

当代汽车修理技师丛书



汽车空调

原理与维修

(美) B. H. 德维金斯 著



- ① 当代汽车维修人员的教科书
- ① 全面反映汽车新结构、新技术
- ① 编排新颖、理论与操作并重
- ① 循序渐进，易于掌握

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



当代汽车修理技师丛书

-  汽车发动机构造与诊断维修
-  汽车空调原理与维修
-  汽车燃油与排放控制

ISBN 7-111-19036-X



9 787111 190363 >

定价：52.00 元

◇ ISBN 7-111-19036-X

◇ 封面设计：陈沛

地址：北京市百万庄大街22号

联系电话：(010) 68326294

(010) 68993821

邮政编码：100037

网址：<http://www.cmpbook.com>

E-mail: online@cmpbook.com



当代汽车修理技师丛书

汽车空调原理与维修

(美)B. H. 德维金斯 著

宋进桂 杨占鹏 于京诺 等译



机械工业出版社



本书引进自美国汤姆森学习出版社,是其畅销40年的《汽车空调原理与维修》一书的2005年版(第8版)。本书作者德维金斯先生是承办汽车维修技师资格认证的国际汽车维修业主办协会(IGOA)的主考官,还是美国汽车维修协会(ASE)的汽车空调写作组成员之一,负责修订汽车空调维修认证测试的有关文件。本书囊括了汽车空调(MVAC)系统的最新技术,内容涉及:汽车空调的基本原理,维修汽车空调必需的工具和设备,汽车空调制冷剂,汽车空调基本结构,手动空调、半自动空调和自动空调的电子控制装置,固定排量和可变排量压缩机,恒温膨胀阀系统和固定孔管系统。

本书着重于对汽车空调的诊断和维修程序训练,强调培养维修人员正确的判断力。本书第18章特别给出了20多个汽车空调系统诊断的练习,精研这些练习将使维修技师的诊断能力获得“飞跃式”提高。

Automotive Air Conditioning

ISBN: 0-7668-0788-6

COPYRIGHT 2004 by Delmar Learning, a division of Thomson Learning, Inc.

First Published by Delmar, a division of Thomson Learning.

All Rights Reserved.

本书原版由汤姆森学习出版集团 Delmar 分部出版。版权所有,侵权必究。

Authorized Simplified Chinese Edition by Thomson Learning and CMP. No part of this book may be reproduced in any form without the express written permission of Thomson Learning and CMP.

本书中文简体版由汤姆森学习出版集团授权机械工业出版社独家出版发行。未经汤姆森学习出版集团和机械工业出版社的预先书面许可,不得以任何方式复制本书的任何部分。

981-265-610-3

北京市版权局著作权合同登记号:图字:01-2005-4691

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调原理与维修/(美)德维金斯(Dwiggins, B. H.)

著;宋进桂等译. —北京:机械工业出版社,2006.6

(当代汽车修理技师丛书)

ISBN 7-111-19036-X

I. 汽... II. ①德...②宋... III. ①汽车-空气调节设备-理论②汽车-空气调节设备-维修 IV. U463.85

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第040012号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:徐魏 责任编辑:刘煊 版式设计:冉晓华

责任校对:刘志文 封面设计:陈沛 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2006年6月第1版第1次印刷

210mm×297mm·22.75印张·4插页·953千字

0001—4000册

定价:52.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379735

封面无防伪标均为盗版



原 书 序

《汽车空调原理与维修》(第8版)继承了1967年第1版出版发行时的旺销传统。该书囊括了机动车空调(MVAC)系统的最新技术,内容涉及:手动空调、半自动空调和自动空调的单区和双区电子温度控制装置,国内和国外固定排量和可变排量压缩机、恒温膨胀阀和固定孔管系统。

本教程对汽车空调系统做了全面的介绍。学员将对空调系统的基础理论、诊断习惯做法和维修程序有一个基本的理解,这对维修汽车空调系统是非常重要的。同时,还将使学员在完成汽车空调的所有诊断和维修程序方面,养成严格执行实践操作规程的习惯,培养正确的判断力。对于在课堂上和车间里获得的基本技巧能立即进行应用的人来说,可以从各个学习单元获取入门知识;对于打算继续学习制冷系统高级阶段的学员来说,这些单元只是打基础的准备部分。本教材内容排列自然合理,一个原理、一个定律或一种状态与另一个之间均具有独立性。资料按照系统关联的方式进行编排,有利于学员看清相互关系。

操作实例部分可以引导学员完成系统诊断和修理程序。这一点通过强调利用歧管压力计进行诊断。

建议将本书的每个主题看作是学员将要完成的课外作业。

关于作者

在20世纪60年代中期,作者B. H. 德维金斯(Boyce H. Dwiggin)曾组织了一次关于汽车空调的最早的暑期教育讲课。他曾作为一名国家级行政官员,专门负责汽车课程,并作为一名顾问,在一家地区暑期中心负责一个由五家维修店组成的汽车联合企业的教育规范起草工作。

现在,德维金斯先生是一名主考官,为承办汽车技师资格认证的国际汽车维修业主协会(IGOA)从事“汽车优秀”测试工作。他还是美国汽车维修协会(ASE)的汽车空调写作组成员之一,负责修订汽车空调维修认证测试的有关文件。1994年,因为他的努力而获得了ASE的“优秀蓝色图章”奖。

德维金斯先生掌握着几个汽车与制冷领域的教具专利权和教学材料的版权。他为整个美国西部的汽车和制冷教师们经营了几个实习车间。到1994年他退休之前,他是佛罗里达南部的一家大型的暑期技术中心工业部的主席。

应该承认,没有众多汽车空调系统、设备和零部件制造厂家的慷慨协作,本书的出版是不可能的。在过去的38年间,他们的贡献对提供最新可用信息方面一直是最有帮助的。它们是:

最优教育训练器材公司

美利坚控制装置公司

戴姆勒·克莱斯勒公司

恒热产品公司

福特汽车公司

通用汽车公司所有分部

马普考公司

默里公司

里奇工程公司

罗比纳尔制造公司

苏顿公司

西尔斯-罗巴克公司

特库姆赛产品公司

T. I. F. 仪器公司

尤尼维尔德产品公司

沃纳电气公司

约克公司

感谢许多教员对本版的底稿进行复审。特别感谢纽约州暑期工业教育协会的理查德 G. 赫德先生给予的最初的帮助和鼓励。最后，但决不是不重要的，还应感谢汤姆森学习出版社德尔玛出版分公司的工作组将本书编辑成第 8 版出版。

本版献给贾尼和拉拉尼。

B. H. 德维金斯



译 者 的 话

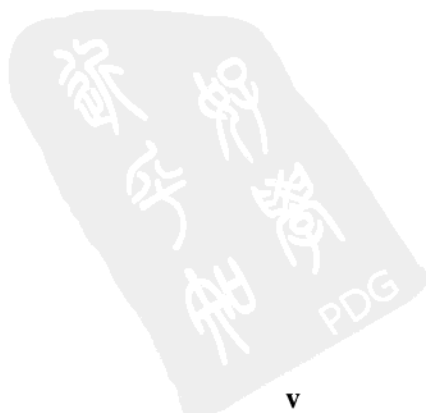
随着汽车技术的进步以及人们生活水平的提高,汽车空调正在迅速普及,因此汽车空调的维护与修理成为当前汽车维修的重点之一。汽车维修技术人员、汽车运用与管理人员以及汽车修理工迫切需要了解空调的基本知识、空调的构造和原理、各个品牌的空调压缩机的维修程序、故障排除流程等内容,为此,机械工业出版社引进并组织翻译了英文版《汽车空调原理与维修》2005年版(第8版)。

《汽车空调原理与维修》自1967年初版以来一直非常畅销,现已出版第8版。本书原作者德维金斯先生现在是一名汽车技师资格认证测试的主考官,还是美国汽车维修协会(ASE)的汽车空调写作组成员之一,负责修订汽车空调维修认证测试的有关文件,曾获ASE的“优秀蓝色图章”奖。因此,本书对空调维修具有很强的实际应用价值,对空调维修技师资格认定有很大的帮助。

参加本书翻译的有宋进桂、杨占鹏、于京诺、王亮申、陈燕、王忠英、李永和、李栋、祁美玉、任允菊、董淑英、宋红霞、宋喜奎等。限于译者水平,书中难免存在错误之处,敬请广大读者批评指正。

译 者

2006年2月



编辑出版说明

汽车正日益广泛地深入到社会生活和人们日常生活的各个方面,汽车修理已成为引人注目的迅速发展的行业。

当今时代,机械技术与电子技术的结合使得汽车技术发生了一系列深刻的变化。电子控制自动变速技术、电子控制汽油喷射技术、防抱死制动技术等新技术的普遍应用,使今日汽车的内部结构日趋精巧复杂。这就对汽车维修人员提出了更高的要求,他们不但要掌握一般的修理技术,更要掌握当代汽车尤其是轿车的基本结构、工作原理以及先进的故障诊断技术。美国汤姆森学习出版社德尔玛出版分公司出版的 Today's Technician series(当代汽车修理技师丛书)是一套比较好的汽车维修人员自学与培训教材。它全面介绍了各类轿车及轻型载货汽车的结构,包括机械系统和电气电子系统,并配合图片和清晰的立体图详细讲解了汽车各部分的检测和修理步骤以及修复技术。在国内众多的汽车维修图书中,这套丛书无论从内容到形式都是很有特色的,因此,我社于1998年引进了这套丛书,把它介绍给国内读者。引进后,受到读者欢迎。

由于汽车技术的不断更新,汤姆森学习出版社德尔玛出版分公司又推出了更新版。这本《汽车空调原理与维修》是根据《Automotive Air Conditioning》2005版(第8版)译出。

《Automotive Air Conditioning》自1967年初版以来一直非常畅销,现已出版第8版。本书共分18章,介绍了空调(MVAC)系统的最新技术,其中包括自动空调的单区和双区电子温度控制装置、常见的压缩机、恒温膨胀阀和固定孔管系统等,还介绍了空调系统的故障诊断与修理、主要部件的检测与修理程序、空调系统的改装等。学习本书对养成严格执行实践操作规程的习惯,培养正确的判断力,也将有很大帮助。

我社已出版的 Today's Technician series(当代汽车修理技师丛书)共6种,即《汽车发动机构造与诊断维修》(最新版)、《汽车手动变速器与驱动桥》、《汽车自动变速器与驱动桥》、《汽车电气与电子系统》、《汽车制动系统》和《汽车计算机控制系统》。

为了适应我国读者的阅读习惯,在翻译出版过程中,我们将原书中有关专业术语定义、所用工具清单、有关参考信息等页旁注释,选择其中实用价值大的纳入到相应的正文中。原书书末的词汇表因实用价值不大,未采用。

最后需要说明的一点是译名的定名问题。由于汽车技术的快速发展,产生了大量新的技术词汇和新的零部件,而国内汽车行业对此还没有统一的标准定名,这就给翻译造成很大的困难。对这类名词术语,专家译者尽量根据行业习惯和自身的理解给出译名。其中难免有不甚贴切甚至不妥当之处,欢迎读者批评指正。

目 录

原书序		
译者的话		
编辑出版说明		
第1章 历史与发展	1	
1.1 引言	1	
1.2 空气调节	1	
1.3 空调的发展历史	1	
1.4 空调行业	6	
1.5 热源与冷源	6	
1.6 汽车 HVAC 系统的作用	8	
1.7 运行成本	8	
1.8 汽车与环境	8	
1.9 “新型”制冷剂	8	
1.10 技师认证	9	
1.11 维修技师	10	
复习题	11	
名词解释	12	
第2章 健康与安全	13	
2.1 人身安全	13	
2.2 石棉	13	
2.3 一氧化碳	13	
2.4 制冷剂	14	
2.5 防冻液	15	
2.6 焊接	15	
2.7 车间内安全	15	
2.8 健康与安全计划	16	
2.9 动力工具安全操作规程	18	
2.10 良好的车间管理有利于防火	18	
2.11 通过区与作业区地面	18	
2.12 臭氧与环境	19	
2.13 大气	19	
2.14 臭氧洞	20	
2.15 臭氧与温室效应	21	
2.16 《洁净空气法》	21	
2.17 平流层臭氧保护——主题 VI	21	
2.18 工具的使用	22	
2.19 人身安全注意事项	24	
2.20 推论	25	
2.21 小结	25	
复习题	25	
名词解释	26	
第3章 工具与单位制	27	
3.1 引言	27	
3.2 米制	27	
3.3 单位制(SI 米制)	27	
3.4 十进制	27	
3.5 除法与乘方	27	
3.6 符号	28	
3.7 单位换算	29	
3.8 常用米制单位	29	
3.9 力矩	30	
3.10 本书米制参考说明	30	
3.11 工具	31	
3.12 螺钉旋具	31	
3.13 螺母旋具	32	
3.14 扳手	32	
3.15 钳子	34	
3.16 锤子	35	
3.17 拉器	36	
3.18 锯	36	
3.19 电钻	37	
3.20 歧管压力表组	37	
3.21 制冷剂罐开关阀	38	
3.22 安全眼镜	38	
3.23 专用工具	38	
3.24 制冷剂分析仪	40	
3.25 其他专用工具	40	
3.26 小结	42	
复习题	42	
名词解释	43	
第4章 舒适性	44	
4.1 舒适性控制	44	
4.2 舒适区	44	
4.3 热	48	

4.4 热量的测量.....	53	名词解释.....	82
4.5 冷——缺少热量.....	54	第7章 专用维修工具	83
4.6 温度计.....	54	7.1 引言.....	83
复习题.....	56	7.2 歧管压力表组.....	83
名词解释.....	58	7.3 电子歧管压力表组.....	83
第5章 压力与温度	59	7.4 软管.....	88
5.1 引言.....	59	7.5 泄漏探测仪.....	89
5.2 物质.....	59	7.6 真空泵.....	93
5.3 原子.....	59	7.7 冲洗系统.....	93
5.4 化合物.....	60	7.8 回收系统.....	94
5.5 物质结构.....	60	7.9 秤.....	97
5.6 分子排列与分子运动.....	61	复习题.....	97
5.7 压力.....	61	名词解释.....	98
5.8 压力测量.....	61	第8章 水分与除湿	99
5.9 温度与压力.....	62	8.1 引言.....	99
5.10 空调器回路.....	64	8.2 水分.....	100
5.11 发动机冷却系统.....	66	8.3 除湿.....	100
5.12 汽车空调与发动机冷却系统的关系.....	67	8.4 高海拔除湿.....	101
5.13 小结.....	67	8.5 系统抽真空.....	101
复习题.....	67	8.6 其他除湿方法.....	103
名词解释.....	68	8.7 三重抽气法.....	103
第6章 制冷剂与润滑油	69	8.8 储液干燥器与储液器.....	104
6.1 引言.....	69	8.9 储液干燥器.....	104
6.2 CFC-12 的禁用.....	69	8.10 储液器.....	106
6.3 新制冷剂.....	69	8.11 小结.....	107
6.4 CFC-12 的温度—压力关系.....	70	复习题.....	107
6.5 HFC-134a 的温度—压力关系.....	71	名词解释.....	108
6.6 制冷剂的操作.....	72	第9章 制冷系统	109
6.7 商品名.....	72	9.1 引言.....	109
6.8 包装.....	72	9.2 制冷机械系统.....	109
6.9 限制.....	72	9.3 制冷能力.....	110
6.10 识别.....	72	9.4 基本制冷回路.....	111
6.11 纯度检验.....	72	9.5 FOT 系统.....	113
6.12 兼容性.....	75	9.6 蒸发器.....	115
6.13 代用制冷剂.....	75	9.7 储液器.....	115
6.14 制冷剂的代用.....	75	9.8 压缩机.....	115
6.15 更换制冷剂.....	76	9.9 软管.....	117
6.16 制冷剂安全注意事项.....	76	9.10 冷凝器.....	117
6.17 制冷剂钢瓶.....	77	9.11 旋叶式空气循环 (ROVAS) 系统.....	118
6.18 冷冻润滑油.....	78	9.12 诊断与维修.....	118
6.19 用于 HFC 制冷剂的冷冻润滑油.....	79	9.13 小结.....	121
6.20 冷冻润滑油的分类.....	80	复习题.....	121
6.21 维修提示.....	80	名词解释.....	123
6.22 小结.....	81	第10章 压缩机与离合器	124
复习题.....	81	10.1 引言.....	124

10.2 压缩机功能	125	13.1 引言	207
10.3 压缩机设计	125	13.2 电	207
10.4 压缩机离合器	126	13.3 原子结构	207
10.5 压缩机型号	128	13.4 欧姆定律	210
10.6 压缩机工作原理	131	13.5 电路保护装置	219
10.7 旋叶式压缩机	132	13.6 电气部件	221
10.8 涡旋式压缩机	133	13.7 集成电路	225
10.9 可变排量压缩机	134	13.8 电路故障	225
10.10 苏格兰叉式压缩机	135	13.9 电路图	226
10.11 故障诊断与修理	136	13.10 电路符号	229
10.12 压缩机故障	136	13.11 鼓风机电动机电路	230
10.13 压缩机更换	137	13.12 电除雾器	230
10.14 压缩机修理	137	复习题	231
10.15 小结	137	名词解释	232
复习题	138	第14章 电气线路	233
名词解释	139	14.1 引言	233
第11章 压缩机维修	140	14.2 熔断器与电路断电器	234
11.1 引言	140	14.3 熔断器与电路断路器的检测	235
11.2 哈利森(Harrison)六缸压缩机的维修	140	14.4 主控装置	236
11.3 哈利森(Harrison)R4型压缩机的维修	155	14.5 温度控制	237
11.4 哈利森(Harrison)V-5和V-7型 压缩机的维修	161	14.6 温控开关的故障排除	241
11.5 日本电装公司(Nippondenso)六缸 压缩机的维修	165	14.7 鼓风机电动机	242
11.6 日本电装公司(Nippondenso)十缸 压缩机的维修	172	14.8 鼓风机电动机的故障排除	243
11.7 松下公司(Panasonic)叶片式 压缩机的维修	174	14.9 电磁离合器	243
11.8 苏顿(Sankyo)压缩机的维修	179	14.10 离合器零件	244
11.9 特库姆赛(Tecumseh)HR-980型 压缩机的维修	183	14.11 压力控制开关	245
复习题	187	14.12 压缩机排气压力开关	245
名词解释	188	14.13 厂家原装线路	245
第12章 计量装置	189	14.14 冷却液温度警告系统	246
12.1 引言	189	复习题	247
12.2 恒温膨胀阀	189	名词解释	248
12.3 恒温膨胀阀的工作原理	191	第15章 系统控制装置	249
12.4 恒温膨胀阀的性能测试	193	15.1 引言	249
12.5 其他膨胀阀的测试	198	15.2 真空管路	249
12.6 固定孔管	199	15.3 真空驱动装置	250
12.7 固定孔管的测试与更换	200	15.4 真空源	250
12.8 小结	204	15.5 止回阀和继电器	251
复习题	204	15.6 真空系统图	253
名词解释	206	15.7 压力控制	255
第13章 电学基础	207	15.8 压力调节器	256
		15.9 控制系统	256
		15.10 温度传感器	258
		15.11 电子温度控制系统	259
		15.12 控制装置	266
		15.13 暖风控制	266

15.14 模式风门	268	17.2 冷却系统的检测	291
15.15 真空马达	268	17.3 散热器	292
15.16 鼓风机控制	269	17.4 水泵	293
15.17 时间延迟继电器	269	17.5 压力盖	294
15.18 电子真空继电器	270	17.6 压力盖的检测	295
15.19 环境温度开关	270	17.7 节温器	295
15.20 恒温真空阀	270	17.8 带轮和传动带	296
15.21 过热开关	270	17.9 传动带自动张紧器	298
15.22 小结	270	17.10 风扇	298
复习题	270	17.11 水管和水管卡子	303
名词解释	272	17.12 膨胀水箱	304
第16章 壳体 and 通风系统	273	17.13 暖风系统	304
16.1 引言	273	17.14 添加剂	305
16.2 制造厂或零件市场安装设备	276	17.15 冷却系统的清洗	306
16.3 空气进入	276	17.16 预防性维护	307
16.4 暖风芯和空调蒸发器部分	277	17.17 小结	308
16.5 空气分配部分	277	复习题	308
16.6 组合壳体	277	名词解释	310
16.7 空气供给	279	第18章 故障诊断与维修	311
16.8 双通风系统	283	18.1 概述	311
16.9 后暖风/空调系统	284	18.2 温度—压力关系	311
16.10 蒸发器排水	285	18.3 利用压力表对系统进行诊断	321
16.11 直观检查	285	18.4 压力的单位	323
16.12 模式风门调整	285	18.5 系统诊断	325
16.13 温度风门拉索调整	286	18.6 空调系统部件的更换	342
16.14 空气过滤器	286	18.7 暖风和发动机冷却系统部件的更换	343
16.15 小结	287	18.8 空调系统故障排除	346
复习题	287	18.9 发动机冷却系统故障排除	349
名词解释	289	复习题	350
第17章 发动机冷却系统和暖风系统	290	名词解释	352
17.1 引言	290	彩色图片	353

第1章 历史与发展

学习目标

学习和复习完本章后，你能够做到：

- 了解汽车空调的历史与发展。
- 了解并讨论汽车空调系统的普及程度。
- 知道与汽车空调系统有关的环境问题。
- 弄清家用和汽车空调系统维修技师的认证要求。

• 知道与汽车空调工业有关的专业组织和协会。

• 针对今天的环境问题，可以深刻了解汽车维修技师的作用。

1.1 引言

制冷和空调并不是 20 世纪的新发现。一万两千多年以前，一些简单的“制冷”和“空调”工具已经一直在应用中。尽管按照今天的标准来衡量，这些早期的系统非常粗糙，但其作用与现代空调装置本质上是相同的。

只有在复杂的空调系统出现之后，现代生活的很多方面才成为可能。对于美国国家航空和航天管理局(NASA)的太空探索计划来说，许多非常重要的零件在没有空调的情况下是无法制造出来的。例如，许多精密机械部件和电气部件必须在极其严格的条件下制造，要求将温度和湿度的变化控制在几度范围内。譬如，图 1-1 所示的大小只有 $1/16\text{in}$

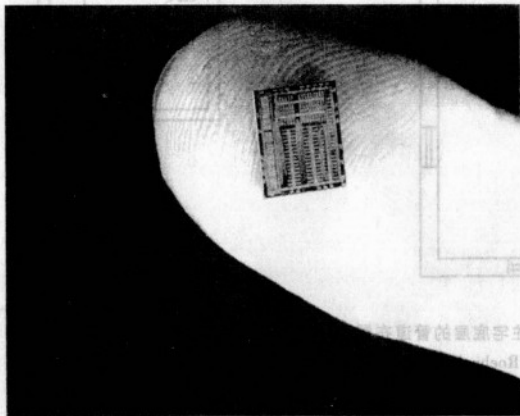


图 1-1 这个集成电路(芯片)的实际尺寸小于 $1/16\text{in}^2$

(1.59mm)见方的微处理器芯片，是一个刻蚀在硅基片上的小型化的电子电路。它的制造就是在一个温度和湿度严格受控的环境中完成的，这种环境只有靠现代制冷技术才能实现。

据美国《汽车新闻》报道，1958 年，由经销商安装空调系统的新型小轿车有 142600 辆。1962 年，销售的所有小轿车中装有空调系统的占 11% 略多一点。到 1965 年，小轿车安装的空调器达 400000 台，并且刚刚过两年之后，这个数字已达到 800000 台以上。据估计，到 1967 年，安装有空调系统的小轿车的总数为 3546255 辆。1968 年，一辆汽车的空调系统的平均费用约占汽车总费用的 12%，而今天约占 3%。现在，在美国销售的小轿车有 90% 以上装有空调系统。这就是说，今天道路上行驶的每 100 辆小轿车中有 90 辆以上安装有制造厂原装的或者经销商安装的空调系统。然而，在空调方面，货车比小轿车落后约 10 年，在 1970 年前后，空调在货车上才开始普及。对于货车，制造厂原装的和经销商安装的空调系统的百分数的增长速度与小轿车基本相同。

在欧洲，汽车空调正在成为人们的普遍选择，并且可望出现与美国一样速度的快速增长。在汽车空调初次进入欧洲时，曾被认为是一种奢侈品。然而，其使用价值很快使它成为一种必需品。

1.2 空气调节

在追溯空气调节的历史及其在汽车上的应用之前，应该首先回顾空气调节的定义。空气调节是对空气进行冷却或加热、清洁或过滤以及循环换气或反复循环的过程。此外，还要控制被调节的空气的数量和质量。这就意味着，在任何时间、在任何给定情况下，可以对空气的温度、湿度和空气流量进行控制。在理想的状况下，可能会希望空气调节能同时执行这些任务。还应该承认，空气调节过程还包括制冷过程(通过移走热量实现冷却)。

1.3 空调的发展历史

有一些我们今天所掌握的制冷原理早在公元前一万年已被发现。

在埃及，人们用一种方法来移走法老宫殿中的热量。此宫殿的墙壁用重达一千万吨以上的巨大的石块垒成。每天晚上，三千奴隶将石墙拆掉，并将大石块搬到撒哈拉沙漠。由于沙漠中的温度在夜间降低，搬来的这些大石块便将白天吸

收的热量释放出来。黎明前，奴隶们再将大石块搬回到建房屋的地点，并重新垒起墙壁。

我们想得到，法老喜欢宫殿里的 26.6°C 左右的温度，而宫殿外面的温度高达 54.4°C 。三千人劳作整个晚上来完成一项工作，而这项工作用现代制冷技术可轻而易举地完成。尽管今天的制冷技术用劳动力很少，但现在的制冷系统采用的制冷原理与法老时代是一样的，即将热量从一个空间搬走，再移至另一个空间。

1.3.1 最早的空调住宅

在刚刚进入 20 世纪不久，采暖与通风工程师克劳内尔 T. C. 诺斯科特 (Colonel T. C. Northcott) 便成为历史上拥有装有中央采暖与空调住宅的最早的人。诺斯科特在著名的劳瑞 (Luray) 洞穴上面的山丘上建造了一座房子。根据他的经验，他知道经过石灰石过滤的空气是无尘无花粉的。这点很重要，因为他和他的家人曾深受花粉热之苦。

诺斯科特在他的房后 31.5m 处钻了一个 1.5m 通气井，

串通了洞穴的顶部。他在此井中安装了一台由 5hp 电动机驱动直径 1.07m 的风扇，从该井中每分钟抽出 2265m^3 的空气。井上面的小屋通过一个管道系统与他的住宅相通。管道分成上、下两个腔室。传来自洞穴的空气的上室被太阳晒热。此室用于在寒冷天气，为房子提供温暖空气，并在需要时由蒸气加热螺旋管进行补充加热。下室输送来自洞穴的空气，以便在热天为房子提供冷气。

来自洞穴的空气的湿度 (水蒸气含量) 受一个混合室的控制，来自上、下室的空气在这里进行混合。因为热空气里含有的水蒸气比冷空气多，诺斯科特便能够将湿度控制在 50% 左右。从供气系统的混合室流出来的经过调节的空气通过一个较细的管道网络系统进入住宅的各个房间，见图 1-2。在冬季，通过位于各个支管道底部的蒸气螺旋管提供辅助热量。

每年观看 Luray 洞穴的人超过 500000 人，这里的温度保持在 12.22°C 到 13.33°C ，相对湿度保持在 87%，空气清新，无尘无花粉。

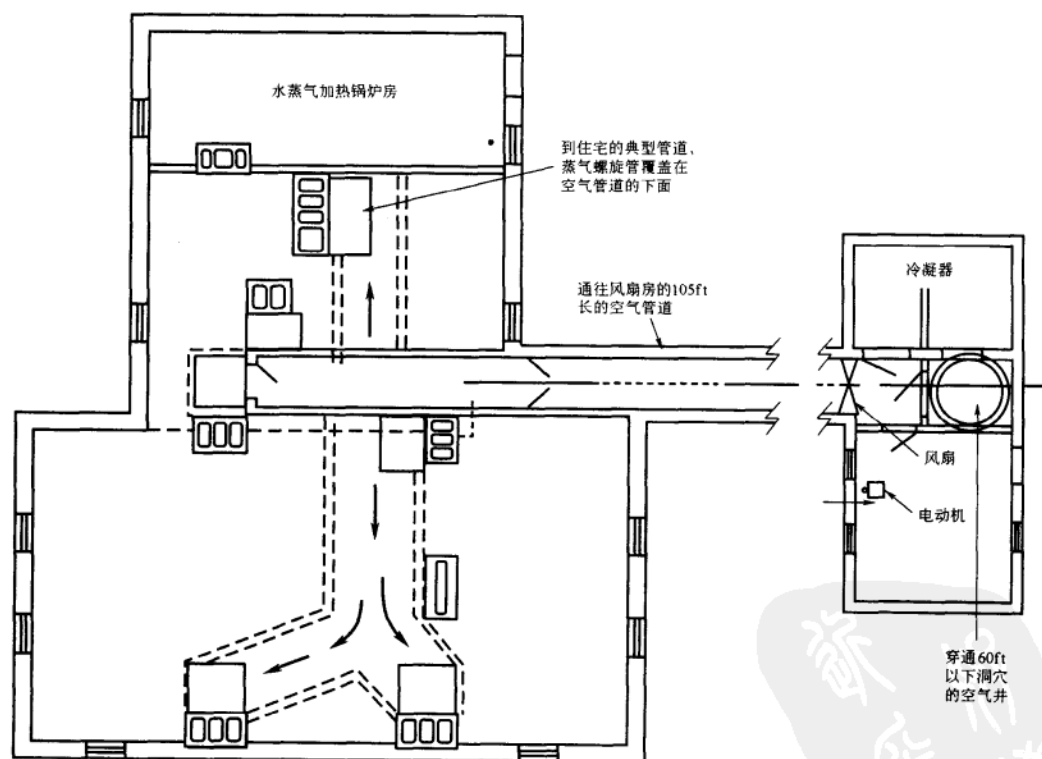


图 1-2 T. C. 诺斯科特住宅底层的管道布置

1.3.2 家用制冷

虽然大约在 1820 年就有了人造冰，但家用制冷系统最早出现在 1910 年。1896 年，西尔斯-罗巴克同仁公司 (Sears,

Roebuck and Company) 的产品介绍中出售的冰箱就有几种，见图 1-3。制冷作用由 11.35kg 的冰产生，因而只能用于食物的短期储存。这种冰箱的售价为 5.65 美元。

最早获得专利权的冷气系统由雅各布·珀金斯 (Jacob

Perkins)于1831年发明,该系统于1837年安装在英国议会大厦内,从而使英国议会大厦成为世界上最早采用冷气的建筑物。1848年,纽约市的百老汇大剧院宣布:“尊敬的公众,告诉大家一个好消息,一套用于整个大楼的完善的通风设备现已投入使用”。该设备由科菲(J. E. Coffee)设计,并获得专利权。

被称为“现代空调之父”的约翰·戈里(John Gorrie)医生于1851年发明了制冰机,当时用它来降低正在患黄热病的戈里医生父母的体温。约翰·戈里的制冰机的复制品(见图1-4)陈列在佛罗里达州阿帕拉奇科拉(Apalachicola)的戈里博物馆内。

1868年,底特律渔业商人威廉·戴维斯(William Davis)获得了“轮子上的冰盒”的专利权。次年,他设计出了最早的制冷有轨电车,但是在1870年,车辆制冷系统先驱开发者的荣誉却给了斯威福特(G. F. Swift)。与此同时,哈蒙德(G. H. Hammond)发明了一个系统,该系统使空气强制流过冰块上面,然后再流入车内。他是此类系统的首创者。

1902年,威利斯H. 卡里尔(Willis H. Carrier)被授予了“清洁、循环和控制建筑物内空气温度和湿度的一种科学系统”的专利。他在1906年申报的专利内容是“使湿热空气穿过一个很细的喷射水雾,使湿气冷凝在喷雾的水滴上,最后留下的是干燥空气”。



图1-3 早期的冰箱实际上是一个冰盒子(1896年)

最早的手控冰箱由拉森(J. Larsen)于1913年生产。五年后,凯尔维内特(Kelvinator)公司制造了最早的自动冰箱。然而,人们对这种新式冰箱的认可速度非常缓慢。到1920年,只销售了大约200台。

1926年,通用电气公司推出了第一台密封式冰箱。次年,伊莱克斯(Electrolux)公司推出了一种自动吸收热量的装

置。1929年,弗尔德尔(Frigidaire)公司推出了第一台室内空调器。1931年,西尔斯-罗巴克同仁公司推出了一种4ft³的冰箱。该冰箱的置物柜(图1-5)和制冷装置单独销售并且需要在用户家中组装。

1931年,巴尔迪默和俄亥俄铁路公司推出了最早的空调旅客列车。1936年,联合航空公司推出了最早的空调航空

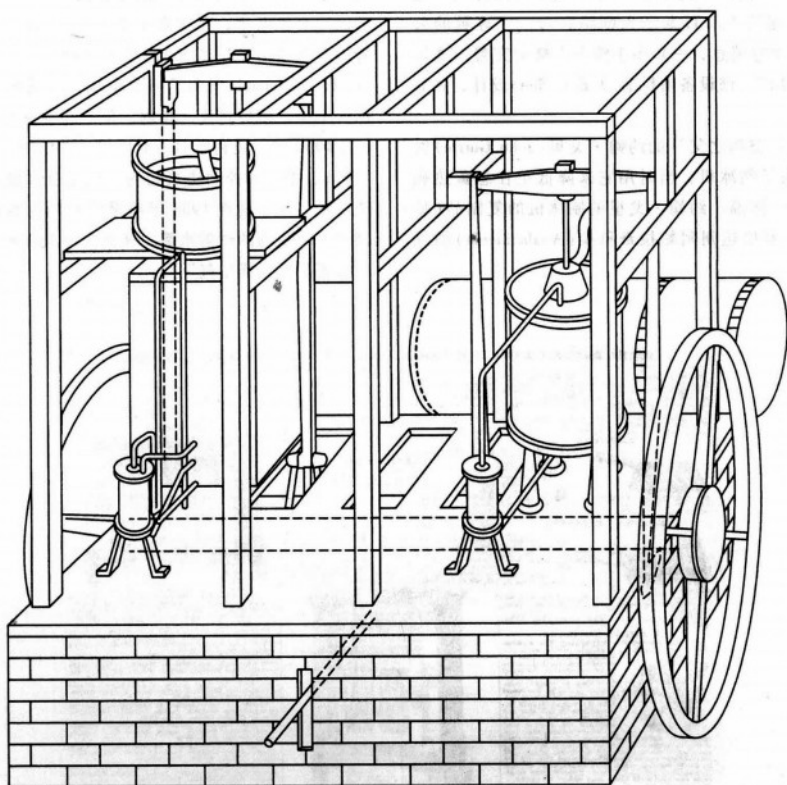


图 1-4 戈里的制冰机

班机。所有这些都为汽车空调的发展铺平了道路。

1.3.3 机动车空调

早年的汽车结构粗大结实，悬架缺少弹性，轮胎没有充气，因而坐起来不舒适。为了弥补舒适性的缺失，在冬季，驾驶员和乘客都不得不穿着厚重以便保暖。在夏季的几个月中，只有将汽车开到大约 24km/h 的最高车速，靠汽车行驶产生的微风来产生一点空调效果。“新鲜”空气通风口布置在地板上，进入车内的尘土比冷空气还多。1884 年，威廉·怀特利(William Whiteley)将一些冰块装进马车车厢下面的一个盒子里。通过一台与车轴相连的风扇，将“冷”气吹进车厢内。同样，将一桶冰放在地板通风口旁边，也可以给汽车的车厢提供冷空气。

1927 年大肆宣扬可作为某些汽车的选装件的“空调”，不过就是给汽车安装一台暖风机、一个通风系统和一种空气过滤方法。1938 年，纳什汽车公司(Nash)推出了“空调、暖风和通风”系统。在这种系统中，对新鲜空气进行加热、过滤，并通过一台电动风扇使空气在车内循环流动。

1938 年，几辆安装空调的公共汽车采用了经过改装的商业空调系统，它们使用带传动驱动的压缩机。最早采用机械制冷系统的轿车(见图 1-6)是由帕卡德汽车公司(Packard)于



图 1-5 早期(1931 年)的冰箱

1939年制造的,并于次年向一般公众出售。该系统的蒸发器是一台改装的商业制冷装置,它占用了整个行李箱的空间。带传动压缩机和冷凝器位于发动机室罩下面。唯一的控制装置是用于接通和关闭鼓风机的一个开关。帕卡德公司的广告说:“在这个世界上,要想忘却夏天的酷热,只有坐在空调汽车里。”

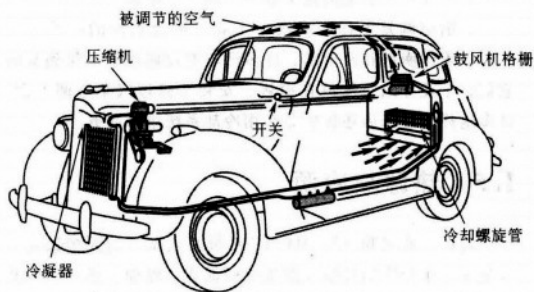


图 1-6 装有空调器的 1939 款帕卡德 (Packard) 轿车

到 1940 年,在许多车型上,暖风和除霜器已成为标准设备。配件市场上,售后安装的暖风机也都可以买到。按照空气从水上面流过会产生降温效应的原理来工作的一种蒸发冷却系统,也可以在配件市场上买到。该系统被纳什汽车公司称为“气候眼”,并且现在仍然可用于厢式车和旅行轿车。这种系统用于干燥地区非常有效。

1941 年制造的 300 辆凯迪拉克轿车安装了空调系统。那一年,克莱斯勒公司也生产了一些装有空调系统的轿车。但是,凯迪拉克的空调系统和克莱斯勒的空调系统均与帕卡德公司 (Packard) 的系统类似,都没有安装压缩机离合器。就是说,只要发动机运转,压缩机就会运转。为了停止压缩机的转动,人们不得不拆下传动带。当需要空调工作时,还必须重新装上传动带。

早期的汽车空调的销售记录并没有保留下来。但是,人们知道,在二次世界大战前,帕卡德 (Packard) 轿车上安装的空调器有 3000~4000 台。在 20 世纪 50 年代初期之前,二战和朝鲜战争使得美国材料和制造方面的能力必须优先满足国防需要,这使汽车空调的改进受到了影响。当时,对空调汽车的需要是从美国西南部开始的。

1948 年,汽车制冷空调 (ARA) 公司最先提供配件市场上销售的汽车空调系统。到 20 世纪 50 年代中期,至少有 15 家公司以配套的形式提供配件市场上销售的汽车空调系统。实际上,在任何地方人们都可以买到空调系统,像蒙哥马利·沃滋公司 (Montgomery Ward)、西尔斯·罗巴克同仁公司 (Sears, Roebuck and Company)、汽车用品专卖店、连锁修理店和加油站等。早期的配件市场销售的空调系统需要用大约 1 天的时间来安装,蒸发器安装在行李厢内,控制开关安装在仪表台下面,最后改为蒸发器和控制开关均安装在仪表台下面。

二次世界大战之后,凯迪拉克提供了一种“高技术”装置——适用于制造厂原装空调系统的手边控制装置。最初,

控制装置设在汽车后部的封装车壳上,所有的人都必须爬进后座区来开、关空调系统。1940 年,纳什汽车公司提供了“气候眼”,这是一种所有部件都安装在发动机室罩和前围板下面的制冷空调系统。

1955 年,雪佛兰最先将每一个空调部件移至发动机室罩下和仪表台上。同年,纳什公司首先安装了电动离合器。还是在 1955 年,史蒂蒂克汽车公司增加了一种温度控制方法,而旁迪克推出了一种分路管道系统,使车外的空气从蒸发器上流过,从而能更好地控制空气质量和温度。ARA 公司推出了最早的专为客货两用轻型卡车设计的配件市场销售的空调系统。

现代汽车空调系统的第一批产品是凯迪拉克于 1960 年推出的。它们的双层气流系统可以对汽车车内顶部提供冷气,同时可向底部提供暖风,这样就提供了一种控制湿度的方法。

最早的全部安装空调的车队出现在 1967 年,当时在佛罗里达州特恩派克市 (Turnpike) (现在的 Ronald Reagan Turnpike 市) 的州警察车队的全部汽车都安装有空调。一些大公司报道说,在它们的销售人员的汽车上安装了空调系统之后,生产能力和销量增加了。货车安装空调实现了利润的增长,因为驾驶室安装有空调,驾驶员的平均行驶里程比没有安装空调的要更长。

1.3.4 选装狂热

在 20 世纪 70 年代后期和 80 年代初期,美国人开始移居温暖一些的州,大约在同一个时间,“选装狂热”也冲击着汽车工业。人们对“钟和哨子”都需要的轿车需求观念使汽车经销商获取了丰厚的利益。针对汽车平面布置图而订购的轿车安装了选装件。然而,面对数周交付期的等待,客户会决定购买能立即交付的“库存”车。这种汽车一般包括空调系统——一种最昂贵的选装设备。不久,轿车和货车的主开始喜欢上这种选装设备,并且随着空调系统越来越好,客户们坚持他们的下一辆汽车还要采用空调。

1.3.5 今天的车辆

今天的汽车装有效能极高、非常可靠的暖风、通风和空调系统。装有自动温度控制 (ATC) 系统的现代空调系统工作可靠,计算机控制有助于保证乘客和驾驶员的舒适性。独立的控制装置确保每个乘员都有一个适合自己的舒适区域。未来的空调系统将应用更多的电子器件和更好的压缩机设计。新型制冷剂将保证我们的环境安全而健康。

机动车空调不仅用于轿车、货车和大客车。机动车空调的应用已经扩展到像拖拉机、收割机和脱粒机等农业机械上。此外,机动车空调系统已被开发应用于像反铲挖掘机、推土机和施工平地机这样的一些其他非道路车辆上。实际上,机动车空调可用于几乎任何一种带有封闭工作室并需要有机上操作者的家用设备、农用设备和商业设备上。

自 24km/h 车速带来的微风或怀特利 (William Whiteley) 发明的冰块装置以来,我们已经走过了一条很长的路。现