

21

世纪高职高专规划教材

制冷与空调系统 运行管理

主 编 梁玉国 刘学浩



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专规划教材

制冷与空调系统运行管理

主 编 梁玉国 刘学浩

副主编 高挺进 王绪钦 白庆元 孙善瑜

主 审 李永安 戎卫国



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是严格按照国家教育部高职高专职业教育“制冷与空调”专业教学大纲的要求组织编写的。根据制冷与空调技术深入发展的需要和高职教育特点,本书系统地介绍了冷库制冷系统运行管理和中央空调系统运行管理两大内容。

冷库制冷系统运行管理重点介绍了冷库制冷系统简介、制冷系统投产前的准备工作、制冷压缩机操作技能、制冷设备的操作与管理、制冷系统作业程序、调整及节能技术、制冷系统故障诊断与排除、制冷系统安全装置与操作技能及制冷压缩机与设备的维护与检修技能。

中央空调系统运行管理介绍了中央空调系统简介、中央空调系统调试技能、中央空调系统冷水机组运行管理和节能措施及空调病预防、中央空调系统故障诊断与排除及维护保养、溴化锂冷水机组调试与运行。

本书可作为各类高职高专、普通高等学校大专、函授大学等制冷与空调专业教材,还可供制冷与空调专业本科生及从事制冷与空调技术工作的管理人员和技术人员参考。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调系统运行管理 / 梁玉国, 刘学浩主编

— 北京: 中国水利水电出版社, 2011.1

21世纪高职高专规划教材

ISBN 978-7-5084-8020-6

I. ①制… II. ①梁… ②刘… III. ①制冷系统—运行—管理—高等学校: 技术学校—教材②空气调节系统—运行—管理—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TB657

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第219907号

策划编辑: 朱江浩

责任编辑: 张玉玲

封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高职高专规划教材 制冷与空调系统运行管理
作 者	主 编 梁玉国 刘学浩 副主编 高挺进 王绪钦 白庆元 孙善瑜 主 审 李永安 戎卫国
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 22.75 印张 585 千字
版 次	2011 年 01 月第 1 版 2011 年 01 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	42.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

随着时代的发展,制冷与空调行业已成为衡量一个社会经济实力、科技水平与人民生活质量的重要标志之一,制冷与空调技术在工业、农业、科学技术、国防及生活等领域具有越来越重要的作用。

鉴于我国经济的快速发展,人民生活水平的不断提高,我国制冷与空调行业正处在蓬勃发展的大好时期,制冷与空调工业产值平均年增长率为20%,个别年份某些产品甚至达到30%,已渗透到企业、事业、商业、民宅、科研等社会的各个角落,社会对制冷与空调设备的需求范围和需求层次也呈现复杂化和多样化的发展趋势,需求量日益增大。这就需要大量从事生产、销售、安装、运行管理、售后服务等工作的高级技术人才。所以,该专业的应用型高级技术人才会有更大的需求,从而推动了高职教育的蓬勃发展。

本书在高职教育蓬勃发展的大好形势下,2008年4月申报了《制冷与空调系统运行管理》课程教学改革研究,2008年6月,经山东省教育科学课题专家评审委员会评审,并由山东省教育科学规划领导小组批准为山东省教育科学“十一五”规划2008年度课题(编号:2008GG026),定于2010年12月结题。

本课程教学改革研究的目的是,力求将制冷与空调专业领域技能型紧缺人才的市场需求和高职技术教育发展新形势相结合,注意从高职技术教育教学特点出发,结合企业对制冷与空调专业技术人员职业技能的要求,阐述本课程改革内容以必需、够用为度,尽量加强知识应用和职业技能训练的针对性,突出以能力为本位的职业教育特色,以求学以致用。

本书从高职技术教育教学特点出发,结合企业对制冷与空调专业技术人员职业技能要求,力求图文并茂、重点突出、联系实际、易学易懂,贯彻“实理一体,突出技能培养”指导思想,保证了实用性和可操作性。其特点:一是实用、够用,突出基本理论与实用方法,有效地解决“入门”与“接口”两个向度问题;二是实理一体,改变传统教学“文字表达加讲解”的教学模式。并且将制冷与空调专业实习实训始终贯穿于本课程的教学过程中。同时贯彻现代教育教学理念,把知识点分解为具体的教学情境,以情境教学、任务驱动贯穿始终,充分体现工学结合理论联系实践的操作技能,达到重点培养学生的动手应用能力的目的。

参加本书编写的人员,既有从事多年高职教育的工科专家、院长,又有从事制冷与空调专业操作与教学工作三四十年的老教授,还有在制冷与空调企业担任董事长、总经理的高级工程师,以及在制冷与空调专业教学多年的系主任、副教授、高级工程师、工程师、技师、助理工程师等中坚力量。

本书由山东华宇职业技术学院梁玉国副教授和刘学浩教授任主编,高挺进副教授、王绪钦高级工程师(德州亚太集团总经理)、白庆元高级工程师(德州亚太集团副总经理)、孙善瑜高级工程师、一级建造师(青岛海和工程集团有限公司董事长)任副主编,李永安教授(山东建筑大学首席教授、发展规划处处长、山东制冷学会副理事长、山东空调热泵专业委员会

主任委员)、戎卫国教授(山东华宇职业技术学院)任主审。梁玉国、刘学浩、高挺进、李满、孙善瑜、孙天臻、王金成、刘明、王东盈、郭建军、曹金静、张怀刚编写第 1、2、4、5、6 章,刘学浩、靳新春编写第 3 章,刘学浩、尚艳苓编写第 7 章,刘明、王东盈编写第 8、9 章,刘学浩、戎卫国、袁帅、王燕、刘春花、王绪钦、白庆元、孙善瑜、贾光合、贾莹、张文妍、孙奉羽、臧艳琪编写第 10、11、12、13 章,刘学浩、相培编写第 14 章及附录。

本书在编写过程中,得到了山东华宇职业技术学院建筑工程系主任严运国教授及尚艳苓质量工程师等的大力支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促及编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 9 月

目 录

前言

第一篇 冷库制冷系统运行管理

第1章 冷库制冷系统简介.....1	2.4 任务四：制冷系统管道和设备保温施工 ..31
1.1 任务一：冷库制冷系统概念.....1	2.4.1 制冷系统管道和支、吊架防腐的方法 与要求.....31
1.1.1 冷库制冷系统概念.....1	2.4.2 制冷系统管道和设备保温施工.....31
1.1.2 冷库（蒸气压缩式）制冷系统分类.....4	2.5 任务五：制冷系统加氨与降温.....36
1.1.3 冷库制冷系统特点.....6	2.5.1 制冷系统加氨.....36
1.1.4 我国冷库类型.....6	2.5.2 新建冷库的降温试生产.....37
1.2 任务二：冷库制冷系统组成.....6	2.5.3 冷库投产后大修前的升温.....38
1.2.1 机房系统.....7	2.5.4 冷库在生产过程中温度波动幅度 要求.....39
1.2.2 冷却系统.....9	教学小结.....39
1.3 任务三：冷库制冷系统图.....14	复习思考题二.....39
1.3.1 制冷系统管道和设备涂漆颜色要求.....14	第3章 制冷压缩机操作技能.....40
1.3.2 制冷系统图例.....14	3.1 任务一：活塞式制冷压缩机操作技能.....40
1.3.3 单级压缩氨和氟制冷系统图.....15	3.1.1 制冷压缩机开机前的准备工作.....40
1.3.4 配组双级压缩氨和氟制冷系统图.....17	3.1.2 制冷压缩机开、停机操作.....41
1.3.5 单机双级压缩氨和氟制冷系统图.....18	3.1.3 制冷压缩机运行中的操作与调整.....43
教学小结.....19	3.2 任务二：螺杆式制冷压缩机操作技能.....43
复习思考题一.....19	3.2.1 螺杆式制冷压缩机开机前的 准备工作.....44
第2章 冷库制冷系统投产前的准备工作.....20	3.2.2 螺杆式制冷压缩机开、停机操作.....44
2.1 任务一：制冷压缩机调试.....20	3.2.3 螺杆式制冷压缩机运行中的操作 与调整.....45
2.1.1 活塞式制冷压缩机调试.....20	3.2.4 螺杆式制冷压缩机的安全运转标志 ..45
2.1.2 螺杆式制冷压缩机调试.....22	3.2.5 螺杆式制冷压缩机停机期间的 保护措施.....46
2.2 任务二：氨制冷系统质量检查.....23	3.3 任务三：氟利昂制冷压缩机操作技能.....46
2.2.1 氨制冷系统排污.....24	3.3.1 氟利昂制冷压缩机开机前的准备工作46
2.2.2 制冷系统试压和检漏.....24	3.3.2 氟利昂制冷压缩机开、停机操作.....46
2.2.3 制冷系统抽真空.....26	3.3.3 氟利昂制冷压缩机运行中的操作 与调整.....46
2.2.4 制冷系统充氨试漏.....26	
2.3 任务三：氟利昂制冷系统质量检查.....27	
2.3.1 氟制冷系统排污.....27	
2.3.2 氟制冷系统试压和检漏.....28	
2.3.3 氟制冷系统抽真空.....29	
2.3.4 氟制冷系统充灌氟利昂制冷剂.....30	

3.3.4 氟利昂制冷压缩机长期停止使用时的 保护措施	47	4.6.1 霜对制冷系统的影响	76
3.4 任务四: 制冷压缩机加油和换油 操作技能	47	4.6.2 冷库内蒸发器除霜方法	77
3.4.1 制冷压缩机加油操作	47	4.6.3 制冷系统热工质气体融霜操作步骤 ..	78
3.4.2 制冷压缩机换油操作	49	4.6.4 水融霜操作步骤	79
3.5 任务五: 制冷压缩机紧急停机操作技能 ..	49	4.6.5 热工质气体与常温水联合融霜 操作步骤	80
教学小结	50	4.7 任务七: 制冷系统放空气操作与管理	80
复习思考题三	50	4.7.1 空气进入制冷系统的原因	80
第4章 制冷设备的操作与管理	52	4.7.2 空气对制冷系统的影响	80
4.1 任务一: 高压设备的操作与管理	52	4.7.3 制冷系统存有空气的象征和聚积 部位及形式	81
4.1.1 洗涤式油分离器的操作与管理	52	4.7.4 氨制冷系统卧式四重管式或立式 放空气操作与管理	81
4.1.2 冷凝器的操作与管理	52	4.7.5 氟利昂制冷系统放空气操作与管理 ..	82
4.1.3 高压贮液桶(器)的操作与管理	55	4.8 任务八: 制冷系统放油操作与管理	83
4.2 任务二: 中压设备的操作与管理	56	教学小结	87
4.3 任务三: 低压设备(除蒸发器外)的操作 与管理	58	复习思考题四	88
4.3.1 低压循环桶的操作与管理	58	第5章 制冷系统作业程序、调整及节能技术 ..	89
4.3.2 氨泵的操作与管理	59	5.1 任务一: 制冷系统安全作业程序	89
4.3.3 氨液分离器的操作与管理	60	5.1.1 制冷系统冷间安全作业程序	89
4.3.4 排液桶的操作与管理	61	5.1.2 机房安全作业程序	89
4.3.5 液体与气体调节站的操作与管理	62	5.2 任务二: 制冷系统调整参数分析	91
4.4 任务四: 其他设备的操作与管理	62	5.2.1 制冷系统的调整参数	91
4.4.1 油管式液位指示器的操作与管理	62	5.2.2 制冷剂循环与参数变化的分析	94
4.4.2 紧急泄氨器的操作与管理	63	5.3 任务三: 制冷系统调整技术	95
4.4.3 氟利昂制冷系统紧急安全设备 ——安全熔塞	63	5.3.1 制冷系统调整前应熟悉的问题	96
4.4.4 氟利昂制冷系统干燥过滤器的 操作与管理	64	5.3.2 制冷压缩机配车要点	96
4.5 任务五: 蒸发器操作与管理	64	5.3.3 库房降温的调整技术	97
4.5.1 冷风机的操作与管理	64	5.4 任务四: 制冷系统节能应用技术	98
4.5.2 氨用搁架式冻结器的操作与管理	70	5.4.1 冷库节能中存在的问题	99
4.5.3 盐水蒸发器的操作与管理	71	5.4.2 冷库节能措施与方法	100
4.5.4 平板冻结器的操作与管理	73	教学小结	105
4.5.5 快速制冰机的操作与管理	75	复习思考题五	105
4.6 任务六: 冷库冷间内蒸发器除霜的 操作与管理	76	第6章 制冷系统故障诊断与排除	106
		6.1 任务一: 制冷与空调系统作业事故特点、 依据、原因及爆炸危害	106
		6.1.1 制冷与空调系统作业事故	106

6.1.2	制冷与空调系统作业事故的特点	108	7.2.4	氨制冷系统机器、设备管道检修时的安全要点	152
6.1.3	氨制冷系统运行管理中分析和判断故障的依据	108	7.2.5	制冷剂钢瓶的使用和管理	152
6.1.4	制冷与空调系统作业事故的主要原因	109	7.3	任务三：氨制冷系统预防事故措施及发生事故时的紧急救护	153
6.1.5	制冷系统漏氨事故的处理	113	7.3.1	氨制冷系统预防事故措施	154
6.2	任务二：氨制冷压缩机运转中故障诊断与排除方法	115	7.3.2	防护用品的使用和保管	155
6.2.1	氨制冷压缩机故障诊断实例分析	115	7.3.3	制冷作业应急预案	158
6.2.2	制冷压缩机常见故障诊断与排除	118	7.3.4	氨制冷系统发生事故时的紧急救护	160
6.3	任务三：氨制冷系统运转过程中故障诊断及排除方法	124	教学小结		163
6.3.1	氨制冷系统运转过程中故障诊断应掌握的要点	124	复习思考题七		163
6.3.2	氨制冷系统故障诊断实例分析	124	第8章 制冷压缩机维护与检修技能		164
6.3.3	制冷系统运行中故障诊断及排除方法	128	8.1	任务一：零件损伤的原因及磨损规律	164
6.4	任务四：氟利昂制冷系统故障诊断及排除方法	130	8.1.1	零件损伤的形式	164
6.4.1	氟利昂制冷系统故障分析与诊断	130	8.1.2	零件磨损的原因	165
6.4.2	小型氟利昂活塞式制冷压缩机故障诊断及排除	141	8.2	任务二：制冷压缩机装卸基本工艺	166
6.5	任务五：故障诊断技术在制冷系统中的应用	142	8.2.1	制冷压缩机装配的重要性和连接方法	166
6.5.1	制冷系统故障诊断技术应用概述	142	8.2.2	过盈配合拆卸与装配	166
6.5.2	智能诊断技术在制冷系统中的应用	143	8.2.3	固定部件的装卸	167
教学小结		145	8.3	任务三：制冷压缩机检修的目的和准备工作	168
复习思考题六		145	8.3.1	制冷压缩机的检修目的	168
第7章 制冷系统安全装置与操作技能		146	8.3.2	制冷压缩机检修前的准备工作	168
7.1	任务一：制冷系统的安全装置	146	8.4	任务四：活塞式制冷压缩机检修	169
7.1.1	制冷系统设置安全装置的必要性	146	8.4.1	活塞式制冷压缩机的拆卸与装配间隙测量	169
7.1.2	制冷机器设备上的安全装置	147	8.4.2	活塞式制冷压缩机整机拆卸与有关间隙的测量	170
7.1.3	制冷系统安全设施	149	8.4.3	活塞式制冷压缩机几个部件的拆卸	173
7.2	任务二：制冷系统安全操作技能	150	8.4.4	活塞式制冷压缩机装配	174
7.2.1	制冷系统运行中对阀门的安全操作	150	8.4.5	活塞式制冷压缩机试车	176
7.2.2	氨制冷系统设备、管道检修时的安全操作	151	8.4.6	活塞式制冷压缩机故障检修	177
7.2.3	氨制冷系统修理低压设备处理氨时的安全操作	151	8.5	任务五：螺杆式制冷压缩机检修	178
			8.5.1	螺杆式制冷压缩机拆卸	178
			8.5.2	螺杆式制冷压缩机零件检查与修理	179
			8.5.3	螺杆式制冷压缩机装配与调整	181

教学小结	183
复习思考题八	184
第9章 制冷设备维护和修理技能	185
9.1 任务一：制冷设备检修前对制冷剂的 处理	185
9.1.1 制冷设备中氨的处理方法	185
9.1.2 制冷设备中对氟利昂的处理方法	186
9.1.3 制冷设备处理制冷剂时的注意事项	187
9.2 任务二：热交换器维护与修理	187
9.2.1 冷凝器维护	187
9.2.2 冷凝器检修	189
9.2.3 蒸发器维护	190
9.2.4 蒸发器检查与修理	190
9.2.5 其他设备和系统管道的维护和	

检修	191
9.3 任务三：阀门与法兰维护与修理	192
9.3.1 截止阀和调节阀损坏原因	192
9.3.2 阀门检修	192
9.3.3 法兰检修	195
9.4 任务四：泵与风机检修	195
9.4.1 离心水泵的检修	196
9.4.2 氨泵的检修	197
9.4.3 风机的修理	199
9.4.4 冷却水塔的检修	199
9.5 任务五：制冷设备故障实例诊断及 检修方法	200
教学小结	202
复习思考题九	202

第二篇 中央空调系统运行管理

第10章 中央空调系统简介	203
10.1 任务一：中央空调系统的任务和 总体组成	203
10.1.1 中央空调系统的任务	203
10.1.2 中央空调系统的总体组成	203
10.2 任务二：空调系统的分类及特点	207
10.2.1 空调系统根据空气处理设备的集中 程度分类	207
10.2.2 根据负担室内热湿负荷所用的介质 不同分类	222
10.2.3 根据主风道中空气流速不同分类	223
10.3 任务三：空调系统的选择	224
10.3.1 集中式空调系统的选择	224
10.3.2 半集中式空调系统的选择	224
10.3.3 集中式空调系统和半集中式空调系统 两者结合起来的的选择	224
10.3.4 局部式空调系统的选择	224
教学小结	225
复习思考题十	225
第11章 中央空调系统调试技能	226
11.1 任务一：中央空调水系统质量检查	226
11.1.1 中央空调水系统清洗排污和试压	226

11.1.2 中央空调的水质标准与水质处理	227
11.2 任务二：中央空调水系统调试技能	229
11.3 任务三：中央空调风道系统调试技能	229
11.3.1 中央空调风道系统的风量测定	229
11.3.2 调整三通风门的方法	230
11.4 任务四：中央空调系统活塞式冷水机组 调试技能	230
11.5 任务五：中央空调系统螺杆式冷水机组调 试技能	231
11.5.1 螺杆式冷水机组空气负载运转 调试	231
11.5.2 螺杆式制冷压缩机现场试压	232
11.5.3 螺杆式制冷压缩机组调试	232
11.6 任务六：中央空调系统离心式冷水机组 调试技能	233
11.6.1 离心式冷水机组调试前的准备 工作	233
11.6.2 离心式冷水机组空运转调试技能	233
11.6.3 离心式冷水机组现场试压技能	233
11.6.4 离心式冷水机组充加制冷剂技能	234
11.6.5 离心式冷水机组运行调试技能	235
教学小结	235

复习思考题十一	235	12.7 任务七：中央空调系统螺杆式冷水机组运行管理	269
第 12 章 中央空调系统冷水机组运行管理和节能措施及空调病预防	236	12.7.1 螺杆式冷水机组基本概况	270
12.1 任务一：组合式空调机组安装、运行与维护	236	12.7.2 以特灵 RTHA 型双螺杆式冷水机组为例介绍中央空调系统运行管理	271
12.1.1 组合式空调机组的安装	236	12.8 任务八：中央空调系统离心式冷水机组运行管理	273
12.1.2 组合式空调机组运行与维护	237	12.8.1 离心式冷水机组基本概况	273
12.2 任务二：中央空调系统冷水机组基本情况	238	12.8.2 以特灵 CVHE 型三级压缩离心式冷水机组为例介绍中央空调系统运行管理	275
12.2.1 典型冷水机组组成	238	12.8.3 冷水机组紧急停机	280
12.2.2 冷水机组的分类和特点	238	12.9 任务九：中央空调系统运行节能措施	280
12.2.3 冷水机组技术参数	239	12.9.1 中央空调系统运行管理的重要性	281
12.2.4 冷水机组选择原则	239	12.9.2 中央空调系统运行管理应达到的基本目标	281
12.3 任务三：中央空调系统冷水机组运行管理中的参数分析	240	12.9.3 中央空调系统运行节能措施	283
12.3.1 蒸发压力与蒸发温度	240	12.10 任务十：空调病的预防	284
12.3.2 冷凝压力与冷凝温度	240	12.10.1 空调病的分类	284
12.3.3 冷冻水的压力与温度	241	12.10.2 暖通空调设计施工与操作维护不当时对室内空气品质的影响	285
12.3.4 冷却水的压力与温度	241	12.10.3 对人体有明显伤害的室内污染物及改善空气品质的措施	286
12.3.5 制冷压缩机吸气温度	242	12.10.4 对空调病中几个问题的认识	286
12.3.6 制冷压缩机排气温度	242	12.10.5 空调中的施香、除臭、防霉与杀菌技术	287
12.3.7 油压差、油温与油位高度	243	教学小结	288
12.3.8 主电机运行电流与电压	243	复习思考题十二	288
12.4 任务四：水源热泵冷水机组运行管理	244	第 13 章 中央空调系统故障诊断与排除及维护保养	290
12.4.1 概述（以德州亚太集团水源热泵冷水机组为例）	244	13.1 任务一：冷水机组运行中故障发现与分析及处理基本程序	290
12.4.2 以德州亚太集团水源热泵冷水机组为例介绍中央空调系统运行管理	246	13.1.1 冷水机组运行中故障的早期发现与诊断	290
12.5 任务五：中央空调系统涡旋多联冷水机组运行管理	255	13.1.2 冷水机组故障处理的基本程序	291
12.5.1 数码涡旋中央空调系统基本概况	255	13.2 任务二：活塞式冷水机组故障诊断与解决方法	294
12.5.2 中央空调系统涡旋多联冷水机组运行管理	258	13.2.1 活塞式冷水机组故障诊断与解决方法	294
12.6 任务六：中央空调系统活塞式冷水机组运行管理	264		
12.6.1 活塞式冷水机组基本概况	264		
12.6.2 以上海合众一开利 30 HK/HR 型活塞式冷水机组为例介绍中央空调系统运行管理	266		

13.2.2 活塞式冷水机组常见故障现象·····	295	13.11.1 风机盘管的安装·····	314
13.3 任务三：螺杆式冷水机组故障诊断与 解决方法·····	296	13.11.2 风机盘管的运行·····	315
13.4 任务四：离心式冷水机组故障诊断与 检查对象·····	298	13.11.3 风机盘管的维护·····	315
13.5 任务五：涡旋式冷水机组故障诊断与 解决方法·····	298	教学小结·····	316
13.5.1 涡旋制冷压缩机故障调查方法·····	299	复习思考题十三·····	316
13.5.2 涡旋制冷压缩机故障诊断及对策·····	299	第14章 溴化锂吸收式冷水机组调试 及运行管理 ·····	317
13.5.3 涡旋式冷水机组常见问题·····	302	14.1 任务一：溴化锂吸收式冷水机 组的调试·····	317
13.6 任务六：水源热泵冷水机组的运行 故障诊断及排除·····	302	14.1.1 溴化锂吸收式冷水机组调 试前的准备工作·····	317
13.7 任务七：集中式空调系统故障诊断 和排除·····	304	14.1.2 溴化锂吸收式冷水机组充 注溴化锂溶液·····	318
13.7.1 机械故障·····	304	14.1.3 溴化锂吸收式冷水机组调 试及制冷量的测定·····	320
13.7.2 空气处理过程的设备故障诊断·····	305	14.2 任务二：溴化锂吸收式冷水机 组运行管理·····	322
13.7.3 空调系统的空气分布不均故障 诊断·····	306	14.2.1 溴化锂吸收式冷水机组运行操作·····	322
13.8 任务八：集中式空调系统运行故障 诊断和排除·····	307	14.2.2 溴化锂吸收式冷水机组维 护与保养·····	326
13.8.1 露点温度方面的故障·····	307	14.3 任务三：溴化锂吸收式冷水机组 常见故障诊断及排除·····	330
13.8.2 房间温、湿度方面的故障·····	307	14.3.1 溴化锂吸收式冷水机组运行中的 紧急停机故障诊断与排除·····	330
13.8.3 空气新鲜度和含尘量方面的故障·····	308	14.3.2 溴化锂吸收式冷水机组在运行中 的主要故障诊断与排除·····	330
13.8.4 不能保证房间正压和风速方面 的故障·····	309	14.3.3 溶液浓度及液位的故障诊断与 排除·····	331
13.9 任务九：中央空调系统其他方面故障 诊断和排除方法·····	309	14.3.4 溶液结晶故障的诊断与排除·····	332
13.9.1 中央空调水系统故障诊断和处理 方法·····	309	教学小结·····	333
13.9.2 离心水泵故障诊断和排除方法·····	309	复习思考题十四·····	333
13.9.3 冷却塔故障诊断和排除方法·····	310	附录1 “制冷与空调系统运行管理”课程的 课时安排（仅供参考） ·····	334
13.10 任务十：中央空调系统维护保养·····	311	附录2 冷库管理规范 ·····	335
13.10.1 以离心式冷水机组为例的日 常停机时维护保养·····	311	附录3 中央空调系统运行管理程序 ·····	340
13.10.2 以离心式冷水机组为例的年 度停机时维护保养·····	312	附录4 离心式冷水机组操作规程 ·····	342
13.10.3 润滑油的管理·····	312	附录5 空调设备及装置维护保养规程 ·····	344
13.10.4 制冷剂的管理·····	314	附录6 常用制冷剂热力性质表 ·····	347
13.11 任务十一：风机盘管的安装、 运行与维护·····	314	参考文献 ·····	352

第一篇 冷库制冷系统运行管理

第1章 冷库制冷系统简介

教学情境

首先在学院制冷实训室利用装配性冷库或冷藏企业（肉联厂等）制冷车间进行实践教学，指导学生参观了解制冷系统实际的组成情况，掌握制冷压缩机、制冷设备、阀门、管道等是如何连接成封闭制冷系统的？制冷是如何实现的？从而增强学生的感性知识，为进一步学好冷库制冷系统打下良好的基础。

然后在教室利用多媒体理论教学，指导学生熟练掌握冷库制冷系统的概念、组成及制冷系统原理图等基础知识。

1.1 任务一：冷库制冷系统概念

任务描述

让学生对冷库制冷系统有一个全面认识，熟练掌握制冷系统的概念、分类、特点、组成及制冷系统原理图。

1.1.1 冷库制冷系统概念

1. 食品冷库（简称冷库）

冷库是专门用于对食品进行冷却、冻结和冷却物、冻结物冷藏及人造制冰与贮藏冰的冰库的一种独特建筑。按用途分，有生产性库、分配性库、综合性库、零售性库和生活服务性库；按库体结构分，有土建库、装配库（组合冷库）等；按库温高低分，有高温库、低温库等。图 1-1 所示是高层冷库的外形，图 1-2 所示为某冷库 100 吨平面布置图

土建库是采用土建方法构筑固定的库体，图 1-3 所示是一种土建库库体的隔热防潮围护结构示意图。土建库的制冷机器和设备可自行选配，也可按库容量购置全套设备安装。

装配库的库体采用工厂按标准模数生产的底板、侧板、顶板、库门等组装而成，如图 1-4 至图 1-6 所示。装配库可按库板模数改变组装尺寸，根据需要搭配组合，适应性强，容易装、拆搬迁，为活动性冷库。装配库按库容量大小分别配有全套的制冷机器和设备。

2. 冷库制冷系统定义

在冷库内，按照制冷原理将制冷压缩机、制冷设备、阀门及控制器等用无缝钢管连接成完整的制冷装置，形成一个封闭系统。在制冷压缩机作用下，使制冷剂在系统内发生相变而不

断循环，以降低冷间及食品温度达到制冷的目的。这个系统称为冷库制冷系统。

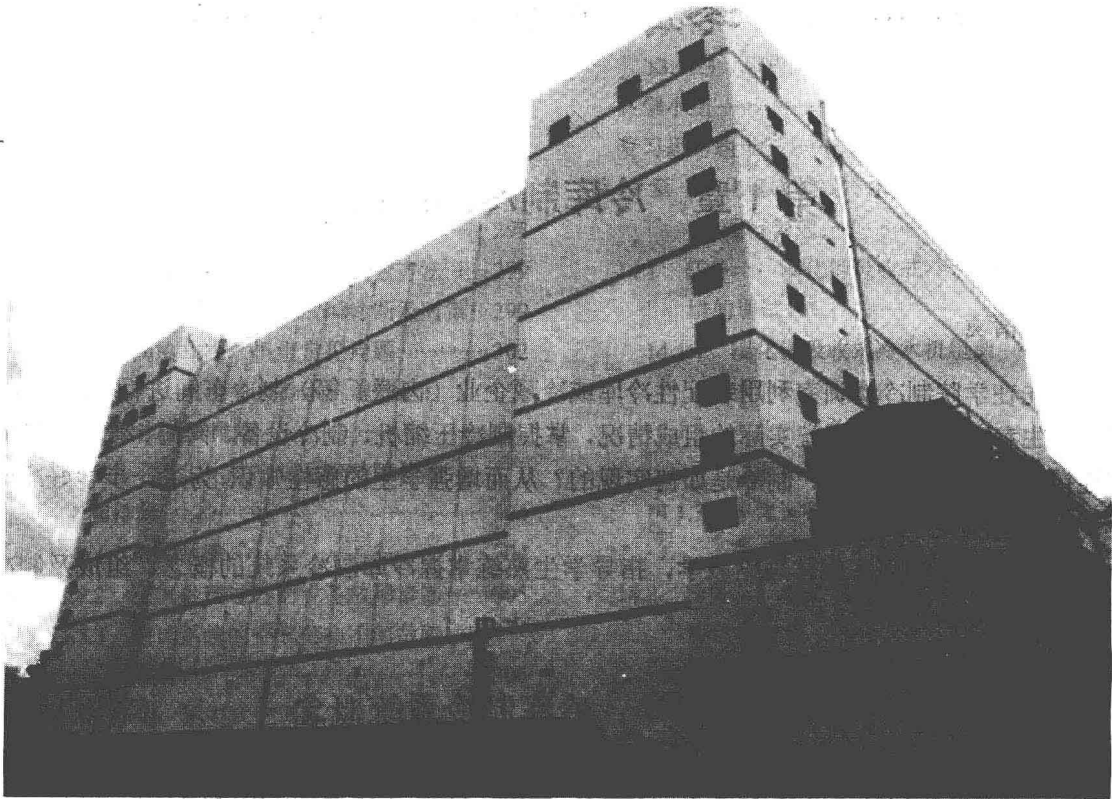


图 1-1 高层冷库外形

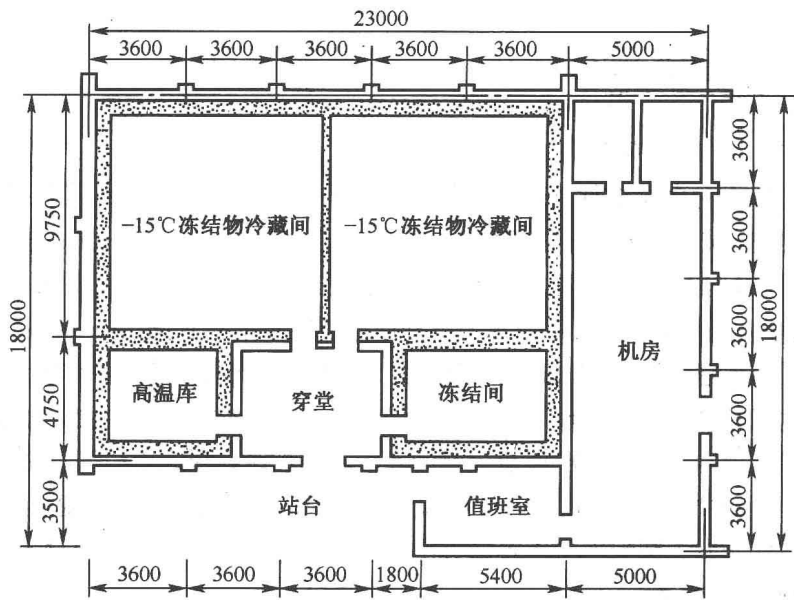


图 1-2 某冷库 100 吨平面布置图

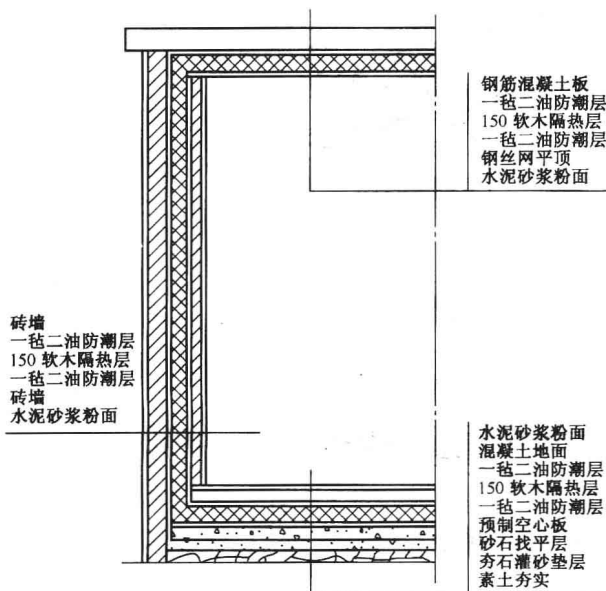
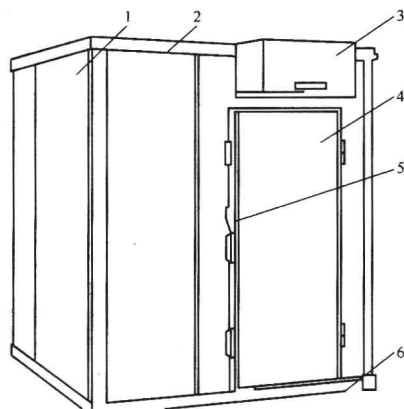
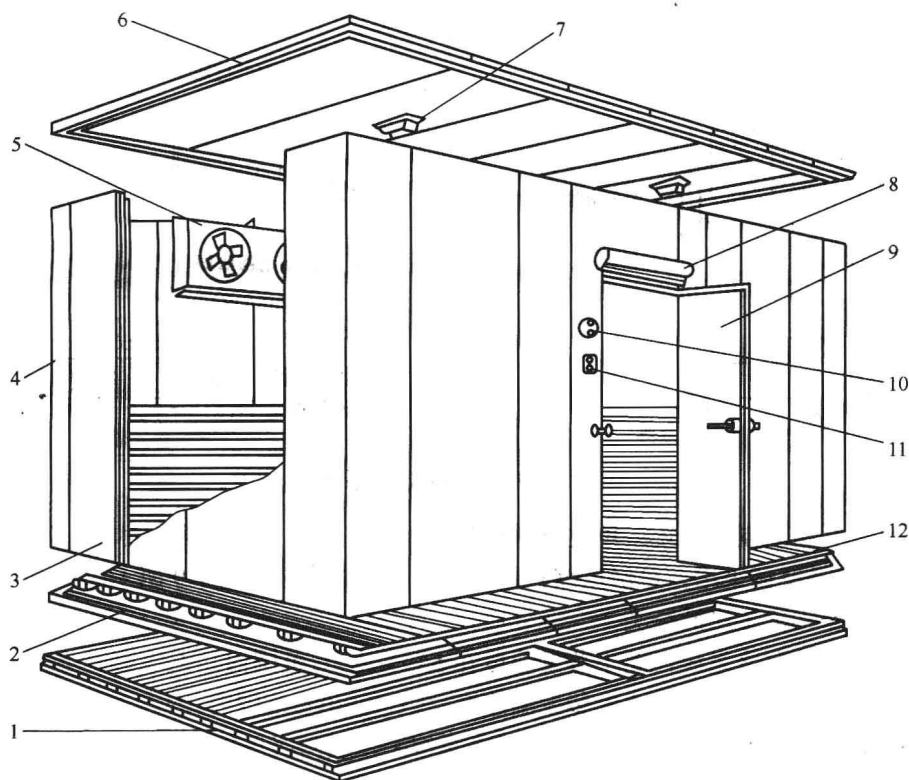


图 1-3 小型土建库的隔热防潮围护结构



1—侧板；2—顶板；3—制冷机组；
4—库门；5—拉手；6—地板

图 1-4 装配式冷库结构图（一）



1—托架；2—地板；3—墙板；4—角板；5—吊顶式冷风机；6—天棚板；7—防水灯；8—冷风幕
9—门板；10—温度计；11—带指示灯开关；12—脚踏板；13—制冷机组（在右侧，看不到）

图 1-5 装配式冷库结构图（二）

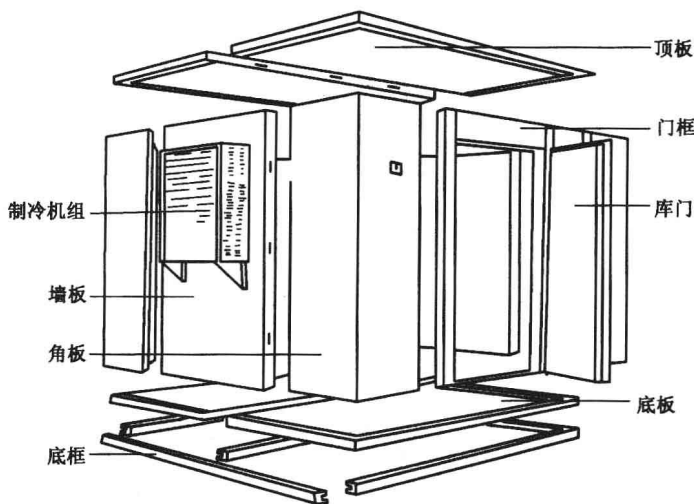


图 1-6 装配式冷库结构图 (三)

1.1.2 冷库（蒸气压缩式）制冷系统分类

1. 根据制冷剂不同的分类

(1) 氨制冷系统：大多数冷库采用。单级压缩氨制冷系统图如图 1-7 所示。

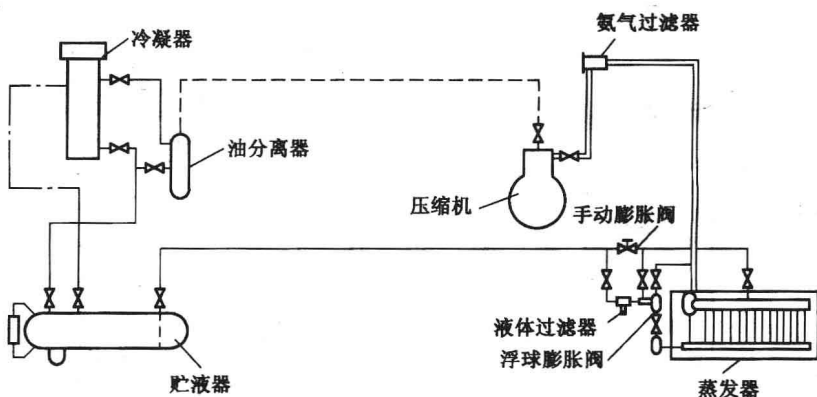


图 1-7 单级压缩氨制冷系统图

(2) 氟（利昂）制冷系统：单位食堂小型冷库、渔船上、电冰箱、冰柜、冷藏箱、超市冷冻食品销售柜及空调采用。单级压缩氟制冷系统图如图 1-8 和图 1-9 所示。

2. 根据制冷工况不同的分类

(1) 单级压缩制冷系统，要求蒸发温度在 $5^{\circ}\text{C} \sim -25^{\circ}\text{C}$ 范围内。

(2) 双级压缩制冷系统，要求蒸发温度在 $-25^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ 范围内。

双级压缩制冷系统可有配组双级压缩制冷系统和单机双级压缩制冷系统。

3. 根据食品冷冻与冷藏不同的分类

(1) -15°C 冷却制冷系统：即冷却系统，担负畜肉类、禽兔肉类、水产品、蛋类、果蔬类的冷却与冷藏；饮料的冷藏及制冰与冰库的降温任务。

1) 食品的冷却（冷却间）。

$$t_0 = -15^{\circ}\text{C}, t_{\text{冷}} = 0^{\circ}\text{C} \sim (-5 \sim -10)^{\circ}\text{C}, t_{\text{食}} = 4^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$$

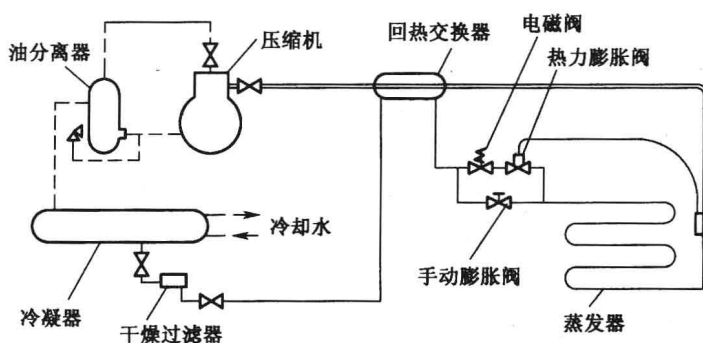


图 1-8 单级压缩氟制冷系统图

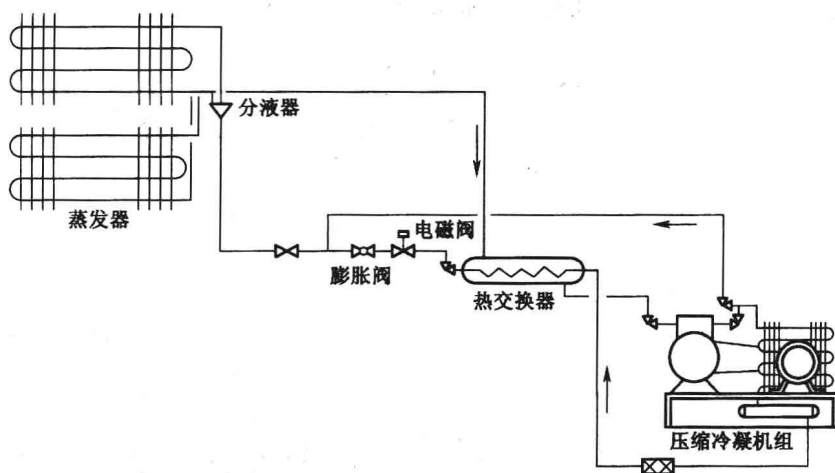


图 1-9 活动冷库压缩冷凝机组氟制冷系统图

2) 食品的冷藏（冷却物冷藏间，简称冷藏间或高温库）。

$t_0 = -15^\circ\text{C}$, $t_{\text{食}} = 4^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}$, $t_{\text{冷}} = 0^\circ\text{C}$

3) 制冰及冰库。

$t_0 = -15^\circ\text{C}$, $t_{\text{冷}} = -4^\circ\text{C} \sim -10^\circ\text{C}$, $t_{\text{冰}} = -4^\circ\text{C}$

$t_0 = -15^\circ\text{C}$, $t_{\text{冰}} = -4^\circ\text{C}$, $t_{\text{冰库}} = -4^\circ\text{C} \sim -10^\circ\text{C}$

(2) -33°C 冻结制冷系统：即冻结与冻藏系统，担负畜肉类、禽兔肉类、水产品、蛋类、果蔬类的冻结及冻藏间的降温任务。

1) 食品直接冻结工艺。

$t_0 = -33^\circ\text{C}$, $t_{\text{冷}} = -23^\circ\text{C}$, $t_{\text{食}}$ 由常温降至 $-8^\circ\text{C} \sim -15^\circ\text{C}$

2) 食品两阶段冻结工艺。

$t_0 = -33^\circ\text{C}$, $t_{\text{冷}} = -23^\circ\text{C}$, $t_{\text{食}}$ 由 $4^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}$ 降至 $-8^\circ\text{C} \sim -15^\circ\text{C}$

3) 在无 -28°C 冻藏系统时，可进行食品的冻藏。

$t_0 = -33^\circ\text{C}$, $t_{\text{食}} = -15^\circ\text{C}$, $t_{\text{冷}} = -18^\circ\text{C} \sim -20^\circ\text{C}$

$t_0 = -33^\circ\text{C}$, $t_{\text{食}} = -8^\circ\text{C}$, $t_{\text{冷}} = -12^\circ\text{C}$

(3) -28°C 冻藏制冷系统：即冻藏系统，担负畜肉类、禽兔肉类、水产品、蛋类、果蔬类冻藏间的降温任务。

$t_0 = -28^\circ\text{C}$, $t_{\text{食}} = -15^\circ\text{C}$, $t_{\text{冷}} = -18^\circ\text{C} \sim -20^\circ\text{C}$

$t_0=-28^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{食}}=-8^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{冷}}=-12^{\circ}\text{C}$

4. 根据压力不同的分类

- (1) 机房高压制冷系统: $p_{\text{工作}} \geq 1.5\text{MPa}$; $p_{\text{试压}} \geq 1.8\text{MPa}$ 。
- (2) 机房中压制冷系统: $p_{\text{工作}} \geq 0.5\text{MPa}$ 。
- (3) 冷库低压制冷系统: $p_{\text{工作}} \geq 0.6 \sim 0.8\text{MPa}$; $p_{\text{试压}} \geq 1.2\text{MPa}$ 。

5. 根据蒸发器供液方式不同的分类

- (1) 直接膨胀式供液制冷系统。
- (2) 重力供液制冷系统。
- (3) 氨泵供液制冷系统。

1.1.3 冷库制冷系统特点 (如表 1-1 所示)

表 1-1 冷库制冷系统的特点

冷库类型	蒸发温度	性质	制冷系统	冷藏与冻藏
综合性冷库	-15℃	食品冷却与冷藏 制冰及冰库	单级压缩	兼有较大的冷却与冷藏和冻结与冻藏能力 是介于生产性冷库和分配性冷库之间的一种冷库
	-33℃	食品冻结与冻藏	双级压缩	
	-28℃	食品冻藏	双级压缩	
生产性冷库	各项同上	各项同上	各项同上	冻藏能力是冻结能力的 20~50 倍, 用于较短期贮藏, 以保证生产连续进行
分配性冷库	各项同上	各项同上	各项同上	冻藏能力是冻结能力的 30~120 倍, 用于长期贮藏, 满足市场需要, 保证供应

1.1.4 我国冷库类型 (如表 1-2 所示)

表 1-2 我国冷库的类型

冷库类型	冷藏量 (吨)	冻结量 (吨/日)	制冰量 (吨/日)	蒸发 温度	制冷 系统	供液 方式	除霜方法
500 吨冷库	500	20		-33℃	双级压缩	氨泵	热氨融霜、水冲霜
1000 吨冷库	1000	30~60	15	-15℃ -33℃ -28℃	单级压缩 双级压缩	同上	同上
5000 吨冷库	5000	30~60	15	同上	同上	同上	同上
万吨冷库	10000	60	15	同上		同上	同上

1.2 任务二：冷库制冷系统组成

任务描述

让学生对制冷系统的组成有一个全面认识, 熟练掌握制冷系统组成的各个部分。