



国家级职业教育培训规划教材

劳动和社会保障部教材办公室组织引进

PEARSON

Prentice
Hall

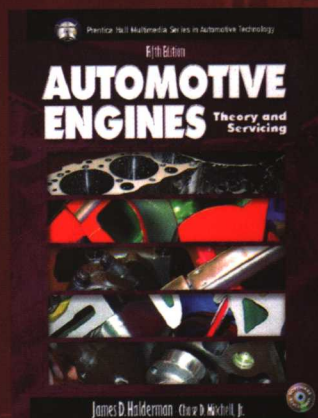
高职高专院校汽车检测与维修技术专业

汽车发动机理论与维修

Automotive Engines Theory and Servicing

(第5版)

Fifth Edition



内附光盘

【美】

詹姆斯·D·霍尔德曼 (James D. Halderman)

著

小蔡斯·D·米切尔 (Chase D. Mitchell, Jr.)

李克 许康 税少军 译 周林福 审



中国劳动保障出版社

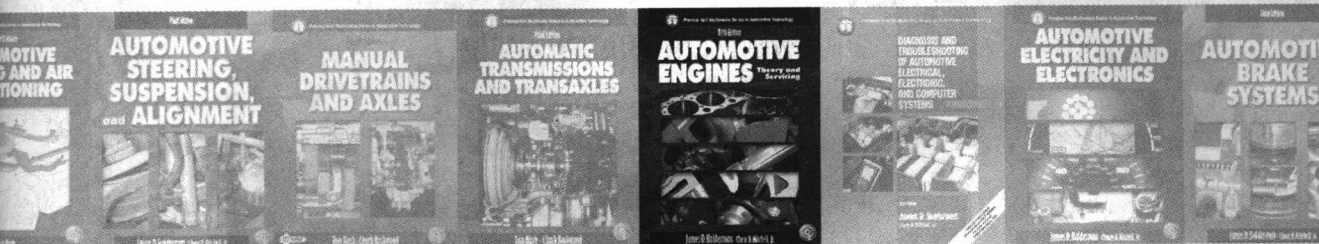


(第5版)



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

汽车发动机理论与维修



【美】詹姆斯·D·霍尔德曼 (James D. Halderman) 著
小蔡斯·D·米切尔 (Chase D. Mitchell, Jr.)

李克 许康 税少军 译 周林福 审

 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机理论与维修(第5版)/(美)霍尔德里曼(Halderman, J.D.), (美)米切尔(Mitchell, Jr.C.D.)著; 李克等译. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

ISBN 7-5045-5389-1

I. 汽… II. ①霍… ②米… ③李… III. ①汽车-发动机-理论-高等学校: 技术学校-教材 ②汽车-发动机-车辆修理-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①U464 ②U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第003745号

Authorized translation from the English language edition, entitled Automotive Engines: Theory and Servicing, 5th Edition, 013113325X by Halderman, James D.; Mitchell, Chase D., published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright © 2005. And Automotive Engine Performance, 1st Edition, 0130488518 by Halderman, James D.; Mitchell, Chase D., published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright © 2003.

All right reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

中文简体字版由培生教育出版亚洲有限公司和中国劳动社会保障出版社出版©2006

北京市版权局著作权合同登记号: 图字 01-2005-6548

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

世界知识印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 34印张 786千字

2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

定价: 59.00元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签。无标签者不得销售。



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，系统讲述了发动机的原理与维修。内容包括：汽油机和柴油机的工作原理，冷却系构造与维修，润滑系构造与维修，启动系和轴系的操作及故障诊断，点火系及其故障诊断，汽油及其排放控制，柴油及其排放控制，发动机状态诊断，气缸盖和气门导管的维修，气门和气门座的维修，凸轮轴与气门机构，发动机缸体结构与维修，活塞、活塞环和连杆、曲轴和轴承，发动机平衡与平衡轴，发动机拆装、清洁、探伤和维修等。

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

本书由四川交通职业技术学院汽车系承担翻译工作。第 1 章、第 21 章到第 24 章由许康翻译；第 2 章到第 15 章由李克翻译，第 16 章到第 20 章由税少军翻译；全书由周林福主任审定，刘存友参与审定。在此表示衷心的感谢。

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

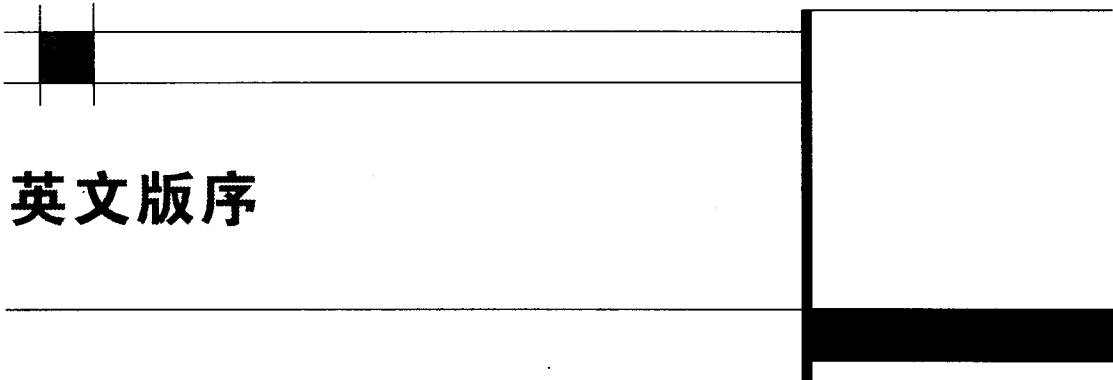
近年来,随着我国经济的快速发展,汽车保有量迅猛增加,社会对汽车维修方面的人才需求也直线上升。汽车维修技术人员成为国家确立的技能型紧缺人才之一。为了培养合格的高技能人才,各高职院校都加强了对高职汽车检测与维修技术专业的教学体系和教学方法的创新和改革。为满足国内高职高专院校对一体化教学的教材的需求,学习和借鉴国外先进的教学方法,劳动保障部教材办公室组织引进了美国培生教育出版集团出版的汽车检测与维修技术系列教材,国内多家高职院校的教师参与了教材的翻译与改编工作。该系列教材同时也是美国 ASE 认证考试学习指导用书。第一批引进的教材共 8 种,它们是:

- 《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 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

本书的首要目的是为了**本**满足故障诊断的需要。作者经常听说维修技师需要进行更多的培训以提高其故障诊断能力和维修技能。为了满足这一要求并说明真正的故障是如何解决的，本书中贯穿了许多诊断案例。教材的每一部分都包含所涉及内容的目的、功能、操作方法以及如何检测和诊断。

章节内容

- 每章开头都列出了该章的学习目标。
- 多数章节都包含了“技术提示”“诊断案例”“常见问题”“安全提示”等。
- 每章后面的小结中总结了该章的重点内容。
- 每章后面都有复习题。
- 每章最后都有 ASE 选择题。

多媒体系统

本书附带的英文原版多媒体光盘也会使学习更添乐趣，光盘包括以下内容：

1. 覆盖所有内容的 powerpoint 课件。
2. 生动的实际操作录像以帮助学生理解复杂系统。
3. 汽车术语表。



4. ASE 样题及答案。
5. 作业单样本。
6. ASE 发动机维修部分考试的内容列表。
7. NATEF 发动机维修考试部分的任务列表。

故障诊断图

在涉及检修内容一章节后都有故障诊断图。这些图表有助于读者诊断和维修一些常见故障。

致谢

很多的个人和组织为本书提供了各种的技术资料和参考建议。作者希望在这里对他们表示衷心地感谢。

Auto Parts Distributors

Automotion, Inc.

Automotive Engine Rebuilders Association

B-H-J Products, Inc.

Camwerks Corporation

Castrol Incorporated

Champion Spark Plug Company

Chrysler Corporation

Clayton Manufacturing Company

Curtiss Wright Corporation

Dana Corporation

Defiance Engine Rebuilders Incorporated

Dow Chemical Company

Fel-Pro Incorporated

Ford Motor Company

General Motors Corporation, Service and

Parts Operations

George Olcott Company

Goddson Auto Machine Shop Tools and Supplies

Greenlee Brothers and Company

Jasper Engines and Transmissions

K-Line

Linder Technical Services

Modine Manufacturing Company

Neway

Parsons and Meyers Racing Engines

Prestolite Company

Rottler Manufacturing

Sealed Power Corporation

Society of Automotive Engineerw

Stanadyne Corporation



Sunnen Products Company

TRW, Michigan Division

技术和内容审阅

下面这些人在出版以前审定过手稿，保证了技术的准确性并使内容更清楚。他们的建议和修改意见最终被用在了终审稿中。他们的付出使本书在保持浅显易懂的模式的同时，保证了技术上的准确性和内容的清晰明了，这也使本书作者的其他书深受读者欢迎。

Jim Anderson

Greenville High School

Victor Bridges

Umpqua Community College

Dr. Roger Donovan

Illinois Central College

A. C. Durdin

Moraine Park Technical College

Herbert Ellinger

Western Michigan University

Al Engledahl

College of Dupage

Larry Hagelberger

Upper Valley Joint Vocational School

Oldrick Hajzler

Red River College

Betsy Hoffman

Vermont Technical College

Steven T. Lee

Lincoln Technical Institute

Carlton H. Mabe, Sr.

Virginia Western Community College

Roy Marks

Owens Community College

Tony Martin

University of Alaska

Kerry Meier

San Juan College

Fritz Peacock

Indiana Vocational Technical College

Dennis Peter

NAIT (Canada)

Kenneth Redick

Hudson Valley Community College

Mitchell Walker

St. Louis Community College at Forest Park

Jennifer Wise

Sinclair Community College



图示操作步骤

感谢 Blaine Heeter, Frank Clay 和 Rick Henry, 附录的图片有很多是他们拍摄的。向下面这些提供了各种帮助的人致以特别的感谢。

Dare Automotive Specialists

Centerville, Ohio

Electric Garage

Beavercreek, Ohio

Foreign Car Service

Huber Heights, Ohio

Genuine Auto Parts Machine Shop

Dayton, Ohio

Improt Engine and Transmission

Dayton, Ohio

J. and B Transmission Service

Dayton, Ohio

ProCare

Dayton, Ohio

Rodney Cobb Chevrolet

Eaton, Ohio

Saturn of Orem

Orem, Utah

UAS Automotive Technology

Juneau, AK

我们同时也要感谢俄亥俄州代顿（美国俄亥俄州西南部城市）的 Sinclair Community College 和犹他州奥勒姆（美国犹他州中北部城市）Valley State College 的老师和学生们的意见和建议。我们还希望感谢 Richard Reaves 对完成书稿所做的工作。最后，我们还要感谢 Michelle Halderman 在书稿准备的各个阶段所做的工作。

詹姆斯·D·霍尔德曼 (James D. Halderman)

小蔡斯·D·米切尔 (Chase D. Mitchell, Jr)

目录

第1章 维修信息、工具与安全

学习目标	1
汽车识别	1
车辆安全识别标签	2
车辆排放控制信息标签	2
校正代码	2
浇铸码	3
维修信息	3
螺纹紧固件	4
公制螺纹螺栓	6
螺栓的等级	6
抗拉强度	7
螺母	8
垫圈	8
电工工具	8
基本手动工具	9
工具箱与附件	12
使用手动工具的安全提示	13
电动工具和气动工具	13
技师安全提示	15
举升汽车时的安全注意事项	17
千斤顶和安全支撑	20
坡架	20

用电安全	21
跨接启动和安全使用蓄电池	21
灭火器	21
灭火毯	22
急救包和洗眼台	23
小结	26
复习题	26
ASE 选择题	26

第2章 环境与健康

学习目标	28
《职业安全与卫生法案》	28
危险废弃物	28
《资源保护和回收法案》 (RCRA)	29
《空气清洁法案》	30
材料安全数据单 (MSDS)	30
接触石棉的危险	30
OSHA 的石棉标准	30
EPA 关于石棉的规定	31
石棉处理指南	31
废旧制动液	32
废旧机油	32
废旧机油的处理	32
废旧机油的储存	33

溶剂	33
溶剂的危险和处理状况	34
废旧溶剂	34
冷却液的处理	35
含铅的酸性废电池	35
电池的危险性及其处理方式	35
电池的处理和储存	36
燃油的安全与储存	36
安全气囊	36
废旧轮胎的处理	37
空调制冷剂油的处理	37
小结	37
复习题	38
ASE 选择题	38

第3章 汽油机的工作原理

学习目标	39
能量和有用功	39
四冲程发动机的工作循环	39
720°的工作循环	41
发动机的分类	41
发动机的旋转方向	43
气缸直径	44
冲程	44
发动机的排量	44
发动机压缩比	45
曲轴决定冲程	45
转矩	46
功与做功	46
功率	46
马力	46
发动机功率和海拔的关系	47
涡轮增压	47
废气排放	48
减压阀	48
机械式增压器	49
小结	50
复习题	50
ASE 选择题	50

第4章 柴油机的工作原理

学习目标	52
柴油机	52
燃烧的三个阶段	54
柴油机的结构	54
燃油箱和输油泵	55
喷油泵	55
喷油器	56
喷油器的工作	57
预热塞	57
发动机驱动的真空气泵	58
柴油机的优点	59
柴油机的缺点	59
小结	59
复习题	59
ASE 选择题	59

第5章 冷却系的构造与维修

学习目标	61
冷却系的作用	61
发动机温度过低引起的问题	62
发动机温度过高引起的问题	62
冷却系的设计	63
节温器对温度的控制	64
节温器检测	65
节温器更换	66
防冻剂/冷却液	67
有机添加剂冷却液	68
防冻剂也会冻结	69
液体相对密度计测试	69
冷却液的回收再利用	69
废弃冷却液的处理	70
散热器	70
散热器压力盖	71
恒压箱	72
采用公制单位的散热器压力盖	72
冷却液回收系统	73

压力测试	73
冷却液的染色测漏法	74
水泵	74
冷却液在发动机内的流动	76
水泵维护	77
冷却风扇	78
恒温风扇	78
加热器芯	79
加热器故障诊断	79
冷却液温度警告灯	80
发动机过热的常见原因	80
冷却系维护	81
冷却系统冲洗和添加冷却液	81
排出冷却系中的空气	82
软管	83
反向冲洗散热器	83
清洗散热器外部	83
小结	84
复习题	85
ASE 选择题	85

第 6 章 润滑系工作原理与故障诊断

学习目标	87
润滑的原理	87
发动机润滑系统	88
发动机机油的性能	88
汽车工程师协会 (SAE) 的机油 分类	88
美国石油组织 (API) 的机油 分类	89
汽油机机油分类	89
国际润滑油标准与认证委员会的机 油等级	90
欧洲的机油等级	91
日本的机油等级	91
发动机机油添加剂	91
机油品牌的兼容性	92
合成机油	92
机油温度	93

机油更换周期	93
机油更换程序	93
机油滤清器	94
涡轮增压发动机机油的更换	96
油泵	96
油压调节	97
影响油压的因素	98
油泵的检查	99
气缸体润滑油道	101
气门组润滑	101
油底壳	102
机油冷却器	103
机油压力警示灯	103
小结	104
复习题	104
ASE 选择题	104

第 7 章 启动系和充电系的操作和诊断

学习目标	106
蓄电池的功用	106
蓄电池工作原理	106
相对密度	107
吸附式玻璃毡 (AGM) 蓄电池	108
蓄电池的分级	109
蓄电池的修理	109
跨接启动	113
启动回路	114
启动系统故障检修	116
启动机电流强度检测	116
台架试验	116
AC 发电机	116
小结	127
复习题	128
ASE 选择题	128

第 8 章 点火系统工作原理及故障诊断

学习目标	130
------------	-----



点火系的工作原理	130
点火线圈	130
分电器点火	135
废气火花点火系统(双火花点火系统)	138
插入式点火线圈点火系统	139
检查火花状况	141
电子点火系故障诊断程序	142
使用欧姆表对点火线圈进行检查	142
感应线圈检测	142
磁传感器检测	143
霍尔传感器检测	143
光电传感器检测	143
点火系统目视检查	144
发动机运行故障的检测	144
发动机不能启动的诊断	145
点火顺序	146
火花塞线的检查	146
火花塞的维护	147
火花塞的检查	147
简单易行的次级电路检查	148
点火系故障诊断指南	150
小结	154
复习题	154
ASE 选择题	155

第9章 汽油及其排放控制

学习目标	156
汽油	156
挥发性	156
挥发性引起的问题	157
正常燃烧和非正常燃烧	158
辛烷值测定的马达法和研究法	159
汽油等级和辛烷值	159
含氧燃料	159
燃烧过程	160
阀面剥落现象与无铅汽油	161
改质汽油	161

对使用汽油的建议	161
燃油系统的工作原理	162
机械式汽油泵	162
电子燃油喷射系统的工作原理	162
油泵压力测试	163
节气门体喷射系统	164
多点燃油喷射系统	165
排放控制的必要性	167
曲轴箱强制通风系统	168
曲轴箱强制通风系统性能检测	169
空气泵系统	169
蒸发排放控制系统	171
废气再循环系统	171
催化转化装置	175
小结	180
复习题	180
ASE 选择题	181

第10章 柴油及其排放控制系统

学习目标	183
柴油	183
柴油的相对密度实验	184
柴油加热器	185
进气加热	185
加速踏板位置传感器	185
废气再循环	185
柴油机排放烟度诊断	186
用解码器进行诊断	186
压缩测试	186
预热塞电阻平衡试验	186
喷油器喷射试验	187
柴油排放试验	187
小结	188
复习题	188
ASE 选择题	188

第 11 章 发动机状态诊断

学习目标	190
典型的与发动机相关的故障	190
发动机烟度诊断	191
驾驶员是你最好的顾问	191
外观检查	192
发动机噪音诊断	194
机油压力警告灯	196
机油分析	196
机油取样	196
研究分析结果	197
压缩压力测试	199
湿压缩压力测试	200
运行压缩压力测试	200
气缸泄漏试验	201
气缸功率平衡试验	202
功率平衡试验程序	202
真空试验	203
排气受限试验	206
用真空表对背压进行测试	206
用压力表对背压进行测试	206
正时链松弛诊断	206
废气分析和燃烧效率	208
气缸垫故障诊断	209
仪表板警告灯	209
小结	217
复习题	217
ASE 选择题	217

第 12 章 发动机的拆装

学习目标	219
部件的维修	219
气门的修理	220
小修	220
大修	221
短气缸体组件	221
选配气缸体组件	221

长气缸体组件	221
发动机翻新	221
发动机拆卸	222
发动机分解	223
去除气缸台阶	225
活塞的拆除	225
活塞状况	226
发动机旋转部件的拆卸	229
气缸盖的解体	230
小结	232
复习题	232
ASE 选择题	232

第 13 章 发动机清洗、探伤和修理

学习目标	234
机械清洗	234
化学清洗	236
以溶剂为基础的化学清洗剂	236
以水为基础的化学清洗剂	236
喷射清洗	236
蒸汽清洗	236
热清洗	237
冷池清洗	237
热池清洗	237
蒸汽清洁	237
超声波清洗	238
振动清洗	238
喷丸处理	238
目视检查	238
磁力探伤	239
染色渗透试验	239
荧光渗透法	240
压力测试	240
螺纹孔的修理	241
裂纹修补	242
铸铁零件裂纹的焊接	243
铝制零件裂纹的焊接	243
塞子堵塞法	243



小结	246
复习题	247
ASE 选择题	247

第 14 章 发动机的测量

学习目标	249
千分尺(螺旋测微器)	249
曲轴的测量	250
量缸表	251
小孔测量仪	252
游标卡尺	252
塞尺	253
直尺	253
百分表	254
表盘式量缸表	254
影响发动机工作的参数	255
小结	256
复习题	256
ASE 选择题	256

第 15 章 进排气歧管

学习目标	258
空气过滤器	258
化油器和节气门体喷射系统进气歧管	259
开式和闭式进气歧管	262
进气歧管的热量	262
节气门热	264
点喷射进气歧管	264
塑料进气歧管	265
废气再循环	266
进气歧管垫	266
排气歧管的设计	266
排气歧管垫	268
排气顶盖	268
加热器	270
催化转化装置	270
消音器	271

小结	272
复习题	272
ASE 选择题	272

第 16 章 气缸盖和气门导管的维修

学习目标	274
气缸盖	274
多气门燃烧室	276
进排气通道	277
气缸盖中的冷却通道	279
顶置气门的润滑	280
拆卸顶置式凸轮轴	280
气缸盖的分解	281
气缸盖的维修程序	281
气缸盖表面的处理	281
铝气缸盖的变形矫正	282
平面加工方法	283
表面粗糙度	284
进气歧管对齐	284
气门导管	285
气门导管公差	286
测量气门导管的磨损	286
杆径加大的气门	286
气门导管的滚花处理	288
更换气门导管	289
镶嵌气门导管	289
铜合金螺旋衬套	291
小结	294
复习题	294
ASE 选择题	294

第 17 章 气门和气门座的维修

学习目标	296
进、排气门	296
气门尺寸的相互关联	297
气门的设计	297
气门材料	297

填充钠的气门	298	凸轮轴的带驱动	336
气门座	298	凸轮轴的运转	336
气门的检查	299	挺柱的旋转	337
气门弹簧	303	凸轮的升程	339
气门弹簧的检查	304	摇臂	339
气门锁件	304	推杆	341
气门旋转机构	305	顶置凸轮轴气门机构	342
气门修复的步骤	306	凸轮轴的规范	343
研磨气门锥面	307	凸轮正时规范	345
修复气门座	308	测量与再磨削凸轮轴	346
气门导管导杆	311	凸轮轴的安装	346
磨削气门座的砂轮	312	凸轮轴度量化	348
修磨砂轮	313	可变气门正时和升程	350
研磨气门座	313	挺柱	351
使气门座锥面变窄	314	固定挺柱(机械挺柱)	352
气门座的切削刀具	315	液力挺柱	352
对修复气门座的检测	315	挺柱预留负荷	354
气门座的更换	315	确定挺柱预留负荷	355
气门杆的高度	318	确定适当的挺柱行程	355
检查气门的安装高度	318	阀门噪声诊断	356
气门油封	318	机械挺柱维修	356
气门的安装	321	液压挺柱维修	356
气缸盖的流量检测	323	液压挺柱安装	357
小结	327	液压挺柱排空气	357
复习题	327	气门润滑	357
ASE 选择题	327	小结	362
		复习题	362
		ASE 选择题	362

第 18 章 凸轮轴与气门机构

学习目标	329
凸轮轴的功能	329
凸轮轴的位置	329
凸轮故障的诊断	330
凸轮轴的拆卸	330
凸轮轴的设计	332
装配式凸轮轴	333
凸轮轴的润滑	333
燃油泵偏心轮	334
凸轮轴的驱动	334
凸轮轴的链驱动	334

第 19 章 发动机缸体结构与维修

学习目标	364
缸体的制造	364
铸造编号	365
缸体加工	365
铝制缸体	366
降低发动机缸体高度的设计	367
缸体台板设计	368
气缸裙部	368
冷却液通道	369