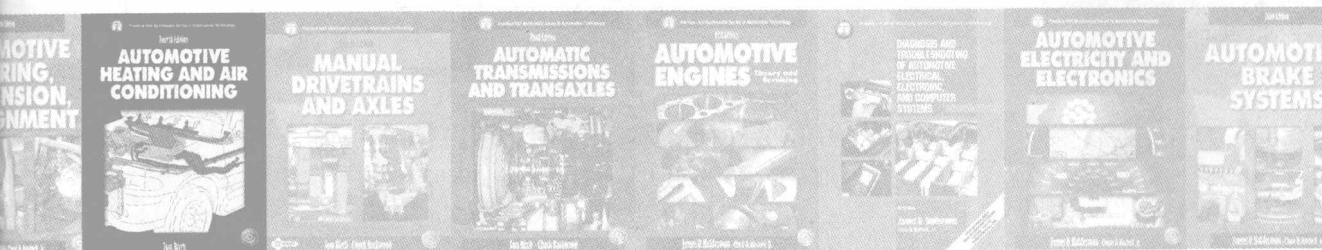


(第4版)



汽车供暖与空调系统

劳动和社会保障部教材办公室组织引进
国家级职业教育培训规划教材



【美】 汤姆·伯奇(Tom Birch) (著)

刘振楼 刘志忠 信占莹 张利雯 译

 中国劳动社会保障出版社

内容简介

本书为自美国引进的汽车检测与维修技术高职教材，同时也是美国 ASE 认证考试学习指导用书。本书系统地讲述了一般维修信息，空调基础知识，空调系统各元件的结构及工作原理，空调系统的维护、故障诊断与排除，冷却系统的结构及工作原理等。主要内容包括：维修信息、工具与安全，环境与健康，供暖与空调基础，传热理论，制冷剂与环境，传热、加热与空调原理，空气调节系统，空调系统的组件，供暖系统，空气管理系统，空调系统检查和故障诊断程序，空调系统检查和诊断，供暖与配气系统的检测和诊断，空调系统电控装置的原理、检测、诊断和维修，制冷剂保养操作，空调系统维修，冷却系统的工作原理，冷却系统的检测、故障诊断与维修。本教材内附英文原版多媒体光盘。

本书可供高职高专汽车检测与维修技术专业师生使用，也可供汽车维修技术人员参考学习。

本书由河北交通职业技术学院汽车工程系承担翻译工作。第 1 章、第 2 章、第 16 章、第 17 章、第 18 章由刘振楼翻译；第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章由信占莹翻译；第 8 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章、第 12 章由刘志忠翻译；第 13 章、第 14 章、第 15 章及附录由张利雯翻译。全书由刘振楼统稿并担任主译，刘志忠担任主审。

由于时间仓促，翻译错误和疏漏之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

出版说明

近年来,随着我国经济的快速发展,汽车保有量迅猛增加,社会对汽车维修方面的人才需求也直线上升。汽车维修技术人员成为国家确立的技能型紧缺人才之一。为了培养合格的高技能人才,各高职院校都加强了对高职汽车检测与维修技术专业的教学体系和教学方法的创新和改革。为满足国内高职高专院校对一体化教学教材的需求,学习和借鉴国外先进的教学方法,劳动和社会保障部教材办公室组织引进了美国培生教育出版集团出版的汽车检测与维修技术系列教材,国内多家高职院校的教师参与了教材的翻译与改编工作。该系列教材同时也是美国 ASE 认证考试学习指导用书。第一批引进的教材共 8 种,它们是:

- 《汽车发动机理论与维修》(第 5 版)
- 《汽车电子与电气系统》
- 《汽车电子控制与尾气排放技术》(第 3 版)
- 《汽车制动系统》(第 3 版)
- 《汽车操纵与悬架系统》(第 3 版)
- 《汽车手动传动系与驱动桥》(第 4 版)
- 《汽车自动变速器与驱动桥》(第 3 版)
- 《汽车供暖与空调系统》(第 4 版)

本系列教材坚持理论与实践相结合,在讲述原理的过程中穿插进行故障现象

分析、原因推断、位置确定以及最终排除的一般步骤和方法的教授。教材中各章包括有专业术语、技术提示、安全提示、常见问题、故障诊断、图示操作步骤、章节测验等栏目，不但丰富了知识点，而且有助于锻炼学生解决实际问题 and “疑难杂症”的能力。书内还附有英文原版的多媒体光盘。为了方便国内教师使用本系列教材，我们还同时引进了与教材配套的教师手册，内容包括章节概要、教学大纲、习题答案等。

本系列教材不但适用于全日制的高职院校汽车检测与维修技术专业的师生，也可作为汽车维修技术人员以及欲参加国家职业技能鉴定人员的参考书。

英文版序言

这本《汽车供暖与空调系统》围绕 ASE（汽车维修技术鉴定协会）的内容而编写，涉及的内容为汽车的供暖与空调系统。ASE 作业表列在附录 A 中，本书内容和作业表可以帮助你为参加 A7 测试（供暖与空调测试）做好准备。

这本综合性的教材为进入汽车维修和保养领域提供了诊断和维修的方法。理论章节阐述了汽车供暖、空调系统和发动机冷却系统的工作原理。维修章节描述了现代供暖与空调系统的保养、诊断和修理程序。书中随时穿插的维修警告、维修提示和维修实例可帮助你进一步加深理解。

ASE 和 NATEF 所涉及的相关部分

本教材和工作手册用来帮助学生达到 ASE 作业表中所列的 A7 测试（供暖与空调系统测试）所需的技能（见附录 A）。工作手册包括完成所有 NATEF 作业所需的正规的室内操作训练。

随书附带的多媒体光盘可以使学习更有乐趣。这张光盘包括：

1. 理论和维修操作的程序流向图解。
2. 用 Flash 动画阐述的复杂动作。
3. 空调维修操作的现场录像。
4. 以互动形式给出的可立即反馈正确答案的 ASE 测试样题。
5. 学生工作记录表。
6. 每章的填空题。

7. 汽车术语表。

工作手册

本书附带了一本单独的工作手册，每个操作训练都是由 HVAC（供暖、通风和空调）维修技术人员完成的实际作业，这些操作训练可帮助学生和教师将教材的内容应用到日常的维修和测试工作中。这些操作训练包括典型答案，以及当这些答案不在可用的范围内时故障可能的原因和部位。这些操作训练可以帮助人们培养诊断、测试和修理技能。

章节结构

- 每章开头都列出了本章的学习目标。
- 每章以数字显示划分为不同的节次，这可以帮助你更好地理解它们之间的关系，并使本书的阅读更容易。
- 维修章节中包含空调保养和修理作业中要注意的维修警告、维修提示以及已经遇到的故障实例和维修实例。
- 每章最后有以 ASE 样题类型给出的复习题和章节测试。

第 4 版新特点

1. 增加了怎样维修与操作的索引。
2. 增加了将来可能使用的制冷剂的内容。
3. 反映了使用新工具、新设备后的维修程序，以及对 A/C 和 HVAC 系统进行测试、诊断和维修所带来的新方法。
4. 增加了电气和电子测试、诊断和修理内容。
5. 将发动机冷却系统的测试、诊断和维修与供暖和空调系统紧密联系在一起进行综合分析处理。
6. 在附录中给出了故障实例的答案。

致谢

这本教材得到了 HVAC 和冷却系统维修行业的大力支持。作者对下列个人和

组织所作的特殊贡献表示诚挚的谢意:

ACDelco

Acme Radiator & Air Conditioning

Airsept, Inc.

American Lokring Corporation

Appoll America Corporation, Lorie Homolish

BLR Enterprises

Bright Solutions

John Brunner

Castrol North America

Cliplight Manufacturing Company

DaimlerChrysler Corporation

Dayco Products, Inc.

Delphi Corporation

Environmental Test Systems, Inc.

The Ergonomics Society

Everco Industries

Fedco Automotive Components, Patrick L. O'Conner

Four Seasons

The Gates Rubber Company

General Motors Corporation

Goodyear Tire & Rubber Company

INFICON

International Mobile Air Conditioning Association

(IMACA), Executive Director, Frank Allison

James Halderman

Jamer Johnson, Four Seasons

John Fluke Mfg. Co.

Kent—Moore

Mastercool

Mobile Air Conditioning Society (MACS), Paul De Guiseppi

Mobile Air Conditioning Society (MACS), Simon Oulouhojian, Past President

Modine Manufacturing

Nartron Corp. /Smart Power Products

Neutronics Inc.

Nissan Motor Corporation

Purdue University, Frederick Peacock

Raytek Corp.

Red Dot Corp.

Robinaire Division/SPX Corp.

Sanden International (USA)

Santech Industries

Saturn Corporation

Selective Technology, Seltec

Sercon Spectronics Corporation

Society of Automotive Engineers (SAE)

Stant Manufacturing

System Guard

TDR Stabilizer Clamp Company

Technical Chemical Company (TCC)

TIF Instruments

Toyota Motor Corporation

Tracer Products

UView Ultraviolet Systems

Visteon Corporation

Waekon Industries

Warner Electric

White Industries

Wynn Oil Company

Yokogawa Corporation of America

Yuba College, Bill Steen

Zexel Illinois

最后，对于为本书提出了宝贵意见的下列人员表示诚挚的谢意：Mark Durivage, Owens Community College; John Eichelberger, St. Philip's College 和 Mitchell Walker, St. Louis Community College。

汤姆·伯奇 (Tom Birch)

目录

第1章 维修信息、工具与安全 1

学习目标	1
1.1 汽车识别	1
1.2 维修信息	3
1.3 螺纹紧固件	4
1.4 电工工具	8
1.5 基本手动工具	9
1.6 电动工具和气动工具	13
1.7 技师安全提示	15
1.8 用电安全	21
1.9 灭火器	21
小结	26
复习题	26
章节测试	26

第2章 环境与健康 28

学习目标	28
2.1 《职业安全与卫生法案》	28
2.2 危险废弃物	28
2.3 《资源保护和回收法案》 (RCRA)	29
2.4 《空气清洁法案》	30
2.5 材料安全数据单 (MSDS)	30
2.6 接触石棉的危险	30

2.7 废弃物处理	32
小结	37
复习题	37
章节测试	38

第3章 供暖与空调基础 39

学习目标	39
3.1 绪言	39
3.2 热	40
3.3 热的测量	41
3.4 舒适	43
复习题	44
章节测试	45

第4章 传热理论 46

学习目标	46
4.1 绪言	46
4.2 传热	47
4.3 物质的状态	49
4.4 潜热和显热	50
4.5 沸点	52
4.6 饱和蒸气和压力-温度的 关系	52
4.7 压力: 表压力和绝对压力	53
4.8 制冷剂	54
复习题	58
章节测试	59

第5章 制冷剂与环境 61

学习目标	61
5.1 绪言	61
5.2 立法	63
5.3 其他协议	63
5.4 回收和再循环	63
5.5 制冷剂	65
复习题	73
章节测试	73

第6章 传热、加热与空调原理 76

学习目标	76
6.1 绪言	76
6.2 热负荷	76
6.3 冷负荷	78
6.4 压缩加热	80
6.5 膨胀制冷	81
复习题	82
章节测试	82

第7章 空气调节系统 83

学习目标	83
7.1 绪言	83
7.2 低压侧的工作	84
7.3 高压侧的工作	94
7.4 管路和柔性管	101
复习题	102
章节测试	103

第8章 空调系统的组件 105

学习目标	105
8.1 绪言	105
8.2 压缩机	106
8.3 冷凝器	124
8.4 膨胀装置	126
8.5 蒸发器	130
8.6 集液器和储液干燥器	131

8.7 软管和管路	133
8.8 电子开关和蒸发器温度控制器	137
8.9 后置空调系统	142
8.10 售后市场空调元件	143
复习题	144
章节测试	145

第9章 供暖系统 147

学习目标	147
9.1 绪言	147
9.2 工作原理	148
9.3 加热器芯	150
9.4 软管	151
9.5 控制阀	152
9.6 双重供暖系统	152
9.7 售后服务市场的供暖系统	153
复习题	153
章节测试	154

第10章 空气管理系统 155

学习目标	155
10.1 绪言	155
10.2 单元和输送管	157
10.3 控制面板	161
10.4 后部空气分配系统	166
10.5 自动温度控制器和半自动温度控制器	167
10.6 后窗除霜器	173
复习题	174
章节测试	174

第11章 空调系统检查和故障诊断程序 176

学习目标	176
11.1 绪论	176
11.2 空调系统检查	177
11.3 故障诊断	185

11.4 空调系统故障	189
复习题	193
章节测试	193

第 12 章 空调系统检查和诊断 195

学习目标	195
12.1 绪论	195
12.2 空调压力检查	198
12.3 性能测试	210
12.4 空调系统制冷剂泄漏测试	230
复习题	240
章节测试	241

第 13 章 供暖与配气系统的检测和诊断 243

学习目标	243
13.1 绪论	243
13.2 空气滤清器的更换	249
13.3 配气系统检测	250
复习题	256
章节测试	256

第 14 章 空调系统电控装置的原理、检测、诊断和维修 257

学习目标	257
14.1 绪论	257
14.2 电学基础	257
14.3 电子学基础	262
14.4 空调离合器电路	268
14.5 鼓风机电动机电路	271
14.6 冷却风扇电路	273
14.7 电路的故障	275
14.8 电路参数的测量	277
14.9 电子系统维修	295
复习题	298
章节测试	299

第 15 章 制冷剂保养操作 301

学习目标	301
15.1 绪论	301
15.2 预防性的维护和调整作业	302
15.3 空调的保养操作	302
15.4 改造 R-134a 到 R-12 系统	335
15.5 使用和安装密封剂及堵塞泄漏	341
复习题	343
章节测试	343

第 16 章 空调系统维修 345

学习目标	345
16.1 绪论	345
16.2 压缩机维修	346
16.3 软管和管接头的修理	367
16.4 空调系统元件的更换	380
复习题	384
章节测试	384

第 17 章 冷却系统的工作原理 386

学习目标	386
17.1 绪论	386
17.2 水套	387
17.3 节温器	388
17.4 水泵	391
17.5 散热器	394
17.6 风扇	399
17.7 软管	402
17.8 水温表	404
17.9 冷却液	406
17.10 发动机缸体加热器	409
复习题	409
章节测试	410

**第 18 章 冷却系统的检测、故障
诊断与维修 411**

学习目标	411
18.1 绪论	411
18.2 预防性的保养操作	412
18.3 故障诊断	427
18.4 冷却系统的保养和修理 ...	440
复习题	447

章节测试 448

附录 A ASE 认证及作业表	450
附录 B 温度—压力表	453
附录 C EPA (环境保护局) 快速改进 的作为 CFC-12 替代品的制 冷剂	454
附录 D 英制—公制转换表	457
附录 E 故障实例答案	458

维修信息、工具与安全

学习目标

1. 学会检索汽车维修信息。
2. 能解释螺纹紧固件的强度规格。
3. 能叙述如何安全举升汽车。
4. 能详述如何安全使用手动工具。
5. 能列举维修技术人员需使用的自我保护设备。

1.1 汽车识别

所有的维修工作都需要对汽车进行正确识别，包括其发动机和附件等。识别内容通常包括汽车的品牌、型号和生产年份。

例如：

品牌：雪佛兰

型号：开拓者

生产年份：2003

通常很难精确地确定汽车的生产年份。有时候在某年的一月份，某种型号就被说成是下一年的型号。一般来说，一种新的型号从这年的九月或十月份开始，但也不总是这样。这就是为什么车辆识别号码（vehicle identification number, VIN）会如此重要的原因。典型车辆识别代码如图 1—1 所示。

从 1981 年起，所有汽车制造商都开始使用 17 位字符长的车辆识别代码。尽管汽车制造商在这 17 位代码中使用的字母或数字有所不同，但是其中有一部分是固定的。

- 第一位数字或字母表示原产国。

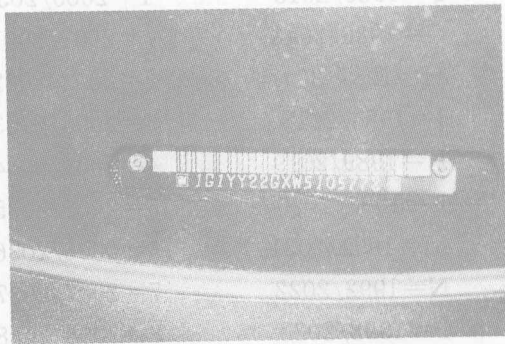


图 1—1 透过挡风玻璃看到的典型车辆识别代码（VIN）

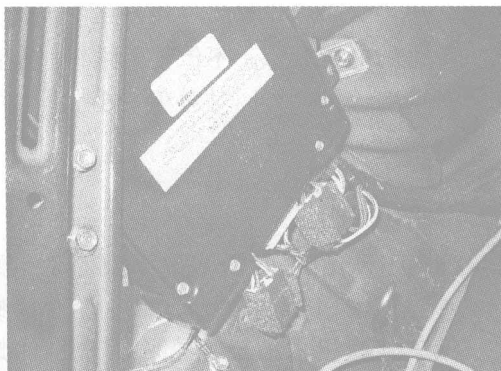


图 1—3 位于控制器壳体上的代码粘贴条，在订购或更换控制单元时需要这些信息

1.1.4 浇铸码

当发动机的零件是铸件时（如缸体），常在其表面铸出相关的识别数字，如图 1—4 所示。这些浇铸码可用于核查尺寸，了解如发动机排量 and 诸如制造年份等其他信息。有时铸模会有所改变，然而浇铸码是不变的。大多数情况下，浇铸码是维修技术人员在识别发动机时最有用的信息。

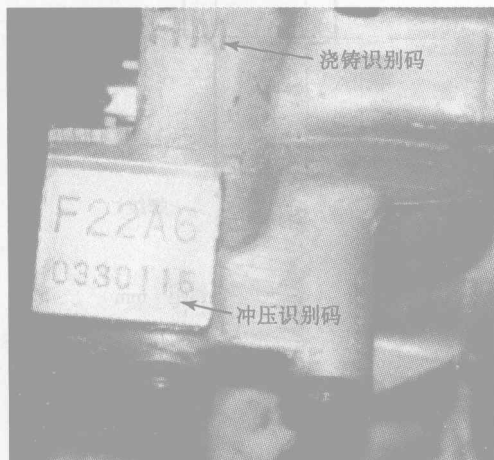


图 1—4 发动机缸体识别码可能是浇铸或冲压的，也可能二者兼有

1.2 维修信息

维修技术人员依据维修信息来确定技术参数和维修程序，以及所需要的各类专用工具。

1.2.1 维修手册

工厂维修手册和售后服务手册都包含汽车的技术参数和维修程序，工厂维修手册通常仅含有一年内生产的一种或几种汽车的信息，而大多数售后服务手册则覆盖几年内生产的各种型号汽车，如图 1—5 所示。多数维修手册中包含下列内容：

- 储存各类液体容器的容积和建议使用的油类牌号。
- 技术参数，包括发动机在内的汽车各类零部件日常维护注意事项等。
- 测试程序。
- 维修程序，包括所需专用工具的使用方法。

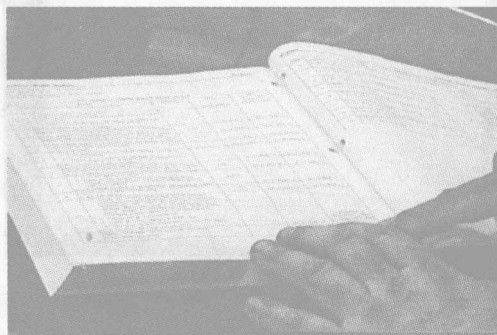


图 1—5 工厂维修手册涵盖了某特定车辆或车型的所有技术参数和维修程序

1.2.2 电子维修信息

电子维修信息主要是通过订购的渠道，或通过访问制造商的网站获取，如图 1—6

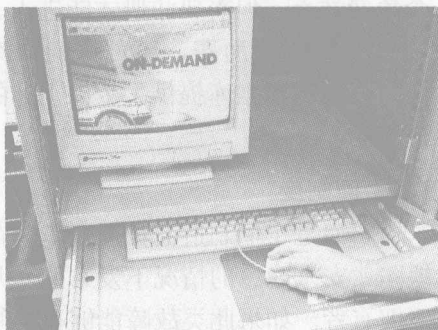


图 1—6 电子维修信息可从售后服务资料中获得，也可以从车辆制造商主办的网站上查取

所示。多数车辆制造商也向其特约经销商和与其有合作的培训学校提供相关的电子维修信息。

1.2.3 技术维修通报

技术维修通报 (technical service bulletins, TSB), 由车辆制造商发行, 通报维修技术人员碰到的问题以及必要的修复方法。技术维修通报是为特约经销商的技术人员设计的, 但可以被售后服务公司再版, 与其他维修信息一并提供给维修车间和车辆修理部门, 如图 1—7 所示。

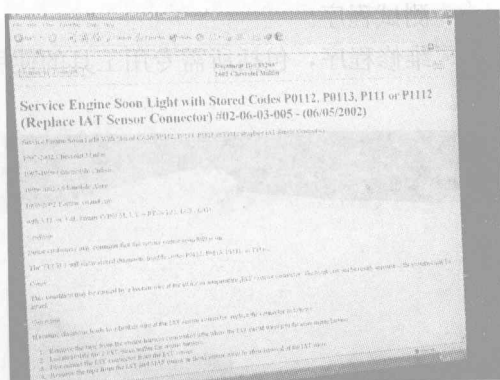


图 1—7 当同一种故障在许多车辆上出现时, 车辆制造商就发布相应的技术维修通报

1.2.4 互联网

互联网开辟了汽车维修信息交流和技术指导的领域。实用性最强的站点之一是国际汽车技师网, 其网址为 www.iatn.net。这是一个免费站点, 但需要注册才能进入。若每月支付少量的赞助费, 还可访问档案资料, 可供搜索的数据库提供了数以千计的成功维修案例。

1.2.5 召回制度

车辆召回是车辆制造商在发现车辆存在制造缺陷或安全隐患的情况下发布的, 并通知车辆拥有者。如果此类故障能够在维修车间解决, 通常由当地经销商来处理。曾经导致过召回的车辆制造缺陷包括潜在的燃油系

统渗漏、排气泄漏或可能导致汽车起火及发动机熄火的电气故障。不像技术维修通报仅在保修期内免费, 召回时对车主通常是免费的。

1.3 螺纹紧固件

车辆上使用的螺纹紧固件大多是六角螺钉, 不使用螺母。直接拧入铸件时被称为螺钉。汽车维修技术人员通常将其统称为螺栓, 在本章也采用这一叫法。有时, 使用螺纹紧固件时会用到双头螺柱。双头螺柱两端均有螺纹, 通常一端是粗螺纹, 另一端是细螺纹。粗螺纹端用来拧入铸件, 细螺纹端可使用螺母把零部件与铸件连接在一起。

紧固件螺纹必须与铸件或螺母中的螺纹匹配。可采用英制单位或公制单位, 根据螺纹牙型对螺纹进行尺寸测量。典型的螺栓结构尺寸如图 1—8 所示。

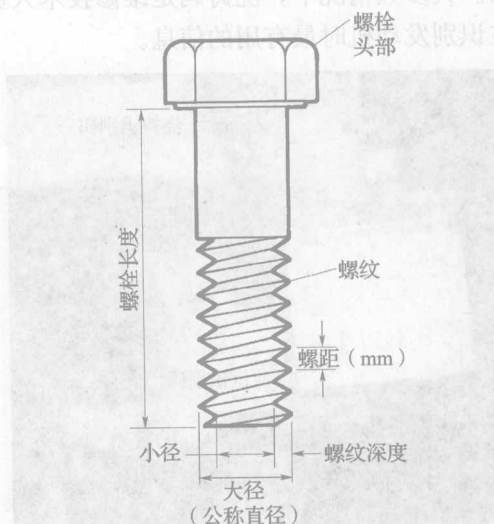


图 1—8 典型的螺栓尺寸图

螺纹分为粗牙螺纹和细牙螺纹。相邻两螺纹牙上对应点之间的轴向距离被称为螺距。螺距可用螺距量规来测量, 如图 1—9 所示。螺栓的规格不是通过测量螺栓头部或装卸该螺栓的扳手的尺寸来识别, 而是通过