



汽车维修**模块化**学习与训练丛书

汽车发动机

构造与维修

● 主编 黄立新 郭 青



QICHE FADONGJI
GOUZAO YU WEIXIU

■ 汽车维修模块化学习与训练丛书

汽车发动机构造与维修

主编 黄立新 郭青

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书共分五章, 主要介绍汽车发动机结构与维修技术, 包括发动机总体结构与拆装、曲轴连杆机构的维修、配气机构的维修、冷却系的维修、润滑系的维修, 以及燃料系的维修等内容。

本书将发动机分为几个模块, 再以模块内任务的形式介绍具体的实战过程, 将理论知识与实际操作很好地结合起来, 适合于广大汽车专业维修人员使用, 也可作为汽车维修短训班教材使用。

图书在版编目 (C I P) 数据

汽车发动机构造与维修 / 黄立新, 郭青主编. — 上海:
上海科学技术出版社, 2010.1
(汽车维修模块化学习与训练丛书)
ISBN 978-7-5478-0020-1

I. 汽… II. ①黄…②郭… 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178860号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

新华书店上海发行所经销

上海宝山译文印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 13

字数: 307千字

2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-0020-1/U·1

定价 26.00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

前 言

随着汽车制造技术的发展，如今汽车的各项性能正在逐渐完善。但是汽车的发展也带来了不可避免的问题——故障。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普通家庭，汽车消费市场越来越大，随之带来的汽车维修人员的需求也越来越多。

“汽车维修模块化学习与训练丛书”以汽车构造与维修为主线，不仅仔细、全面地介绍了汽车的维修知识，而且涉及汽车维修人员必须掌握的汽车构造知识，令读者在了解汽车发动机和底盘结构的同时，更了解其维修技巧。

本丛书分为《汽车发动机构造与维修》和《汽车底盘构造与维修》两本，采用理论与实践相结合的编写模式，在介绍理论知识的基础上，大量介绍了汽车维修的实战知识，每一章以任务的形式，再分为“目的”、“知识点”和“操作步骤”三个部分展开内容介绍，层层递进，由浅及深。

《汽车发动机构造与维修》第一、二、三章由广州大学郭青编写，第四章由上海交通职业学校朱列编写，第五、六章由上海工程技术大学黄立新编写。

《汽车底盘构造与维修》第一、二、三章由上海交通职业学校朱建柳编写，第四、五章由上海工程技术大学黄立新编写。

尽管笔者在编写时查阅了不少文献与其他资料，但由于编写时间仓促，资历有限，书中难免会有遗漏或不完善的地方，恳请读者指正，多提建议。

编者

目 录

第一章 发动机总体结构与拆装.....	1
任务一 发动机总成的拆装	1
任务二 机体组的拆装	10
任务三 活塞连杆组的拆装	20
任务四 曲轴飞轮组的拆装	25
任务五 配气机构的拆装	29
任务六 冷却系的拆装	37
任务七 润滑系的拆装	41
任务八 汽油机直喷系统的拆装	45
任务九 柴油机燃料系的拆装	49
第二章 曲轴连杆机构的维修.....	55
任务一 气缸盖的维修	55
任务二 气缸体的维修	59
任务三 活塞的失效与选配	65
任务四 活塞环及活塞销的失效与选配.....	70
任务五 连杆的维修	75
任务六 连杆衬套的修配	78
任务七 曲轴的维修	79
任务八 飞轮的维修	86
任务九 轴承的维修	88
第三章 配气机构的维修.....	89
任务一 气门组的维修	89
任务二 气门传动组的维修	108
第四章 冷却系的维修.....	112
任务一 散热器的结构及检修	112
任务二 水泵的结构及检修	116
任务三 节温器的结构及检修	120
任务四 水套的结构及水垢的清除	123
任务五 风扇与风扇离合器的结构及检修.....	125
任务六 冷却液的选用	130
第五章 润滑系的维修.....	132
任务一 机油泵的结构及检修	132
任务二 机油滤清器的结构及检修	139
任务三 机油压力表、机油压力传感器的结构及检修.....	144

任务四	发动机润滑油的选用	147
任务五	润滑系的维护	150
第六章	燃料系的维修.....	153
任务一	电子控制燃油喷射系统的维修.....	153
任务二	柴油机供油正时的检查与调整.....	171
任务三	柴油机喷油泵、喷油器及输油泵的检修.....	173
任务四	电控汽油喷射发动机的故障诊断.....	184
任务五	柴油发动机的故障诊断	199

第一章 发动机总体结构与拆装

任务一 发动机总成的拆装

一、目的

- (1) 会从汽车上拆下发动机总成。
- (2) 掌握发动机外部附件的拆卸。
- (3) 掌握发动机机体解体的方法和步骤。
- (4) 熟悉发动机的基本构造、名称和结构特点。

二、知识点

发动机是汽车的动力源。现代汽车用发动机应用最广、数量最多的是水冷式四行程往复式内燃机。常见的车用发动机有汽油发动机和柴油发动机两种。

现代汽车的发动机主要采用的是往复式内燃机，它是将燃料在气缸内燃烧，使热能直接变成机械能的机器。本书提及的汽车发动机，如无特别说明，都是指往复式内燃机。

往复式内燃机具有单机功率范围大（0.6~16860kW）、热效率高（汽油机略高于0.3，柴油机达0.4）、结构紧凑、体积小、质量轻、操作简单、便于启动等优点，故它被广泛地用作汽车动力，同时广泛应用于船舶、拖行机、工程机械、发电机等。

1. 发动机的分类

(1) 按活塞运动方式不同，活塞式内燃机可分为往复式和旋转式两种。前者活塞在气缸内作往复直线运动，后者活塞在气缸内作旋转运动。

(2) 按所用的燃料种类不同，发动机主要分为汽油发动机（简称汽油机）、柴油发动机（简称柴油机）和气体燃料发动机三类。汽油机以汽油为燃料，柴油机以柴油为燃料，而使用天然气、液化石油气和其他气体燃料的发动机称为气体燃料发动机，如图1-1所示。

(3) 按点火方式不同，发动机可分为点燃式和压燃式两种。点燃式发动机利用电火花使可燃混合气着火，如汽油机。压燃式发动机则是通过喷油泵和喷油器，将燃油直接喷入气缸，使其与在气缸内经压缩后升温的空气混合，在高温下自燃，如柴油机。

(4) 按冷却方式不同，发动机可分为水冷式和风冷式两种。水冷式发动机以水或冷却液为冷却介质，而风冷式发动机以空气为冷却介质。汽车发动机多为水冷式。

(5) 按活塞行程数不同，在发动机气缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转变成机械能的一系列连续过程（进气、压缩、做功、排气）称发动机的一个工作循环。对于往复式发动机，可以根据每一个工作循环所需的活塞行程数来分类。凡活塞往复四个单程完成一个工作循环的称为四行程发动机；活塞往复两个单程即完成一个工作循环的则称为二行程发动机，汽车发动机多为四行程发动机，如图1-2所示。

(6) 按气缸数不同，发动机只有一个气缸的称单缸发动机，有两个以上气缸的称为多缸发动机。多缸发动机还可根据气缸的具体数目及其排列进一步分类。

(7) 按进气系统是否采用增压方式，发动机可以分为自然吸气式（非增压式）发动机

和强制进气式（增压式）发动机。若进气是在接近大气压力状态下进行的，则为自然吸气式发动机；若利用增压器将进气压力增高，进气密度增大，则为增压式发动机。增压可以提高发动机功率。

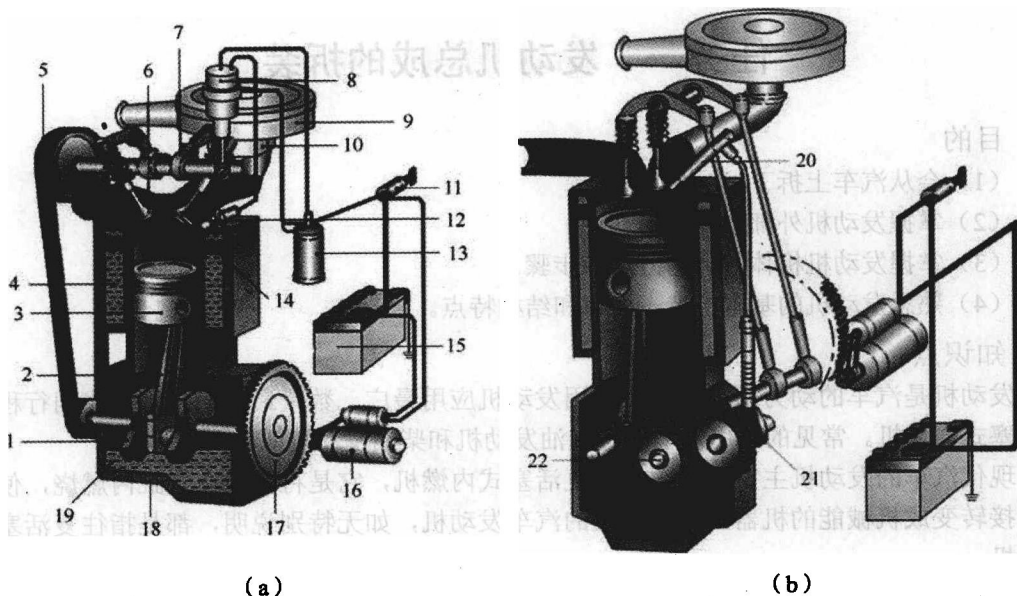


图 1-1 四行程汽油机与柴油机示意图

(a) 四行程汽油机；(b) 四行程柴油机

1-曲轴；2-连杆；3-活塞；4-冷却水；5-正时传动带（或正时链条）；6-排气门；7-凸轮轴；
8-分电器；9-空气滤清器；10-化油器；11-点火开关；12-火花塞；13-点火线圈；14-进气门；
15-蓄电池；16-启动机；17-飞轮兼启动齿轮；18-油底壳；19-润滑油；20-喷油器；21-喷油泵；
22-正时齿轮

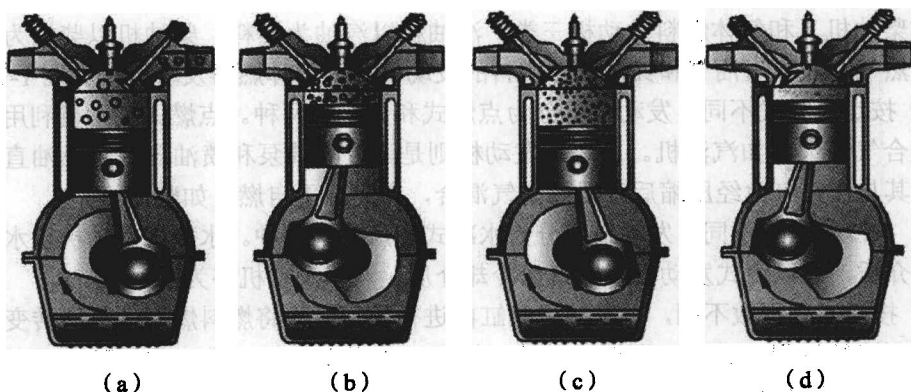


图 1-2 汽油发动机四个行程

(a) 进气行程；(b) 压缩行程；(c) 做功行程；(d) 排气行程

2. 发动机的基本结构

往复活塞式内燃机的基本结构主要由气缸、气缸体、活塞、连杆、曲轴、进气门、排气门、凸轮轴等零件组成。

3. 发动机的总体构造

发动机是由许多机构和系统组成的复杂机器，其结构形式很多。由于发动机的基本原理相似，故基本构造也大同小异。传统汽油机通常由两大机构（曲柄连杆机构和配气机构）、五大系（燃料供给系、冷却系、润滑系、点火系和起动系）组成，而柴油机由两大机构、四大系（无点火系）组成。汽油发动机的总体构造如图 1-3 所示。

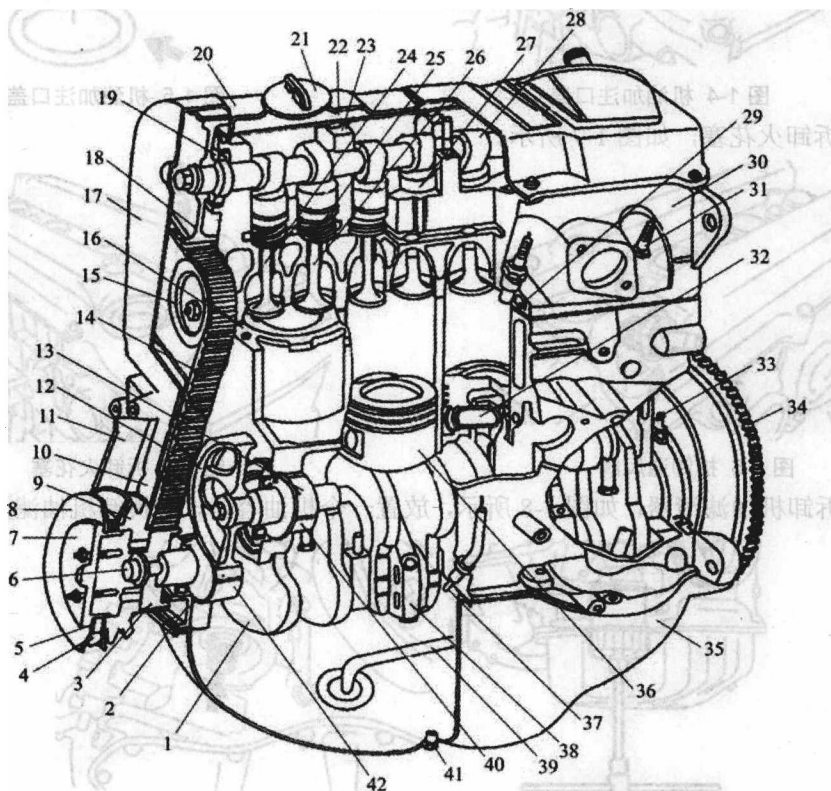


图 1-3 发动机结构示意图

1-曲轴；2-曲轴前端挡油板；3-曲轴正时齿轮；4-传动带；5-垫片；6-正时齿轮拧紧螺栓；7-压紧盘；8-空气压缩机带轮；9-曲轴带轮；10-正时齿轮下罩盖；11-支架；12-中间轴正时齿轮；13-中间轴；14-正时平带；15-张紧轮；16-气缸体；17-上罩盖；18-凸轮轴正时齿轮；19-凸轮轴前端油封；20-凸轮轴罩盖；21-加油盖；22-挡油板；23-凸轮轴轴承；24-排气门；25-气门弹簧；26-进气门；27-液力挺杆；28-凸轮轴；29-气缸垫；30-气缸盖；31-火花塞；32-活塞销；33-曲轴后端挡油板；34-飞轮；35-油底壳；36-活塞；37-游标尺；38-连杆总成；39-集滤器；40-中间轴轴承；41-放油螺钉；42-主轴承

三、操作步骤

1. 发动机总成的拆解

- (1) 拆卸机油加注口盖，如图 1-4 所示。
- (2) 拆卸机油加注口盖垫片，如图 1-5 所示。
- (3) 拆卸通风阀，如图 1-6 所示。

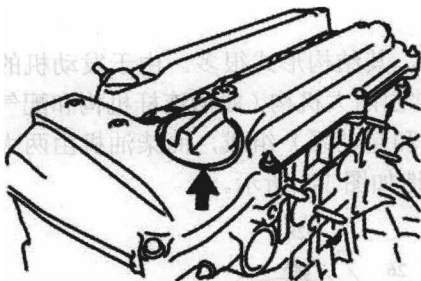


图 1-4 机油加注口盖



图 1-5 机油加注口盖垫片

(4) 拆卸火花塞，如图 1-7 所示。

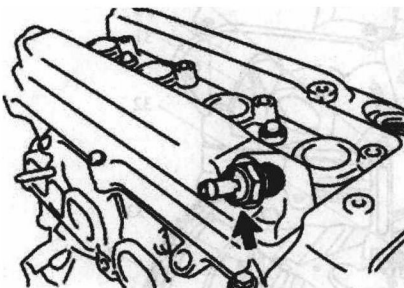


图 1-6 拆卸通风阀

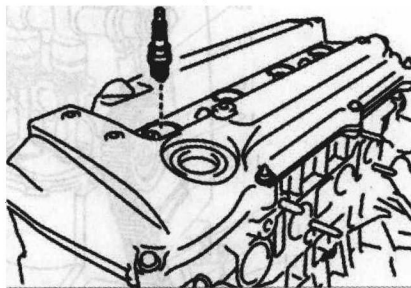


图 1-7 拆卸火花塞

(5) 拆卸机油滤清器，如图 1-8 所示，放置一个机油容器，在拆卸机油滤清器前排空。

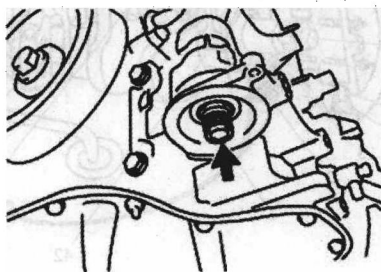
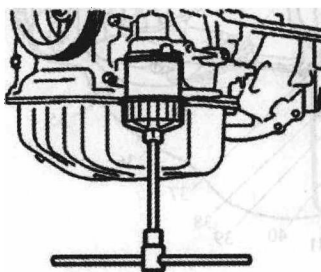


图 1-8 拆卸机油滤清器接头

(6) 拆卸气缸盖罩和气缸盖罩垫片，如图 1-9 所示。

(7) 拆卸带 V 形加强筋的传动带张紧轮。

(8) 拆卸曲轴位置传感器，如图 1-10 所示，从线束夹箍支架上分离线束。

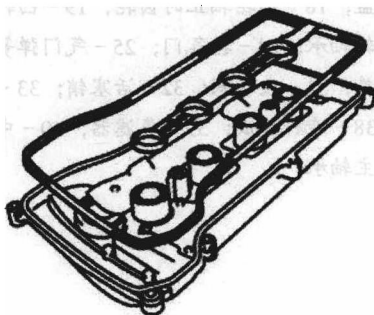


图 1-9 气缸盖罩垫片

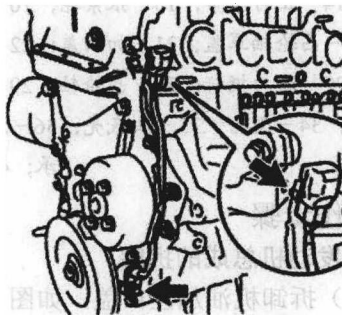


图 1-10 拆卸曲轴位置传感器

- (9) 拆卸凸轮轴位置传感器, 如图 1-11 所示。
- (10) 拆卸曲轴带轮。
- (11) 拆卸凸轮轴正时机油控制阀总成。
- (12) 拆卸链条张紧器总成。
- (13) 拆卸水泵带轮, 水泵总成。
- (14) 拆卸油底壳排放塞和垫片, 图 1-12 所示。

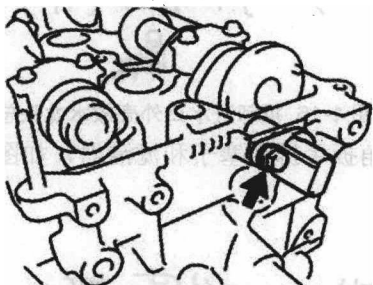


图 1-11 拆卸位置传感器

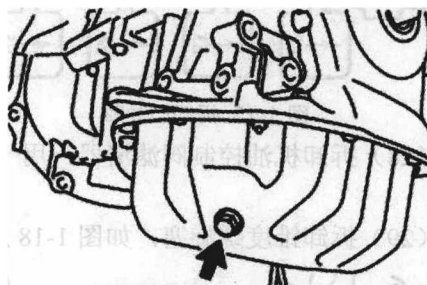


图 1-12 拆卸排放塞和垫片

- (15) 拆卸油底壳分总成, 拆卸正时链盖分总成。
- (16) 用螺钉旋具和锤子拆卸正时链条箱油封, 如图 1-13 所示。
- (17) 拆卸曲轴位置传感器齿板。
- (18) 拆卸正时链条导向器。
- (19) 拆卸链条张紧器滑块, 拆卸链条减振器, 拆卸链条分总成。
- (20) 拆卸曲轴正时链轮。
- (21) 从曲轴上拆卸两个带轮定位键, 如图 1-14 所示。

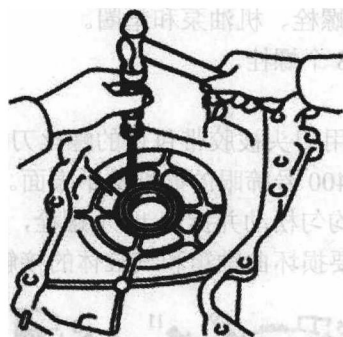


图 1-13 拆卸正时链条箱油封

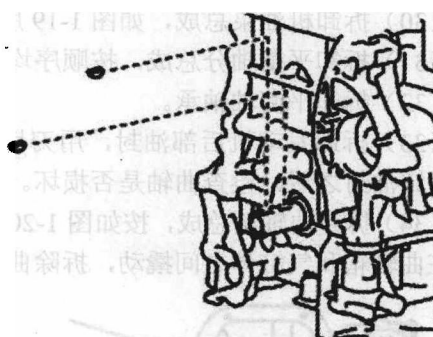


图 1-14 拆卸带轮定位键

- (22) 拆卸凸轮轴, 按图 1-15 所示的顺序, 分步骤均匀松开并拆卸 10 个轴承盖螺栓, 拆卸 5 个轴承盖。
- (23) 拆卸凸轮轴轴承。
- (24) 拆卸凸轮轴正时链轮。
- (25) 拆卸凸轮轴正时齿轮。
- (26) 拆卸气缸盖。
- (27) 拆卸进水口外壳放水龙头总成, 如图 1-16 所示, 拆卸进水口外壳。

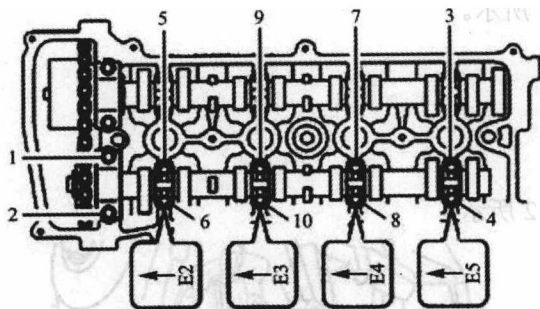


图 1-15 拆卸凸轮轴

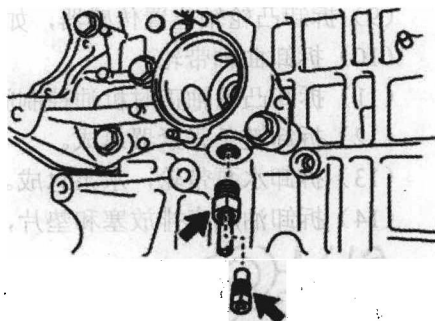


图 1-16 拆卸进水口外壳放水龙头总成

(28) 拆卸机油控制阀滤清器，用 8mm 套筒六角扳手拆卸塞子和滤清器，如图 1-17 所示。

(29) 拆卸锥度螺旋塞，如图 1-18 所示。



图 1-17 拆卸控制阀滤清器

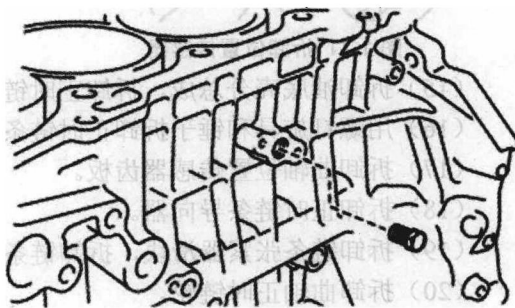


图 1-18 拆卸螺旋塞

(30) 拆卸机油泵总成，如图 1-19 所示，拆卸 3 个螺栓、机油泵和垫圈。

(31) 拆卸平衡轴分总成，按顺序均匀松动并拆卸 8 个螺栓。

(32) 拆卸平衡轴轴承。

(33) 拆卸发动机后部油封，用刀切掉油封唇部，用刀头被胶带包住的螺丝刀撬出油封，拆卸油封之后，检查曲轴是否损坏。如损坏，则用 400 号筛眼的砂纸抹平表面。

(34) 拆卸曲轴箱总成，按如图 1-20 所示的顺序，均匀松动并拆卸 11 个螺栓，用螺钉旋具在曲轴箱和气缸体之间撬动，拆除曲轴箱。注意不要损坏曲轴箱和气缸体的接触面。

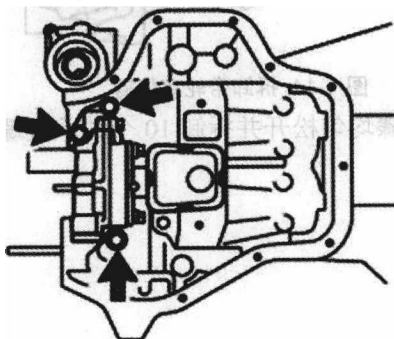


图 1-19 拆卸机油泵

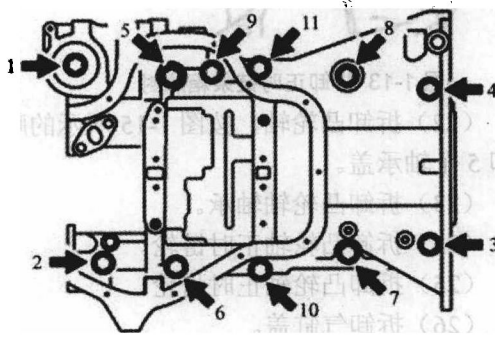


图 1-20 拆卸曲轴箱总成

2. 发动机总成的装配

(1) 安装曲轴, 将发动机机油涂抹在轴承上, 然后将曲轴安装到气缸体上。

(2) 检查朝前标记, 并在气缸体上安装轴承盖, 分两步拧紧轴承盖螺栓。扭矩为 $40\text{N}\cdot\text{m}$ ($408\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $30\text{ft}\cdot\text{lbf}$), 如图 1-21 所示, 将轴承盖螺栓再拧紧 90° 。

(3) 安装连杆轴承, 将轴承定位爪与连杆槽或连杆盖槽对准, 不要将发动机机油涂抹在轴承或其接触表面上。

(4) 安装带连杆的活塞分总成, 如图 1-22 所示, 推入每个气缸。

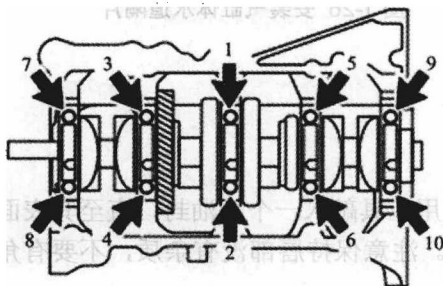


图 1-21 均匀拧紧螺栓



图 1-22 安装带连杆的活塞

(5) 安装平衡轴轴承。

(6) 安装加强曲轴箱总成。

(7) 安装机油泵, 如图 1-23 所示, 用 3 个螺栓安装一个新垫片和机油泵, 扭矩为 $19\text{N}\cdot\text{m}$ ($194\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $14\text{ft}\cdot\text{lbf}$)。

(8) 安装发动机后部油封, 用工具和锤子均匀敲打油封, 直至其表面与后油封挡圈边缘齐平。注意保持唇部没有杂质, 在新油封唇部涂加润滑脂。

(9) 安装锥度螺旋塞, 扭矩为 $26\text{N}\cdot\text{m}$ ($265\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $19\text{ft}\cdot\text{lbf}$)。

(10) 安装机油控制阀滤清器, 检查滤清器的筛网部分是否有杂质。用 8mm 套筒六角扳手安装一个新垫片和带螺旋塞的机油控制阀滤清器, 扭矩为 $30\text{N}\cdot\text{m}$ ($306\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $22\text{ft}\cdot\text{lbf}$)。

(11) 安装进水口外壳, 将一个新的进水口外壳 O 形圈和新的进水口外壳垫片安装到进水口外壳上, 如图 1-24 所示。

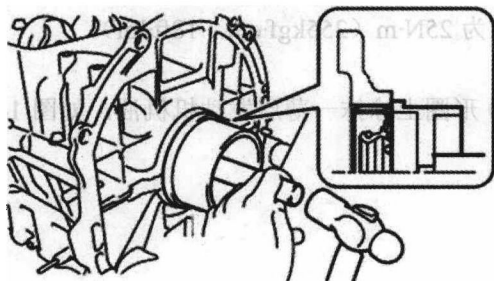


图 1-23 安装机油泵

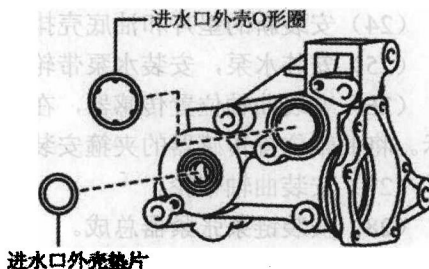


图 1-24 安装进水口外壳

(12) 安装进水口外壳放水龙头总成, 如图 1-25 所示。扭矩为 $25\text{N}\cdot\text{m}$ ($255\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $18\text{ft}\cdot\text{lbf}$)。

(13) 安装气缸体水道隔片, 如图 1-26 所示, 一定要将斜面面向发动机前侧。

(14) 安装凸轮轴正时油控制阀。

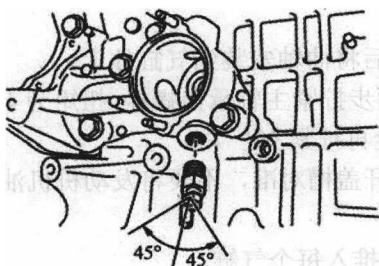


图 1-25 安装进水口外壳放水龙头总成



图 1-26 安装气缸体水道隔片

- (15) 安装凸轮轴正时齿轮总成。
- (16) 安装凸轮轴正时链轮。
- (17) 安装凸轮轴轴承，安装凸轮轴。
- (18) 安装链条，安装曲轴正时链轮。

(19) 安装正时链条箱油封，如图 1-27 所示，用工具敲入一个新油封，直至其表面与正时链盖边缘齐平，在油封唇部涂抹一薄层润滑脂。注意保持唇部没有杂质，不要有角度地敲打油封，确保油封边缘没有伸出正时链盖。

- (20) 安装正时链盖。
- (21) 安装带 V 形加强筋的带张紧轮。
- (22) 安装油底壳。
- (23) 安装油底壳排放塞，如图 1-28 所示。

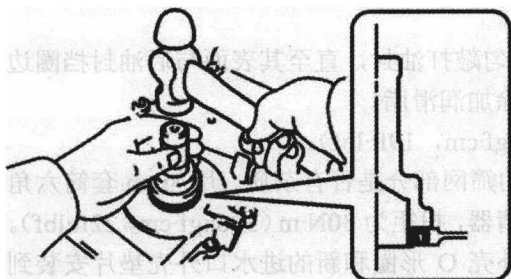


图 1-27 安装正时链条箱油封

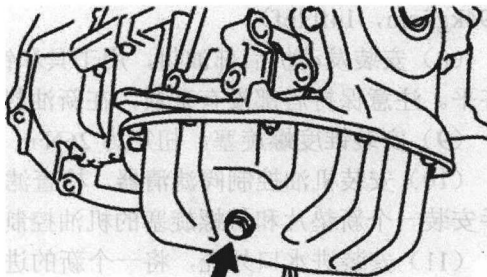


图 1-28 安装油底壳排放塞

- (24) 安装新的垫片和油底壳排放塞，扭矩为 $25\text{N}\cdot\text{m}$ ($255\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $18\text{ft}\cdot\text{lbf}$)。
- (25) 安装水泵，安装水泵带轮。
- (26) 安装曲轴位置传感器，在传感器的 O 形圈上涂抹一薄层发动机机油，如图 1-29 所示。将曲轴位置传感器的夹箍安装到水泵上。
- (27) 安装曲轴带轮。
- (28) 安装链条张紧器总成。
- (29) 检查并调整气门间隙。
- (30) 安装凸轮轴位置传感器，在传感器的 O 形圈上涂抹一薄层发动机机油。
- (31) 将垫片安装到气缸盖罩上，除去接触表面上任何机油。
- (32) 安装气缸盖罩，安装机油滤清器接头，如图 1-30 所示，使用 12mm 六角扳手进行安装。
- (33) 安装机油滤清器，给新的机油滤清器垫片涂上干净的发动机机油，轻轻转动机

油滤清器到指定位置，并拧紧至垫片接触到支座。用工具拧紧机油滤清器，扭矩为 $13\text{N}\cdot\text{m}$ ($133\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $10\text{ft}\cdot\text{lbf}$)，用工具再拧紧 $3/4$ 圈，如图 1-31 所示。

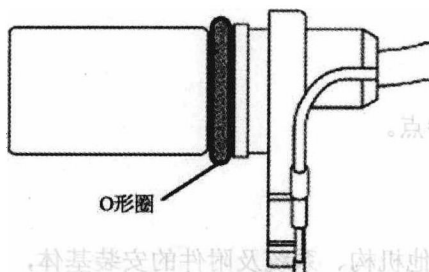


图 1-29 安装曲轴位置传感器

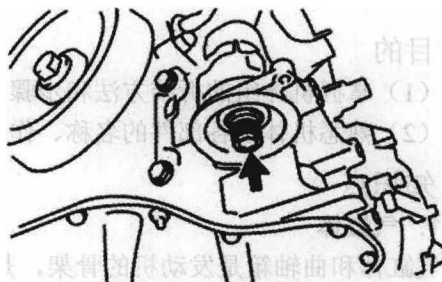


图 1-30 安装机油滤清器接头

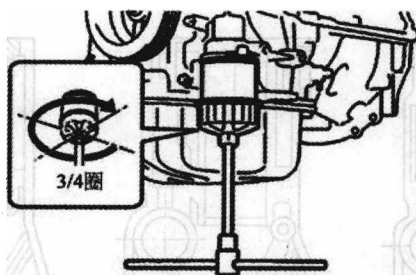


图 1-31 用工具拧紧机油滤清器

- (34) 安装火花塞，扭矩为 $19\text{N}\cdot\text{m}$ ($194\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $14\text{ft}\cdot\text{lbf}$)。
- (35) 安装通风阀，安装机油加注口盖。

任务二 机体组的拆装

一、目的

- (1) 掌握机体组的拆装方法和步骤。
- (2) 熟悉机体组各部件的名称、作用和结构特点。

二、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。气缸体通常可分为三种结构形式，如图 1-32 所示。

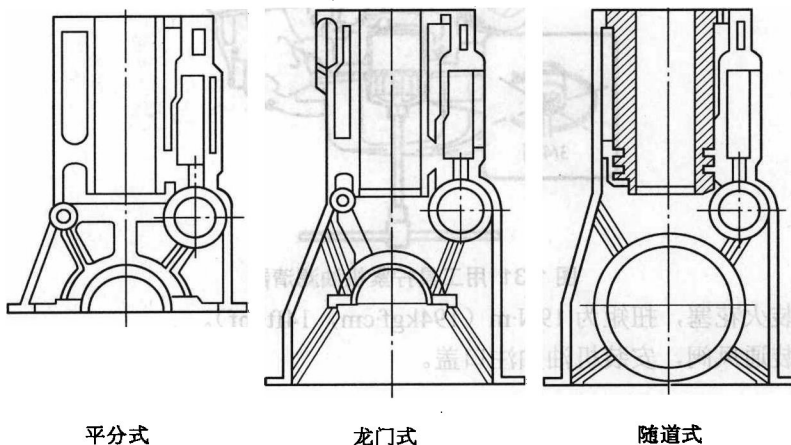


图 1-32 气缸体

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 1-33 和图 1-34 所示。

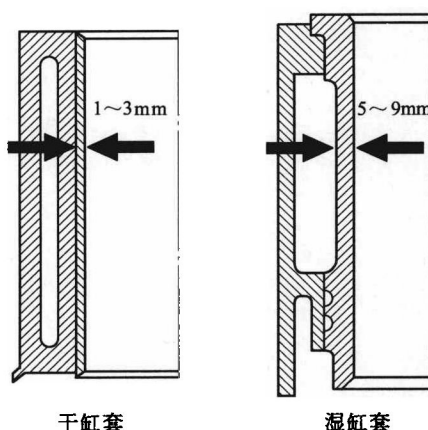


图 1-33 缸套的两种形式

(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 $1\sim 3\text{mm}$ 。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。

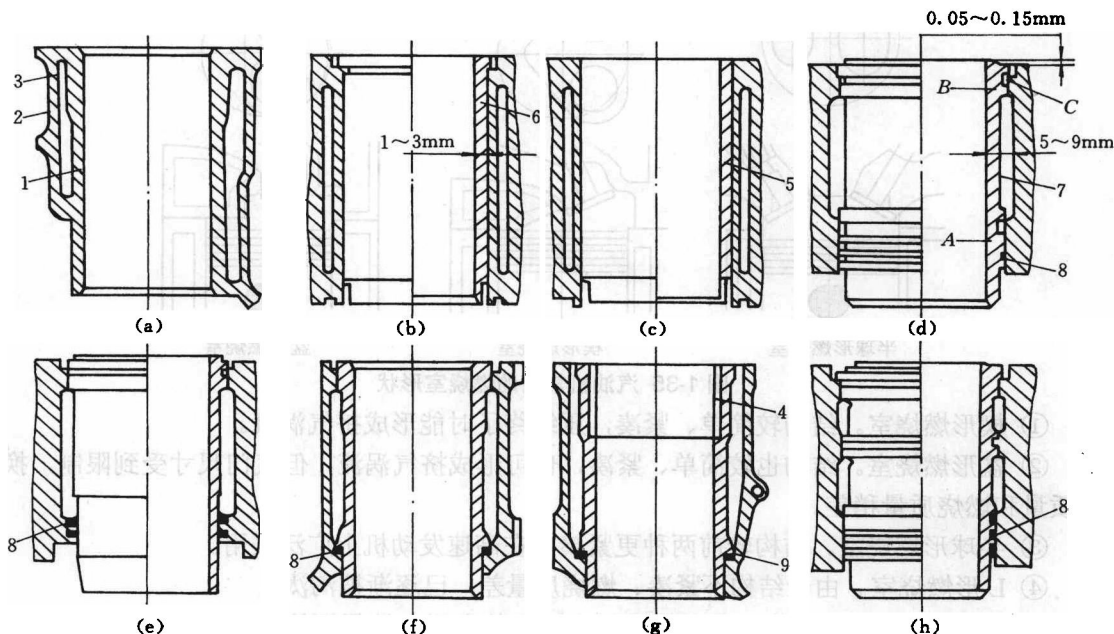


图 1-34 气缸套的分类（干式缸套、湿式缸套）

1 - 气缸壁；2 - 气缸冷却水套壁；3 - 冷却水套；4 - 组合式缸套；5 - 干缸套；6 - 可卸式干缸套；
7 - 可卸式湿缸套；8 - 橡胶密封圈；9 - 铜密封圈

(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 $5 \sim 9\text{mm}$ 。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 $1 \sim 3$ 个橡胶环。缸套装入气缸体，其上端应高出气缸体顶平面 $0.05 \sim 0.15\text{mm}$ ，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。其作用是用来封闭气缸，并与活塞顶部构成燃烧室。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 1-35