

21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材



21st CENTURY

实用规划教材

汽车发动机构造与维修

主 编 蔡兴旺 胡 勇



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

中国林业出版社
China Forestry Publishing House

21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材

汽车发动机构造与维修

主 编	蔡兴旺	胡 勇	
副主编	李玉柱	冯义夫	刘晓军
参 编	王海峰	李 扬	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

中国林业出版社
China Forestry Publishing House

内 容 简 介

本书分 12 章, 将汽车发动机的构造、原理、维修与故障诊断有机融合, 以应用为主线, 以现代轿车为典型, 系统地介绍了现代汽车发动机的总体结构、拆装、基本工作原理和各总成、部件的结构、工作原理和维修, 突出介绍了现代汽车发动机的电控燃油喷射、微机点火、可变配气正时和气门升程等电控技术, 同时对高压共轨柴油机、直喷汽油机、电动汽车、燃气汽车发动机等新结构、新技术、新车型作了介绍。

本书可作为高职高专汽车类各专业教材, 也可作为职大、成教等汽车运用工程类专业教材, 还可作为汽车应用、维修培训及中专技校参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/蔡兴旺, 胡勇主编. —北京: 中国林业出版社; 北京大学出版社, 2008.3
(21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材)

ISBN 978-7-5038-4867-4

I. 汽… II. ①蔡…②胡… III. ①汽车—发动机—构造—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. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 142700 号

书 名: 汽车发动机构造与维修

著作责任者: 蔡兴旺 胡 勇 主编

总 策 划: 林章波 牛玉莲

执 行 策 划: 徐 凡 郑铁志

责 任 编 辑: 孙哲伟 郑铁志

标 准 书 号: ISBN 978-7-5038-4867-4

出 版 者: 中国林业出版社(地址: 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号 邮编: 100009)

<http://www.cfph.com.cn> E-mail: cfphz@public.bta.net.cn

电话: 编辑部 66170109 营销中心 66187711

北京大学出版社(地址: 北京市海淀区成府路 205 号 邮编: 100871)

<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com> E-mail: pup_6@163.com

电话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京昌平百善印刷厂印刷

发 行 者: 北京大学出版社 中国林业出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 29 印张 678 千字

2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 50.00 元(含 1CD)

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 傅水根

副主任 (按拼音顺序排名)

陈铁牛 李 辉 刘 涛 祁翠琴

钱东东 盛 健 王世震 吴宗保

张吉国 郑晓峰

委 员 (按拼音顺序排名)

蔡兴旺 曹建东 柴增田 程 艳

丁学恭 傅维亚 高 原 何 伟

胡 勇 李国兴 李源生 梁南丁

刘靖岩 刘瑞己 刘 铁 卢菊洪

马立克 南秀蓉 欧阳全会 钱泉森

邱士安 宋德明 王世辉 王用伦

王欲进 吴百中 吴水萍 武昭辉

肖 珑 徐 萍 喻宗泉 袁 广

张 勤 张西振 张 莹 周 征

丛书总序

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分。从 20 世纪 90 年代末开始, 伴随我国高等教育的快速发展, 高等职业技术教育也进入了快速发展时期。在短短的几年时间内, 我国高等职业技术教育的规模, 无论是在校生数量还是院校的数量, 都已接近高等教育总规模的半壁江山。因此, 高等职业技术教育承担着为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式提供高素质技能型人才的重任。随着我国经济建设步伐的加快, 特别是随着我国由制造大国向制造强国的转变, 现代制造业急需高素质高技能的专业人才。

为了使高职高专机电类专业毕业生满足市场需求, 具备企业所需的知识能力和专业素质, 高职高专院校的机电类专业根据市场和社会需要, 努力建立培养企业生产第一线所需的高等职业技术应用型人才的教学体系和教材资源环境, 不断更新教学内容, 改进教学方法, 积极探讨机电类专业创新人才的培养模式, 大力推进精品专业、精品课程和教材建设。因此, 组织编写符合高等职业教育特色的机电类专业规划教材是高等职业技术教育发展的需要。

教材建设是高等学校建设的一项基本内容, 高质量的教材是培养合格人才的基本保证。大力发展高等职业教育, 培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高素质技能型人才, 要求我们必须重视高等职业教育教材改革与建设, 编写和出版具有高等职业教育自身特色的教材。近年来, 高职教材建设取得了一定成绩, 出版的教材种类有所增加, 但与高职发展需求相比, 还存在较大的差距。其中部分教材还没有真正过渡到以培养技术应用能力为主的体系中来, 高职特色反映也不够, 极少数教材内容过于肤浅, 这些都对高职人才培养十分不利。因此, 做好高职教材改革与建设工作刻不容缓。

北京大学出版社抓住这一时机, 组织全国长期从事高职高专教学工作并具有丰富实践经验的骨干教师, 编写了高职高专机电系列实用规划教材, 对传统的课程体系进行了有效的整合, 注意了课程体系结构的调整, 反映系列教材各门课程之间的渗透与衔接, 内容合理分配; 努力拓宽知识面, 在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索, 加强理论联系实际, 突出技能培养和理论知识的应用能力培养, 精简了理论内容, 既满足大类专业对理论、技能及其基础素质的要求, 同时提供选择和创新的空間, 以满足学有余力的学生进修或探究学习的需求; 对专业技术内容进行了及时的更新, 反映了技术的最新发展, 同时结合行业的特色, 缩短了学生专业技术技能与生产一线要求的距离, 具有鲜明的高等职业技术人才培养特色。

最后, 我们感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动, 也感谢北京大学出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因, 本系列教材还存在一些不足和错漏。我们相信, 在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下, 不断改进和完善这套教材, 使之成为我国高等职业技术教育的教学改革、课程体系建设和教材建设中的优秀教材。

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

2007 年 7 月

前 言

汽车发动机构造与维修是汽车类各专业必修的一门专业基础课程,它对后续的多门汽车专业课程学习影响极大。根据《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》和教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等一系列教学改革精神为指导,在多年教学改革经验总结的基础上,我们组织相关院校编写了这本新教材。

新教材根据高职高专职业针对性强、实践技能要求高的特点,以应用为主线,以现代典型轿车为案例,系统地介绍了现代汽车发动机的构造与维修,突出介绍了现代汽车发动机的电控燃油喷射、微机点火、可变配气正时和气门升程等电控技术,同时对高压共轨柴油机、直喷汽油机、电动汽车、燃气汽车发动机等新结构、新技术、新车型作了介绍,强调了知识的应用,形成新教材的运用体系。

本教材根据学生的认知规律、理论联系实际及模块化教学等原则,将汽车发动机拆装、构造、原理、运用、维修和故障诊断等有机融合,融“教、学、做”为一体,注意培养学生对基础理论的应用能力、理论联系实际的能力、实际操作能力、自学能力和创新能力等综合素质。教材编排图文并茂,简明实用,符合高职学生的心理特点。每章开始给出理论和实践要求,结尾进行小结,并结合国家劳动部职业技能考试要求,给出复习思考题及参考答案。教材配带光盘,提供大量的动画和视频资料,生动、形象地展示了现代汽车发动机各总成与零部件的构造、原理、拆装、维修,方便教师授课和学生课外学习。

本教材由广东韶关学院汽车系、河南职业技术学院、无锡商业职业技术学院、海南职业技术学院、聊城职业技术学院、甘肃畜牧工程职业技术学院和河南交通职业技术学院等院校联合编写。

本教材由蔡兴旺教授和胡勇副教授任主编,编写分工为:蔡兴旺编写第1、2、12章,主审了第3、5、6、7、8、9、10章,并对全书进行统稿;胡勇编写第6、9章,并且主审了第1、2、4、11、12章;李玉柱编写第5章;冯义夫编写第10、11章;刘晓军编写第7、8章;王海峰编写第3章;李扬编写第4章。光盘制作者有蔡兴旺、黄大星、谢锐波、付晓光、张帧明、张亮、李琳、刘群、李锦、刘敏等。

本书在编写及光盘制作过程中,得到北京大学出版社、中国林业出版社、韶关学院、河南职业技术学院、无锡商业职业技术学院、海南职业技术学院、聊城职业技术学院、甘肃畜牧工程职业技术学院、河南交通职业技术学院、顺德职业技术学院、顺德东升汽车维修服务中心、韶关飞龙机械加工部等单位和个人的大力支持和帮助,在此深表感谢。

由于水平所限,书中疏漏之处在所难免,诚恳期望得到同行专家和广大读者批评指正。

《汽车发动机构造与维修》编写组

2007年12月

本书常用符号表

拉丁字母

A/F ——空燃比
 B ——发动机每小时消耗的燃油质量 (kg/h)、汽车轮距 (mm)、磁场强度
 b_e ——燃油消耗率 (g/kW·h)
 CA ——曲轴转角 (°)
 CO ——一氧化碳
 C_m ——活塞平均速度 (m/s)
 $CNGV$ ——压缩天然气汽车,
 D ——汽缸直径 (mm)
 DIS ——无分电器点火系统
 $DOHC$ ——双顶置凸轮轴
 ECU ——电子控制单元
 ECD ——电控柴油机
 EFI ——电控燃油喷射
 EGR ——废气再循环
 EI ——电子点火
 EV ——蓄电池电动汽车
 $FCEV$ ——燃料电池汽车
 GDI ——汽油机缸内直接喷射
 HC ——碳氢化合物
 HEV ——混合动力电动汽车
 Hu ——燃料低热值 (kJ/kg)
 I ——电流强度 (A)
 i ——汽缸数
 ISC ——怠速控制 J
 KS ——爆燃传感器
 $LPGV$ ——液化石油气汽车
 M ——质量 (kg)、电磁转矩 (N·m)
 MPI ——多点汽油喷射系统
 n ——转速 (r/min)
 NO_x ——氮氧化物
 P ——压强 (MPa)
 P_c ——升功率 (kW/L)

P_e ——发动机有效功率 (kW)
 Q_1 ——燃料中所含的热量 (kJ)
 R_H ——霍尔系数
 S ——活塞行程 (mm)
 $SOHC$ ——单顶置凸轮轴
 SPI ——单点汽油喷射系统
 T ——温度 (K)
 T_e ——发动机有效转矩 (N·m)
 T_0 ——标准大气温度 (K)
 V ——体积 (m³)、电压 (V)
 $VTEC$ ——可变正时和气门升程电控装置
 V_a ——汽缸总容积 (m³)
 V_c ——汽缸燃烧室容积 (m³)
 V_s ——汽缸工作容积 (m³)
 V_{st} ——发动机的排量 (L)
 W_e ——发动机有效功 (kJ)

希腊字母

α ——空燃比 β
 δ_1 ——瞬时调速率
 δ_2 ——稳定调速率
 ε ——压缩比
 η ——热效率
 η_v ——充气效率
 θ ——点火提前角、喷油提前角、配气相位角
 π_b ——增压比
 τ ——冲程系数
 φ ——曲轴转角、发动机增压度
 ϕ ——转速波动率、转速储备系数
 ϕ_a ——过量空气系数
 ϕ_{nq} ——适应性系数
 ϕ_{iq} ——转矩储备系数 ψ
 ω ——曲轴角速度

目 录

第1章 汽车发动机基本结构与原理	1
1.1 汽车发动机概述	1
1.2 汽车发动机总体拆装	3
1.3 四冲程发动机基本结构及工作原理	9
1.4 汽车发动机分类及型号	14
1.5 发动机性能指标与特性曲线	16
附录1 发动机拆装安全知识	21
附录2 发动机常用拆装工具使用	21
附录3 二冲程发动机结构特点及工作 原理	25
附录4 汽车发动机发展简史	26
本章实训安排	27
本章小结	27
学习评价与技能测试	28
第2章 机体组件与曲柄连杆机构结构 与维修	32
2.1 机体组件的结构与维修	32
2.2 活塞连杆组件的结构与维修	40
2.3 曲轴飞轮组件的结构与维修	56
2.4 机体组件与曲柄连杆机构常见故障 分析	66
附录1 气缸镗磨	67
附录2 曲轴修磨	70
附录3 曲柄连杆机构的运动与受力	71
本章实训安排	74
本章小结	75
学习评价与技能测试	76
第3章 换气系统结构与维修	84
3.1 换气系统的组成与基本工作原理	84
3.2 空气滤清器与进排气管系的结构与 维修	87
3.3 配气机构的结构与维修	91
3.4 发动机可变进气控制结构与维修	113
3.5 废气涡轮增压系统的结构与维修	118
3.6 换气系统的常见故障分析	121
附录 气门研磨机简介	122
本章实训安排	123
本章小结	124
学习评价与技能测试	124
第4章 电控汽油喷射系统结构与 维修	128
4.1 汽油机混合气的形成与燃烧过程	128
4.2 电控汽油喷射系统结构及工作原理 ..	134
4.3 电控汽油喷射系统检测与故障诊断 ..	164
4.4 汽油机的排气污染与检测	184
附录 电控汽油喷射系统检测设备及 使用	191
本章实训安排	193
本章小结	194
学习评价与技能测试	195
第5章 柴油机燃料供给系统结构 与维修	199
5.1 柴油机混合气的形成与燃烧	199
5.2 柴油机燃料系基本组成与原理	205
5.3 喷油器结构与维修	207
5.4 柱塞式喷油泵结构原理与维修	211
5.5 分配式喷油泵结构与维修简介	220
5.6 调速器结构原理与维修	223
5.7 PT 燃油供给系统简介	227
5.8 柴油机燃料供给系统的使用维护 与故障分析	231
附录 电控柴油机燃油喷射系统简介	235
本章实训安排	238
本章小结	238
学习评价与技能测试	239
第6章 汽油机点火系统结构与维修	243
6.1 汽油机点火系统的基本要求	244
6.2 无触点电子点火系统结构与维修	247

6.3 微机控制的点火系统结构与原理.....259	本章小结.....362
6.4 汽油机点火系统常见故障及诊断.....267	学习评价与技能测试.....362
6.5 电源系统.....269	第 10 章 发动机总装、磨合与维护366
附录 传统触点式点火系统简介.....291	10.1 发动机总装.....366
本章小结.....295	10.2 发动机磨合与测试.....373
学习评价与技能测试.....296	10.3 发动机维护.....377
第 7 章 冷却系统结构与维修300	附录 广州本田雅阁轿车 (ACCORD 2.2)
7.1 冷却系统的作用及类型.....300	发动机维护规范.....381
7.2 水冷却系统的主要部件的结构 与工作原理.....301	本章实训安排.....382
7.3 冷却系统的使用维护.....315	本章小结.....383
7.4 冷却系统的拆装与维修.....315	学习评价与技能测试.....383
7.5 冷却系统常见故障诊断与排除.....320	第 11 章 发动机综合故障诊断与排除386
本章实训安排.....321	11.1 发动机排烟反常的故障诊断与 排除.....387
本章小结.....322	11.2 发动机声响反常故障诊断与排除.....390
学习评价与技能测试.....322	11.3 发动机运转反常故障诊断与排除.....394
第 8 章 润滑系统结构与维修325	11.4 发动机消耗反常故障诊断与排除.....405
8.1 润滑系统的作用与类型.....325	11.5 发动机温度反常故障诊断与排除.....408
8.2 润滑系统的基本组成与工作原理.....326	本章实训安排.....410
8.3 润滑系统的使用与维护.....335	本章小结.....411
8.4 润滑系统的拆装与检修.....338	学习评价与技能测试.....412
8.5 润滑系统常见故障诊断与排除.....342	第 12 章 新型汽车发动机415
本章实训安排.....343	12.1 电动汽车.....415
本章小结.....344	12.2 代用燃料发动机.....422
学习评价与技能测试.....344	12.3 太阳能汽车.....427
第 9 章 起动系统结构与维修348	12.4 直接喷射式汽油机.....428
9.1 起动系统作用、方式和基本组成.....348	本章小结.....431
9.2 电起动机构造与维修.....349	学习评价与技能测试.....431
9.3 低温起动与预热.....358	习题答案434
9.4 起动系统常见故障及诊断.....360	参考文献451

第1章 汽车发动机基本结构与原理

教学目标与要求

- 掌握发动机的基本概念和分类
- 理解汽车发动机的总体组成和功用
- 学会汽车发动机常见拆装工具选用
- 学会汽车发动机基本拆装
- 掌握四冲程汽油机的基本结构与工作原理
- 掌握四冲程柴油机的基本结构与工作原理
- 掌握汽车发动机的基本分类
- 掌握汽车发动机的主要工作性能指标
- 理解发动机的特性曲线
- 理解二冲程内燃机的基本结构与工作原理
- 了解汽车发动机的发展简史

教学重点

- 四冲程汽油机的基本结构与工作原理
- 四冲程柴油机的基本结构与工作原理
- 汽车发动机的基本分类
- 汽车发动机的主要工作性能指标
- 发动机的特性曲线

教学难点

- 汽车发动机的主要工作性能指标
- 发动机的特性曲线

1.1 汽车发动机概述

1.1.1 发动机基本概念

1. 发动机及分类

发动机(engine)是将其他形式的能量转化为机械能的机器。根据该定义,发动机的分类如图1-1所示。

热力发动机简称热机,是将燃料燃烧产生的热能转变为机械能的机器。它又分内燃机和外燃机两种。内燃机是将燃料在汽缸内部燃烧产生的热能直接转化为机械能的动力机械。而早期的热机燃料是在汽缸外部燃烧,称外燃机。

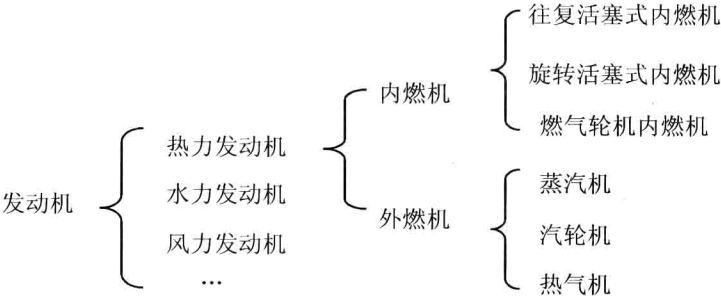


图 1-1 发动机分类

2. 汽车发动机

汽车发动机目前广泛采用的是往复活塞式内燃机，它具有单机功率范围大（0.6～16 860kW）、热效率高（汽油机略高于 0.3，柴油机达 0.4 左右）、体积小、质量小、操作简单，便于移动和起动性能好等优点，它还被广泛应用于火车、工程机械、拖拉机、发电机、船舶、坦克、排灌机械和众多其他机械的动力。

本书以后所提汽车发动机，如无特殊说明，都是指往复活塞式内燃机。

1.1.2 汽车发动机总体组成

汽车发动机种类繁多，结构复杂，一台发动机由上万个零件组成，但总体看都是在一个机体上安装一个机构（曲柄连杆机构）和六大系统（换气系统、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统）。柴油机则为五大系统，没有点火系统。各系统的基本功用及组成见表 1-1。

表 1-1 汽车发动机总体组成

名 称	功 用	主 要 部 件
机体组件	发动机的骨架，支承着发动机的所有零部件	机体、汽缸、汽缸盖、汽缸垫、油底壳等
曲柄连杆机构	将活塞顶的燃气压力转变为曲轴的转矩，输出机械能	活塞、连杆、曲轴、飞轮等
换气系统	按照发动机要求，定时开闭进、排气门，吸入干净空气，排除废气	空气滤清器、进排气管系、配气机构、排气消声器等
燃料供给系统	按照发动机要求，定时、定量供给所需要的燃料	汽油机：汽油箱、输油泵、滤清器、压力调节器、各种传感器、电控喷油器、电控单元等； （旧汽油机采用化油器） 柴油机：柴油箱、输油泵、滤清器、高压油泵、调速器、喷油器等
点火系统	按规定的时刻，准时点燃汽油机汽缸内的可燃混合气	蓄电池、点火开关、点火线圈组件、传感器、电控装置、火花塞等

(续表)

名 称	功 用	主 要 部 件
润滑系统	润滑、密封、清洁、冷却、防锈蚀、液压、减震	机油泵、机油滤清器、机油压力表、机油道等
冷却系统	保持发动机在适宜的温度下工作	冷却水泵、风扇、节温器、散热器、冷却水道等
起动系统	起动发动机	蓄电池、起动开关、起动马达等

汽车发动机的总体组成如图 1-2 所示。

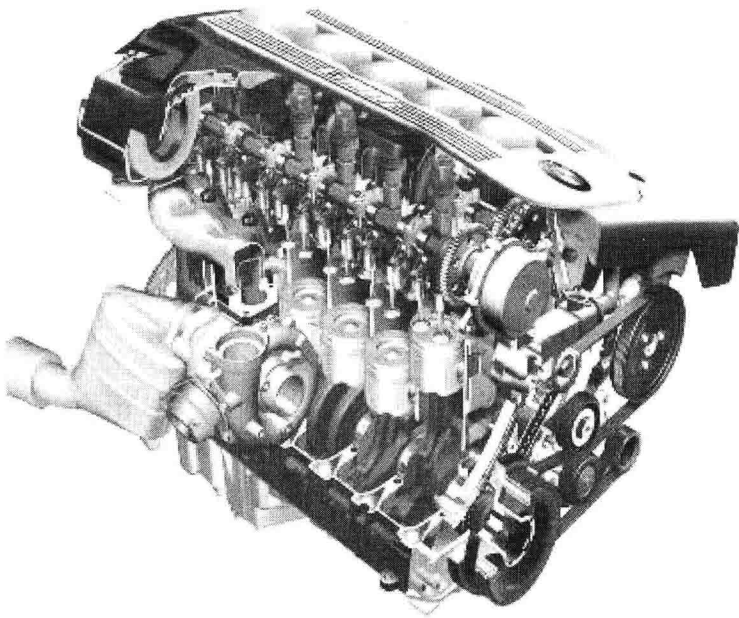


图 1-2 汽车发动机的总体组成（汽油机）

1.2 汽车发动机总体拆装

按照从感性到理性的认识规律，我们先进行发动机拆装。拆装时的安全注意事项及常用拆装工具的使用详见附录 1 和附录 2。

下面以上海大众桑塔纳 2000GSi 轿车的 4 缸发动机为例，介绍发动机拆装过程。

1.2.1 发动机总体拆卸

1. 发动机外部零部件拆卸

发动机外部零部件拆卸如图 1-3 所示。

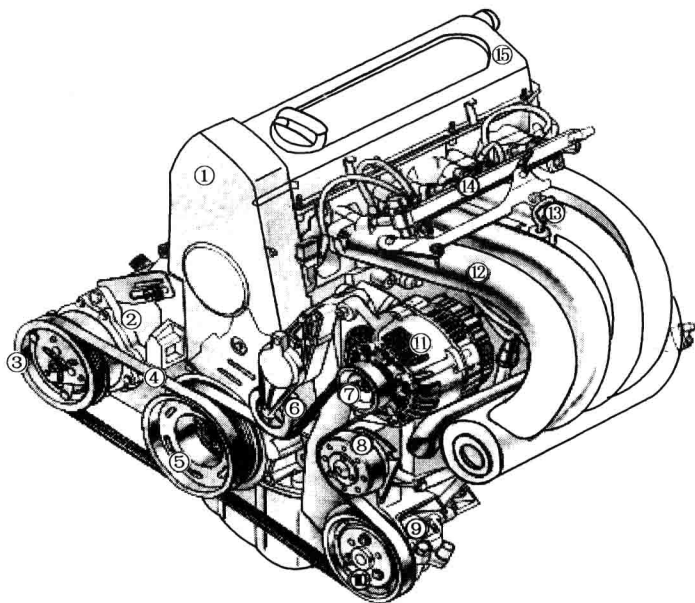


图 1-3 桑塔纳 2000GSi 发动机

1—正时齿形带护罩；2—空调压缩机；3—空调压缩机带轮；4—多楔带；5—曲轴带轮；6—张紧轮；
7—发电机带轮；8—导向轮；9—动力转向油泵；10—动力转向泵带轮；11—发电机；12—进气支管；
13—油尺；14—燃油分配管；15—汽缸罩盖

- (1) 旋松发电机 11 的固定螺钉，拆卸发电机。
- (2) 旋松曲轴带轮 5 的固定螺钉，拆卸曲轴带轮。
- (3) 抽出油尺 13。
- (4) 拆卸点火线圈组件及其外部连线。
- (5) 拆卸燃油分配管 14 的各连接油管及其固定螺钉，拆卸燃油分配管和喷油器。
- (6) 旋松进气支管 12 的固定螺钉，拆卸进气支管，取下进气支管垫片。
- (7) 旋松排气支管的固定螺钉，拆卸排气支管，取下排气支管垫片。
- (8) 用专用工具拆卸机油滤清器。
- (9) 拆卸发动机外部各进出水连接管。

2. 配气机构传动组件拆卸

- (1) 旋松正时齿形带护罩 1 (图 1-3) 的固定螺钉，拆卸正时齿形带护罩，观察凸轮轴正时齿形带轮 17 (图 1-4) 的记号，以备以后正确安装。
- (2) 旋松汽缸罩盖 15 (图 1-3) 的固定螺钉，拆卸汽缸罩盖。
- (3) 用专用工具旋转张紧轮 2 (图 1-5)，拆卸发动机的正时齿形带 4。
- (4) 拆卸曲轴齿形带轮 5 (图 1-5)、曲轴链轮、水泵齿轮带轮 3、张紧轮 2 和凸轮轴正时齿形带轮 1，拆下齿形皮带后防护罩。
- (5) 旋松凸轮轴 2 的轴承座盖 1 (图 1-6) 的固定螺钉，拆卸凸轮轴轴承座盖，取下凸轮轴和气门挺柱 3。

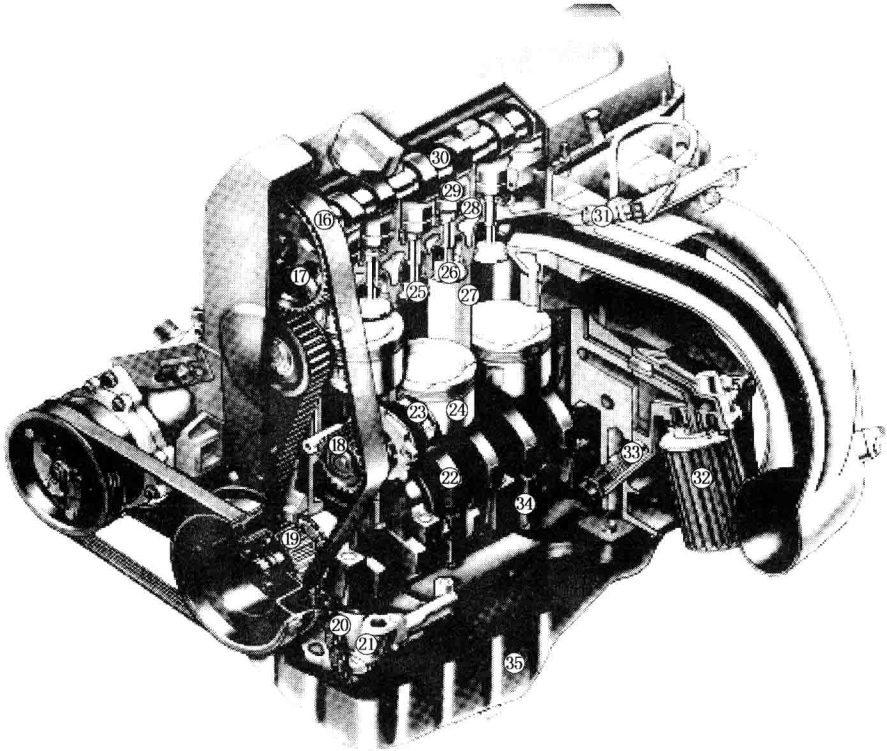


图 1-4 桑塔纳 2000GSi 轿车发动机剖视图

16—正时齿形带；17—凸轮轴正时齿形带轮；18—水泵齿形带轮；19—曲轴正时齿形带轮；20—机油泵链条；
21—机油泵；22—曲轴；23—水泵；24—活塞；25—排气门；26—进气门；27—汽缸体；28—汽缸盖；
29—挺柱；30—凸轮轴；31—喷油器；32—机油滤清器；33—限压阀；34—连杆；35—油底壳

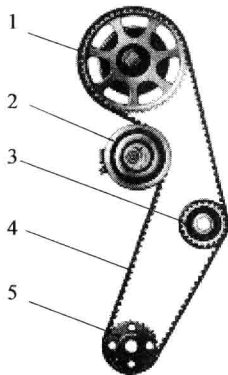


图 1-5 配气齿轮组件

1—凸轮轴正时齿形带轮；2—张紧轮；3—水泵齿轮
带轮；4—正时齿形带；5—曲轴齿形带轮

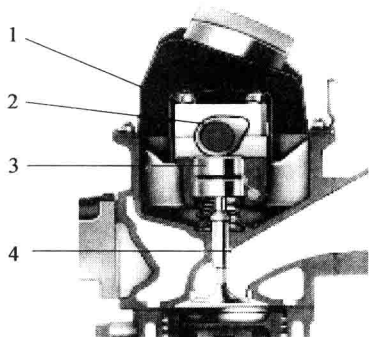


图 1-6 凸轮轴与气门组件

1—凸轮轴轴承盖；2—凸轮轴；3—气门挺柱；
4—气门

3. 机体组件拆卸

(1) 按图 1-7 数字所示的顺序从外到内拆下汽缸盖 28 (图 1-4) 的固定螺钉，抬下汽缸盖。

(2) 取下汽缸垫, 注意汽缸垫的安装朝向。

(3) 旋松油底壳的放油螺钉, 放出油底壳内机油。

(4) 翻转发动机, 拆卸油底壳紧固螺钉 (注意螺钉也应从两端向中间旋松), 拆下油底壳和油底壳密封垫。

(5) 旋松机油滤清器的固定螺钉, 拆卸机油滤清器、机油泵链轮和机油泵 21 (图 1-4)。

4. 气门组件的拆卸

(1) 取下挺杆体, 按顺序放好。

(2) 如图 1-8 所示, 用专用工具将气门弹簧座压下, 取下气门锁片, 拆出气门弹簧。

(3) 取下气门弹簧座、气门弹簧、气门油封和气门, 并按顺序放好, 不可混乱。

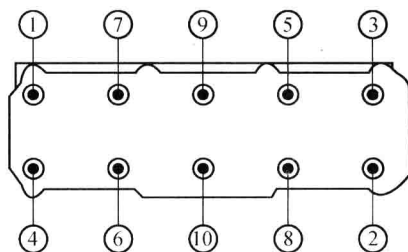


图 1-7 汽缸盖螺钉拆卸顺序

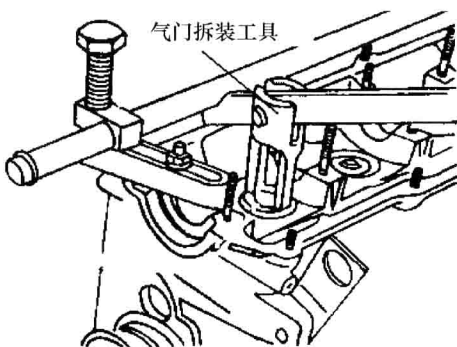


图 1-8 用专用工具拆卸气门

5. 发动机活塞连杆组拆卸

(1) 转动图 1-4 中的曲轴 22, 使发动机 1、4 缸活塞处于下止点。

(2) 分别拆卸 1、4 缸的连杆紧固螺母, 取下连杆轴承盖。注意: 连杆轴承盖与连杆体侧面有配对标记 (图 1-9), 应配对放好, 各缸连杆也应按顺序放好。

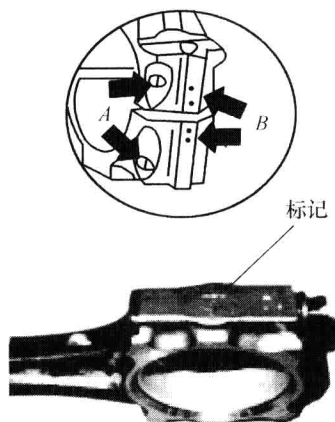


图 1-9 连杆标记

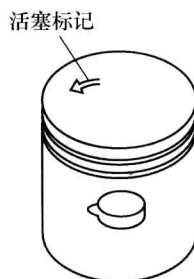


图 1-10 活塞标记

(3) 用橡胶锤或手锤木柄分别推出 1、4 缸的活塞连杆组件, 用手在汽缸出口接住并取出活塞连杆组件, 注意活塞安装方向 (图 1-10)。

- (4) 将连杆轴承盖、连杆螺栓、螺母按原位置装回，不同缸的连杆也不能互相调换。
- (5) 用同样方法拆卸 2、3 缸的活塞连杆组。
- (6) 采用专用的活塞环装卸钳拆装各缸活塞环（图 1-11）。
- (7) 采用卡簧嵌拆卸活塞销卡环（图 1-12）。

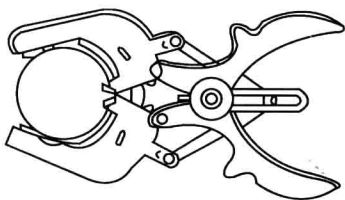


图 1-11 拆装活塞环

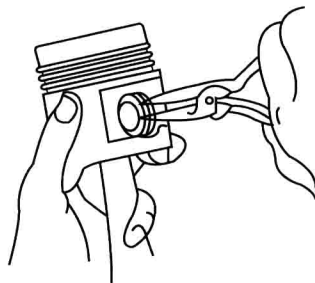


图 1-12 拆装活塞销卡环

(8) 在油压机上进行活塞销的拆卸。如无油压机，也可以将活塞连杆组浸入 60℃ 的热水或机油中加热，然后用专用工具进行拆卸。

6. 发动机曲轴飞轮组拆卸

(1) 旋松飞轮紧固螺钉，拆卸飞轮（飞轮较重，拆卸时注意安全）。

(2) 拆卸曲轴前端及后端密封凸缘及油封。

(3) 按图 1-13 螺钉序号从两端到中间旋松曲轴主轴承盖紧固螺钉，取下主轴承盖。注意：各缸主轴承盖有装配标记，不同缸的主轴承盖及轴瓦不能互相调换。

(4) 抬下曲轴，再将主轴承盖及垫片按原位装回，并将紧固螺钉拧入少许。注意曲轴推力轴承的定位及开口的安装方向。

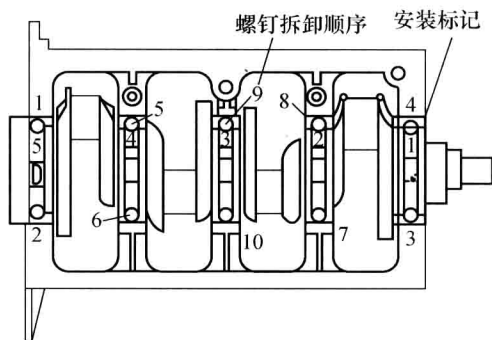


图 1-13 曲轴主轴承盖螺钉拆卸顺序

1.2.2 发动机总体装配

发动机安装时，应注意如下事项：

(1) 安装前应全面清洗发动机零部件，尤其是相互配合的运动件表面应保持清洁，并涂抹润滑油。

(2) 安装顺序一般与拆卸顺序相反，由内向外进行。

(3) 各配对的零部件不能互相调换，安装方向也应该正确。各零部件相对装配关系应保持正确。

(4) 各紧固螺钉应按规定力矩和方法拧紧。

1. 曲轴飞轮组件安装

(1) 在发动机机体上安装曲轴主轴瓦和推力轴承，并在轴瓦表面涂抹机油。

(2) 将曲轴平稳放入主轴瓦上, 注意推力轴承不要脱落或阻卡。

(3) 将主轴瓦装入主轴承盖中, 再把主轴承盖固定于发动机机体上, 按图 1-13 相反顺序和要求力矩 (桑塔纳 2000GSI 发动机为 $65\text{N} \cdot \text{m} + 90^\circ$) 分多次紧固螺钉。装配完毕, 用手摇转曲轴, 应该感觉轻松自如, 无阻卡, 否则应查找原因重新安装。

(4) 安装曲轴前、后油封。

(5) 安装飞轮部件, 采用专用工具固定飞轮 (图 1-14), 按要求拧紧飞轮固定螺栓 (桑塔纳 2000GSI 发动机拧紧力矩为 $60\text{N} \cdot \text{m} + 90^\circ$)。

2. 活塞连杆组件安装

(1) 采用专用工具 (图 1-11) 将活塞环装入活塞环槽内, 使各活塞环开口互相错开 120° 。注意: 活塞环有标记面朝向活塞顶。

(2) 将连杆瓦装入连杆, 在连杆瓦表面、曲轴连杆轴颈表面、活塞表面、汽缸壁表面涂抹机油。

(3) 采用专用工具 (图 1-15) 夹紧活塞环, 从汽缸顶端装入活塞连杆组件, 用手锤木柄将活塞组件推入汽缸。

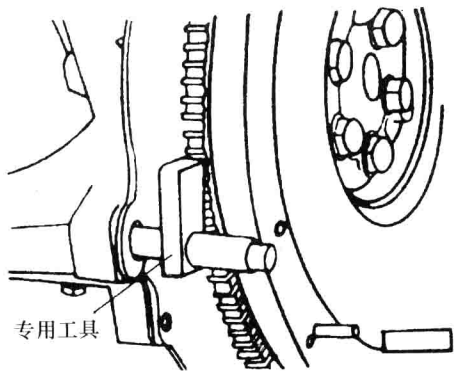


图 1-14 采用专用工具固定飞轮

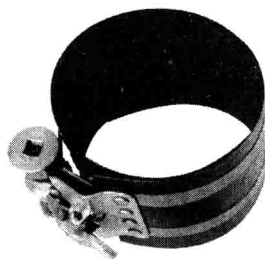


图 1-15 活塞环夹紧工具

(4) 安装连杆轴承盖, 拧紧连杆轴承盖螺母, 拧紧力矩为 $45\text{N} \cdot \text{m} + 90^\circ$ ($\text{M}9 \times 1$ 螺母) 或 $30\text{N} \cdot \text{m} + 90^\circ$ ($\text{M}8 \times 1$ 螺母), 并且每缸的两个螺母应交替拧紧。

3. 气门组件与配气凸轮轴的安装

(1) 采用如图 1-8 所示的专用工具, 将气门、气门弹簧等组件装入汽缸盖。再装入挺杆体。

(2) 润滑配气凸轮轴承表面, 安装凸轮轴和轴承盖, 先交替对角拧紧 2、4 号轴承盖, 拧紧力矩为 $20\text{N} \cdot \text{m}$; 后安装 1、3、5 号轴承盖, 拧紧力矩为 $20\text{N} \cdot \text{m}$ 。注意: 安装凸轮轴时, 第一缸的凸轮必须朝上; 安装凸轮轴轴承时, 要保证孔的上下部分对准。

(3) 将半月键安装到凸轮轴上, 安装凸轮轴同步带轮, 并拧紧到 $100\text{N} \cdot \text{m}$ 。

4. 机体组件安装

(1) 安装机油粗滤清器、机油泵链轮和机油泵, 装回油底壳密封垫和油底壳。注意: 油底壳紧固螺钉应从中间向两端旋紧。