



汽车系列

高等职业院校教材改革示范教材

汽车发动机构造 与维修

◎ 黄平 石爱勤 主编



北京交通大学出版社

责任编辑：井 飞

特邀编辑：杨春彦

封面设计：李 娜

ISBN 978-7-81123-823-5



9 787811 238235 >

定价：35.00元



高等职业院校教材改革示范教材·汽车系列

汽车发动机构造与维修

主 编 黄 平 石爱勤
副主编 熊建国 张 锐

北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

本书内容主要包括汽车发动机总论、曲柄连杆机构构造与维修、配气机构构造与维修、化油器式汽油机燃料供给系构造与维修、汽油发动机点火系构造与维修、汽油机电控燃油喷射系构造与维修、柴油机燃料供给系构造与维修、冷却系构造与维修、润滑系构造与维修、发动机拆装工艺与磨合共 10 章。全书讲解以桑塔纳 AJR 发动机为主,同时兼顾了其他车型发动机。

本书供高等职业院校汽车类相关专业教学使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/黄平,石爱勤主编. —北京:北京交通大学出版社,2009.9

ISBN 978 - 7 - 81123 - 823 - 5

I. 汽… II. ①黄… ②石… III. ①汽车-发动机-构造 ②汽车-发动机-车辆修理 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 157864 号

策划编辑:井 飞 特邀编辑:杨春彦

出版发行:北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:24 字数:530 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978 - 7 - 81123 - 823 - 5/U · 41

印 数:1~3 000 册 定价:35.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

《汽车发动机构造与维修》是由多年从事教学及汽车维修工作的高职教育一线教师和工程师编写。他们根据汽车维修工的工作实践经验,从社会发展对高素质劳动者和中高级汽车维修人才需要的实际出发,遵照教育部高职高专教材建设的要求,并着眼于职业教育改革的需要而编写此书。本书具有职业教育的特色,充分体现当前汽车维修市场的需求。编写过程中坚持理论与实践相结合的原则,以培训学生分析问题和解决问题的能力为本,着重培养学生汽车维修的动手能力及创新精神,使其达到中、高级修理工的维修水平。

《汽车发动机构造与维修》是汽车运用技术专业的核心课程之一。课程的目标是让学生在熟悉发动机构造、原理及性能参数,并且会正确使用诊断仪器、维修手册和技术资料的基础上,熟悉汽车发动机的常见故障现象,掌握发动机故障诊断与维修。因此,该书依据汽车维修行业中的关于发动机诊断与维修的实际工作要求,首先让学生对汽车发动机的总体结构与布置、发动机工作原理等知识有一定的了解,再了解不同总成系统的构造与维修项目。让学生在某一项目的过程中学会相应系统的诊断与维修技能,并掌握相应系统的知识,从而将以知识传授为主要特征的传统学科模式转变为以项目为中心组织课程内容。在内容上,本书集汽车发动机构造与维修于一体,重点突出汽车发动机维修操作技能,在阐述汽车发动机基本结构原理的同时,突出典型车型故障的检测及维修方法。

全书共 10 章,内容包括汽车发动机总论、曲柄连杆机构构造与维修、配气机构构造与维修、化油器式汽油机燃料供给系构造与维修、汽油发动机点火系构造与维修、汽油机电控燃油喷射系构造与维修、柴油机燃料供给系构造与维修、冷却系构造与维修、润滑系构造与维修、发动机拆装工艺与磨合等。全书以桑塔纳 AJR 发动机为主讲解,同时兼顾其他车型的发动机,突出了新车型、新知识和新技术,能满足当代汽车维修市场的发展对维修人才的需要。

本课程要以《汽车机械基础》、《电工与电子技术》、《汽车文化》等课程的学习为基础,也是进一步学习《汽车性能与检测技术》、《汽车典型电控系统》、《汽车维修质量检验与管理》、《汽车维修业务接待》等课程的基础学科。

本书由青海交通职业技术学院黄平、石爱勤任主编,熊建国、张锐任副主编。书中内容丰

富,注重实用,具有较翔实的实践经验介绍,有很强的实用性和可读性。本书主要供高等职业院校汽车类相关专业教学使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书。

编 者

2009.7

目 录

第1章 汽车发动机总论	1
1.1 发动机总体结构及常用术语	1
1.1.1 往复式活塞式发动机的基本结构	1
1.1.2 往复式活塞式内燃机的常用术语	3
1.2 四冲程发动机工作原理	5
1.2.1 四冲程汽油机的工作原理	5
1.2.2 四冲程柴油机的简单工作原理	7
1.2.3 四冲程发动机工作特点	8
1.2.4 四冲程汽油机和柴油机的区别	8
1.3 发动机主要性能指标和特性	9
1.3.1 发动机主要性能指标	9
1.3.2 标定功率	10
1.3.3 发动机的特性	10
第2章 曲柄连杆机构构造与维修	16
2.1 概述	16
2.1.1 功用	16
2.1.2 组成	16
2.2 机体组	17
2.2.1 汽缸体	17
2.2.2 曲轴箱	20
2.2.3 汽缸盖	20
2.2.4 汽缸垫	22
2.2.5 机体的检修	22
2.3 活塞连杆组	31
2.3.1 活塞	32
2.3.2 活塞环	36
2.3.3 活塞销	39
2.3.4 连杆	40
2.3.5 连杆轴承	42

2.3.6	活塞连杆组的检修	42
2.3.7	连杆组的检修	47
2.3.8	典型发动机活塞连杆组的维修	51
2.4	曲轴飞轮组的构造与工作原理	53
2.4.1	曲轴	53
2.4.2	飞轮	58
2.4.3	曲轴扭转减振器	59
2.4.4	曲轴飞轮组的检修	59
2.5	曲柄连杆机构常见故障诊断与排除	69
2.5.1	曲轴主轴承响	69
2.5.2	连杆轴承响	70
2.5.3	活塞敲缸响	70
2.5.4	活塞销响	71
第3章	配气机构构造与维修	72
3.1	概述	72
3.1.1	配气机构的功用	72
3.1.2	充气效率	72
3.1.3	发动机配气机构的结构	72
3.1.4	配气机构的分类	73
3.2	气门组	75
3.2.1	气门	76
3.2.2	气门导管	80
3.2.3	气门座	82
3.2.4	气门弹簧	83
3.3	气门组的检修	84
3.3.1	气门组的拆卸	84
3.3.2	气门与气门组的配合要求	85
3.3.3	气门的检修	85
3.3.4	气门座的修理	86
3.3.5	气门导管的更换	89
3.3.6	气门弹簧的检验	90
3.3.7	气门的密封性检验	90
3.4	气门传动组的结构	91
3.4.1	凸轮轴	92
3.4.2	挺柱	97

3.4.3 推杆	99
3.4.4 摇臂与摇臂组	101
3.5 气门传动组的检修	102
3.5.1 凸轮轴及轴承的检修	102
3.5.2 气门挺柱的检修	103
3.5.3 气门推杆的修理	105
3.5.4 摇臂和摇臂轴的修理	105
3.5.5 正时齿轮和正时皮带的检查	105
3.5.6 正时皮带的安装	106
3.6 配气机构的检查与调整	107
3.6.1 配气相位	107
3.6.2 气门间隙	109
3.6.3 配气相位的检查与调整	111
3.7 配气机构常见故障诊断与排除	113
3.7.1 气门脚响	113
3.7.2 气门漏气	114
3.7.3 凸轮轴响	114
3.7.4 液力挺柱故障	115
3.8 可变进气系统和配气相位	115
3.8.1 可变进气系统	115
3.8.2 可变配气相位	119
第4章 化油器式汽油机燃料供给系构造与维修	122
4.1 汽油机燃料供给系的功用与组成	122
4.1.1 汽油机燃料供给系的作用	122
4.1.2 化油器式供给系的组成	122
4.1.3 汽油机燃料供给系的工作过程	123
4.2 汽油供给装置	123
4.2.1 汽油箱	123
4.2.2 汽油滤清器	125
4.2.3 汽油泵	125
4.3 可燃混合气形成装置	127
4.3.1 可燃混合气与发动机工况	127
4.3.2 简单化油器的基本结构	128
4.3.3 现代化油器的基本结构	130
4.4 空气供给装置、可燃混合气供给和废气排出装置	135

4.4.1	空气滤清器	135
4.4.2	进气管与排气管	136
4.4.3	混合气的预热装置	137
4.4.4	排气消声器	138
4.5	燃料供给系的故障诊断	139
第5章	汽油发动机点火系构造与维修	141
5.1	传统点火系统	141
5.1.1	传统点火系统的组成	141
5.1.2	传统点火系统的工作原理	143
5.1.3	传统点火系统主要部件的结构	143
5.2	无触点电子点火系统	147
5.2.1	磁感应式电子点火系统	148
5.2.2	霍尔式电子点火系统	151
5.3	无分电器式电子点火系统	156
5.3.1	无分电器点火系统的优点	156
5.3.2	无分电器点火系统的配电方式	156
5.3.3	无分电器点火系统的基本工作原理	158
5.3.4	同时点火式电子点火系统	158
5.3.5	独立点火式电子点火系	165
5.4	点火系统的使用与故障诊断	166
5.4.1	点火系统的使用及维护	166
5.4.2	点火系的故障诊断	168
5.4.3	用示波器检查点火系的工作情况	172
第6章	汽油机电控燃油喷射系构造与维修	176
6.1	电控汽油喷射系统的分类及组成	176
6.1.1	电控汽油喷射系统的分类	176
6.1.2	电控汽油喷射系统的组成	180
6.2	空气供给系统主要装置的结构、原理及检修	183
6.2.1	空气流量计	183
6.2.2	进气歧管绝对压力传感器	187
6.2.3	节气门体	190
6.2.4	节气门位置传感器	192
6.2.5	怠速控制阀	195
6.3	汽油供给系统主要装置的结构、原理及检修	197
6.3.1	燃油滤清器	197

6.3.2	燃油压力脉动阻尼器	197
6.3.3	燃油压力调节器	198
6.3.4	电动汽油泵	199
6.3.5	喷油器	204
6.3.6	冷启动喷油器	207
6.4	电子控制系统的结构、原理及检测	208
6.4.1	曲轴位置传感器	208
6.4.2	氧传感器	211
6.4.3	水温传感器	214
6.4.4	进气温度传感器	216
6.4.5	爆震传感器	217
6.4.6	空挡启动开关 NSW 信号	218
6.4.7	启动信号	219
6.4.8	空调信号(A/C)	219
6.4.9	电子控制装置(ECU)	220
6.5	汽油喷射的控制	224
6.5.1	喷油器的基本工作情况与有关特性	225
6.5.2	喷油正时的控制	226
6.5.3	喷油量的控制	228
6.5.4	油泵控制	230
6.6	点火控制(ESA、EST)	233
6.6.1	点火提前角控制	233
6.6.2	通电时间控制	239
6.6.3	爆震控制	239
6.7	辅助控制	240
6.7.1	怠速控制	240
6.7.2	排气净化与排放控制	245
6.7.3	安全保险功能	249
6.7.4	备用功能	249
6.7.5	故障自诊断功能	250
6.8	电控汽油喷射系统的检修	250
6.8.1	空气供给系统的检修	250
6.8.2	燃油供给系统的检修	251
6.8.3	电子控制系统的检修	253
6.9	电控汽油喷射系统的故障诊断	256

6.9.1	电控汽油喷射系统故障诊断的基本原则	256
6.9.2	电控汽油喷射系统故障诊断的一般程序	257
6.9.3	电控汽油喷射系统故障自诊断	258
6.9.4	故障征兆的模拟试验方法	261
6.9.5	电控汽油喷射系统常见故障的诊断与排除	262
第7章	柴油机燃料供给系构造与维修	266
7.1	柴油机燃料供给系的功用及组成	266
7.1.1	柴油机燃料供给系的功用	266
7.1.2	柴油机燃料供给系的组成	267
7.2	可燃混合气的形成与燃烧室	268
7.2.1	可燃混合气的形成与燃烧	268
7.2.2	燃烧室	269
7.3	喷油器的构造与检修	272
7.3.1	孔式喷油器	272
7.3.2	轴针式喷油器	273
7.3.3	喷油器的检修	274
7.4	喷油泵的构造与检修	276
7.4.1	柱塞式喷油泵的泵油原理	277
7.4.2	A型喷油泵的结构	278
7.4.3	喷油泵主要零件的检修	283
7.4.4	喷油泵的调试	286
7.5	调速器的构造与调试	286
7.5.1	调速器的作用和分类	286
7.5.2	机械离心式两速调速器的结构与原理	287
7.5.3	调速器的调整	289
7.5.4	调速器的检修	290
7.6	喷油提前角调节装置与供油正时的调整	290
7.6.1	喷油提前角提前装置	290
7.6.2	供油正时的检查与调整	292
7.7	柴油机燃料供给系辅助装置的构造与检修	294
7.7.1	柴油滤清器	294
7.7.2	输油泵的结构与检查	295
7.8	转子式喷油泵(分配式)	297
7.8.1	径向压缩式分配泵	298
7.8.2	轴向压缩式分配泵	298

7.9 废气涡轮增压器	305
7.10 柴油发动机燃料供给系常见故障诊断与排除	306
7.10.1 发动机启动困难	307
7.10.2 发动机动力不足	308
7.10.3 个别缸不工作或工作不良	310
7.10.4 发动机转速不稳	310
7.11 电控柴油机喷射系统	312
7.11.1 位置控制电控分配泵喷射系统	313
7.11.2 时间-压力控制系统	317
第8章 冷却系构造与维修	321
8.1 概述	321
8.1.1 冷却系的作用	321
8.1.2 冷却系的类型	321
8.1.3 水冷系的组成	322
8.1.4 冷却水的循环路线	323
8.2 水冷系主要机件构造和检修	324
8.2.1 散热器	324
8.2.2 水泵	329
8.2.3 冷却强度调节装置	331
8.3 冷却系常见故障诊断与排除	335
8.3.1 冷却液充足但发动机过热	335
8.3.2 冷却液不足引起发动机过热	336
8.3.3 发动机突然过热	337
第9章 润滑系构造与维修	338
9.1 润滑系作用、组成和工作原理	338
9.1.1 润滑系作用和润滑方式	338
9.1.2 润滑系的组成与油路	339
9.2 润滑系主要机件构造和检修	341
9.2.1 机油泵	342
9.2.2 机油滤清器	346
9.2.3 机油散热器与机油冷却器	349
9.3 曲轴箱通风	349
9.3.1 曲轴箱通风的目的	349
9.3.2 曲轴箱的通风方式	349
9.4 润滑系常见故障诊断与排除	351

9.4.1 机油压力过低	351
9.4.2 机油压力过高	352
9.4.3 机油消耗过多	353
第 10 章 发动机拆装工艺与磨合	355
10.1 发动机拆装工艺	355
10.1.1 拆装工艺的一般原则	355
10.1.2 发动机的拆装工艺	357
10.1.3 桑塔纳 2000GSi 轿车 AJR 型发动机拆装实例	357
10.2 发动机的冷磨热试	366
10.2.1 磨合的作用	366
10.2.2 发动机的磨合过程和规范	366
10.2.3 发动机总成修理的竣工验收	368
参考文献	372

第1章 汽车发动机总论

应知理论

1. 能正确描述发动机的基本结构、作用和发动机的常用术语定义；
2. 能叙述发动机工作原理；
3. 了解发动机主要性能指标的作用。

应会技能

1. 能识别各种类型的发动机；
2. 能根据发动机速度和负荷特性曲线分析发动机的性能。

发动机是将其他形式的能量转变为机械能的一种机械装置。汽车发动机大都采用热能动力装置,简称热机,热机有内燃机和外燃机两种。内燃机是燃料在发动机内部燃烧,内燃机每实现一次热功转换,都要经历进气、压缩、做功、排气一系列连续的工作过程,构成一个工作循环。燃料在发动机外部燃烧实现热功转换称之为外燃机。内燃机与外燃机相比,具有结构紧凑、体积小、质量轻和容易启动等优点。因此,内燃机尤其是往复式内燃机被广泛用作汽车动力装置。

1.1 发动机总体结构及常用术语

1.1.1 往复式发动机的基本结构

图1-1所示为使用汽油作为燃料的往复式内燃机基本结构示意图。往复式内燃机工作腔称作汽缸,其内表面为圆柱形。往复式内燃机因其工作时,活塞在汽缸内不断的往复运动而得名。活塞通过活塞销与连杆一端铰接,连杆另一端与曲轴连接,当活塞在汽缸内往复运动时,便通过连杆推动曲轴旋转,汽缸的顶端用汽缸盖封闭。在汽缸盖上装有进排气门,通过凸轮轴控制进排气门开闭实现向汽缸内充气和向汽缸外排气。

往复式发动机基本由以下机构和系统组成:曲柄连杆机构、配气机构、供给系、润滑系、冷却系、点火系和启动系。

(1)曲柄连杆机构:它的功用是将燃料燃烧时产生的热量转变为活塞往复运动的机械能,再通过连杆将活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动而对外输出动力。

(2)配气机构:功用是使可燃混合气及时充入汽缸并及时从汽缸排出废气。

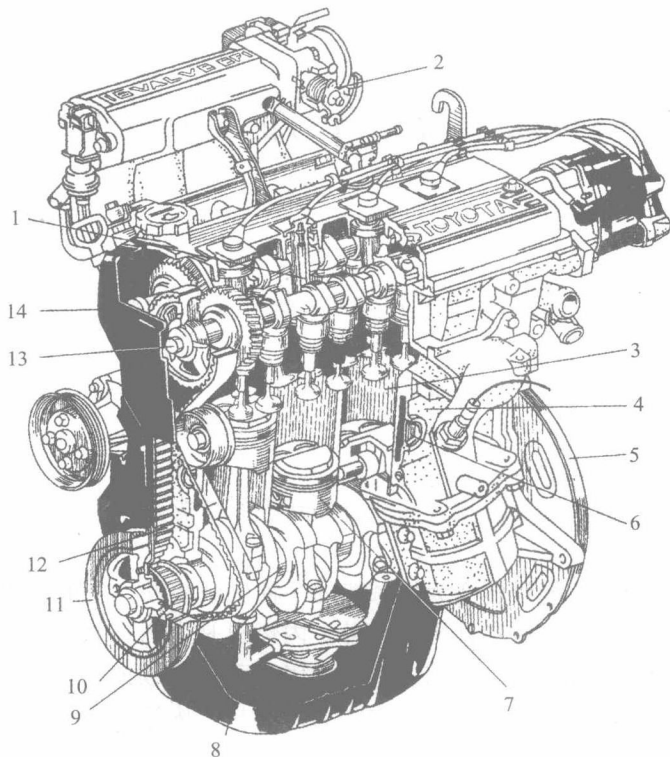


图 1-1 往复活塞式内燃机的基本结构示意图

1—火花塞;2—节气门;3—汽缸;4—汽缸体;5—飞轮;6—水套;7—活塞;8—油底壳;
9—曲轴;10—正时同步带轮;11—曲轴 V 带轮;12—正时同步带;13—凸轮轴;14—汽缸盖

(3)供给系:功用是把汽油和空气混合成合适的可燃混合气供入汽缸,以供燃烧,并将燃烧生成的废气排出发动机。

(4)润滑系:功用是将润滑油供给作相对运动的零件以减少它们之间的摩擦阻力,减轻机件的磨损,并部分地冷却摩擦零件。

(5)冷却系:功用是把受热机件的热量散到大气中去,以保证发动机正常工作。

(6)点火系:功用是保证按规定时刻及时点燃汽缸中被压缩的可燃混合气。

(7)启动系:功用是使静止的发动机启动并转入自行运转。

汽车发动机按分类方式不同,可以分为如图 1-2 所示几种。

如图 1-3 所示是桑塔纳 2000GSi 型轿车装用的 AJR 型发动机总成正面剖视图。桑塔纳 2000 系列轿车发动机为四冲程、四缸直列、自然吸气、火花塞点燃、二气门、电子控制喷射系统(2000GLi、2000GSi 型)水冷式发动机。