



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

小型制冷与空调装置

(制冷和空调设备运用与维修专业)

主编 林 钢



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

小型制冷与空调装置

(制冷和空调设备运用与维修专业)

主 编 林 钢

责任主审 匡奕珍

审 稿 邵长波

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校制冷和空调设备运用与维修专业教学指导方案》中主干课程《小型制冷与空调装置教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育国家规划教材。

本书系统地讲述了电冰箱和空调器等单体小型制冷与空调设备的结构、原理和使用维修等基本知识。主要内容包括：家用电冰箱结构原理、商用电冰箱结构原理、电冰箱检修技术、电冰箱常见故障判断与维修、房间空调器结构原理、空调器的检修、分体空调器的安装以及实验实训指导等。

本书可作为中等职业学校制冷和空调设备运用与维修专业的专业课教材，也可作为相关行业岗位培训教材，以及“初、中级制冷设备维修工”职业技能鉴定的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

小型制冷与空调装置 / 林钢主编. —北京: 高等教育出版社, 2002. 7

中等职业学校制冷和空调设备运用与维修专业

ISBN 7-04-010916-6

I. 小... II. 林... III. ①冰箱—专业学校—教材
②空气调节器—专业学校—教材 IV. TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 037754 号

责任编辑 余美茵 封面设计 王 睢 责任绘图 朱 静
版式设计 马静如 责任校对 马桂兰 责任印制 孔 源

小型制冷与空调装置
林 钢 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京印刷三厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 11.5
字 数 270 000
插 页 1

版 次 2002 年 7 月第 1 版
印 次 2002 年 7 月第 1 次印刷
定 价 14.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校制冷和空调设备运用与维修专业教学指导方案》中主干课程《小型制冷与空调装置教学基本要求》,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育国家规划教材。

我国社会主义市场经济的建立和现代化建设对中等职业教育的改革和发展提出了新的要求,为了更好地培养 21 世纪的中等职业技术人才,适应新世纪对中职生专业知识的需求,教育部制定了新的面向 21 世纪中等职业教育《小型制冷与空调装置教学大纲》。根据新大纲我们编写了本教材。

本书介绍了电冰箱和空调器等单体小型制冷与空调设备的结构、原理和使用维修等基本知识。全书共分十四章,主要内容有:家用电冰箱结构原理、商用电冰箱结构原理、电冰箱检修技术、电冰箱常见故障判断与维修、房间空调器结构原理、空调器的检修、分体空调器的安装以及实验实训指导等。本书力求简明扼要、通俗易懂、直观形象,并有大量的选用内容,可适用于不同层次的读者需要。本书可作为中等职业学校制冷和空调设备运用与维修专业的专业课教材,也可作为制冷设备维修行业的岗位培训教材以及初、中级制冷设备维修工职业技能鉴定的参考书。

本书教学内容共需 56~76 学时,56 学时分配方案见下表(仅供参考):

章 次	学 时 数	章 次	学 时 数
第一章	2	第九章	4
第二章	1	第十章	3
第三章	4	第十一章	3
第四章	3	第十二章	3
第五章	5	第十三章	—
第六章	1	第十四章	16
第七章	4	机动	6
第八章	1	合计	56

本书内容中带 * 号者为理论教学选用模块,带 * * 号者为实践教学选用模块。

本书由全国中专制冷与空调专业教学研究会组织编写,由无锡商业职业技术学院副教授林钢主编,并编写第一章、第二章、第五章、第八章、第九章、第十一至第十三章,上海家用电器高级技术学校工程师沈国伟编写第三章、第十章,山西财贸学校讲师郝瑞宏编写第四章、第六章、第七章,无锡商业职业技术学院助理讲师申晓中编写第十四章。本书在编写过程中得到了主、参编所在单位领导的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由山东商业职业技术学院匡奕珍教授担

任责任主审,山东商业职业技术学院邵长波副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 4 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》。行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

现公布举报电话及通讯地址:

电 话:(010) 84043279 13801081108

传 真:(010) 64033424

E-mail:dd@hep.com.cn

地 址:北京市东城区沙滩后街 55 号

邮 编:100009

目 录

第一章 电冰箱箱体结构	1
1.1 电冰箱的分类	1
1.2 电冰箱的规格、型号和冷度	2
1.3 电冰箱的箱体结构	4
习题	6
第二章 电冰箱制冷系统	7
2.1 直冷式电冰箱制冷系统	7
2.2 间冷式电冰箱制冷系统	8
习题	10
第三章 电冰箱电气控制系统	11
3.1 压缩机电机的启动与保护装置	11
3.2 温控器	15
3.3 间冷式电冰箱定时化霜装置	18
3.4 电冰箱典型电路	20
3.5 电冰箱电子、电脑控制及其他新技术	22
习题	27
第四章 电冰箱检修技术	28
4.1 专用工具	28
4.2 管路维修	30
4.3 制冷维修基本操作	33
4.4 电冰箱开背修理	40
4.5 无氟电冰箱检修技术	41
习题	44
第五章 电冰箱常见故障判断与维修	45
5.1 制冷系统常见故障	45
5.2 电气系统常见故障	47
习题	52
第六章 电冰箱选购、使用和保养	53
6.1 电冰箱选购	53
6.2 电冰箱使用和保养	55
习题	58
第七章 商用电冰箱	59

7.1 冷藏柜	59
7.2 陈列柜	62
* 7.3 小型制冰机	66
* 7.4 冰淇淋机	68
* 7.5 小型冷饮机	74
习题	77
第八章 空调器的分类、规格和型号	78
8.1 空调器的分类	78
8.2 空调器的规格和型号	81
习题	82
第九章 窗式空调器	83
9.1 冷风型窗式空调器	83
9.2 热泵型窗式空调器	87
9.3 电热型窗式空调器	89
习题	90
第十章 分体式空调器	91
10.1 挂壁式空调器	91
10.2 分体柜式空调器	96
* 10.3 一拖二分体式空调器	99
* 10.4 分体式空调器新技术	102
习题	106
第十一章 空调器的检修	107
11.1 空调器的检修方法	107
11.2 空调器常见故障	111
习题	116
第十二章 空调器选购、安装、使用和保养	117
12.1 空调器选购	117
12.2 分体式空调器安装	118
12.3 空调器使用和保养	121
习题	123
* 第十三章 汽车空调器	124
13.1 汽车空调器特点	124
13.2 汽车空调器的原理与维修	125
习题	132
第十四章 实验实训指导	133
实验实训一 电冰箱结构认识	133
实验实训二 制冷维修专用工具的使用	134
实验实训三 钎焊	136

实验实训四 试压、检漏、抽真空和充注制冷剂·····	138
** 实验实训五 电冰箱常见故障检修·····	140
** 实验实训六 电冰箱开背修理·····	141
实验实训七 空调器拆装与认识·····	142
实验实训八 分体式空调器的安装·····	144
** 实验实训九 空调器常见故障与检修·····	145
** 实验实训十 电气零部件好坏判断·····	146
附录一 直冷式电冰箱故障检查步骤·····	151
附录二 间冷式电冰箱故障检查步骤·····	153
附录三 窗式空调器故障分析与排除·····	155
附录四 热泵型空调器故障分析与排除·····	158
附录五 分体式空调器(继电器控制)的故障分析、处理一展表·····	159
附录六 家用制冷设备上常见英文单词和缩写字母的中文含义·····	165
附录七 家用电冰箱主要技术要求和实验条件·····	168
主要参考书目·····	170

第一章 电冰箱箱体结构

电冰箱是利用人工制冷方式获得低温,用以冷藏与冷冻各种食品的器具。由于低温环境可以抑制食品组织中的酵母作用,阻碍微生物的繁衍,能在较长时间内贮存食品而不损坏其原有的色、香、味与营养价值,这使电冰箱自问世以来得到了广泛的应用。目前电冰箱除在生产、科研和医疗卫生等许多方面得到广泛应用外,随着人民生活水平的提高、生活节奏地加快,电冰箱已作为一种家用电器而普遍进入家庭生活领域。

1.1 电冰箱的分类

电冰箱的类型很多,分类方法也不少,常见的分类方法有:①按用途分类;②按冷却方式分类;③按箱门分类;④按容积分类;⑤按贮藏温度分类;⑥按气候带分类。

一、按用途分类

电冰箱按用途可以分成冷藏箱、冷藏冷冻箱和冷冻箱三类。

所谓冷藏,是指贮存食物时,食物的汁液不冻结,食物的贮存温度在 $0\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间;所谓冷冻,是指贮存食物时,食物的汁液冻结,贮存温度在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。除专门的冷藏箱、冷冻箱(冰柜)外,普通单门电冰箱以冷藏为主,所以属冷藏箱;双门电冰箱既有冷藏功能又有冷冻功能,所以是冷藏冷冻箱。

二、按冷却方式分类

电冰箱按冷却方式可分为直冷式电冰箱和间冷式电冰箱两类。

直冷式电冰箱利用箱内空气上下自然流动直接冷却。单门直冷式电冰箱的蒸发器装在箱内上部。双门直冷式电冰箱,在冷冻室和冷藏室各有一个蒸发器。该类电冰箱的特点是结构简单,省电,价格较低,维修方便,但是箱内温度不够均匀,有霜。

间冷式电冰箱又称“无霜式电冰箱”,其翅片式蒸发器布置在冷冻室和冷藏室外(如夹层中间或背后),利用风机使箱内空气强制流过蒸发器而冷却。该类电冰箱的特点是箱内温度均匀,冷冻、冷藏室温度分别可调,无霜,但冷冻速度慢,耗电量大,价格较高。

三、按箱门分类

电冰箱按箱门型式可分为单门、双门、三门,等等。

单门电冰箱有一个箱门。单门电冰箱内的冷冻室和冷藏室共用一个蒸发器,容积一般在 200 L 以下。它结构简单、售价低、维修方便,但冷冻室容积小,贮藏温度高,主要用于冷藏食物。

双门电冰箱有上下两个门,上面一般是冷冻室,下层一般是冷藏室,双门电冰箱冷冻室容积大,功能全,使用方便,即可冷藏食物也可冷冻食物。也有的双门电冰箱的门制成左右并列式,容积比上下开门的略大。

三门电冰箱,设有急冻室、冷冻室和冷藏室,或冷冻室、冷藏室和蔬菜室,可得到三个不同的低温。

四、按容积分类

电冰箱的容积有公称容积和有效容积之分。公称容积包括不能供贮藏物品的容积,如门内胆凸出部分及托架等所占的容积。有效容积指关上箱门后,箱内可供贮藏物品的实际容积。目前,我国全部采用有效容积表示电冰箱的容积,国外厂家也多数使用有效容积的概念。

我国电冰箱容积的单位以 L(升)表示。一般来说,有效容积为 12~30 L 的称为携带式电冰箱,有效容积为 30~50 L 的称为台式电冰箱,有效容积在 50 L 以上称为落地式电冰箱。美国、意大利等国以 ft^3 (立方英尺)表示电冰箱的容积, $1 \text{ ft}^3 = 28.32 \text{ L}$ 。

五、按贮藏温度分类

衡量电冰箱的档次高低,常以其冷冻室所能达到的温度等级来表示,并以星型作为标记符号,通常称为星级。

我国国家标准规定:①一星级,冷冻室温度不高于 -6°C ,冷冻食品保存时间约为 1 周。②二星级,冷冻室温度不高于 -12°C ,冷冻食品保存时间约为 1 个月。③三星级,冷冻室温度不高于 -18°C ,冷冻食品保存时间约为 3 个月。

六、按气候带分类

1987 年 10 月 15 以前,我国生产的电冰箱的使用环境温度为 $15\sim 43^\circ\text{C}$,这样大的环境温度范围包括了我国从南到北的全部疆域,但也存在着一个很大缺点,就是电冰箱为了适应高达 43°C 的使用环境温度,采用的压缩机功率大,箱壁隔热材料厚,造价高。

1987 年 10 月 15 日,我国颁布了家用电冰箱国家标准(1995 年进行了修订)。该标准根据气候带将电冰箱分成 4 种气候类型:①亚温带型,代号 SN,使用环境温度为 $10\sim 32^\circ\text{C}$,我国的东北、内蒙北部、新疆等地适用亚温带型电冰箱。②温带型,代号 N,使用环境温度为 $16\sim 32^\circ\text{C}$,我国华北、内蒙南部地区选用此型。③亚热带型,代号 ST,使用环境温度为 $18\sim 38^\circ\text{C}$,我国的华中等地选用此型。④热带型,代号 T,使用环境温度为 $18\sim 43^\circ\text{C}$,我国的广东、海南等地适用此型。

1.2 电冰箱的规格、型号和冷度

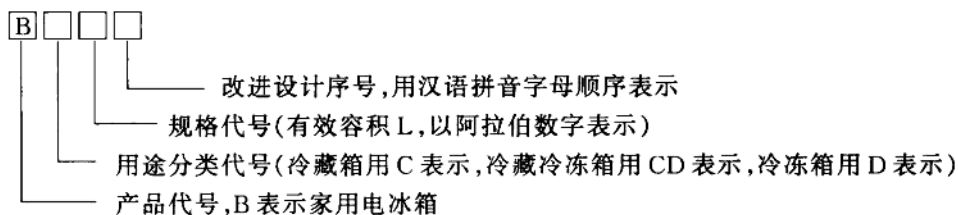
一、电冰箱的规格

根据 GB/T 8059.1—1995《家用制冷器具冷藏箱》的规定:家用电冰箱的规格以有效容积表示。所谓“有效容积”是指电冰箱关上箱门后,电冰箱内壁所包括的可贮藏食品用的空间容积。

下列两部分物件所占空间不计入有效容积内:(1) 蒸发器、冷却用管路、冷气循环通道、导向板、蒸发器门、调温装置、照明灯和罩以及搁架的架托等。(2) 门内侧突出部分及临近箱门侧壁间不供实用的间隔部分。有效容积的计算方法是以实物为基础,结合图纸或模具进行测算而得到。考虑到制造误差,又顾及用户利益,标准还规定了有效容积测算值不应小于铭牌标定容量的97%。

二、型号

电冰箱的型号由表示产品名称、类型、有效容积等的基本参数字母和数字组合而成。按照 GB/T 8059.1—1995 的规定,家用电冰箱的型号命名为:



例:BC-150 A 表示第一次改进为 150 L 冷藏箱。

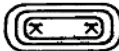
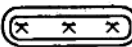
三、冷度

一台电冰箱的冷冻能力往往用“冷度”来衡量。冰箱的冷度一般用星型符号“*”来标记,一个“*”表示 -6°C 。表 1-1 列出了国内外家用电冰箱的冷冻室温度分级表示法。

表 1-1 电冰箱星级符号表示法

标 准	分 级 名 称	符 号	冷冻室温度/ $^{\circ}\text{C}$	冷冻食品保存时间
中华人民共和国 国家标准	一星级		-6 以下	1 个星期
	二星级		-12 以下	1 个月
	三星级		-18 以下	3 个月
ISO (国际标准化组织)	一星级		-6 以下	1 个星期
	二星级		-12 以下	1 个月
	三星级		-18 以下	3 个月

续表

标 准	分 级 名 称	符 号	冷冻室温度/℃	冷冻食品保存时间
JIS (日本国家标准)	一星级		-6 以下	1 个星期
	二星级		-12 以下	1 个月
	高二星级		-15 以下	1.8 个月
	三星级		-18 以下	3 个月

需要说明的是,有些中、高档电冰箱的冷度用四个星型符号表示。在这四个星型符号中,后三个星型符号表示是三星级电冰箱,前一个星型符号表示带速冻功能;也有称为四星级电冰箱的,但四星级的提法纯属厂家行为。

1.3 电冰箱的箱体结构

电冰箱的结构由箱体、制冷系统、电气系统和附件四部分组成。以单门直冷式电冰箱为例,其主要构件分解如图 1-1 所示。

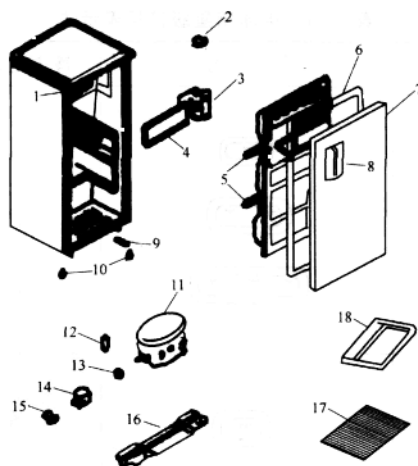


图 1-1 单门直冷式电冰箱主要构件分解图

- 1—蒸发器; 2—温度控制器; 3—温度控制器面板; 4—蒸发器门; 5—门档条; 6—磁性门封; 7—门体;
8—门拉手; 9—下铰链; 10—箱脚; 11—压缩机; 12—干燥过滤器; 13—PTC 元件; 14—继电器壳;
15—继电器壳夹; 16—箱底板; 17—搁架; 18—接水盘

一、箱体

1. 外箱壳、门壳

外箱壳和门壳一般都用厚度为 0.6~1.0 mm 的优质冷轧钢板冲压折边焊接(点焊)而成,外表面经磷化、喷漆或喷塑处理,使之平滑光亮,耐磨而牢固。颜色有浅色,如乳白、淡绿等。

2. 箱内胆、门内胆

箱内胆和门内胆采用耐碰撞的工程塑料(如 ABS 材料或改性聚苯乙烯),运用真空成形新工艺制成,表面光洁无污染。

3. 隔热层

外壳与内胆之间为隔热层。隔热层材料有硬质聚氨酯现场发泡和采用超细玻璃纤维两种,国产 100 L 以上的电冰箱均采用前者。发泡时,将外壳和内胆放在发泡模具内,注入聚氨酯发泡液,经发泡、保温、定型形成整体绝热层。

对箱体的保温要求是:箱外周围空气温度、湿度较高时,系统稳定后箱体外表面的温度应高于空气的露点温度,即箱体表面不应产生凝露现象。

4. 顶面部饰板

顶面装饰板大多采用复合塑料板,台面框为塑料边框或铝合金型材边框。

5. 磁性门封

电冰箱的门与门框之间采用磁性门封作为密封装置。磁性门封由塑料门封条和磁性胶条两部分组成,磁性胶条穿入塑料门封条中,并有空气腔,安装在箱门内壁的四周,利用磁性胶条的磁性将门吸附在门框上,从而降低箱内外的热量交换,其结构如图 1-2 所示。双门电冰箱的冷冻室与冷藏室温度相差甚远,因此冷冻室与冷藏室的磁性门封型式有明显区别,不能互换使用。冷冻室磁性门封有两个空气腔,冷藏室磁性门封只有一个空气腔。

对门封的严密性要求是:关门后,门封条周边均能夹持住 0.08 mm×50 mm×200 mm 的纸片。对磁性胶条的要求是:其磁感应强度应为 $(500\sim700)\times10^{-6}$ T,当门与箱体接近时可自动吸合严密。正常开门拉力为 1~7 kgf。

6. 门铰链

单门电冰箱一般有上下两组铰链。双门电冰箱设有上、中、下三组铰链。双门电冰箱在拆装和调整时,一般都是从中铰链着手,必要时才调整上铰链和下铰链。

二、制冷系统

电冰箱制冷系统主要由压缩机、蒸发器、冷凝器、毛细管和干燥过滤器等制冷部件组成。各部件均用铜管以焊接方式连接起来,充入一定量的制冷剂,从而构成一个完全封闭的制冷循环系统。

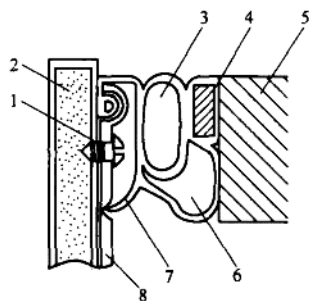


图 1-2 冷冻室磁性门封结构

1—紧固螺钉；2—绝热层；3—气室；4—磁性胶条；5—箱体；6—气室；7—翻边；8—内胆

三、电气系统

一般单门电冰箱的电气系统由压缩机电动机、起动器、保护器、温度控制器、箱内照明灯与灯开关等组成;双门直冷式电冰箱还应有除霜、温度补偿电加热器和节电开关;双门间冷式电冰箱除上述部件外,还有蒸发器风扇电动机、化霜定时器、化霜加热器、双金属化霜停止温度控制器与化霜加热保护熔断器(温度保险丝)等。有的电冰箱还有起动电容器、防露加热器,等等。

四、附件

电冰箱的附件主要有制冷盒、贮冰盒、搁架、果菜盒、鱼肉盘、铲霜铲子等。

习 题

1. 如何对电冰箱进行分类?
2. 什么是直冷电冰箱? 什么是间冷电冰箱? 分别说明它们的特点。
3. 试说明 BCD-205 A 电冰箱型号的含义。
4. 对电冰箱箱体保温的要求是什么?
5. 对电冰箱门封的严密性要求是什么?

第二章 电冰箱制冷系统

家用电冰箱的制冷系统,主要由蒸发器、冷凝器、毛细管、压缩机和干燥过滤器等部件组成。制冷系统的结构形式有直冷式和间冷式两种,近年来有些高档电冰箱也采用间、直冷混合式结构,兼有直冷、间冷的特点。

2.1 直冷式电冰箱制冷系统

一、单门直冷式电冰箱的制冷系统

单门直冷式电冰箱的制冷系统如图 2-1 所示,它只有一个蒸发器,靠蒸发器下面的接水盘将电冰箱分割成冷冻室和冷藏室。由于蒸发器在冷冻室内,所以冷冻室温度较低。蒸发器的一部分冷量由接水盘与箱壁间的缝隙传递至冷藏室,而冷藏室本身没有蒸发器,因此冷藏室的温度相对比较高。在冷藏室,上面的空气离蒸发器近,温度低,密度大,因此自然地向下流动,并且吸收冷藏物品的热量使温度升高,随着空气温度的升高,密度减小,而又随之上升,上升至蒸发器附近时又放热降温而向下流动。这样,依靠箱内空气自然对流冷却,最终使冷藏室自上而下温度逐渐升高,并相对稳定。

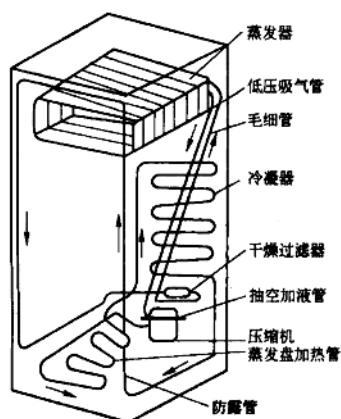


图 2-1 单门直冷式电冰箱的制冷系统

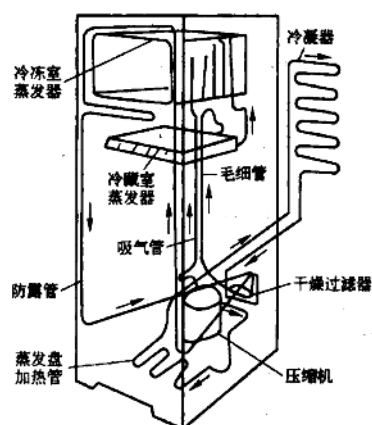


图 2-2 双门直冷式电冰箱的制冷系统

图 2-1 中的防露管,是冷凝器管道的一部分。其作用是利用冷凝器的热量将门框周围外表面的温度提升,以防止门框在湿热的气候条件下结露。而蒸发盘加热器也是冷凝器管道的一部