

中高职衔接系列教材

汽车发动机 构造与检修

主编 周华新



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

中高职衔接系列教材

汽车发动机 构造与检修

主编 周华新



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材是中高职衔接系列教材之一，本教材属于汽车类专业的必修课程。

本教材主要介绍常用汽车发动机的构造原理和维修技术，全部采用项目驱动的方案，通过“教、学、做”一体化模式组织教学，显现出鲜明的高等职业教育特色，共由8个项目组成：项目1认识车用发动机的基本构造原理、项目2曲柄连杆机构的构造及检修、项目3配气机构及故障排除、项目4燃油供给系统及故障排除、项目5发动机润滑与冷却系统及故障排除、项目6点火系统及故障排除、项目7起动系统检修与常见故障排除、项目8发动机综合故障排除。

本教材是针对汽车类高等职业教育编写的，适合高职高专院校相关专业作为教材，也可以作为各类业余大学、函授大学、电视大学及中等职业学校相关专业的教学参考书，并可供相关专业工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检修 / 周华新主编. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2016.6
中高职衔接系列教材
ISBN 978-7-5170-3961-7

I. ①汽… II. ①周… III. ①汽车—发动机—构造—
高等职业教育—教材②汽车—发动机—车辆修理—高等职
业教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第316564号

书 名	中高职衔接系列教材 汽车发动机构造与检修
作 者	主编 周华新
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 11.25印张 267千字
版 次	2016年6月第1版 2016年6月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	25.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

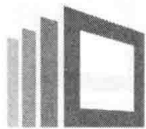
版权所有·侵权必究

中高职衔接系列教材 编委会

主任	张忠海		
副主任	潘念萍	陈静玲(中职)	
委员	韦弘	龙艳红	陆克芬
	宋玉峰(中职)	邓海鹰	陈炳森
	梁文兴(中职)	宁爱民	韦玖贤(中职)
	黄晓东	梁庆铭(中职)	陈光会
	容传章(中职)	方崇	梁华江(中职)
	梁建和	梁小流	陈瑞强(中职)
秘书	黄小娥		

本书编写人员

主编	周华新		
副主编	黄昌海(中职)	巫尚荣	
参编	梁小流	邓登云	欧杨彪(中职)
主审	罗世强		



本教材全面贯彻以行动引导型教学法组织教材内容的指导思想，采用项目载体、任务驱动的方案通过“做、学、教”一体化模式组织教学，显现出鲜明的高等职业教育特色。全书由8个项目、19个实训任务组成，每个项目都由实践性和趣味性较强的实训任务开头，按从感性到理性、从形象到抽象的认知规律设计内容和教学，突出以能力为本位、以应用为目的的指导思想，遵循做中学、做中教的理论实践一体化教学模式构建课程内容体系；本着加强操作技能训练、理论够用为度的理念，精心挑选内容。

看图操作是本教材的特色。每个项目开头的学习任务，都以实训指导的方式组织教学，一方面使学生的操作技能得到强化训练，更重要的是对本项目涉及的内容在结构上有全面清晰的认知；考虑到中职升高职的生源特点，操作步骤按看图操作的形式配备了大量图片。全书无论是在内容选择处理还是在教学方法的运用上，都符合生源来自中职的高职汽车类专业和相近专业的教学需要和当前我国高等职业教育的发展方向。

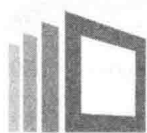
本教材的编审团队，主要由既具有丰富的汽车维修实践经验又有多年的职业教育教学经验的教师组成，既有中职的教师，也有高职的教师，这是本教材总体质量及其适应中高职衔接的根本保障。

本教材编审人员和分工为：广西水利电力职业技术学院周华新编写项目3和项目8、巫尚荣编写项目4、梁小流编写项目7、邓登云编写项目5，广西第一工业学校的黄昌海编写项目2和项目6、欧杨彪编写项目1。本教材由周华新担任主编，黄昌海、巫尚荣担任副主编。全书由广西水利电力职业技术学院巫尚荣、周华新统稿。北海汽车销售有限公司总裁罗世强担任本书主审，他对本教材提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于我国基于行动引导型教学法组织内容、按“做、学、教”一体化模式组织教学的高等职业教育教材建设的时间还不长，中高职衔接的教材建设刚刚起步，加之作者水平有限等因素，书中难免存在缺点和错误，恳请广大同行及读者批评指正。

编者

2016年3月



前言

项目 1 认识车用发动机的基本构造原理	1
任务 1.1 认识发动机基本结构原理实操指导	1
任务 1.2 发动机基本结构原理相关知识	2
【拓展知识】 转子发动机	5
习题	6
项目 2 曲柄连杆机构的构造及检修	7
任务 2.1 曲柄连杆机构检修	7
任务 2.2 曲柄连杆机构工作原理及结构分析	15
【拓展知识】 平衡轴技术	33
习题	34
项目 3 配气机构及故障排除	37
任务 3.1 配气机构检修	37
任务 3.2 配气机构结构分析	43
习题	53
项目 4 燃油供给系统及故障排除	56
任务 4.1 燃油供给系统检修实操指导	56
任务 4.2 燃油供给系统结构分析	64
任务 4.3 柴油机燃油供给系统分析	72
任务 4.4 进、排气装置分析	88
【拓展知识】 汽油机缸内直喷技术	91
习题	93
项目 5 发动机润滑与冷却系统及故障排除	97
任务 5.1 发动机润滑与冷却系统检修	97
任务 5.2 发动机润滑与冷却系统结构分析	102
习题	117
项目 6 点火系统及故障排除	120
任务 6.1 点火系统检修	120
任务 6.2 点火系统结构原理分析	130
【拓展知识】 其他形式点火系统及常规维修思路	133

习题	137
项目 7 起动系统检修与常见故障排除	139
任务 7.1 汽车起动系统检修与常见故障诊断排除	139
任务 7.2 发动机起动系统的功用与结构分析	144
习题	147
项目 8 发动机综合故障排除	150
任务 8.1 发动机油电路综合故障检修	150
任务 8.2 发动机润滑与冷却系统综合故障检修	154
任务 8.3 发动机其他综合故障检修	157
【拓展知识】 发动机走合及性能调试	168
习题	169
参考文献	171

认识车用发动机的基本构造原理

【学习目标】

知识目标：

- (1) 了解车用发动机的功用、类型、基本组成和工作原理。
- (2) 理解发动机常用基本术语。

技能目标：

获得与人沟通的初步训练，掌握现场访问和技术调查的基本方法。

【教学实施】

将学生分小组，每组的 5 人左右，先对实训室、汽车班等校园内有汽车的部门和个人进行访问及调查；然后在“教、学、做”一体化教室用模型讲解其基本结构和工作原理；最后介绍主要的性能指标。

任务 1.1 认识发动机基本结构原理实操指导

【本任务内容简介】

现场访问调查车主以及关于发动机基本结构和工作原理的学习。

1.1.1 现场访问及调查

- (1) 对车主进行访问，了解汽车的类型、发动机的功用和型号。在访问过程中，首先要注意文明礼貌，只有取得车主的信任和好感才能有效地获得相关知识。
- (2) 观察发动机的总体组成、动力输出方式、型号印记部位。
- (3) 用文字和简图记录访问及调查的成果。

1.1.2 基本工作原理学习

在“教、学、做”一体化教室，通过观察模型和听取老师的讲解，了解发动机的基本结构和工作原理，重点弄清楚一些问题。

- (1) 内燃机的四个工作过程与往复式活塞式四行程内燃机的四个活塞行程的对应关系。
- (2) 常用术语，如上止点、下止点、汽缸工作容积、汽缸排量、发动机的工作容积和排量、活塞行程、燃烧室容积、压缩比等。
- (3) 汽油机的两大机构五大系统和柴油机的两大机构四大系统的作用原理和结构组成。
- (4) 柴油机与汽油机的主要区别，包括工作原理、结构组成和性能参数等方面的区别。

任务 1.2 发动机基本结构原理相关知识

【本任务内容简介】

发动机的分类以及工作原理、基本结构、术语及发动机型号编制规则等。

1.2.1 汽车用发动机的分类与基本工作原理

1. 汽车用发动机的分类

发动机是汽车的动力源，是把某种形式的能源转变成机械能的机器。一般地，汽车发动机广泛采用内燃机。近年来，由于感到石油资源近乎枯竭，开始重视采用再生能源（如燃料电池等）作为汽车动力。内燃机是将燃料在其燃烧室中燃烧所产生的热能直接转化为机械能的一种动力机械，分为旋转式和活塞式两大类，汽车上广泛采用的活塞式内燃机又分为往复式活塞式和旋转活塞式两类。其中，目前普遍使用往复式活塞式内燃机作为汽车动力，根据不同的分类方法，往复式活塞式内燃机又可分为很多种，详见表 1.1。

表 1.1 往复式活塞式内燃机的类型

序号	分类性质	常见类型	备注
1	按使用燃料分	汽油机、柴油机、煤气机、气体燃料机、多种燃料机	汽油机和柴油机应用广泛，可惜石油藏量有限
2	按着火方式分	点燃式、压燃式	压燃式省去点火系统使结构简化、故障率降低
3	按冷却方式分	水冷式、风冷式	水冷式工作可靠、冷却强度大使体积减小，风冷式仅用于缺水的场合，如沙漠用机和军用机等
4	按进气状态分	增压式、非增压式	增压式目前只用于重型机和高档轿车
5	按燃料供给分	化油器式、汽油喷射式、直接喷射式	直接喷射式多用于柴油机
6	按行程数分	二行程、四行程	二行程机因效率低和排放污染等问题已极少用
7	按汽缸数分	单缸机、多缸机（2缸、3缸、4缸、6缸、8缸、12缸）	奇数缸机型因动平衡困难已很少使用
8	按汽缸布置分	直列式、对置式、斜置式、卧式、V形布置、W形布置	6缸机以下广泛采用直列式，8缸机以上多采用V形布置

2. 汽油发动机的工作原理

如图 1.1 (a) 所示，主要由活塞 6、气缸体 5 和气缸盖 2 围成的工作空间构成内燃机的气缸。活塞 6、连杆 7、曲轴 8 和气缸体 5 组成曲柄连杆滑块机构，曲轴转动时，活塞就沿着气缸体内壁作往复运动。这样，随着活塞的上下运动就会使内燃机的气缸容积从大变小又从小变大。在气缸盖 2 上安装的进气门 4 和排气门 1 靠弹簧紧密关闭，用以控制气缸与外界的联系。下面按四行程汽油机的四个工作行程来说明其基本工作原理。

(1) 进气行程。当活塞从下往上运动到达最高点（这个点称为活塞行程上止点）后，随着曲轴转动，活塞开始从上往下运动，此时顶开进气门 4，排气门 1 处在关闭状态，内

燃机的气缸容积也从小变大，造成一定的真空度，外界可燃气体被吸人气缸，如图 1.1 (a) 所示。

(2) 压缩行程。当活塞从上往下运动到达最低点（这个点称为活塞行程下止点）后，随着曲轴转动，活塞开始从下往上运动，此时关闭进气门 4，排气门 1 仍在关闭状态，气缸成为密封工作腔，在容积从大变小的过程中气缸内气体被压缩，压力和温度逐渐升高，如图 1.1 (b) 所示。当活塞到达上止点时，密封的气缸内压力和温度达到最高值，压力约为 $0.6\sim 1.2\text{MPa}$ 、温度约为 $600\sim 700\text{K}$ ，为燃烧创造了良好的条件。

(3) 做功行程。在压缩行程终了时，进、排气门都处在关闭状态，使火花塞 3 产生火花，点燃处于高温高压的可燃混合气。可燃混合气的迅速燃烧，放出大量的热量使密封的气缸内温度和压力急剧上升，可达压力 $3\sim 5\text{MPa}$ 、温度 $2200\sim 2800\text{K}$ ，如图 1.1 (c) 所示。此时，活塞已开始从上往下运动，作用在活塞顶的气压力通过连杆 7 推动曲轴转动，对外输出机械功。在活塞从上往下运动的过程中，气缸内的温度和压力逐渐下降，在做功行程终了时，压力为 $0.3\sim 0.5\text{MPa}$ 、温度为 $1300\sim 1600\text{K}$ 。

(4) 排气行程。在做功行程即将终了时，顶开排气门 1，进气门 4 处在关闭状态。燃烧后的废气在余压下从气缸内迅速排出。同时，随着曲轴转动，活塞开始从下往上运动，实行强制排气，如图 1.1 (d) 所示。当活塞越过上止点、开始从上往下运动时，关闭排气门，排气行程结束。

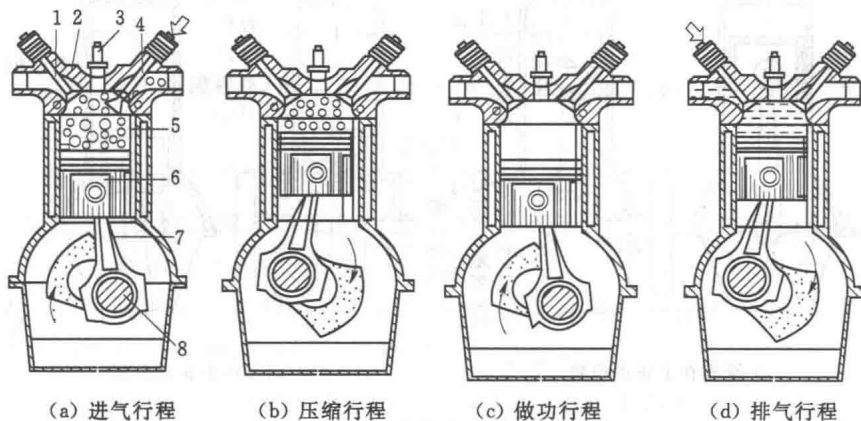


图 1.1 四行程汽油机工作原理示意图

1—排气门；2—气缸盖；3—火花塞；4—进气门；5—气缸体；6—活塞；7—连杆；8—曲轴

在排气行程即将结束时，进气门开始打开，开始下一个工作循环的进气行程。至此，我们可以得出结论：内燃机一个工作循环要经过进气、压缩、做功、排气四个阶段；四行程内燃机一个工作循环要经过进气、压缩、做功、排气四个活塞行程。

3. 柴油机的工作原理

四行程柴油机的工作原理与汽油机的基本相同，结构组成相近，其基本结构只要把图 1.1 中的火花塞改成喷油嘴即可。所不同的主要是：①汽油机进气时进的是可燃混合气而柴油机进的是空气，柴油机在做功行程开始之前才由喷油嘴向气缸内喷射燃油，并在短时间内因雾化和经高温蒸发使之与空气迅速混合成可燃混合气；②汽油机为点燃式而柴油机

为压燃式，柴油机压缩行程终了时，气缸内的温度和压力超过了柴油的燃烧条件，压力为 3.5~4.5MPa、温度为 750~1000K。

1.2.2 发动机的基本结构和型号编制规则

1. 发动机的基本结构组成

由上述有关发动机基本工作原理的学习可知，汽油发动机除了基本机械构成外，还需要有供油、配气、点火等装置才能完成工作循环，另外还要注意要长时间维持正常的工作循环，还应该对机械相对运动部位实施润滑、对气缸等受高温的部位实施冷却，要正常启动还需要启动装置。因此，汽油发动机的总体结构组成为：①曲柄连杆机构；②配气机构；③进排气系统；④燃料供给系统；⑤润滑系统；⑥冷却系统；⑦点火系统；⑧启动系统。

因为柴油机是压燃式内燃机，无需点火系统，故柴油机的总体结构组成为：①曲柄连杆机构；②配气机构；③进排气系统；④燃料供给系统；⑤润滑系统；⑥冷却系统；⑦启动系统。

2. 发动机的结构基本术语

- (1) 上止点。活塞顶部离曲轴中心的最远处，即活塞的最高位置，如图 1.2 (a) 所示。
- (2) 下止点。活塞顶部离曲轴中心的最近处，即活塞的最低位置，如图 1.2 (b) 所示。

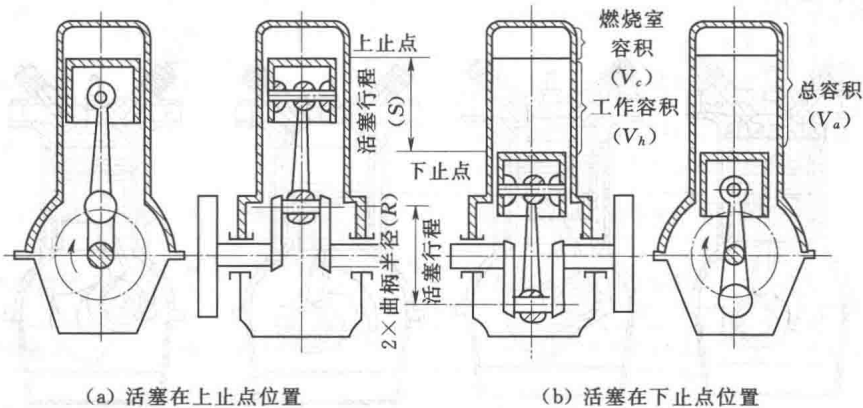


图 1.2 发动机基本术语示意图

- (3) 活塞行程。上、下止点之间的距离，常用 S 表示。
- (4) 曲柄半径。曲轴旋转中心与连杆轴颈中心的距离，常用 R 表示。
- (5) 气缸工作容积。指活塞从上止点到下止点所扫过的容积，也称气缸排量，常用 V_h 表示。
- (6) 燃烧室容积。活塞处于上止点位置时，其顶部以上存留的空间称为燃烧室，燃烧室的容积常用 V_c 表示。
- (7) 气缸总容积。活塞处于下止点位置时，其顶部以上的全部空间，常用 V_a 表示。显然有 $V_a = V_h + V_c$ 。
- (8) 压缩比。气缸总容积与燃烧室容积的比值，常用 ϵ 表达。显然有 $\epsilon = V_a / V_c$ 。它表示了气缸内气体被压缩的最大程度，决定着压缩行程终了时气缸内气体的压力和温度。

一般汽油机取 $\epsilon=6\sim 10$ 、柴油机取 $\epsilon=15\sim 22$ 。

3. 发动机的产品名称和型号编制规则

发动机的产品名称和型号编制执行国家标准 GB/T 725—1991《内燃机产品名称和型号编制规则》，下面介绍该标准的主要内容，如图 1.3 所示。

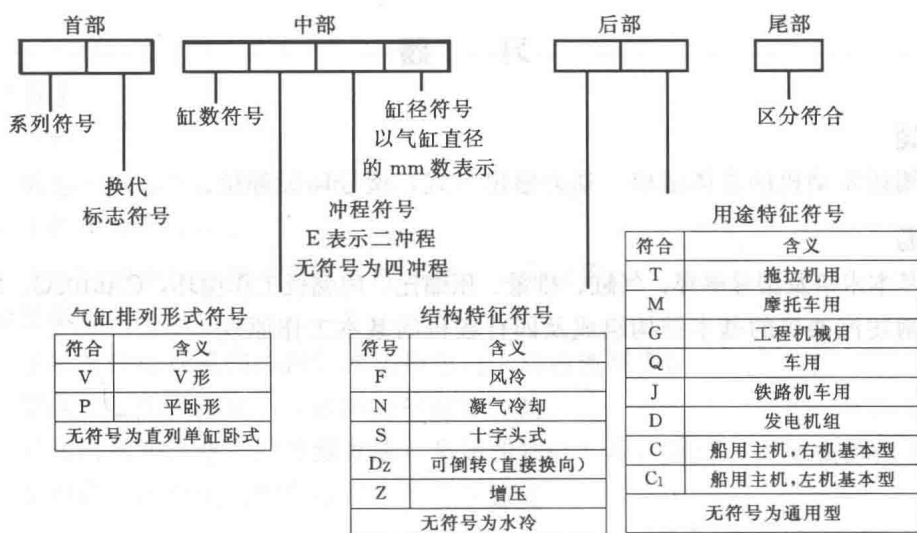


图 1.3 发动机产品型号编制规则

(1) 发动机的产品名称均按所采用的燃料命名。例如柴油机、汽油机、煤气机、沼气机等。

(2) 发动机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成。

(3) 发动机型号应能反映发动机的主要结构特征和性能，由下列四部分内容组成：

1) 首部：用产品系列符号和换代标志符号表示。

2) 中部：由缸数符号、行程符号、气缸排列形式符号、缸径符号组成。

3) 后部：用结构特征和用途特征的符号以字母表示。

4) 尾部：是同一系列产品之间的区分符号，主要是技术改进的区分。

例如：

12V110F，表示 12 缸、V 形排列、四行程、气缸直径为 110mm、风冷式、非增压型发动机。

4100Q-4，表示 4 缸、直列、四行程、气缸直径 100mm、水冷式、非增压车用第四种变型发动机。

X4105，表示 X 系列、4 缸、直列、四行程、气缸直径为 105mm、水冷式、非增压型发动机。

【拓展知识】 转子发动机

一般发动机是往复运动式发动机，工作时活塞在气缸里做往复直线运动，为了把活塞

的直线运动转化为旋转运动，必须使用曲柄滑块机构。转子发动机则不同，它直接将可燃气的燃烧膨胀力转化为驱动扭矩。与往复式发动机相比，转子发动机取消了无用的直线运动，因而同样功率的转子发动机尺寸较小，重量较轻，而且振动和噪声较低，具有较大优势。

习 题

实操题

现场阐述发动机的总体组成、动力输出方式、型号印记部位。

理论题

- (1) 基本术语及型号解释：气缸、排量、压缩比、内燃机工作循环，CA6102Q、BJ492Q。
- (2) 阐述汽油机的基本结构组成及四行程机的基本工作原理。

曲柄连杆机构的构造及检修

【学习目标】

知识目标：

- (1) 熟悉曲柄连杆机构的功用、组成和工作原理。
- (2) 了解修理尺寸法。
- (3) 掌握曲柄连杆机构主要零件的名称、装配位置。

技能目标：

- (1) 掌握曲柄连杆机构的拆装方法和专用工具的使用方法。
- (2) 掌握气缸盖平面度、气缸磨损的检修方法。
- (3) 掌握活塞和活塞环的检测方法，掌握曲轴的弯曲、圆度、圆柱度检测方法。
- (4) 掌握曲柄连杆机构装配过程中的各项检查。

【教学实施】

将学生分小组，每组 5 人左右，首先在实训室进行活塞连杆机构的拆装；其次在教室讲述曲柄连杆机构及其相应零部件的结构特点、功用和工作原理；然后在实训室对各零部件进行检测维修；最后由组长进行组内考核，再由教师进行考核，要求人人合格。

任务 2.1 曲柄连杆机构检修

【本任务内容简介】

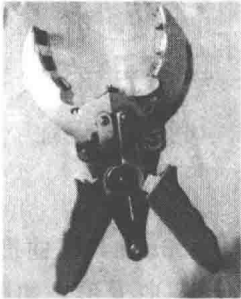
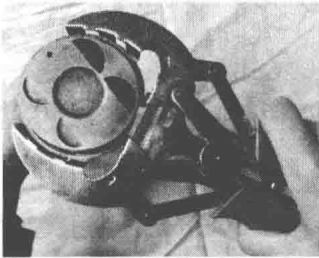
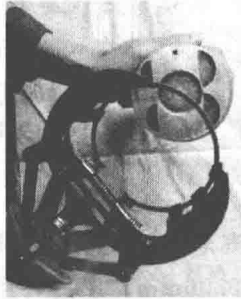
曲柄连杆机构组件的拆装、检测、维修和调整等。

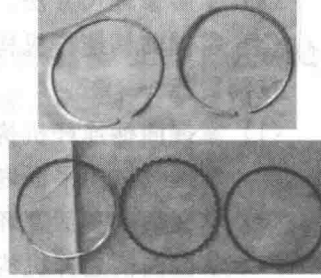
2.1.1 活塞环的拆装

活塞环的拆装步骤见表 2.1。

表 2.1

活塞环的拆卸

		
(1) 活塞环钳	(2) 用活塞环钳撑开第一道活塞环	(3) 拆下第一道活塞环

		
<p>(4) 用活塞环钳撑开第二道活塞环</p>	<p>(5) 拆下第二道活塞环</p>	<p>(6) 手动拆卸油环上、下刮片</p>
		
<p>(7) 取下油环上、下刮片</p>	<p>(8) 手动拆下油环衬簧</p>	<p>(9) 拆卸结束, 安装顺序相反</p>

2.1.2 活塞连杆组件的检修和调整

1. 连杆变形的检测

(1) 检查连杆大小端孔有无损伤。取下连杆轴承，清洗干净大头内孔，将轴承盖装在连杆体上，并按标准力矩拧紧连杆螺栓。

(2) 依照连杆小头孔径选取标准心轴，穿入连杆小头孔内，或用符合尺寸的活塞销代替。

(3) 将连杆大头装在检验器的横轴上，使定心块向外扩张，将连杆固定在检验器上。

(4) 将三点规的 V 形块跨放在连杆小端的心轴上或活塞销上，轻轻移动使测点接触平板。观察测点与平板的接触情况，并用塞尺测量其间隙。弯曲度的测量如图 2.1 (a) 所示，扭曲度的测量如图 2.1 (b) 所示。



图 2.1 连杆的检验与校正

汽车修理技术标准规定，连杆在 100mm 长度上弯曲值不大于 0.03mm，扭曲度值不大于 0.06mm，超过许用数值应进行校正或更换。校正时，应先校正扭曲变形，如图 2.1 (c) 所示，再校正弯曲变形，如图 2.1 (d) 所示。随着零配件产业的发展，连杆的生产

成本不断降低,因此,维修企业和车主直接采用新的连杆配件,而不再使用校正过的连杆,这样更节约劳动力成本和时间,同时有效地保证维修质量。在更换新的连杆配件时,应该保证新旧连杆的重量误差不得超过 5g,否则会影响其运动的平衡。

2. 活塞的选择、分级修理

(1) 测量活塞直径。活塞测量的部位,如图 2.2 所示。

用外径千分尺从活塞裙部底边向上约 10mm 处测量活塞的横向直径,并分别记录下每个活塞的直径。当发现某一个活塞尺寸比标准值小 0.1mm 时,需要整组更换。

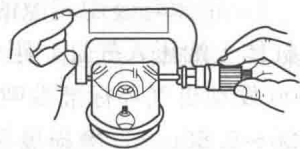


图 2.2 测量活塞直径

(2) 测量活塞的质量。用弹簧秤称出每个活塞的质量,并记录下每个活塞的质量。

(3) 活塞的分组。一台发动机上使用的活塞材质、性能、质量、尺寸应一致,同一组活塞的直径差不能大于 0.025mm,质量的差别不能超过 3%。

(4) 活塞的选配。发动机大修或更换气缸(或气缸套)时,应同时更换全部活塞。活塞的选配应按照气缸的修理尺寸法来决定。加大用“+”号表示,刻在活塞顶上,以供识别。活塞的修理尺寸可以逐级或越级选配。

修理尺寸法:我国规定汽车零件有六级修理尺寸,在原标准尺寸的基础上,直径每加大(或减小)0.25mm 为一级。加大的活塞是非标准件,现代配件生产企业大多不生产,而是用标准件取代加大的活塞。

3. 活塞环的选配

活塞环的选配应按照气缸的修理尺寸法,选配与气缸、活塞相适应的同级活塞环。

(1) 活塞环的检验。

1) 活塞环弹性的检验。如图 2.3 所示,将活塞环放在检验器的凹槽里,环的开口向外。将杠杆压在活塞环上,移动杠杆上的重锤,将活塞环的开口间隙压至所规定的尺寸,荷重应符合技术规定。

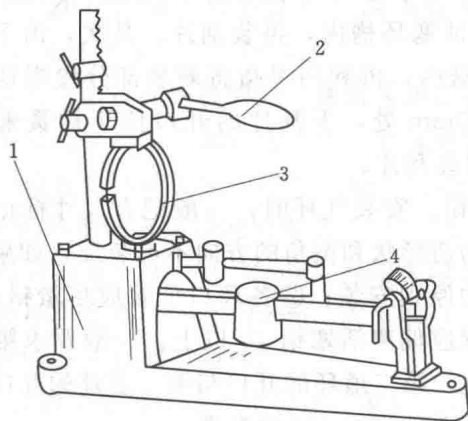


图 2.3 活塞环弹性的检验

1—检验仪; 2—手柄; 3—活塞环; 4—重锤

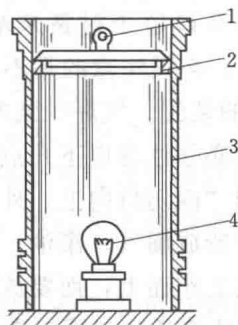


图 2.4 活塞环漏光的检验

1—遮光板; 2—活塞环; 3—气缸; 4—灯泡

2) 活塞环漏光的检验。如图 2.4 所示,将活塞环平放在已镗好的气缸内,用活塞顶

部推平活塞环。在活塞环上盖一个比气缸略小的硬纸板做成的遮光板，在气缸下部放置灯照明，观察活塞环外圆与气缸壁之间是否漏光。漏光度的技术要求：开口处左右对应的圆心角 30° 范围内不允许漏光；同一活塞环上漏光不应多于两处；每处漏光弧长所对应的圆心角不得超过 25° ；同一活塞环上漏光弧长所对应的圆心角总和不超过 45° ；漏光缝隙不大于 0.03mm 。

3) 活塞环装配间隙的检查：①端隙的检查，如图 2.5 所示，用活塞顶部将活塞环从气缸体上端压入气缸，距气缸边缘大约为 15mm ，用塞尺测量活塞环的开口间隙；桑塔纳 2000 发动机气环标准端隙为 $0.20\sim 0.40\text{mm}$ ，磨损极限值为 0.50mm ；刮油环标准端隙为 $0.25\sim 0.50\text{mm}$ ，磨损极限值为 0.50mm ；②背隙的检查，将环放入相应环槽并按到底，用深度游标卡尺测出活塞环沉入环岸的数值，即为背隙，该值一般为 $0.35\sim 0.50\text{mm}$ ；③侧隙的检查，如图 2.6 所示，把活塞环放在各自的环槽内，围绕环槽滚行一周，应能自由滚动。用塞尺按规定测量其间隙的大小。桑塔纳 2000GSi 发动机气环标准侧隙为 $0.06\sim 0.09\text{mm}$ ，磨损极限值为 0.20mm 。刮油环标准侧隙为 $0.03\sim 0.06\text{mm}$ ，磨损极限值为 0.15mm 。



图 2.5 活塞环端隙的测量

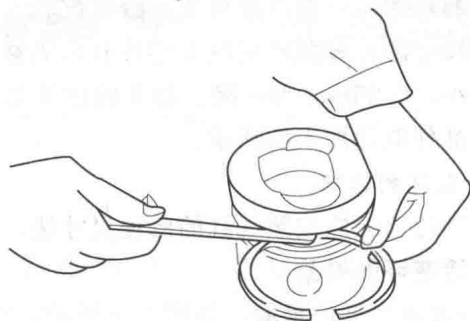


图 2.6 活塞环侧隙的测量

(2) 活塞环的装配。活塞环的装配应按油环到气环的顺序由下往上逐环装配。

1) 三片式油环的装配。首先将衬簧装入活塞环槽内，再装刮片。其次，由于刮片分上、下片，装置时先将刮片一端装入活塞环槽内，再利用手指将剩余部分慢慢地压入槽内。上刮片的开口位于衬簧末端左边 $25\sim 30\text{mm}$ 处，下刮片的开口位于衬簧末端右边 $25\sim 30\text{mm}$ 处。必须注意的是不能用活塞环钳装刮片。

2) 气环的装配。气环的装配应用活塞环钳。安装气环时，一般把有尺寸标记的一面朝向。安装时必须注意以下几点：①活塞环构造形状和倒角的方向不可装反，如果是扭曲环，一般按照“内切口向上、外切口向下”的原则安装；②各环口位置应尽量错开分布，以免端口重叠造成漏气、窜油；③各环口位置应偏离活塞销 45° 以上。一般要求第一道环开口不得放在工作面上，而要放在非工作面上，第二道环的开口与第一道环的开口要错开 180° ，第三道环的开口与第二道环的开口又要错开 180° ，以此类推。

2.1.3 曲轴飞轮组件的检修与调整

1. 曲轴的检修

(1) 曲轴裂纹的检修。曲轴的裂纹多产生在曲柄臂与轴颈的过渡圆角处和油孔处，曲