

全国中等商业学校试用教材

制冷工艺设计

ZHI LENG GONG YI SHE JI

大连商业学校

内 容 提 要

本书从如何确定制冷方案入手。采用了“冷库设计规范”规定的冷库“冷负荷”计算方法，简化了计算。在压缩机的选型计算上，特别是配组式双级的选型计算，采用单级计算方法，方便简单，节省了计算时间。

本书将设备管道布置、管路设计都作为独立单元讲授。并增添了“气泵供液”和“气调库工艺设计”基础知识。

本书还在氨制冷系统为主的基础上，对氟利昂制冷系统设计也作了相应介绍。

本书还增设了设计作业一章，内容从方案确定、冷负荷计算、机器设备选择和布置、制冷施工图的种类和画法到设计说明书的编写。可供毕业生设计或自学练习使用。每单元都附有复习作业题。

绪 论

制冷工艺设计课，是一门专业技术涉及面比较广的课程。它需要在讲授完“制冷原理与制冷机器、制冷设备和冷库建筑”等专业课之后，再开这门课程。

制冷工艺设计，是冷库设计的重要组成部分，冷库建筑设计是为食品冷加工创造所要求的空间，而制冷工艺设计，就是为各空间（即冷间）提供冷源。也就是为各冷间提供不因室外空气参数变化和室内条件变化而变化的较稳定的“温湿度”。以达到延长易腐食品的贮存期限，最大限度保持食品的质量的目的。这是制冷工艺设计课的主要任务。本课程要研究的具体内容有：

1. 冷库制冷工艺设计方案的确定；
2. 冷库冷负荷的计算方法；
3. 机器设备、管道管径的选择计算方法；
4. 机器、设备及管道的布置方法；
5. 设计施工图的内容及其画法；
6. 设计说明书的编制内容……。

制冷技术在国民经济各个领域得到了广泛的应用，但是，本课程所要研究的范围是以氨制冷系统为主的冷库的制冷工艺设计。

制冷工艺设计课，不仅专业理论比较强，而且要求密切联系生产实际。在完成理论教学环节之后，必须深入到生产实践当中，熟悉整个制冷系统，建立起比较强的空间概念，才能完成符合生产需要的制冷工艺设计。

编 审 说 明

本书是商业中专制冷专业教材之一。在商业部教育司的组织领导下，由大连商业学校、阜新商业学校负责编写。经我部审定，可作全国中等商业学校、技工学校制冷专业试用教材，也可供从事冷库制冷企业的干部、职工培训教材和有关专业的师生、技术人员学习参考。

本书由大连商业学校姜振华、阜新市商业学校王相文、李荣编写，姜振华总纂。经商业部设计院制冷室副主任、工程师徐庆磊主审。

本书在编写过程中经商业部教育司在山东组织了初稿讨论，由编写学校进行了修改，还请大连制冷学会副理事长、大连海运学院杨春龄副教授，副理事长、大连水产学院徐云鹏副教授等有关专业技术人员提了宝贵的意见。商业部设计院提供了新《冷库设计规范》的资料，在此一并致谢。

限于水平，难免有差错，敬请读者提出批评意见。

中华人民共和国商业部教材编审委员会

一九八四年八月

《制冷工艺设计》

目 录

绪 论

第一章 冷库制冷方案的确定 (1)

§ 1-1 概述 (1)

一、确定方案的意义 (1)

二、制冷方案的内容 (1)

三、确定制冷方案的根据 (1)

四、确定方案的原则 (2)

§ 1-2 制冷系统压缩级数及冷凝器类型的确定 (2)

一、单级压缩形式 (2)

二、双级压缩形式 (3)

1. 单机双级压缩形式 (3)

2. 配组式双级压缩形式 (4)

三、压缩机类型的确定 (5)

四、制冷剂种类的确定 (6)

五、冷凝器类型的确定 (7)

§ 1-3 制冷系统供液方式的确定 (7)

一、直接节流供液 (8)

二、重力供液方式 (10)

三、液泵供液方式 (11)

四、“气泵”供液知识·····	(13)
§ 1—4 冷间冷却方式的确定·····	(16)
一、间接冷却方式·····	(16)
二、直接冷却方式·····	(17)
三、冷间冷却设备类型的确定·····	(17)
四、蒸发器融霜方式的确定·····	(19)
第二章 冷负荷计算·····	(23)
§ 2—1 库房热量计算·····	(23)
一、围护结构传热量计算·····	(23)
二、货物热量计算·····	(35)
三、通风换气热量计算·····	(55)
四、电动机运转热量计算·····	(57)
五、操作热量计算·····	(58)
§ 2—2 负荷计算·····	(61)
一、冷间冷却设备负荷计算·····	(61)
二、机器负荷计算·····	(64)
§ 2—3 冷间生产能力和贮藏吨位的计算·····	(65)
一、冷却间、冻结间的生产能力计算·····	(65)
(一) 设吊运轨道时的生产能力计算·····	(65)
(二) 搁架排管冻结间生产能力计算·····	(67)
二、冷库贮藏吨位的计算·····	(67)
第三章 制冷压缩机和辅助设备的选型计算·····	(70)
§ 3—1 制冷压缩机的选型计算·····	(70)
一、选型原则·····	(70)

二、选型步骤	(71)
三、几个主要参数的确定	(71)
四、单级压缩机的选型计算	(72)
五、双级制冷压缩机的选型计算	(76)
(一) 单机双级压缩机的选型	(76)
(二) 配组式双级压缩机的选型计算	(84)
六、电动机功率的校核计算	(89)
(一) 压缩机所需功率计算	(89)
(二) 压缩机配用电动机功率	(91)
§ 3—2 中间冷却器的选型计算	(93)
一、中间冷却器直径的选型计算	(94)
二、中间冷却器盘管面积的确定	(95)
§ 3—3 冷凝器的选型计算	(99)
一、冷凝器热负荷计算	(99)
二、冷凝器冷凝面积的计算	(100)
三、冷却水循环量计算	(101)
§ 3—4 其它辅助设备的选型计算	(104)
一、油分离器的选型计算	(104)
二、贮液器的选型计算	(105)
三、低压贮液器的选型	(106)
四、氨液分离器的选型计算	(107)
五、低压循环桶的选型计算	(108)
六、氨泵的选型计算	(114)
七、排液桶的选型计算	(120)
八、空气分离器的选型	(121)
九、集油器的选型	(122)

§ 3—5 分配站的设计	(122)
一、分配站的作用	(123)
二、分配站的结构	(123)
三、分配站的设计要点	(126)
四、节流阀的选型	(126)
§ 3—6 氟利昂系统机器设备选型计算	(133)
一、氟利昂系统的特点	(133)
二、压缩机的选型计算	(134)
三、冷凝器的选型计算	(140)
四、蒸发器的选型计算	(143)
五、其它辅助设备的选型计算	(143)
(一) 油分离器的选型计算	(143)
(二) 贮液器的选型计算	(143)
(三) 干燥器和过滤器的选型	(144)
(四) 过热过冷器的选型	(144)
第四章 库房制冷工艺设计	(149)
§ 4—1 库房设计基础知识	(149)
一、冷却间	(149)
二、冷却物冷藏间	(150)
三、冻结间	(150)
四、冻结物冷藏间	(150)
§ 4—2 冷却排管设计	(151)
一、设计步骤	(151)
(一) 冷间只有一种形式排管时	(151)
(二) 冷间内有两种形式排管时	(156)

二、冷却排管结构设计	(158)
三、每一通路冷却排管总长度的确定	(168)
§ 4—3 冷风机选型计算	(170)
一、概述	(170)
二、标准冷风机的选型计算	(175)
三、非标准冷风机的设计	(175)
§ 4—4 搁架排管设计	(176)
一、概述	(176)
二、货物托架设计	(177)
三、排管冷却表面积计算	(178)
§ 4—5 冷间气流组织	(180)
一、冷却间气流组织形式	(180)
二、冻结间气流组织形式	(181)
三、使用冷风机的冷藏间气流组织	(185)
四、冷却物冷藏间通风换气设计要求	(190)
§ 4—6 气调库的工艺设计知识	(190)
一、概述	(190)
二、气调设备	(193)
三、气调设备工作原理	(193)
四、对气调库的设计要求	(195)

第五章 制冷系统管道设计 (199)

§ 5—1 氨系统管道设计	(199)
一、对氨系统管道及阀门的要求	(199)
二、制冷剂在管道内允许流速	(202)
三、制冷剂在管道内允许压力降	(203)

§ 5—2 管径确定方法	(203)
一、公式计算法	(203)
二、查图计算法	(206)
三、对管道设计要求	(213)
§ 5—3 管架设计	(214)
一、管架作用	(214)
二、管道支点距离的确定	(214)
三、管架结构形式	(216)
四、管道的坡度	(218)
§ 5—4 管道和设备保温设计	(218)
一、概述	(218)
二、保温层厚度计算	(219)
三、保温材料的选用	(229)
§ 5—5 氟利昂系统管道设计	(232)
一、对管材及阀件的要求	(234)
二、系统管道设计要求	(234)
三、吸气管道管径计算	(236)
四、双上升吸气立管设计要求	(241)
五、排气管与供液管道管径计算	(242)
六、冷凝器至贮液器泄液管的管径计算	(242)
第六章 机器设备和管道的布置	(246)
§ 6—1 机房的机器设备布置	(246)
一、布置的原则	(246)
二、平面布置方法	(246)
三、对机器设备布置的要求	(247)

四、机器设备的几种布置形式	(250)
五、设备之间竖向布置要求	(251)
1. 贮液器、立式冷凝器、油分离器之间竖向布置	(251)
2. 液泵、低压贮液器之间竖向布置	(251)
3. 氨液分离器与冷却设备之间竖向布置	(251)
§ 6-2 冷间设备布置	(254)
一、冷风机的布置	(254)
二、顶排管的布置	(254)
三、墙排管的布置	(255)
四、搁架式排管的布置	(255)
§ 6-3 管道的布置	(255)
一、布置要求	(255)
二、布置方法	(256)
第七章 制冰与贮冰设计	(257)
§ 7-1 盐水制冰系统设计	(257)
一、热量计算	(257)
二、冰块冻结时间计算	(259)
三、冰桶数量计算	(260)
四、蒸发器冷却面积计算	(260)
五、盐水循环量计算	(261)
六、盐水搅拌器的选型	(266)
§ 7-2 制冰间主要设备及其布置	(267)
一、盐水蒸发器	(267)
二、氨液分离器	(268)

三、冰桶及冰桶托架	(268)
四、盐水槽尺寸的确定	(268)
五、融冰槽	(270)
六、加水箱	(271)
七、倒冰架	(271)
八、盐水搅拌器	(271)
九、吊车	(272)
十、制冰间建筑面积的确定	(272)
十一、盐水制冰池的设计要求	(272)
§ 7-3 桶状快速制冰	(273)
一、组成	(273)
二、优缺点	(275)
§ 7-4 贮冰库的设计知识	(278)
一、库容量的确定	(278)
二、净容积计算方法	(278)
三、净面积计算方法	(278)
四、对贮冰库设计要求	(279)
题八章 设计作业	(281)
§ 8-1 设计题目	(281)
一、冷库规模	(281)
二、冷库平面布置	(281)
三、冷库的围护结构构造	(282)
四、气象、水文条件	(285)
五、制冷方案自选	(286)

§ 8—2 设计计算	(285)
一、冷负荷计算	(285)
(一) 冷库热量计算表	(285)
(二) 冷间冷却设备负荷计算表	(289)
(三) 机器负荷计算表	(289)
二、机器设备选型计算	(290)
三、管道直径计算	(290)
四、系统制冷剂注入量计算	(291)
§ 8—3 制冷工艺施工图的绘制	(293)
一、图例	(293)
二、制冷工艺施工图种类及画法	(296)
(一) 原理图	(296)
(二) 平面图	(302)
(三) 剖面图	(303)
(四) 施工详图或大样图	(306)
(五) 系统透视图	(317)
§ 8—4 设计说明书的编写	(321)
一、设计说明书的作用	(321)
二、设计说明书的内容	(321)
§ 8—5 制冷工艺设计程序	(324)
一、设计任务书的编写	(324)
二、初步设计	(324)
三、施工图设计	(325)
四、施工图的修改	(325)
五、竣工验收	(325)

第九章 有关专业设计知识	(327)
§ 9—1 制冷系统的供水.....	(327)
一、对水质的要求.....	(327)
二、对水温要求.....	(327)
三、用水量计算.....	(328)
四、冷却水供水方式的确定.....	(331)
五、排水.....	(333)
§ 9—2 采暖通风.....	(333)
一、库房地坪防冻.....	(333)
二、氨压机房采暖和通风.....	(336)
附录.....	(337) — (388)

第一章 冷库制冷方案的确定

§ 1—1 概 述

一、确定方案的意义：

要保证制冷工艺设计有条不紊的进行，避免顾此失彼，就必须首先制定出设计方案。设计方案是设计单位依据设计任务书上的要求而提出的初步设想。所以，确定制冷方案阶段，是一个关键的环节，如果确定的方案欠佳，不仅会给冷库建设造成不应有的经济损失，还会给冷库以后的生产留下难以克服的后患。确定方案时，要通过分析对比，权衡利弊，力争选择出最佳设计方案。

二、制冷方案的内容：

在通常情况下，冷库制冷方案的内容包括：

1. 制冷系统是采用单级压缩形式还是双级压缩形式及机器类型的确定；
2. 制冷系统采用什么供液方式；
3. 采用哪种冷凝器比较合理；
4. 冷间采用哪种冷却方式和哪种冷却设备；
5. 系统采用哪种制冷剂为好；
6. 蒸发器采用何种冲霜方式等等。

三、确定制冷系统方案的根据：

1. 根据冷库的规模和投资限额；

2. 根据产品冷加工工艺的要求;
3. 根据冷却水的水源条件;
4. 根据冷库的使用性质;
5. 根据制冷装置所处的环境。

四、确定方案的原则:

1. 一定要满足产品冷加工工艺要求, 保证产品质量, 降低产品干耗;
2. 既要简化制冷系统, 便于操作管理, 又要保证系统调整灵活, 便于检修, 运行安全可靠;
3. 既要考虑冷库的工程造价, 又要考虑经营管理费用的合理, 还要考虑技术经济发展趋势;
4. 要充分利用制冷系统各种能源, 降低能源消耗, 降低制冷成本。

总之, 所确定的制冷方案, 应该是在技术上是先进的, 在经济上是合理的, 在生产上是适用的。下边, 对方案内容分节进行阐述。

§ 1—2 制冷系统压缩级数及冷凝器类型的确定

因为氨压缩机是制冷装置中的重要组成部分, 所以在确定方案过程中, 既不违背客观规律, 又要从生产实际出发, 使方案确定得合理。

一、单级压缩形式

在普冷范围内, 只有单级和双级压缩系统之分。其分界线是从制冷系统的冷凝压力 P_k (冷凝温度 t_k 相对应的绝对压力) 与蒸发压力 P_0 (蒸发温度 t_0 相对应的绝对压力) 之

比值上分, 当 $\frac{P_k}{P_0} \leq 8$ 时采用单级压缩系统; 当 $\frac{P_k}{P_0} > 8$ 时

采用双级压缩系统。氨制冷系统的冷凝温度 $t_k = 30^\circ\text{C}$, 蒸发温度 $t_0 = -25^\circ\text{C}$ 时, 各自相对应的压力分别为: $P_k = 11.895$

kgf/cm^2 , $P_0 = 1.55 \text{ kgf/cm}^2$, 两者之比 $\frac{P_k}{P_0} = 7.69$, 根据压力

比值可以确定为单级压缩系统。

虽然确定系统压缩级数的主要根据是压力比值, 但是, 当你所设计的为简易小冷库, 而货物冻结量不仅少而且不连续时, 由于压力比大于 8 时的运转时间占的比例很小, 所以, 也可以确定为单级压缩系统。这样不仅简化了制冷系统, 又方便操作管理, 降低了能源消耗, 还降低了冷库的造价。

二、双级压缩形式

前面提到, 当制冷系统的压缩机经常在压力比大于 8 的条件下运行, 采用单级压缩形式不仅不经济, 而且对机器使用寿命也不利。只有采用双级压缩形式, 才比较经济、安全。双级压缩形式分:

1. 单机双级压缩形式

目前我国生产的系列化活塞式压缩机中, 单机双级的型号有: 8ASJ—10(S8—10)、8ASJ—12.5(S8—12.5)、8ASJ—17(S8—17)几种型号。而大连冷冻机厂生产的 8ASJ—10 型号的单机双级压缩机的油分离器、中间冷却器都比较紧凑地和压缩机组合在一起。

在大型冷库中, 采用单机双级压缩机的多, 主要优点为: 节省占地面积, 管道系统简化, 可以缩短施工周期, 便