

图解

汽车构造与原理

新技术
新结构
新能源

彩色大图版

于海东
主编



化学工业出版社

图
解

汽车构造与原理

彩色
大图
版

于海东
主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解汽车构造与原理 / 于海东主编. —北京: 化学工业出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-122-30883-2

I. ①图… II. ①于… III. ①汽车-构造-图解
IV. ①U463-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第261799号

责任编辑: 周红
责任校对: 王静

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 北京画中画印刷有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张16 $\frac{1}{4}$ 字数382千字 — 2018年1月北京第1版第1次印刷

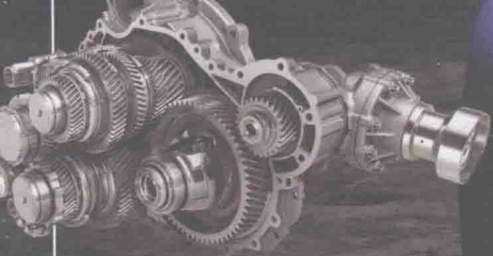
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 88.00元

版权所有 违者必究



TUJIE QICHE GOUZAO YU YUANLI

FOREWORD

前言

图解汽车构造与原理

在汽车发展的进程中，技术的飞速突破为其带来了更多可能，除了速度界限被不断突破，在实用、科技层面的变革也随着一波又一波的信息革命不断进化。从最初解决出行、载物的基本需求，到后来舒适化、自动化程度的提高，以及目前智能化配置的大量使用，汽车都给人们带来了更多的享受。与此同时，日益严重的环境问题以及各国制定的严格的排放法规也不断推动发动机技术的发展。汽车工业发展变化从未如此迅猛。伴随新能源、人工智能等新技术集群爆发，全球汽车行业驶入传统能源与新能源分道而治的分水岭。

《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》即轻型车“国六标准”，设置国六a和国六b两个排放限值方案，将分别于2020年7月1日和2023年7月1日实施。国六标准是目前世界上最严格的排放标准之一。

汽车已经融入我们的生活，成为日常中不可缺少的一部分。不过，随着全球产业生态的重构，许多国家纷纷调整发展战略，在新能源、智能网联方面加快产业布局。目前我国工信部也启动了相关研究，制定停止生产销售传统能源汽车的时间表。禁售燃油车俨然成了最热门的话题，新能源汽车势必将走进我们的生活中。

本书使用三分之二的篇幅采用图解的形式详细介绍了目前汽车上常见的新技术、新结构。发动机部分介绍了宝马i8超级混合动力跑车上使用的三缸顶级发动机、宝马最新的直列六缸发动机以及保时捷、斯巴鲁水平对置发动机和马自达转子发动机。同时还详细介绍了发动机可变正时技术、可调式机油泵、发动机燃油双喷射、机械增压器等新技术、新结构内容。底盘部分主要介绍了

空气悬架、宝马7系G11/G12主动转向系统、宝马7系G11/G12 Executive Drive Pro（主动防侧倾）等。辅助系统可以帮助驾驶员更安全、舒适地驾驶汽车，在此部分介绍了宝马、辉昂等高端车型上安装的前部预防碰撞系统、车道保持系统、交通拥堵辅助系统、盲点监测系统、疲劳检测系统、遥控驻车等系统。

本书的最后三分之一篇幅为新能源汽车内容，同样采用图解的方式介绍了目前常见的宝马、奔驰、奥迪混合动力车型以及高端的宝马i8超级混合动力跑车、宝马i3增程式电动车的大小三电系统（大三电：动力电池、驱动电动机、动力控制系统；小三电：电动空调压缩机、电动制动系统、电动转向系统）。旨在让读者通过此部分更好地了解新能源汽车，更好地接受新能源汽车。

本书的特点以彩色高清大图为主，配以简练的画龙点睛式的文字描述，让读者更加清晰地理解图片包含的信息。本书适合各汽车职业院校（包含新能源专业）在校师生以及汽车行业维修、销售从业人员学习培训使用，同时也适合广大汽车爱好者、汽车驾驶员等阅读。

本书由于海东主编，参加编写的还有邓家明、廖苏旦、罗文添、邓晓蓉、陈海波、刘青山、杨廷银、王世根、张捷辉、谭强、谭敦才、李杰、于梦莎、邓冬梅、邢磊、廖锦胜、李颖欣、李娟、曾伟、黄峰、何伯中、李德峰、杨莉、李凡。

由于我们水平有限，加之时间仓促，书中难免存在不足之处，敬请广大读者朋友批评指正。

编者

第1章 概述

第2章 汽车发动机新技术、新结构

2.1 发动机构造 / 006

- 2.1.1 宝马i8 B38三缸顶级发动机 / 006
- 2.1.2 宝马新款B58直列六缸(L6)发动机 / 014
- 2.1.3 V型6缸、V型8缸发动机构造图 / 019
- 2.1.4 水平对置发动机 / 021
- 2.1.5 转子发动机 / 027

2.2 可变气门技术 / 029

- 2.2.1 宝马可变气门(Valvetronic)技术 / 029
- 2.2.2 大众、奥迪可变气门升程(AVS) / 031
- 2.2.3 本田i-VTEC可变气门技术 / 035

2.3 可调节式润滑系统 / 036

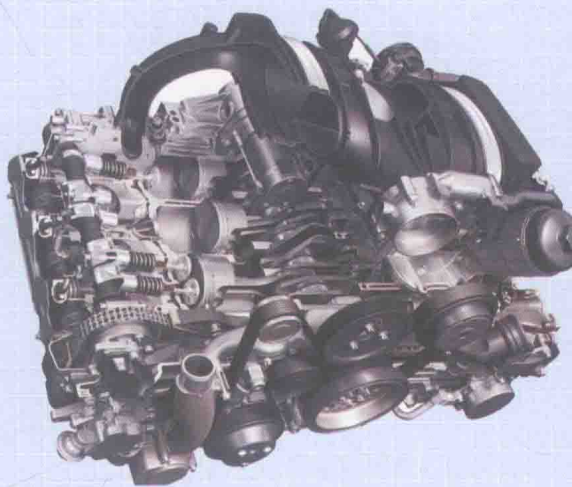
- 2.3.1 润滑系统剖视图 / 036
- 2.3.2 工作原理 / 037

2.4 发动机燃油系统双喷射 / 039

- 2.4.1 EA837双喷射 / 039
- 2.4.2 EA888双喷射 / 041

2.5 增压进气系统 / 042

- 2.5.1 废气涡轮增压进气系统 / 042
- 2.5.2 机械增压 / 044

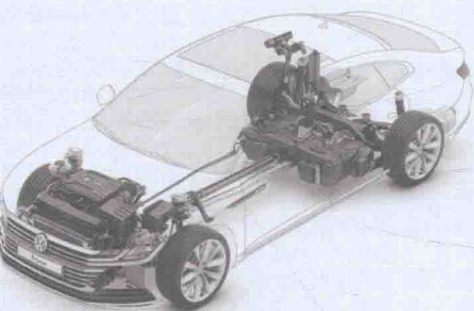


第3章 汽车传动系统新技术

- 3.1 2017款奥迪A4L新型6速手动变速器 / 050
- 3.2 行星齿轮式自动变速器 / 054
- 3.3 双离合自动变速器 / 056
- 3.4 差速器 / 066
 - 3.4.1 大众车系第四代四轮驱动耦合器 / 066
 - 3.4.2 大众车系全新第五代四轮驱动离合器 / 070
 - 3.4.3 奥迪车系运动型差速器 / 072

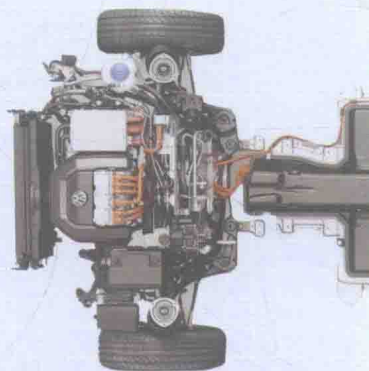
第4章 汽车底盘新技术

- 4.1 空气悬架 / 080
- 4.2 电动机械转向系统（电控助力转向） / 088
 - 4.2.1 基本原理 / 088
 - 4.2.2 奥迪A7电动机械式转向系统 / 095
- 4.3 主动转向系统 / 098
- 4.4 Executive Drive Pro（主动防侧倾） / 102
- 4.5 轮胎失压识别系统 / 105
 - 4.5.1 轮胎失压显示RPA系统 / 105
 - 4.5.2 轮胎失压监控系统 / 106



第5章 汽车电气系统新技术

- 5.1 独立空调 / 110
- 5.2 LED大灯 / 114
- 5.3 随动大灯 / 115
- 5.4 远光灯辅助系统 / 119

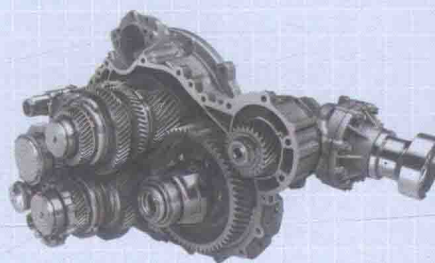


第6章 汽车被动安全系统新技术

- 6.1 SRS 被动安全系统 / 124
 - 6.1.1 系统组成图 / 124
 - 6.1.2 传感器 / 126
- 6.2 Audi pre sense 预碰撞安全系统 / 129

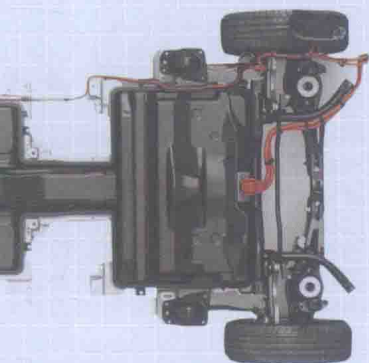
第7章 汽车辅助系统新技术

- 7.1 前部预防碰撞系统 Front Assist / 134
- 7.2 预碰撞安全系统 / 135
- 7.3 车道保持辅助系统 / 136
- 7.4 交通拥堵辅助系统 / 137
- 7.5 盲点监测系统 (含后方交通预警功能) / 137
- 7.6 自动泊车辅助系统 / 138
- 7.7 疲劳监测系统 / 139
- 7.8 DLA 智能动态大灯辅助系统 / 140
- 7.9 宝马G11/G12 (新款宝马7系) 遥控驻车系统 / 142
 - 7.9.1 简介 / 142
 - 7.9.2 驻车过程 / 144



第8章 轻量化车身与折叠车顶

- 8.1 轻量化车身 (宝马F18) / 150
- 8.2 折叠车顶 (宝马车系) / 152
 - 8.2.1 3系E93硬顶折叠敞篷车 / 152
 - 8.2.2 F12 (6系硬顶敞篷跑车) / 156



第9章 新能源汽车

- 9.1 混合动力技术 / 162
- 9.2 奥迪Q5混合动力 / 168
 - 9.2.1 奥迪Q5系统组成 / 168
 - 9.2.2 功率表 / 170
 - 9.2.3 高压蓄电池及其冷却 / 170
 - 9.2.4 电驱动装置的电动机 / 172
 - 9.2.5 混合动力车系空调系统 / 176
 - 9.2.6 高压系统 / 177
 - 9.2.7 12V车载电网系统 / 183
- 9.3 奔驰混合动力汽车 / 184
 - 9.3.1 系统组成 / 184
 - 9.3.2 工作模式 / 185
 - 9.3.3 驱动电动机 / 186
 - 9.3.4 高压蓄电池 / 190
 - 9.3.5 电力电子模块 / 192
- 9.4 宝马i8超级混合动力跑车 / 194
 - 9.4.1 概览 / 194
 - 9.4.2 电驱动装置 / 197
 - 9.4.3 运行策略 / 203
 - 9.4.4 高压蓄电池 / 206
 - 9.4.5 电动机电子装置 / 216
 - 9.4.6 空调压缩机 / 218
 - 9.4.7 空调电加热系统 / 220
 - 9.4.8 高压启动发电机 / 222
 - 9.4.9 12V低压供电系统 / 227
- 9.5 宝马i3增程电动车 / 229
 - 9.5.1 概述 / 229
 - 9.5.2 动力电机及增程系统 / 230
- 9.6 宝马F18 530Le混合动力汽车 / 243
 - 9.6.1 概述 / 243
 - 9.6.2 驱动系统组件 / 243
 - 9.6.3 高压蓄电池 / 249
 - 9.6.4 电动空调系统 / 251





Chapter 01

第1章 概述





随着人们对汽车节能、舒适、安全等方面的需求越来越高，汽车中出现了众多的新兴技术。汽车厂家采用这些新技术的目的便是为了满足人们对汽车的节能、环保、舒适、安全等方面日益增加的需求。汽车采用的新技术大体如下表所示。

汽车采用的新技术

发 动 机	燃油喷射新技术	缸内直喷是直接将燃油喷射进气缸；双喷射系统是缸内直喷和歧管喷射同时进行
	燃烧新技术	均质燃烧、分层燃烧、稀薄燃烧
	增压技术	涡轮增压：废气推动压气机涡轮，带动泵轮将新鲜空气加压推进气缸 机械增压：增压器与曲轴或平衡轴连接，不需要用到废气
	可变正时气门技术	在特定的发动机工况下通过控制进气门开启角度的提前和延迟来调节气缸的进排气量
	可变压缩比技术	装配涡轮增压气的发动机，在增压压力低的低负荷工况下提高压缩比，在高增压的高负荷工况下适当降低压缩比，以避免爆震的发生
	可变气缸技术	在V6/V8/W12等大型发动机中根据当前道路情况、发动机负荷和加速踏板角度等对发动机气缸状态进行调整，不需要大功率输出时关闭部分气缸
	自动启停技术	汽车行驶过程中临时停车时（等红绿灯、堵车），发动机自动熄火，需要继续前行时自动启动发动机
主 动 安 全	防抱死制动系统（ABS）	紧急制动时车轮不抱死，前轮依然具有转向能力
	电子制动力分配（EBD）	在制动时控制制动力在各个车轮之间的分配，更好地利用车路附着系数，提高汽车制动稳定性和操纵性
	驱动防滑（ASR）	在汽车起步、加速、转弯过程中防止车轮发生过度滑转，是汽车在驱动过程中保持方向的稳定性和转向操纵的能力，也称牵引力控制系统（TRC）
	电子稳定控制（ESP）	保持汽车在极限工况下的行驶稳定性，防止汽车侧滑、操纵失控，对高速行驶的汽车改善更为明显。大众称之为电子车身稳定系统（ESP）；本田称之为稳定辅助系统（VSA）；丰田称之为车辆稳定控制系统（VSC）；日产称之为车辆动态控制系统（VDC）；宝马称之为动态稳定控制系统（DSC）
	自适应巡航（ACC）	通过雷达等传感器检测汽车前方道路情况，发现当前形式下车道前方有其他车辆，检测与其之间的距离等信息，控制汽车加速和制动，使本车与前车保持安全车距
	轮胎气压监测（TPMS）	实时对车辆轮胎压力进行监控，并提醒驾驶员

续表

主动安全	自动制动系统 (AEB)	探测预知潜在的碰撞危险并及时通知驾驶员,必要时自动控制制动踏板完成车辆制动,以避免或减轻碰撞
	车道偏离警告 (LDWS)	驾驶员无意识(未开转向灯)偏离车道时,能在车道偏离前发出警报,为驾驶员提供更多的反应时间
	车道保持辅助 (LKA)	在车道偏离警告系统的基础上对转向系统进行干预(自动偏转方向盘),使汽车保持在车道内行驶。驾驶员可以随时取消自动干预转向
	汽车夜视系统	利用红外技术辅助驾驶员在夜间看清道路、行人和障碍物。可在车载显示屏或电子仪表上显示前方道路情况
	自适应照明系统 (AFS)	能适应不同环境条件的智能前照灯系统,如转弯时光线随转弯方向偏转;对向车道来车时一侧远光灯自动变为近光灯,会车结束后自动再切换到远光灯等
	驾驶员疲劳检测	一旦驾驶员精神状态下滑或进入浅层睡眠,系统会根据驾驶员精神状态指数分别给出语音提示、震动提醒、电脉冲警示,警告驾驶员已经进入疲劳状态,需要休息
	自动泊车技术 (PA)	利用车载传感器探测有效泊车空间并协助控制车辆完成泊车
被动安全	智能安全气囊	根据碰撞强度、类型、成员类型、乘坐姿势、成员约束等情况实时控制气体发生器的能力、排泄空卸载能力、安全气囊点火时间等参数,根据成员位置调整打开气囊的力度
	智能安全带	具有疲劳检查和无压迫感的智能安全带
	吸能车身	发生碰撞时车身能按照预先设计的方向逐渐变形直至停车,尽量减小传递到乘客舱和乘客身体的冲击,减小乘客舱的变形,保障车内乘客安全
新能源和无人驾驶汽车	纯电动汽车	采用单一蓄电池作为储能动力源的汽车,利用蓄电池作为储能动力源,通过电池向驱动电动机提供电能驱动电动机运转,推动汽车行驶
	增程电动汽车	安装有增程发动机和增程发电机。发动机不参与动力传递,只是带动增程发电机发电,为高压蓄电池充电
	混合动力汽车	在传统燃料汽车的基础上增加电动机、高压蓄电池、电机电子装置而成,电动机与发动机共同驱动车辆。电动机驱动车轮的时候作为驱动电动机,不驱动车轮的时候作为发电机为高压蓄电池充电
	燃料电池电动汽车	采用燃料电池作为电源的电动汽车
	无人驾驶汽车	通过车载传感器系统感知道路环境,自动规划行车路线并控制车辆到达预定目标的智能汽车。无人驾驶汽车技术是传感器、计算机、人工智能、通信、导航定位、模式识别、机器监控、智能控制等多种技术的前沿综合体,是汽车智能化的终极目标



Chapter 02

第2章

汽车发动机新技术、新结构

2.5

增压进气系统

2.4

发动机燃油系统双喷射

2.3

可调节式润滑系统

2.2

可变气门技术

2.1

发动机构造



2.1 发动机构造

2.1.1 宝马i8 B38三缸顶级发动机

宝马i8采用了全新开发的驱动装置。这种创新型驱动方案在车上组合使用了两种高效的驱动装置。由一个高效的三缸汽油发动机配合一个6挡自动变速箱进行后桥驱动；由一个电机配合一个2挡手动变速箱进行前桥驱动。两个驱动装置的巧妙配合使得i8同时兼具了跑车的动力性能和紧凑型轿车的效率。图2-1-1所示为宝马i8搭载三缸顶级发动机和6速自动变速器的后桥剖视图。

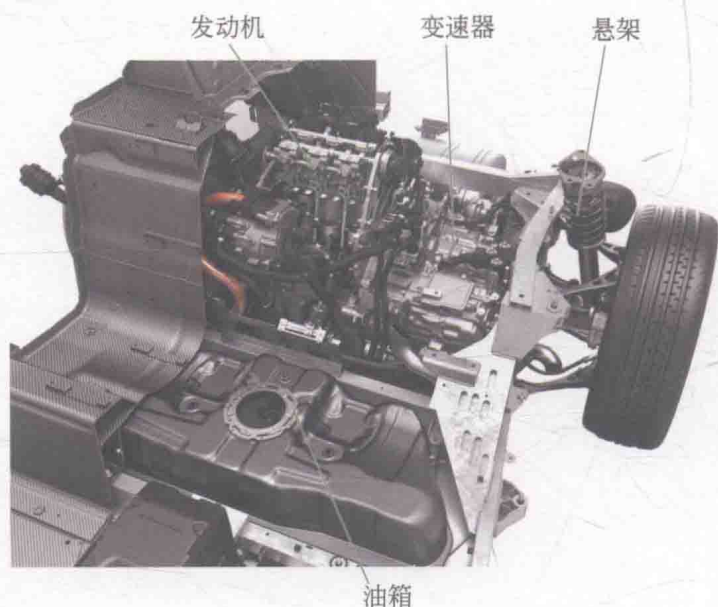


图2-1-1 宝马i8后桥剖视图

这台三缸发动机是宝马新研发的涡轮增压缸内直喷双可变正时顶级发动机，排量达到1.5L。具体参数如表2-1-1所示，宝马发动机基本型号解析如表2-1-2所示。

表2-1-1 宝马i8三缸发动机参数

类型	参数	单位
型号	B38K15T0	—
排量	1499	cm ²
缸径/行程	94.6/82	mm
功率/对应转速	170/5800	kW/(r/min)
转矩/对应转速	320/3700	N·m/(r/min)
压缩比	9.5 : 1	—

表2-1-2 宝马发动机基本型号解析



B38K15T0发动机外观如图2-1-2所示。此发动机是在之前的B38发动机的基础上改进而来。主要变化如下。

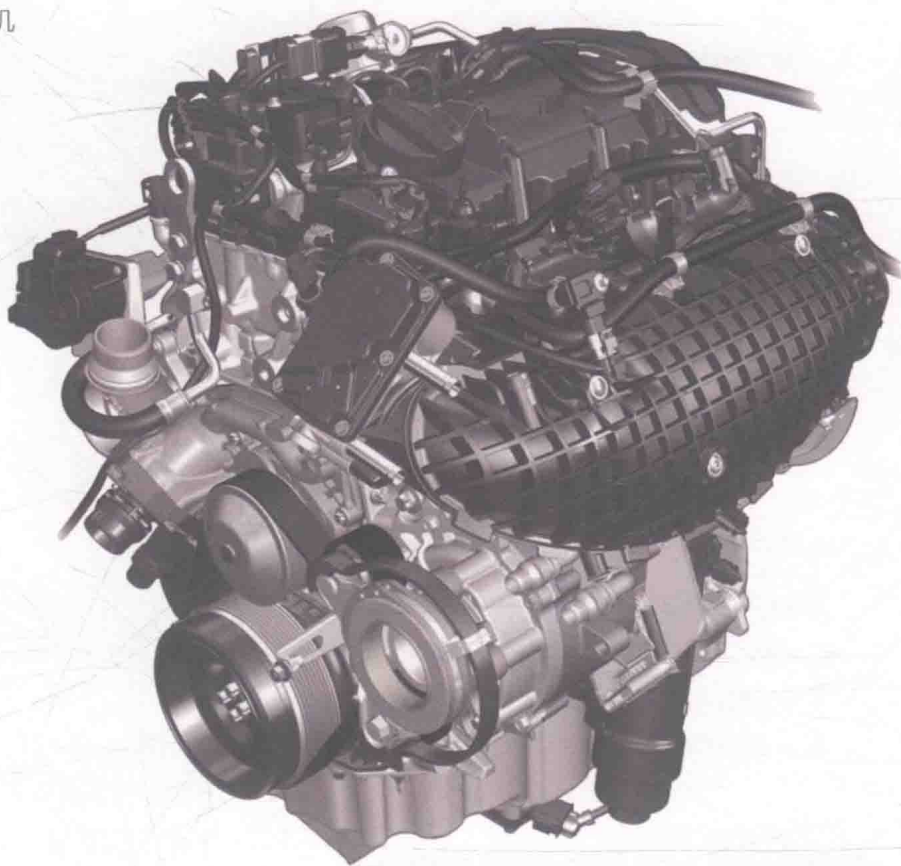


图2-1-2 B38K15T0发动机外观

(1) 发动机机械结构

① 针对机械冷却液泵的端面安装位置对曲轴箱进行了相应调整。这样做与安装空间有关，因为高电压启动发电机和进气装置需要更多空间。

② 主轴承和连杆轴承的直径增大至50mm。

③ 采用重力铸造方式制造气缸盖。这样可确保气缸盖密度更高，从而更加稳固。

④ 排气门的气门杆直径增大至6mm。这样可防止气门重叠时因增压压力较高产生的气门振动。

(2) 机油供给系统

① 由于通过电动真空泵执行集成式机械真空泵的功能，因此机油泵减轻了1kg。

② 在油底壳前侧连接稳定杆连杆。

(3) 皮带传动机构

① 采用全新开发的皮带传动机构。通过一个高电压启动发电机来启动内燃机，如图2-1-3所示。取消了小齿轮起动机，即不再使用传统起动机。

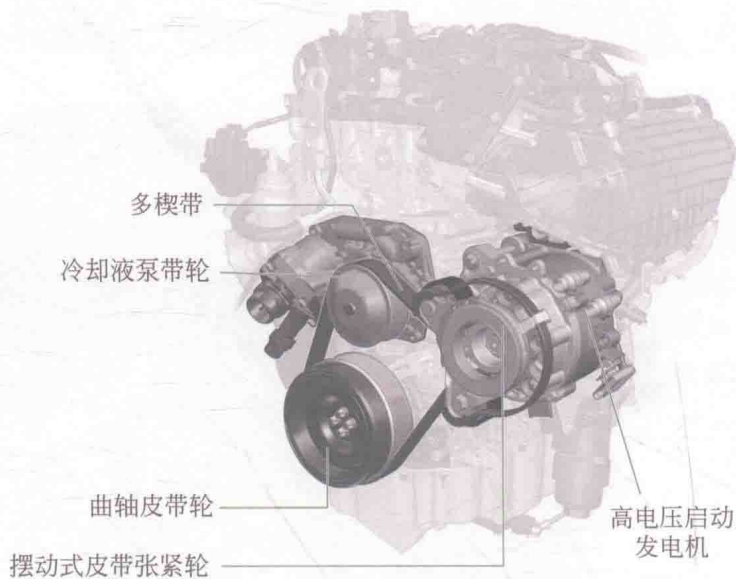


图2-1-3 高电压启动发电机位置

- ② 由于皮带传动机构内的作用力较大，因此加强了机械冷却液泵壳体内的驱动轴轴承。
- ③ 取消了皮带传动机构内的制冷剂压缩机。在此用电机上的一个电动制冷剂压缩机来替代。
- ④ 采用全新开发的皮带张紧器。
- ⑤ 多楔带由六肋增至八肋。

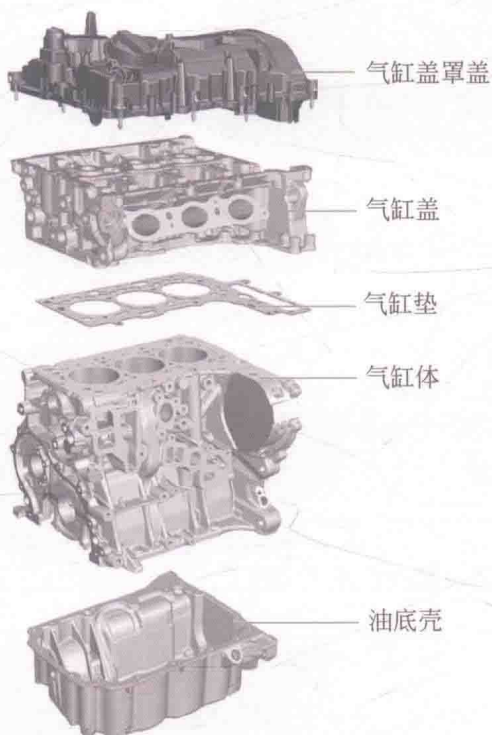


图2-1-4 B38K15T0发动机缸体组件

- ⑥ 经过调整的减振器带有分离式皮带轮。

(4) 进气和排气系统

① 双管式未过滤空气进气装置可由一个执行机构根据情况进行接通。

② 首次采用了水冷式节气门。

③ 通过一个集成在进气装置内的间接增压空气冷却器冷却增压空气。

④ 废气涡轮增压器的涡轮壳体集成在钢制歧管内。

⑤ 通过改变涡轮几何结构达到最高1.5bar (1bar=0.1MPa) 增压压力并通过一个电动废气旁通阀进行控制。

⑥ 通过轴承座冷却废气涡轮增压器。

B38K15T0发动机缸体组件如图2-1-4所示，平衡轴组件示图如图2-1-5所示，曲柄连杆机构如图2-1-6所示，配气机构如图2-1-7所示，冷却系统如图2-1-8所示，涡轮增压进气系统如图2-1-9所示，燃油供给系统如图2-1-10所示。