

电机工程手册
第38篇
日用电器
(试用本)

电机工程手册

第38篇 日用电 器

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会



机械工业出版社

73.21073
社

73.21073
210
38:2

电机工程手册

第38篇 日用电器

(试用本)

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会

34632/25



机械工业出版社

本篇内容包括：日用电冰箱、房间空气调节器、电风扇、洗衣机、吸尘器、电熨斗、日用电炉、微波电灶、电吹风、脱木电器、镇流器等 24 个主要日用电器产品。着重介绍产品类型、结构原理、关键工艺、技术性能和试验方法，并列出必要的数据和设计计算公式，以及解决日用电器的安全可靠和安装选用等技术问题的途径和措施。

电机工程手册

第 38 篇 日用电器

(试 用 本)

广州电器科学研究所 主编

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

浙江新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经营

开本 787×1092 1/16·印张 1 1/4·字数 196 千字

1980 年 2 月浙江第一版·1980 年 2 月浙江第一次印刷

印数 00,001—41,400·定价 0.57 元

统一书号：15033·4641

编 辑 说 明

(一) 我国自建国以来, 机械工业在毛主席的革命路线指引下, 贯彻“独立自主、自力更生”和“洋为中用”的方针, 取得了巨大的成就。为了总结广大群众在生产和科学研究方面的经验, 同时采用国外先进技术, 加强机械工业科学技术的基础建设, 适应实现“四个现代化”的需要, 我们组织编写了《机械工程手册》和《电机工程手册》。

(二) 这两部手册主要供广大机电工人、工程技术人员和干部在设计、制造和技术革新中查阅使用, 也可供教学及其他有关人员参考。

(三) 这两部手册是综合性技术工具书, 着重介绍各专业的理论基础, 常用计算公式, 数据、资料, 关键问题以及发展趋向。在编写中, 力求做到立足全局, 勾划概貌, 反映共性, 突出重点。在内容和表达方式上, 力求做到深入浅出, 简明扼要, 直观易懂, 归类便查。读者在综合研究和处理技术问题时, 《手册》可起备查、提示和启发的作用。它与各类专业技术手册相辅相成, 构成一套比较完整的技术工具书。《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品六个部分, 共七十九篇; 《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化七个部分, 共五十篇。

(四) 参加这两部手册编写工作的, 有全国许多地区和部门的工厂、科研单位、大专院校等五百多个单位、两千多人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员, 更为广泛。许多地区的科技交流部门, 为审定稿件做了大量的工作。各篇在编写、协调、审查、定稿

各个环节中,广泛征求意见,发挥了广大群众的智慧和力量。

(五) 为了使手册早日与读者见面,广泛征求意见,先分篇出版试用本。由于我们缺乏编辑出版综合性技术工具书的经验,试用本在内容和形式方面,一定会存在不少遗漏、缺点和错误。我们热忱希望读者在试用中进一步审查、验证,提出批评和建议,以便今后出版合订本时加以修订。

(六) 本篇是《电机工程手册》第38篇,由广州电器科学研究所主编,参加编写的单位有:沈阳医疗器械厂、上海机械学院、上海华生电扇厂、上海电烙铁厂、广州五金交电采购供应站、沈阳家用电器工业公司、广州家用电器总厂等单位。提供初稿或资料的单位有:上海家用电器公司、辽宁省医疗器械研究所、上海轻工业研究所、苏州电扇厂、南京光明电器厂、上海新中华刀剪厂、上海电器三厂、上海自力塑料电器厂、吉林市日用电器厂等单位。轻工业部五金电器局、商业部五交化局以及许多有关单位对本篇的编审工作均给予了大力支持和帮助,在此一并致谢。

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会编辑组

一
号
本

电
机
工
程
手
册

八
〇
年
四
月

目 录

编辑说明

第1章 概 述

- 1 分类和用途38-1
- 2 产品基本要求38-1
- 3 日用电器的技术发展38-2

第2章 日用电冰箱

- 1 概 述38-2
- 2 基本原理38-3
 - 2.1 压缩式制冷原理38-3
 - 2.2 吸收式制冷原理38-4
 - 2.3 半导体式制冷原理38-5
- 3 压缩式电冰箱的结构38-5
 - 3.1 箱体38-5
 - 3.2 制冷系统38-5
 - 3.3 电路控制系统及温度控制器38-7
- 4 压缩式电冰箱设计要点38-9
 - 4.1 热力计算38-9
 - 4.2 毛细管尺寸的选择38-10
 - 4.3 电动机的设计要求38-10
- 5 压缩式电冰箱的几项制造工艺38-11
 - 5.1 充灌制冷剂38-11
 - 5.2 铝蒸发器的成型38-11
 - 5.3 磁性门封38-11
 - 5.4 绝热材料的发泡38-12
 - 5.5 塑料内壳成型38-12
- 6 压缩式电冰箱的技术要求和试验方法38-12
- 7 压缩式电冰箱的使用和维护38-13

第3章 房间空气调节器

- 1 概 述38-14
- 2 窗式空调器工作原理38-14
 - 2.1 制冷系统工作原理38-14

- 2.2 电控原理38-15

- 3 窗式空调器的结构38-15
 - 3.1 压缩机38-16
 - 3.2 全封闭压缩机用电动机38-16
 - 3.3 保护装置38-17
 - 3.4 电磁换向阀38-18
 - 3.5 温度控制器38-18
- 4 窗式空调器的主要技术性能38-18
- 5 窗式空调器的制冷量测定38-18
- 6 窗式空调器的选用和安装38-19
 - 6.1 选用要点38-19
 - 6.2 安装注意事项38-19

第4章 电风扇

- 1 概 述38-20
- 2 主要结构38-20
 - 2.1 台扇38-20
 - 2.2 顶扇38-24
 - 2.3 吊扇38-25
 - 2.4 排气扇38-25
- 3 风 叶38-26
 - 3.1 风叶型式38-26
 - 3.2 风叶的材料、结构和工艺38-27
 - 3.3 风叶的功率消耗38-28
- 4 电动机38-28
 - 4.1 结构型式38-29
 - 4.2 主要尺寸38-29
 - 4.3 极数38-30
 - 4.4 转差率38-30
 - 4.5 槽配合38-30
 - 4.6 主副绕组匝比和电容器容量38-30
 - 4.7 起动转矩和最大转矩38-31
 - 4.8 线负荷、电流密度和气隙磁密38-32
- 5 风扇的调速方法38-32
 - 5.1 电阻法38-32
 - 5.2 电抗法38-32

5.3 抽头法	38-33
6 主要技术性能和试验方法	38-34
6.1 主要技术性能	38-34
6.2 试验项目和要求	38-35
6.3 风量和使用值的测定	38-37

第5章 电热器具

1 概 述	38-38
2 电热元件和温控元件	38-38
2.1 电热元件的型式和电热材料的选择	38-38
2.2 电热元件的计算	38-40
2.3 温控元件的动作原理及特点	38-41
3 电熨斗	38-42
3.1 型式和规格	38-42
3.2 主要结构	38-42
3.3 主要技术要求	38-43
4 电烙铁	38-43
4.1 型式和尺寸	38-43
4.2 电热元件的结构和工艺	38-44
4.3 快热式电烙铁	38-45
4.4 主要技术要求及今后发展	38-45
5 日用电炉	38-45
5.1 型式和分类	38-45
5.2 结构特点	38-45
5.3 主要结构参数	38-46
5.4 主要技术要求	38-46
6 电饭锅	38-47
6.1 用途和分类	38-47
6.2 主要结构	38-47
6.3 自动控温装置	38-47
6.4 技术要求和试验方法	38-48
7 浴水加热器	38-48
8 微波电灶	38-49
8.1 微波加热原理	38-49
8.2 微波加热特点	38-49
8.3 微波电灶的结构材料	38-49
8.4 微波电灶箱体尺寸的计算	38-49

第6章 胶木电器

1 概 述	38-50
-------	-------

2 灯座类	38-51
2.1 白炽灯座	38-51
2.2 荧光灯座和起辉器座	38-54
3 照明开关类	38-55
3.1 型式和基本参数	38-55
3.2 技术要求	38-55
3.3 GX5-3型拉线开关	38-55
4 插头插座类	38-57
4.1 型式、基本参数及尺寸	38-57
4.2 技术要求	38-57
4.3 插套	38-58
4.4 插头插座的派生产品	38-58
5 其他类胶木电器	38-59

第7章 气体放电灯用镇流器和起辉器

1 荧光灯的工作原理	38-60
2 镇流器和起辉器的作用	38-61
3 荧光灯电路	38-61
3.1 常用的开关启动电路	38-61
3.2 谐振启动电路	38-62
3.3 变压器启动电路	38-63
4 电感式镇流器的结构	38-64
4.1 铁心	38-64
4.2 绕组	38-65
4.3 电感式镇流器铁心气隙的调试	38-65
5 镇流器的设计计算	38-65
5.1 电感式镇流器的计算	38-65
5.2 两灯移相镇流器电路的计算	38-66
5.3 变压器启动电路预热阴极变压器的计算	38-66
6 荧光灯镇流器的技术性能	38-67
6.1 安全要求	38-67
6.2 启动性能	38-67
6.3 工作性能	38-68
7 镇流器的试验方法	38-70
7.1 一般试验条件	38-70
7.2 温升试验	38-70
7.3 寿命试验	38-71
8 起辉器	38-72
8.1 结 构	38-72

8.2 电参数	38-72
8.3 寿命试验	38-72

第8章 清洁器具

1 洗衣机	38-73
1.1 洗衣机及附属设备的结构	38-74
1.2 洗衣程序及自动化操作	38-77
1.3 洗衣机的电气控制	38-77
1.4 洗衣机的主要技术性能	38-78
1.5 洗衣机的使用和维护	38-79
2 吸尘器	38-79
2.1 型式和结构	38-79
2.2 工作原理	38-80
2.3 技术性能	38-80
2.4 使用和维护	38-80
3 洗碟机	38-82

第9章 整容器具及其它

1 电推剪	38-83
1.1 工作原理	38-83
1.2 主要结构	38-83
1.3 主要技术参数和技术要求	38-83
2 电动剃须刀	38-83
2.1 直筒式电动剃须刀	38-84
2.2 卧式电动剃须刀	38-84
3 电热梳	38-85
4 电吹风	38-85
4.1 型式和结构	38-85
4.2 一般技术要求和主要性能指标	38-86
4.3 风速和风温的测定	38-87
5 电铃	38-87
5.1 结构与工作原理	38-87
5.2 主要技术要求	38-88
6 讯响器	38-88
7 吹风机	38-89
7.1 结构	38-89
7.2 主要技术性能	38-89

附 录

附录1 日用电器防触电保护的类别及其	
--------------------	--

应用	38-91
附录2 日用电器有关安全技术方面的 IEC 文件目录	38-91
附录3 食品保存时间与冷冻温度关系	38-92
附录4 家用电冰箱的容积、制冷量和输入功率	38-92
附录5 食堂用和商业用电冰箱的参考数据	38-93
附录6 电冰箱用封闭式压缩机的制冷量试验	38-93
附录7 200 升压缩式电冰箱的主要技术要求	38-94
附录8 几种窗式空调器的主要技术参数	38-95
附录9 罩极式台吊扇电动机的主要技术数据	38-95
附录10 电容运转式电风扇电动机的主要技术数据	38-96
附录11 三相排气扇电动机的主要技术数据	38-97
附录12 风扇调速器的主要技术数据	38-97
附录13 电熨斗电热元件技术数据	38-97
附录14 外热式电烙铁电热元件技术数据	38-98
附录15 内热式电烙铁电热元件技术数据	38-98
附录16 快热式电烙铁技术数据	38-98
附录17 日用电炉电热丝技术数据	38-99
附录18 封闭式电炉管状电热元件技术数据	38-99
附录19 镇流器启动电流试验时的灯管阴极等效电阻值	38-99
附录20 常用镇流器的结构数据	38-100
附录21 镇流器基本参数	38-100
附录22 荧光灯基准镇流器	38-101
附录23 镇流器的测试电路图	38-101
附录24 汞灯基准镇流器特性	38-102
附录25 波轮式和滚筒式洗衣机规格数据举例	38-103
附录26 洗衣机的洗净率测定	38-103
附录27 几种电吹风的主要技术数据	38-104
附录28 窗式空调器制冷量的风管热平衡测定法	38-105
参考文献	38-106

第1章 概述

日用电器主要应用于日常生活,也常用于工农业生产以及公用事业。使用日用电器可以改善生活环境,减轻家务劳动,并为日常生活的社会服务工作创造有利条件,提高人民的生活水平。例如使用洗衣机代替手工,可节省洗涤剂50~70%,工时70~80%,而洗一公斤衣服(干)所消耗的电能不超过0.1度;又如在集体食堂中使用电灶、电烤炉、洗碟机、和面机、电冰箱及排气扇等,可以提高食品加工和食品清洗工作的质量和效率,可以改善清洁卫生条件。

近年来,日用电器的生产和应用在很多国家已获得很大的发展,产品的品种、规格和花色日益增多。本篇只介绍其中应用较多的一部分。

1 分类和用途

日用电器一般按其用途分类,如表38-1-1所列。它也可按电的作用原理分类,如电动类器具、电热类器具、电磁类器具以及电动电热组合类器具等。

日用电器按其使用要求和产品规格,又可分成家庭用和集体用(包括商业用)两部分。如电饭锅、台扇、电动剃须刀及家用电冰箱等属于家庭用电器;而大容量洗衣机、三相排气扇、商业冷藏食品柜等则属于集体用电器,此外吊扇、房间空调器、胶木电器等则两者均可使用。

2 产品基本要求

日用电器与人们生活紧密联系,应用极为普遍,有的还经常与人体接触,因此对日用电器产品的要求和一般电工产品有所不同,其中主要是:

(1) 产品在电气、机械结构上特别强调安全可靠,即使发生故障也应能保证不至造成危害。

(2) 产品对环境不产生干扰,例如要求振动小、噪声低、无电磁干扰等。

(3) 必须结构简单,操作方便,不需专门技术也能使用。

(4) 造型应该新颖美观,价格和运行费用必须低廉。

(5) 要有高度的标准化、通用化和系列化水平。

表 38-1-1 日用电器产品分类

器具类别	用途	主要产品
空调器具	用于加速室内空气流动,交换室内外空气或调节室内空气温度、湿度以及清除空气中的灰尘	电风扇(包括排气扇)、凉风扇、热风扇、房间空气调节器、空气清洁器、空气去湿器等
冷冻器具	用于物品(主要是食品)的冷冻或低温储藏	家用电冰箱、冷饮水器、制冰块机、橱窗冷藏柜、商业冷藏食品柜、冷冻冷藏箱等
厨房器具	用于食品加工、烹饪及食具清洗	日电炉、电灶、微波电灶、电饭锅、烘面包机、和面机、剥皮机、打蛋机、绞肉机、切菜机、包饺子机、电水壶、电热水杯、食物搅拌器、洗碟机、电烤炉、开罐头器、磨刀器等
清洁器具	室内环境或设备的吸尘、打蜡、擦光、洗刷以及各种纤维织物的洗涤、脱水、干燥与熨烫等工作用的器具	吸尘器、打蜡机、擦光机、擦玻璃机、喷雾器、洗衣机、干衣机、熨衣机、电熨斗、电刷子、电热水器等
取暖器具	用于生活取暖	取暖电炉、电暖鞋、电被、电褥、电坐垫、电热地毯、暖手器等
整容器具	用于理发、吹风和剃须等	电吹风、电推剪、电剃须刀、烘发器、电热梳、烫发器、按摩器等
胶木电器	用于电气器具与电源的连接或启闭电路	白炽灯座、插头插座、照明开关、联接器、电铃按钮、荧光灯座、起辉器座、吊线盒、暗装面板、调整板、线盒等
其他日用电器		家用变压器、电铃、讯响器、电烙铁、镇流器、起辉器等

注:对于日用电器的产品分类,世界各国不同,有的还包括儿童玩具、民用灯具、文娱器具、家用园艺工具等。

以上这五条都是很重要的,近年来世界各国都做了很多工作,现仅对安全可靠方面作简要介绍如下:

a. 防人身触电的安全措施 如限制产品对地的泄漏电流;将外壳接地;保证足够的漏电距离和电气间隙;尽量采用双重绝缘或加强绝缘的结构;使用安全电压;保证电源连接线的耐弯折能力,以防止其发生损坏、脱接现象;防止因电容器放电而发生触电危险;此外,还针对各种使用场合,将器具分成不同的防触电保护类别,以适应不同程度的使用安全要求(参见附录1)。

b. 防引起火灾的安全措施 如提高器具绝缘性能防止绝缘击穿、绕组短路等;对泄漏电流、温升、火花等加以限制;有关零部件采用耐燃性材料;要求防爆、防腐蚀、防火、防溅等特殊用产品符合有关标准的规定等。

c. 防人身损害的安全措施 如器具外表面没有尖角;运动件不外露;正确安排重心位置,防止器具翻倒;严格限制X射线、微波等的泄漏量,以免烧伤皮肤和眼睛;对于接触食物的器具必须符合卫生条例,不应有毒性和产生污染等。

d. 保证使用可靠性方面 在机械强度、超速、起动、温升、异常运行、耐久性等方面采取相应措施,以保证使用可靠性。例如在规定工作电源条件,一般要求器具在额定电压 $\pm 10\%$ 的波动范围内仍能正常工作,而对带有电动机的器具,则应能在85%的额定电压下可靠起动等。

国际电工委员会(IEC)对各类日用电器的安全可靠性问题,在设计制造、安装使用等方面作了许多具体规定(IEC有关标准目录见附录2),可供参考。

3 日用电器的技术发展

日用电器如要按照上节所述的五条产品基本要求不断地发展,其关键问题是采用新技术。兹在这方面简述如下:

将微波技术应用于电灶上,其加热速度可快4~10倍,能量可节约30~80%;将远红外线技术应用于电烤炉,可比一般电炉节约电能30~40%;自动控温技术在电熨斗、电水壶、电饭锅上应用后,可显著提高工作质量和使用可靠性;固态干燥控制器、硫化镉光敏电阻器、热敏电阻、磁性弹簧开关、三端双向晶闸管开关、电子时间控制元件、电子调速元件等新型控制元器件的采用,将使日用电器的操作和控制水平提到新的高度;以及采用专业生产的自动流水线和材质塑料化,可使日用电器的质量、产量和成本得到新进展。

近来利用微型电子计算机把日用电器的各项操作有机地连接起来,按预先存入计算机的工作程序进行操作,便可自动完成一整套的作业任务。例如由电脑指挥的洗衣机,可以按不同织物种类自动放水、排水、加洗涤剂、洗涤、脱水、烘干等操作;又如利用电脑指挥电灶烹煮食物,能自动地按不同食品来调节烹饪时间及火候等,实现了日用电器的电脑化。

发展一机多用的产品和某些组合式、嵌入式产品,可扩大产品利用率,获得一机多用的好处,例如在吸尘器上配备有各种刷子和吸嘴,有的还可带喷雾头、打蜡工作头等,可以完成多种作业。此外,也常把两种以上的同一类产品组合成一个整体,如将电灶和烤炉或洗衣机和干燥器组合为一体等,可以减少器具的占用面积,降低产品成本。

第2章 日用电冰箱

1 概述

电冰箱是利用电能箱体制造低温环境的设备。它已广泛应用于日常生活中来冷藏食品;同时在医疗卫生、工农业生产以及科学研究等部门也有不少应用;例如:冷藏药品、血液、生物制品及菌种

等。

用于日常生活的电冰箱(包括家庭用、食堂用、商业用冰箱)统称为日用电冰箱,它的应用范围很广,用量很大;此外,其他特殊用途的电冰箱也有很多品种,例如船用冰箱、血库冰箱、药用冰箱等。

电冰箱的规格是以其公称容积来表示的。家庭

用电冰箱容积大多在 250 升以下,使用单相电源,其结构型式:从前多为冷藏温度为 $0\sim 8^{\circ}\text{C}$ 的单门冰箱,称为普通冰箱;近年来又发展了具有独立的冷藏室和冷冻室的双温双门冰箱(简称双温冰箱),它的冷藏室温度范围为 $0\sim 8^{\circ}\text{C}$,冷冻室温度范围为 $-6\sim -18^{\circ}\text{C}$ 。家用电冰箱的容积系列和基本参数,参见附录 4。

食堂用或商业用电冰箱的容积较大,一般为 300~1600 升,采用单相或三相电源,有冷冻冰箱、冷藏冰箱、冷冻冷藏冰箱、橱窗冷藏柜、商业冷藏食品柜等型式。食堂用及商业用电冰箱的参考数据,见附录 5。

对于家庭用双温电冰箱的冷冻室温度,几种国外标准中的分级见表 38·2-1。各种食品的保存时间与冷冻室温度的关系,参见附录 3。

电冰箱有台式和落地式两种型式;台式的容积较小,有时也可把台式制成为携带式。

根据使用环境条件的不同,电冰箱可分为普通环境用(标志为 N)和湿热环境用(标志为 T)两种。两者的试验环境温度分别为 30°C 和 43°C 。

电冰箱的制冷方式目前有压缩式、吸收式和半导体式三种。三种电冰箱的特点比较如表 38·2-2 所列。本章重点介绍电机压缩式冰箱。

2 基本原理

2.1 压缩式制冷原理

压缩式电冰箱采用单级压缩制冷循环,见图 38·2-1a)。制冷剂采用二氯二氟甲烷(CF_2Cl_2),代号为 R-12,节流器一般采用毛细管。压焓图 b) 中, $x=0$ 线为液态线, $x=1$ 线为汽态线,两线相交于临界点 P。

图中:1—2 区段表示 R-12 的蒸汽在压缩机内被压缩的过程,此时压力升高至 P_k (冷凝压力),温

表 38·2-1 国外家庭用双温电冰箱的冷冻室温度分级

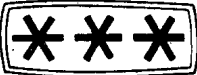
标 准	分级名称	符 号	冷冻室温度	冻结食品大约保存时间
ISO(国际标准化组织) BS(英国标准) DIN(西德标准)	一 星 级		-6°C 以下	0.4 个月(BS)
	二 星 级		-12°C 以下	1 个月(BS)
	三 星 级		-18°C 以下	3 个月(BS)
JIS(日本标准)	二 星 级		-12°C 以下	1 个月
	高二星级		-15°C 以下	1.8 个月
	三 星 级		-18°C 以下	3 个月

表 38-2-2 三种制冷方式电冰箱的基本特点

型 式	压 缩 式	吸 收 式	半 导 体 式
原 理	利用低沸点液体制冷剂(氟利昂)汽化时吸热和压缩该蒸汽并放热液化而循环制冷	以热能为动力,用氨-水-氢的吸收扩散方式制冷	利用半导体的珀尔帖效应制冷
容积范围(l)	电机压缩式: 50~1600 电磁压缩式: 30~100	20~200	10~100
单位容积耗功(W/l)	1.5~1.2 (150升以下) 1.2~0.8 (200~400升) 0.8~0.3 (400~1600升)	1.5~5	2.5~5
应用能源	多为单相交流电源	交直流电源或煤油、煤气等燃料	直流电源
制冷效率	较高	较低	较低
振动和噪声	噪声约 50dB(A)以下,有轻微振动	无振动和噪声	无振动和噪声
使用环境温度	43°C 以下	30°C 以下	—
重量/容积的比较	100%	约 120%	约 160%
制造工艺	压缩机制造工艺要求高	管子多,焊接要求高	半导体制冷元件要求高
同容积的成本比较	见表注①	比压缩式便宜	很贵
适用范围	一般有电源的场所	无电源地区	小型冰箱和微型制冷

① 压缩式冰箱单位容积的成本,当容积增加一倍时,成本仅增加约 40%;容积增加两倍时,成本仅增加约 65%。

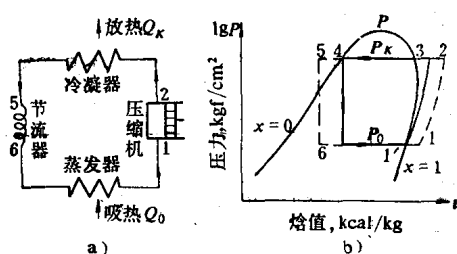


图 38-2-1 压缩式制冷原理图

a) 制冷循环 b) 压焓图(实线为理论制冷循环,虚线为实际制冷循环)

度相应升高至 t_k (冷凝温度); 图 b) 中点 1 的温度 t_1 称为过热温度。

2—5 区段表示 R-12 的高压蒸汽在冷凝器内定压下放出热量 Q_k , 传给周围介质, 同时凝结为高压液体的过程; 图 b) 中点 5 的温度 t_5 称为过冷温度。

5—6 区段表示液态的 R-12 在节流器处节流后又膨胀, 压力降至蒸发压力 P_0 , 温度降至与 P_0 对应的蒸发温度 t_0 的过程。

6—1 区段表示低压液态的 R-12 在蒸发器内吸收箱内热量 Q_0 而汽化, 回复到原来状态 1, 预备作第二次制冷循环。

2.2 吸收式制冷原理

图 38-2-2 是连续吸收式制冷原理图。在制冷系统管路中注有制冷剂(氨)、吸收剂(水)和扩散剂(氢)。水在一定温度下有吸收氨的作用, 但在温度升高时氨又从其中分离出来。制冷剂和吸收剂混合物在发生器内受热后, 温度和压力增高, 氨蒸汽从水中分离出, 经过精馏器分馏后进入冷凝器放热液化, 然后流入蒸发器。此时, 由于蒸发器内的氨与由氨液部分汽化所形成的氨相混合, 使氨液在蒸发器内具有较小的分压力, 因此它不需节流装置就能产生致冷效应。当蒸发器内的氨氢混合气体进入吸收器时, 其中的氨气被来自发生器的稀氨溶液所吸收, 形成浓氨溶液从底部流回发生器, 而分离出来的氢气, 则通过连接管又回到蒸发器。如此不断循环。

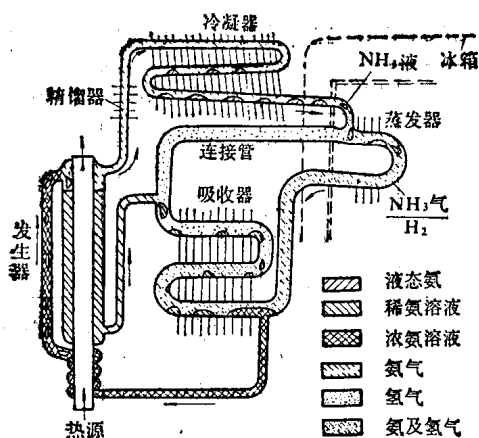


图 38-2-2 连续吸收式制冷原理图

即可达到制冷目的。

注入系统内的氨应使氨水溶液浓度达到 28~33%。注入的氢应使其分压力达到 14~16.5 kgf/cm²，在溶液中并加入 2% 的防锈剂重铬酸钠 (Na₂CrO₄)。系统的充灌程序为：抽真空后再加蒸馏水和防锈剂，然后加氨，最后加氢。常用吸收式冰箱的制冷剂和吸收剂用量见表 38-2-3。

表 38-2-3 吸收式冰箱制冷剂和吸收剂的用量

冰箱规格 (容积) l	使用环境 温度 °C	箱温 °C	制冷剂 g	吸收剂 g
200	30	+2	600	1200
50	30	+6	180	360
20	30	+6	90	180

2.3 半导体式制冷原理

半导体冰箱是利用半导体材料的珀尔帖效应制成的，见图 38-2-3。N 型半导体与 P 型半导体联成电偶对。当此电路中通以直流电时，则将在一个

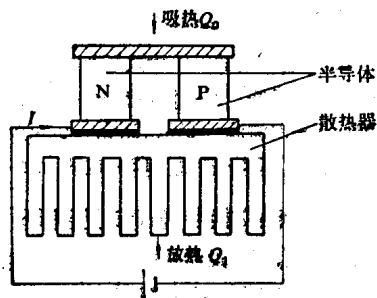


图 38-2-3 半导体式制冷原理图

接头上放出热量 Q_1 ，而在另一个接头上吸收热量 Q_0 ，从而达到制冷的目的。目前半导体冰箱中常用制冷元件的材料配比(分子百分比)如下：

P 型——74% 三碲化二锑 (Sb₂Te₃)，26% 三碲化二铋 (Bi₂Te₃)；

N 型——80% 三碲化二铋 (Bi₂Te₃)，20% 三碲化二锑 (Bi₂Se₃)。

3 压缩式电冰箱的结构

压缩式电冰箱由箱体、制冷系统和电路控制系统三部分组成。兹分述如下：

3.1 箱 体

箱体包括外壳、内壳、门及附件。内外壳之间充填绝热材料，门与门框之间用门封隔热。目前箱体构件向塑料化发展，其壳体、门衬、门封、绝热层、容器、格架等都已由塑料制成。箱体的绝热层，由于采用了泡沫塑料，比从前减薄了一半。

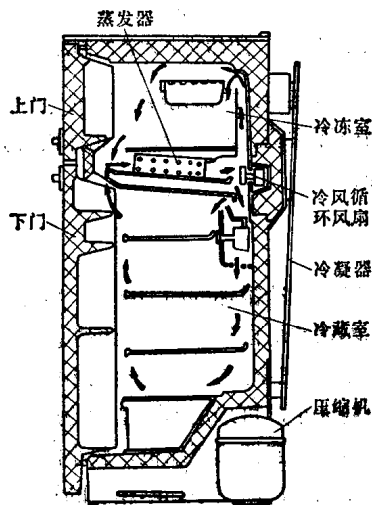


图 38-2-4 双温双门冰箱结构

双温双门冰箱结构见图 38-2-4，冷冻室在箱体上方(也有在箱内一侧的)。在风道内安装冷风循环风扇。冷冻室内有冻结冰块的冰盒；冷藏室内有保藏物品的带盖容槽。门衬板内装有可倾斜的格栅、奶油盒、蛋架等。

3.2 制冷系统

如图 38-2-5 所示，压缩式制冷系统由压缩机、冷凝器、节流器(毛细管)、蒸发器四部分组成。它

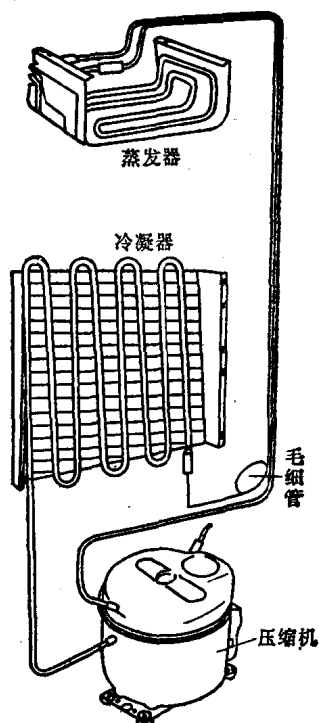


图 38-2-5 压缩式电冰箱的制冷系统

们之间用管道连接，内部充灌制冷剂 R-12，构成一个密闭的循环系统。蒸发器装于箱体内部，冷凝器装于箱外。

3.2.1 压缩机

压缩机是制冷循环的动力装置，它是电冰箱的心脏。电冰箱常用往复式压缩机。它与电动机同轴，并一起装在密闭壳内，故称封闭式压缩机。按电冰箱规格大小，可采用不同型式的压缩机。较大的冰箱采用曲柄连杆式压缩机，较小的冰箱采用曲柄滑管式压缩机，而更小的冰箱有的用电磁振荡式压缩机。这三种压缩机的比较如表 38-2-4。

曲柄滑管式压缩机的结构如图 38-2-6。这种压缩机的曲轴呈肘形，活塞末端垂直方向上连有带长孔的圆形管（滑管），内装曲柄销端的圆柱形滑块。当曲轴作旋转运动时，带动滑块在活塞末端的圆管内滑动，从而带动活塞在气缸内作往复运动。曲轴多组装成立式，并依靠轴在高速旋转时产生的离心力来上油润滑。

3.2.2 冷凝器、蒸发器和节流器

冷凝器是使制冷系统中的气态制冷剂放出热量

表 38-2-4 三种往复式压缩机的比较

型 式	曲柄连杆式	曲柄滑管式	电磁振荡式
传动方式	一般由单相二极电动机驱动曲柄连杆机构	一般由单相二极电动机驱动曲柄滑管机构(正弦机构)	由振荡线圈直接驱动活塞
结构特点	具有双轴承	没有连杆，结构上较连杆式简单，但因用单轴承，受力情况较差。这种结构由于材料及润滑的改进，已能达到工作可靠的要求	无轴承
起动机构	采用起动继电器	采用起动继电器	不需要起动继电器
适用范围(HP)	$\frac{1}{10}$ 以上	$\frac{1}{20} \sim 1$	$\frac{1}{20} \sim \frac{1}{8}$
关键技术问题	几何形状及位置偏差的精度要求较高	摩擦副的材质、热处理、硬度和间隙等问题	磁钢材质，共振弹簧工艺及润滑等问题

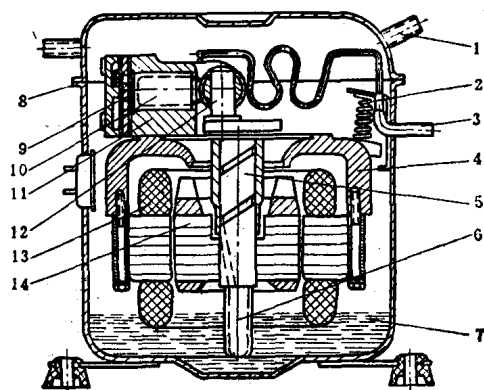
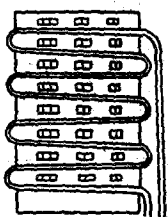
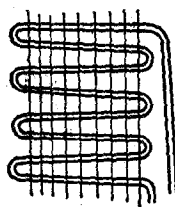
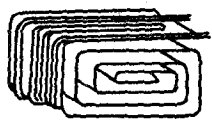


图 38-2-6 曲柄滑管式压缩机结构

1—进气管 2—吊簧 3—排气管 4—机架 5—曲轴
6—吸油管 7—润滑油 8—密闭壳 9—伐 10—活塞
11—汽缸 12—滑块 13—定子 14—转子

而冷凝为液态的热交换装置(参见图 38-2-5)。按冷却方法的不同，冷凝器可分为空气自然冷却式和强制通风冷却式两类。各种结构型式的比较见表 38-2-5。

表 38.2-5 冷凝器结构比较表

冷却方式	自然冷却式		强制通风式	
结构型式	百叶窗式	钢丝式	翅片管式	卷板式
结构简图				
基本结构	散热片形状如百叶窗,片上有长槽,冷凝管压入槽中	散热细钢丝分布在冷凝器排管两侧,点焊成栅状,再在表面镀铜、涂漆	冷凝盘管上加装翅片,然后经胀管而成	由两片冲有管路的钢板滚焊、卷制而成
材料及工艺	散热片用薄钢板冲成,排管用铜管或钢管镀铜	钢丝用普通碳素钢材加工而成	翅片用普通碳素钢制造表面经涂漆处理,排管用铜管	采用普通薄钢板
优缺点	工艺简单,冷却性能比钢丝式差	单位体积散热面积大,冷却条件好,原材料成本低,但点焊防锈工艺复杂	工艺简单,冷凝性能较好	结构紧凑,但工艺复杂
运用范围	用于压缩机功率为 200W 以下的小型冰箱,其中以钢丝式冷凝器较先进		由于风机强迫空气流动来冷却,冷凝能力明显增大,因而可用于压缩机功率为 200W 以上的大型冰箱	

蒸发器是液态制冷剂吸热蒸发为气态的热交换装置(参见图 38.2-5)。蒸发器的结构近似于冷凝器,它有翅片管式和板式两种。翅片管式常用铜管、铝管和铝片制成,板式常用铝板制成。翅片管式蒸发器有自然对流和强制对流两种方式,后者适用于双温冰箱中。板式蒸发器多为自然对流式,家用电冰箱普遍采用板式蒸发器。

节流器在制冷系统中起节流后膨胀降压作用,以使液态制冷剂蒸发而吸热。家用电冰箱普遍采用毛细管作为节流器,它结构简单,制造容易,并在停车后能使系统内的高低压逐渐达到平衡,这有利于压缩机的再次起动。毛细管的内径一般为 0.5~2 毫米,长度为 1~4 米。

3.3 电路控制系统及温度控制器

电冰箱的电路控制系统中有起动继电器、保护继电器、温度控制器等。常用的控制系统如图 38.2-7 所示。

电路中的温度控制器接点、保护继电器接点都

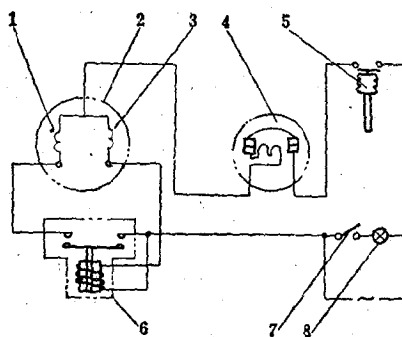


图 38.2-7 电冰箱电路控制系统图

- 1—起动绕组 2—压缩机电动机 3—工作绕组
4—保护继电器 5—温度控制器 6—起动继电器
7—门灯开关 8—照明灯

与压缩机的电动机工作绕组串联,而起动继电器的接点则与起动绕组串联。当电动机起动时,因电流较大,起动接点被吸引接通,起动绕组中通过电流;当电动机进入正常运转后,电动机电流和起动继电器的吸引线圈中电流减小,起动接点断开,起动绕组

中便无电流通过。照明灯通过开关拨动杆(装在门上)与电源联接,门开灯亮,门关灯灭。

3.3.1 温度控制器及化霜装置

电冰箱的箱内温度是靠温度控制器在调定的温度范围内对压缩机的开动或停转进行自动控制来维持的。压力感温式温度控制器的工作原理见图 38-2-8。

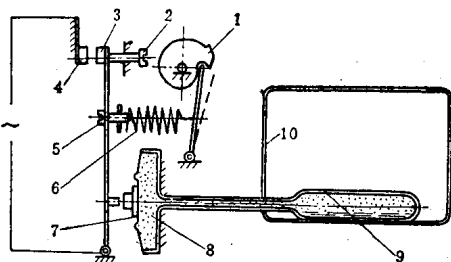


图 38-2-8 压力感温式温度控制器工作原理图

1—温度调节钮 2—温差调节螺钉 3—快跳活动接点 4—固定接点 5—调节整定温度的调节螺钉 6—主弹簧 7—传动膜片 8—感温腔 9—感温包 10—蒸发器

感温包 9 内注入感温剂氯甲烷 (CH_3Cl)，它随着温度变化而有较大的饱和蒸气压力变化。图中控制器接点处于离开位置,使压缩机停止运转,蒸发器表面温度在逐渐升高;因此感温包内的感温剂温度也随着增高,感温腔 8 内的感温剂压力上升,使传动膜片 7 顶动快跳活动接点 3 而与固定接点 4 接通。于是压缩机运转制冷,蒸发器降温,感温包 9 内压力下降,传动膜片退回,使接点 3 和 4 离开,压缩机便停转。这样不断地动作,使箱内温度维持在所调定的范围内。

带有半自动化霜机构的温度控制器,除能控制箱内温度外,还具有一个能在所控制温度范围内的任意点(温度)上进行化霜的机构。当蒸发器的表面霜层需要融化时,可将化霜按钮按下去,霜层即徐徐融化,化完后按钮便自动复位。

全自动化霜装置有定时式和积算式两种。前者装有时间继电器,每隔一定时间(例如 6 小时)开动一次。化霜时压缩机停转,蒸发器上附加的电热丝通电加热而迅速化霜,霜化完后便又恢复制冷运转。积算式化霜装置按冰箱门的开闭总次数或按压缩机开动时间长短进行积算,达一定次数或一定时间后便自动化霜。

双温冰箱的冷冻室温度一般由位于冷冻室与冷藏室之间的风门来控制,其工作原理如图 38-2-9 所示:

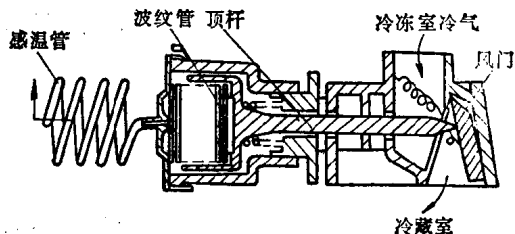


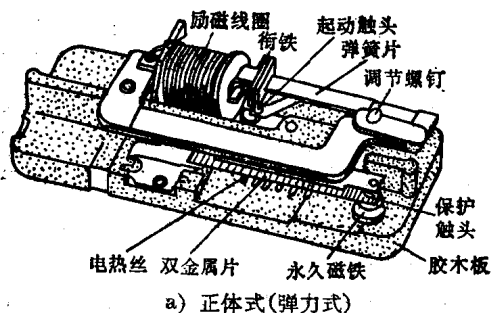
图 38-2-9 感温式风门控制器

当感温管内的介质压力随温度变化时,顶杆便带动风门以改变其开闭程度,从而控制冷风流量,达到控制温度的目的。

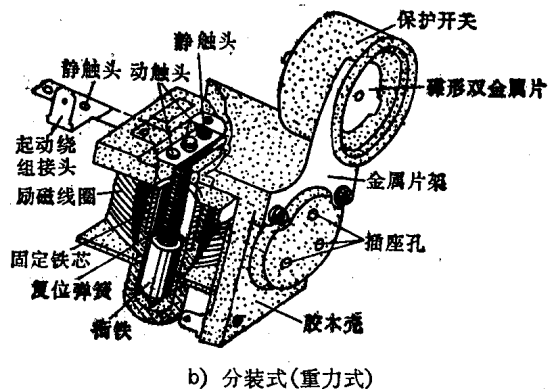
3.3.2 起动继电器(附热保护器)

一般单相电动机的起动由装在电机轴上的离心开关来操纵,由于冰箱用封闭式压缩机的电动机系密闭在外壳内,因此需将其起动装置放在机组的外部,一般采用如图 38-2-10 的起动继电器(附热保护器)来实现。

起动继电器主要由励磁线圈、衔铁、电热丝和双金属片等组成,它又有正体式 and 分装式两种。



a) 正体式(弹力式)



b) 分装式(重力式)

图 38-2-10 起动继电器(附热保护器)的结构

正体式(弹力式)起动继电器的热保护部分动作原理是:当电动机过载时,电流增大,电热丝温度增高,使邻近的双金属片受热变形(见图38·2-10a),从而切断电路,保护电机不致烧毁。分装式(重力式)起动继电器的热保护部份紧贴在电机外壳的表面(图38·2-10b),当电动机过载时,电热丝便起作用,切断电路;当电机不过载而机壳温度过高时,也将使双金属片受热变形而切断电路。因此,这种继电器可对电动机起到双重保护的作用。

4 压缩式电冰箱设计要点

在设计压缩式电冰箱时,要进行热力计算、漏热量和绝热层计算、蒸发器和冷凝器的传热面积计算、毛细管尺寸选择,以及对电动机提出要求。本节仅就其中热力计算、毛细管尺寸选择和对电动机的要求作扼要介绍。

4.1 热力计算

电冰箱的热力计算根据其制冷工况来进行。使用R-12制冷剂的冰箱制冷工况及各点参数见图38·2-11和表38·2-6。

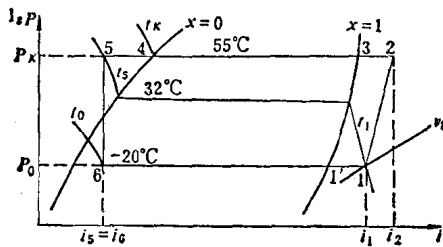


图 38·2-11 冰箱制冷工况的 $\lg P-i$ 图

热力计算的应用公式及计算举例见表38·2-7。已知的压缩机参数为:缸径 $D=21$ mm,行程 $S=14$ mm,气缸数 $Z=1$,转速 $n=2880$ rpm,余隙 $C=$

表 38·2-6 冰箱制冷工况的各点参数值

符号	t_0	t_k	t_1	t_5	P_0	P_k	i_1	i_2	$i_5=i_6$	v_1 (比容)
单位	°C	°C	°C	°C	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	m ³ /kg
数值	-20	55	32	32	1.54	13.87	142.2	153.8	107.4	0.135

表 38·2-7 冰箱制冷工况热力计算及应用举例

计算项目	计算公式	应用举例
单位制冷量 q_0	$q_0 = i_1 - i_6$	$q_0 = 142.2 - 107.4 = 34.8$ kcal/kg
单位绝热压缩功 A	$A = i_2 - i_1$	$A = 153.8 - 142.2 = 11.6$ kcal/kg
活塞理论排气量 V_n	$V_n = \frac{\pi}{4} D^2 S \cdot Z \cdot n \cdot 60$	$V_n = \frac{\pi}{4} \times 0.021^2 \times 0.014 \times 1 \times 2880 \times 60 = 0.837$ m ³ /h
容积系数 λ_v	$\lambda_v = 1 - C \left[\left(\frac{P_k + 0.1 P_k}{P_0} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right]$	$\lambda_v = 1 - 0.035 \left[\left(\frac{13.87 + 1.387}{1.54} \right) - 1 \right]$ $= 0.688$ (R-12 取 $m=1$)
压力系数 λ_p	$\lambda_p = 1 - \frac{(1+C) \cdot \Delta P_0}{\lambda_v \cdot P_0}$	$\lambda_p = 1 - \frac{1 + 0.035}{0.688} \times 0.05 = 0.925$ (R-12 取 $\Delta P_0 = 0.05 P_0$)
预热系数 λ_T	$\lambda_T = \frac{T_1}{a T_k + b \cdot \theta}$	$\lambda_T = \frac{305}{1.15 \times 328 + 0.3 \times 52} = 0.77$ 其中: $T_1 = t_1 + 273 = 32 + 273 = 305$ K $T_k = t_k + 273 = 55 + 273 = 328$ K $\theta = T_1 - T_0 = T_1 - (t_0 + 273)$ $= 305 - (-20 + 273) = 305 - 253 = 52$ K ($a=1.15, b=0.3$)
气密系数 λ	取 0.98	