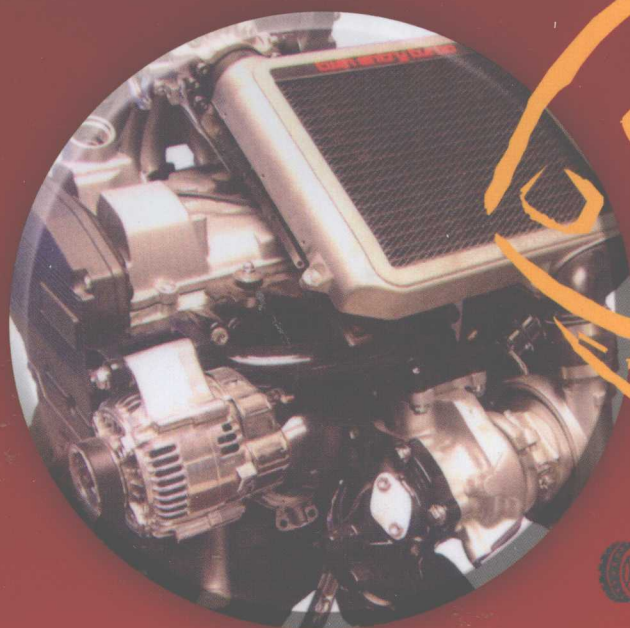


当代汽车修理技师丛书



汽车发动机 诊断与大修

(美) T. 吉尔 著



- ① 当代汽车维修人员的教科书
- ② 全面反映汽车新结构、新技术
- ③ 编排新颖、理论与操作并重
- ④ 循序渐进，易于掌握

○ ISBN 978-7-111-26459-0

○ 策划编辑：徐 巍

当代汽车修理技师丛书

-  汽车发动机构造与诊断维修
-  汽车空调原理与维修
-  汽车燃油和排放控制系统结构、
诊断与维修
-  汽车发动机计算机控制系统原理
与诊断维修
-  汽车发动机计算机控制系统解析
-  汽车发动机诊断与大修
-  事故车维修基础

上架指导：交通运输 / 汽车维修 / 汽车部件维修

编辑热线：(010)88379368

CENGAGE
Learning™

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
联系电话：(010)68326294 网址：http://www.cmpbook.com(机工门户网)
(010)68993821 E-mail: cmp@cmpbook.com
购书热线：(010)88379639 (010)88379641 (010)88379643

定价：70.00元

ISBN 978-7-111-26459-0



9 787111 264590 >

当代汽车修理技师丛书

汽车发动机诊断与大修

(美) T. 吉尔 著

张葵葵 等译



机械工业出版社

本书译自圣智出版公司德尔马分部出版的《汽车发动机诊断与大修》第5版。全书共分为四篇。第1篇主要介绍发动机构造、诊断、拆装和检测,包括汽车发动机的就车拆装程序和零件更换,发动机拆装工具、仪器设备和安全操作规则等内容。第2篇主要介绍发动机进、排气系统。包括配气机构、气缸盖、凸轮轴和涡轮增压等的维修。第3篇主要介绍润滑系统、冷却系统和气缸体。第4篇主要介绍起动系统、发动机配件和总装。全书内容均为维修技师的车间实践训练,详尽而且实用,是一本不可多得的实训教材。

本书可供广大汽车维修人员自学之用,也可用作高职高专相关专业的教材,或各类汽车维修培训班的培训教材。

Automotive Engines Diagnosis, Repair, Rebuilding

ISBN: 978-1-4180-0963-6

COPYRIGHT© 2008 Delmar Learning, a part of Cengage Learning

Original edition published by Cengage Learning.

All Rights Reserved.

本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有,侵权必究。

China Machine Press is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权机械工业出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Cengage Learning Asia Pte. Ltd.

5 Shenton Way, #01-01 UIC Building, Singapore 068808

本书封面贴有 Cengage Learning 防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2007-3548 号

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机诊断与大修/(美)T. 吉尔著;张葵葵等译. —北京:机械工业出版社, 2009.3

(当代汽车修理技师丛书)

ISBN 978-7-111-26459-0

I. 汽… II. ①吉…②张… III. ①汽车—发动机—故障诊断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 029929 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐 巍 责任编辑:刘 焯 版式设计:霍永明

责任校对:刘志文 封面设计:陈 沛 责任印制:杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2009 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

210mm×297mm·29 印张·1220 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-26459-0

定价:70.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379368

封面无防伪标均为盗版

原 书 序

关于本书

人们常说发动机技术不会改变，而且传统内燃机也一直运转至今。当本书第1版在1980年出版之时，不少人怀疑四冲程内燃机是否能继续存在20年。从长期历史事实看到，发动机仅仅发生过一些小小变化，目前大部分机动车上的动力仍然是内燃机。和20世纪80年代的汽车发动机相比，今天的发动机更精密、更轻，具有更高的性能和更长的寿命。

在《汽车发动机诊断与大修》第5版当中，介绍了更多的发动机诊断、维修和安装的综合知识。总的来说，这是一本通俗易懂的书，对复杂的专业内容深入浅出，令读者易学易会。本书各章将需要介绍的知识用最通俗易懂的形式表述出来，可读性较强。为帮助阅读，相关内容都用章节标题标出。适合初学者和相关专业技术人员进一步提高故障诊断和排除技术水平。

本书的组织编排

本书共分为四篇。第1篇主要介绍发动机构造、拆装、检查和零件更换，包括汽车发动机的就车拆装程序，本篇内容中还穿插了发动机拆装工具、仪器设备和安全操作规则等内容。第2篇主要介绍发动机进排气系统。包括配气机构、气缸盖、凸轮轴和涡轮等的维修。第3篇主要介绍润滑系、冷却系及气缸体安装。第4篇重点介绍起动系统、气缸垫、发动机总装及综合维修技术。全书内容均为维修技师的车间实践训练，详尽而且实用，是一本不可多得的实训教材。

本书的创新之处

《汽车发动机诊断与大修》第5版经过改版，反映和适应了目前市场变化，全书图文并茂，引人入胜。许多图片底下都配有说明。这使读者可以在阅读内容之前就可以通过图片和标题了解大体内容。另外，内燃机的设计和制造一直在不断改进，随着高性能运动型汽车维修业的发展，汽车修复技术成为汽车工业的重要组成部分。针对这些情况，本书有特别的改动：

- 根据读者的意见，将老版本的前几章进行了调整。为了激发读者阅读兴趣，发动机工作原理仍保留为第1章。车间工作安全注意事项列为第2章，接下来是发动机拆装及保养和测量部分。
- 新的案例更接近实际，有更多的思考练习。
- 增加关于四门气缸发动机、凸轮轴正时、可变气门正时和高性能发动机的前沿资料。
- 发动机诊断部分内容有所扩展，以上课的讲述方法进行介绍，学生不需要花费大量的金钱和时间，就可以一边拆装一边进行故障诊断的学习。通过对外观和受损零件的分析，可以排除相应故障。
- 本书搜录了最新的冷却系统和润滑系统知识。冷却系统故障所引起的发动机损坏的情况越来越多。现在发动机比20年前的寿命要长，所以发动机的性能更受关注。
- 另有老式发动机介绍，让读者能够了解老式发动机技术。

本书的用途

本书的目的是满足大众的需要，将传统发动机和最新发动机的共同点结合。各学校对本课程的课时选择各不相同，有些学校发动机课程相对较少，然而有些学校有大量的相对完整的课程体系。有些教师会选择一些章节传授，剩下的留到实践课里讲。如第4版的第9章被分成两部分，现在第9章包括凸轮轴相关的所有知识，适合初学者学习，第10章包括更多新技术，适合走在行业前沿的专业人士的需要。

本书的最基本目的是通过ASE发动机的训练，为学生提供足够的岗前准备。

书中包含与车间相关知识，但本书更为关注维修时相应的设备工具等。搜集了大量的发动机拆装的照片。发动机的拆卸和安装部分增加了前轮驱动车的拆装。

新增的凸轮轴部分重点讲气门正时及凸轮位置判断。这是所有优秀的技术员都应掌握的知识，但事实上有不少人不了解。另外还有高性能发动机部分，包括歧管、风机、涡轮、可变正时气门、气门升程，以及运动型汽车的相关知识。

致读者

汽车维修和改装行业是非常热门的职业。要从中赢得利润需要做一些准备。现在大部分城市和乡镇居民都可以买得起汽车。要从事这个领域的工作需要您对汽车技术性能以及传统汽车配件非常了解。除此之外,您还需要有良好的发动机知识。对于发动机检修和拆装,本书重点讲述易疲劳和损坏零件。其目的是提高我们的故障诊断技术水平,并使我们掌握能迅速判断故障的诊断方法和能力。在进行故障诊断时,要形成凡遇到问题都要在大程度上弄清楚故障根源的习惯,这样才能彻底排除故障。这一理念在您今后的学习中是非常重要的。

本书共分10章,第1章讲述发动机的基本构造,第2章讲述发动机的润滑系统,第3章讲述发动机的冷却系统,第4章讲述发动机的点火系统,第5章讲述发动机的配气机构,第6章讲述发动机的燃油系统,第7章讲述发动机的排放系统,第8章讲述发动机的故障诊断,第9章讲述发动机的拆装,第10章讲述发动机的维护与保养。本书可作为汽车维修和改装行业从业人员的学习教材,也可供汽车维修和改装行业从业人员参考。

本书在编写过程中,参考了国内外有关文献,并得到了有关单位和个人的帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

本书在编写过程中,参考了国内外有关文献,并得到了有关单位和个人的帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

本书在编写过程中,参考了国内外有关文献,并得到了有关单位和个人的帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

本书在编写过程中,参考了国内外有关文献,并得到了有关单位和个人的帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

本书在编写过程中,参考了国内外有关文献,并得到了有关单位和个人的帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

译者的话

这本《汽车发动机诊断与维修》是美国著名汽车维修方面的职业教育专家 Tim Gilles 撰写的，他曾出版了《汽车维修》、《汽车底盘》等多本教材。本书内容由浅入深，插图精美、丰富，配有真实案例、警示、注意事项以及车间点评等，使得整本书看起来生动有趣，仿佛是在看故事书而不是教材。本书在国际上的影响很大，已经是第 5 个版本了。这次能够通过我们的努力翻译成中文，甚感荣幸。

以期以来，高职高专汽车发动机方面的教学改革之所以难以取得实质性进展，其中一个重要的原因是普遍使用的教材没有重大的改革。机工社努力引进国外优秀教材，并请专业教师进行翻译。这样就使专业教师能更深入地领会国外优秀教师在教材编写上的思路，对比查找不足，从中吸取有益的经验，从而结合我国汽车类高职高专课程教学改革与教材建设的实际，推进课程改革和教材建设的深入。

由于本人学识和精力有限，难免有纰漏之处，希望众位专家多多指正，以使本书能够成为广大汽车维修人员和学生的良师益友。在此也要感谢参与本书翻译的其他成员，没有她们的认真和辛勤的工作，本书的中文译文也无法顺利完成。下面是参与翻译工作的人员名单及分工：张葵葵承担了第 3 章，第 9 章至第 15 章和第 17 章的翻译及全书的整理和校对；刘智婷承担了第 1 章、第 2 章，第 4 章至第 8 章和第 16 章的翻译；陈曙红承担了目录、书后 ASE 样题及附录的翻译。

湖南交通职业技术学院汽车工程系

汽车运用技术教研室

张葵葵

本书特点

要学好现代发动机理论和故障诊断维修技术并非易事。为方便读者查阅，特提供各章节组成部分。通过图片让你更轻松了解其主要内容。

内容

每章都列出了其主要内容，包括各章节的学习内容和目标。

维修提示

维修提示为一些专家的经验之谈。

安全提示

安全是维修车间的首要问题，所以本书通过大量的安全注意事项提醒读者。

案例

本书所收集的案例都是来自真实经历，可以帮助读者掌握核心内容和正确的思维方法。

名词术语

每章结束都会列出文中所提到的重要名词术语，可以帮助读者快速浏览主要内容。

注意

提醒读者应注意的重要内容。

习题

每章结束后都有不同形式的习题，可以帮助读者复习及巩固所学内容。

ASE 练习题

每章都附有 ASE 练习题，以便读者为 ASE 考证作准备。

目 录

原书序

译者的话

本书特点

第1篇 发动机构造、 诊断、拆装和检测

第1章 发动机工作原理	1
1.1 概述	1
1.2 简单发动机	1
1.3 四冲程发动机工作原理	2
1.4 气缸排列方式	3
1.5 气门组件	4
1.6 气缸体	5
1.7 前轮驱动	7
1.8 发动机分类	8
1.9 燃烧室设计	10
1.10 曲轴旋转方向	10
1.11 点火顺序	10
1.12 发动机冷却	12
1.13 火花式点火和压燃	13
1.14 发动机综述	14
1.15 高性能发动机	15
名词术语	15
习题	15
ASE 练习题	15
第2章 发动机维修车间安全	17
2.1 概述	17
2.2 普通车间的健康和安全	17
2.3 车间清理	18
2.4 火灾和类似危险的预防	19
2.5 工具和设备的安全	23
2.6 举升等专用设备的安全	25
2.7 危险材料处理	30
名词术语	33
发动机维修车间安全知识测试	33
第3章 发动机故障诊断	35

3.1 概述	35
3.2 发动机维修前的故障诊断	35
3.3 机油消耗	35
3.4 机油泄漏	39
3.5 可燃混合气问题	40
3.6 压缩压力下降	40
3.7 发动机噪声	49
3.8 机油压力问题	56
3.9 冷却系统问题	57
3.10 电子系统失效/发动机损坏	61
名词术语	61
习题	61
ASE 练习题	61
第4章 发动机拆装、检查和就车维修	63
4.1 概述	63
4.2 维修信息	63
4.3 维修资料	63
4.4 拆卸发动机	67
4.5 拆分发动机和变速器	73
4.6 拆卸前轮驱动车的发动机和驱动桥	77
4.7 分解发动机	78
4.8 订购零部件	89
4.9 发动机就车维修	93
名词术语	98
习题	99
ASE 练习题	99
第5章 清洁发动机	100
5.1 概述	100
5.2 清洁方法	100
5.3 清洁发动机内部	101
名词术语	110
习题	110
ASE 练习题	110
第6章 测量	111
6.1 概述	111
6.2 米制系统	111

6.3 测量工具	111	9.11 正时机构的维护	196
6.4 精确测量工具	112	9.12 正时调整	201
名词术语	120	9.13 正时传动带	203
习题	120	9.14 正时传动带的更换	205
实践练习	120	名词术语	211
		习题	211
		ASE 练习题	212
第2篇 发动机进、排气系统		第10章 提高发动机功率：进气歧管、增压器和 凸轮轴性能改善	214
第7章 气缸盖零部件	122	10.1 概述	214
7.1 概述	122	10.2 进、排气歧管	214
7.2 气缸盖分解	123	10.3 涡轮增压器和机械增压器	220
7.3 清除积炭	127	10.4 涡轮增压器	221
7.4 检查裂纹	128	10.5 带驱动机械增压器	225
7.5 裂纹修复	129	10.6 气门正时和发动机性能	226
7.6 气门导管检查	131	10.7 检查气门正时	228
7.7 气门导管修复	133	10.8 凸轮分段轮廓	234
7.8 气门导管油封	141	10.9 多气门气缸盖	238
7.9 修整气缸盖	144	10.10 可变气门正时	239
名词术语	147	10.11 可变排量技术	241
习题	147	10.12 功率和功率测量	242
ASE 练习题	147	10.13 发动机输出功率和转矩	243
第8章 气门弹簧、气门和气门座	149	10.14 测功机	243
8.1 概述	149	10.15 发动机输出的测量	245
8.2 气门弹簧	149	名词术语	250
8.3 推杆	153	习题	250
8.4 摇臂	154	ASE 练习题	250
8.5 气门维修	155		
8.6 气门座维修	166	第3篇 润滑系统、冷却 系统和气缸体	
8.7 装配气缸盖	175	第11章 气缸体的检查和维修	252
8.8 调整气门间隙	178	11.1 概述	252
名词术语	179	11.2 清洁气缸体	252
习题	179	11.3 油堵头和水堵头	253
ASE 练习题	179	11.4 主轴承盖	255
第9章 凸轮轴、挺柱、正时传动带和正时 链条	181	11.5 主轴承座孔同轴度	255
9.1 概述	181	11.6 缸体安装表面	257
9.2 凸轮轴	181	11.7 检查缸孔	258
9.3 控制凸轮轴的轴向运动	182	11.8 铰削缸壁	260
9.4 气门间隙	184	11.9 气缸的扩孔	262
9.5 气门挺柱	185	11.10 珩磨气缸	264
9.6 液压挺柱和气门间隙调整	186	11.11 缸孔倒角	266
9.7 液压挺柱的工作原理	186	11.12 气缸套	266
9.8 气门正时	192	11.13 挺柱孔	268
9.9 滚子式凸轮和挺柱	194		
9.10 凸轮轴驱动机构	195		

11.14 缸体加工完的后续工作	268	15.7 冷却风扇	364
11.15 凸轮轴轴承	270	15.8 乙二醇冷却液	367
名词术语	274	15.9 冷却液的更换	368
习题	274	名词术语	374
ASE 练习题	275	习题	374
第 12 章 曲轴、轴承和发动机动平衡	276	ASE 练习题	375
12.1 概述	276	第 4 篇 起动系统、发动机	
12.2 曲轴设计	276	配件和总装	
12.3 曲轴轴向推力	278	第 16 章 发动机配件：固定装置、螺纹和	
12.4 检查曲轴	278	气缸垫	376
12.5 曲轴的改进	285	16.1 概述	376
12.6 曲轴轴承	286	16.2 紧固件的特性	376
12.7 发动机动平衡	295	16.3 螺栓	376
12.8 发动机动平衡测试	296	16.4 转矩和摩擦力	376
名词术语	300	16.5 钻头	382
习题	300	16.6 丝锥和螺纹	383
ASE 练习题	301	16.7 处理损坏的螺栓和螺孔	386
第 13 章 活塞、活塞环和连杆	302	16.8 汽车管路的维修	390
13.1 概述	302	16.9 密封垫	396
13.2 活塞	302	16.10 气缸垫	397
13.3 活塞环	309	16.11 气缸垫密封胶	404
13.4 活塞销	318	16.12 密封件	407
13.5 连杆	321	名词术语	411
名词术语	326	习题	411
习题	326	ASE 练习题	411
ASE 练习题	327	第 17 章 组装试运行	413
第 14 章 润滑系统	328	17.1 概述	413
14.1 概述	328	17.2 质量保证	413
14.2 机油	328	17.3 重新装配	414
14.3 机油品牌知识	330	17.4 发动机安装	435
14.4 机油泵	334	17.5 点火系统安装和调校点火正时	437
14.5 加注机油	342	17.6 起动发动机和初始磨合	439
14.6 机油滤清器	344	17.7 最后检查和清洁	441
14.7 曲轴箱强制通风装置	346	17.8 客户关系	441
名词术语	347	名词术语	441
习题	347	习题	441
ASE 练习题	348	ASE 练习题	442
第 15 章 冷却系统	349	附录	443
15.1 概述	349	附录 A ASE 试题样题与答案	443
15.2 冷却系统的循环	349	附录 B 各种换算表	449
15.3 附件传动带	351	附录 C 润滑剂与螺纹紧固	453
15.4 节温器	356	附录 D 密封剂和粘接剂	453
15.5 节温器旁通水道	358		
15.6 散热器	358		

第1篇 发动机构造、诊断、拆装和检测

第1章 发动机工作原理

内容

- 简单发动机
- 四冲程发动机工作原理
- 气缸布置
- 气门组件
- 气缸体
- 前轮驱动
- 发动机性能参数
- 燃烧室设计
- 曲轴旋转方向
- 点火顺序
- 发动机冷却
- 火花点火和压燃

学习目标

通过本章的学习，你将能做到：

- 描述四冲程发动机的工作原理。
- 说出内燃机主要零件名称。
- 解释发动机的分类和组成发动机的各个系统。

1.1 概述

目前大多数汽车或轻型载货车都是采用点燃式往复四冲程发动机。这种发动机是在1876年由德国工程师尼古拉斯·奥托发明的。因此，这种发动机也被叫做奥托循环发动机。与以往同排量的内燃机相比，奥托的四冲程发动机重量更轻、运转更快、体积更小。几年之后，这种发动机就被应用在摩托车上，随后用于汽车。其他类型的发动机如转子式发动机、两冲程发动机等，在现代汽车上用得很少。

点燃式内燃发动机是将精确混合的可燃混合气送入气缸，所用燃料必须是易蒸发的（如汽油、甲醇或乙醇）或者易燃的气体（如丙烷或天然气）。当已压缩的可燃混合气被点燃后，将推动活塞下行，使曲轴转动输出动力（图1-1）。

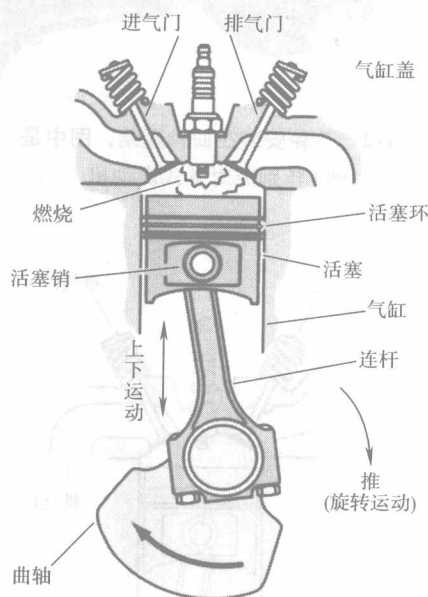


图1-1 活塞推动曲轴旋转

1.2 简单发动机

简单的往复式发动机有一个气缸、一个活塞、一个连杆和一个曲轴。若把气缸比作大炮炮筒，那么活塞就是炮筒当中的圆形塞，好比是大炮中的炮弹。活塞端部由气缸盖密封。活塞通过活塞环与气缸内壁一起密封，通过连杆和活塞销与曲轴连接。

这种布置使活塞可以到达气缸顶部，从而使曲轴可以持续旋转。燃料燃烧产生的冲击力推动着活塞。曲轴尾端用螺栓连接了具有一定质量的飞轮（图1-2），飞轮的平衡重和燃烧能量脉冲一起使曲轴持续旋转。

每个气缸上方的气缸盖都有相应的进气口，使得可燃混合气流入气缸内部（图1-3）。气缸盖上的排气口可使燃烧后的废气排出。每个进、排气口都由一个喇叭形气门起密封作用。气缸盖与气缸体之间有气缸垫密封（图1-4）。气门开闭由凸轮轴控制（图1-5）。

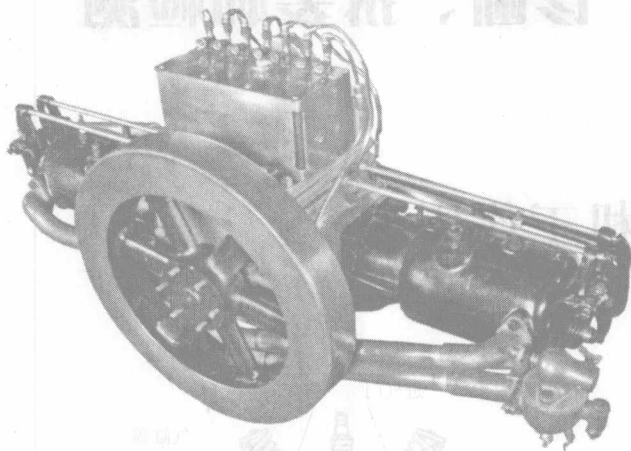


图 1-2 飞轮安装在曲轴尾端，图中是 1900 年别克对置式发动机

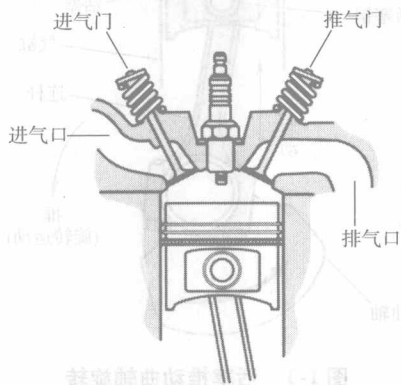


图 1-3 气门封闭气门口

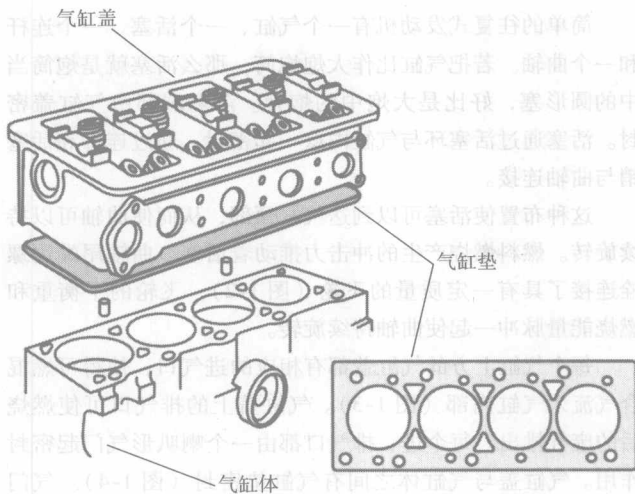


图 1-4 气缸垫将气缸盖和气缸体密封

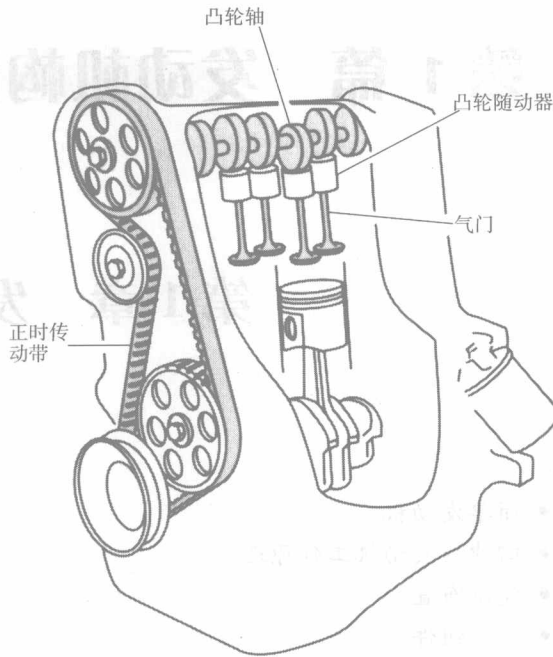


图 1-5 气门的开闭由凸轮轴控制

1.3 四冲程发动机工作原理

活塞从上止点（TDC）运行到下止点（BDC），或从下止点运行到上止点的过程叫做活塞行程。四冲程发动机完成一个工作循环需要活塞运行四个行程。这四个行程分别是：进气行程、压缩行程、作功行程和排气行程。

• 进气行程。汽油如果与空气未按照一定的比例混合，将无法点燃。将 1 份汽油与 15 份空气混合后，将极具爆炸性。曲轴旋转，带动连杆和活塞下行（图 1-6）。这个过程使发动机产生真空吸力，将可燃混合气从进气门吸入。大约 1gal 汽油需要吸入 10000gal 的空气。可燃混合气由化油器或燃油喷射系统提供。空气和燃油的混合比为 14.7:1（标准大气压下）时，称为理论空燃比。理论空燃比的混合气能提高发动机性能、降低排放污染、提高燃油经济性。

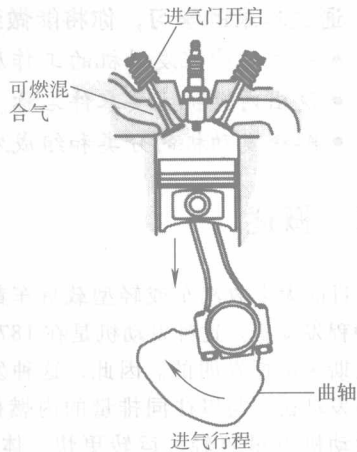


图 1-6 可燃混合气被吸入气缸

从 20 世纪 80 年代中期开始，各大汽车制造商开始采用电脑控制的燃油喷射系统。电脑监控排气氧含量，并以此调整每个循环的喷油量，使每个进气行程都能有合适的燃油和空气量。

● **压缩行程。**直接在空气中点燃的汽油无法产生动力，但如果在封闭的发动机中燃烧，就可以产生有用的动力。将可燃混合气压缩在一个很小的空间内，很容易燃烧。压缩行程在进气行程之后，从下止点开始。此时进气门关闭，活塞上行，混合气被压缩（图1-7）。活塞到达上止点，混合气被压缩成气缸总容积的1/8。在这种情况下，就称压缩比为8:1。如果压缩后混合气体积为气缸总容积的1/12，则压缩比为12:1（图1-8）。

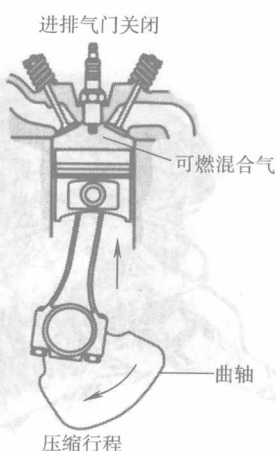


图1-7 可燃混合气被压缩

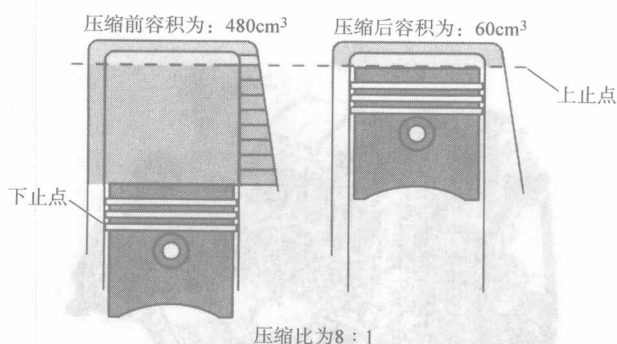


图1-8 压缩比指气缸总容积除以燃烧室容积的比值。图中的压缩比为8:1

● **做功行程。**活塞在压缩行程到达上止点之后，压缩的可燃混合气极易点燃（图1-9）。此时火花塞点火，可燃混合气开始燃烧膨胀做功，推动活塞在气缸内下行至下止点（图1-10）。在这个过程中，活塞的运动使曲轴旋转，从而使汽车运动。做功行程有时候也被叫做膨胀行程。

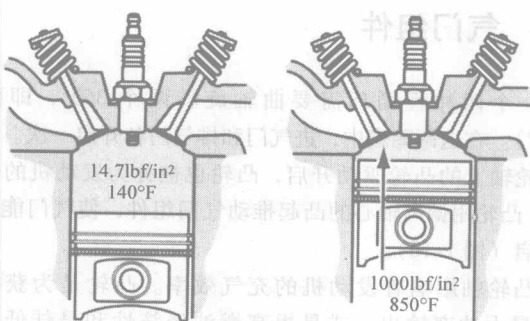


图1-9 可燃混合气被压缩后温度升高

● **排气行程。**当活塞在做功行程到达下止点时，排气门打开，让废气排出。燃烧后的废气仍有较高压力，在此压力

作用下通过排气门排出。曲轴继续旋转，越过下止点，带动活塞向上运行，有助于将废气从排气门排出（图1-11）。活塞越过上止点一定的曲轴转角，此时排气门关闭。就这样，活塞再次下行，进气行程开始，整个四冲程循环周而复始地进行下去。

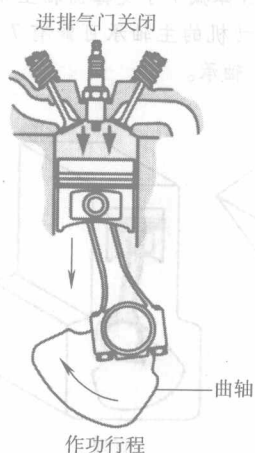


图1-10 可燃混合气点燃后推动活塞下行

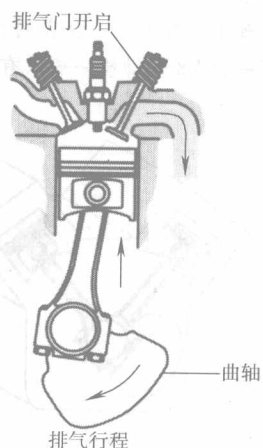


图1-11 排气门打开，活塞上行废气排出

有一些气体会在做功行程中通过活塞环泄漏，这种现象叫做窜气，窜气会导致曲轴箱内压力增高（图1-12）。

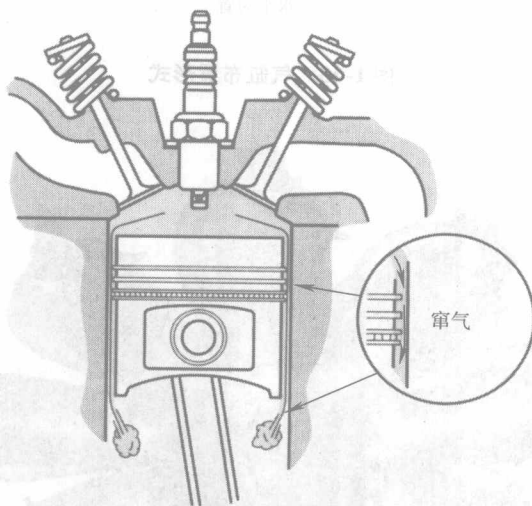


图1-12 通过活塞环泄漏的气体叫做窜气

1.4 气缸排列方式

汽车发动机气缸数有三缸、四缸、六缸、八缸或者更多。气缸排列形式主要有以下三种：直列式、V型和对置式（图1-13）。

历史知识

在20世纪上半叶，喷气式发动机还没产生之前，飞机

发动机都是采用径向间隔排列(图 1-14)。

气缸数目超过 4 的发动机流行用 V 型排列方式,因为这种设计能大大缩短纵向长度。V 型发动机相对于同气缸数的直列式发动机重量要轻。

V 型发动机两相反侧气缸的连杆共用一个连杆轴颈(参见第 11 章相关内容)。这使得气缸体减少了支撑曲轴主轴颈的轴承座数量。一台直列六缸发动机的主轴承可能有 7 个,而一台 V8 发动机一般只有 5 个主轴承。

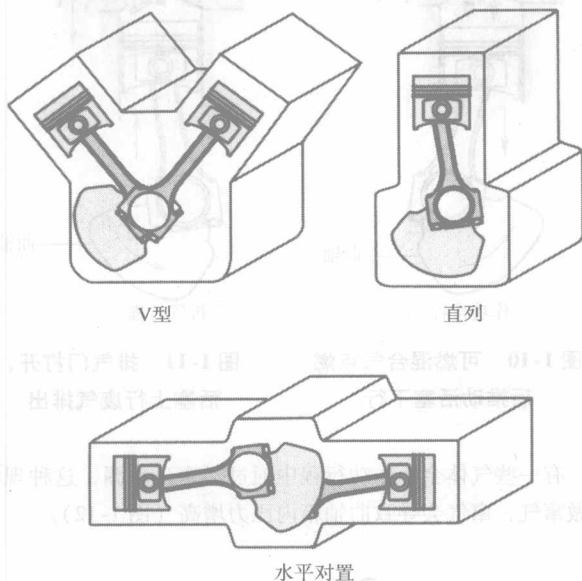


图 1-13 气缸布置形式

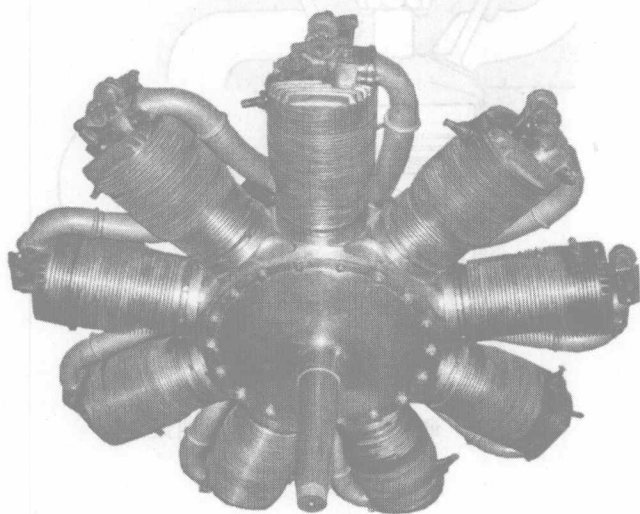


图 1-14 老式飞机上的星型发动机

历史知识

使用化油器的 V 型发动机工作效率比直列式发动机要高。这是因为 V 型发动机各进气歧管长度相当(参见第 9 章)。

图 1-15a 是直列六缸发动机,图 1-15b 是 V6 发动机。

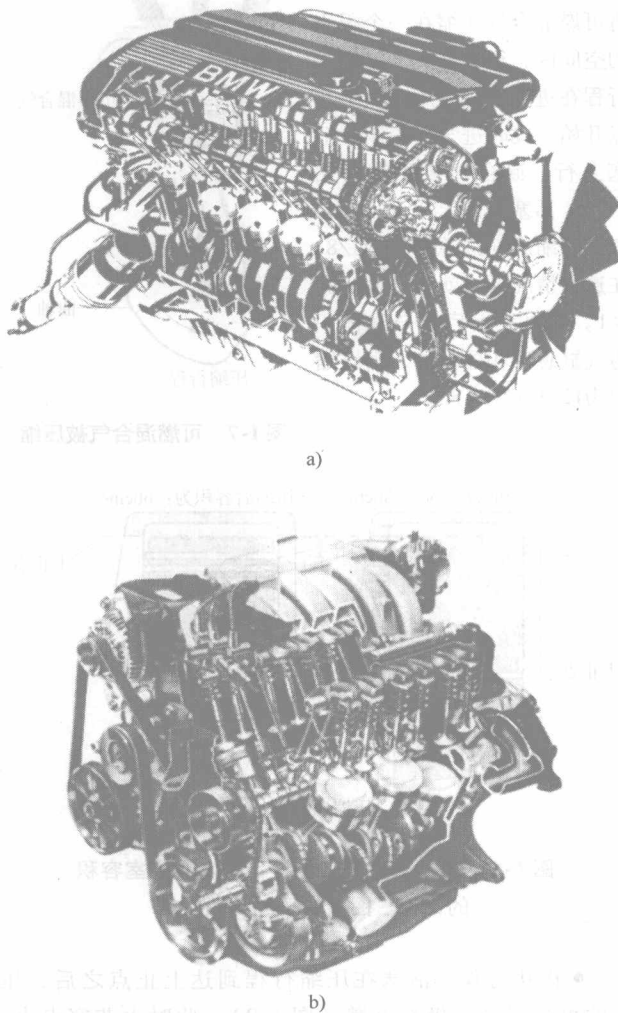


图 1-15 直列式发动机和 V 型发动机

a) 直列式发动机的剖视图 b) V6 发动机剖视图

1.5 气门组件

一个四冲程循环需要曲轴旋转两个 360° ,即两圈(720°)。在这两圈当中,进气门和排气门各开启一次。气门由凸轮轴上的凸轮驱动开启,凸轮也被称为发动机的“心脏”。凸轮用偏离轴心的凸起推动气门组件,使气门能准确地开启(图 1-16)。

凸轮轴影响着发动机的充气效率。凸轮是为获得高转速最大功率输出,或是提高燃油经济性和最佳低速性能需要进行设计的。发动机产品设计就要折中这两方面因素进行考虑。第 9 章将会详细介绍不同的“凸轮设计”。

凸轮轴可以布置在气缸体(图 1-16a)、气缸盖(图 1-16b)等处。凸轮轴由曲轴通过两个正时齿轮驱动,或

是采用带传动、链传动。曲轴旋转两圈，凸轮轴旋转一圈，所以曲轴正时齿数仅为凸轮轴正时齿数的一半（图1-17）。

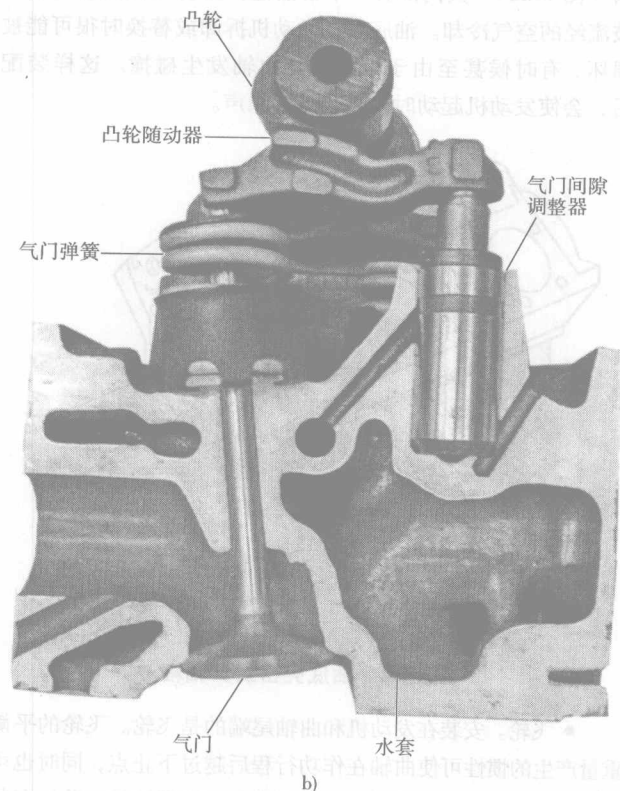
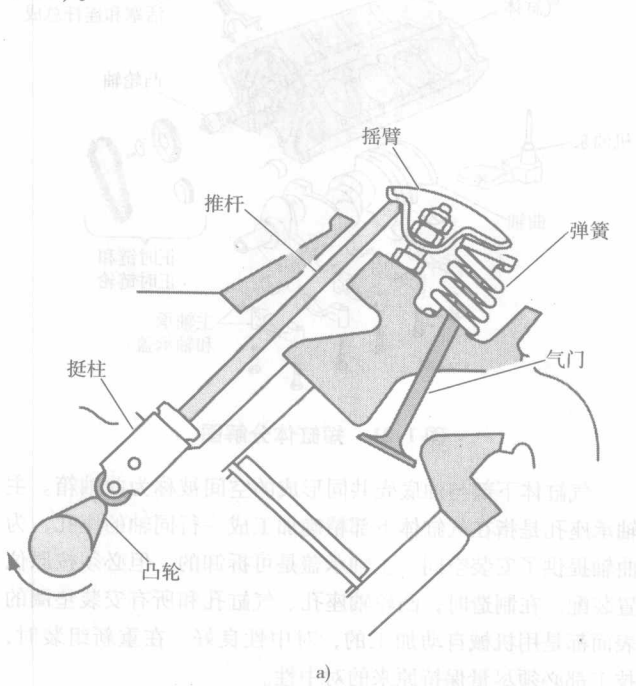


图 1-16 凸轮将气门顶开

a) 凸轮轴中置式设计是利用推杆开启气门

b) 凸轮轴顶置式设计, 凸轮轴位于气缸盖内

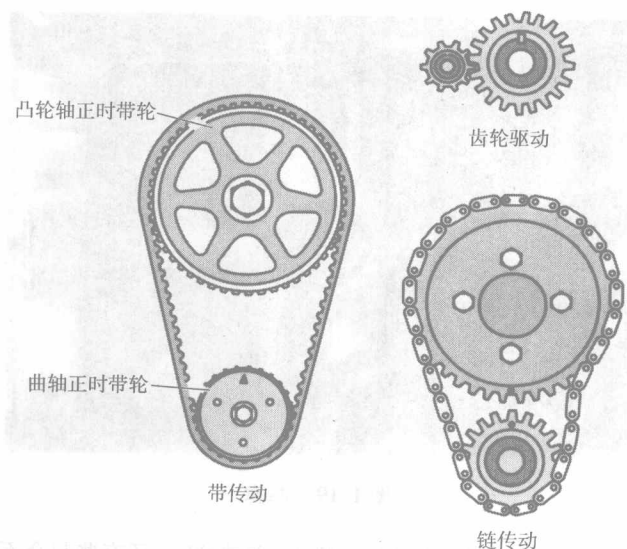


图 1-17 曲轴正时齿轮上的齿数是凸轮轴正时齿轮上的一半

1.6 气缸体

气缸体铸有润滑油道及冷却系水道。气缸体材料是铸铁或铸铝。现很多发动机缸体都是铝制的，但缸体内镶有铁质气缸套（图 1-18）。这就综合了铝的轻量化特性和铁的耐磨特性。

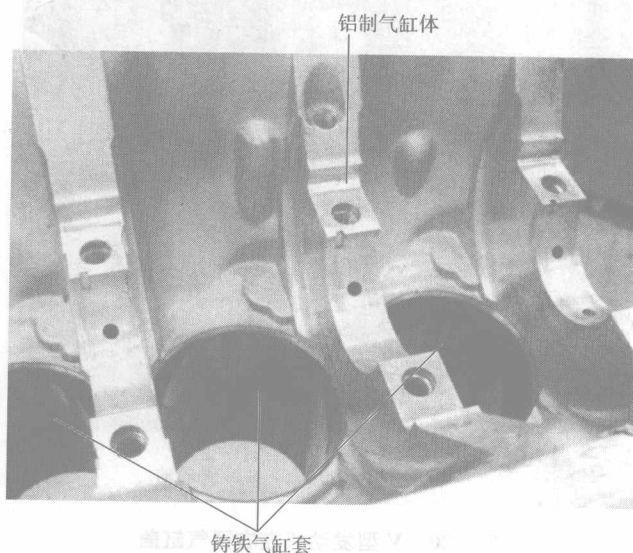


图 1-18 装有铸铁气缸套的铝制缸体

铸造缸体时不可避免要留下芯塞。芯塞(图 1-19)一般是钢制品或黄铜制品,虽然橡胶和纯铜也有一定的延展性,但黄铜不容易生锈。现在新型汽车已不采用黄铜,因为黄铜很贵,另外目前使用的冷却液本身具有一定的防锈作用。

 V型发动机的气缸体铸成左右两列。在本书中，我们从发动机飞轮端看，来识别左右两列气缸。V8发动机两列气

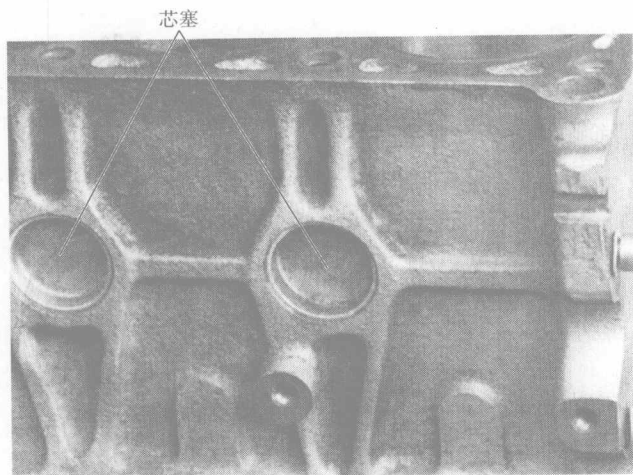


图 1-19 芯塞

缸夹角为 90° ，V6 发动机一般为 60° 或 90° 。还有些与众不同的气缸设计，例如大众的 V6 发动机，气缸夹角为 15° 。

发动机有大缸体和小缸体的区别。小型轻量化的缸体在轿车上比较流行，因为燃油经济性比较高。在 V 型发动机上，进气歧管罩子安装在两个气缸盖中间的区域，被称为沟谷（图 1-20）。

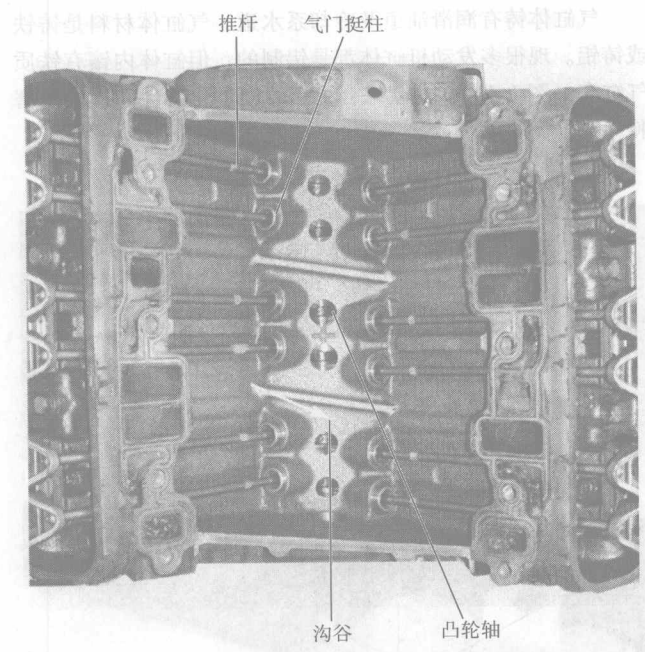


图 1-20 V 型发动机左右两气缸盖之间的区域，被称为沟谷

短缸体和长缸体

整体式的缸体配有气门组件（气缸盖和相关部件），被称为长缸体。

不包括气缸盖的缸体称为短缸体。短缸体包括曲轴、活塞连杆总成、凸轮轴、凸轮驱动装置，以及所有轴承（图 1-21）。在推杆式发动机中凸轮轴、正时链轮、正时链同样

也属于短缸体的一部分。

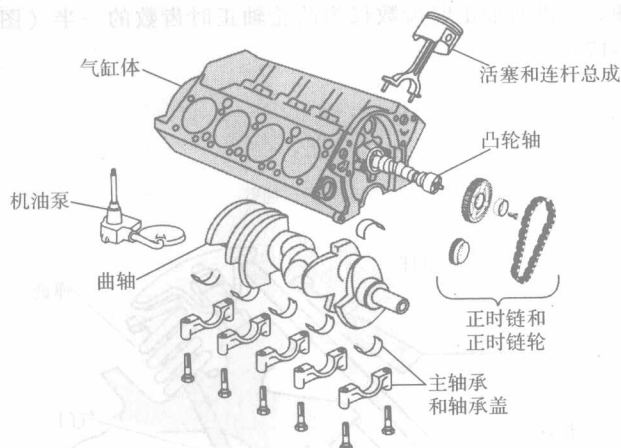


图 1-21 短缸体分解图

气缸体下部与油底壳共同形成的空间被称为曲轴箱。主轴承座孔是指在气缸体下部精确加工成一行同轴的座孔，为曲轴提供了安装空间。主轴承盖是可拆卸的，但必须按原位装配。在制造时，凸轮轴座孔、气缸孔和所有安装垫圈的表面都是用机械自动加工的，对中性良好。在重新组装时，技工都必须尽量保持原来的对中性。

以下是短缸体和长缸体上都常见的典型零件：

- 油底壳。油底壳是模压钢板或铸铝件，用来封闭曲轴箱（图 1-22）。其内部有一个蓄油池，发动机机油在此表面被流经的空气冷却。油底壳在发动机拆卸或替换时很可能被损坏。有时候甚至由于变形，与曲轴发生碰撞。这样装配后，会使发动机启动时发出较大的噪声。

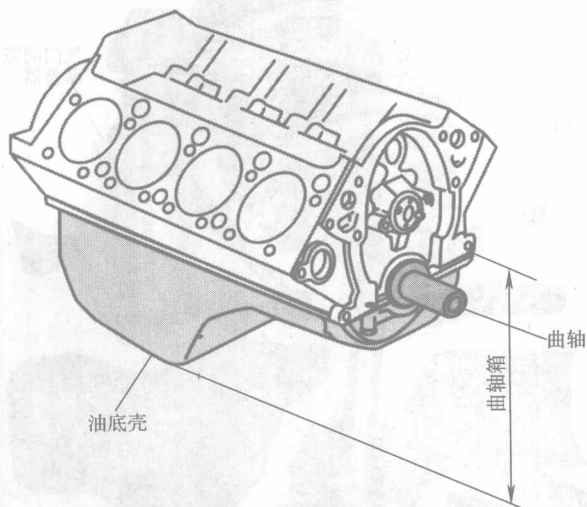


图 1-22 油底壳密封曲轴箱

- 飞轮。安装在发动机和曲轴尾端的是飞轮。飞轮的平衡重量产生的惯性可使曲轴在作功行程后越过下止点，同时也可以吸收多个气缸的作功脉冲。飞轮通常与变速器连接。若汽车装有自动变速器，就会用到液力变矩器和挠性盘（参见第 4 章）。齿圈装在飞轮或挠性盘外圈，起到驱动齿轮的作用，以驱动起动机。齿圈有时会被有问题的起动机损坏。齿圈在发动机拆卸