

QICHE FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU

汽车发动机构造与维修



全国汽车类情境

体验

拓展

互动

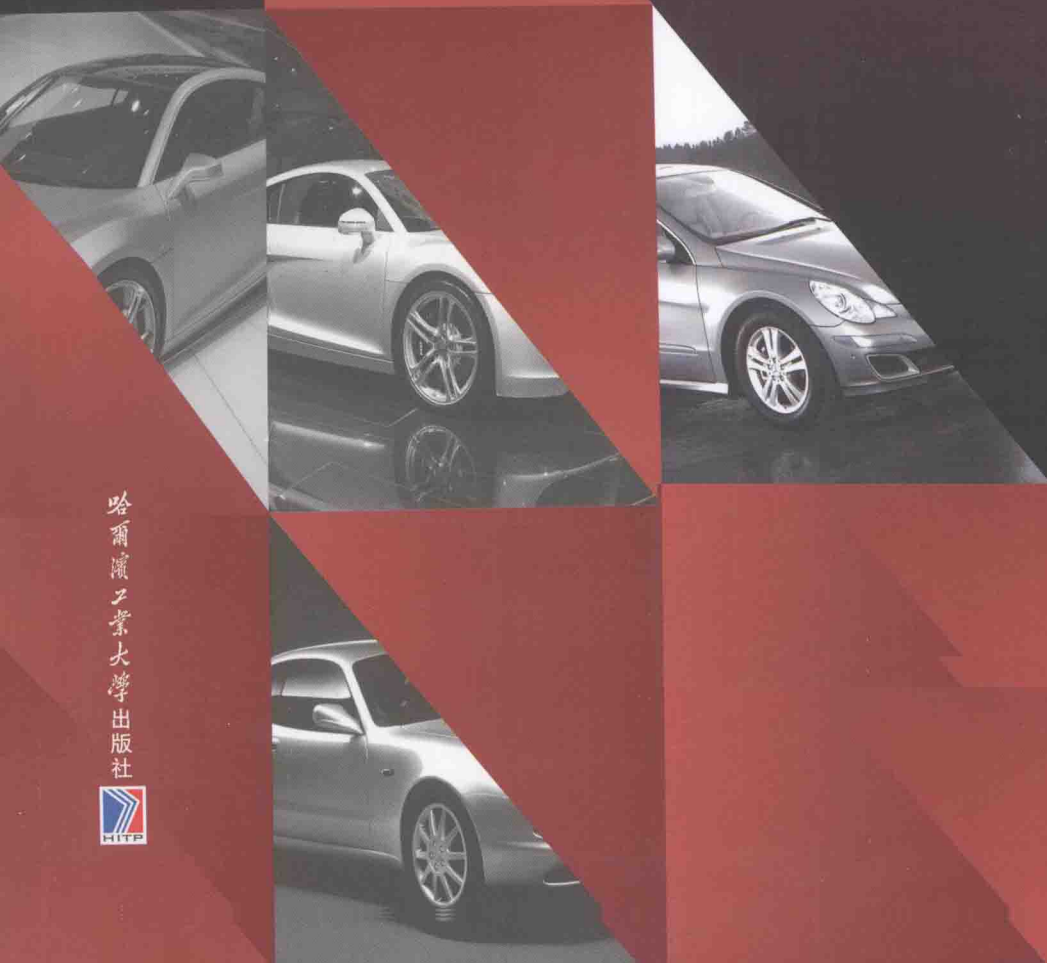
「1+1」

理实

一体化

规划教材

主审/刘锐
主编/赵殿明



哈尔滨工业大学出版社



QICHE FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU

汽车发动机构造与维修

全国汽车类情境 体验 拓展 互动「十二」理实一体化规划教材

主 审 刘 锐

主 编 赵殿明

副主编 何细鹏

唐中然

编 者 谭红江

陈 琨

张志文

沈盛军

王海峰

李 宁

齐方伟

韩 军

王菊霞

孙旭光

内 容 简 介

本书主要介绍汽车发动机的各组成部分的构造、原理及检修内容。及时增补汽车发动机相关的新知识、新技术。同时,通过具体实例,配合大量图片,把汽车基本操作流程和操作要求清晰地介绍给学生。本套教材以“实用、够用”为宗旨,以技能为主线,理论知识言简意赅,脉络清晰。实训内容重点突出,操作性强。将理论与技能有机结合,重在教会学生掌握必需的专业知识和技能,提升学生操作技能。

本书适合于高等院校汽车检测与维修、汽车运用与维修以及汽车电子技术等专业使用,还可供汽车维修工、驾驶员、汽车行业技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/赵殿明主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社, 2013. 7

ISBN 978-7-5603-4171-2

I. ①汽… II. ①赵… III. ①汽车-发动机-构造-
高等学校-教材 ②汽车-发动机-车辆修理-高等学校-
教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 166343 号

责任编辑 李长波

封面设计 唐韵设计

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 天津市蓟县宏图印务有限公司

开 本 850mm×1168mm 1/16 印张 18.5 字数 534 千字

版 次 2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4171-2

定 价 38.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)



序 言

我国已经连续三年成为世界第一大汽车生产国和第一大汽车市场，而且作为世界上最大的汽车生产国和最大的汽车市场这种格局在今后相当长的一段时间内将会持续下去。但我国并不是汽车强国。纵观德、美、日等世界汽车强国，不难发现其汽车人才的培养无不走在世界前列，并为汽车工业的强盛源源不断地提供高水平、高素质、多学科、多层次的人才，为汽车产业的持续发展提供人才保障。可见，汽车强国的根本是人才强国，而人才的来源则是教育。

我国汽车工业的快速发展也带动了人才需求的快速增长，汽车产业人才的需求呈现出多样化、层次化、专业化的特点，汽车人才培养也逐渐形成了从中职，到高职、本科、硕士，直至博士和博士后的相对完整的人才培养体系。人才培养体系的健全需要强有力的教学作为支撑，学生在学校接受专业教育，通过教师授课的方式从教科书中学习、消化、吸收前人积累的大量知识精华，这样学生就可以在短期内获得大量实用的专业知识。然而，目前各层次汽车类教材明显落后于汽车产业发展，应用型人才教材与技工型人才、技术型人才、研究型人才教材界限不清，特色不鲜明，这也是困扰我国汽车行业中职、高职、本科等不同层次汽车人才培养的一个长期问题。因此，面对汽车行业对不同层次人才的专业知识和综合素质的不同需求，遵循教育规律，开发新的教材，跟上或适当领先汽车行业发展步伐，是汽车教育亟须解决的问题。

值得欣喜的是，出版界人士一直在此方面孜孜不倦地进行探索与突破。行业专家和各交通院校双师型教师共同规划、组织、编写的这套全国汽车类情境·体验·拓展·互动“1+1”理实一体化规划教材，正是从汽车行业一线对应用型人才的需求出发，以全面素质提高为基础，以就业为导向。这套教材的显著特点是“主体教材”+“教学资源库”，即“1+1”。主体教材灵活运用了职业教育中先

进的教学思想——行为导向教学法，各个板块设置均以学生为中心，“情境导入”让学生身临其境，有问题可想，有问题可做，让学生动起来；“任务实施”以图解的方式解决工作情境中的问题，学生通过一步步的操作流程学会了应用，他们将不再感觉学习是一种负担，而是把学习当作衡量自己能力的一次机会；“评价体会”是老师和学生共同回顾、畅谈的环节，通过这个环节，学生的知识点、技能点、情感点即其情商也在无形中得到了锻炼和提升；“拓展与提升”板块加入与之密切联系的行业发展信息或新技术研究信息，开阔了学生的视野。教学资源库则从现实案例、实践训练、学习考试等方面实现教学资源与教学内容的有效对接，融“教、学、做、拓”为一体。

我国的汽车教育事业取得了长足发展，但不能忽视的是，汽车专业教材建设亟待进一步规范和引导，汽车专业教学的改革势在必行。教育体系与课程内容如何与国际接轨，如何避免教材建设中存在的内容陈旧、体系老化问题，如何解决汽车专业教育滞后于科技进步和现代汽车行业发展的局面，无疑成为我们目前最值得思考和解决的关键问题，本套教材应时所需，有针对性地研究和分析当前汽车行业现状，启迪汽车专业课程体系改革，落实产学研结合的教学模式，相信对汽车从业人员的指导、培训，以及对汽车人才的培养有较为现实的意义。

可以说，这套教材是校企资源优化组合的优秀成果，感谢为本套教材的出版倾注心血和汗水的各位教师，希望本套教材能够为我国汽车人才培养作出一定的贡献。

徐向阳



前言

进入 21 世纪以来,我国汽车保有量急剧上升,私家车数量也急剧增加,极大地拉动了汽车产业经济,拓展了汽车销售市场,汽车维修业得到进一步扩大,汽车维修人才供不应求。新结构、新工艺、新材料、新技术在汽车上的应用,使汽车成为各种先进技术的载体,把汽车维修业带入了一个高科技领域,也对汽车维修从业人员提出了更高要求。根据教育部《国家“十二五”科学和技术发展规划》的通知精神,为了培养汽车产业调整和振兴所需要的技能型人才,从行业一线对技能型人才的需求出发,秉承“以就业为导向,以能力为本位”的教育理念;做到“以生为本”,因材施教,形成企业欢迎,学生发展快的良好态势。现在,汽车维修技术人员应该是懂技术、会外语、懂电脑、知原理、善经营、能力强、素质好、有后劲的汽车生产与维修一线的应用型人才,成为能诊断汽车各种疑难杂症的汽车医生。因此,特编写本套教材。

全书共分 8 个学习任务,内容包括发动机总体构造、曲柄连杆机构的构造与维修、配气机构的构造与检修、电控汽油喷射系统的构造与检修、柴油机燃料供给系的检修、冷却系的构造与维修、润滑系的构造与维修和发动机装配与调试。主要介绍汽车发动机的各组成部分的构造、原理及检修等内容。及时增补汽车发动机相关的新知识、新技术。同时,配备了发动机构造与维修的教学资源库,增大实训内容,通过具体实例,典型的维修案例,把汽车各部件基本操作流程和操作要求清晰地介绍给学生。

本套教材以“实用、够用”为宗旨,以技能为主线,理论知识以应用为目的,以讲清概念、强化应用为重点,语言简练,脉络清晰。实训内容重点突出,剪操作性强,加强了针对性和实用性,强化了实训教学。将理论与技能有机结合,重在教会学生掌握必需的专业知识和技能,提升学生操作技能,提高学生的应用能力。

本书适合于高等院校汽车检测与维修、汽车运用与维修以及汽车电子技术等专业使用,还可供汽车维修工、驾驶员、汽车行业技术人员阅读参考。

本书由刘锐老师主审,他对本书提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。本书在编写过程中,参阅了许多国内外出版的著作与文献,在此表示感谢。

限于编者经历、水平有限,书中难免有疏漏与不妥之处,恳请专家和读者提出宝贵意见,以便在以后修改中充实和完善。

编 者

编 审 委 员 会

主 任：徐向阳

副主任：许洪国 陈传灿 陈 科 贝绍轶

委 员：（排名不分先后）

刘 锐	刘振楼	郭建明	卢 明
陈曙红	纪光兰	寿茂峰	徐 昭
高丽洁	王小飞	邵林波	付慧敏
罗 双	郭 玲	庞成立	王爱国
赵 彦	胡雄杰	赵殿明	汲羽丹
辛 莉	刘孟祥	贾喜君	徐立友
张明柱	姚焕新	刘 红	张芳玲
王清娟	廖中文	陈 翔	张 军
李胜琴	任成尧	高洪一	李群峰
黄经元	苗春龙		

任务目标

通过本任务的目标掌握具体的知识点。

任务描述

将任务的起因及需要的结果描述出来,有助于更加顺畅地完成任务。

课时计划

建议课时,供教师参考。

情境导入

通过实际工作情境的描述,引导学生思考,从而引出所需理论和实践内容。

学习任务1 发动机总体构造

【任务目标】

1. 了解发动机的功用、分类、构造和工作原理。
2. 熟悉发动机的总体构造。
3. 掌握发动机维修的常用工具量具的使用方法。
4. 学会发动机的日常检查与维护作业。

【任务描述】

随着社会的不断发展,汽车早已进入人们的生活。发动机、底盘、车身以及电气与电子设备是汽车的重要组成部分,其中发动机是汽车的动力源,它将燃料燃烧产生的热能转化为机械能,驱动车辆行驶。本任务主要讨论发动机的总体构造。

学习任务2 曲柄连杆机构的构造与维修

【任务目标】

1. 了解曲柄连杆机构的各零部件的构造、作用、工作过程及其运动关系。
2. 熟悉曲柄连杆机构的各零部件的构造、作用、工作过程及其运动关系。
3. 掌握曲柄连杆机构的各零部件的构造、作用、工作过程及其运动关系。
4. 学会曲柄连杆机构的检查与维护作业。

【任务描述】

曲柄连杆机构是发动机实现往复运动的主要机构,它将燃料燃烧产生的热能转化为机械能,驱动车辆行驶。本任务主要讨论曲柄连杆机构的构造与维修。

学习任务3 配气机构的构造与检修

【任务目标】

1. 了解配气机构的功用、构造和分类。
2. 熟悉配气机构的工作过程。
3. 掌握配气机构主要零件的构造与维修方法。
4. 学会配气机构的一般故障诊断与排除。

【任务描述】

配气机构的功用是控制发动机气缸内所进行的工作循环,使新鲜混合气及时进入气缸,废气及时从气缸排出,以保证发动机的正常工作。本任务主要讨论配气机构的构造、工作过程及常见故障排除。

【课时计划】

项目	项目内容	建议课时	学时	备注
3.1	配气机构的功用和构造	2	1	3
3.2	配气机构的构造与维修	2	2	4
3.3	配气机构的故障诊断与排除	2	2	4
3.4	配气机构的检修	2	2	4
3.5	配气机构的检修	2	2	4
3.6	配气机构的检修	2	2	4

项目1.2 发动机

情境导入

发动机是汽车的动力源,是汽车的心脏,它的作用是将燃料燃烧产生的热能转化为机械能,驱动车辆行驶。

理论引导

1. 发动机的分类

① 按燃料形式分为汽油机和柴油机等。

② 按气缸排列形式分为直列式和V型等。

③ 按冷却方式分为风冷式和水冷式等。

④ 按点火方式分为点燃式和压燃式等。

⑤ 按进气方式分为自然吸气和涡轮增压等。

⑥ 按排气方式分为自然排气和涡轮增压等。

⑦ 按润滑方式分为飞溅润滑和压力润滑等。

⑧ 按点火系统分为传统点火系统和电子点火系统等。

⑨ 按点火系统分为传统点火系统和电子点火系统等。

⑩ 按点火系统分为传统点火系统和电子点火系统等。

任务实施

“情境导入”中具体问题的解决方法和步骤，包括说明和操作步骤等。

任务实施

1. 参阅实物，对照发动机机体组(图2-1)，了解其基本组成和作用

零件	作用
气缸盖	气缸盖是气缸体的上部，其主要作用是密封气缸，防止气缸内的高压气体泄漏。
气门	气门是气缸盖上的两个通道，用于进气和排气。
气门弹簧	气门弹簧的作用是使气门在关闭时保持密封。
气门导管	气门导管的作用是引导气门杆，防止气门杆与气门座圈发生摩擦。
气门座圈	气门座圈的作用是密封气门，防止气缸内的高压气体泄漏。

拓展与提升

将理论引导和任务实施的知识适当拓展，链接一些与之相关的深入研究性内容，扩展学生思维，引发思考和学习兴趣。

拓展与提升

1. 日本本田车系 VTEC 机构

VTEC 机构的组成如图 3-55 所示。气门通过机械的驱动，实现气门的开启和关闭。

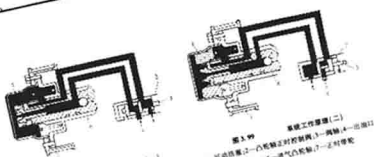


图 3-55 本田车系 VTEC 机构的组成

1. 本田车系 VTEC 机构的组成

(1) 本田车系 VTEC 机构的组成

(2) 本田车系 VTEC 机构的工作原理

本田车系 VTEC 机构的工作原理是利用离心力来控制气门的开启和关闭。当发动机转速升高时，离心力增大，推动气门杆向上移动，使气门提前开启和延迟关闭，从而增加进气量，提高发动机的输出功率。

评价体会

评价项目	评价内容	评价标准	得分
知识	气门机构的组成	理论考核	10
	气门机构的构造与原理	理论考核	15
	气门机构的构造与原理	实践考核	15
	气门机构的构造与原理	理论考核	20
技能	气门机构的构造与原理	实践考核	10
	气门机构的构造与原理	实践考核	10
	气门机构的构造与原理	实践考核	10
	气门机构的构造与原理	实践考核	10
态度	工作态度	自评和互评	10
	团队合作	自评和互评	100

评价体会

从知识点、技能点、情感点考查学生对本任务内容的掌握、实践操作能力及沟通协调能力的提升。

目录

CONTENTS

学习任务1 发动机总体构造 / 1

- 项目 1.1 发动机的作用和工作原理 / 2
- 项目 1.2 发动机的总体构造 / 5

学习任务2 曲柄连杆机构的构造与维修 / 11

- 项目 2.1 机体组的构造与检修 / 13
- 项目 2.2 活塞连杆组的构造与检修 / 20
- 项目 2.3 曲轴飞轮组的构造与检修 / 31
- 项目 2.4 曲柄连杆机构的常见故障诊断与排除 / 42

学习任务3 配气机构的构造与检修 / 47

- 项目 3.1 配气机构的功用和组成 / 48
- 项目 3.2 气门组的构造与检修 / 51
- 项目 3.3 传动组的构造与检修 / 63
- 项目 3.4 配气机构的常见故障诊断与排除 / 75

学习任务4 电控汽油喷射系统的构造与检修 / 87

- 项目 4.1 电控汽油喷射系统的概述 / 88
- 项目 4.2 电控汽油喷射系统的基本组成与工作原理 / 90
- 项目 4.3 空气供给系统的构造与检修 / 95
- 项目 4.4 燃油供给系统的构造与检修 / 105
- 项目 4.5 电子控制系统的构造与检修 / 112

学习任务5 柴油机燃料供给系的检修 / 120

- 项目 5.1 柴油机燃料供给系的概述 / 121
- 项目 5.2 柴油机燃料供给系主要部件的构造与检修 / 125
- 项目 5.3 电控柴油机燃料供给系统简介 / 163

学习任务6 冷却系的构造与维修 / 170

- 项目 6.1 冷却系概述 / 171
- 项目 6.2 水冷系主要部件的构造 / 173
- 项目 6.3 冷却系的维修 / 181

CONTENTS

学习任务7 润滑系的构造与维修 / 187

- 项目 7.1 润滑系的概述 / 188
- 项目 7.2 润滑系的构造与检修 / 191
- 项目 7.3 润滑系的常见故障诊断与排除 / 203

学习任务8 发动机的装配与调试 / 210

- 项目 8.1 发动机的拆卸 / 211
- 项目 8.2 发动机的装配 / 213
- 项目 8.3 发动机的调试 / 215

参考文献 / 219

学习任务1

发动机总体构造

【任务目标】

1. 了解:发动机的功用、分类、构造和工作原理。
2. 熟悉:发动机的总体构造。
3. 掌握:发动机维修的常用工量具的使用方法。
4. 学会:发动机的日常检查与维护作业。

【任务描述】

随着社会的不断发展,汽车早已进入人们日常的生活,逐渐成为出行必不可少的代步工具。汽车通常由发动机、底盘、车身以及电气与电子设备四大部分组成,发动机是汽车的动力装置,通常分为两大机构和五大系,即曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、冷却系、润滑系、点火系和启动系。发动机将燃料燃烧产生的热能转变为机械能,人们把发动机比作汽车的心脏,由此可见发动机在整个汽车中的重要性。本任务主要讨论发动机的作用、构造、工作原理及总体构造。

【课时计划】

项目	项目内容	参考课时			
		教学课时	实训课时	小 计	合 计
1.1	发动机的作用和工作原理	2	2	4	9
1.2	发动机的总体构造	2	2	4	
拓展与提升	汽车发动机新技术	1	0	1	



项目 1.1 发动机的作用和工作原理

情境导入

汽车是国民经济的支柱产业之一,是高度专业化、自动化的综合性工业。近几年,我国汽车的生产和销量迅速增大,全国汽车保有量大幅度上升,由于汽车技术的飞速发展,特别是电子控制技术的应用,汽车已成为各种先进技术的载体;同时也将汽车维修行业带入一个高科技领域。汽车检修行业的内涵发生了新的变化,以致汽车检修行业的技能型、应用型人才非常紧缺。为此,有必要学习汽车方面的知识,培养汽车技能型、应用型人才。发动机是汽车组成的重要部分,是汽车产生动力、驱动汽车行驶的核心部件。发动机的技术状况是直接影响汽车的动力性、经济性以及其他性能的重要因素。本项目学习发动机的作用和工作原理。

理论引导

发动机是将热能转化为机械能的机器,其作用是将燃料通过燃烧产生热能,再把热能通过曲柄连杆机构转化为机械能并对外输出动力。

1.1.1 发动机术语(图 1.1)

1. 上止点

上止点是指活塞顶离曲轴回转中心最远处,即活塞的最高位置。

2. 下止点

下止点是指活塞顶离曲轴回转中心最近处,即活塞的最低位置。

3. 活塞行程 S

活塞行程是指活塞由一个止点移动到另一个止点的运动过程,也称冲程。行程的长度即为上、下止点间的距离。活塞行程用 S 表示,单位为 mm。

4. 曲柄半径 R

曲柄半径是指与连杆大端相连接的曲柄销的中心线到曲轴回转中心线的距离。曲柄半径用 R 表示,单位为 mm。显然,曲轴每转一周,活塞移动两个行程,即 $S=2R$ 。

5. 气缸工作容积 V_h

气缸工作容积是指活塞从一个止点运动到另一个止点所扫过的空间容积。其计算公式为

$$V_h = \pi D^2 S / (4 \times 10^6)$$

式中 V_h ——气缸工作容积, L;

D ——气缸直径, mm;

S ——活塞行程, mm。

6. 发动机工作容积 V_L

发动机工作容积是指发动机所有气缸工作容积的总和, 也称发动机的排量。若发动机的气缸数为 i , 则 $V_L = V_h \cdot i$ 。 V_L 的单位为 L。

7. 燃烧室容积 V_c

燃烧室容积是指活塞在上止点时, 活塞顶上面空间的容积。燃烧室容积用 V_c 表示, 单位为 L。

8. 气缸总容积 V_a

气缸总容积是指活塞在下止点时, 活塞顶上面空间的容积。它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和, 即 $V_a = V_h + V_c$, 用 V_a 表示, 单位为 L。

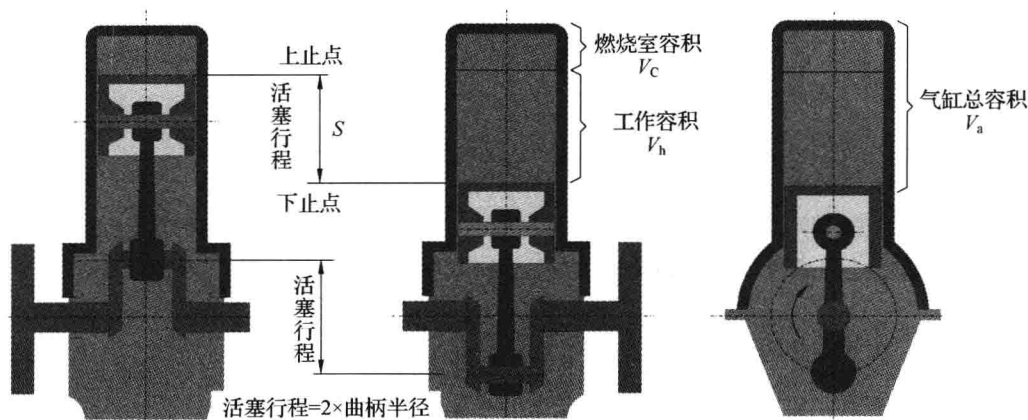


图 1.1 发动机术语示意图

9. 压缩比 ε

压缩比是指气缸总容积与燃烧室容积的比值, 即

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

压缩比是用来衡量空气或混合气被压缩的程度, 影响发动机的热效率。一般汽油发动机的压缩比为 8 ~ 11, 柴油发动机的压缩比为 16 ~ 22。

10. 工作循环

发动机完成进气、压缩、做功和排气四个过程, 称为一个工作循环。

1.1.2 四冲程发动机的工作原理

四冲程发动机将热能转化为机械能的过程, 是经过进气、压缩、做功和排气四个连续的过程来完成一个工作循环。曲轴旋转两周, 活塞往复四个行程完成一个工作循环的, 称为四冲程发动机。

1. 四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机的工作循环是由进气、压缩、做功和排气四个冲程组成的。单缸四冲程汽油机的工作原理示意图如图 1.2 所示。

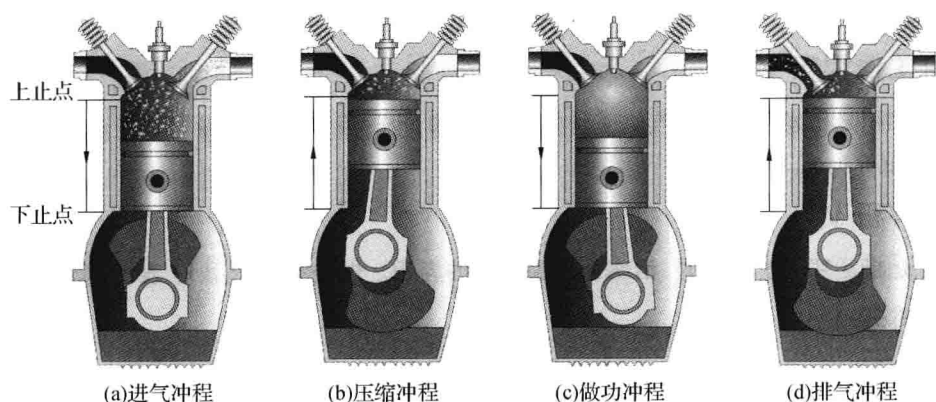


图 1.2 四冲程汽油机的工作原理示意图

(1) 进气冲程

活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动,此时,排气门关闭,进气门开启。活塞移动过程中,气缸内容积逐渐增大,形成一定真空度,于是经过滤清的空气与汽油混合形成的可燃混合气,通过进气门被吸入气缸。至活塞到达下止点时,进气门关闭,停止进气。

由于进气系统存在进气阻力,进气终了时气缸内气体的压力低于大气压力,为 $0.075 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。又由于气缸、活塞等高温件及上一循环留下的残余废气的加热,气体温度升高到 $370 \sim 440 \text{ K}$ 。

(2) 压缩冲程

进气冲程结束时,活塞在曲轴的带动下,从下止点向上止点运动,气缸内容积逐渐减小,由于进、排气门均关闭,可燃混合气被压缩,至活塞到达上止点时,压缩结束。

压缩冲程中,气体压力和温度同时升高,并使混合气进一步均匀混合,压缩终了时,气缸内的压力为 $0.6 \sim 1.2 \text{ MPa}$,温度为 $600 \sim 800 \text{ K}$ 。

(3) 做功冲程

在压缩冲程末,火花塞产生电火花点燃混合气,并迅速燃烧,使气体的温度、压力迅速升高而膨胀,从而推动活塞从上止点向下止点运动,通过连杆使曲轴旋转做功,至活塞到达下止点时做功结束。

在做功冲程中,开始阶段气缸内气体压力、温度急剧上升,瞬间压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$,瞬时温度可达 $2\,200 \sim 2\,800 \text{ K}$ 。随着活塞的下行,气缸容积增大,气缸内压力、温度逐渐下降,做功终了时,压力为 $0.3 \sim 0.5 \text{ MPa}$,温度为 $1\,300 \sim 1\,600 \text{ K}$ 。

(4) 排气冲程

在做功冲程终了时,排气门打开,进气门关闭,曲轴通过连杆推动活塞从下止点向上止点运动,废气在自身剩余压力和活塞推动下,被排出气缸,至活塞到达上止点时,排气门关闭,排气结束。

排气冲程终了时,由于燃烧室容积的存在,气缸内还存有少量废气,气体压力也因排气系统存在排气阻力而略高于大气压力。此时,压力为 $0.105 \sim 0.115 \text{ MPa}$,温度为 $900 \sim 1\,200 \text{ K}$ 。

2. 四冲程柴油机的工作原理

四冲程柴油机和四冲程汽油机一样,每个工作循环也是由进气、压缩、做功和排气四个冲程组成。但由于所使用燃料的性质不同,可燃混合气的形成和着火方式与汽油机有很大区别。下面主要叙述柴油机与汽油机工作循环的不同之处。

(1) 进气冲程

进气冲程不同于汽油机的是进入气缸的不是可燃混合气,而是纯空气。由于进气阻力比汽油机小,上一冲程残留的废气温度也比汽油机低,进气冲程终了的压力为 $0.075 \sim 0.095 \text{ MPa}$,温度为 $320 \sim 350 \text{ K}$ 。

(2) 压缩冲程

压缩冲程不同于汽油机的是压缩纯空气,由于柴油的压缩比大,为 $15 \sim 22$,压缩终了的温度和压力都比汽油机高,压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$,温度可达 $800 \sim 1\,000 \text{ K}$ 。

(3) 做功冲程

此冲程与汽油机有很大差异,压缩冲程末,喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸内的高温高压空气中,被迅速汽化并与空气形成混合气,此时气缸内的温度远高于柴油的自燃温度(500 K 左右),柴油混合气便自行着火燃烧,且此后短暂时间内边喷油边燃烧,气缸内压力和温度急剧升高,推动活塞下行做功。

做功冲程中,瞬时压力可达 $5 \sim 10 \text{ MPa}$,瞬时温度可达 $1\,800 \sim 2\,200 \text{ K}$,做功冲程终了时压力为 $0.2 \sim 0.4 \text{ MPa}$,温度为 $1\,200 \sim 1\,500 \text{ K}$ 。

(4) 排气冲程

此冲程与汽油机基本相同。排气冲程终了时的气缸压力为 $0.105 \sim 0.125 \text{ MPa}$,温度为 $800 \sim 1\,000 \text{ K}$ 。

由上述四冲程汽油机和柴油机的工作循环可知:两种发动机工作循环的基本内容相似。每个工作循环曲轴转 2 周(720°),每一冲程曲轴转半周(180°)。四个冲程中,只有做功冲程产生做功,其他三个冲程是为做功冲程做准备工作的辅助冲程,都要消耗一部分能量。发动机启动时的第一个循环,必须有外力将曲轴转动,以完成进气和压缩冲程;当做功冲程开始后,做功能量便通过曲轴储存在飞轮内,以维持以后的冲程并使循环得以继续进行。

四冲程汽油机和柴油机的工作循环也有不同之处。汽油机的混合气形成在气缸的外部,进气冲程中吸入气缸的是可燃混合气;柴油机的混合气形成在气缸的内部,进气冲程中吸入气缸的是纯空气。汽油机是点燃的;柴油机是压燃的。

思考练习

1. 理解发动机有关名词术语:

上止点、下止点、活塞冲程、曲柄半径、工作容积、燃烧室容积、压缩比和工作循环。

2. 发动机工作原理是怎样的?

3. 四冲程汽油机和柴油机工作有哪些不同?



项目 1.2 发动机的总体构造

情境导入

发动机是汽车产生动力的核心部件,是汽车的“心脏”,学习发动机的分类、组成和各组成机构、系统的作用。

理论引导

1.2.1 发动机的分类

①按活塞运动方式分为往复式活塞式和旋转活塞式。

②按每循环活塞行程数分为四冲程和二冲程。