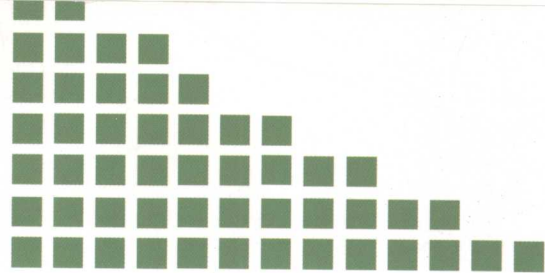




普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材



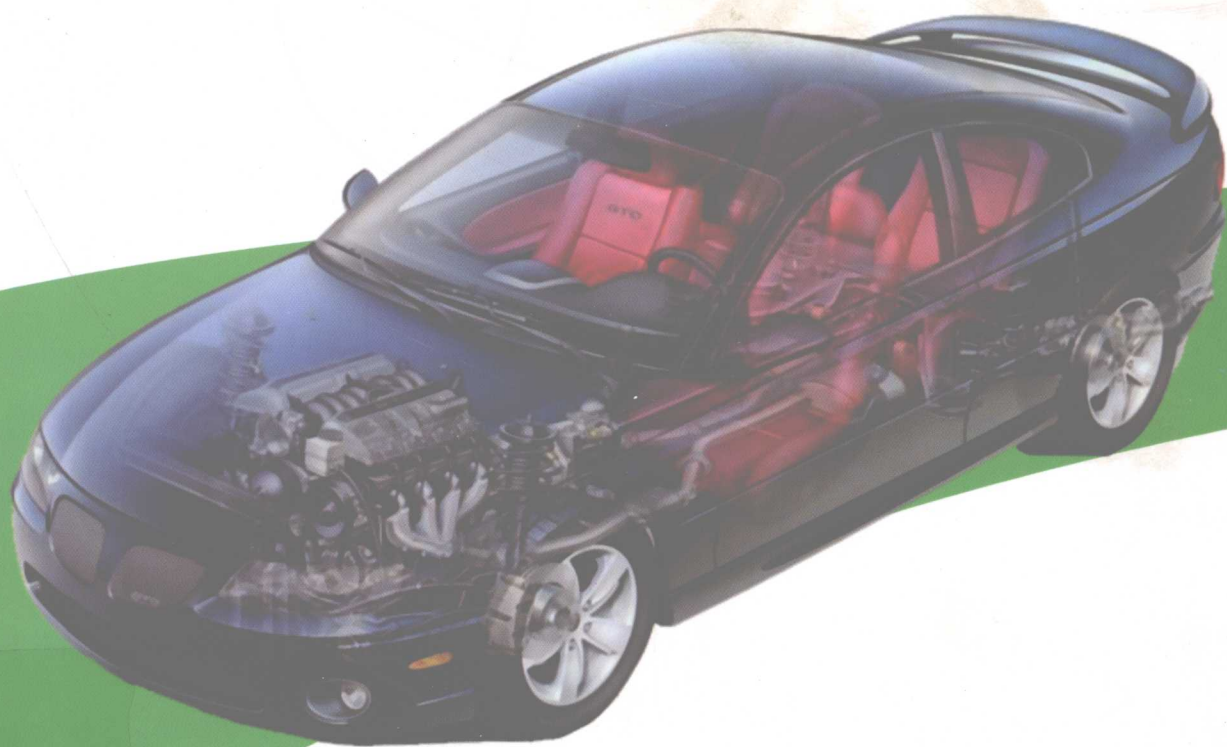
汽车发动机构造与检修

QICHE FADONGJI GOUZAO YU JIANXIU

组编 华汽教育

主编 于得江

主审 吴喜骊



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

九江学院图书馆

1414213



1419652

普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培
养专用教材

汽车发动机构造与检修

组 编 华汽教育
主 编 于得江
副主编 蒋 芳
编 写 刘利荣
主 审 吴喜骊

不外借

U472.43/
2382

九江学院图书馆
藏书章



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书共分七章,主要内容包括发动机总体构造、曲柄连杆机构结构与检修、配气机构结构与检修、汽油机燃油供给系统、柴油机燃油供给系统、润滑系结构与检修、冷却系结构与检修。本书选编了“必需、够用”的理论内容,又融入了足够的实训项目。

本书适合作为高职高专汽车运用技术、汽车检测与维修技术、汽车技术服务与营销、汽车电子等专业的师生使用;也可以作为成人高等教育相关课程的教材;还可以供汽车维修人员、驾驶员、汽车技术爱好者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检修/于得江主编;刘利荣编写.

—上海:同济大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5608-4386-5

I. ①汽… II. ①于…②刘… 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. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 144981 号

普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材

汽车发动机构造与检修

组编 华汽教育 主编 于得江 副主编 蒋芳 编写 刘利荣 主审 吴喜骊

责任编辑 凌岚 特约审读 司徒妙龄 责任校对 徐春莲 封面设计 庞波 项目执行 李小敏

出版发行 同济大学出版社(www.tongjipress.com.cn 地址:上海市四平路 1239 号

邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市大宏印刷有限公司

开 本 889 mm×1 194 mm 1/16

印 张 13.5

印 数 1—3 500

字 数 432 000

版 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4386-5

定 价 29.00 元

普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材

专业建设指导委员会

顾 问 李理光(同济大学)
洪 亮(清华大学)
赵丽丽(中国汽车工程学会)
林海临(中国汽车工业国际合作公司)

主 任 刘大洪 邹晓东(中锐教育集团)

副主任 周肖兴 田洪雷(中锐教育集团)
王 刚(无锡南洋职业技术学院)

委 员(排名不分先后)

张元树 刘 萌(武汉商业服务学院)
刘兴鼎 廖 勇(重庆机电职业技术学院)
陈万强 李永刚(西安航空职业技术学院)
胡世明 丁继安(湖州职业技术学院)
陈焕文 尹立贤(湖南信息职业技术学院)
黄卫星 赵鹏飞(广东清远职业技术学院)
薛茂云(江苏经贸职业技术学院)
刘 华(江西现代职业技术学院)
王茂元 周玉碧(包头职业技术学院)
姜 军 任国庆(辽宁装备制造职业技术学院)
汤 才 林惠华(广东工贸职业技术学院)
刘延明 罗显克(广西水利电力职业技术学院)
林韧卒 金 武(牡丹江大学)
李 新 孟德泉(四川管理职业学院)
夏令伟(无锡南洋职业技术学院)
吴荣辉(中锐教育集团)
沈冠东(中锐教育集团)

普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材

编审委员会

- 主任 李理光(同济大学)
- 副主任 夏令伟(中锐教育集团)
吴荣辉(中锐教育集团)
沈冠东(中锐教育集团)
张平官(同济大学)
左曙光(同济大学)
孙泽昌(同济大学)
马 钧(同济大学)
朱西产(同济大学)
张执玉(清华大学)
王登峰(吉林大学)
李登明(长春汽车工业高等专科学校)
- 编委 朱 立(武汉商业服务学院)
李仕生(重庆机电职业技术学院)
宋继红(西安航空职业技术学院)
李天真(湖州职业技术学院)
梁旭坤(湖南信息职业技术学院)
张中明(成都农业科技职业学院)
李漫江(江苏经贸职业技术学院)
陈智钢 袁建新(江西现代职业技术学院)
白树全(包头职业技术学院)
杨俊莲(辽宁装备制造职业技术学院)
梁建和(广西水利电力职业技术学院)
钟 平(牡丹江大学)
吴 斌(四川管理职业学院)
曹 建(同济大学)
席振鹏(中锐教育集团)
- 组 编 华汽教育



序

汽车产业是我国最重要的支柱产业之一,对国民经济的发展起着重要的作用。经过几代人的共同努力,20世纪90年代初我国的汽车产业进入了前所未有的全面快速发展阶段。2009年国内汽车产业实现了历史性跨越,以年产、销量均超1 000余万辆而居全球之首。

我们国家虽已成为汽车大国,但还远不是汽车强国。我们还没有大型国际化汽车公司,没有世界知名的自主汽车品牌,没有完全掌握汽车工业的核心技术,对国外汽车市场的开拓尚处于起步阶段。显然,要成为汽车强国,任重而道远。

汽车产业具有人才密集、资金密集、技术密集、装备集约化和生产规模化的特点。在这些产业要素中,专业人才具有极为重要的地位。无论是在汽车的研发、制造等汽车产业链的前端,还是在汽车的销售、应用、维修乃至报废处理等汽车产业链的后端,都需要大批具备基本理论知识、掌握现代汽车核心技术、具有熟练操作技能的工程技术人员和技术工人。

就汽车后市场而言,随着我国汽车产业的加速发展、汽车技术的不断进步、汽车社会保有量的持续增加,从事汽车技术服务与营销、汽车检测与维修的从业人员已日益增多,对高质量、高技能人才的需求仍将不断扩大,各类训练有素的高技能人才的短缺是不争的事实,这已引起全国上下的广泛关注。

开展多层次、多种形式的职业教育,加强从业人员的职前和职后培训,是解决汽车专业人才紧缺的有效途径。为此,许多高等职业院校增设了汽车专业,与汽车技术普及和提高相关的各类培训机构和技能鉴定机构亦大量涌现,职业教育呈现出良好的发展势头。然而,由于传统教学体制和教学理念的局限性,高等职业院校的专业建设水准与汽车产业发展的实际需要还有很大差距;各类培训机构也同样面临提高培训质量的问题。诚如教育部“教高[2006]16号文件《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》”中所指出的,“随着我国走新型工业化道路、建设社会主义新农村和创新型国家对高技能人才要求的不断提高,高等职业教育既面临着极好的发展机遇,也面临着严峻的挑战”。显然,提高教育质量和技能培训质量是当前高等职业教育面临的最大挑战。

教材建设是高等职业院校专业建设的基石,是人才培养计划得以成功的必要条件,是提高高等职业教育质量的重要保障。为认真贯彻党的十七大会议精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,同济大学出版社联合上海中锐教育集团旗下的华汽教育、无锡南洋职业技术学院以及与中锐教育集团合作开办汽车相关专业的全国15所高等职业院校,在总结近几年教学经验的基础上,组织编撰了“普通高等职业教育规划教材·21世纪卓越汽车应用型人才培专用教材”丛书。

为了做好教材的组编工作,编撰人员深入探讨了国内高等职业院校的特点和教学规律,对德国、美国、日本等发达国家的汽车职业教育进行了多次考察,同时结合中锐教育集团为汽车生产厂商开发企业内部培训课程的经验,力求在“因材施教、学以致用”上有所突破;力求在“淡化学科分类、突出综合应用”



上有所突破;力求在高等职业院校教材的内容、体例、风格上有所突破。

本丛书是为培养高素质、高技能紧缺人才而编写的,为此组建了以高等院校、高等职业技术学院、汽车工程学术组织、汽车技术研究机构、汽车生产企业、汽车经销服务企业、汽车维修行业协会、汽车流通行业协会以及汽车职业技能培训机构等各方人士相结合的教材编审委员会,以保证教材质量,促进我国高等职业教育事业的发展,造福于莘莘学子。

真诚地希望本丛书的出版能对我国的职业教育和技能培训有所裨益,热切期待广大读者提出宝贵意见和建议,使教材更臻完善。

李理光

2010年7月



前 言

随着汽车工业的快速发展,作为汽车心脏的发动机,性能越来越优越,其结构也越来越复杂。在汽车的使用过程中,对发动机的使用、维护、检测、故障诊断和维修要求正在逐渐提高,发动机的维修能力已是汽车类人才能力评价的重要指标。“汽车发动机构造与检修”是汽车类各专业必修的一门核心专业课程,为后续的“汽车发动机电控技术”课程打下坚实的基础,为此,我们根据国家教育部对高职高专教学的有关规定,以及从事汽车发动机维修及诊断工作所需的基本专业知识要求及素质要求,特组织各院校有多年教学经验的专业教师、汽车维修行业专家和企业技术骨干一起编写此教材,目的是使汽车类专业学生及技术人员能更全面地、系统地掌握有关汽车发动机构造的基础知识,为后续课程打下扎实的基础。

在编写过程中,我们注重理论与实践相结合、遵循模块化教学思路、根据人才培养方案的要求、尊重高职学生的学习特点和认知规律来设计此教材,选编了“必需、够用”的理论内容,又融入足够的实训项目。除了正文外,每个章节都设有学习目标、本章小结及复习思考题。学习目标分为知识目标和能力目标,其中,知识目标为理论课程所必须掌握的内容,能力目标为实训课程所必须掌握的技能;正文由理论知识部分和实践技能部分组成,两部分相互穿插,各有侧重,并且图文并茂,让比较枯燥的理论以形象的图片表现出来;每章后附有本章小结,目的是帮助教师和学生重点掌握该章重点,语句精炼,能够反映章节内容主题;复习思考题题型包括判断题、选择题和问答题,融入相应章节的重要知识点,帮助教师评估学习效果,学生借此知道学习的薄弱环节。“汽车发动机构造与检修”课程有配套的教学视频以及实训项目作业书,帮助学生举一反三练习发动机拆装及检测步骤并掌握必要规范,对无法在学校完成的,但又必须了解的实训内容也以视频的方式让学生了解。本教材适当地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容,并淘汰陈旧知识,如化油器知识,只是适当提及,使教材内容具有实用性和宽广性;选用的基本车型具有代表性,力争做到所介绍汽车的现今结构与国内汽车发展保持同步,在教材不断改版过程中,力求做到内容与行业技术使用上同步更新。

本教材共7章内容。第1章发动机总体构造,介绍了发动机分类、发动机基本术语、发动机的几大系统介绍、四冲程发动机工作原理、发动机主要性能指标等,其中,发动机系统中的起动系因与汽车电气设备紧密相关,将放在“汽车电气设备构造与检修”中学习,因本教材是以发动机构造为主,点火系放入“发动机电控技术”中讲述;第2章曲柄连杆机构结构与检修,介绍了机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组的功用、组成、工作原理、拆装与检修;第3章配气机构结构与检修,介绍了配气相位概念、配气结构的功用、组成和工作原理、气门间隙的检查和调整、配气机构的拆装和检修;第4章汽油机燃油供给系统,简单介绍了化油器式燃油供给系统的组成及工作过程,因在“汽车发动机电控技术”中将会详细讲述电控燃油供给系统,所以在此教材中只是让学生作些初步认识,为以后的学习打下基础;第5章柴油机燃料供给系统,介绍了传统柴油机燃料供给系统的功用、组成和工作原理,为保证柴油机知识讲述的连贯性,



以及符合学生的认知规律,电控柴油机燃油供给系统的组成、分类、工作原理、简单的故障现象分析等也在此教材中一并阐述;第6章润滑系结构与检修,介绍了润滑系油路、润滑系主要部件结构和工作原理、润滑系检修等;第7章冷却系结构与检修,介绍了水冷系统的组成、结构及工作原理、冷却系的检修等。

本教材由无锡南洋职业技术学院于得江编写了第2章、第4章、第5章,包头职业技术学院蒋芳编写第1章、第6章、第7章,无锡南洋职业技术学院刘利荣参加编写第3章,于得江负责了全书的统稿工作,包头职业技术学院吴喜骊担任主审,夏令伟副教授对全书的编写提供了很多指导和改进意见。

本教材在编写过程中,广泛征求了华汽教育各相关院校和大量专业维修技术人员的意见,并且得到了华汽教育教材编写委员会委员和许多同行的大力支持,在此表示诚挚的感谢。本教材参考了大量的国内外技术资料、相关著作和文献资料,虽然大部分资料来源都尽可能在书后的参考文献中一一说明和致谢,但可能会有遗漏,或是资料几经引用,导致未提及相关知识的原作者,在此一并向相关资料原作者、原所有权人表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2010年6月



目 录

序	
前言	
1 发动机总体构造	1
1.1 发动机分类	2
1.2 基本术语	2
1.3 发动机总体构造	4
1.4 发动机基本工作原理	9
1.5 发动机主要性能指标和特性	11
1.6 国产内燃机型号编制规则	14
2 曲柄连杆机构结构与检修	19
2.1 概述	20
2.2 机体组	22
2.3 活塞连杆组	27
2.4 曲轴飞轮组	38
2.5 曲柄连杆机构的检修	43
2.6 曲柄连杆机构常见故障的诊断	57
3 配气机构结构与检修	65
3.1 概述	66
3.2 配气相位	70
3.3 气门组	72
3.4 气门传动组	75
3.5 气门间隙的检查与调整	80
3.6 配气机构的检修	82
3.7 配气机构常见故障的诊断	89
4 汽油机燃油供给系统	95
4.1 概述	96
4.2 汽油机可燃混合气	97
4.3 化油器式燃油供给系统	101
4.4 电控燃油供给系统	105



4.5 空气滤清器与排气消声器 109

5 柴油机燃料供给系统 115

5.1 概述 116

5.2 柴油机可燃混合气的形成及燃烧 117

5.3 柴油机燃烧室 121

5.4 传统柴油机的燃油系统 124

5.5 电控柴油机的燃油系统 158

5.6 废气涡轮增压系统 166

6 润滑系结构与检修 171

6.1 润滑系结构 172

6.2 润滑系检修 180

6.3 润滑系常见故障的诊断 182

7 冷却系结构与检修 187

7.1 冷却系结构 188

7.2 冷却系检修 196

7.3 冷却系常见故障的诊断 199

参考文献 203

1 发动机总体构造

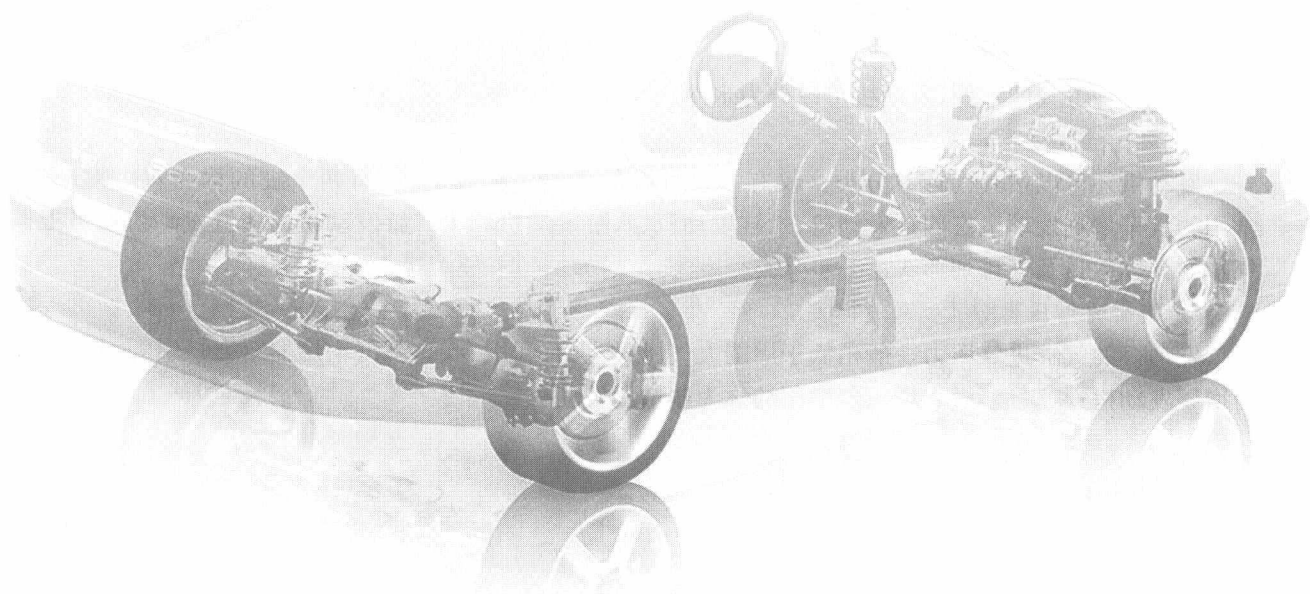
学习目标

知识目标

- (1) 了解发动机的分类；
- (2) 掌握发动机常用术语；
- (3) 掌握发动机总体构造；
- (4) 掌握发动机基本工作原理；
- (5) 熟悉发动机的主要性能指标和特性；
- (6) 了解国产发动机编号规则。

能力目标

- (1) 能够认知发动机的类型；
- (2) 能够认识发动机主要零部件。





1.1 发动机分类

发动机是汽车最主要的总成之一,它是动力的来源。发动机是将化学能→热能→机械能的机器。

现在绝大多数汽车采用内燃机作为汽车发动机,内燃机的作用是将燃料与空气混合并在气缸内燃烧,推动活塞往复运动而带动曲轴旋转,从而将化学能转变为机械能向汽车提供动力。由于燃料是在气缸内燃烧,因此称为内燃机。

现在大多数内燃机是活塞式内燃机,活塞式内燃机可根据不同的特征分类如下。

1. 按冲程数分类

在发动机内,每一次将热能转化成机械能都经过空气吸入、压缩、输入燃料,使之着火燃烧膨胀做功,然后将生成的废气排出这样一系列连续的过程,这称为发动机的一个工作循环,即活塞下行(进气)→上行(压缩)→下行(点火做功)→上行(排气)。对于往复活塞式发动机,可以根据每一工作循环所需活塞行程数来分类。凡活塞往复四个单程完成一个工作循环的称为四冲程发动机;活塞往复两个单程即完成一个工作循环的则称为二冲程发动机。汽车都采用四冲程发动机,摩托车采用二冲程发动机。

2. 按燃料种类分类

根据所用燃料种类区分,常见的有汽油发动机(简称汽油机)和柴油发动机(简称柴油机)。

近年来由于环保低碳要求和世界能源短缺,人们开始开发新型清洁燃料,有甲醇、乙醇、液化石油气(LPG)、压缩天然气(CNG)等。现在又大力开发混合动力汽车、电池电动汽车、电容电动汽车和太阳能汽车等。

3. 按点燃方式分类

汽油机、液化石油气、压缩天然气发动机都是用电火花点燃气缸内的燃料使之燃烧,把热能转换为机械能。凡是利用电火花使可燃混合气着火的均称为强制点火式或点燃式发动机。

柴油机所使用的燃料是轻柴油,一般是通过喷油泵将柴油加压,再由喷油器将柴油直接或间接喷入发动机气缸,和经压缩后的空气均匀混合,使之在高温、高压下自行着火燃烧。这种发动机也称为压燃式发动机。

4. 按冷却方式分类

根据冷却方式的不同,发动机可以分为水冷式和风冷式两种。

5. 按气缸数分类

发动机还可以按其气缸数分类。仅有一个气缸的称为单缸发动机;有两个缸的称为双缸发动机。常用的汽车多缸发动机有四缸发动机、六缸发动机、八缸发动机和十二缸发动机。多缸发动机还可根据气缸的具体数目及其排列形式进一步分类。

6. 按有无增压器分类

发动机的气缸进气压力一般稍低于周围大气压,但也有利用专门装置(增压器)使进气压力增高,称为增压发动机;相应地,没有增压器增压的称为非增压发动机。

1.2 基本术语

发动机基本术语,如图 1-1 所示。

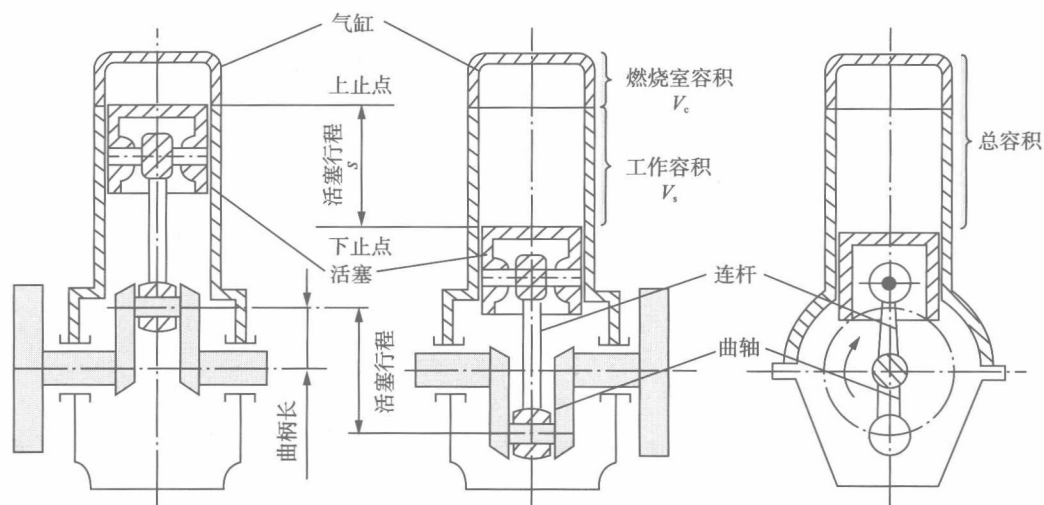


图 1-1 发动机基本术语示意图

1. 上止点

活塞顶距离曲轴旋转中心最远的位置称为上止点。

2. 下止点

活塞顶距离曲轴旋转中心最近的位置称为下止点。

3. 活塞行程

上、下止点间的距离称为活塞行程,用 S 表示,单位为 mm。

$$S=2R \quad (R \text{ 为曲柄半径})$$

曲轴每转一周,活塞完成两个行程。

4. 燃烧室容积

活塞在气缸内作往复直线运动,当活塞位于上止点时,活塞顶上面的气缸空间为燃烧室容积,用 V_c 表示。

5. 气缸工作容积

活塞从一个止点移到另一个止点所扫过的容积称为气缸工作容积,用 V_h 表示,单位为升(L)。

$$V_h = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 S \times 10^{-6}$$

式中 D ——气缸直径(mm);

S ——活塞行程(mm)。

6. 气缸总容积

活塞位于下止点时,活塞顶上部的全部气缸容积称为气缸总容积,用 V_a 表示,即

$$V_a = V_c + V_h$$

7. 发动机排量

多缸发动机所有气缸工作容积的总和称为发动机排量,用 V_L 表示,单位为升(L):

$$V_L = V_h i$$

式中, i 为发动机的气缸数。



8. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比,用 ϵ 表示:

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

ϵ 表示活塞从下止点移到上止点时,气缸内气体被压缩的程度。现代汽油机一般为 9~11,柴油机一般为 16~22。

1.3 发动机总体构造

发动机是一部由许多机构和系统组成的复杂机器。一般四冲程发动机由曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统(柴油机无点火系统)和起动系统组成。

1.3.1 曲柄连杆机构

1. 组成

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组三部分组成。

(1) 机体组由气缸盖罩、气缸体、曲轴箱、气缸盖、气缸套、气缸垫及油底壳等组成(图 1-2)。

(2) 活塞连杆组由活塞、活塞环、活塞销、连杆和连杆盖等组成(图 1-3)。

(3) 曲轴飞轮组由曲轴、飞轮、扭转减振器、平衡重等组成(图 1-3)。

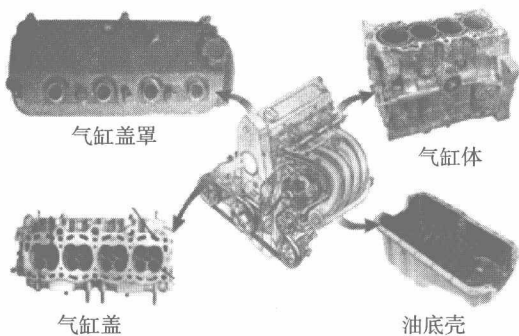


图 1-2 机体组

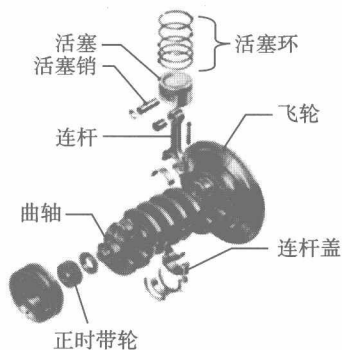


图 1-3 活塞连杆组和曲轴飞轮组

2. 功用

气缸体是发动机各机构、各系统的装配基体,其本身的许多部分又分别是曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、冷却系和润滑系的组成部分。

气缸盖、气缸内壁和活塞顶部的封闭区间形成燃烧室。燃料在燃烧室内燃烧产生热量转变为推动活塞往复运动的机械能,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。

1.3.2 配气机构

1. 组成

配气机构由进气门、排气门、气门座、气门弹簧、气门导管、挺柱、凸轮轴以及凸轮轴正时齿形带轮(正时链轮)等组成(图 1-4)。

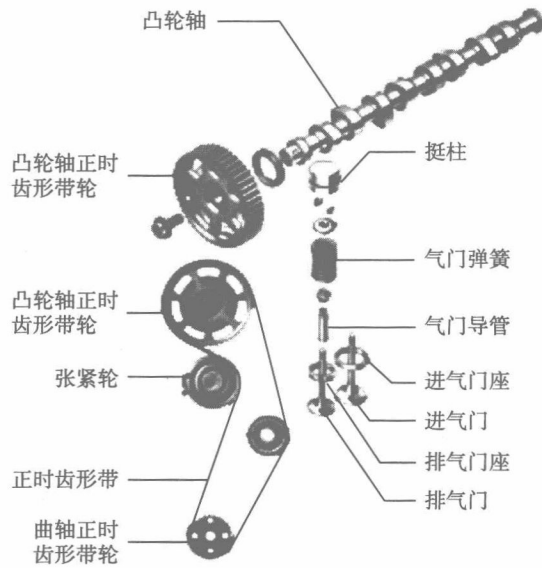


图 1-4 配气机构

2. 功用

曲轴通过正时齿形带(或链条或齿轮)以 2:1 的传动比驱动凸轮轴转动,凸轮轴转动使凸轮轴上的凸轮适时顶开进、排气门,从而使可燃混合气或空气(柴油机)通过进气门进入气缸,或把燃烧后产生的废气从排气门排出。

1.3.3 燃料供给系统

1. 电控汽油机燃油系统

1) 组成

汽油机燃油系统由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器和汽油喷射系统(油轨、喷油器、燃油压力调节器)等组成(图 1-5)。

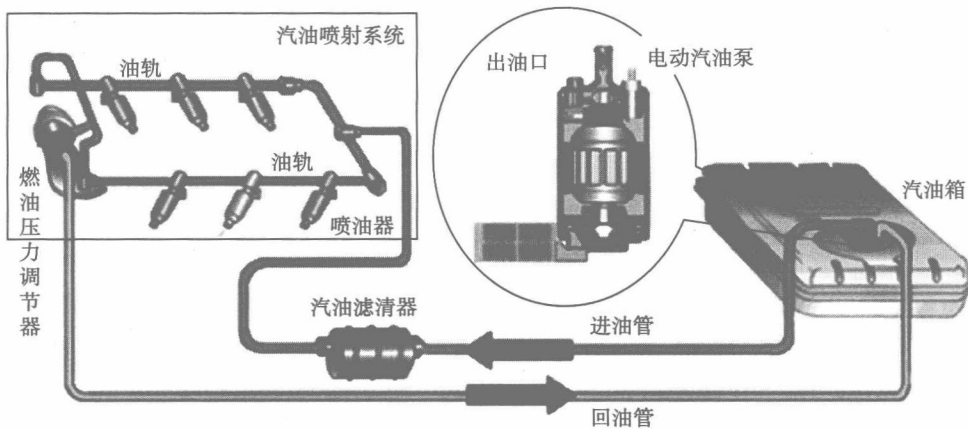


图 1-5 电控汽油机燃油供给系统

2) 功用

电动汽油泵将汽油从油箱中吸出,并以一定压力经进油管、汽油滤清器、油轨,送到各缸汽油喷油器;喷油器在发动机电控单元控制下,根据发动机不同工况的需要,将一定数量的汽油在气缸外呈雾状



喷入各缸进气歧管内,与一定比例的空气混合形成可燃混合气,当进气门打开时可燃混合气进入气缸燃烧室,用电火花点燃方式使混合气体燃烧,燃烧生成的废气通过排气门从发动机排到排气管。

2. 柴油机燃油系统

1) 组成

柴油机燃油系统由柴油箱、柴油预滤器(粗滤器)、输油泵、柴油滤清器(细滤)、喷油泵、喷油器等组成(图1-6)。

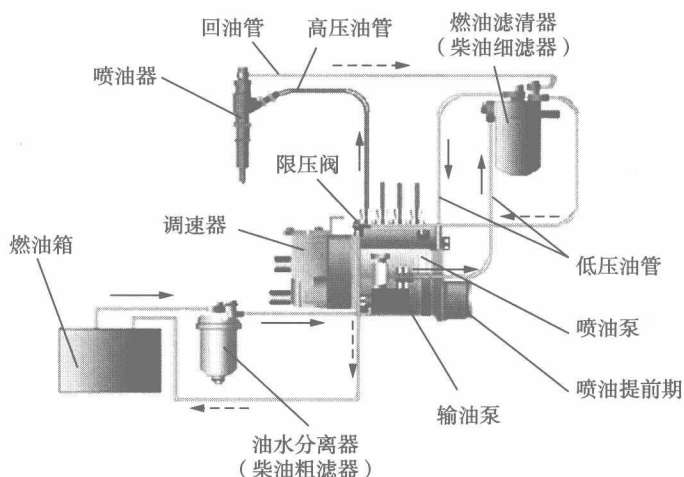


图1-6 柴油机燃油系统

2) 功用

柴油机输油泵将柴油从燃油箱吸出,并以一定压力经低压油管、油水分离器、燃油滤清器,送入高压油泵,再经高压油管到喷油器,适量的高压柴油成雾状从喷油器喷入气缸,使雾状柴油与从进气门进入的空气迅速混合,借助气缸压缩终了时的高温高压自行着火燃烧,燃烧生成的废气通过排气门从发动机排到排气管。

1.3.4 冷却系统

1. 组成

冷却系统由水泵、散热器、风扇、水管、节温器、水套(气缸体和气缸盖内部铸出的空腔)等组成(图1-7)。

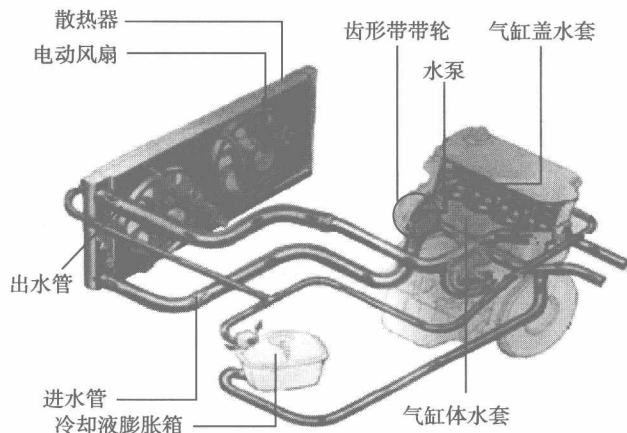


图1-7 发动机冷却系统