防水, 同时考虑到机组的通风效果。对于水源充足、制冷负荷较大的场所, 通常选用水冷机组, 水冷机组应尽量使用循环水, 同时配备冷却塔, 这样可降低耗水量。如图 1-1-15 ~ 图 1-1-17 所示。

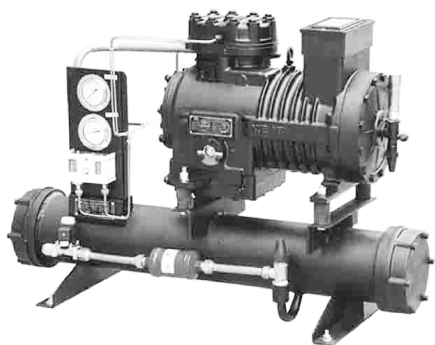


图 1-1-15 半封闭式水冷机组



图 1-1-16 全封闭式风冷机组

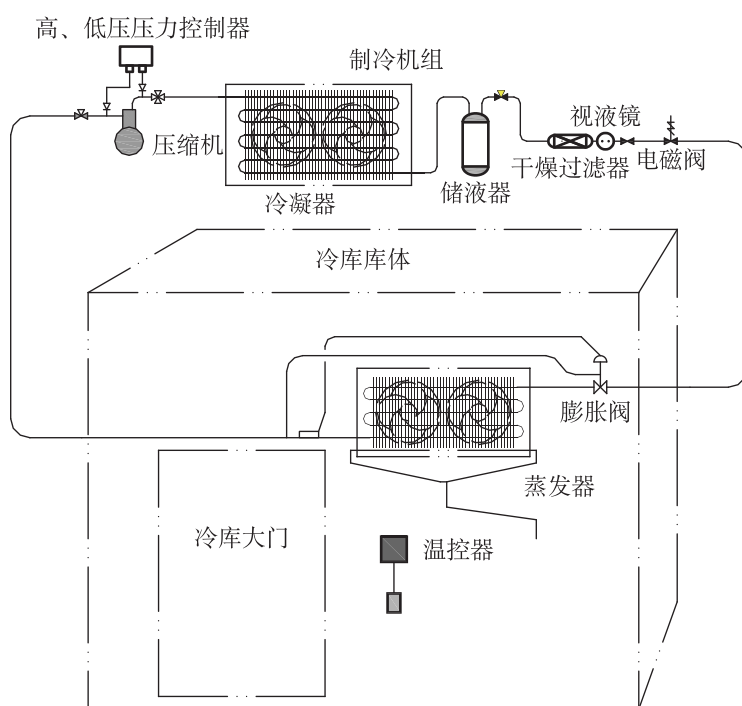


图 1-1-17 拼装式氟利昂冷库整体示意图

1. 认识拼装式冷库氟利昂机组的压缩机

(1) 开启式制冷压缩机整体结构 (图 1-1-18)

开启式制冷压缩机结构特点:

- ① 容易拆卸修理，压缩机和电动机可个别更换。
- ② 电动机和压缩机不直接连成一体，缸盖和气缸体充分暴露在外，吸入蒸汽的过热度小，能效比高，在低温下使用，具有较好的冷却性能。
- ③ 可以采用改变皮带传动比的简单方法调整压缩机的制冷量。
- ④ 在无电力供应的场合，可由发电机来驱动运转。
- ⑤ 缺点：尺寸、质量大，工质易泄漏，噪声大。

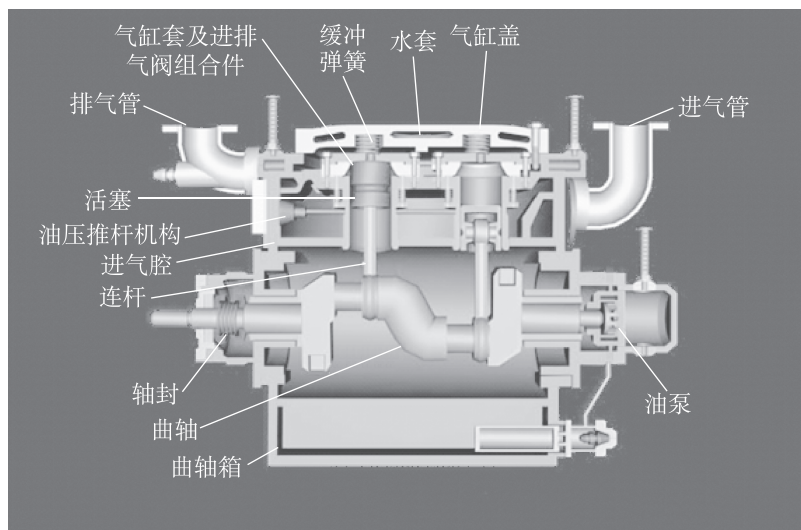


图 1-1-18 开启式制冷压缩机整体结构

(2) 半封闭式制冷压缩机整体结构 (图 1-1-19)

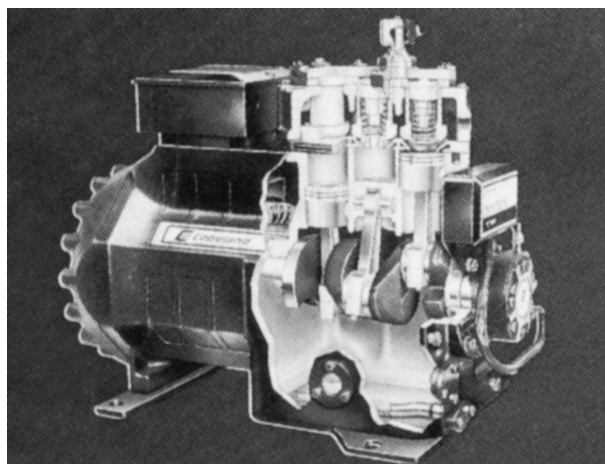


图 1-1-19 半封闭式制冷压缩机整体结构

半封闭式制冷压缩机特点：

- ① 比开启式结构紧凑，噪声低，比全封闭式易于拆卸和修理。
- ② 制冷剂泄漏得到改善，但还是不如全封闭式压缩机。
- ③ 缺点：要求有高质量耐氟的电动机为基础，一旦有故障，修理不方便。

(3) 全封闭式制冷压缩机

制冷压缩机与电动机一起水平或者垂直装置在一个密闭的、由上下两部分冲压而成的铁壳内，焊接成一个整体。从外表看，只有压缩机的吸、排气管和制冷剂充注这种形式的压缩机称为全封闭式压缩机。它比半封闭式压缩机的结构更加紧凑、更轻、密封性更好，机组与壳体间设有减振装置，运转比较平稳，噪声低，设有接线柱空间

为低压，高压借助于管道伸出壳外，如图 1-1-20 所示。全封闭式制冷压缩机的另一个特点是壳体好像一个气液分离器，能减少液击事故的发生，电动机沉浸在低温制冷剂蒸气中，改善了电动机的冷却条件并提高了工作效率。



图 1-1-20 全封闭式制冷压缩机结构图

(4) 活塞式制冷压缩机

活塞式制冷压缩机是应用最早的一种压缩机。它具有使用温度范围广，设计、制造及运行管理技术成熟可靠的特点，应用较广。但由于传动结构复杂和振动的存在，限制了其转速和制冷量的提高。我国制造的活塞式制冷压缩机多为中、小型的。

小型、中型活塞式单级制冷压缩机的基本参数见表 1-1-4 和表 1-1-5。

表 1-1-4 小型活塞式单级制冷压缩机的基本参数

类别	缸径 (mm)	行程 (mm)	转速范围 (r/min)
开启式	50, 60	44	600 ~ 1500
半封闭式	30, 40, 50, 60	44	1440

表 1-1-5 中型活塞式单级制冷压缩机的基本参数

类别	缸径 (mm)	行程 (mm)	转速范围 (r/min)	缸数	容积排量 (8 缸)			
					最高转速 (r/min)	排量 (m ³ /h)	最高转速 (r/min)	排量 (m ³ /h)
半封 闭式	70	70	1800 ~ 1000	2, 3, 4, 6, 8	1800	232.6	1000	129.2
		55				182.6		101.5
开 启 式	100	100	1500 ~ 750	2, 4, 6, 8	1500	565.2	750	282.6
		80				452.2		226.1
	125	110	1200 ~ 600		1200	777.2	600	388.6
		100				706.5		353.3
	170	140	1000 ~ 500		1000	1524.5	500	762.3

活塞式制冷压缩机的主要零部件与结构：

活塞组是活塞、活塞销、活塞环等的总称。活塞组在连杆的带动下，在气缸内做往复运动，在气阀部件的配合下完成吸入、压缩和输送气体的作用。如图 1-1-21 ~ 图 1-1-23 所示。

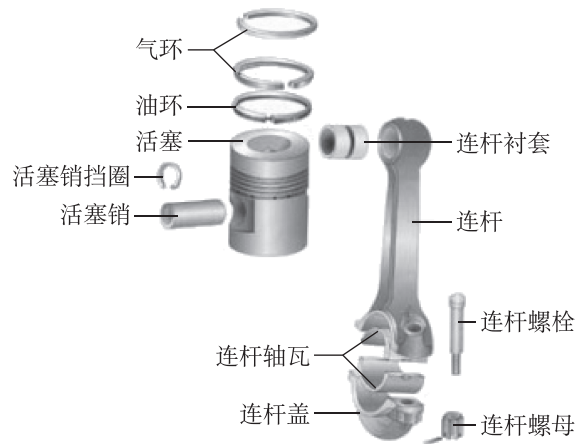


图 1-1-21 活塞组部件图

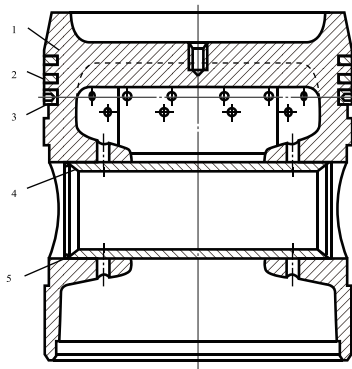


图 1-1-22 活塞组部件剖面图



图 1-1-23 活塞实物图

1—活塞；2—气环；3—油环；4—活塞销；5—弹簧挡圈

(5) 螺杆式制冷压缩机

螺杆式制冷压缩机与活塞压缩机的往复容积式不同，它是一种回转容积式压缩机。与活塞压缩机相比，螺杆式制冷压缩机有以下优点：①体积小、质量轻，结构简单，零部件少，只相当于活塞压缩机的 $1/3 \sim 1/2$ ；②转速高，单机制冷量大；③易损件少，使用维护方便；④运转平稳，振动小；⑤单级压比大，可以在较低蒸发温度下使用；⑥排气温度低，可以在高压比下工作；⑦对湿行程不敏感；⑧制冷量可以在 $10\% \sim 100\%$ 无级调节；⑨操作方便，便于实现自动控制；⑩体积小，便于实现机组化。螺杆式制冷压缩机的缺点：转子、机体等部件加工精度要求高，装配要求比较严格，油路系统及辅助设备比较复杂，因为转速高，所以噪声比较大。

螺杆式制冷压缩机工作原理：

双螺杆（压缩机）是由一对相互啮合、旋向相反的阴、阳转子，阴转子为凹型，阳转子为凸型。随着转子按照一定的传动比旋转，转子基元容积由于阴、阳转子相继侵入而发生改变。侵入段（啮合线）向排气端推移，于是封闭在沟槽内的气体容积逐

渐缩小，压力逐渐升高，当压力升高到一定值（或者说转子旋转一定位置）时，齿槽（密闭容积）与排气孔相通，高压气体排出压缩机，进入油分离器。吸气、压缩、排气过程如图 1-1-24 所示。

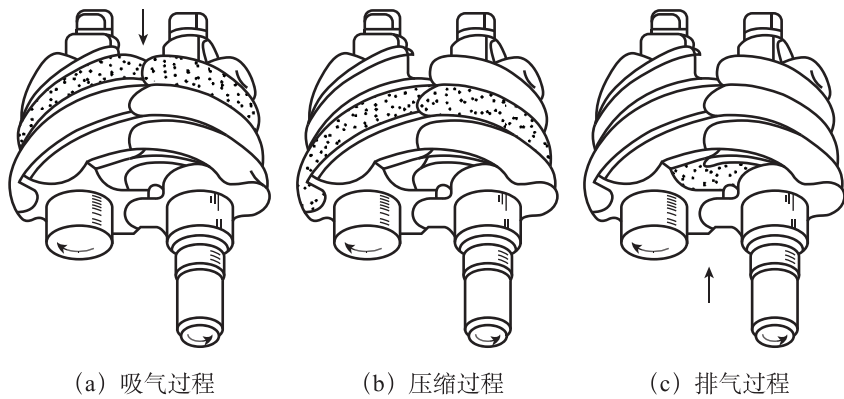


图 1-1-24 螺杆式制冷压缩机工作原理

2. 认识机组换热装置

(1) 拼装式冷库冷凝器

按冷却介质来分，拼装式冷库冷凝器主要分为水冷式和风冷式。

① 水冷式冷凝器。在水冷式冷凝器中，活动冷库压缩机中制冷剂放出的热量被冷却水带走。水冷式冷凝器种类较多，按其形状有套管式、壳管式及板式等。如图 1-1-25、图 1-1-26 所示。

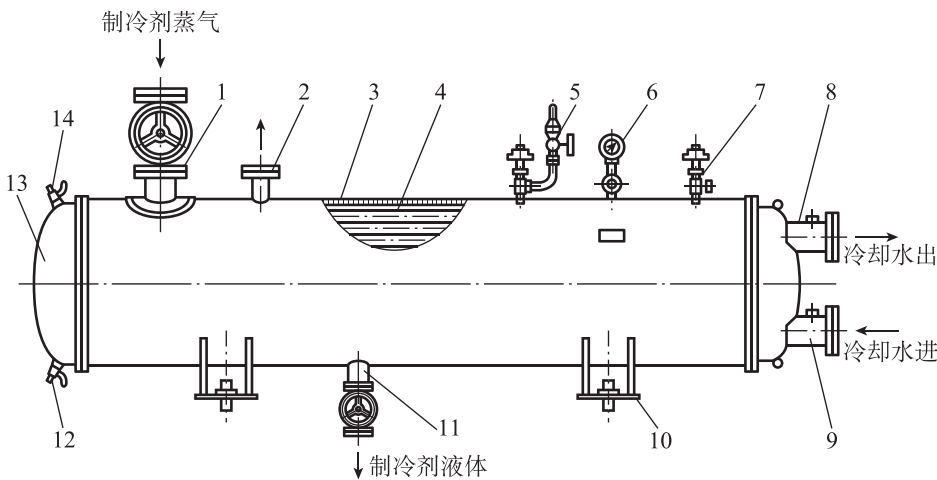


图 1-1-25 水冷式冷凝器工作示意图

1—制冷剂进气管；2—气体平衡管；3—筒体；4—换热管束；6—安全阀；7—放气管；8—冷却水进管；9—冷却水出管；10—支座；11—制冷剂出液管；12—泄水旋塞；13—端盖；14—放气旋塞

② 风冷式冷凝器。在风冷式冷凝器中，制冷剂放出的热量被空气带走。风冷式冷凝



图 1-1-26 水冷式冷凝器实物图

器适用冷负荷较小，只在小型活动冷库制冷系统中使用。如图 1-1-27、图 1-1-28 所示。

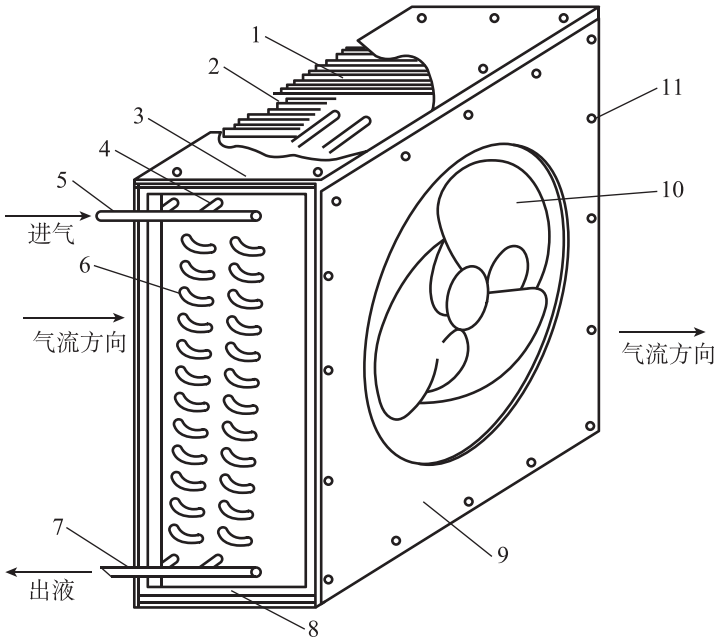


图 1-1-27 风冷式冷凝器工作示意图

1—肋片；2—传热管；3—上封板；4—左端板；5—进气集管；6—弯头；7—出液集管；
8—下封板；9—前封板；10—通风机；11—装配螺钉

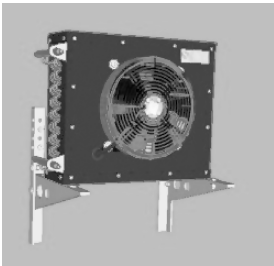


图 1-1-28 风冷式冷凝器实物图

(2) 组合式冷库制冷用的套管式冷凝器

它是在一根直径较大的钢管或铜管中，套一根或数根直径较小的铜管（光滑管或

低肋管)，然后根据机组布置的要求弯制成圆形或 U 形螺旋形式。制冷剂蒸气从上部进入外套管，冷凝液从外套管下部流出；而冷却水则由下部进入内管，与制冷剂呈逆向流动，沿程吸收制冷剂蒸气的热量，最后由上部流出，这种形式的冷凝器常用于冷负荷小于 40kW 的组合式冷库、小型冷库氟利昂制冷系统中。如图 1-1-29 所示。

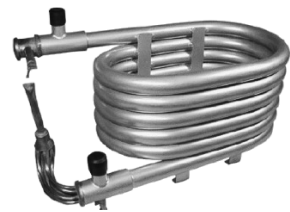


图 1-1-29 套管式冷凝器实物图

(3) 壳管式冷凝器分为立式和卧式

立式壳管式冷凝器，外壳是用钢板卷制焊接成的圆柱体，柱体两端焊有多孔管板，孔内对应有传热管，用于对制冷剂的冷却。其特点是结构庞大，耗材多，冷却水流速低，易结垢，冷却水消耗量大，适用于水源充足、水质较差的地区。

(4) 小型冻库、小型氟利昂拼装式冷库常见的蒸发器

① 自然对流式冷却空气的蒸发器。这种蒸发器的蒸发管又称为排管，常用于冷库中。它可安装在冷库内的顶棚下、墙面上或货物搁架上。如图 1-1-30 所示。

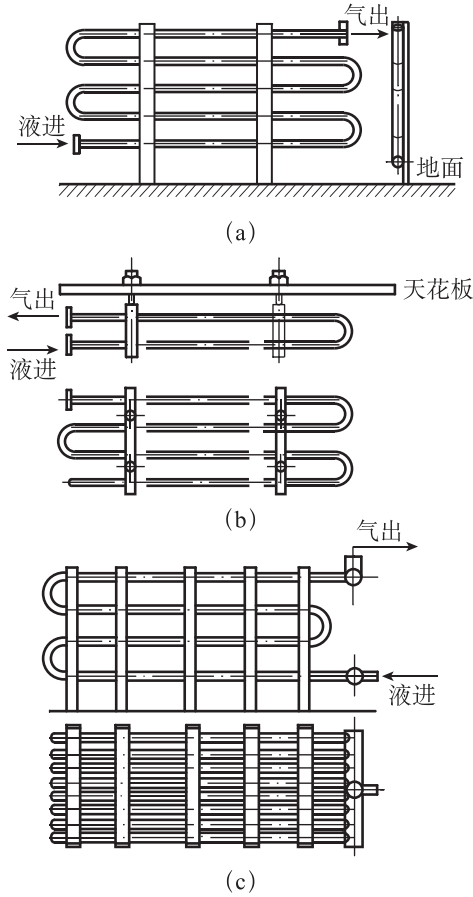


图 1-1-30 自然对流式冷却空气的蒸发器

② 强迫对流式冷却空气的蒸发器。这种蒸发器又称为直接蒸发式空气冷却器。它由几排带肋片的盘管和风机组成，如图 1-1-31 所示，它依靠风机的强制作用，使被冷却房间的空气从盘管组的肋片间流过。管内制冷剂吸收强迫流经管外空气的热量汽化，使管外的空气冷却降温后送入房间。

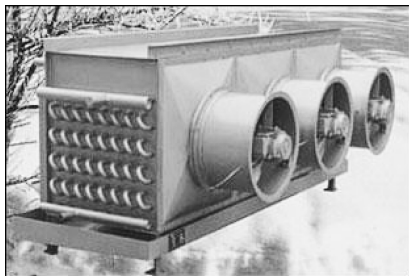


图 1-1-31 强迫对流式冷却空气的蒸发器

该类型蒸发器还可接入自动或手动电热融霜装置。当蒸发器结霜超过一定厚度时，降温速度减慢，可接通融霜电源，电热丝升温，使霜层融化。

3. 认识氟利昂冷库的节流装置

在冷库制冷系统中，节流装置对高压液体制冷剂进行节流降压，保证冷凝器和蒸发器之间的压力差，以便使蒸发器中液体制冷剂在要求的低压下蒸发吸热，从而达到制冷降压的目的；同时，使冷凝器中的气态制冷剂在给定的高压下放热、冷凝。其次，调整供入蒸发器的制冷剂流量，以适应蒸发器热负荷的变化，使制冷装置更加有效地运转。

常用的节流机构有以下几种：手动式膨胀阀、浮球式膨胀阀、热力式膨胀阀以及毛细管道等。

(1) 手动式膨胀阀

手动式膨胀阀的结构和普通截止阀相似，只是它的阀芯为针形锥体或具有 V 形缺口的锥体。阀杆采用细牙螺纹，在旋转手轮时，可使阀门的开启度缓慢地增大或减小，从而保证良好的调节性能。如图 1-1-32 所示。

(2) 浮球式膨胀阀

浮球式膨胀阀多用于满液式蒸发器，这种蒸发器要求液面保持一定的高度，这点正符合浮球式膨胀阀的特点。如图 1-1-33 所示。根据液态式制冷剂流动情况不同，它可以分为直通式和非直通式两种。

(3) 热力式膨胀阀

热力式膨胀阀是通过控制蒸发器出口气态制冷剂的过热度来控制供入蒸发器的制冷剂流量。因为有一部分蒸发器的面积必须用来使气态制冷剂过热，所以它广泛地用于空调或低温系统内（尤其是氟利昂制冷系统）的所有非满液式蒸发器。如图 1-1-34 所示。

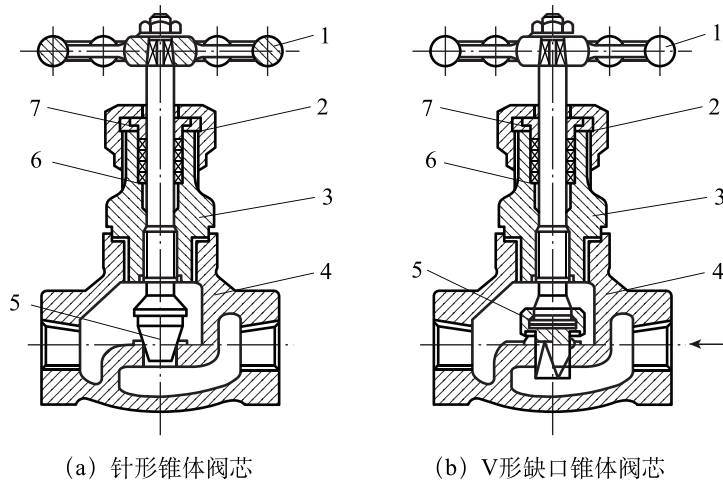


图 1-1-32 手动式膨胀阀的结构

1—手轮；2—上盖；3—填料；4—阀体；5—阀芯；6—阀杆；7—填料压盖

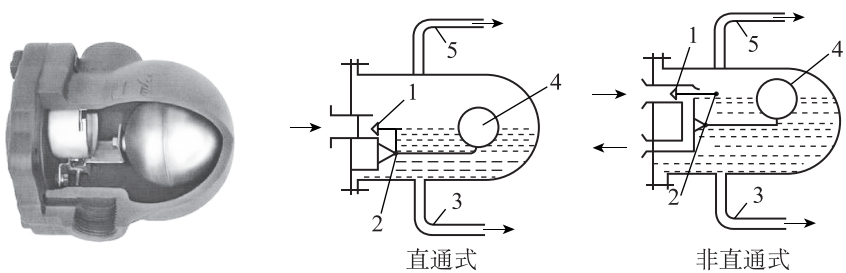


图 1-1-33 浮球式膨胀阀

1—针阀；2—支点；3—液体连通管；4—浮球；5—连通管气体

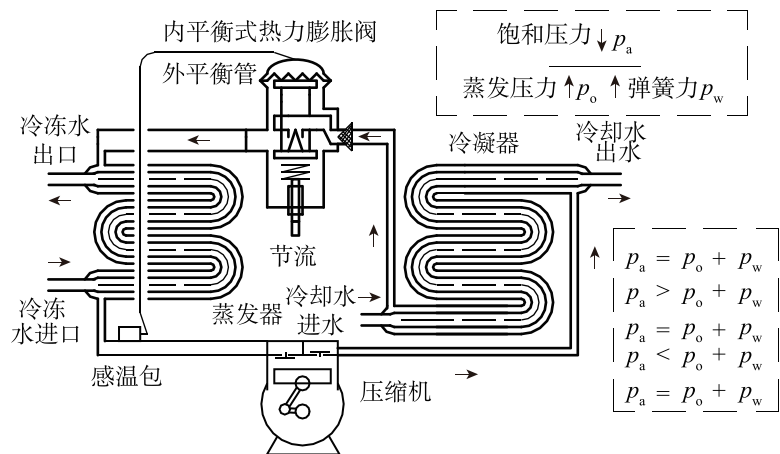


图 1-1-34 热力式膨胀阀

热力式膨胀阀因平衡方式不同，或是说蒸发压力引向膜片下内腔内的方式不同，可有内平衡式和外平衡式两种。如图 1-1-35 所示。

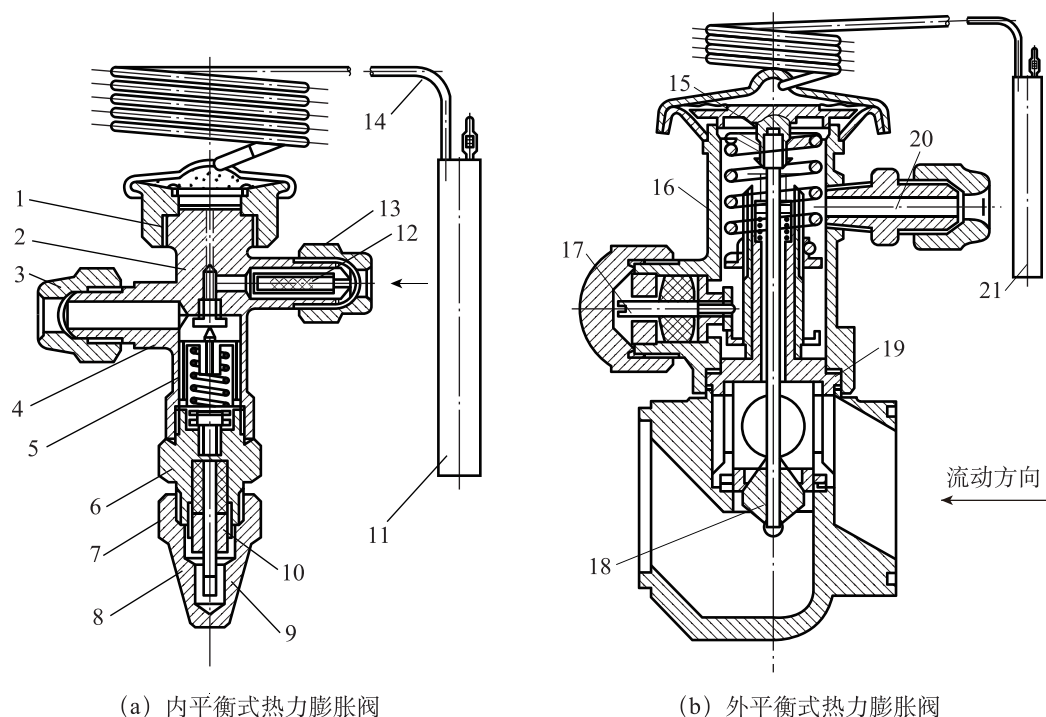


图 1-1-35 内平衡式与外平衡式热力膨胀阀

- 1—气箱座；2—阀体；3、13—螺母；4—阀座；5—阀针；6—调节杆座；7—填料；8—阀帽；
9—调节杆；10—填料压盖；11—感温包；12—过滤网；14—毛细管；15—阀杆螺母；
16—弹簧；17—调节杆；18—阀杆；19—阀体；20—外平衡管接头；21—感温包

4. 认识氟利昂冷库的辅助设备

氟利昂冷库的辅助设备主要包括分离设备、储液设备、过滤器、安全设备等。辅助设备在拼装式小型冷库的一般位置如图 1-1-36 所示。

在高压供液管路上设置电磁阀，用于自动控制供液管的通断。当压缩机启动运转时，经电路控制的电磁阀自动开启，冷凝器自动开启，并向蒸发器供液；当压缩机停止运转时，电磁阀自动关闭，冷凝器不再向蒸发器供液，以免蒸发器中储液过多，从而可防止压缩机再次启动时产生冲缸事故。

(1) 认识分离设备

① 油分离器。油分离器可分为四种类型：过滤式油分离器、洗涤式油分离器、填料式油分离器、离心式油分离器。

过滤式油分离器，应用于氟利昂制冷系统。由进气管、过滤网、排气管、筒体、浮球阀组、手动回油阀、自动回油出口阀组成。过滤式油分离器是依靠气体降低流速、改变流向及几层金属丝网的过滤来实现的。如图 1-1-37、图 1-1-38 所示。

② 气液分离器。制冷系统中的气液分离设备，用于重力供液系统中，将蒸发器出来的蒸气中的液滴分离掉，以提高压缩机运转的安全性。它也用在储液器后面，用来

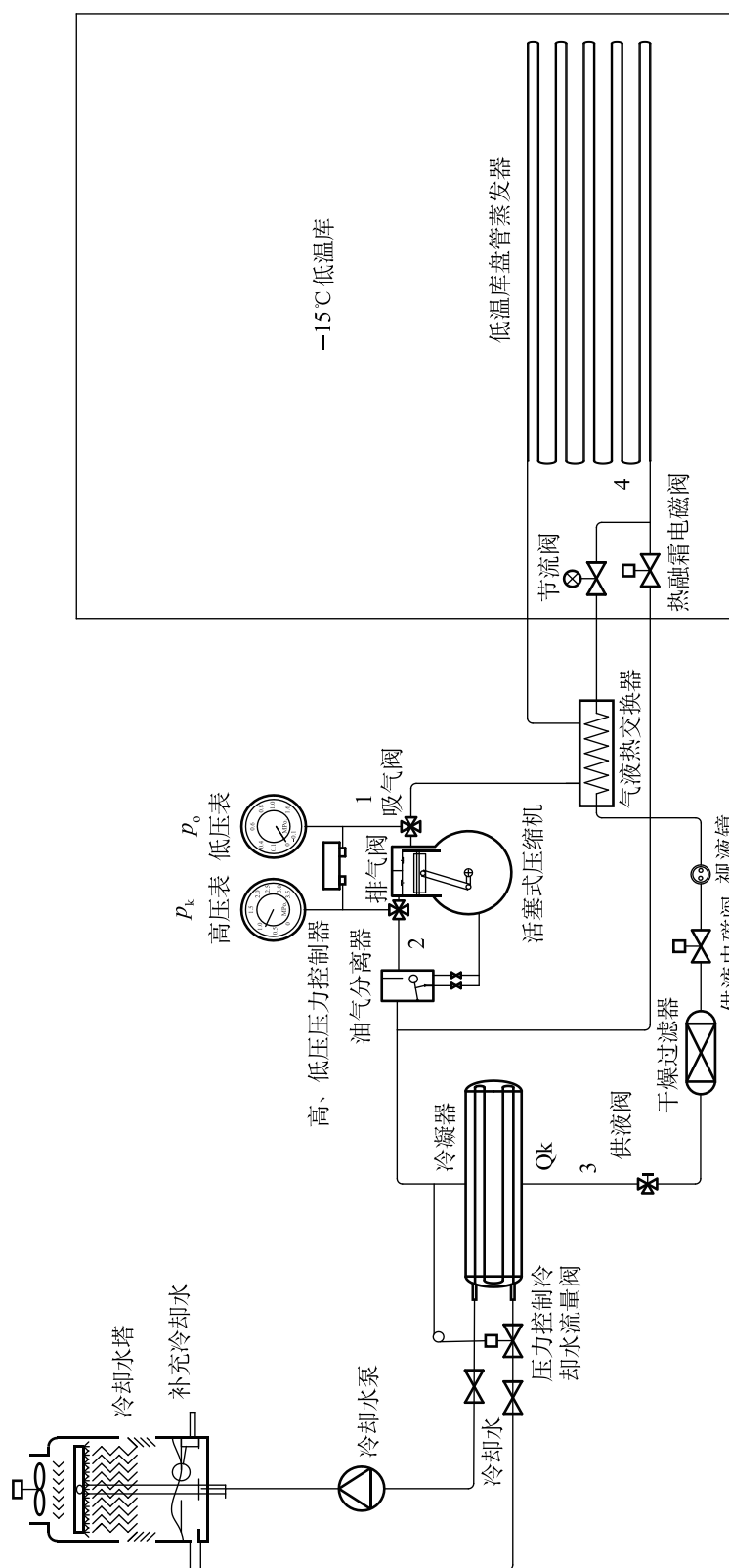


图 1-1-36 水冷式小型氟利昂冷库制冷系统流程图

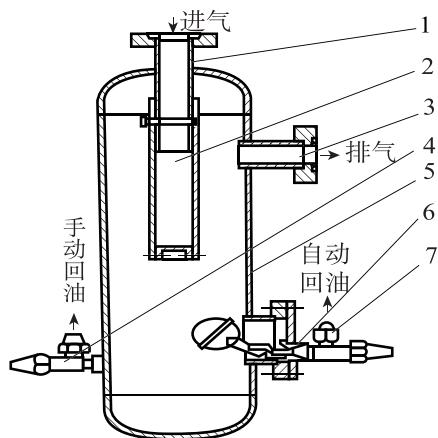


图 1-1-37 过滤式油分离器结构图

1—进气管；2—过滤网；3—排气管；4—手动回油阀；
5—筒体；6—浮球阀组；7—自动回油出口阀



图 1-1-38 过滤式油分离器实物图

分离因节流降压而产生的闪发气体，不使它进入蒸发器，以提高蒸发器的工作效率。如图 1-1-39 所示。

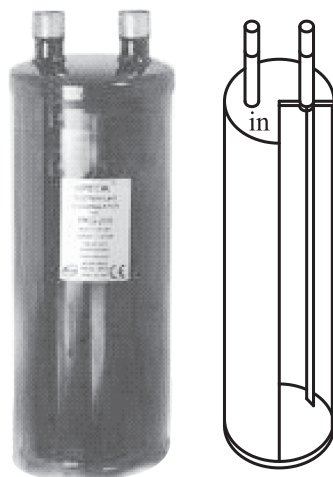


图 1-1-39 气液分离器实物图

分离原理：主要利用气体和液体的密度不同，通过扩大管路通径减小速度以及改变运动的方向，使气体和液体分离。气液分离器有立式和卧式两种，正常工作时，其进气阀、回气阀、供液阀、出液阀、浮球的均压阀、压力表阀都是常开的。

(2) 认识储液设备

储液器的功用是储存和调节供给制冷系统内各部分的液体制冷剂。各种储液器的结构大致相同，都是用钢板焊成的圆柱形容器，筒体上装有进液、出液、放空气、放油、平衡管及压力表等管接头，但各种储液器的功用不同。

① 高压储液器。高压储液器一般位于冷凝器之后，作用是储存冷凝器流出的制冷

剂液体，使冷凝器的传热面积充分发挥作用；保证供应和调节制冷系统中有关设备需要的制冷剂液体循环量；起到液封作用，即防止高压制冷剂蒸气窜至低压系统管路中。如图 1-1-40 所示。

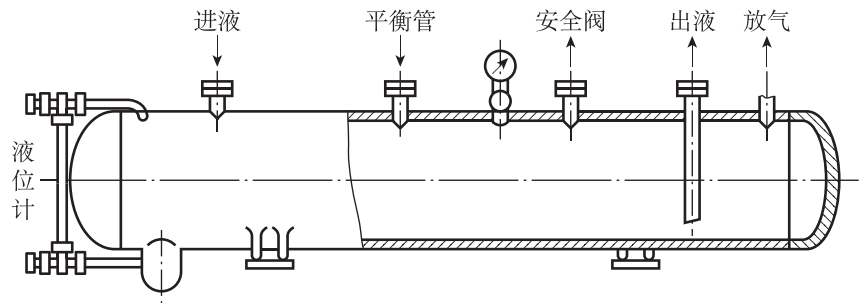


图 1-1-40 高压储液器结构示意图

② 低压储液器。低压储液器根据用途的不同可分为低压储液器和排液筒等，只在大型制冷设备中使用。低压储液器与排液筒属低温设备，筒体外应设置保温层。用钢板焊接而成的圆柱形筒体，筒体上设有一些附件及管路接头。

(3) 认识过滤器

常用的有过滤器和干燥过滤器两种，过滤器用于清除制冷系统中的机械杂质，如金属屑、焊渣、氧化皮等；干燥过滤器用于吸附制冷剂液体中的水分。如图 1-1-41 所示。

由金属壳体、过滤器、干燥剂、密封装置组成。

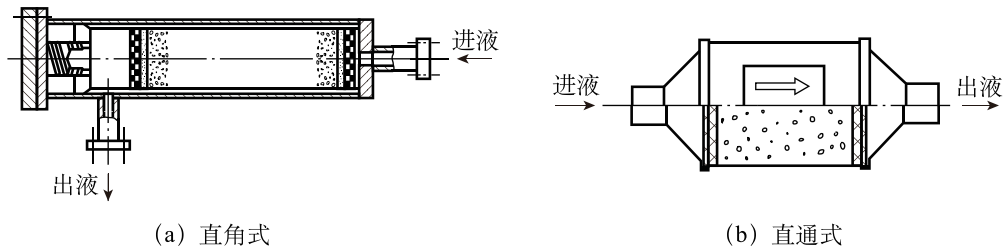


图 1-1-41 干燥过滤器

(4) 认识压力容器

根据规定，同时具备以下条件的为压力容器：最高工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ （不含液体静压力）；内直径（非圆形截面指其最大尺寸） $\geq 0.15\text{m}$ ，且容积 $V \geq 0.025\text{m}^3$ ；盛装介质为气体、液化气体或最高工作温度高于等于标准沸点的液体。

压力容器的品种，如图 1-1-42 所示。

- 反应压力容器——代号（R）；
- 换热压力容器——代号（E）；
- 分离压力容器——代号（S）；
- 储存压力容器——代号（C），其中球罐代号为（B）。

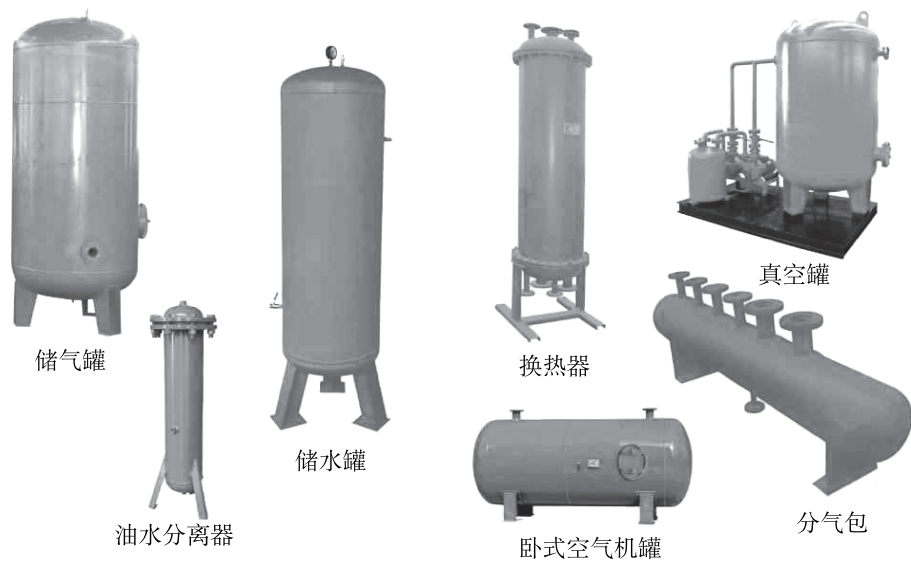


图 1-1-42 压力容器

三、认识氟利昂冷库保温系统

氟利昂冷库保温系统主要包括库体保温、管道保温、制冷机房保温三部分。

所谓隔热保温，就是为减少建筑物、设备、管道及其附件向周围环境散发热量或冷量，在其内、外表面采取的增设绝热层的措施。

目前我国隔热保温材料的生产企业已有成千上万个，产品有十几大类、几百个品种，适应温度范围从-196℃到1 000 多℃，生产的技术、装备水平也有较大提高，甚至有世界先进水平的一流生产线和产品。

1. 认识拼装式冷库的隔热保温材料

目前拼装式冷库多选择聚氨酯库体：就是冷库库板以聚氨酯硬质泡沫塑料（PU）为夹芯，以涂塑钢板等金属材料为面层，将冷库库板材料优越的保温隔热性能和良好的机械强度结合在一起。这种保温材料具有保温隔热年限长，维护简单，费用低以及高强、质轻等特点，是冷库保温库板选择的最佳材料之一，冷库库板厚度一般有150mm 和 100mm 两种。

聚氨酯保温板与传统砂浆类保温材料比较情况见表 1-1-6。

表 1-1-6 聚氨酯保温板与传统砂浆类保温材料

项目	胶粉聚苯乙烯颗粒保温砂浆	轻集料无机保温砂浆	聚氨酯保温复合板（PUB·S）
导热系数 [W/(K·m)]	0.06 ~ 0.065	0.07 ~ 0.085	0.022 ~ 0.024
体积密度 (kg/m³) (干燥状况)	180 ~ 250	240 ~ 400	35 ~ 45

续表

项目	胶粉聚苯乙烯颗粒保温砂浆	轻集料无机保温砂浆	聚氨酯保温复合板（PUB·S）
吸水率（饱和）%	≤25	≤35	≤5
保温层结构特性	无机、有机复合呈松散结构	有机改性、无机轻集料紧密结构	有机交联呈网状闭孔结构
同厚度保温层墙体节能效率及稳定性	较差。导热系数大，吸水性过强，易受施工及环境因素影响	最差。呈纯无机骨料。导热性能过大且易受潮吸水，节能率损失过大	极佳。导热系数值最低，且工厂化制作标准板材，节能效率高，且稳定
工程现场施工质量控制性	较差。人工操作因素影响较大，保养条件不足，且呈松散结构，易开裂、渗水、脱落	较差。人工操作给配、搅拌、粉刷，其厚度和实际节能系数值均难做到标准值	较好。板贴式易施工，质量可控性好，可使节能工程真正实现标准化、规范化

聚氨酯保温板与传统有机泡沫保温材料比较情况见表 1-1-7。

表 1-1-7 聚氨酯保温板与传统有机泡沫保温材料

项目	模塑型聚苯乙烯泡沫板（EPS）	挤塑型聚苯乙烯泡沫板（XPS）	聚氨酯保温复合板（PUB·S）
导热系数 [W/(K·m)]	0.04	0.031	0.022~0.024
压缩抗压强度	0.1MPa	0.25MPa	0.20MPa
抗拉强度	0.1MPa	0.20MPa	0.20MPa
合理使用温度	-130℃~70℃	-130℃~70℃	-130℃~120℃
板体与水泥基砂浆的黏结性能	不易黏结（憎水性表面）	更不易黏结（憎水性表面，且很光滑）	易黏结（易粘贴无纺布界面）
做墙体保温层时系统质量稳定性	易开裂、脱落。与水泥基材料黏结性差，且热胀冷缩影响性大	易开裂、脱落。与水泥基材料黏结性差，且热胀冷缩破坏性大	抗开裂，无脱落隐患，有黏结界面存在，板体易与水泥基材料黏合，且使用温度范围宽广
氧指数及保温系统防火性	≤32，不耐火灾，易产生火灾事故	≤30，不耐火灾，易产生火势蔓延	≤28，遇火结炭自熄，不产生火焰扩张

2. 认识聚氨酯夹芯板

(1) 聚氨酯夹芯板

聚氨酯夹芯板是由两层彩色涂层钢板，中间灌注聚氨酯泡沫，经加热、加压、发泡而形成的夹芯板。其表层金属板采用彩色镀铝锌钢板（镀铝钢板或彩色钢板），具有良好的防腐、防锈及耐候性能；其芯材聚氨酯为当今公认的保温、隔热最佳材料。由于聚氨酯夹芯板具有突出的优点，故大量应用于工业厂房、仓库、公共建筑、冷库等工程中。如图 1-1-43 所示。



图 1-1-43 聚氨酯夹芯板

(2) 岩棉夹芯板

岩棉条交错铺设，其纤维径向垂直于夹芯板的上、下表面，并紧密相接充实了夹芯板的整个纵横截面。岩棉条与上、下层钢板之间通过高强度发泡剂黏结而形成整体，精良的生产工艺保证了高密度的岩棉隔热体与金属板内壁之间能产生极强的黏着力，从而使岩棉夹芯板具有很好的刚度。如图 1-1-44 所示。

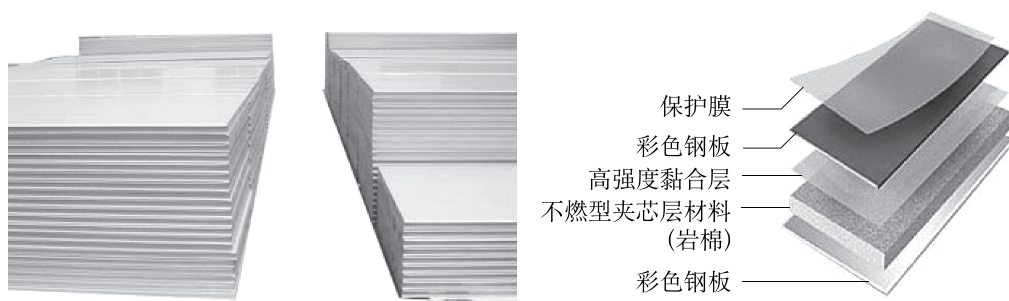


图 1-1-44 岩棉夹芯板

(3) 聚苯乙烯夹芯板

聚苯乙烯夹芯板是由两层彩色涂层钢板，中间夹聚苯乙烯泡沫板，经加热、加压而形成的夹芯板。其表层金属板采用彩色钢板（或彩色镀铝锌钢板），具有良好的防腐、防锈及耐候性能。如图 1-1-45 所示。



图 1-1-45 聚苯乙烯夹芯板

3. 认识挤塑聚苯乙烯保温板 (XPS)

它是一种硬质挤出型聚苯乙烯保温材料，由聚苯乙烯树脂及其他添加剂挤压成型的板材。挤压的过程，制造出拥有连续均匀的表皮及闭孔式蜂窝结构的板材，这些蜂窝结构的互联壁有一致的厚度，完全不会出现空隙，杜绝了普通发泡出现的断裂空隙。因此具备了高抗压强度、低导热系数、低吸水率、低水蒸气渗透、寿命长等特点。如图 1-1-46 所示。



图 1-1-46 挤塑聚苯乙烯保温板

四、认识氟利昂冷库电气控制系统

冷库的电气控制电路由主电路和辅助电路组成。主电路为压缩冷凝机组、冷风机和除霜加热器提供电源，由断路器、交流接触器、热继电器组成。辅助电路的主要作用是根据使用要求，自动控制压缩机组、冷风机和除霜加热器的开停、调节制冷剂流量，还可进行库温、除霜控制，并对电路实施相序与断相保护，对压缩机组、冷风机和除霜加热器实施自动保护，以防烧坏设备。控制电路包括指示灯与库房灯回路、机组控制回路、低温库温控与运行回路以及高温库温控与运行回路。

如图 1-1-47 所示，电气控制系统的设备主要包括电动机、控制电器元件等。

1. 认识三相异步电动机

三相异步电动机由定子、转子两部分组成。如图 1-1-48 所示。

(1) 定子：固定不动部分。如图 1-1-49 所示。

定子的组成：机座（铸铁）、定子铁芯（硅钢片）、定子绕组（漆包线）、端盖。

定子绕组的连接方法：星形连接、三角形连接。

(2) 转子：旋转部分。如图 1-1-50 所示。

转子的组成：转子铁芯、转子绕组、转轴、风扇。

三相异步电动机的接法：多数电动机有 6 个接线柱，分别是三相电动机三个绕组的首端和尾端，分别用 U1、V1 和 W1 表示，电动机运行时需要按电动机名牌上的接法

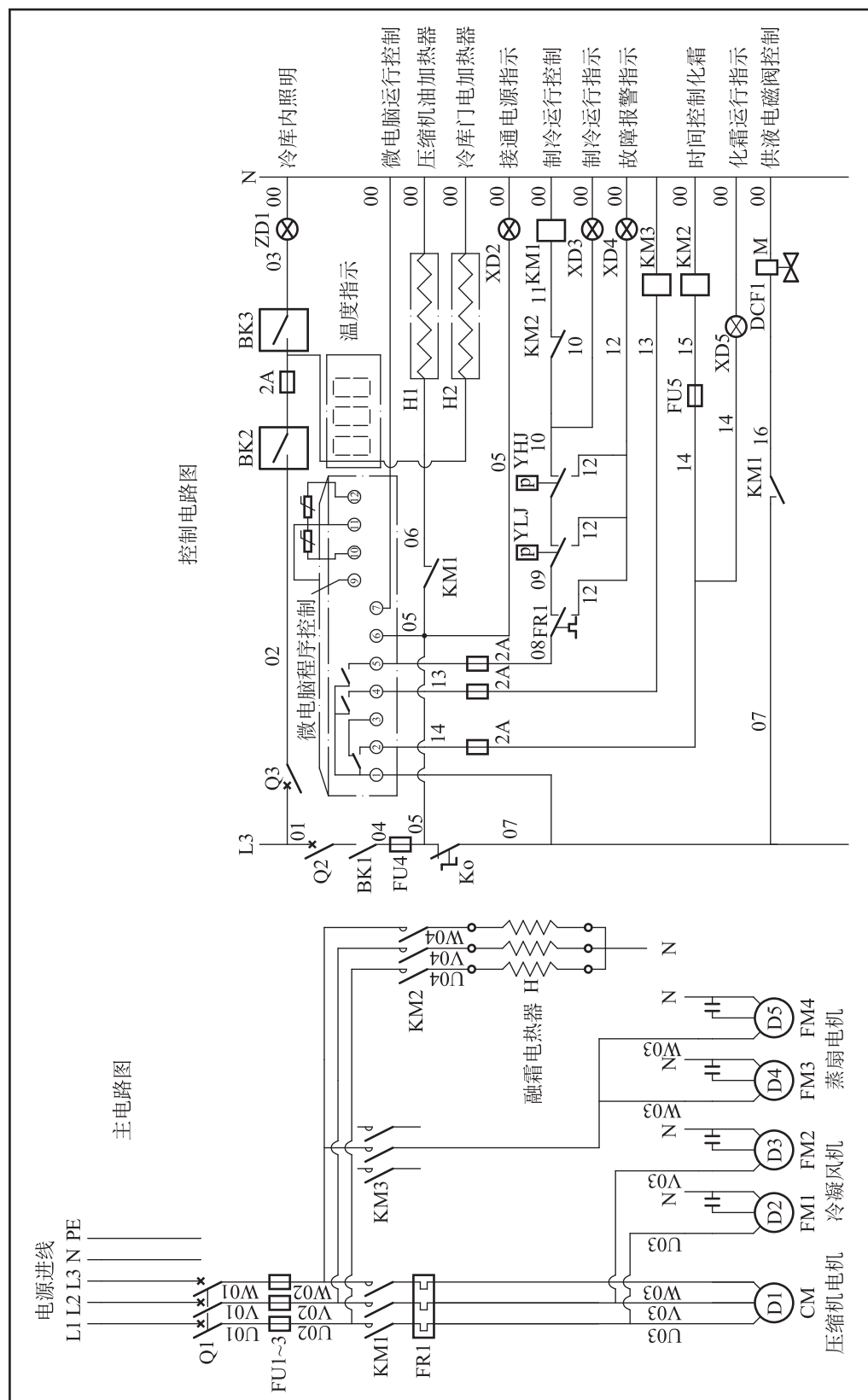


图 1-1-47 冷库控制系统示意图

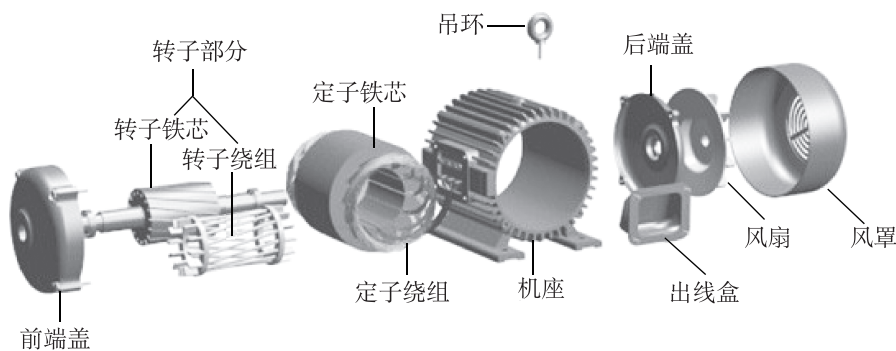


图 1-1-48 三相异步电动机的结构图

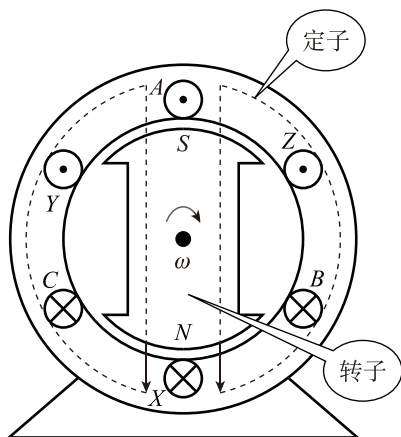


图 1-1-49 三相异步电动机定子结构图

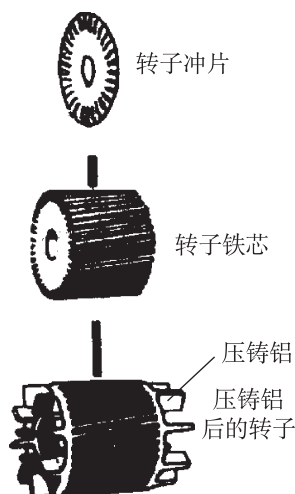


图 1-1-50 三相电动机转子外形结构图

接线。常用的接线方法有星形接法和三角形接法。

星形接法（Y 接法）：把电动机的首端或末端相连，由剩下的三个接线端接入三相电源的接法称为星形接法。如把 U1、V1、W1 相连，由 U2、V2、W2 接入三相电源。三个绕组的连接像一颗星星。如图 1-1-51（a）所示。

三角形接法（ Δ 接法）：三相绕组的尾、首顺次相连后接三相电源的接法称三角形接法。把 U1 和 W2 相连、V1 和 U2 相连、W1 和 V2 相连，即第一相的尾接第二相的首，第二相的尾接第三相的首，第三相的尾接第一相的首。由 U1、V1、W1 三个接线端接入三相电源。三个绕组的连接像个三角形。如图 1-1-51（b）所示。

2. 认识控制电器元件

（1）认识接触器

① 接触器的结构。接触器是各种电气控制设备中的主要电器，它是利用电磁吸力使电路接通和断开的装置，从而完成各种自动控制要求，并有失压或欠压保护的功能。它也是制冷装置中最常用的电器之一。如图 1-1-52、图 1-1-53 所示。

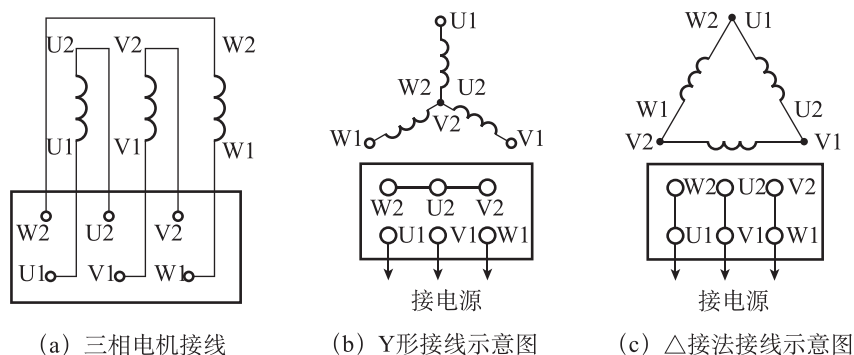


图 1-1-51 三相异步电动机接线方法

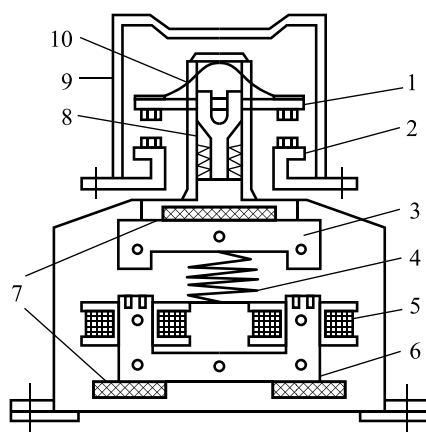


图 1-1-52 接触器结构图

1—动触头；2—静触头；3—衔铁；4—弹簧；5—线圈；6—铁芯；
7—垫毡；8—触头弹簧；9—灭弧罩；10—触头压力弹簧

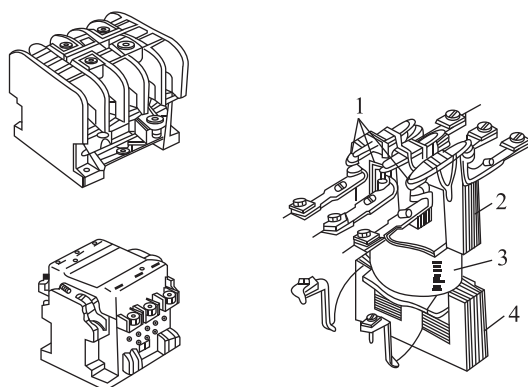


图 1-1-53 接触器工作原理图

1—主触点；2—动铁芯；3—吸引线圈；4—静铁芯

② 接触器的主要技术参数。

a. 额定工作电压：额定工作电压是与额定工作电流共同决定接触器使用条件的电

压值,接触器的接通与分断能力、工作制种类以及使用类别等技术参数都与额定电压有关。

b. 额定绝缘电压:额定绝缘电压是与介电性能试验、电气间隙和爬电距离有关的一个名义电压值,除非另有规定,额定绝缘电压是接触器的最大额定工作电压。在任何情况下,额定工作电压不得超过额定绝缘电压。

c. 额定工作电流、主触头额定工作电流:根据额定工作电压、额定功率、额定工作制、使用类别以及外壳防护形式等所决定的保证接触器正常工作的电流值。

辅助触头额定工作电流:辅助触头额定工作电流是考虑到额定工作电压、额定操作频率、使用类别以及电寿命而规定的辅助触头的电流值,一般不大于5A。

(2) 认识中间继电器

① 工作原理和交流接触器一样,都是由固定铁芯、动铁芯、弹簧、动触点、静触点、线圈、接线端子和外壳组成。线圈通电,动铁芯在电磁力作用下动作吸合,带动动触点动作,使常闭触点分开,常开触点闭合;线圈断电,动铁芯在弹簧的作用下带动动触点复位。

② 特点:触点多(6对甚至更多);触点电流大(额定电流为5~10A);动作灵敏(动作时间小于0.05s)。

③ 作用:放大触点容量、数量。

④ 控制功能。中间继电器是在自动控制电路中起控制与隔离作用的执行部件,是最重要的控制元件之一。继电器一般都有能反映一定输入变量,如电流、电压、功率、阻抗、频率、温度、压力、速度、光等的感应机构输入部分;有能对被控电路实现“通”“断”控制的执行机构输出部分;在继电器的输入部分和输出部分之间,还有对输入量进行耦合隔离、功能处理和对输出部分进行驱动的中机构驱动部分。

⑤ 工作特性。作为控制元件,继电器有4个特点:扩大控制范围;放大信号;综合信号;自动、遥控、监测。

⑥ JDZ1 型系列中间继电器。

适用范围:适用于交流50Hz、电压至380V及直流电压至220V、电流至5A的各种电气控制系统,用来控制各种电磁线圈以使信号放大或将信号同时传递给数个有关控制元件。如图1-1-54、图1-1-55所示。JDZ1 型系列其他技术参数见表1-1-8。

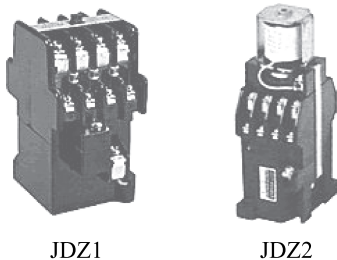


图 1-1-54 JDZ1 型系列中间继电器实物图

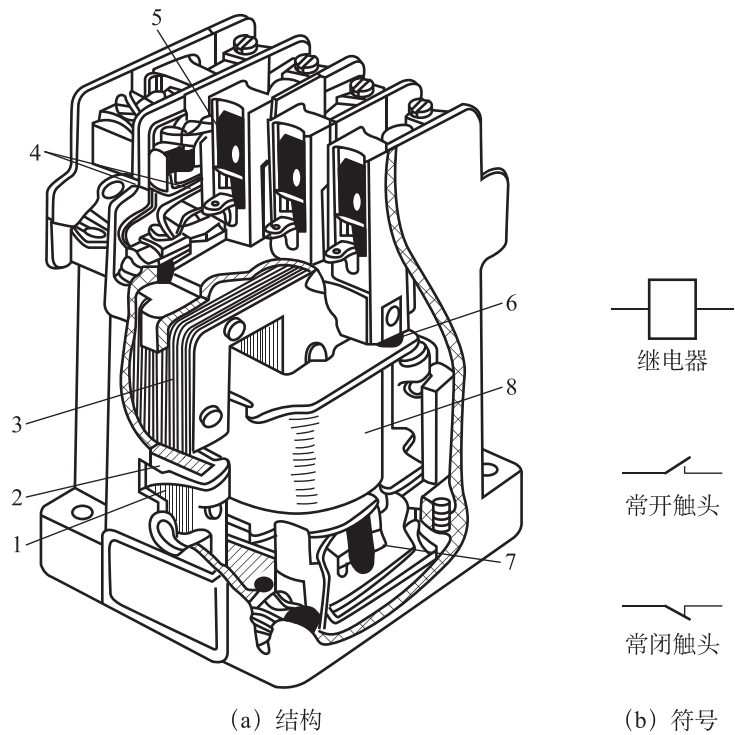


图 1-1-55 JZ7 型系列中间继电器结构图

1—静铁芯；2—短路环；3—动铁芯；4—常开触头；5—常闭触头；6—复位弹簧；7—反作用弹簧；8—线圈

表 1-1-8 其他技术数据

型号	按点控制容量			接点对数		线圈功率		
	交流 380V 时 COS = 0.35 ± 0.05		直流 220V 时 T = 100 ± 15ms			损耗 (W)	吸持 (VA)	启动 (VA)
	接通 (A)	分断 (A)	接通 (A) 与 分断 (A)	常开	常闭			
JDZ1 - 44/44A	5	0.5	0.14	4	4	≤4.5	≤9	≤16.5
JDZ1 - 62/62A				6	2			
JDZ1 - 80/80A				8	0			

⑦ JZX—22F/4Z (MY4J, HH54P)。

触点形式：4a, 4c。

任务评价 > >

工作页

认识拼装式氟利昂冷库					
一、基本信息					
学习小组		学生姓名		学生学号	
学习时间		学习地点		指导教师	

续表

二、工作任务
1. 认识拼装式氟利昂冷库。 2. 认识土建式冷库。 3. 会识别拼装式氟利昂冷库库体结构、制冷系统主要组成设备。 4. 会识别氟利昂冷库的制冷系统、保温系统以及电气控制系统。
三、制订工作计划（包括：人员分工、操作步骤、工具选用、完成时间等内容。）
四、安全注意事项（人身安全、设备安全）
五、工作过程记录
六、任务小结

考核评价表

序号	考核内容	配分	要求及评价标准	小组评价	教师评价
1	认识拼装式氟利昂冷库库体结构	30	要求：认识拼装式氟利昂冷库的整体结构，认识拼装式氟利昂冷库的库门、库板 评分标准：正确选择得 30 分，每错一项扣 10 分		
2	认识拼装式氟利昂冷库制冷机组	30	要求：认识制冷压缩机，认识机组换热装置等 评分标准：正确选择得 30 分，每错一项扣 10 分		

续表

序号	考核内容	配分	要求及评价标准	小组评价	教师评价
3	认识氟利昂冷库保温系统	20	认识常见冷库隔热保温材料要求：认识材料分类、隔热保温材料的性能指标 评分标准：选择正确得 10 分，选择一般得 5 分，选择错误不得分		
			认识管道保温方式 认识冷媒配管保温、冷凝水管保温和风管保温 评分标准：选择正确得 10 分，选择一般得 5 分，选择错误不得分		
4	认识氟利昂冷库电气控制系统	20	认识电动机要求：认识三相异步电动机 评分标准：选择正确得 10 分，选择一般得 5 分，选择错误不得分		
			认识控制电器元件要求：认识接触器、中间继电器、温度继电器、电磁阀等电器 评分标准：选择正确得 10 分，选择一般得 5 分，选择错误不得分		

思考与练习

1. 冷库的作用是什么？
2. 拼装式冷库制冷系统由哪几部分组成？
3. 拼装式冷库主要包括哪些内容？
4. 拼装式冷库库体的组成部分有哪些？
5. 库板的类型有几种？
6. 拼装式冷库的特点是什么？
7. 简述开启式制冷压缩机的优缺点。
8. 叙述活塞式压缩机的特点。

任务 2

土建式冷库认知

任务描述 > >

本任务以氨冷库为主，认识土建式冷库的制冷系统，其内容包括认识氨制冷压缩