



电子电工技术入门
一月通

30 Days



电冰箱与空调器维修

一月通

(第2版)

◎ 孙唯真 王忠诚 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电子电工技术入门一月通

电冰箱与空调器维修一月通

(第2版)

孙唯真 王忠诚 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以日为单位安排学习内容,力求在 30 日内让读者轻松掌握电冰箱和空调器的基本维修技术。全书共由五部分内容构成:第 1~3 日主要讲述制冷技术、变频技术和单片机技术;第 4~5 日主要讲述电冰箱、空调器的结构、分类、型号、规格和常用维修工具;第 6~16 日主要讲述电冰箱的零部件、工作原理、基本操作和维修实例;第 17~26 日主要讲述空调器的零部件、工作原理、基本操作和维修实例;第 27~28 日主要讲述空调器安装技术;第 29~30 日主要讲述家用中央空调器的结构、工作原理、安装及维修技术。

本书以实用为原则,采用图文对话模式进行讲解,通过师徒对话,逐步引出知识精髓,让初学者在一个月内掌握电冰箱和空调器的基本维修技能。

本书适合中职和高职院校电子类专业学生使用,也可作为短期培训的教材,还适合农村进城务工人员,以及想学习电冰箱与空调器维修技术但基础薄弱的人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电冰箱与空调器维修一月通 / 孙唯真, 王忠诚编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2015.1

(电子电工技术入门一月通)

ISBN 978-7-121-25021-7

I. ①电… II. ①孙… ②王… III. ①冰箱—维修②空气调节器—维修 IV. ①TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 282007 号

责任编辑: 张 榕

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.75 字数: 375 千字 黑插: 1

版 次: 2011 年 3 月第 1 版

2015 年 1 月第 2 版

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

丛书序言

教育部在《面向 21 世纪深化职业教育教学改革的原则意见》中指出：“职业教育要培养同 21 世纪我国社会主义建设要求相适应的，具有综合职业能力和全面素质的，直接在生产、服务、技术和管理一线工作的应用型人才。”这不仅是我国职业教育改革的核心指导思想，也为我国中等职业学校教材研发指明了方向。

目前，我国大部分中等职业学校都在采用国家规划教材，这对于规范全国的中等职业教育内容，提高整体教学质量有很大的促进作用，但同时也面临着一个很现实的问题：国家规划教材具有很强的系统性和阶段性，更新周期较长，缺乏灵活性、针对性和时效性。这就需要工作在职业教育一线上，具有丰富教学经验的教师们，积极研发新教材，作为国家规划教材的有力补充。新教材应把“学以致用”，培养“一线工作的应用型人才”作为研发目的，注重培养学生的学习兴趣，充分发挥学生的学习潜能，真正让学生学而不厌，即学即用。本着这一初衷，我们向电子工业出版社申报了《中职电子专业对话式、图话式教材探究与开发》大型课题研究项目，并获准立项。

近年来，由于国家对职业教育发展的高度重视和大力推动，中职教育也得到了迅猛发展，但毋庸置疑，我国的中职教育仍存在学生厌学，毕业后不能很好地适应社会需要的现状。如何让中职学生“好学，学好；好就业，就业好”，这是摆在我们每个职教工作者面前的难题。要想攻克此难题，就得从改革职业教育的教学内容和教学方法入手，而新教材的研发正是教学内容、教学方法改革的源头。

通过我们对现有的中职电子专业主干课程教材的研究，发现普遍存在以下一些现象：

1. 强调理论的完整性和系统性，忽视知识的实用性。由于专业课教材过多地注重理论的完整性和系统性，难度大，且实用性不强，不符合中职学生的认知水平，忽视了中职学生在接受知识时对课程实用性的要求，从而助长了学生的厌学情绪，容易使学生滋生学习无用的思想。

2. 教材版面呆板，缺乏趣味性。很多教材大篇幅地采用文字表述，问题描述不直观。由于缺少图片的支持，尤其是实物图片的支持，教材内容显得呆板，缺乏趣味，学生学习倍感单调和难以理解。而且这样的教材使理论与实践严重脱节，学生学过以后，仍然无法把理论与实际联系起来。

3. 教材内容更新缓慢，严重滞后于应用电子技术的发展步伐。比如某些关于电视技术的教材，“黑白电视机原理”仍然占有较大的篇幅。新设备、新工艺、新材料、新技术没有及时反映到教材中。学生毕业后当然无法适应电子企业的需要。

4. 知识点不够精练，不利于循序渐进地展开教学。中职教育的学制一般为 2~3 年，理论教学与实践教学的比例要求为 1:1。这就要求专业课程的理论教学做到少而精。加之电子专业的知识具有前后连贯性，大部分课程不能同时讲授，如果教材的知识点太杂，在循序渐进地展开教学时，就无法在有限的课时内完成教学任务。

针对以上现象，我们通过《中职电子专业对话式、图话式教材探究与开发》课题研究项目，开发了《电子维修技术图文对话一月通》丛书。该套丛书共 4 本，分别是《电子元器件

与电路一月通》、《彩色电视机维修一月通》、《液晶显示器与液晶电视机维修一月通》、《电冰箱与空调器维修一月通》。该套丛书出版后，得到了业内各相关学校师生的肯定，好评不断。事隔4年，我们根据读者回馈信息及教学培训实践，增加、删改、整合了一些内容，使之与时俱进，更贴合当今初学者需求。现改名为《电子电工技术入门一月通》丛书，增加了呼声较高的《电工技术应用一月通》，使该套丛书适合更广泛的需求。本套丛书共5本，分别是《电子元器件与电路一月通（第2版）》、《彩色电视机维修一月通（第2版）》、《液晶显示器与液晶电视机维修一月通（第2版）》、《电冰箱与空调器维修一月通（第2版）》、《电工技术应用一月通》。本套教材着重从以下几个方面进行了大胆的尝试：

1. 以易学够用为原则，打破理论完整性和系统性的约束，做到即学即用。通过多年的电子专业教学摸索，我们总结了电子专业相关行业对该专业理论与实践的要求，加大了教材中实用知识的篇幅，压缩甚至删减了中职毕业生在实际工作中极少涉及或无须涉及的理论知识。降低了学生入门的难度，并能在实际工作中快速上手。

2. 改变以文字表述为主的编写模式，完全采用图话、对话的讲述模式。图话、对话模式使教材版面耳目一新，让学生又找回了类似孩童时看连环画的浓厚兴趣。图片具有简明、直观、形象等特点。学生通过大量的实物和示意图片，非常轻松地把理论与实践联系起来，甚至在实习时可以做到按图索骥，无师自通。教材以中职学生的认知水平设置情境对话，既激发了学生的学习兴趣，又避免了他们对大段大段枯燥文字的畏惧和厌烦。

3. 精炼和整合多门专业主干课程，更加适合电子专业的教学规律，使课程能在较少的课时内循序渐进地完成教学。若每天学习3~4课时，每本教材都可在一个月内学完。

总之，随着我国职业教育在国民教育体系中地位的提升和社会对职业人才需求的增长，中职电子专业教育对专业主干课程教材的标准也在提高。中职电子专业主干课程教材的研发必须与学术研究联系起来，紧跟时代步伐，不断地调整思路与模式，力求同时适应学生、企业 and 市场三方面的需求。我们也相信这套教材一定能够调动学生的学习兴趣，达到学有所获的目的，也一定能够减轻教师的教学压力，收到寓教于乐的效果。

编 著 者

第2版前言

这是一本专门讲述电冰箱和空调器维修的专业图书，本书以日为单位安排学习内容，力求在30日内让读者轻松掌握电冰箱和空调器维修技术。本书由五部分内容构成：第1~3日主要讲述与电冰箱、空调器相关的技术基础，内容涵盖制冷技术、变频技术和单片机技术；第4~5日主要讲述电冰箱、空调器的结构、分类、型号、规格和常用维修工具，内容涵盖电冰箱和空调器结构、分类、型号、规格的介绍，电冰箱和空调器常用维修工具的使用方法；第6~16日主要讲述电冰箱维修技术，内容涵盖电冰箱的零部件、电冰箱的工作原理、电冰箱维修的基本操作和电冰箱的维修实例；第17~26日主要讲述空调器维修技术，内容涵盖空调器的零部件、空调器的工作原理、空调器维修的基本操作和空调器的维修实例；第27~28日主要讲述空调器安装技术，内容涵盖空调器的选择、安装和安装过程中的故障处理方法；第29~30日主要讲述家用中央空调器维修技术，内容涵盖家用中央空调器的分类、结构、原理与安装。

该书与同类图书相比，具有以下几个特点：

1. 趣味性强、吸引力大。此书的版面设计非常活跃，采用图话式讲解方法，通过师徒对话，逐步引出知识精髓，轻松做到让初学者在30日内掌握电冰箱和空调器的维修技术。翻开此书，很容易被书中的页面风格和讲解方式所吸引；阅读此书，就如同阅读连环画一样，引人入胜，让人爱不释手，并在不知不觉之中掌握书中内容。可以毫不夸张地说，只要你拥有此书，你就会告别学习的痛苦，而享受到学习的乐趣。

2. 图文同页、阅读方便。每一幅图片与它的对应文字都位于同一页中，阅读时，无须翻页，更不会产生视觉疲劳和眼花之感。

3. 篇幅小、节省学习时间。全书按30日安排学习内容，能让初学者充分明白自己每日的学习任务和学习目标。

4. 起点低。充分考虑初学者的知识现状和快速入门的要求，从最基本的维修工具和零部件谈起，读者只要具有初中以上的文化程度就能学好此书的主体内容。

5. 突出知识的够用性和实用性。编写本书时，理论讲解不追求深，只追求够用，对于那些在实践中用不到或很少用到的知识，基本不谈；对于那些复杂的热力学分析也基本不谈，而将重点放在对实用知识的讲解上。

本书适合大学、高职院校、中职学校电子专业学生使用，也适合电子专业短期培训班学员使用。作为教科书使用时，可按90课时教学。

参与本书编著的还有钟燕梅、王逸轩、孙唯真、邢修平、杨建红、陈兴祥、罗纲要、宋兵等，在此谨表感谢，同时得到了蒋茂方、王进军、易尚凯、戴孝良、曹成、张晓勇等同志的大力支持，在此一并表示感谢。

编 著 者

目 录

第 1 日 制冷技术基础	(1)
一、制冷技术涉及的一些基本概念	(1)
二、制冷原理	(3)
三、制冷剂和冷冻油	(6)
第 2 日 变频技术基础	(8)
一、变频器的结构与原理	(8)
二、变频器的逆变开关器件	(9)
三、变频器电路分析	(12)
四、变频器驱动电动机工作原理	(15)
第 3 日 单片机技术基础	(16)
一、了解单片机	(16)
二、单片机的系统结构与硬件结构	(18)
三、家用电器专用型单片机接口电路	(23)
第 4 日 电冰箱与空调器的结构、分类、型号和规格	(27)
一、电冰箱的结构、分类、型号和规格	(27)
二、空调器的结构、分类、型号和规格	(34)
第 5 日 维修电冰箱与空调器常用的工具	(41)
一、割管器、弯管器和扩管器	(41)
二、真空泵、修理阀和连接管	(45)
三、封口钳、封口器和气焊枪	(47)
四、氧气减压阀、乙炔减压阀和气焊枪	(48)
五、钳形表、兆欧表和电子卤素检漏仪	(49)
第 6 日 电冰箱制冷系统的主要零部件	(51)
一、电冰箱压缩机	(51)
二、电冰箱冷凝器	(54)
三、干燥过滤器	(55)
四、毛细管	(56)
五、电冰箱蒸发器	(57)
六、其他部件	(58)
第 7 日 电冰箱制冷系统的工作原理	(60)
一、直冷式电冰箱制冷系统工作原理	(60)
二、间冷式电冰箱制冷系统工作原理	(61)
三、间直冷混合式电冰箱制冷系统工作原理	(62)
第 8 日 电冰箱制冷系统维修的基本操作——气焊	(63)
一、气焊的操作步骤	(63)

二、气焊时的安全注意事项	(68)
第9日 电冰箱制冷系统维修的基本操作——检漏	(69)
一、直观检漏和仪器检漏	(69)
二、压力检漏	(70)
第10日 电冰箱制冷系统维修的基本操作——抽真空	(72)
一、利用真空泵抽真空	(72)
二、利用电冰箱自身的压缩机抽真空	(75)
第11日 电冰箱制冷系统维修的基本操作——加氟	(76)
一、低压侧压力控制加氟法的操作步骤	(76)
二、制冷系统加氟是否适量的判断	(77)
第12日 无氟电冰箱制冷系统维修的注意事项	(78)
一、维修 R134a 制冷剂电冰箱的注意事项	(78)
二、维修 R600a 制冷剂电冰箱的注意事项	(79)
第13日 电冰箱制冷系统维修实例	(80)
一、冰堵	(80)
二、脏堵	(81)
三、泄漏	(83)
四、压缩机损坏	(85)
第14日 电冰箱电气系统的主要零部件	(88)
一、电动机及其启动电路	(88)
二、启动继电器	(90)
三、过热保护器	(92)
四、温度控制继电器	(93)
五、化霜加热器、化霜定时器、双金属恒温器及限温熔断丝	(95)
第15日 电冰箱电气系统的工作原理	(97)
一、只有基本电路的电气系统分析	(97)
二、含有化霜电路的电气系统分析	(98)
三、含有低温补偿电路的电气系统分析	(100)
四、含有强制对流风扇电路的电气系统分析	(100)
五、含有单片机控制电路的电气系统分析	(101)
第16日 电冰箱电气系统维修实例	(105)
第17日 空调器制冷/制热系统的主要零部件	(108)
一、空调器压缩机	(108)
二、空调器冷凝器和蒸发器	(109)
三、空调节流器	(110)
四、电磁四通换向阀	(112)
五、单向阀、双向阀和截止阀	(114)
六、干燥过滤器和储液器	(116)
第18日 空调器制冷/制热系统的工作原理	(117)
一、单冷式空调器的工作原理	(117)

二、冷暖式空调器的工作原理	(118)
第 19 日 空调器制冷/制热系统维修的基本操作——检漏与抽空	(121)
一、空调器制冷/制热系统检漏	(121)
二、空调器制冷/制热系统抽真空	(124)
第 20 日 空调器制冷/制热系统维修的基本操作——收氟与加氟	(126)
一、空调器制冷/制热系统收氟	(126)
二、空调器制冷/制热系统加氟	(127)
第 21 日 空调器制冷/制热系统维修实例	(129)
一、压缩机故障	(129)
二、热交换器故障	(131)
三、毛细管故障	(132)
四、干燥过滤器故障	(133)
五、四通阀故障	(133)
六、连接管故障	(134)
第 22 日 空调器电气系统的主要零部件	(137)
一、压缩机电动机	(137)
二、室内外风机	(138)
三、化霜控制器和防冷风控制器	(140)
四、压力控制器	(140)
第 23 日 空调器电气系统的基本工作原理	(141)
一、定频空调器电气系统的基本工作原理	(141)
二、变频空调器电气系统的基本工作原理	(142)
三、定频空调器与变频空调器电气系统的差异	(143)
第 24 日 空调器电气系统的工作原理——定频系统分析举例	(144)
一、主令开关电气系统分析	(144)
二、美的 KFR-36GW/Y 型空调器电气系统分析	(147)
三、海信 KFR-46LW/27D 型空调器电气系统分析	(154)
第 25 日 空调器电气系统的工作原理——变频系统分析举例	(159)
一、美的 KFR-32GW/BPY 型空调器电气系统	(159)
二、海尔 KFR-50LW/(BP) 型空调器电气系统	(164)
三、海信 KFR-26GW/77ZBP 型空调器电气系统	(170)
第 26 日 空调器电气系统维修实例	(178)
一、空调器的故障代码	(178)
二、空调器电气系统维修举例	(181)
第 27 日 空调器的选择与安装	(186)
一、空调器的选择	(186)
二、空调器安装位置的选择	(188)
三、空调器的第一次安装	(189)
四、空调器的移机安装	(194)
第 28 日 空调器安装过程中常见故障处理	(195)

一、噪声故障的分析与检修.....	(195)
二、漏电故障的分析与检修.....	(198)
三、漏水故障的分析与检修.....	(200)
四、漏氟故障的分析与检修.....	(203)
第 29 日 家用中央空调器的分类与结构.....	(204)
一、家用中央空调器的分类.....	(204)
二、家用中央空调器的结构.....	(208)
第 30 日 家用中央空调器的安装	(211)
附录 A 海信 KFR-26GW/77ZBP 系列空调器室内机电气系统.....	插页
附录 B 海信 KFR-26GW/77ZBP 系列空调器室外机电气系统.....	插页

第1日 制冷技术基础

一、制冷技术涉及的一些基本概念

师傅：从今天起，我带领大家学习电冰箱与空调器的维修技术，并让大家在短短的30天里，能又快又好地学会维修电冰箱和空调器。

师傅，怎样才能快速掌握
电冰箱、空调器
维修技术呢？

1

学会维修电冰箱、空调器并不难，
关键在于掌握操作要领，多动手，
勤思考，善总结。

3

师傅，我还没有接触过
电冰箱、空调器的维修，
30天能学会吗？

2

师傅：好，闲话少说，我们开始学习。电冰箱、空调器的维修涉及制冷、变频、单片机控制等比较多的技术领域，但对于初学者，需要掌握的理论知识并不多，难度也不大，重点以熟练掌握维修操作为主。现在先来了解一下制冷技术所涉及的一些热力学方面的基础知识，以便进一步理解和掌握制冷技术。

1. 温度与温标

温度是反映物体冷热程度的物理量。夏季气温高，人们感觉炎热；冬季气温低，人们感觉寒冷。为了能准确地描述物体的冷热程度，物理学把标准大气压下冰的熔点规定为0度，水的沸点规定为100度，然后把这0~100度，由冷到热平均分为100等份，每1等份为1摄氏度，用 1°C 表示，这样一种温度的数值表示方法叫作摄氏温标。

2. 热量

热量是传热过程中能量变化的量度。高温物体传热到低温物体时，能量从高温物体传递到低温物体，高温物体释放热量简称放热，低温物体吸取热量简称吸热。

3. 压力与压强

在物理学上，压力(F)是指垂直作用于物体的力，单位为牛顿(N)。压强(P)是指垂直作用于单位面积上的力，即 $P=F/S$ ，单位为帕斯卡(Pa)。制冷技术中，习惯地把压强也称为压力，它与物理学上定义的压力概念不一样。制冷与空调技术中，压力常用的单位有兆帕(MPa)、标准大气压(ATM)、工程大气压(kgf/cm^2)三种。

它们之间关系如下:

$$1\text{MPa}=1\times 10^6\text{Pa}=1000\text{kPa}$$

$$1\text{ATM}=0.101\text{MPa}\approx 0.1\text{MPa}=100\text{kPa}$$

$$1\text{kgf/cm}^2=0.0981\text{MPa}\approx 0.1\text{MPa}=100\text{kPa}$$

4. 汽化与液化

汽化是物质从液体转变为气体的过程,在此过程中,物质要吸热。液体汽化形式有两种:蒸发与沸腾。在一定的压力下,蒸发可以在任何温度下发生,而沸腾则必须是液体温度上升到某个定值才能发生,这个值称为该液体的沸点。

液体的沸点是可改变的,当液体的压力下降时,液体的沸点会随之下降,即液体可以在更低的温度下沸腾吸热。制冷技术就是利用这个原理制冷的。制冷技术中制冷剂的汽化是一种定压沸腾形式,但在制冷工程中却习惯地被称为蒸发,所以沸点也相应被称为蒸发温度。沸点所对应的压力被称为蒸发压力。制冷技术中使用的制冷剂,在1个标准大气压下,蒸发温度都很低,如氟利昂12为 -29.8°C ,氟利昂22为 -40.8°C 。

液化是与汽化相反的过程。此过程中,物质从气体转变为液体,并放热。在一定压力下,气体温度下降到某个定值时,就会液化,这个值称为液化温度。气体的液化温度不是恒定不变的。当气体压力减小时,液化温度也随之降低;反之,当气体压力增加时,液化温度也随之升高;但当气体温度高于某一个值时,即使再增加压力,气体也不会液化,这个温度被称为临界温度。在临界温度以内,任何一个温度下使气体液化的最低压力称为临界压力。只要在临界温度以下,当气体的压力增加时,物质的液化温度是可以升高的。制冷技术就是通过提高气态制冷剂的压力来提高其液化温度的,即让气态制冷剂在较高的温度下也能液化。



大家注意:物质的汽化和液化,是电冰箱制冷、空调器制冷、制热的理论基础。上面提到的蒸发、蒸发压力、临界温度、临界压力等概念,一定要认真理解,我们后面会反复用到。1

师傅,电冰箱、空调器就是利用氟利昂汽化吸热,达到制冷目的,对吗? 2



是的。另外,空调器制热的方法之一,就是利用氟利昂液化放热。 3

5. 制冷量

制冷量是指制冷设备在制冷运行时,单位时间 $T(\text{s})$ 内从密闭空间内带走的热量 $Q(\text{J})$ 的总和。计量单位为瓦(W)或千瓦(kW)。它是衡量制冷设备制冷能力的重要参数。

$$\text{制冷量}(W)=\frac{Q(\text{J})}{T(\text{s})}$$

6. 空气湿度

空气湿度表示了空气中水蒸气含量的多少。在空调技术中,常采用含湿量来表示空气湿度。含湿量是指空气中水蒸气质量(以g为单位)与除水蒸气以外的其它气体质量(以kg为单位)的比值(单位为g/kg干空气)。空气湿度是影响人体舒适感的一个重要因素。比如,空气在 25°C 时,含湿量在 $10\sim 20(\text{g/kg干空气})$ 的范围时,人体既不感觉干燥也不感觉潮湿。空气的含湿量可以通过空调器进行调节,使人体感觉最舒适。

二、制冷原理

师傅：在自然界中，有很多的物理现象会引起温度的降低，制冷技术实际上就是利用这些物理现象来获得低温。利用不同的物理现象制冷，其制冷原理也各不一样。电冰箱、空调器用到的制冷原理有：压缩式制冷、吸收式制冷、半导体式制冷。下面我们逐一讲解。

这是压缩式制冷系统的工作原理图。目前家用电冰箱、空调器主要采用的就是压缩式制冷系统。 1

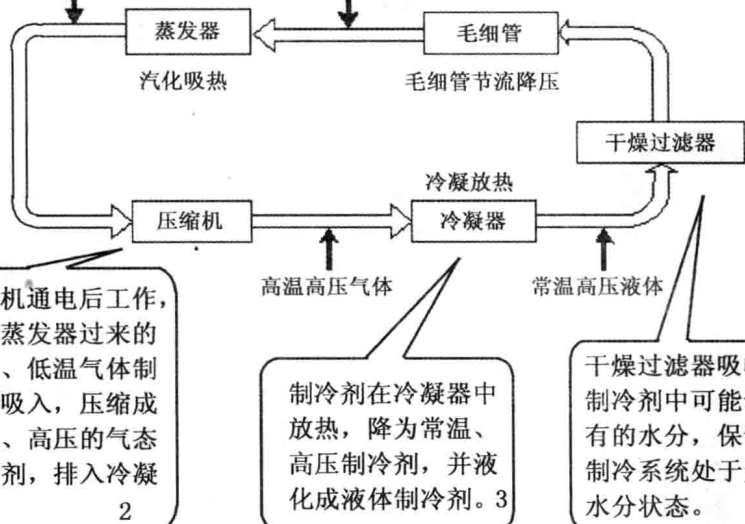
制冷剂进入蒸发器大量蒸发，吸收热量变成低压、低温的气态制冷剂。 6

液态制冷剂经过毛细管后，压力急剧降低。 5



低温低压气体

低温低压液体



压缩机通电后工作，将从蒸发器过来的低压、低温气体制冷剂吸入，压缩成高温、高压的气态制冷剂，排入冷凝器。 2

制冷剂在冷凝器中放热，降为常温、高压制冷剂，并液化成液体制冷剂。 3

干燥过滤器吸收制冷剂中可能含有的水分，保证制冷系统处于无水分状态。 4

徒弟：师傅，我听说制冷系统中有热交换器，在上面的图中怎么没看见呀？

师傅：在制冷系统中，冷凝器和蒸发器都是进行热量交换的部件，所以又被统称为热交换器。当制冷剂在系统中不断循环时，它就能把蒸发器所在环境的热量不断地转移到冷凝器所在的环境中。

徒弟：师傅，为什么制冷系统要保证处于无水分状态呀？

师傅：因为水不能溶于制冷剂，当水分经过毛细管时，会遇冷变成冰粒，并聚集起来，达到一定程度后，就会将毛细管堵塞。这样一来，制冷剂就无法再在系统中循环，也就不能制冷了。这也就是电冰箱比较常见的冰堵故障产生的原因。冰堵一般发生在毛细管的出口处，因为这里温度低，管径细。电冰箱发生冰堵故障时，主要表现是：电冰箱刚开始工作时，蒸发器结霜正常，能听到制冷剂流动声，冷凝器发热。过一段时间后，听不到制冷剂循环流动声，蒸发器的霜层融化，冷凝器不热。当蒸发器温度回到 0°C 以上时，电冰箱又能恢复到正常制冷状态，之后又重复上述现象。

徒弟：哦，这么看来，如果制冷系统有水分进入，则会有很严重的后果啊。

师傅：不仅如此，水分在制冷系统中还会腐蚀制冷系统的金属管道，生成杂质，堵塞制冷系统，也会使制冷剂无法循环。这也就是电冰箱产生脏堵故障的原因之一。脏堵一般来说也是发生在毛细管部位。脏堵故障现象表现为：电冰箱处于工作状态时，制冷系统管道内无制冷剂的流动声，蒸发器不结霜，冷凝器不热。

师傅：吸收式制冷也是利用制冷剂汽化吸热制冷的。为了更好地理解吸收式制冷的基本原理，我们先来了解一个自然现象。我们都知道，在一个大气压力条件下，水要达到100℃才沸腾，但是在低于大气压力的特殊条件下，水可以在低于100℃时沸腾。比如，在密封容器里制造6mmHg的低压条件，水的沸点只有4℃，这就意味着水能在4℃时剧烈汽化，吸走大量的热。

徒弟：用这个办法制冷的确不错，但是用什么办法才能产生低压呢？也用压缩机吗？

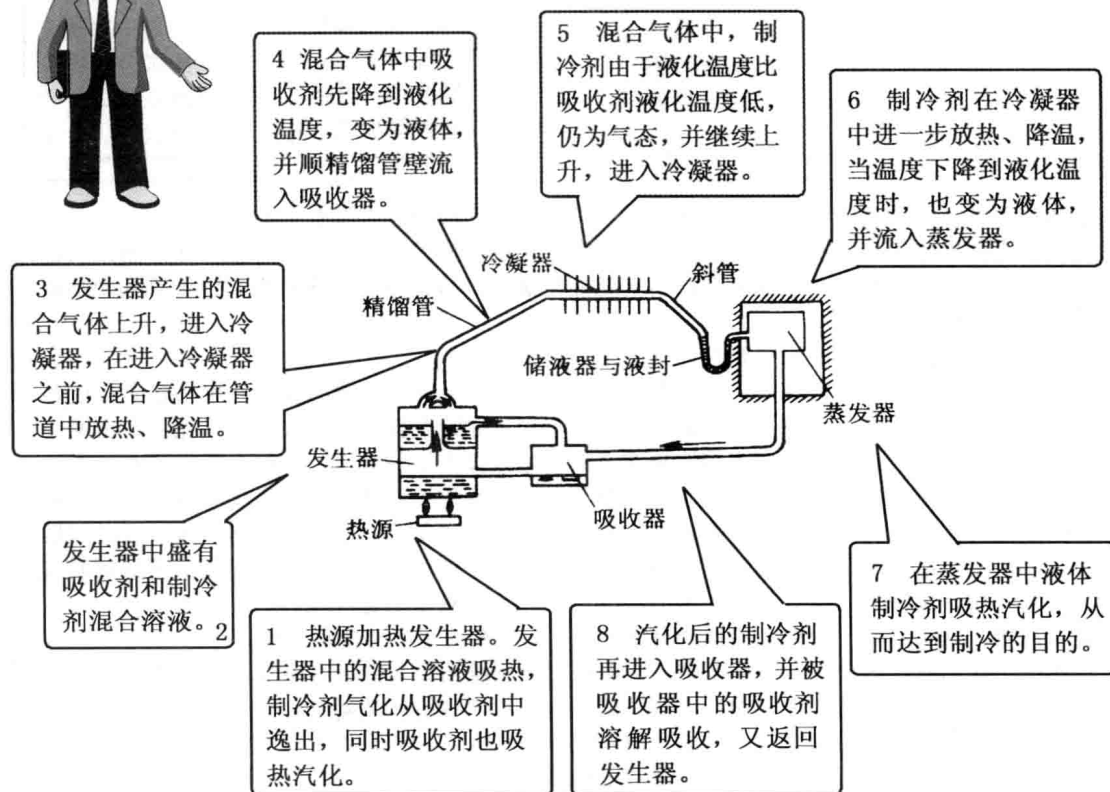
师傅：当然不是。我们可以用溴化锂制造这种低压条件。溴化锂是一种吸水性极强的化合物，可以连续不断地将密封容器里的水蒸气吸走，从而在密封容器里制造并维持低压条件。这样水就可以在低压下剧烈汽化，大量吸热，从而达到制冷的目的。

徒弟：哦，我懂了，这就是吸收式制冷。那么说，吸收式制冷系统中应该有两种不同的物质啰。

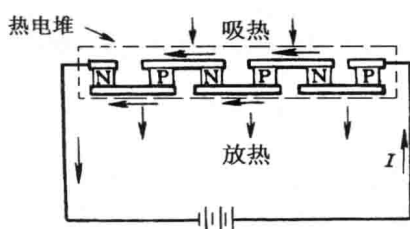
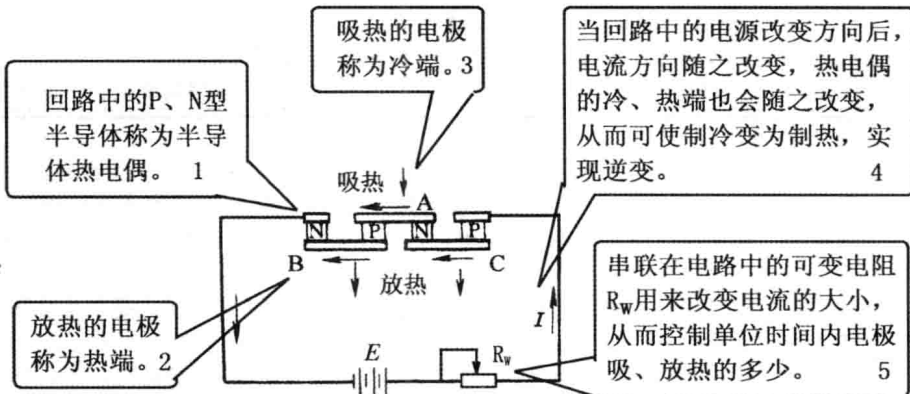
师傅：不错，吸收式制冷系统中的这两种不同物质，一种称为吸收剂（如溴化锂），沸点较高，能强烈溶解吸收制冷剂，制造并维持系统低压条件；另一种称为制冷剂（如水），沸点较低，能溶于吸收剂，在系统低压条件下剧烈汽化，吸热制冷。根据吸收剂和制冷剂搭配不同，吸收式制冷又分为溴化锂吸收式制冷和氨吸收式制冷。溴化锂吸收式制冷系统用水作为制冷剂，溴化锂作为吸收剂。氨吸收式制冷系统用氨作为制冷剂，水作为吸收剂。



下图是吸收式制冷系统的工作原理图。吸收式制冷系统由吸收器、发生器、冷凝器、蒸发器组成，它的最大特点是：利用热能作为制冷系统的能量来源，没有电动机，所以无噪声，寿命长，且不易发生故障。制冷工质由制冷剂、吸收剂组成，它们在不断地加热的情况下可以连续地制冷。系统主要利用太阳能、天然气、煤气等产生热能作为热源。



师傅：半导体制冷是利用半导体温差效应制冷的。我们用下面的图来说明它的基本原理。N型半导体和P型半导体连接成热电偶，热电偶接上直流电源 E ，组成闭合回路。当回路中的直流电流 I 从N型半导体流向P型半导体时，P型半导体和N型半导体连接处，即铜电极A的温度会下降，从外界吸热；当电流 I 从P型半导体流向N型半导体时，P型半导体和N型半导体连接处，即铜电极B、C的温度会升高，向外界放热。这种现象在物理学上称为半导体温差电效应，又称为珀尔帕效应。



为了增强制冷效果，一般在回路中有很多的半导体热电偶串联或并联，并将热端和冷端分别集中在一起，形成热电堆。 6

半导体车载电冰箱好精致呀！ 8

这是一款半导体车载电冰箱，结构简单，零部件少，维修方便，无机械传动部件，无磨损，无噪声，寿命长，绝对环保，耗电量低（在100W以下），耗电量只有压缩式和吸收式的一半哦。 7



徒弟：半导体式制冷系统主要用在什么地方呢？

师傅：半导体式制冷系统比较适用于要求质量小、尺寸小、小容量制冷的场合，如家用冷热饮水机采用的就是半导体式制冷技术。家用电冰箱也有采用半导体式制冷的。

徒弟：半导体式制冷有些什么好处啊？

师傅：半导体制冷系统的优点很明显，它无压缩机，结构简单，体积小，质量小，无噪声，无污染，工作可靠，使用寿命长，检修方便。当然，它也有一些不足，如制造成本高，制冷效果较差，不能直接使用交流电等。

三、制冷剂和冷冻油

师傅：制冷剂又称为制冷工质，是压缩式制冷系统与吸收式制冷系统中的工作介质，制冷系统就是利用它汽化吸热，产生低温的。制冷剂的选择与使用对制冷效果至关重要。

徒弟：师傅，现在有哪些常用的制冷剂啊？

师傅：现在常用的制冷剂大致可以分成两大类，一类主要用于吸收式制冷系统，如氨、水等；另一类主要用于压缩式制冷系统，如R12、R22、R134a、R600a、R410a等。

徒弟：师傅，R12、R22、R134a、R600a、R410a 是些什么物质啊？

师傅：R12、R22、R134a、R410a是氟利昂制冷剂，R600a是异丁烷制冷剂。下面介绍常用制冷剂。

1. 水

水是吸收式制冷系统中常用的制冷剂。它作为制冷剂，优缺点很明显。优点是极易获得，无毒性，不燃烧、不爆炸，汽化潜热大，是目前所有制冷剂中汽化潜热最大的制冷剂。缺点是，在常压下蒸发温度高（100℃）；在低压下蒸发温度最低也只能达到0℃。

2. 氨

氨是应用较早且目前仍然应用很广的一种制冷剂。它的优点是单位容积制冷量大，价格便宜，最低蒸发温度可达-65℃，易与水相互溶解，在制冷系统中，不会出现冰堵现象。缺点是有强烈的刺激性气味，且有较大毒性。当空气中的浓度超过0.5%，且在其中停留时间超过30分钟时，人就会出现中毒现象，甚至死亡。氨气与空气混合达到一定浓度时，会引起燃烧或爆炸。氨本身对金属制冷管道无腐蚀作用，但氨中含水分时，会腐蚀铜、锌等金属，所以一般要求液体氨中的含水量不得超过0.2%。氨不易溶于润滑油，所以，如果润滑油进入使用氨的制冷系统中，系统的热交换器内表面就会形成一层油膜，降低热交换器的热交换能力。为此制冷系统必须设置油气分离器，最大限度地减少润滑油进入制冷系统中的热交换器。

氨作为制冷剂主要用于大、中型的制冷设备和空调设备，如冰厂的制冷机、大型冷库等。

3. 氟利昂

氟利昂是家用电冰箱与空调器中应用最广泛的制冷剂。它实际上是饱和烃类的卤族衍生物的总称，它们具有一些共同的化学、物理特性。氟利昂是20世纪30年代出现的一类性能优越的制冷剂。

氟利昂制冷剂有一些相同的优缺点。优点是无气味、基本无毒性、不易燃烧和爆炸，能与润滑油相互溶解，不会使制冷管道内表面产生油膜，不影响制冷系统的热交换能力。缺点是单位容积制冷量小，管道内流动性差，渗透性强，容易造成泄漏，也就是常说的漏氟。氟利昂与水几乎互不相溶，所以如果氟利昂混入水分，水分总是与氟利昂分离，而独立存在。当氟利昂温度低于0℃时，水就会结成冰，堵住制冷系统的管道，这就是常说的冰堵。

徒弟：师傅，我听说氟利昂会破坏大气臭氧层，造成严重的环境污染，而且还是一种温室气体，会导致气候变暖，产生温室效应。这到底是怎么回事？

师傅：你说的不全对，并不是所有的氟利昂都会破坏大气臭氧层。有些氟利昂的化学成分中含氯元素，它们在太阳紫外光照射下，会分解出氯原子。氯原子能使大气中的臭氧转变为氧，从而破坏大气的臭氧层。氟利昂中所含氯原子数量越多，对臭氧层破坏能力也越大。另外，氟利昂造成温室效应的原因，主要是制冷剂在氧化分解过程中生成大量的CO₂等温室气体。

徒弟：师傅，目前市场上很多都是无氟电冰箱、无氟空调器，它们是不是已经不使用氟利昂作为制冷剂了？

师傅：不是这样的。有些无氟电冰箱、无氟空调器所使用的制冷剂仍然是氟利昂，主要是R134a、R410a等。它们都不含氯元素，对大气臭氧层没有破坏作用，也不会氧化分解产生CO₂等温室气体，所以使用R134a、R410a的电冰箱、空调器被称为无氟电冰箱、无氟空调器。



国际上已经把R12列为禁止使用工质，R22列为过渡使用工质。 1

R12主要用于电冰箱。 2



R22主要用于空调器。 3



R134a、R600a是为了替代R12而开发的新型制冷剂。 4



师傅：在压缩式制冷系统中，压缩机要能长期良性运转，必须使用润滑油。制冷系统压缩机使用的是专用润滑油，又被称为冷冻油。

徒弟：制冷压缩机使用的冷冻油有什么特别要求吗？

师傅：冷冻油的主要作用是减少压缩机机械磨损、延长其使用寿命。此外，它还能带走压缩机运转产生的热量，降低其工作时的温度，提高工作效率。冷冻油在压缩机的机械零件摩擦面形成油膜，增强压缩机的密封性，防止制冷剂泄漏。冷冻油的性能要求较高，应具备以下一些基本性能：

1. 黏稠度适当，黏度过大或过小都会使压缩机温度升高，降低制冷效率。此外，还要求黏稠度随温度变化要尽可能小。
2. 凝固点低，润滑油在温度大幅下降时，会逐渐失去流动性。当温度到达一定值时，润滑油完全失去流动性，此时的温度称为凝固点。凝固点过高时，润滑油会在制冷系统低温区凝固，覆盖系统管道内壁，影响热量交换，所以要求润滑油凝固点要低。
3. 化学特性稳定，不与制冷剂和压缩机电动机的绝缘物质发生化学反应，自身不易变质。
4. 电绝缘性能好。在压缩机里电动机是浸泡在润滑油中的，如果润滑油绝缘性能不好，就会引起漏电，损坏电动机。

师傅：在这里特别提醒大家，压缩机冷冻油还必须与制冷剂相溶。R12能很好地溶于矿物油，所以R12压缩机使用的冷冻油属于矿物油；而R134a是不溶于矿物油的，所以R134a压缩机一般采用与之相溶性较好的脂类油。脂类油与矿物油不能互相替代，否则不仅不能满足压缩机的润滑要求，而且还有可能发生凝固，从而堵塞制冷系统。