

柴油机维修技能修炼丛书

柴油车

故障诊断与排除 (发动机与变速器)

宋福昌◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

柴油机维修技能修炼丛书

柴油车故障诊断与排除 (发动机与变速器)

宋福昌 主编

机械工业出版社

本书重点介绍了商用车柴油发动机与变速器的结构和维修方面的知识。全书共分4章,包括一汽解放CA6DM柴油发动机结构与维修、潍柴WD615系列柴油发动机结构与维修、ZFS6-90型变速器和RT11509C型变速器结构与维修,以及12JS200T、6DS180T和8JS85E型变速器结构与维修。

本书内容详实、图文并茂、实用性强、易学易懂,可供驾驶人、柴油机维修人员、柴油机工程技术人员和大中专院校汽车应用专业的师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

柴油车故障诊断与排除:发动机与变速器/宋福昌主编. —北京:机械工业出版社,2015.10

(柴油机维修技能修炼丛书)

ISBN 978-7-111-51936-2

I. ①柴… II. ①宋… III. ①汽车-柴油机-故障诊断②汽车-柴油机-车辆修理 IV. ①U469.740.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第254893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:赵海青 责任编辑:赵海青 孟阳 版式设计:霍永明

责任校对:纪敬 封面设计:马精明 责任印制:李洋

三河市国英印务有限公司印刷

2016年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14印张·346千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-51936-2

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

在商用车领域，重型货车的发动机以大功率电控柴油机为主，变速器也多使用换挡平稳的多档变速器。为适应物流市场和维修市场的需要，帮助从业者使用好、维修好、管理好重型货车，使其在国民经济中发挥更大的作用，我们特编写了本书。在编写过程中，以市场保有量大的一汽解放 CA6DM 柴油机，潍柴 WP10、WP12 柴油机和多档变速器为主线，详细叙述了它们的结构与维修方面的知识。目的是与广大驾驶人、从事重型货车维修工作的维修人员、技术人员共同研究、探讨柴油机和变速器结构与维修方面的问题，以期延长车辆使用寿命。本书在编写过程中，参考了其他作者的相关文章。在此向他们表示感谢。同时，希望广大读者对本书提出宝贵意见，帮助我们改进和提高。

本书由宋福昌主编，参加本书编写的还有魏建秋、宋萌、宋卓、张有文、宋福长、宋楠、宋永杰、张久玲、宋军、宋美珍、赵春元、汪银校、赵霞、汪赵欣、宋福生、宋彻、宋柯、宋昕、兴誉、回智红。

目 录

前言



第一章 一汽解放 CA6DM 柴油发动机结构与维修

▶▶▶ 1

第一节 发动机概述	1
1. CA6DM 发动机代号含义	1
2. 发动机性能数据	1
3. 发动机性能概述	2
第二节 发动机机械部分结构	3
1. 发动机结构特点	3
2. 配气机构	5
3. 缸体和缸盖	6
4. 活塞、连杆和曲轴	6
5. 齿轮系	8
6. 动力输出装置	9
7. 发动机制动装置	9
8. 增压系统	10
9. 冷却系统	11
10. 润滑系统	13
第三节 CA6DM 柴油发动机的使用、维护和保养	16
1. 柴油、润滑油和冷却液的选用	16
2. CA6DM 柴油机的使用	18
3. CA6DM 柴油机日常维护保养	20
第四节 电控共轨燃油系统结构	21
1. 共轨燃油系统	21
2. 共轨系统各部件的功能	23
3. 电控系统主要部件的功能	25
4. 各种继电器和开关的功能	28
第五节 电控系统各传感器与 ECU 之间线束的检修	30
1. 电控系统线束	30
2. 冷却液温度传感器插接器和线束的检修	30
3. 其他传感器插接器和线束的检修	31
第六节 继电器及系统故障分析	31
1. 发动机不工作及主继电器不工作故障排除	31
2. 发动机不起动及 PCV 继电器故障排除	31
3. 排气制动继电器故障排除	31



4. 预热继电器故障排除	32
第⑦节 电控系统故障诊断与故障码表	32
1. 电控系统故障指示灯闪烁及故障码的检测方法	32
2. 用故障诊断仪检测故障	32
3. 故障码表	34
第⑧节 常见故障诊断与排除方法	40
1. 发动机起动困难或不能起动	40
2. 发动机输出功率不足	40
3. 发动机突然停机	41
4. 发动机运转声音异常	41
5. 发动机运转不稳	41
6. 发动机排气冒烟	41
7. 跛行回家功能	41



第二章 潍柴 WD615 (国Ⅲ) 柴油发动机结构与维修

▶▶▶ 42

第①节 发动机概述	42
1. WD615 (国Ⅲ) EGR 发动机结构	42
2. WD615 (国Ⅲ) 共轨发动机结构	44
3. WD615 (国Ⅲ) D12 共轨发动机结构	52
4. 发动机各部分配合和维修参数	52
第②节 WD615 系列柴油机保养规范	57
第③节 WP6、WP10、WP12 电控共轨发动机结构	59
1. 蓝擎国Ⅲ L 系——WP6 发动机	59
2. 蓝擎国Ⅲ N 系——WP10 发动机	61
3. 蓝擎国Ⅲ N 系——WP12 发动机	65
第④节 潍柴动力电控共轨系统	71
1. 博世 (BOSCH) CPN2.2 共轨燃油系统	71
2. EDC7 型 ECU (电子控制单元)	73
第⑤节 潍柴发动机故障诊断	85
1. 用故障指示灯诊断故障	85
2. 潍柴 WP—VDS100 故障诊断仪介绍	90
3. 潍柴 WP—VDS100 故障诊断仪操作方法	93
4. EDC7 型 ECU 的 SPN/FMI 故障码	100
第⑥节 潍柴发动机故障排除	112
1. 发动机不能起动	112
2. 发动机起动困难	115
3. 发动机输出功率不足	115
4. 发动机怠速游车	117



第三章 ZFS6—90 型变速器和 RT11509C 型变速器结构与维修

▶▶▶ 119

第①节 ZFS6—90 型变速器结构与维修	119
------------------------------------	------------



1. ZFS6—90 型变速器概述	119
2. ZFS6—90 型变速器的结构	120
3. ZFS6—90 型变速器拆装事项	124
4. ZFS6—90 型变速器的使用维护与故障排除	126
第②节 RT11509C 型变速器结构与维修	127
1. RT11509C 型变速器概述	127
2. 双中间轴变速器的结构	128
3. 对齿及对齿操作程序	129
4. 换档机构及同步器	129
5. 双 H 换档操纵机构	129
6. 中间轴制动装置	132
7. 变速器的使用与维护	132
8. RT11509C 型变速器的分解	133
9. 变速器零部件检查内容	149
10. RT11509C 型变速器的组装	150
11. 变速器常见故障排除	164



第④章 12JS200T 型变速器结构与维修

▶▶▶ 165

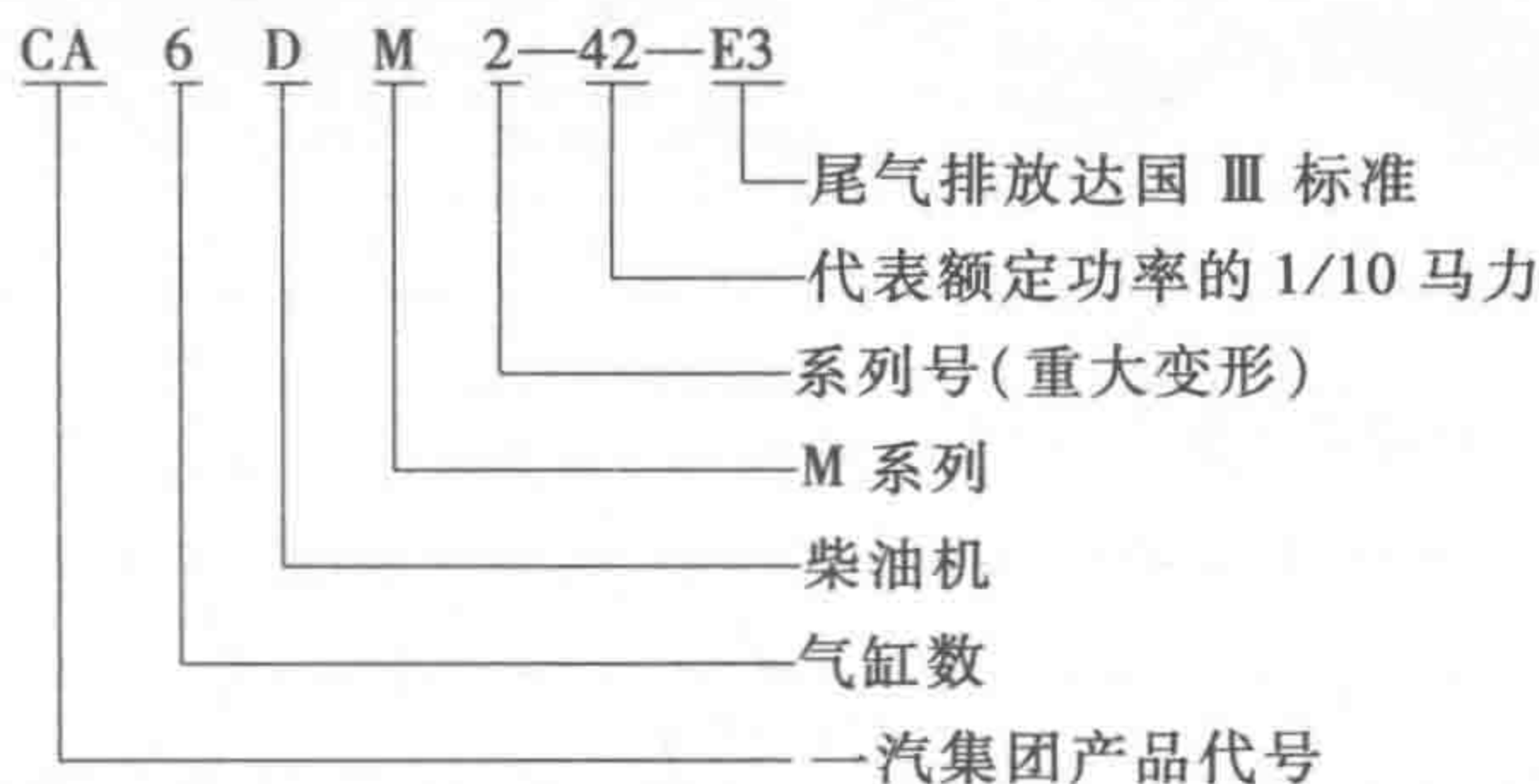
第①节 双中间轴全同步器系列变速器概述	165
1. 双中间轴全同步器系列变速器型号含义	165
2. 双中间轴全同步器系列多档变速器性能参数和各档速比	165
第②节 多档变速器的结构与同步器损坏原因	167
1. 双中间轴全同步器变速器结构介绍	167
2. 同步器	168
3. 单 H 远距离操纵机构	169
4. 同步器损坏原因	170
第③节 12 档变速器气路工作原理	170
第④节 停车取力机构工作原理	171
第⑤节 多档变速器的使用要求	172
第⑥节 12JS200T 型变速器的分解与组装	173
1. 分解	173
2. 组装	187
第⑦节 6DS180 型变速器结构与维修	200
1. 6DS180T 变速器概述	200
2. 主要结构	201
3. 使用和保养	205
4. 维修注意事项	207
5. 6DS180T 变速器的分解	207
第⑧节 8JS85E 型变速器结构与维修	211
1. 8JS85E 变速器概述	211
2. 8JS85E 变速器的分解	211
参考文献	218



一汽解放CA6DM柴油 发动机结构与维修

第一节 发动机概述

1. CA6DM 发动机代号含义



2. 发动机性能数据

CA6DM 柴油机主要性能数据见表 1-1。

表 1-1 CA6DM 柴油机主要性能数据

机型	CA6DM2-35	CA6DM2-37	CA6DM2-39	CA6DM2-42
发动机形式	直列六缸、四冲程、每缸 4 气门、顶置凸轮轴、共轨直喷、增压中冷			
气缸直径 × 行程/(mm × mm)	123 × 155			
排量/L	11.04			
额定功率/kW(ps)	257(350)	272(370)	287(390)	309(420)
额定转速/(r/min)	1900	1900	1900	1900
最大扭矩/(N·m)	1650	1700	1850	1900
最大扭矩点转速/(r/min)	1100 ~ 1400	1100 ~ 1400	1100 ~ 1400	1100 ~ 1400
全负荷最低燃油消耗率/(g/kW·h)	≤193	≤193	≤193	≤193
怠速/(r/min)	650	650	650	650
800(r/min) 转矩/N·m	≥1100	≥1100	≥1100	≥1100
尾气排放指标	欧Ⅲ			
冷起动性能/℃	-25(带辅助加热)			
1m 噪声/dB(A)	≤97			
B10 寿命/km	100 万			
干重量/kg	≤1050(带附件)			
共轨燃油系统(博世)				
博世 CPN2-2 型高压油泵	喷油压力 160MPa、润滑油润滑			
CRIN2 第二代喷油器	喷射压力 160MPa			



(续)

机型		CA6DM2-35	CA6DM2-37	CA6DM2-39	CA6DM2-42
CWRN2 高压共轨管		激光焊接			
EDC7 型电控单元		整车控制中心			
润滑系统					
怠速时允许的最低压力/kPa		≥150			
额定转速时允许的最低压力/kPa		400			
调压阀开启压力/kPa		480			
机油滤清器旁通阀开启压力/kPa		100			
机油冷却器旁通阀开启压力/kPa		300			
机油泵在标定转速时流量/(L/min)		170			
机油温度(标定转速时)/℃		90 ~ 110			
油底壳容量/L		31.1 ~ 34.1			
冷却系统					
节温器开启始点温度/℃		83			
节温器全开温度/℃		95			
冷却液流量(节温器全开、发动机转速1900r/min)/(L/min)		400			
冷却液容量/L		20			
进排气系统					
最大进气阻力(带空气滤清器芯)/[cm·H ₂ O(kPa)]		60(6)			
涡轮增压器出口允许最大阻力/[cm·H ₂ O(kPa)]		100(10)			
中冷器允许的最大压力降/[cm·H ₂ O(kPa)]		100(10)			
空气滤清器允许的最小流量/(m ³ /h)		2100			
电气系统					
最小蓄电池容量/A·h		195			
起动机/(V,kW)		24,7.5			
交流发电机/(V,A)		28,75			
机油压力传感器(主油道上)	报警压力/MPa	0.07 ± 0.007			
	指示压力/MPa	0 ~ 1			
冷却液温度传感器(节温器体上)	报警温度/℃	105 ~ 107			
	指示温度/℃	40 ~ 120			
气动断油器/(V,A)		24,0.3			

3. 发动机性能概述

一汽奥神 CA6DM 发动机与奥威 60L 发动机均为每缸 4 气门配置，配有德国博世(Bosch) 公司电控共轨系统，其发动机燃油系统喷射压力高、燃油雾化效果好、燃烧充分、节能环保。

奥神 CA6DM2 发动机低速转矩大，最大转矩可达 1900N·m，配套安装在一汽解放 J6 重型货车上，底盘配装法士特 12JSD180A 型 12 档变速器。该车发动机动力强劲，车辆行驶平稳，节能环保，深受用户欢迎。



图 1-1 为奥神 CA6DM 发动机外形, 图 1-2 为与 CA6DM 发动机配套的解放 J6 重型货车。

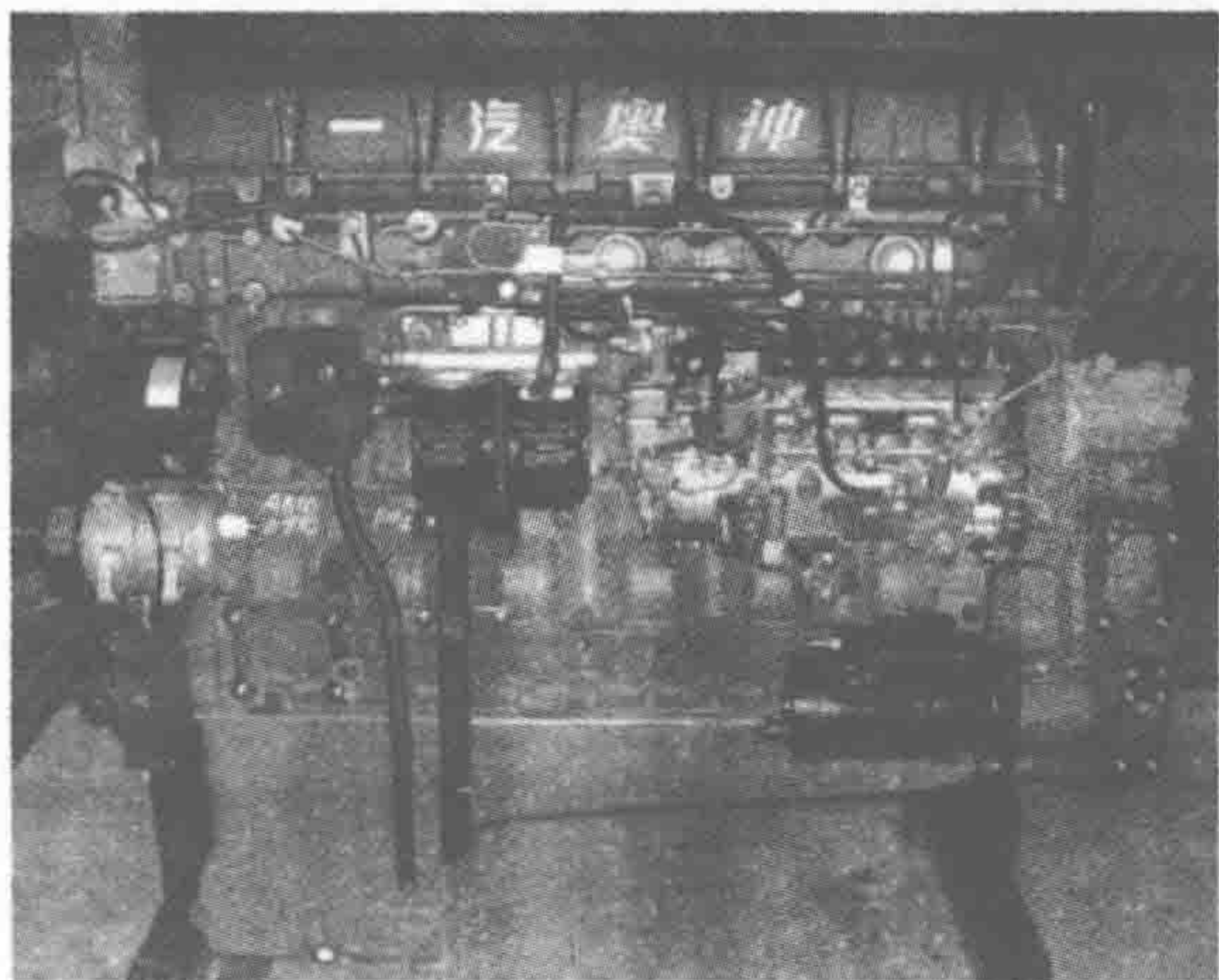


图 1-1 奥神 CA6DM 发动机外形



图 1-2 与 CA6DM 发动机配套的解放 J6 重型货车

CA6DM2 用在重型货车上, 如 J6 6×4 半挂牵引车, 发动机功率在 272 ~ 309kW 间。经运行实践证实, CA6DM 发动机寿命可达 100 万 km; 发动机额定转速 1900r/min 时, 活塞平均速度低于 10m/s, 运转平稳, 低速时转矩大。

CA6DM 发动机的核心部件, 如曲轴、活塞、缸套、轴瓦、活塞环、进排气门、减振器、空气压缩机均采用国际专业零部件公司的产品。该发动机热负荷低、机械负荷低、整机可靠性高, 可延缓机油老化速度, 延缓零件更换周期和机油的更换周期, 为用户节约成本。

CA6DM 发动机是由一汽和无锡柴油机厂共同研发、生产的排量 11L、每缸四气门重型柴油机。它采用了世界上先进的设计理念 and 设计方法, 是为重型货车和大型豪华客车设计的专用发动机。可以满足国 III 标准, 并且具有满足国 IV、国 V 排放潜质。功率覆盖从 257kW (350ps) 到 309kW (420ps) 的范围。

奥神发动机的最高燃烧压力达 20MPa, 高燃烧压力有利于使燃油高效率燃烧, 因此发动机更省油。目前 B10 寿命在 100 万 km 以上的重型货车发动机额定转速大多在 2000r/min 以下, CA6DM 的最高额定转速为 1900r/min, 发动机性能已接近国际领先水平。

该发动机采用国际上领先的压缩释放制动装置, 而且采用了自主开发的专利技术。发动机制动与排气制动同时使用, 双重制动、双重保障, 使整车重载下坡制动更安全, 减少了制动蹄片的磨损, 减少了制动蹄片更换次数。

该发动机重载起步和加速超车轻松, 上坡使用的变速器档位比同类车高一两档。整车行驶效率高, 连续加速换档时间短。

PTO 动力输出转矩达 1200N·m, 可满足 12m³ 以上混凝土搅拌车的需要。

第二节 发动机机械部分结构

1. 发动机结构特点

① 每缸四气门、顶置凸轮轴设计, 气缸体为双称结构。



- ② 燃烧室对称设计，有利于燃烧，降低排放。
- ③ 曲轴箱通风效率高。
- ④ 胀断连杆结构、运转平稳、不易变形。
- ⑤ 采用八平衡块高强度曲轴，连续运转平稳。
- ⑥ 与摇臂集成的发动机压缩制动、制动效率高。
- ⑦ 鼓形曲轴箱，坚固耐用且噪声低。
- ⑧ 机油冷却器采用外挂式，散热效率高。
- ⑨ 进排气侧向布置，有利于整车匹配。
- ⑩ 采用技术成熟的博世（Bosch）电控共轨燃油系统，可满足严格的排放法规。
- ⑪ 鼓形油底壳，有利于整车匹配。

CA6DM 发动机各个视角外形图，分别如图 1-3 ~ 图 1-7 所示。

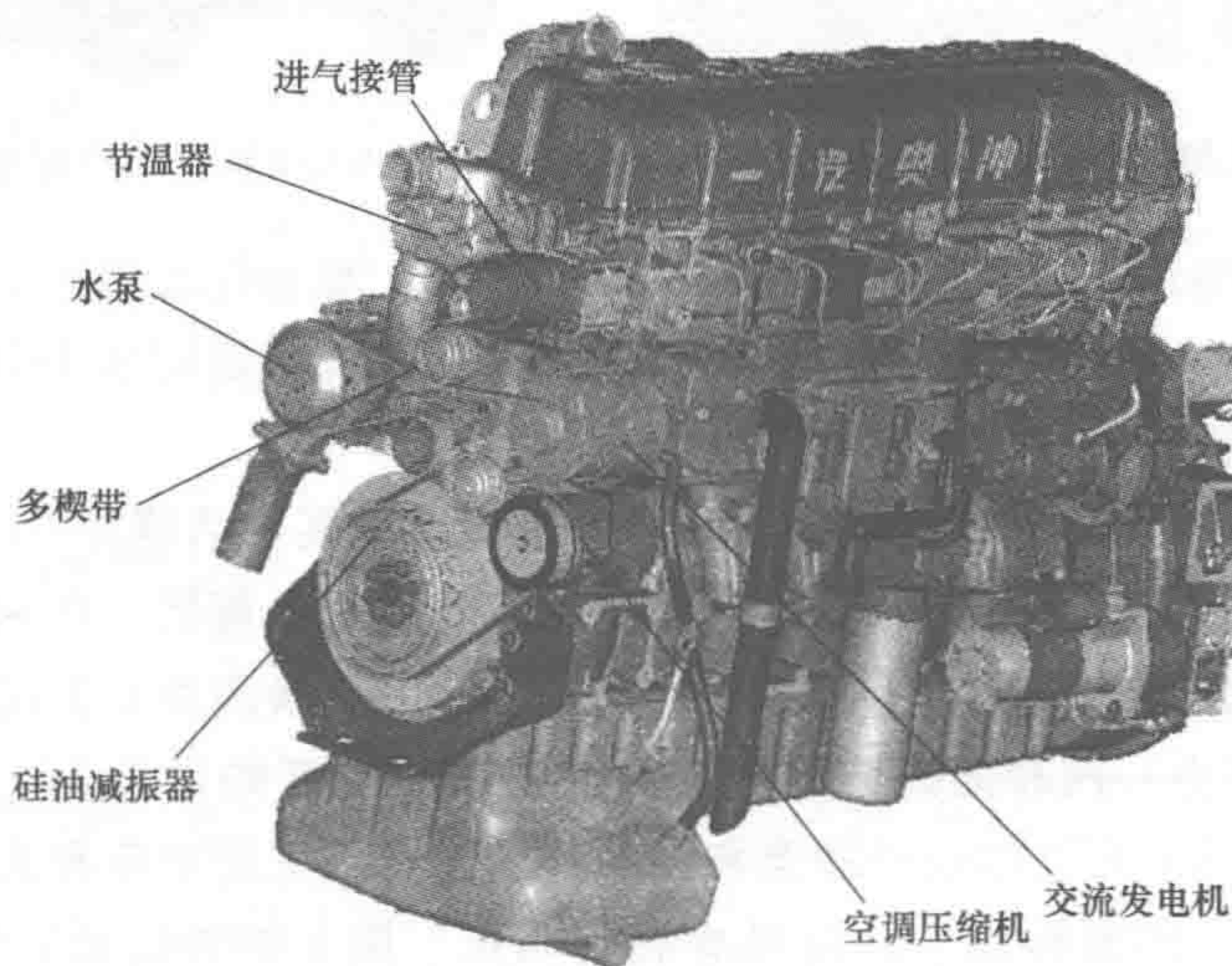


图 1-3 CA6DM 发动机正面外形

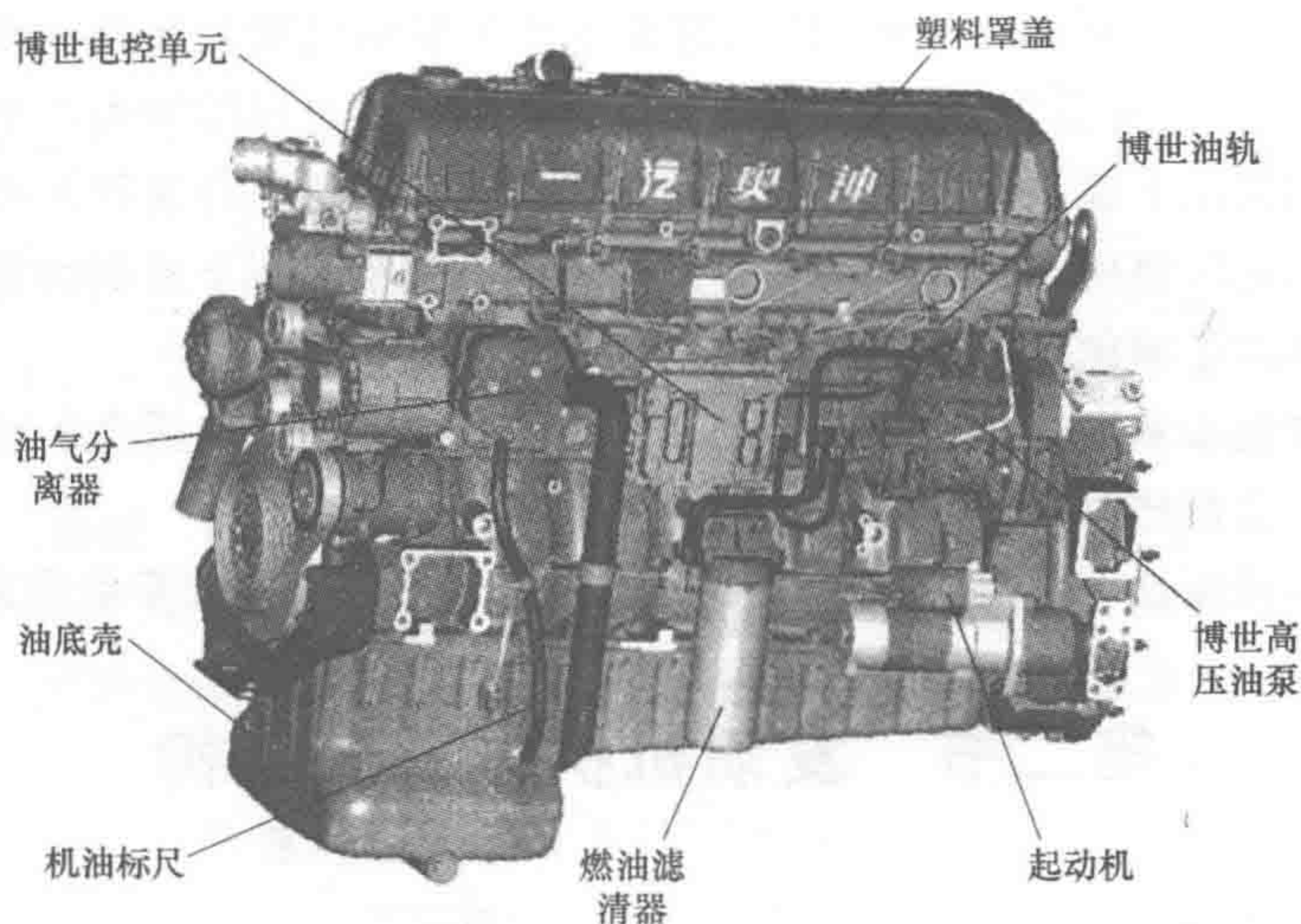


图 1-4 CA6DM 发动机机油泵侧外形

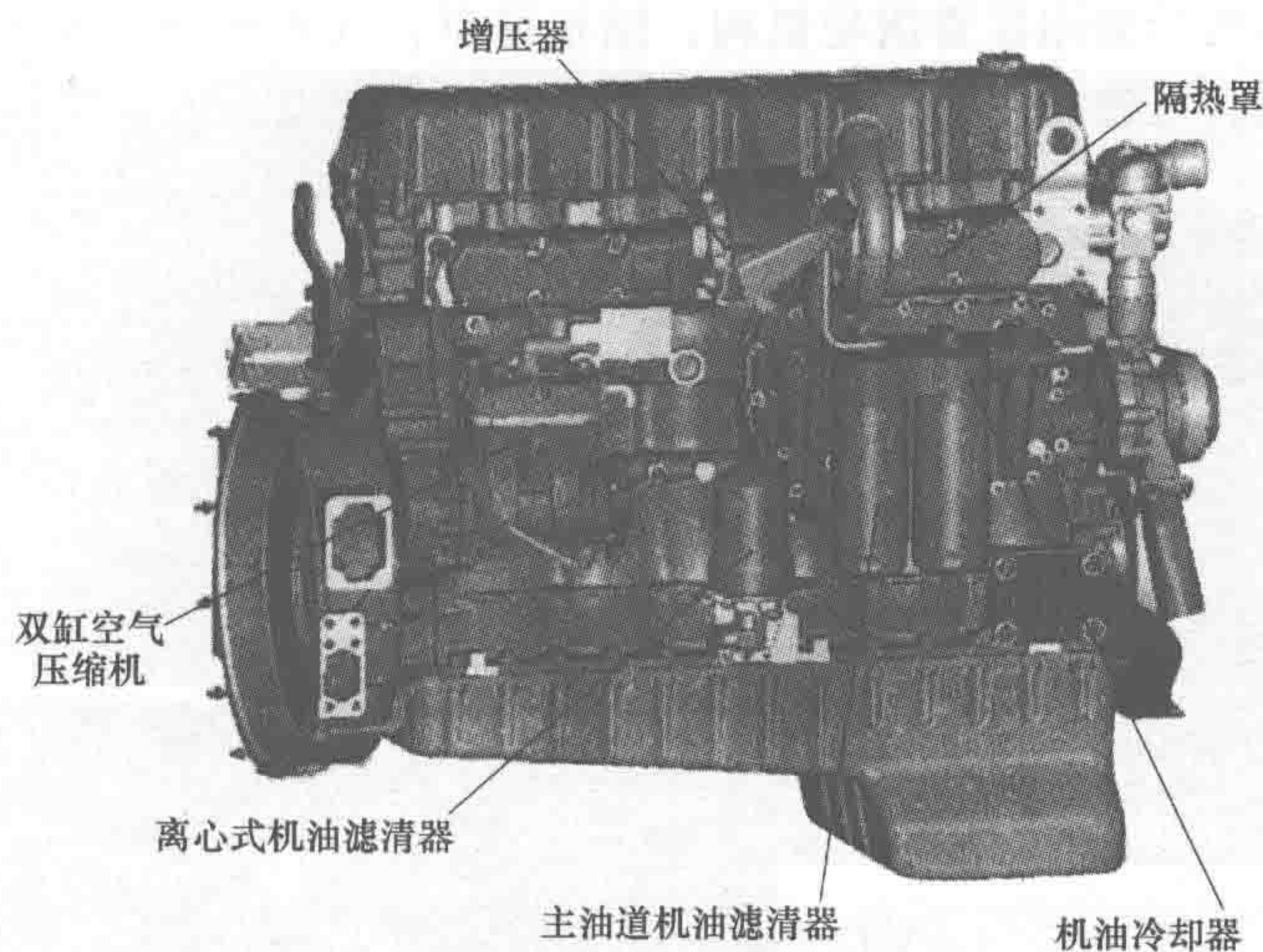


图 1-5 CA6DM 发动机排气侧外形

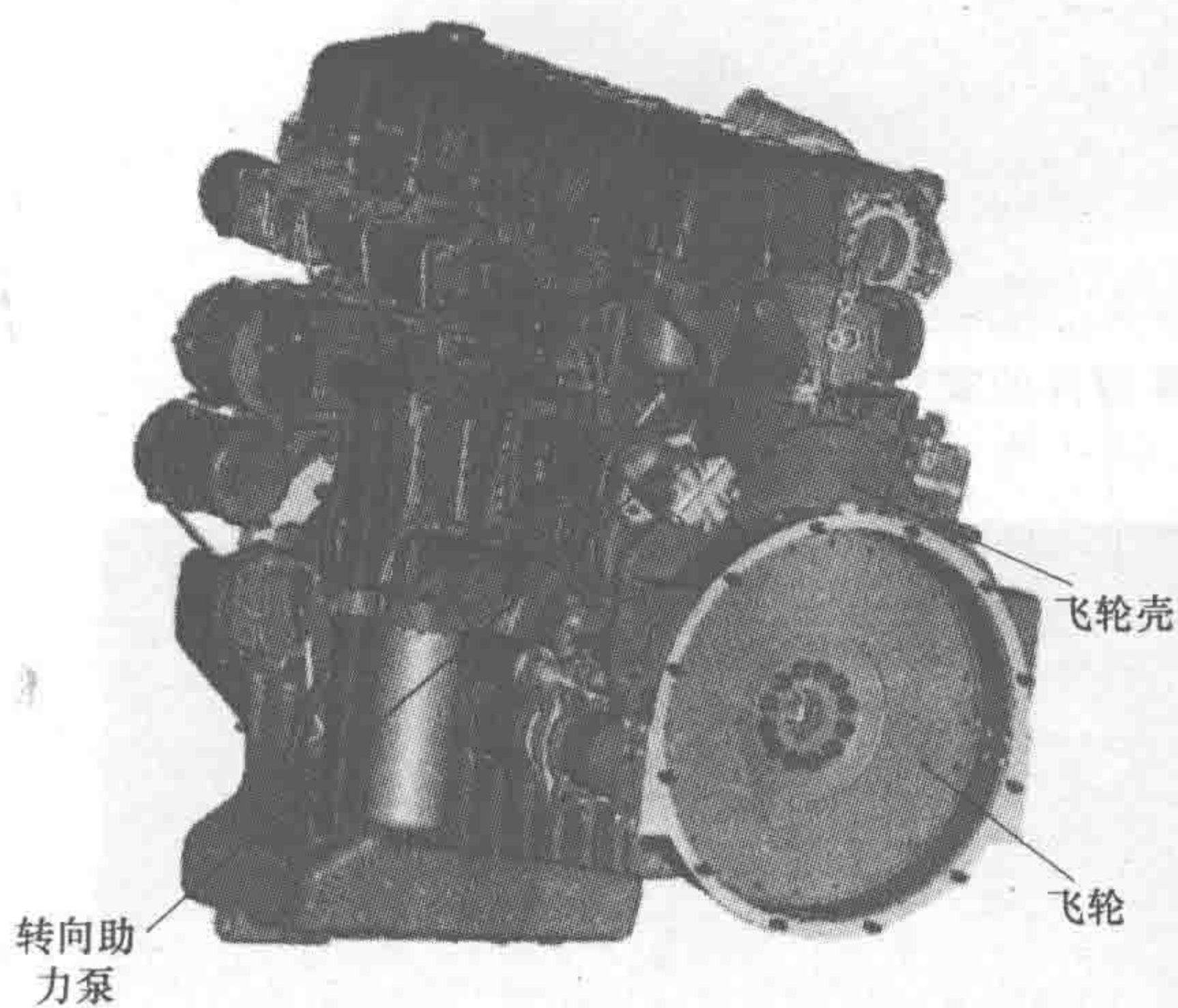


图 1-6 CA6DM 发动机后面外形

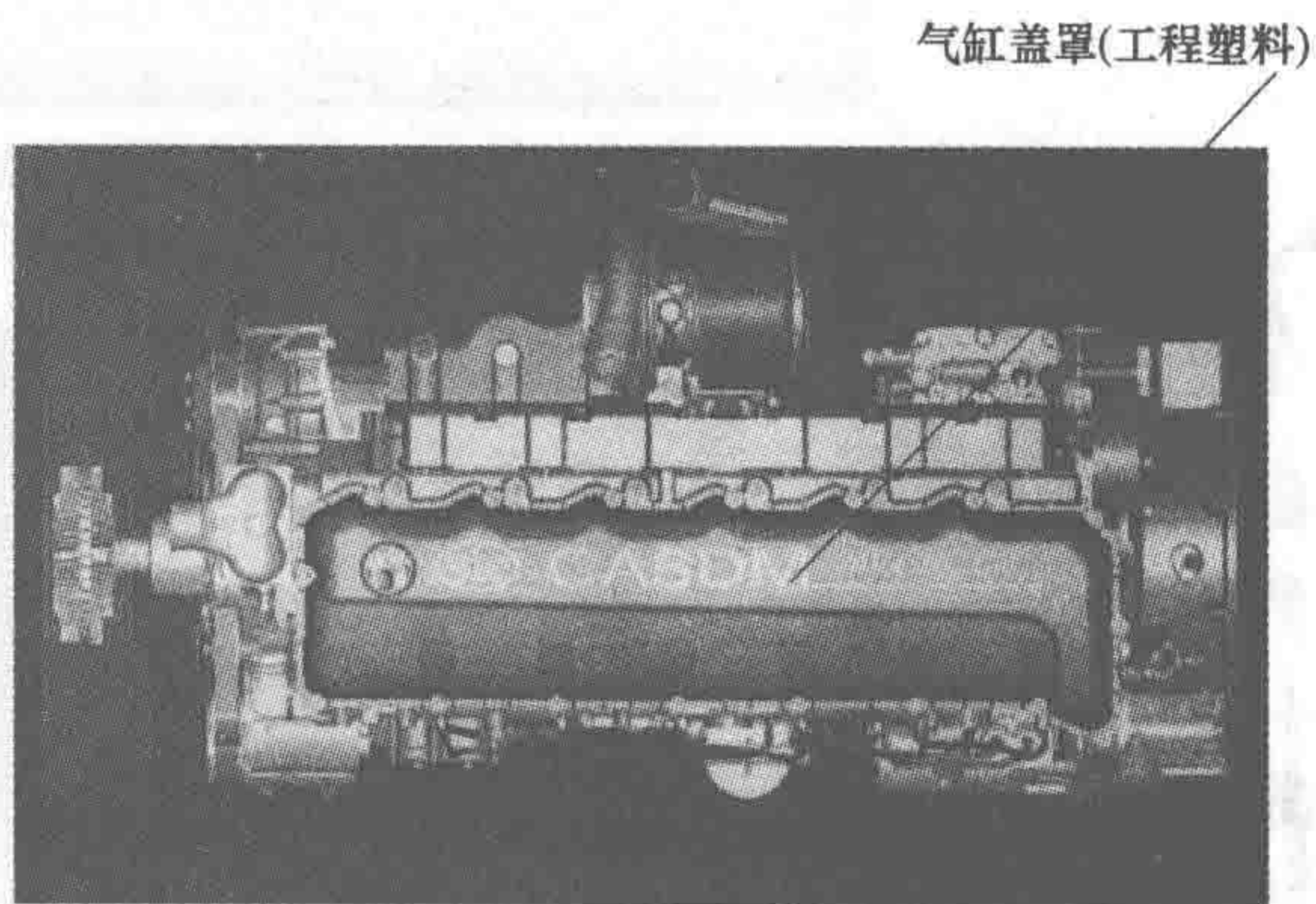


图 1-7 CA6DM 发动机顶面外形

2. 配气机构

CA6DM2 发动机配气机构采用每缸四气门、顶置凸轮轴设计，它是国内第一型采用这种结构的重型车用柴油机，其优点是燃油经济性好，能很好地满足排放法规的要求。

该发动机的顶置凸轮轴机构，如图 1-8 所示，配气机构各零部件的安装位置，如图 1-9 所示。

该发动机采用顶置凸轮轴，取消了推杆和挺柱，减少了推杆

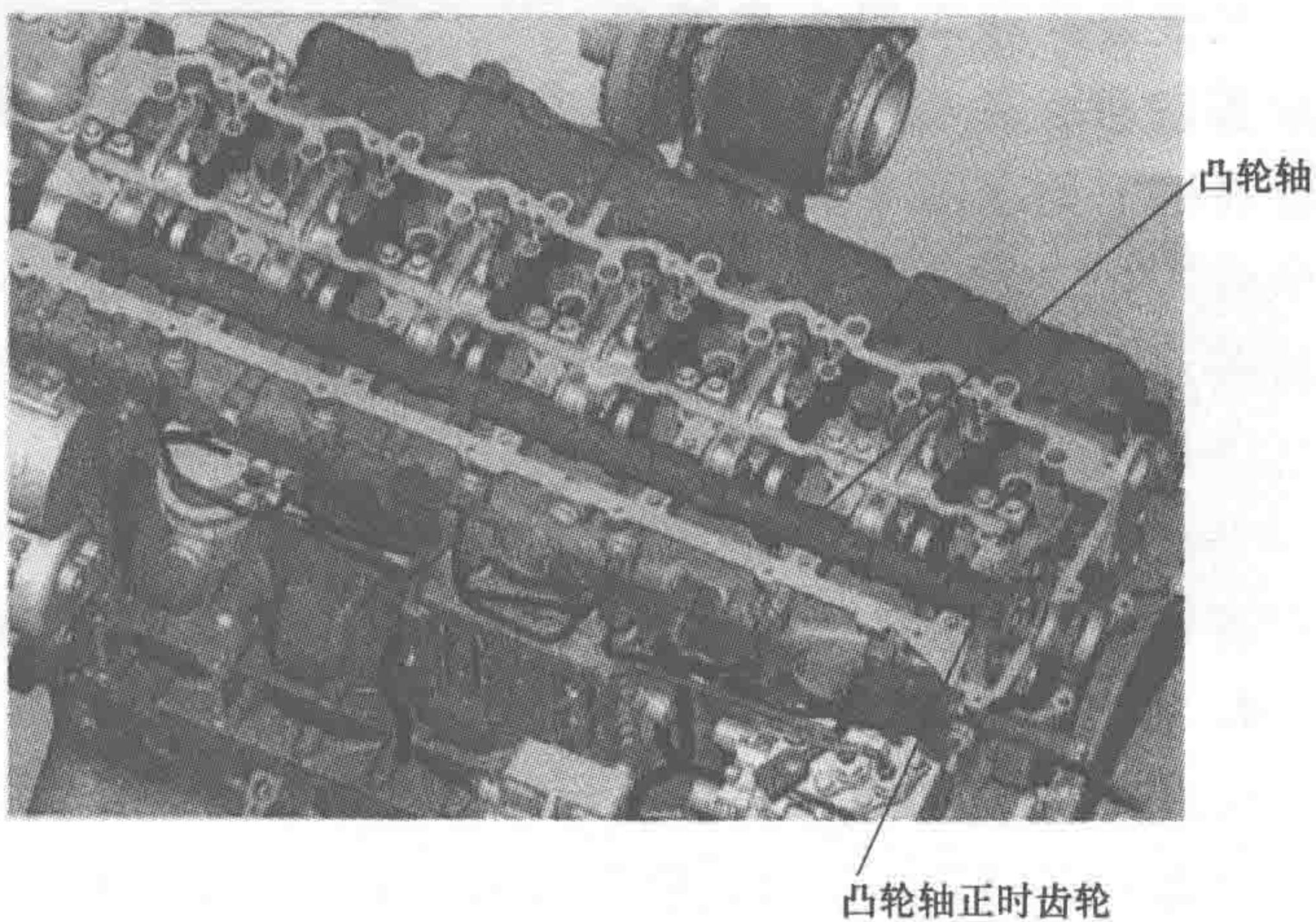


图 1-8 顶置凸轮轴机构



和挺柱的磨损。进排气门采用摇臂滚轮机构，结构简单，大大提高了承受载荷的能力，刚度得到提高，配气机构的可靠性也得到提高。

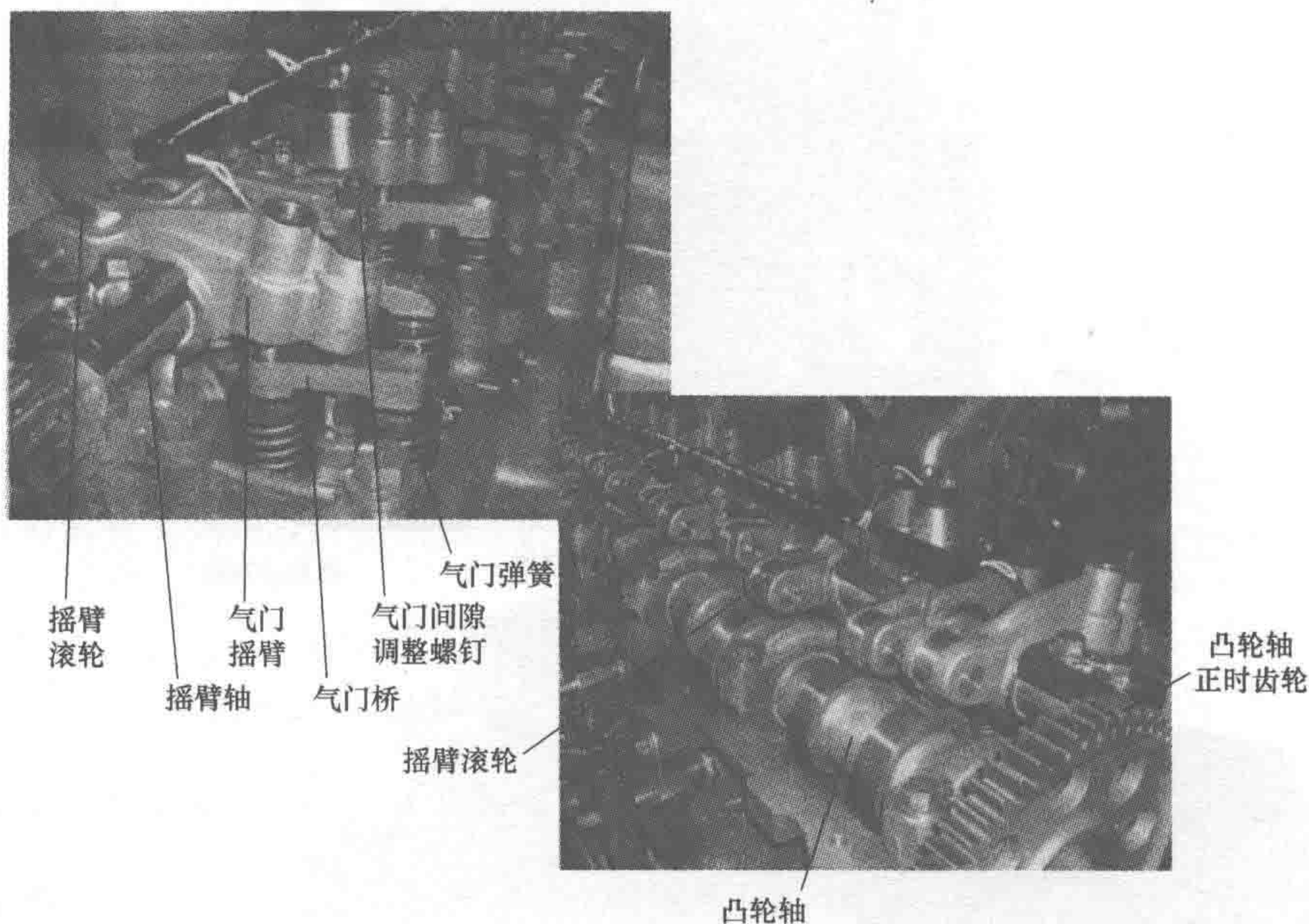


图 1-9 配气机构各零部件的安装位置

3. 缸体和缸盖

CA6DM2 发动机缸体如图 1-10 所示，缸盖如图 1-11 所示，气缸盖罩如图 1-12 所示。

缸体采用对称设计，曲轴箱通风位置布置合理，有利于曲轴箱通风、散热、减压。发动机缸体强度增加，使气缸孔变形更小，可靠性得到进一步提高。

气缸盖具有双层水套结构，及弧形气缸盖底板，并有中隔板设计专利。冷却液在缸下层水套中，从进气侧流向排气侧后进入上层水套，然后从气缸盖后端流向前端。这种循环方式使冷却液的流向和流速更加合理，冷却更充分，可满足气缸内燃烧压力 20MPa 的需要，同时也使气缸盖强度得到增强，缸盖在大燃烧压力下不易开裂。

气缸盖罩采用全浮式结构，用工程塑料制造，具有很好的耐高温性能和耐低温性能，也具有较好的耐冲击性能。同时，塑料件降噪效果显著，而且重量轻。

4. 活塞、连杆和曲轴

CA6DM 发动机活塞在顶部开有气门避阀坑，使活塞和气门有足够的避让空间，防止干扰。活塞顶部的燃烧室为直喷燃烧室、振荡冷却活塞。活塞顶部和缸盖上的燃烧室在气缸口中心位置。

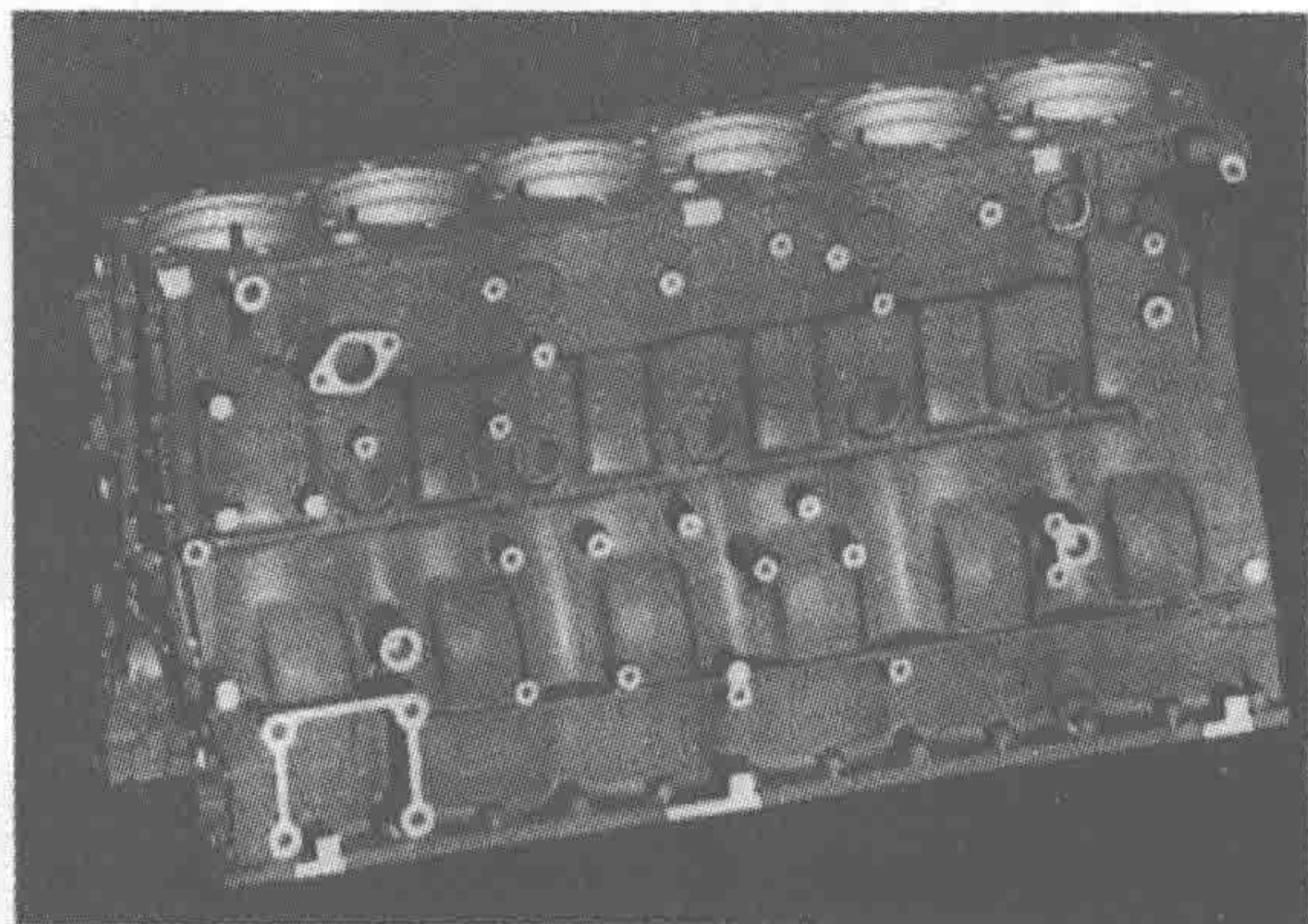


图 1-10 缸体

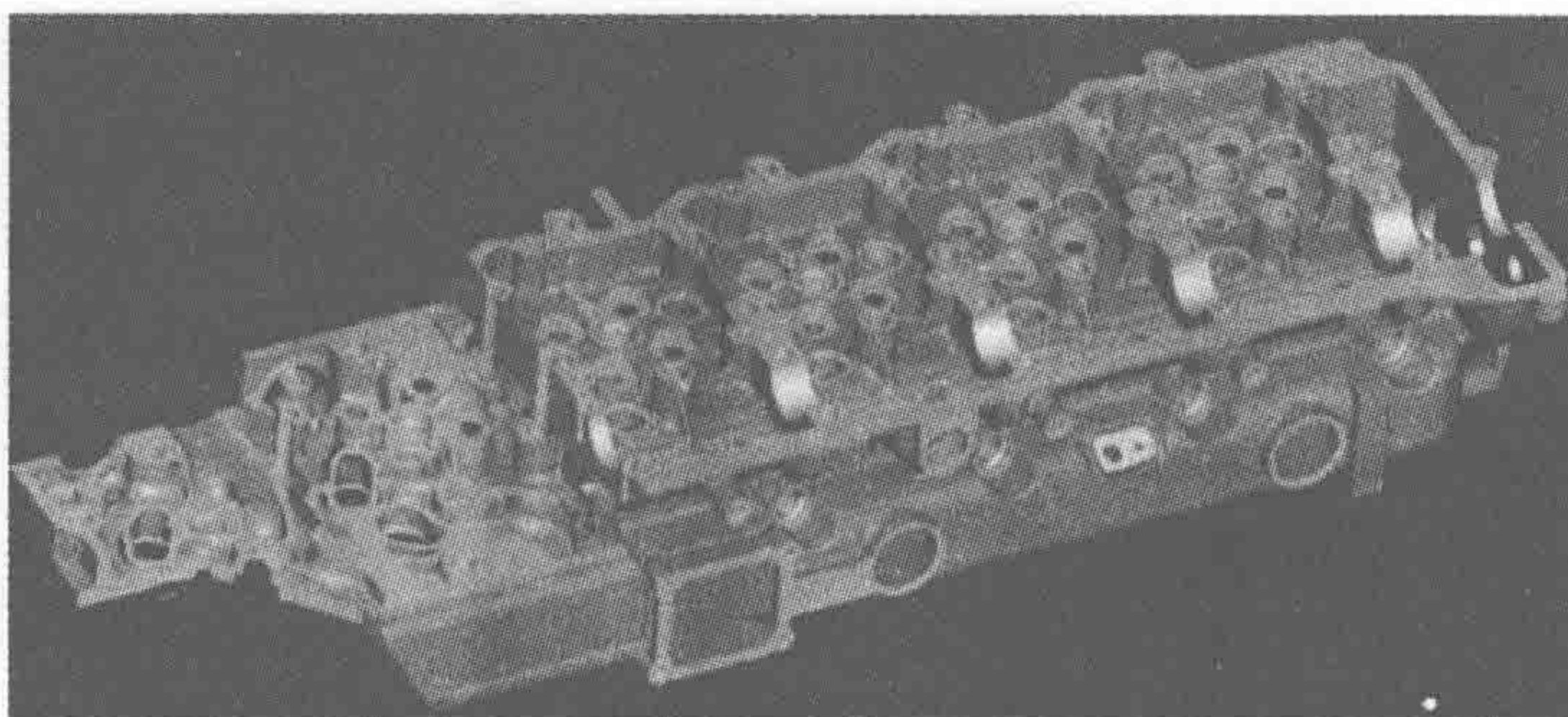


图 1-11 缸盖



图 1-12 气缸盖罩

与发动机制动相对应的 1 个避阀坑的深度要比其他 3 个深，以避免发动机制动小凸轮压下该排气门时与活塞干涉。活塞结构如图 1-13 所示，活塞在气缸体上的安装情况如图 1-14 所示。

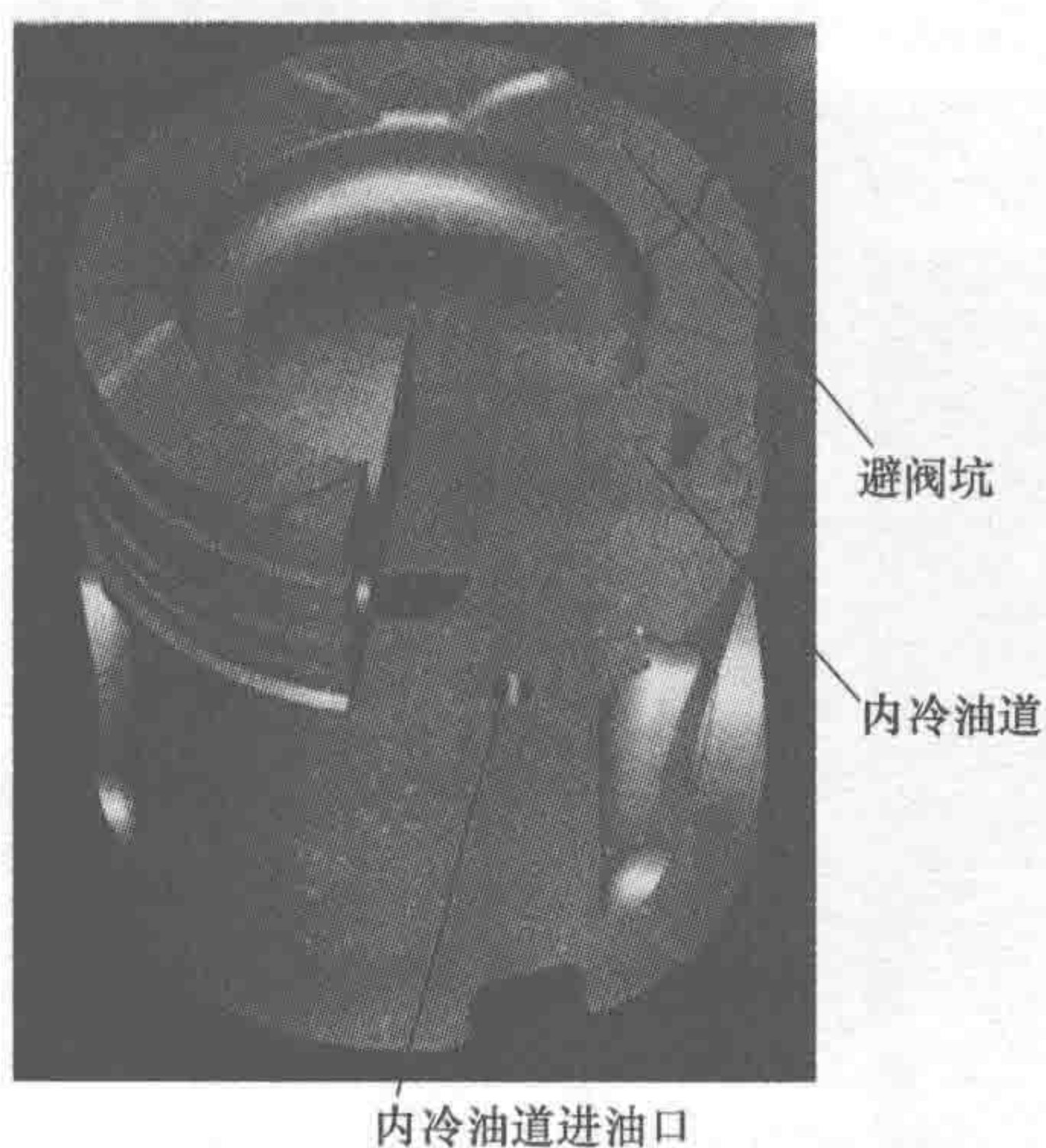


图 1-13 活塞结构

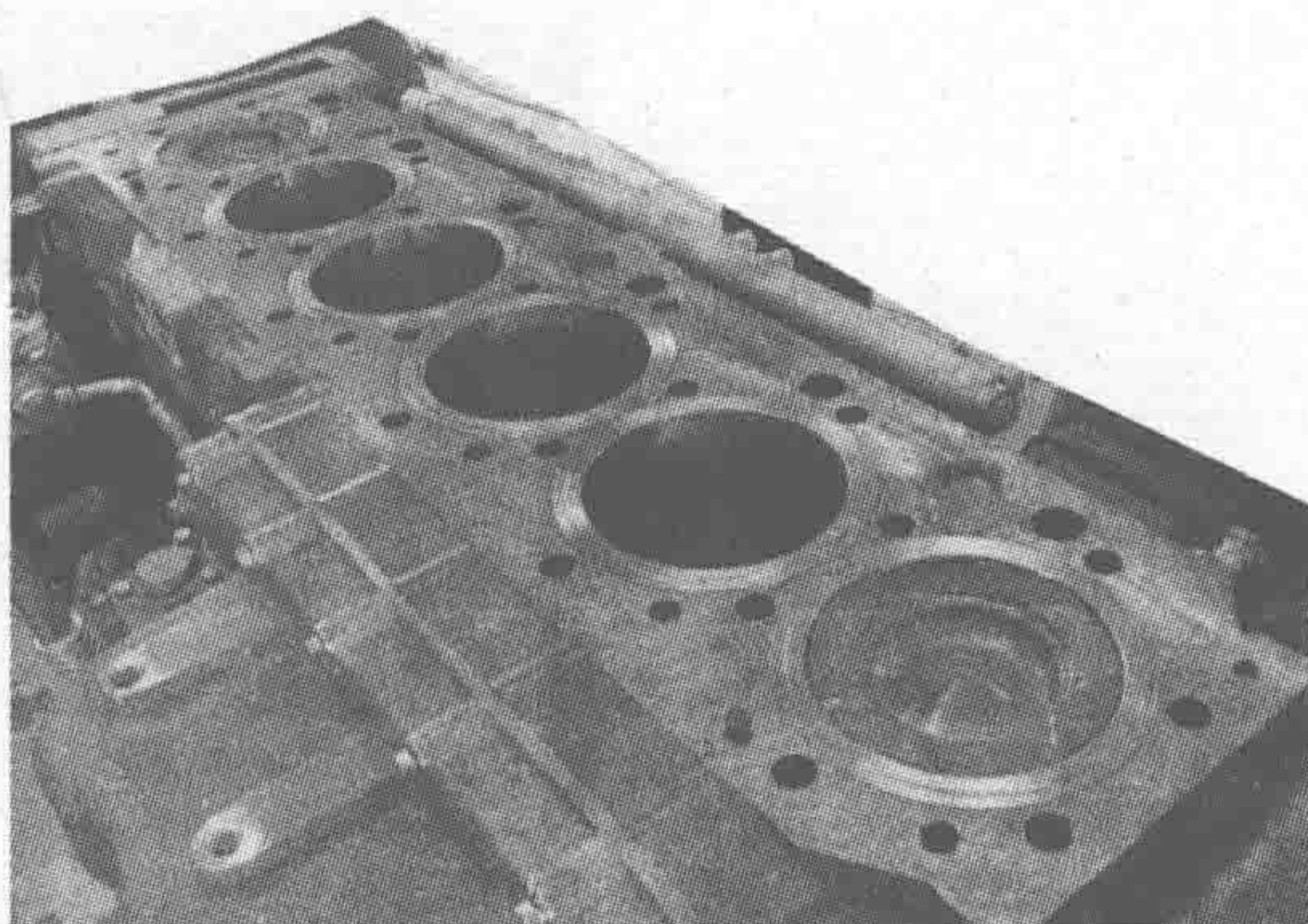


图 1-14 活塞在气缸体上的安装情况

连杆为斜切口胀断连杆，如图 1-15 所示。这种斜切口胀断连杆的切口贴面更可靠，受应力更全面，增加了连杆的使用可靠性。这种连杆的另一优点是可以减少气缸内可燃混合气燃烧时爆发的压力对连杆螺栓切口面的冲击，提高了连杆螺栓的可靠性，也使连杆的整体刚



度得到了加强。

该发动机的曲轴如图 1-16 所示。曲轴上有 7 道主轴颈，曲轴上的润滑油道在图 1-16 上已标出。它采用整体锻造、8 个整体式平衡块结构。

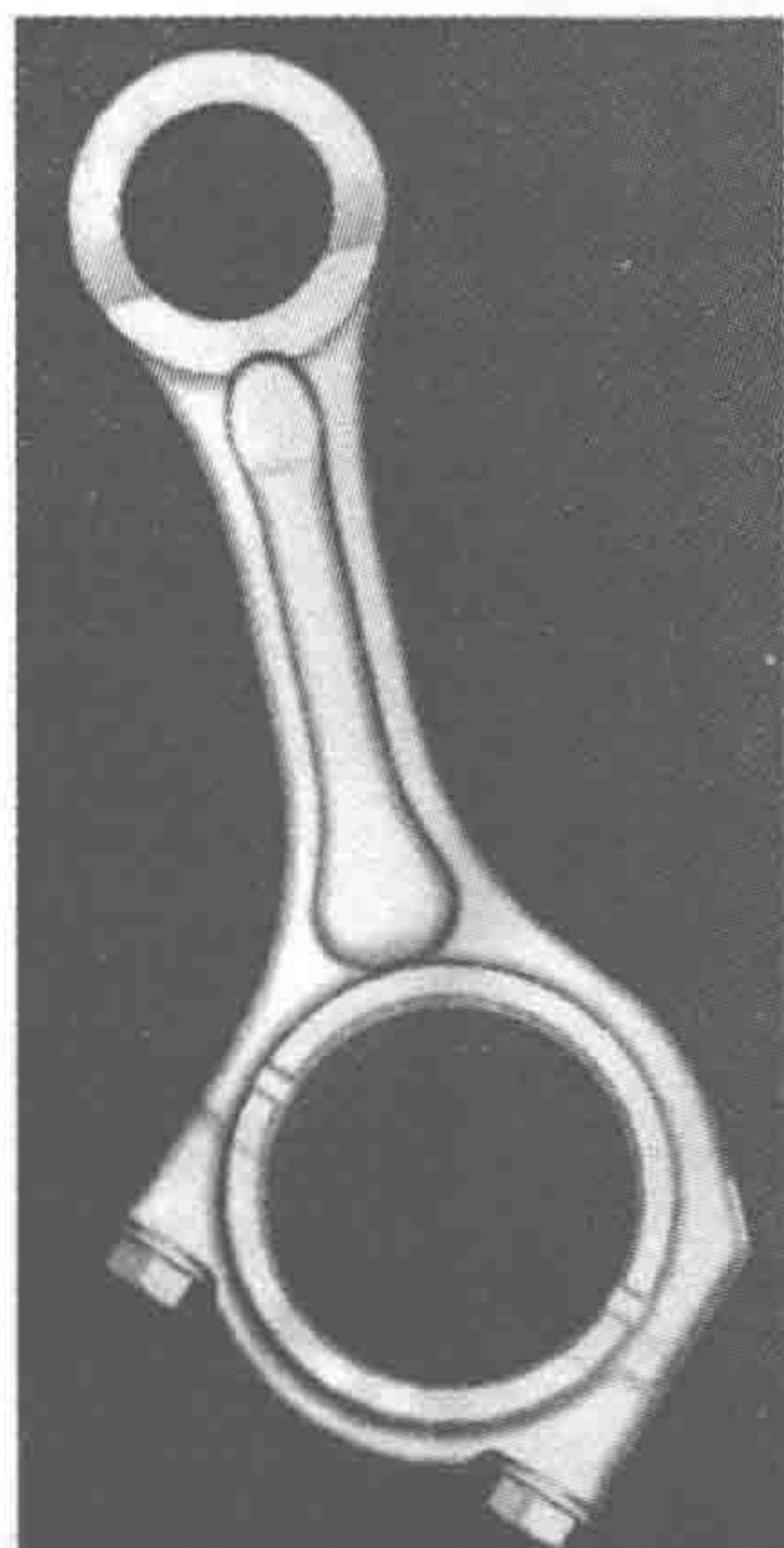


图 1-15 斜切口胀断连杆

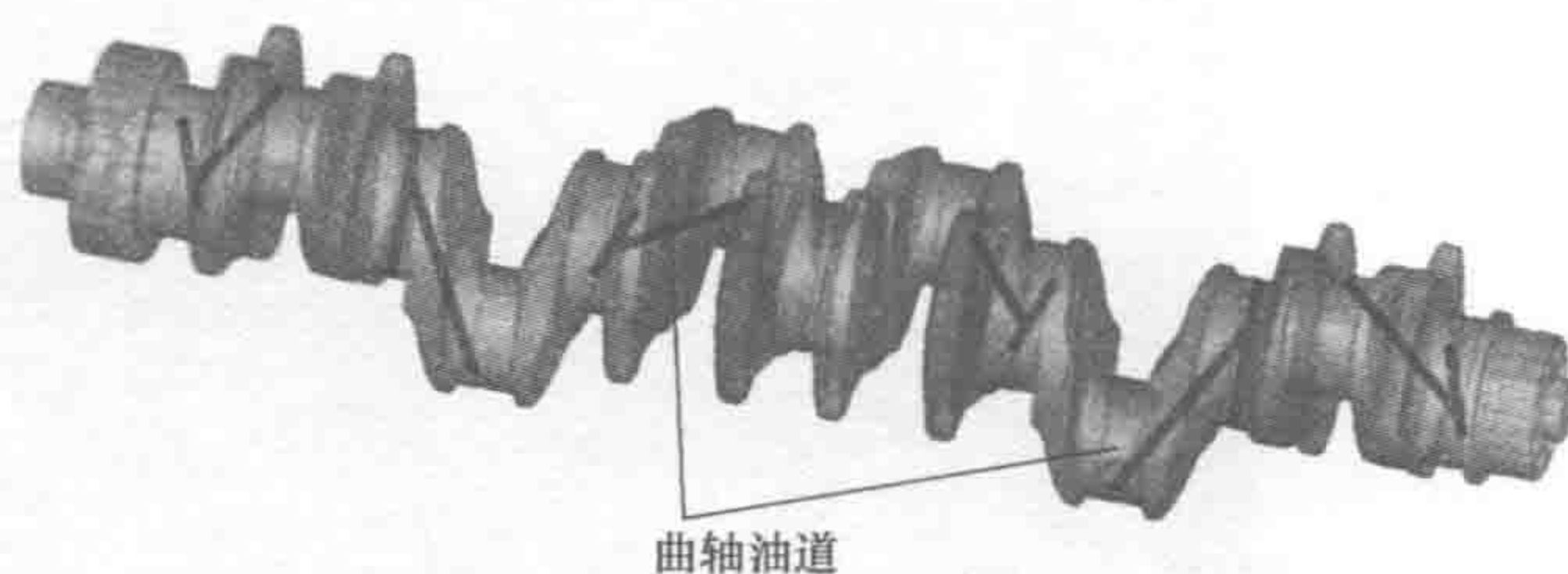


图 1-16 曲轴

5. 齿轮系

CA6DM 发动机齿轮系中各齿轮安装位置如图 1-17 和图 1-18 所示。凸轮轴正时齿轮与凸轮轴正时中间齿轮的安装情况如图 1-19 所示。

CA6DM 发动机齿轮系采用后端布置方式，所用齿轮全部采用渐开线直齿齿轮。在图 1-17 中，各个齿轮的齿数 z 、模数 m 、齿宽 b 都已标注。齿轮系的布置方式采用双排轮系，外排齿轮模数为 3.25，内排齿轮模数为 2.75。

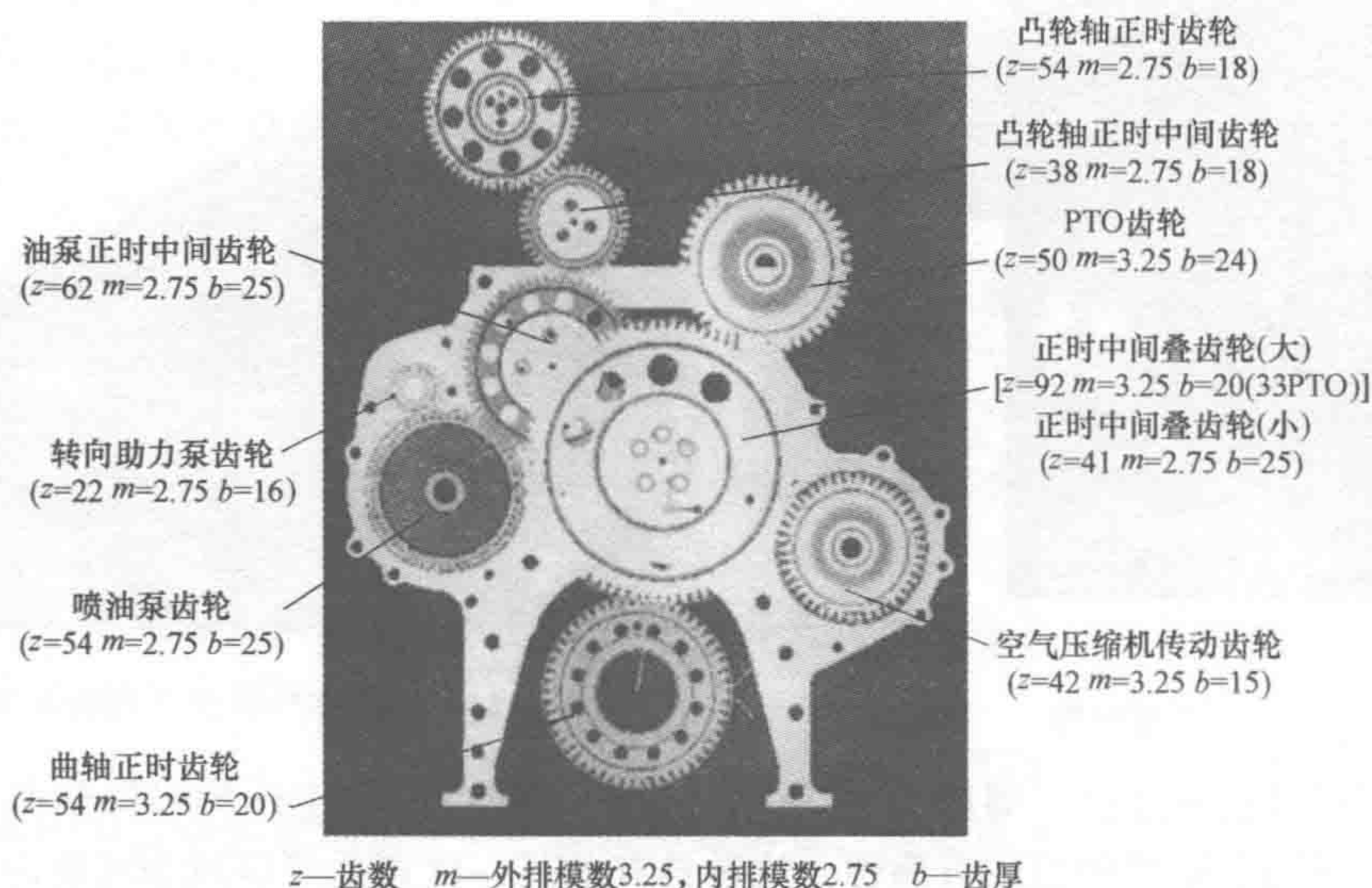


图 1-17 齿轮系各齿轮安装位置 1

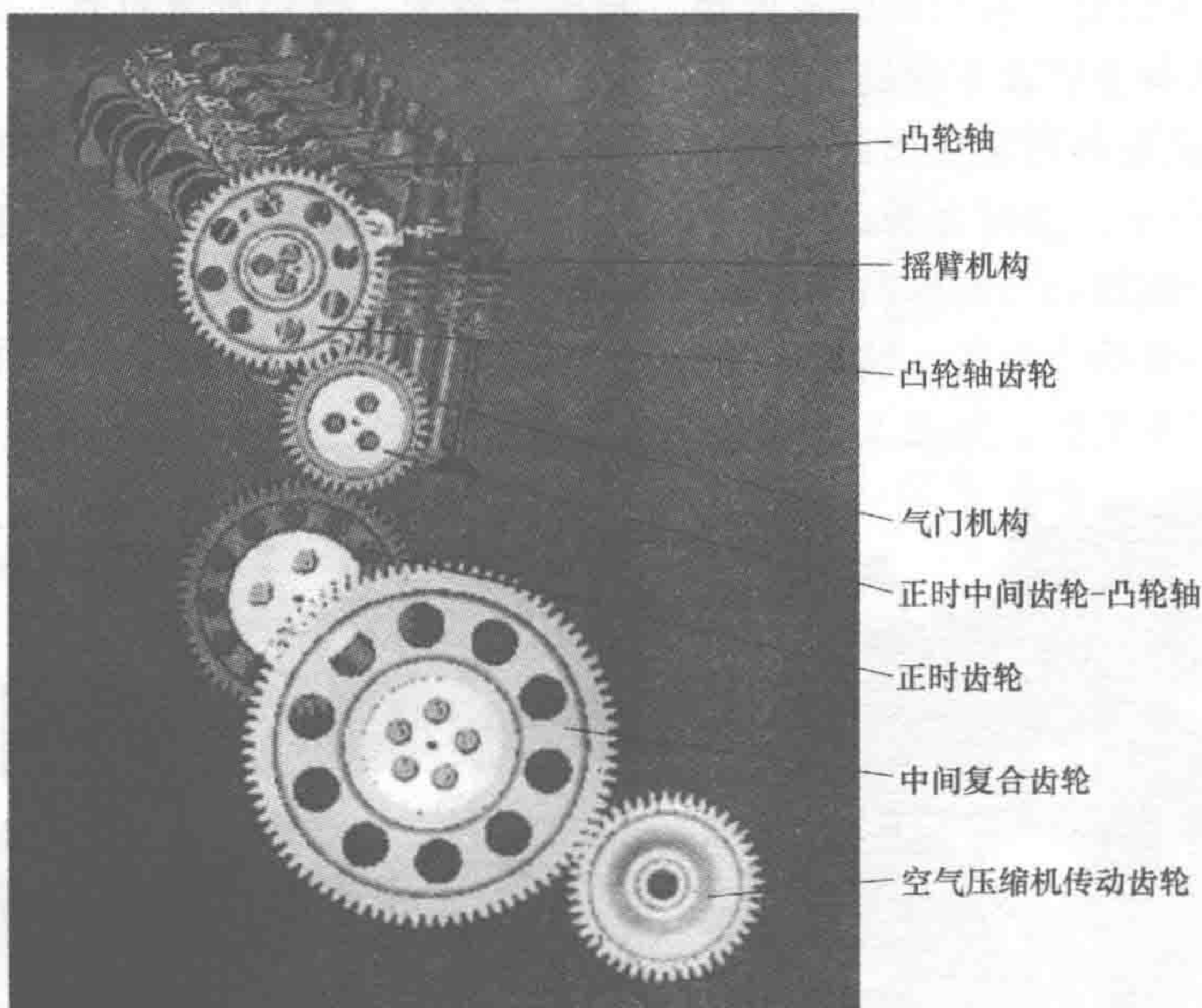


图 1-18 齿轮系各齿轮安装位置 2

由于采用顶置凸轮轴，从曲轴到凸轮轴之间共有 3 个中间齿轮，其中叠齿轮和喷油泵正时中间齿轮安装在机体上，机体上的齿轮驱动力通过凸轮轴中间齿轮传递给凸轮轴正时齿轮。在凸轮轴正时中间齿轮轴上设计有偏心销，可对齿轮侧隙进行调整。

6. 动力输出装置

在发动机飞轮壳后端布置有 PTO 动力输出装置，如图 1-20 所示。该动力输出装置输出转矩大，达到 $1200\text{N} \cdot \text{m}$ ，是同类机型中最大的，可以满足工程机械车辆，如 12m^3 以上混凝土搅拌车的需要。

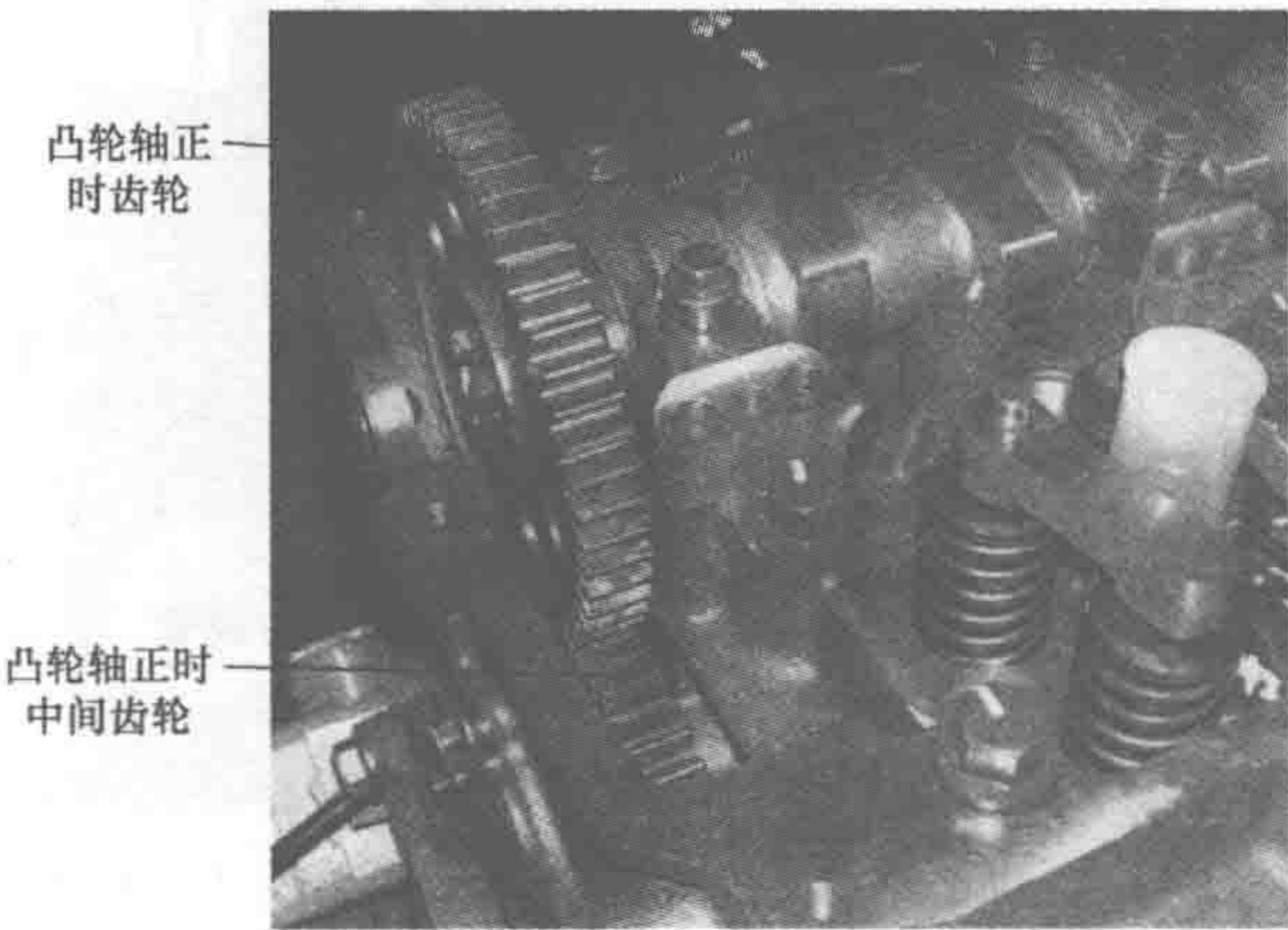


图 1-19 凸轮轴正时齿轮与凸轮轴正时中间齿轮的安装情况

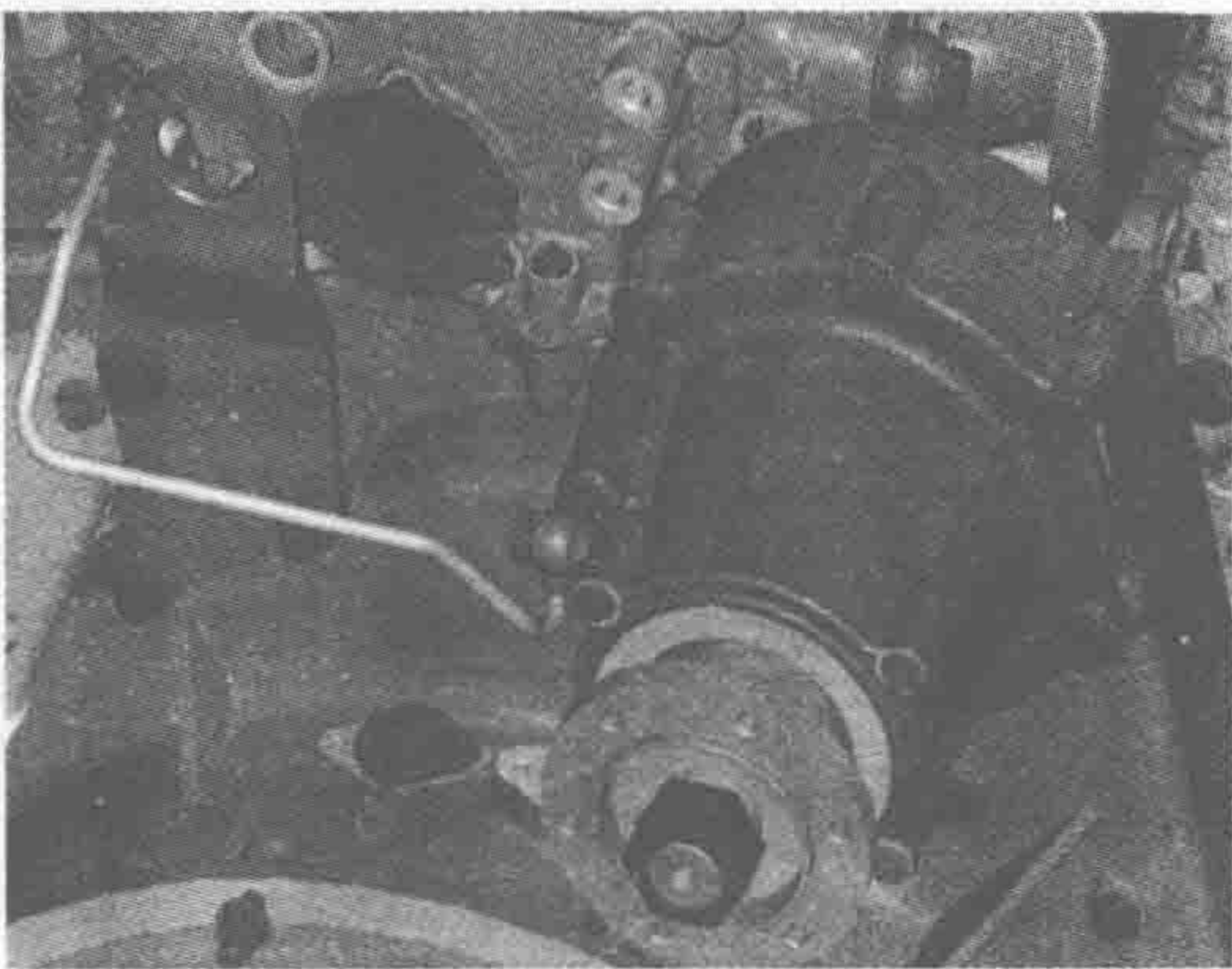


图 1-20 PTO 动力输出装置

7. 发动机制动装置

CA6DM 发动机安装有发动机制动装置，如图 1-21 所示。该制动装置是由一汽和无锡柴油机厂自主研发的具有自主知识产权的产品，为 CA6DM 发动机的标准配置。该制动装置采



用排气-泄气的原理制成，制动响应速度快，制动功率大，结构紧凑可靠，成本低于进口同类产品，在发动机额定转速下制动功率达 180kW。

CA6DM 发动机制动器采用压缩泄气式制动方式，当没有进行制动时，制动电磁阀断电关闭，如图 1-22 所示。这时之所以没有制动能力，主要是制动系统内部油路没有充进机油。

当发动机运行到制动凸轮轴凸轮桃尖位置，即活塞运行到接近上止点时，排气门桥顶块需要克服柱塞内的弹簧力上行。这时，凸轮轴上的制动桃尖无法作用到排气门上，发动机正常工作，制动器仍不工作，如图 1-22 和图 1-23 所示。

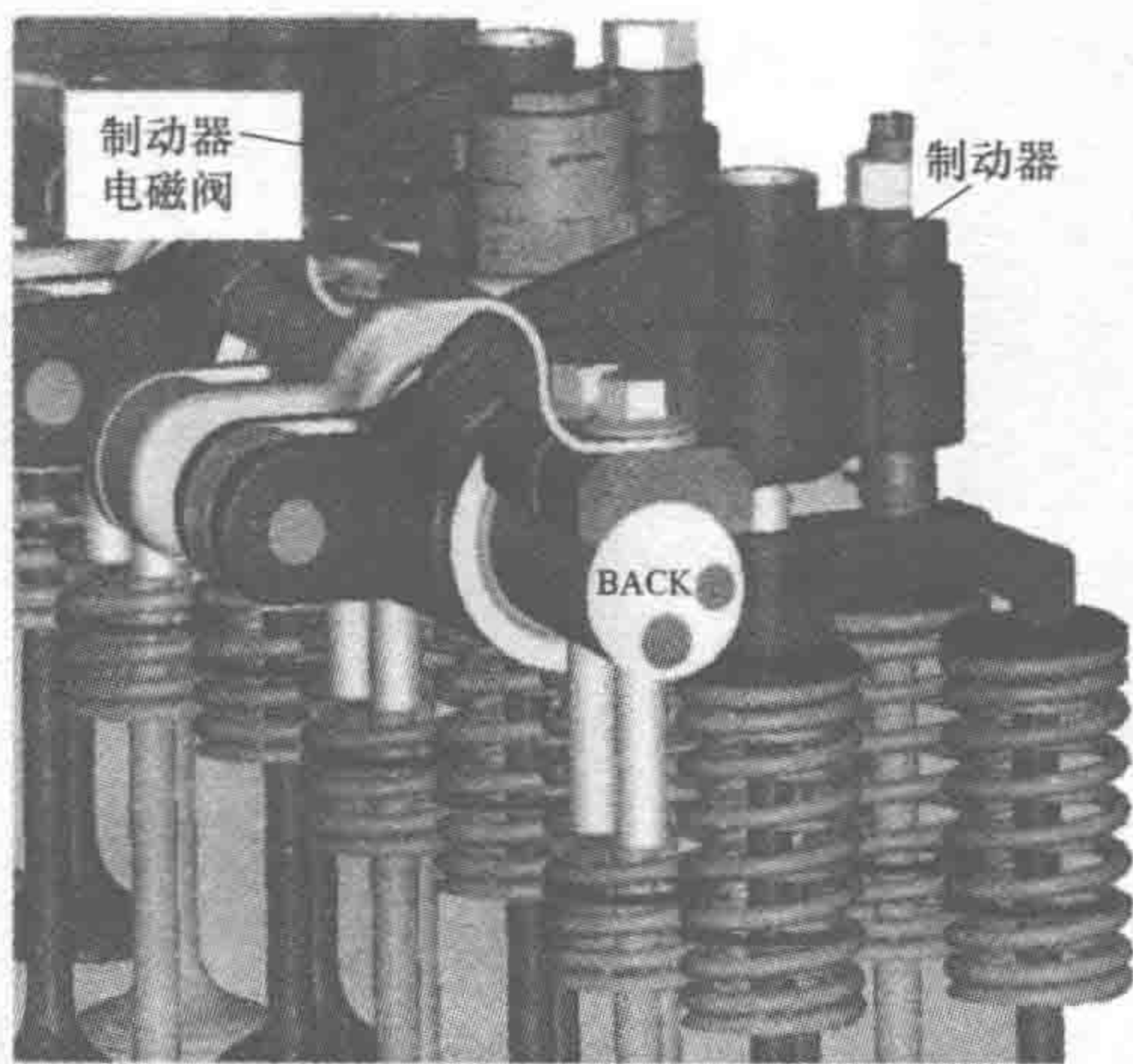


图 1-21 发动机制动装置

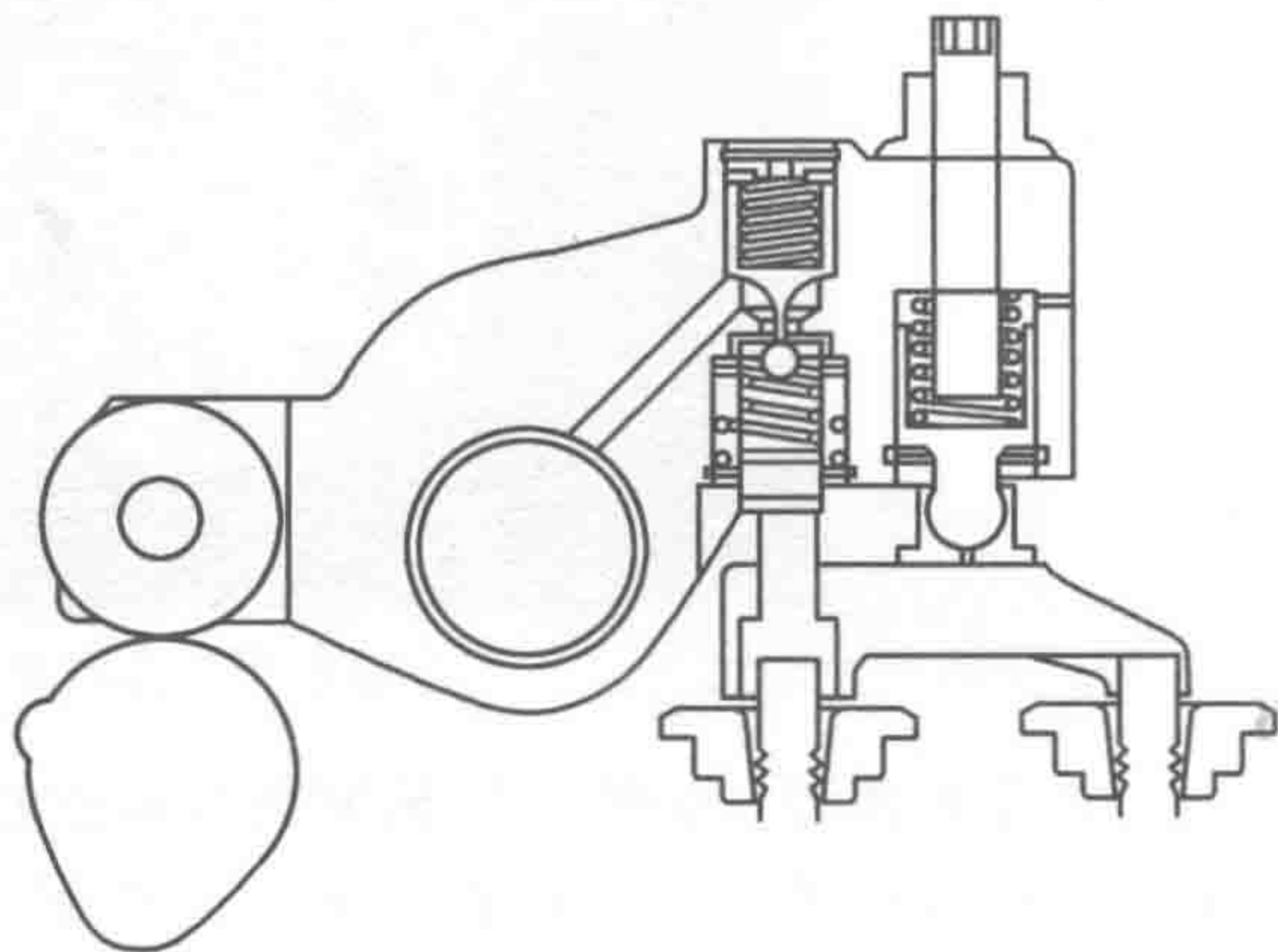


图 1-22 没有进行制动时

当需要制动时，打开发动机制动开关，踩下制动踏板，ECU 切断燃油供给，此时制动电磁阀通电打开，使摇臂轴内的主油道与摇臂轴内的副油道接通。机油通过排气门摇臂上的油道流入制动柱塞，使柱塞腔充满机油。由于机油的不可压缩性，当发动机运行到制动桃尖位置，即活塞运行到上止点时，凸轮轴上的制动桃尖顶起排气门摇臂滚轮，排气门桥顶块在制动活塞和排气门摇臂作用下顶开排气门，排出一部分气缸内的高压气体。活塞下行时，排气门关闭，发动机在传动系统的带动下做负功，即起到了制动发动机的作用，也使整车得以缓慢地下坡。使用发动机制动器时，要求发动机的转速必须在一定范围内才有效。发动机转速越高，其制动功率越大。发动机制动器工作状态如图 1-24 所示。

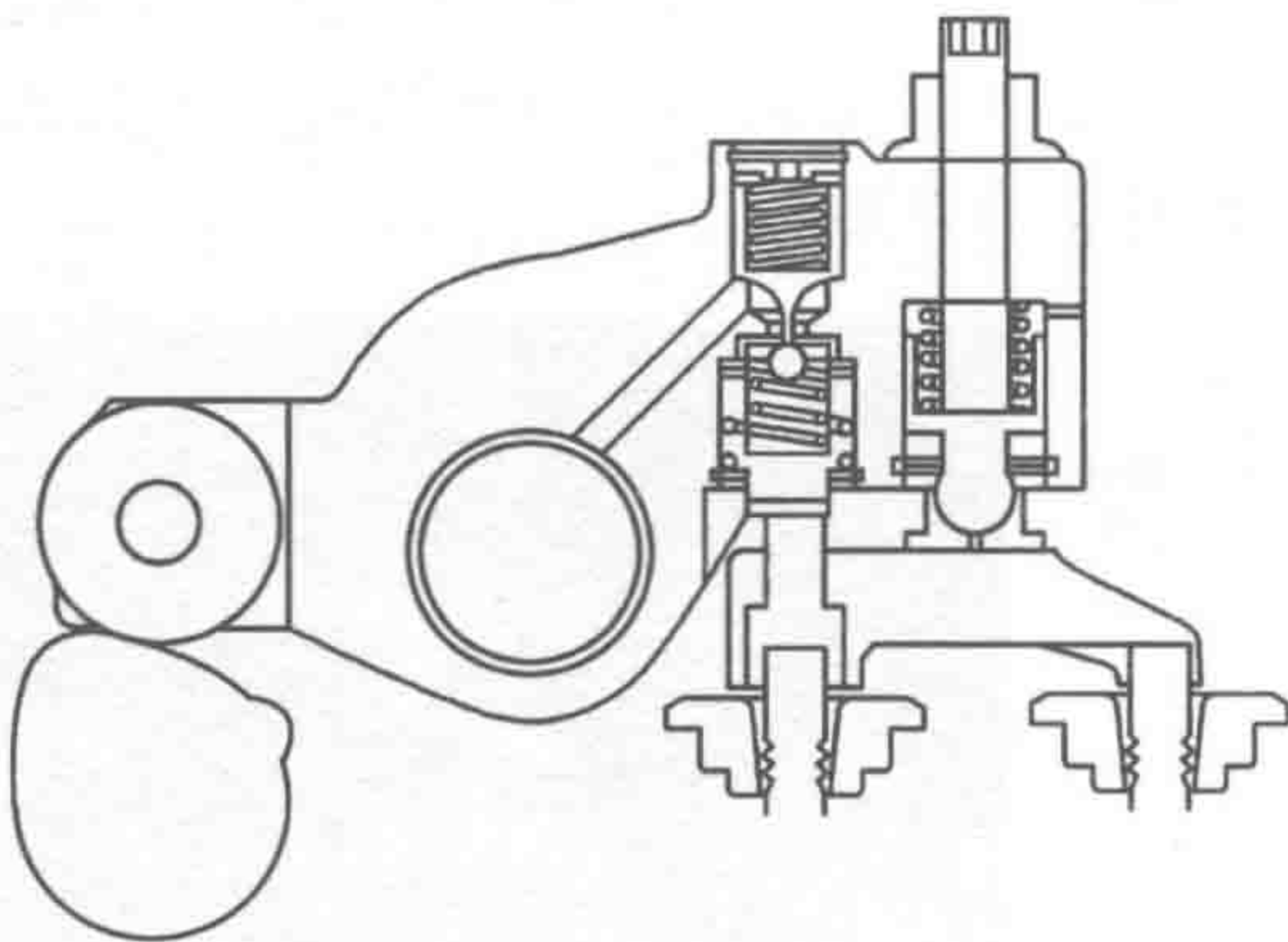


图 1-23 发动机运行到制动桃尖位置

发动机制动电磁阀通电打开时，制动系统油路状态，如图 1-25 ~ 图 1-27 所示。

8. 增压系统

CA6DM 发动机废气涡轮增压系统为带排气放气阀的增压系统，采用空-空中冷进气系统。涡轮增压器如图 1-28 所示。