

● 高职高专汽车运用技术 **实训指导书**

汽车发动机 总成拆装

伊广德 主编



上海科学技术出版社

高职高专汽车运用技术实训指导书

汽车发动机总成拆装

主 编 伊广德

上海科学技术出版社

内容提要

本书系“高职高专汽车运用技术实训指导书”之一。涉及的内容有：机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组、配气机构的拆装，气门间隙的检查与调整，冷却系、润滑系、化油器、汽油机直喷系统、喷油泵、喷油器的拆装，发动机的清洗、总装和磨合，汽车发动机的故障分析等。

本书以职业能力为核心，以任务为学习单元，整合了所需要掌握的技能 and 知识点，淡化了理论和原理，图文并茂，实用性强。不但适合高职和中职院校作为教材使用，也适用于技术工人的继续教育。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机总成拆装/伊广德主编. --上海:上海科学技术出版社,2007.1

高职高专汽车运用技术实训指导书

ISBN 7—5323—8657—0

I. 汽... II. 伊... III. 汽车—发动机—装配(机械)—高等学校:技术学校—教学参考资料
IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 115905 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 6.25

字数 150 000

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—2 250

定价 15.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题，
请向工厂联系调换

《高职高专汽车运用技术实训指导书》丛书

编 委 会

(按姓氏笔画排序)

刘宇虹	汤定国	许 涛	张孝三
李春明	顾卫东	黄 虎	葛贤康

前 言

改革开放以来,我国经济持续高速发展,世界制造业不断向我国转移,中国已成为世界的制造中心。汽车制造业近 20 年来发展迅猛,从上世纪 80 年代中德合作生产桑塔纳至今,几乎所有国际名车厂商在我国都有了合作生产基地。同时,随着人民的物质生活水平日益提高,汽车已越来越多地走进了家庭,汽车消费市场越来越大。

目前,我国工科类职业院校大多设有汽车专业,培养汽车生产、维修、营销的第一线技术人才。此专业生源丰富,就业广阔,潜力厚实。但是,目前各职业院校在教学中大多采用大学本科院校使用的教材,与职业院校人才的培养方向存在着相当的不适应性,尤其是对于学生能力培养的实训指导书更是少之又少。2005 年,全国职业教育工作会议对职业教育提出了“以就业为导向”的办学要求,建立“以职业能力为核心”的职业教育课程体系,这一观点已被大家认同。鉴于上述情况,我们根据国内高职高专汽车专业教学的需要和特点,组织相关专家和教师编写了这套实训指导书,其特点是:

(1) 模块化教学:一本书即为一个学习模块,由若干个可操作的项目组成,使其具有最大的亲和性和灵活性。

(2) 目的明确:以学员为中心的编写模式,便于学员学习。将实训的时间、目的、要求、器材、步骤、考核要求和评分标准明确无误地告知学员,使学员掌握学习的主动权。

(3) 轻松学习:图文并茂、按实训步骤的编写方式,方便学员学习;最后的考评标准既方便了学员自我检查,又提高了学习的积极性。

(4) 一体化教学:每个项目最后都整合了与本项目相关的技能和知识点,极大地减少了学员学习各基础理论学科的负担,使“理论为实践服务”和“理论够用为好”成为可能,提高了教与学的效率和效果。学员既可以在项目开始前预习这些知识点,为即将实践的项目打好基础;也可在完成项目后复习这些知识点,从而更深刻地理解它们的工作原理。

(5) 适用面广:本套教材不但适用于高职高专院校、中职院校的教学,而且也适用于技术工人的继续教育。

本丛书在策划、编写和审稿过程中,得到了许多学校教师、行业专家的支持和帮助,特别是章锦鸣、印镇元审核了本丛书的大纲,在此深表感谢。

由于编写时间仓促,书中的错误和不完善之处在所难免,恳请广大师生提出宝贵的意见(电子邮箱:pebooks@163.com)。

编 者

2006 年 10 月

目 录

项目 1 机体组的拆装.....	1
项目 2 活塞连杆组的拆装	8
项目 3 曲轴飞轮组的拆装	15
项目 4 配气机构的拆装.....	21
项目 5 气门间隙的检查与调整	32
项目 6 冷却系的拆装.....	34
项目 7 润滑系的拆装.....	40
项目 8 化油器的拆装.....	46
项目 9 汽油机直喷系统的拆装	52
项目 10 喷油泵的拆装.....	63
项目 11 喷油器的拆装.....	70
项目 12 发动机的清洗、总装和磨合	73
项目 13 汽车发动机的故障分析	83

项目1 机体组的拆装

一、实训时间：4 课时

二、实训内容与目的

- (1) 掌握发动机的解体方法和步骤。
- (2) 熟练进行发动机外部附件的拆装。
- (3) 熟悉机体组各部件的名称、作用和结构特点。

三、技术标准与要求

- (1) 曲轴带轮紧固螺栓拧紧力矩为 $20\text{N}\cdot\text{m}$ 。
- (2) 齿形带后防护罩紧固螺栓拧紧力矩为 $10\text{N}\cdot\text{m}$ ，张紧轮拧紧力矩为 $10\text{N}\cdot\text{m}$ 。
- (3) 曲轴齿形带轮、中间轴齿形带轮两者紧固螺栓拧紧力矩均为 $80\text{N}\cdot\text{m}$ 。
- (4) 气缸盖的拧紧分 4 次来进行：第一次 $40\text{N}\cdot\text{m}$ ，第二次 $60\text{N}\cdot\text{m}$ ，第三次 $75\text{N}\cdot\text{m}$ ，第四次旋紧 90° 。

四、实训器材

- (1) 桑塔纳轿车 1 辆或发动机 1 台。
- (2) 常用工具 1 套，桑塔纳专用工具 1 套。
- (3) 相关挂图或图册若干。
- (4) 相关的汽车构造电子课件。

五、实训步骤

1. V 形皮带及齿形皮带的拆卸

(1) V 形皮带及齿形皮带的结构如图 1-1 所示。先旋松发动机撑紧臂的固定螺栓，拆卸水泵、发动机的传动 V 形皮带。

(2) 拆卸水泵带轮、曲轴带轮，如图 1-1 所示。拆卸齿形带上防护罩，注意观察正时标记。

(3) 旋松齿形皮带张紧轮紧固螺母，转动张紧轮的偏心轴，使齿形皮带松弛，取下齿形皮带。



图 1-1 V 形皮带及齿形皮带结构图



(4) 拆下曲轴齿形带轮、中间轴齿形带轮，拆下齿形皮带后防护罩。整个拆卸顺序如图 1-2 所示。

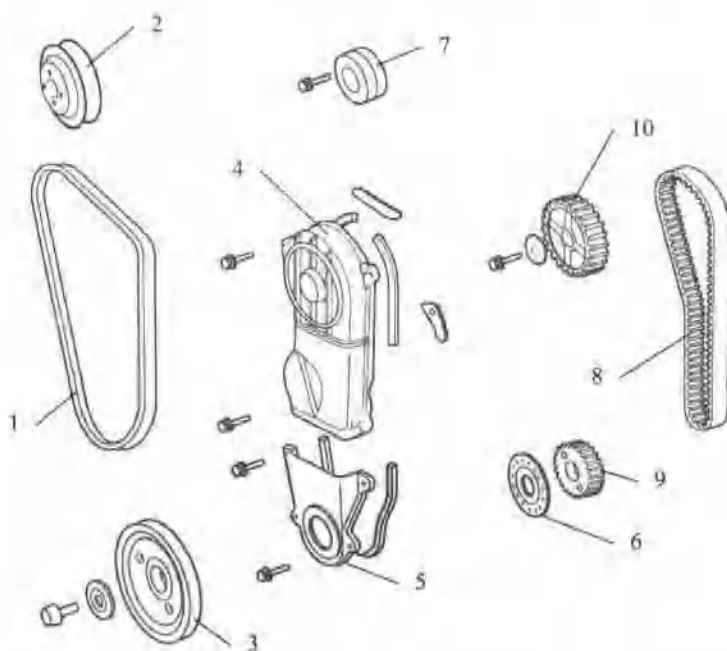


图 1-2 V 形皮带及齿形皮带拆卸顺序图

1-三角皮带；2-水泵皮带轮；3-曲轴皮带轮；4-正时齿带上罩；5-正时齿带下罩；
6-曲轴正时齿轮带凸缘；7-张紧轮；8-正时齿带；9-曲轴正时齿带轮；10-凸轮轴正时齿带轮

2. 发动机外部附件的拆卸



图 1-3 发动机外部附件的拆卸

(1) 拆卸水泵上尚未拆卸的连接管。

(2) 拆卸水泵、发电机、起动机、分电器、汽油泵、机油滤清器、化油器、进排气歧管、火花塞等，如图 1-3 所示。

3. 发动机机体解体

(1) 放出油底壳内机油，拆下油底壳，更换机油密封衬垫。

(2) 拆卸机油泵、机油滤清器。

(3) 拆卸气门室罩，更



换气门室罩密封垫。

(4) 拆下气缸盖，其螺栓应从两端向中间分次、交叉拧松。

(5) 拆卸离合器总成。整个拆卸顺序如图 1-4 所示。

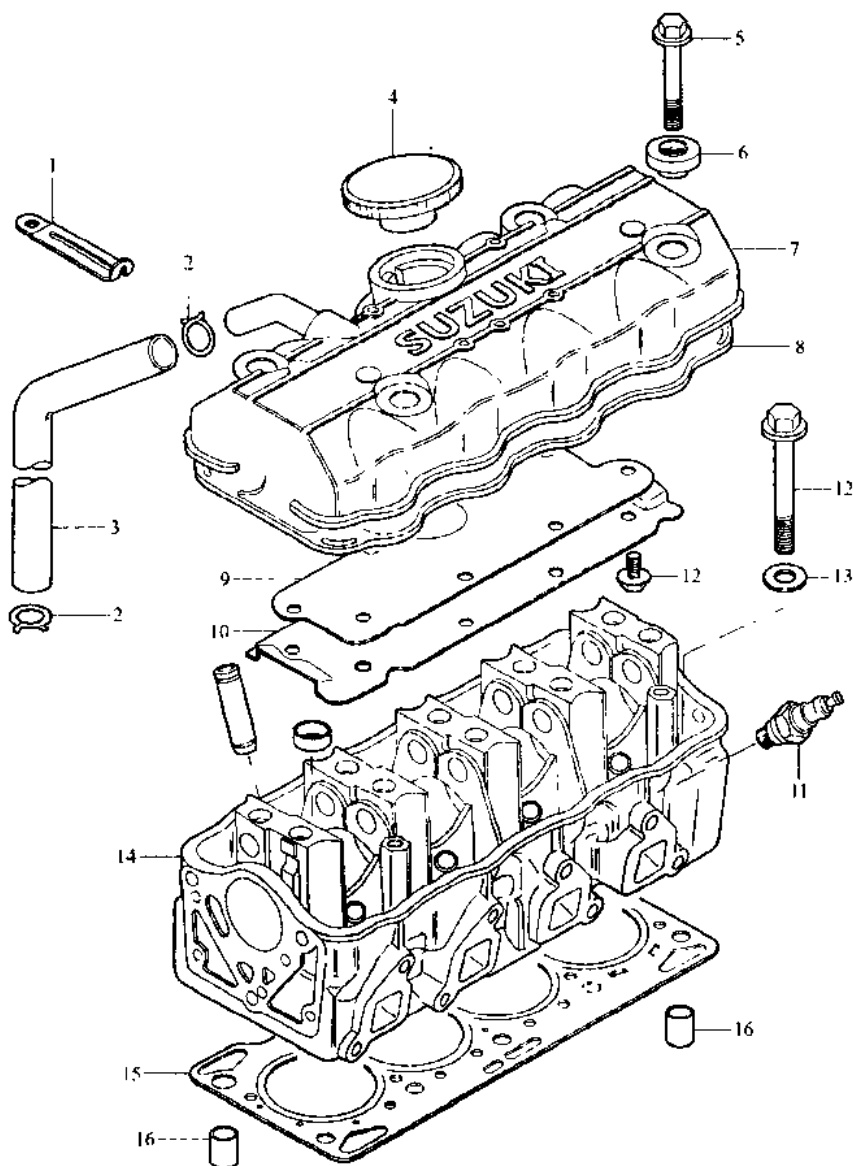


图 1-4 发动机机体拆卸顺序图

1-夹箍；2-夹圈；3-软管；4-注油口盖；5-气门室罩固定螺栓；6-密封垫；

7-气门室罩；8-衬垫；9-通气板；10-通气板衬垫；11-火花塞；

12-螺栓；13-垫圈；14-气缸盖；15-气缸盖衬垫；16-定位销

**4. 按照拆卸相反的顺序进行装配，各部件应按规定力矩拧紧**

- (1) 安装油底壳，安装机油滤清器、机油泵。
- (2) 安装气缸盖，其螺栓应从中间向两端分次、交叉拧紧。
- (3) 安装发动机的外部附件。
- (4) 安装 V 形皮带及齿形皮带，检查皮带的张紧度。

六、注意事项

- (1) 在拆卸与拧紧气缸盖螺栓时，应按照规定进行。
- (2) 拆卸齿形皮带时，应使 1 缸处于压缩上止点。
- (3) 观察气缸垫的安装方向（“OPEN.TOP” 向上）。
- (4) 观察离合器装配标记并作好装配记号。

七、考核要求

- (1) 按正确的操作步骤进行拆装。
- (2) 有关力矩必须按标准拧紧，使之符合技术标准。

八、考评标准（见下表）

考评标准表

考核时间	考核项目	得分	评分标准	评价结果
40分钟	正确使用工具、仪器	10	工具使用不当扣10分	
	V形皮带及齿形皮带的拆卸	40	拆卸顺序错误酌情扣分	
	发动机外围附件的拆卸		拆卸顺序错误酌情扣分	
	发动机机机组解体		拆卸顺序错误酌情扣分	
	按照拆装相反顺序装配	20	装配顺序错误酌情扣分	
	按照技术要求紧固螺栓	20	不按要求拧紧每处扣5分，扣完为止	
	整理工具、清理现场	10	每项扣2分，扣完为止	
	遵守相关安全规范		因违规操作发生重大人身和设备事故，此题按0分计	
	分数合计	100		

九、知识点**1. 气缸体**

气缸体和曲轴箱是发动机的骨架，是发动机其他机构、系统及附件的安装基体，一般气缸体与上曲轴箱铸成一体，通称为气缸体。气缸体通常可分为 3 种结构形式，如图 1-5 所示。

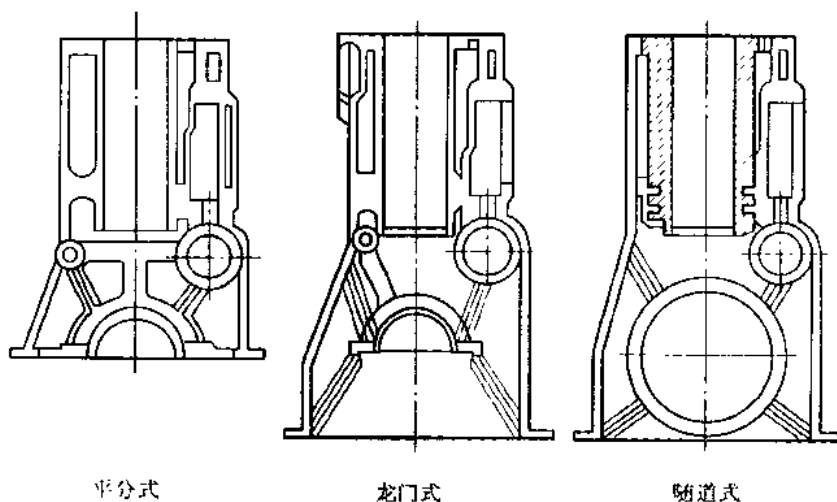


图 1-5 气缸体的 3 种结构形式

气缸套也称气缸，用来引导活塞作往复直线运动，其形式分干式和湿式两种，如图 1-6 所示。

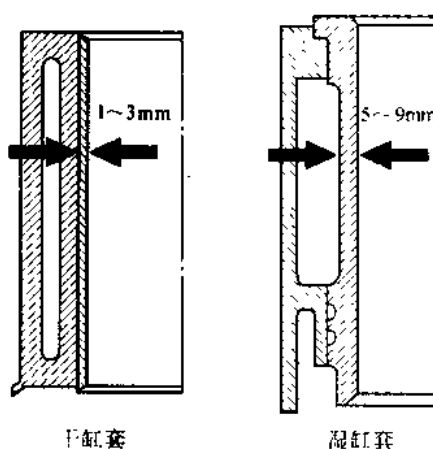


图 1-6 缸套的两种形式

(1) 干式缸套：外表面不直接与冷却水接触，其缸套壁较薄，一般为 $1\sim 3\text{mm}$ 。其优点是气缸体的刚度好，不存在漏水、漏气的问题。缺点是装配难度大，冷却效果较差。干式缸套一般适用于汽油机铸铁缸体。有些发动机先直接在气缸体内掏出气缸，待大修时才镶入干式缸套。

(2) 湿式缸套：外表面直接与冷却水接触，其缸套壁较厚，一般为 $5\sim 9\text{mm}$ 。其优点是气缸体铸造较容易，缸套本身便于修理更换，冷却效果较好。缺点是气缸体刚度较差，易漏水、漏气。为确保密封和安装固定，缸套外表面有两个凸出的圆



环带,以保证径向定位。缸套上端凸缘,保证轴向定位。在缸套下支承密封带内还嵌有1~3个橡胶环。缸套装入气缸体,其上端应高出气缸体顶平面0.05~0.15mm,以便紧固气缸盖螺栓后,使气缸盖压紧气缸垫和缸套,防止漏水窜气。湿式缸套广泛应用于柴油机、大缸径(缸径大于104mm)发动机和铝合金缸体发动机。

2. 气缸盖与燃烧室

(1) 气缸盖:气缸盖的作用是用来封闭气缸,并与活塞顶部构成燃烧室。其材料主要有灰铸铁(或合金铸铁)和铝合金两种。气缸盖的结构与燃烧室的形式、气门的布置、冷却水套的安排等有关,在其上制有水套、燃烧室、火花塞螺孔和进排气道等。

为了制造和维护方便,减小变形对密封的影响,缸径较大的柴油机多采用分开式气缸盖,即一缸一盖式、二缸一盖式或三缸一盖式气缸盖。汽油机一般缸径较小,缸盖负荷较轻,故结构比较轻巧,多采用整体式缸盖,也有采用分开式的。

(2) 汽油机的燃烧室:由活塞顶部及缸盖上相应的凹形空间组成,其形状对发动机的工作影响很大。对于汽油机燃烧室有两点基本要求:一是结构尽可能紧凑,冷却面积要小,以减少热量损失及缩短火焰行程;二是能使混合气在压缩终了时具有一定的涡流运动,以提高混合气燃烧速度,保证混合气得到及时和充分燃烧。汽油机常用的燃烧室形状如图1-7所示。

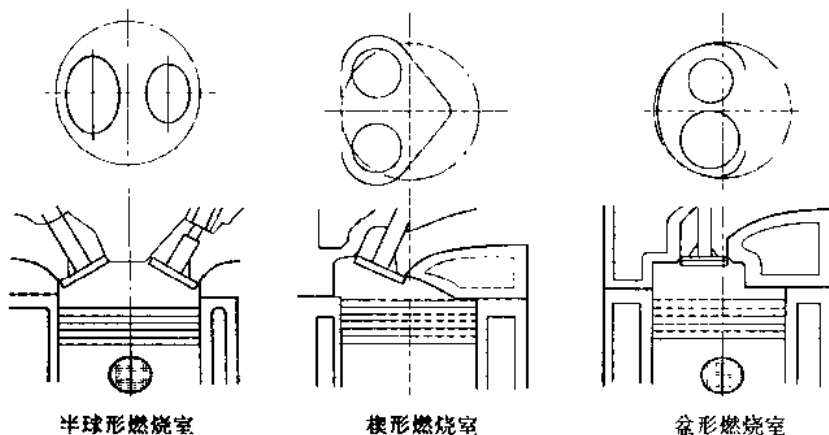


图 1-7 汽油机常用的燃烧室形状

- 1) 楔形燃烧室:这种燃烧室结构较简单、紧凑,压缩终了时能形成挤气涡流。
- 2) 盆形燃烧室:这种燃烧室结构也较简单、紧凑,也可形成挤气涡流,但气门尺寸受到限制,换气质量和燃烧质量稍差。
- 3) 半球形燃烧室:这种燃烧室结构较前两种更紧凑,在高速发动机上广泛采用。
- 4) L形燃烧室:这种燃烧室由于结构不紧凑、燃烧质量差,已逐渐被淘汰。

对于多缸一盖式气缸盖,在安装时,为避免其变形,拧紧螺栓时必须按由中央对称地向四周扩展的顺序分几次进行。最后一次拧紧力,应符合工厂规定的力矩。拆卸则按相反的方向进行。

对于铝合金缸盖,因其膨胀系数大于钢制螺栓,气缸盖受热后与气缸体结合更紧密,故只需在冷机时拧紧即可;对于铸铁缸盖,除在冷机拧紧后,热机时还需紧定一次。

3. 气缸垫

气缸垫装在气缸体与气缸盖之间,以保证燃烧室的密封,防止燃气、冷却水和润滑油窜漏,如图 1-8 所示。



图 1-8 气缸垫

应用较多的是金属—石棉气缸垫。在石棉的中间夹有金属丝或金属屑,外覆铜皮或钢皮。气缸垫上制有气缸口、水孔、螺栓孔等,在孔的周围通常采用铜片、镍片等金属镶边,以防化学和高温腐蚀。这种气缸垫强度较高、弹性大、密封性好、可重复使用。

某些强化程度较高的发动机,采用纯金属气缸垫,是由单层或多层金属片(铜、铝或低碳钢)制成的。近几年有些发动机开始使用耐热密封胶彻底取代了传统的气缸垫。采用纯金属垫和密封胶者,对气缸盖和气缸体接合面的加工精度有较高要求。

4. 油底壳

油底壳也称机油盘,其作用是贮存发动机润滑油并与上曲轴箱一起密封发动机。油底壳常用薄钢板冲压制成,如图 1-9 所示。它与曲轴箱用螺栓结合,结合处有衬垫,以防漏油。油底壳的底部有深度较大的集油池,壳内装有稳油挡板。集油池底部有放油螺塞,大多数放油螺塞带有磁性,可将铁屑吸住,以减少机件的磨损。



图 1-9 油底壳



项目2 活塞连杆组的拆装

一、实训时间：4 课时

二、实训内容与目的

- (1) 熟悉曲柄连杆机构的装配关系和运动情况。
- (2) 掌握活塞连杆组的拆装要领。

三、技术标准与要求

- (1) 活塞环的侧隙为 $0.02 \sim 0.05\text{mm}$ ，背隙为 $0.20 \sim 0.90\text{mm}$ 。
- (2) 活塞环的端隙为：第 1 道气环 $0.03 \sim 0.45\text{mm}$ ，第 2 道气环 $0.25 \sim 0.40\text{mm}$ ，油环 $0.25 \sim 0.50\text{mm}$ ，磨损极限值 1.0mm 。
- (3) 3 道环不要装错，3 道环的开口要错开 120° 。

四、实训器材

- (1) 桑塔纳发动机 1 台。
- (2) 常用工具 1 套，桑塔纳专用工具 1 套，机油少许。
- (3) 相关挂图或图册若干。

五、实训步骤

1. 活塞连杆组的拆卸

- (1) 转动曲轴将准备拆卸的连杆对应的活塞转到下止点。
- (2) 拆卸连杆螺母，取下连杆轴承盖，并按顺序放好。
- (3) 用橡胶锤或手锤木柄推出活塞连杆组（应事先刮去气缸上的台阶，以免损坏活塞环），如图 2-1 所示，注意不要硬撬、硬敲，以免损伤气缸。
- (4) 取出活塞连杆组后，应将连杆轴承盖、螺栓、螺母按原位装回，并注意连杆的装配标记。标记应朝向皮带盘，活塞、连杆和连杆轴承盖上应打上对应的缸号。

2. 活塞连杆组的分解

- (1) 用活塞环装卸钳拆下活塞环，观察活塞环上的标记，“TOP”朝向活塞顶。
- (2) 将活塞连杆组浸入 60°C 热水中，并在热水环境中拆下活塞销和活塞，如图 2-2 所示。

3. 活塞连杆组的装合

- (1) 活塞连杆组的检验。

1) 活塞椭圆度的检验。许多活塞都制成椭圆形，其短轴在活塞销方向上。活塞椭圆度的检验，应在椭圆度检验仪上进行，椭圆度的值是 0.40。

2) 活塞环的检验。用厚薄规检查活塞环与环槽的侧隙：新装时侧隙为 0.02~0.05mm，达到 0.15mm 时必须更换；再用厚薄规检查活塞环与环槽的端隙：将活塞环垂直压进气缸，使其离气缸面 15mm；新环的第 1 道气环为 0.03~0.45mm，第 2 道气环为 0.25~0.40mm，油环为 0.25~0.50mm，磨损极限值为 1.0mm。



图 2-1 活塞连杆组

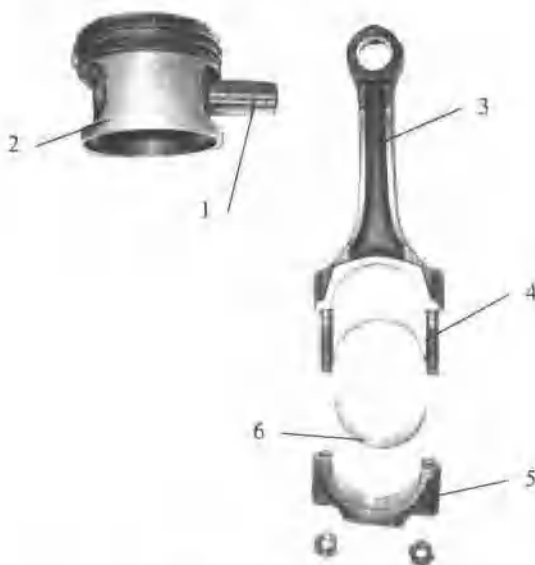


图 2-2 活塞连杆组的分解顺序图

1-活塞销；2-活塞；3-连杆；4-连杆螺栓；5-连杆轴瓦；6-连杆盖

(2) 彻底清洗各零件，并用压缩空气吹干净。



(3) 活塞销是全浮式, 即活塞销和连杆铜套及活塞销座之间均为间隙配合。活塞销与销座装配时有点紧, 可以把活塞在水中加热到 60°C (即略比手烫, 但长时间接触也不觉得烫手), 此时用大拇指应可压入。否则即为部件配合不符合要求。

(4) 装上活塞销锁环 (锁环与活塞销端面应有 0.15mm 的间隙, 以满足活塞销和活塞热胀冷缩的需要)。

(5) 安装活塞环。第 1 道环是矩形环, 第 2 道环是锥形环, 第 3 道环是油环 (即组合环), 要用活塞装卸钳依次装好。注意, “TOP” 朝向活塞顶。

4. 将活塞连杆组件装入气缸

(1) 将第 1 缸曲柄转到下止点位置, 取第 1 缸的活塞连杆总成, 在瓦片、活塞环处加注少许机油, 转动各环使润滑油进入环槽, 并检验各环开口是否处于规定方位。

(2) 用夹具收紧各环, 按活塞顶箭头方向将活塞连杆总成从气缸顶部放入缸筒, 用手引导连杆, 使其对准曲轴轴顶, 用木锤柄将活塞推入。

(3) 取第 1 缸的连杆轴承盖 (带有轴瓦), 使标记朝前装在连杆上, 并按规定力矩交替拧紧连杆螺母, 拧紧力矩为 $M9 \times 1:45\text{N}\cdot\text{m}$, $M8 \times 1:30\text{N}\cdot\text{m}$ 。

(4) 按照同样的方法, 将其余各缸活塞连杆组件装入相应气缸。

注意, $M8 \times 1$ 的连杆螺栓为预紧力螺栓, 在按规定力矩拧紧连杆螺母时, 连杆螺栓在弹性变形范围内被拉长, 螺栓和螺母之间有较大而稳定的摩擦力, 所以螺母不需要防松装置。但在修理过程中, 一旦拆过连杆螺母, 就必须更换。

六、注意事项

- (1) 拆卸、安装活塞时一定要注意各缸记号, 若无记号必须做标记。
- (2) 安装活塞销时应使用专用工具, 或用热水加热到 60°C 进行。
- (3) 活塞销挡圈开口与活塞销孔上的缺口错开。
- (4) 3 道环的开口要错开。

七、考核要求

- (1) 正确拆装活塞与连杆、活塞销。
- (2) 活塞环 “三隙” 检查方法正确。

八、考评标准 (见下表)

考评标准表

考核时间	考核项目	得分	评分标准	评价结果
40分钟	正确使用工具、仪器	10	工具使用不当扣10分	
	拆卸气缸盖及油底壳	10	拆卸方法不正确每处扣5分	

(续表)

考核时间	考核项目	得分	评分标准	评价结果
40分钟	拆卸活塞及连杆	20	拆卸方法不正确扣10分	
			不做标记扣5分	
			摆放顺序不对扣5分	
	拆卸活塞销	10	拆卸方法不正确扣10分	
	检查活塞环的“三隙”	20	检查方法不正确, 每处扣5分	
			检查结果不正确, 每处扣5分	
	组装活塞连杆组	20	组装顺序错误酌情扣分	
	整理工具、清理现场	10	每项扣2分, 扣完为止	
	遵守相关安全规范		因操作不当发生重大事故, 此题按0分计	
	分数总计	100		

九、知识点

活塞连杆组可以分为活塞组和连杆组, 其整个结构如图 2-2 所示。

1. 活塞组

活塞组包括活塞、活塞环、活塞销及固定件。

(1) 活塞的功用是承受气缸中的燃气力, 并将此力通过活塞销传给连杆, 以推动曲轴旋转。活塞顶部还与气缸盖共同组成燃烧室。活塞顶部直接与高温燃气接触, 燃气的最高温度可达到 $2000\sim 2500^{\circ}\text{C}$, 因此, 活塞的温度 (特别是顶部) 很高。高温使活塞的膨胀量大, 容易破坏活塞与其相关零件的配合关系。并且使强度和耐磨性也显著降低。

活塞在作功冲程中, 承受着燃气带冲击性的高压力, 高压使连杆对活塞的侧压力很大, 加速活塞外表面的磨损, 并容易引起活塞变形。活塞在往复运动中, 本身还产生往复惯性力。

汽油机和高速柴油机活塞, 广泛采用铸铝合金制造 (其中以共晶铝硅合金用得较多)。低速热负荷大的柴油机多采用耐热性高级的铸铁制造。铸铝合金的主要优点是: 导热性好, 使活塞温度能够显著降低; 密度较小 (约为铸铁密度的 40% 左右), 使往复惯性力减小。它的主要缺点是: 线膨胀系统较大 (比铸铁大 $1.4\sim 1.8$ 倍), 容易引起活塞在气缸中卡死或拉伤气缸壁; 高温条件下的强度、硬度和耐磨性较低。因此, 必须在结构设计、机械加工或热处理上采取各种措施加以弥补。

活塞基本上可分为 3 部分, 即顶部、头部 (也称为“环槽部”) 和裙部。活塞顶部的形状一般有平顶、凸顶和凹顶, 如图 2-3 所示。