

(第4版)



汽车手动传动系与驱动桥

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)/查克·洛克伍德(Chuck Rockwood) 著

马林才 吕凤军 雷琼红 刘颖 译



中国劳动社会保障出版社



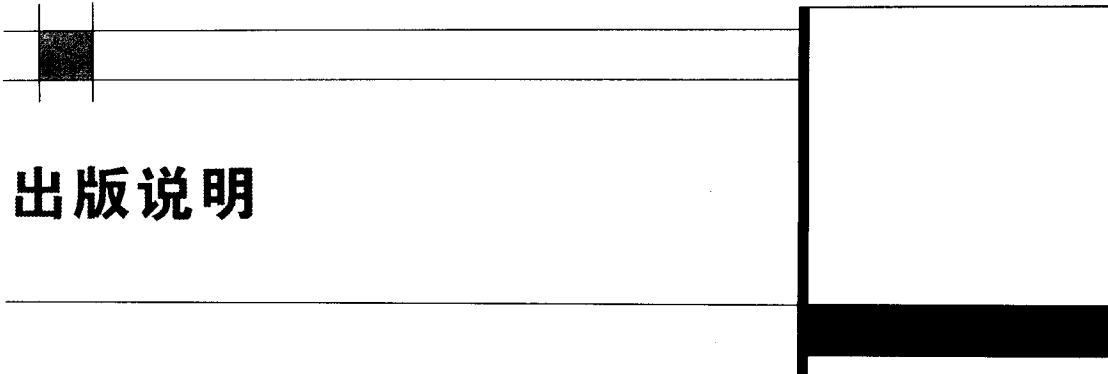
内容简介

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。主要内容包括：传动系介绍、离合器理论、离合器维修、变速器理论、变速驱动桥理论、变速驱动桥与变速器维修、传动轴和万向节理论、传动轴和万向节维修、驱动桥、驱动桥维修、四轮驱动理论、四轮驱动维修、电子控制传动系理论和维修、超负荷和高性能传动系。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。

本书由浙江交通职业技术学院承担翻译工作，马林才担任主译。第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、目录、前言和附录由马林才翻译；第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 11 章由吕风军翻译；第 10 章、第 12 章、第 13 章、第 14 章、第 15 章、第 16 章由雷琼红翻译；第 2 章由刘颖翻译。

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的教材的需求,学习和借鉴国外先进的教学方法,劳动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)

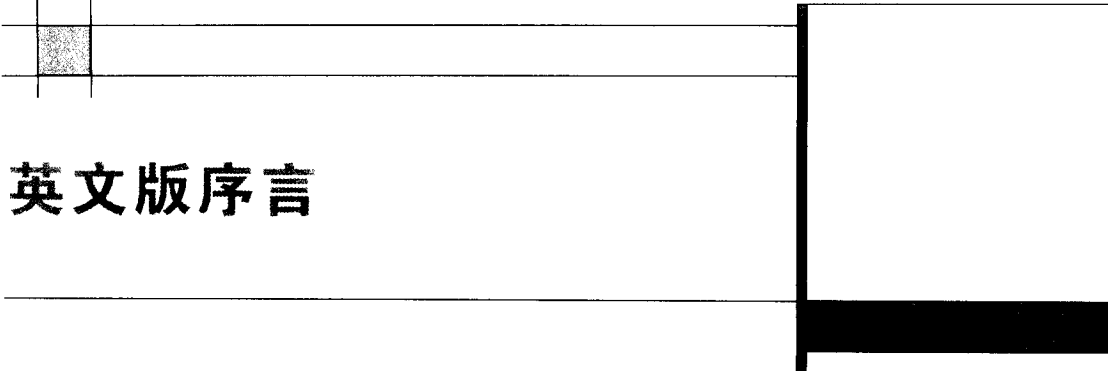
《汽车自动变速器与驱动桥》(第 3 版)

《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和“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

该版《汽车手动传动系与驱动桥》是围绕美国汽车维修技能鉴定协会 (ASE) 认证组织编写的, 主要针对手动传动系和驱动桥两大部分。

本书讲授了汽车手动传动系、驱动桥等领域的诊断及维修方法。理论章节讲述了汽车空调与供暖、发动机冷却等系统的工作原理。维修章节讲述了最新系统的维护、诊断和修理步骤。书中还介绍了维修注意事项、维修提示和真实维修案例, 以便读者更好地理解相关维修理论与操作步骤。

多媒体系统

本书附带的英文原版多媒体光盘为您的学习增加了乐趣, 内容如下:

1. 用 PowerPoint 演示的理论和维修主题。
2. 用 FLASH 动画阐明复杂动作。
3. 以交互形式提供 ASE 样题及其答案。
4. 学生作业单。
5. 汽车术语表。

章节内容

- 首先, 每章均以学习目标开始, 规定了该章学习应达到的目的。
- 其次是应掌握的术语, 包括维修领域内常见的词汇。

- 章节按数字顺序被分成各个主题部分，这将帮助你理解主题间的相互关系，同时也更方便查阅。

- 维修章节中包含了维修注意事项、维修提示和维修实例，这些案例将书中的内容与实际维修过程中遇到的问题紧密联系在一起。

- 各章节结尾都配有复习题和章节测验，均为 ASE 认证测试类型的问题。

第 4 版的新特点

1. 扩充了有关手动传动系与驱动桥的测试、诊断和维修步骤等内容，更多地体现了新工具、新设备和新维修步骤。

2. 扩充了有关电子与电气方面的测试、诊断和维修的内容。

致谢

本书的出版得到了手动传动系与驱动桥维修企业的大力支持。作者对下列个人及组织的帮助深表感激，并致以诚挚的谢意。

Acra Electric Corporation	Dana Corporation
Advance Adapters	Darrell Gwynn Racing Team
Alston Race Car Engineering	Dorman Products
American Honda	Drive Line Service of Sacramento, Jim Scoggin
ARB Air Locker	Durston/ Vim Tools
Band - It	Everco Industries
Harold Beck, Yuba City	Fluke Corporation
Borroughs	Ford Motor Corporation
Tom Broxholm, Skyline College	Joel Gelfand
BWD Automotive Corporation	General Motor Corporation
Centerforce Clutches	GKN Drivtech, Inc.
Chassis Ear, Steelman	HeliCoil
Daimler Chrysler Corporation	James Halderman
Cosmos International, Inc.	Hyundai Motor America
CR Services	

Jerico Performance Products	Quarter Master Industries
John Deere	Racepak
K – D Tools	RAM Automotive
Kent – Moore	Richmond Gear
L&T Slider Clutches, Lanny and Tony Migl- izzi	Rockland Standard Gear
LUK Clutches	Sta – Lube
Manual Transmission Warehouse, Richard Tinucci	Bill Steen, Yuba College
Mark William Enterprises	Stock Car Products
McLeod Industries, Inc. Georye Koehler	Summer Brothers
Mighty Mover	Tilton Engineering, McLane Tilton
Moog Automotive	Tractech, Inc.
Neapco	Transmission Technologies Corporation,
OTC Tools	TTC
Perfect Circle	Warner Electric
Phoenix Systems	Warn Industries
Plews	Van Norman, Equipment Company
	Zexel Torsen, Inc.

目录

第1章 维修信息、紧固件、工具和安全 1

1.1 汽车识别	1
1.2 维修信息	3
1.3 钢的分类	4
1.4 螺纹紧固件	5
1.5 基本工具列表	7
1.6 测量工具	11
1.7 技师安全提示	12
1.8 电线安全	15
1.9 灭火器	16
复习题	20
本章测验	20

第2章 环境污染品和危险品 22

2.1 概述	22
2.2 《职业安全与健康法案》	22
2.3 危险废品	23
2.4 《资源保护和回收法案》 (RCRA)	23
2.5 《空气净化法案》 (CLEAN AIR ACT)	24
2.6 材料安全数据单 (MSDS) ...	24

2.7 石棉暴露危害	24
2.8 正确处理	26
复习题	31
本章测验	32

第3章 传动系概述 34

3.1 概述	34
3.2 转矩	36
3.3 增大转矩	36
3.4 齿轮类型	38
3.5 传动比	40
3.6 驱动力	42
3.7 标准变速器	44
3.8 自动变速器和液力变矩器	45
3.9 无级变速器	46
3.10 变速驱动桥	46
3.11 传动轴	46
3.12 驱动桥	49
3.13 四轮驱动 (4WD)	50
复习题	51
本章测验	51

第4章 离合器理论 53

4.1 概述	54
4.2 离合器从动盘	56

4.3 压盘总成	60
4.4 分离轴承	66
4.5 向心轴承	67
4.6 离合器操纵机构	67
4.7 其他类型离合器	71
4.8 双质量飞轮	74
复习题	77
本章测验	78

第5章 离合器维修 80

5.1 概述	80
5.2 离合器维修	81
5.3 故障诊断	84
5.4 离合器更换	90
5.5 液压系统维修	109
复习题	113
本章测验	113

第6章 变速器理论 115

6.1 概述	116
6.2 构造	117
6.3 传动比	119
6.4 倒挡	120
6.5 同步器	120
6.6 动力传递	123
6.7 4挡变速器	125
6.8 5挡变速器	127
6.9 6挡变速器	128
6.10 变速器转矩容量	128
6.11 换挡操纵机构	128
6.12 齿轮润滑	135
6.13 变速器润滑	136
6.14 设计特征	138
6.15 超速挡装置	144
6.16 副变速器	145
复习题	147
本章测验	147

第7章 变速驱动桥理论 149

7.1 概述	149
7.2 构造	150
7.3 动力传递	153
7.4 主减速器和差速器	153
7.5 5挡变速驱动桥	157
7.6 纵置式变速驱动桥	158
7.7 双离合器式变速器	159
7.8 换挡操纵机构	160
7.9 润滑	162
7.10 设计特征	162
复习题	166
本章测验	166

第8章 变速驱动桥与变速器维修 168

8.1 概述	169
8.2 变速驱动桥与变速器的就车维修	169
8.3 故障诊断	174
8.4 变速驱动桥与变速器的拆卸	180
8.5 变速驱动桥与变速器的大修	183
复习题	226
本章测验	227

第9章 传动轴和万向节理论 229

9.1 概述	229
9.2 万向节	230
9.3 等速万向节	234
9.4 后轮驱动汽车传动轴	237
9.5 前轮驱动汽车传动轴	240
9.6 润滑脂和其他润滑剂	244
复习题	244
本章测验	244

第 10 章 传动轴和万向节维修	247	第 14 章 四轮驱动维修	392
10.1 概述	247	14.1 概述	392
10.2 传动轴润滑	248	14.2 齿轮油检查	392
10.3 故障诊断	249	14.3 故障诊断	393
10.4 拆卸和重新装配传动轴	263	14.4 就车修理	396
10.5 传动轴维修	271	14.5 分动器拆卸和更换	403
复习题	293	14.6 分动器大修	403
本章测验	293	复习题	408
		本章测验	408
第 11 章 驱动桥	295	第 15 章 电子控制传动系理论和维修	409
11.1 概述	296	15.1 概述	409
11.2 从动齿轮和主动齿轮	296	15.2 电工、电子基础知识	410
11.3 差速器	303	15.3 电子学基础	415
11.4 半轴	312	15.4 电路故障	417
11.5 润滑	314	15.5 电量值测量	419
11.6 后独立悬架	315	15.6 电气系统维修	424
11.7 半轴的识别	315	15.7 真空控制	429
复习题	318	复习题	430
本章测验	318	本章测验	430
第 12 章 驱动桥维修	320	第 16 章 超负荷和高性能传动系	432
12.1 概述	320	16.1 概述	432
12.2 齿轮油检查	320	16.2 影响赛车传动系设计的因素	432
12.3 故障诊断	322	16.3 离合器	434
12.4 就车维修操作	330	16.4 变速器	443
12.5 差速器壳体拆卸和更换	342	16.5 传动轴	452
12.6 差速器壳体大修	344	16.6 驱动桥	453
复习题	372	16.7 结论	462
本章测验	373		
第 13 章 四轮驱动理论	375	附录 A 润滑指南	463
13.1 概述	375	附录 B 英制 - 公制 - 英制 单位换算表	464
13.2 分动器	375	附录 C 螺栓拧紧力矩表	465
13.3 前驱动桥	383	术语表	466
复习题	390		
本章测验	390		

维修信息、紧固件、 工具和安全

学习目标

1. 能检索汽车维修信息；
2. 能解释螺纹紧固件的强度等级；
3. 能讨论如何安全使用手动工具；
4. 能描述如何安全举升汽车；
5. 列出所有汽车维修技师都要穿戴的安全装备；
6. 了解对于汽车识别、正确使用工具和汽车维修店内装备的要求。

应掌握的术语

配件市场

螺栓

安全帽

帽螺钉

百分表

等级

国际汽车技师网络 (iATN)

锁止垫圈

乐泰 (Loctite) 公司

千分尺

螺母

原始设备制造商 (OEM)

螺距

自燃

螺柱

伸缩式孔径测量规

技术服务公告 (TSB)

统一标准粗牙螺纹 (UNC)

统一标准细牙螺纹 (UNF)

带表卡尺垫圈

汽车识别码 (VIN)

1.1 汽车识别

所有的维修工作都需要对汽车进行正确的识别, 包括发动机和附件。识别内容通常包括制造商、型号、汽车生产年代。

制造商: 雪佛兰 型号: 开拓者 年代: 2003 年

精确确定汽车生产年代通常是很困难的。一般来说,一个新的型号起始于这年9月或10月,早于新年的到来。但有时情况也不尽然,例如,上一年的1月就已经将某型号作为下一年的型号。这就是为什么汽车识别码(通常缩写成VIN)是如此的重要的原因(图1—1)。自从1981年起,所有汽车制造厂都使用了17位的VIN码。虽然,每家汽车制造厂的VIN码由不同的数字或字母组成,但其中一些仍然具有固定的含义。



图1—1 VIN汽车识别码在仪表板前方顶部,透过挡风玻璃可见

- 第一个数字或字母代表国家或地区:

1 = 美国	K = 韩国
2 = 加拿大	L = 中国台湾
3 = 墨西哥	S = 英国
4 = 美国	V = 法国
6 = 澳大利亚	W = 德国
9 = 巴西	Y = 瑞典
J = 日本	Z = 意大利

- 汽车型号通常是第四或第五个字符。

• 第八个字符通常是汽车发动机型号码(有些发动机不能通过VIN码确定)。

- 第十个字符代表着汽车的生产年代。

A	1980	F	1985	L	1990
B	1981	G	1986	M	1991
C	1982	H	1987	N	1992
D	1983	J	1988	P	1993
E	1984	K	1989	R	1994
S	1995	Y	2000	5	2005

T	1996	1	2001	6	2006
V	1997	2	2002	7	2007
W	1998	3	2003	8	2008
X	1999	4	2004	9	2009

1.1.1 汽车排放控制信息标签

汽车排放控制信息(VECI)标签位于汽车发动机罩下方,包含了排放管路的安装和走向的信息(图1—2)。VECI标签可位于发动机罩下方、散热器风扇护罩、散热芯支架或螺栓座上。VECI标签通常包括以下信息:

发动机识别	基本点火提前角
汽车排放标准	(可调型)
真空管路线图	气门间隙
火花塞类型和间隙	排放校准代码

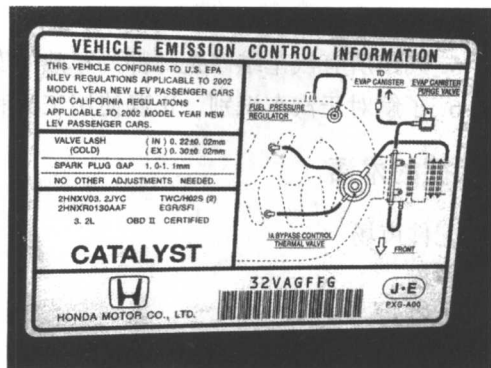


图1—2 汽车排放控制信息标签贴在汽车的发动机罩下

1.1.2 校准代码

校准代码通常位于传动系控制模块或其他控制器上。无论什么时候诊断发动机故障,都有必要了解校准代码,以确定该汽车是否属于技术服务公告中的主题,或是其他的维修范畴(图1—3)。

1.1.3 铸造数字

无论何时铸造发动机零件,比如气缸体,都要在铸模内铸造特定的数字以识别铸造工序(图1—4)。这些铸造数字能用来检

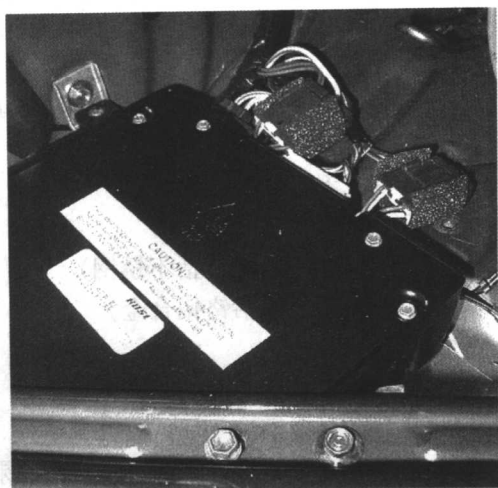


图 1—3 贴在控制模块上的标签可见校准码
查如气缸排量和制造年代等信息。有时候，
铸模有改动，但铸造数字不会变。铸造数字
是维修技师能用到的最好的识别信息。



图 1—4 铸造有数字的两个变速器壳，同时可见
ID 标签或打印的 ID 信息

1.2 维修信息

技师需要维修信息来确定维修规范和步骤，以及确定所需的专用工具。

1.2.1 维修手册

OEM（原始设备制造商）和配件维修手册含有维修规范和步骤。然而，OEM 维修

手册仅涵盖某一年的一种或几种车型，而多数配件维修厂商在一本维修手册里涵盖了多年的且多种车型。多数维修手册包括以下内容：

- 所有汽车工作液使用量和推荐的规格。
- 发动机维护和日常维护项目的规范。
- 测试步骤。
- 使用专用工具的维修步骤。

1.2.2 电子维修信息

多数电子维修信息可通过订阅获得。电子维修信息提供了获取维修手册信息的网址（图 1—6）。

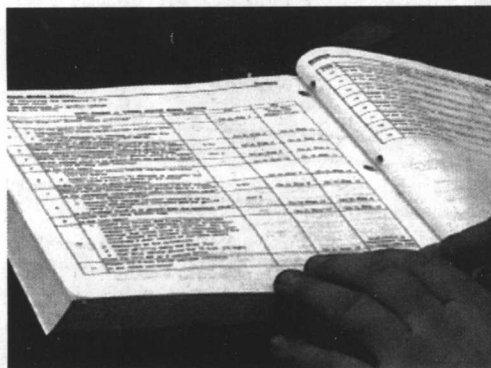


图 1—5 工厂维修手册被认为是最完整的汽车维修信息的来源

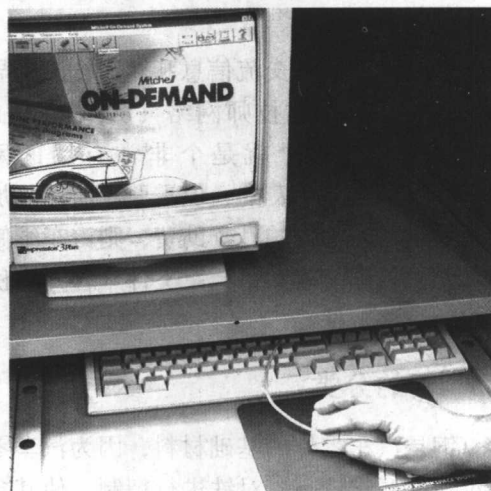


图 1—6 电子维修信息可从多个独立来源获得，
并可用计算机和显示器阅读

1.2.3 技术服务公告

技术服务公告，常被称为 TSB，由汽车厂商发布，用于告知维修技师有关故障的维修技术，并包括必要的校正措施。技术服务公告为 OEM 分销商技师设计，但由配件公司再版，并同其他维修信息一起送给汽车维修店（参见图 1—7）。

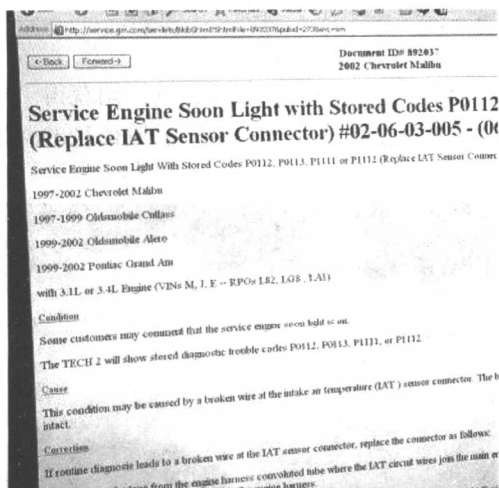


图 1—7 技术服务公告

图 1—7 所示技术服务公告描述了一些故障及维修步骤。

1.2.4 网络

网络是开放的交流信息和获取技术指导的平台。国际汽车技师网络（iATN）（<http://www.iatn.net>）就是个非常有用的网站。这个网站是免费的，但需要注册才能加入。如果支付小额的月赞助费，则汽车维修店和维修技师就能获得档案文件（含几千份成功的维修数据）。

1.3 钢的分类

钢是汽车零件的基础材料，因为汽车零件对强度要求较高。对铁进行精制，使其含有少量的碳，则钢便制成了。即使含少量的碳，钢的物理性能也会明显改变。美国的钢

的分类由汽车工程师协会（SAE）制定，并以 SAE 数字表示。

分类数字通常含 4 个数字，如 SAE1040 钢。左边第 1 个数字标明钢的基本类型：

1. 碳钢（不含其他合金）
2. 镍合金钢
3. 镍—铬合金钢（包括不锈钢）
4. 钼合金钢（包括铬钼合金）
5. 铬钢
6. 铬—钒合金钢
7. 硅—锰合金钢

第 2 个数字表示钢中合金的含量，如果钢中含有不止一种合金，它还可以用来识别合金的含量范围。最后 2 个数字代表碳含量点。碳含量的微小变化会引起钢性能的强烈变化（1% 含量为 100 点，因此 35 点表示 0.35% 碳含量）。一般来说，碳含量越高，钢的硬度越高。

低碳钢 碳含量 0.08% ~ 0.20%
(8 ~ 20 点)

中碳钢 碳含量 0.20% ~ 0.45%
(20 ~ 45 点)

高碳钢 碳含量 0.45% ~ 0.65%
(45 ~ 65 点)

工具钢 碳含量 0.65% 以上 (65 点)

1.3.1 钢分类例子

SAE4130 通常用于高强度赛车的安全栅架管：

- 4 铬钼合金
- 1 合金含量 1%
- 30 碳含量 0.30%

SAE5140 通常用于某些稳定钢棒上：

- 5 铬钢
- 1 合金含量 1%
- 40 碳含量 0.40%

除了碳含量外，钢的硬度还由热处理过程、冷却时间与温度甚至冷却介质等因素决定。比如，淬火钢是通过将热钢浸入到冷水

中进行冷却得到的高硬度钢。

1.3.1.1 洛氏硬度测试

钢的硬度与其抵抗其他物质穿透的能力成正比。洛氏硬度测试仪运用这个规则，将直径 $1/16$ in (1.6 mm) 的金刚石球在给定的压力下压入金属样品，通过测量金刚石球陷入的距离来测量金属的硬度。用不同的等级来测试不同材料的硬度。C 级是最常见的洛氏硬度测试级，用于测试硬化钢和合金钢。典型的发动机凸轮轴突起部具有洛氏 C 级的 45 号硬度，通常缩写成 45HRC。

1.4 螺纹紧固件

汽车上常用的螺纹紧固件是帽螺钉，这种螺钉要旋入到铸铁或其他零件内。汽车维修技师通常将这种紧固件叫做螺栓，而不考虑它们的使用方法。虽然，螺栓通常要与螺母配合使用，本书中称帽螺钉为螺栓。螺栓是两头都有螺纹的短杆零件，也用作螺纹紧固件。螺栓一端通常是粗牙螺纹，另一端则是细牙螺纹。粗牙端旋入铸件，另一端与螺母配合以将两个零件固定在一起（图 1—8）。

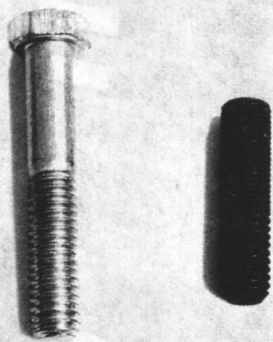


图 1—8 典型螺栓（左）和典型螺柱（右）。注意螺柱上下螺距的差异

紧固件螺纹必须与铸件或螺母的螺纹匹配。粗牙或细牙螺纹通常以分数形式的英寸表示，或以公制单位表示。粗牙螺纹叫做统一标准粗牙螺纹，细牙螺纹叫做统一标准细

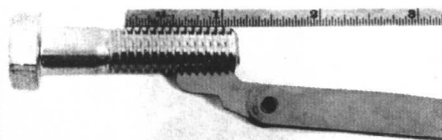


图 1—9 螺距表可测量螺距

牙螺纹。用螺距表可测量螺距，如图 1—9。

螺栓的型号由其直径和长度来表示，长度的测量从头部底端开始，如图 1—10 所示。分数螺纹型号由直径和每英寸内的螺纹数表示。如 $5/16 - 18$ ，代表直径为 $5/16$ in，每英寸 18 条螺纹的螺栓。典型的统一标准粗牙螺纹尺寸应在 $5/16 - 18$ 和 $1/2 - 13$ 之间。统一标准细牙螺纹尺寸应为 $5/16 - 24$ 和 $1/2 - 20$ 之间。

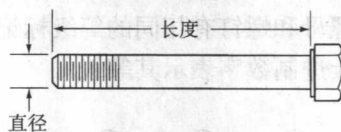


图 1—10 螺栓尺寸

1.4.1 公制螺栓

公制螺栓的型号由字母 M 及后跟着的螺纹大径表示，例如 M8 和 M12。细牙螺纹是由螺纹直径及后跟的“×”和螺距（如 $M8 \times 1.5$ ）表示。公制螺纹标注法如： $M8 \times 1.5$ （粗牙）， $M8 \times 1.25$ （中牙）和 $M8 \times 1$ （细牙）。

维修提示

合成冬青植物油是一种优良的渗透油，药店有售。如遇到锈死的螺栓，不能将其旋松，可用冬青植物油。

1.4.2 螺栓等级

螺栓可以用多种类型的钢制成，因此其强度会有所差异。螺栓的强度等级称为螺栓等级，在螺栓头部表示出。分数螺栓在头部



图 1—11 合成冬青植物油能用作渗透油，用来旋松螺栓和螺母

用线表示其等级，如图 1—12 所示，实际等级数比线数多 2。线数越多，或等级数字越大，则强度越高。等级 5 或更好的螺栓的螺纹是滚压出来的，而不是切割出来的。有些时候，螺母和螺钉有相同的等级标记。米制螺栓用十进制数字表示其等级。

				英制等级
1	5	7	8	
				米制等级
4.6	8.8	9.8	10.9	
60.000 (413700)	120.000 (827400)	130.000 (896350)	150.000 (1034250)	最大 lbf/in ² (最大 kPa)

图 1—12 典型的帽螺栓等级标记和大致强度

警告

不要将五金店里无等级标记的螺栓、螺柱和螺母用于汽车转向系、悬架、制动器或离合器等零件（图 1—13）。要使用汽车厂商规定的尺寸和等级的五金材料。

维修提示

新技师常犯的错误是认为螺栓或螺母的尺寸是其头部尺寸。实际上，螺栓或螺母尺寸（螺纹大径）通常比与之配合的扳手或套筒扳手的内径要小。见下表：

扳手尺寸	螺纹尺寸
7/16 in	1/4 in
1/2 in	5/16 in
9/16 in	3/8 in
5/8 in	7/16 in
3/4 in	1/2 in
10 mm	6 mm
12 mm 或 13 mm *	8 mm
14 mm 或 17 mm *	10 mm

* 表示欧洲米制



图 1—13 每个商店应该有各种各样的高质量的螺栓和螺母，用来更换汽车维修中损坏的紧固件

1.4.3 螺母

多数与螺栓配合的螺母具有与螺栓头相同的六角尺寸，但有些便宜的螺母的六角尺寸要比帽螺钉头部的要大。公制螺母通常标有波纹来显示强度——波纹越多，强度越高。自锁螺母可以用于防止连接松动的场合。这种螺母的工作原理是，螺母的形状或螺纹部分会发生变形。此外，尼龙垫圈也可用来防止松动，或在螺纹上缠一圈尼龙垫（图1—14）。

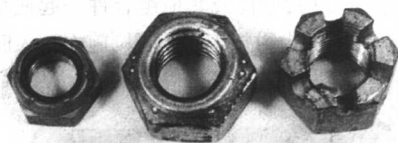


图1—14 典型的锁止螺母。带尼龙圈（左）；形状变形（中）；开口键槽（右）

维修提示

开口扳手可用来测量螺栓的尺寸。例如，一个 3/8 in 的扳手可与 3/8 in 的螺纹紧密匹配。

多数锁止螺母都分组在一起，也常叫做自锁螺母。这就是说，这种螺母会一直保持一定的转矩或拧紧度，即使遇到运动和振动也不会松开。多数自锁螺母在维修时必须进行更换，以保证更好地锁止。厌氧密封胶如乐泰胶用在螺纹上，可使螺栓和螺母既锁止又密封。

1.4.4 垫圈

垫圈常用在帽螺栓头部或螺母下面。平垫圈用来使紧固件周围产生均匀的夹紧力，从而保护被紧固的零件。锁止垫圈用来防止松动。有些厂商在滚螺纹前将平垫圈固定在帽螺钉上。

1.5 基本工具列表

每位汽车技师都应该会使用手动工具来

旋转紧固件（螺栓、螺母和螺钉）。下列工具中不包括专用工具，标记“*”的仅在维修老式汽车时使用。

工具箱

1/4 in 套筒扳手组（图1—15）

1/4 ~ 9/16 in 标准套筒和深度套筒（图1—16）*

6 ~ 15 mm 标准深度套筒

1/4 in 棘轮扳手

1/4 in 棘轮扳手的 2 in 和 6 in 加长

杆

1/4 in 驱动手柄

3/8 in 驱动套筒扳手组

3/8* ~ 7/8 in 标准套筒和深度套筒（图1—17）

10 ~ 19 mm 标准深度套筒

长六角形扳手组 T40、T45、T50 和 T55 等的 3/8 in 驱动套筒，5/8 in 和 13/16 in 火花塞套筒的 3/8 in 驱动套筒

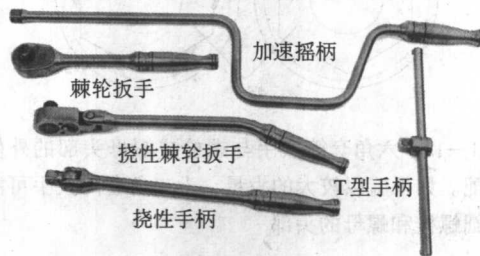


图1—15 典型套筒驱动手柄

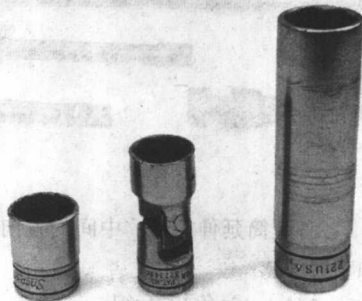


图1—16 标准十二角短套筒（左），万向节套筒（中）和深井式套筒（右）。万向节和深井式套筒均为六角套筒