

汽车修理工
能力进阶系列丛书

汽车新技术应用

（第2版）

主编 包科杰 周 贺



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

高等职业教育“新形态”
精品系列教材·汽车类

汽车新技术应用
（第2版）

主　编　包科杰　周　贺
参　编　王酉方　陈　霞　姬东霞　信建杰

书籍码 483BGAVVZ

扫码免费看资源
景格科技提供技术支持

北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有　侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

汽车新技术应用 / 包科杰, 周贺主编. —2版. —北京 : 北京理工大学出版社, 2019.11（2019.12重印）
ISBN 978-7-5682-7950-5

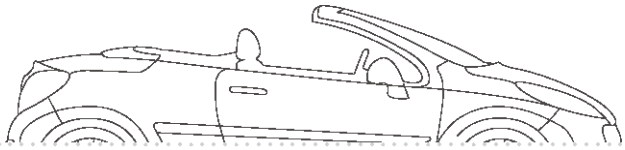
Ⅰ. ①汽…　Ⅱ. ①包… ②周…　Ⅲ. ①汽车工程—新技术应用—高等学校—教材　Ⅳ. ①U46-39

中国版本图书馆CIP数据核字（2019）第253329号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司
社　　址 / 北京市海淀区中关村南大街5号
邮　　编 / 100081
电　　话 / (010) 68914775（总编室）
　　(010) 82562903（教材售后服务热线）
　　(010) 68948351（其他图书服务热线）
网　　址 / http://www.bitpress.com.cn
经　　销 / 全国各地新华书店
印　　刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司
开　　本 / 787毫米 × 1092毫米　1/16
印　　张 / 15
字　　数 / 352千字
版　　次 / 2019年11月第2版　2019年12月第2次印刷
定　　价 / 43.00元

责任编辑 / 多海鹏
文案编辑 / 多海鹏
责任校对 / 周瑞红
责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换



前 言

PREFACE

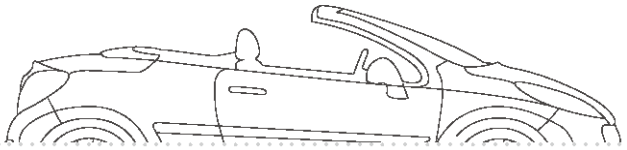
随着汽车工业的迅速发展，为了能够满足人们各种需求，汽车厂商研发了大量与汽车息息相关的新技术、新材料、新工艺和新结构，这些新技术、材料和工艺等从各个方面改变着人们的生活。随着国内汽车市场的迅猛发展及汽车产量和普及率的迅速提高，汽车在国民经济和家庭生活中的作用也越来越大，与之配套的汽车后市场需要更多的从事汽车维护和修理、汽车市场营销、汽车配件采购及销售的专业人才。而从目前的行业状况来看，这些从业人员的专业素质参差不齐。为了适应汽车行业对人才培养的需求，努力提高高职院校汽车维修专业、汽车营销专业学生的理论水平，作者编写了本书。本书就是要向国内汽车相关专业的学生和汽车行业的从业人员介绍最新的汽车技术，这些较新的技术能够给学生带来新的启发，帮助学生扩展视野、提高专业兴趣、增强就业信心。另外本书中介绍的一些汽车新技术虽然尚未在汽车上得到广泛应用，有的还只停留在试验阶段，但我们不能因此否认这些新技术对未来汽车发展的促进作用。作为汽车专业的学生和汽车行业的从业人员，了解和学习这些汽车新技术是很有必要的。

本书按照汽车构造的顺序编排章节，更符合本专业学生的学习习惯。本书主要从汽车新技术、新材料、新工艺以及新能源汽车等方面出发，系统介绍了现代汽车的各项新发展。本书共 10 章，分别介绍了汽车发动机新技术、汽车传动系统新技术、汽车四轮驱动技术（4WD）、汽车转向新技术、汽车悬架系统新技术、汽车制动系统新技术、汽车安全新技术、汽车电子与电气新技术、汽车新材料与轻量化和新能源汽车技术等。

本书由襄阳汽车职业技术学院包科杰、长春职业技术学院周贺主编并统稿，参与本书编写的有长春职业技术学院王酉方、陈霞、姬东霞、信建杰。

由于编者的水平和能力有限，书中难免有错误之处，恳请广大读者批评指正。

编　者



目 录

CONTENTS

第 1 章　汽车发动机新技术 …… 001

1.1　发动机进排气技术 …… 001

1.1.1　可变气门正时系统 …… 001

1.1.2　可变气门升程技术 …… 003

1.1.3　可变进气歧管技术 …… 007

1.1.4　电子节气门技术 …… 009

1.1.5　汽车燃油蒸发排放控制系统（Evaporative，EVAP） …… 011

1.1.6　废气再循环控制系统（Exhaust Gas Recycle，EGR） …… 011

1.1.7　曲轴箱通风控制系统 …… 013

1.1.8　二次空气喷射系统 …… 014

1.2　燃油缸内直喷技术 …… 014

1.2.1　汽油发动机的发展进程 …… 015

1.2.2　燃油缸内直喷技术原理和控制策略 …… 015

1.2.3　燃油缸内直喷技术优点及存在的问题 …… 018

1.3　发动机均质燃烧技术 …… 019

1.4　复合火花点火发动机 …… 020

1.4.1　本田飞度 1.3L I-DSI 发动机 …… 021

1.4.2　克莱斯勒 300C 5.7L HEMI 发动机 …… 021

1.5　双喷油系统 …… 022

1.6　发动机可变气缸技术 …… 023

1.7　可变压缩比技术 …… 024

1.8　转子发动机 …… 025

1.8.1　转子发动机的发展历史 …… 025

1.8.2　转子发动机的结构和工作原理 …… 026

1.8.3　转子发动机的优缺点 …… 026

1.9　对置式发动机 …… 027

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1.10 柴油机喷射技术 …… 029
1.10.1 单体泵技术 …… 029
1.10.2 泵喷嘴技术 …… 031
1.10.3 共轨技术 …… 031
1.11 发动机增压技术 …… 033
1.11.1 发动机增压系统的特性和种类 …… 033
1.11.2 机械增压器的结构和工作原理 …… 035
1.11.3 涡轮增压器的结构和工作原理 …… 035
1.11.4 发动机双增压技术 …… 039
1.11.5 增压中冷技术 …… 041

第 2 章 汽车传动系统新技术 …… 043

2.1 自动变速技术的种类和现状 …… 043
2.1.1 无级变速器的类型 …… 044
2.1.2 无级变速器的特点 …… 045
2.1.3 机械式无级变速器的结构和原理 …… 046
2.1.4 奥迪 01J 无极变速器 …… 048
2.2 双质量飞轮 …… 051
2.2.1 概述 …… 051
2.2.2 双质量飞轮扭转减震器的基本原理和性能 …… 052
2.3 汽车双离合器变速器技术 …… 053
2.3.1 概况 …… 053
2.3.2 双离合器变速器的结构 …… 054
2.3.3 双离合器变速器的工作过程 …… 055
2.3.4 双离合器变速器的应用和特点性能 …… 056
2.4 驱动防滑技术 …… 057
2.4.1 驱动防滑系统的理论基础 …… 057
2.4.2 驱动防滑系统的控制方式 …… 058
2.4.3 防滑转控制系统的控制过程 …… 059
2.5 宝马 SMG 变速器 …… 060
2.6 KRG 锥环自动变速器 …… 062

第 3 章 汽车四轮驱动技术（4WD） …… 065

3.1 概述 …… 065
3.2 分时四驱系统 …… 066
3.3 适时四驱 …… 067
3.4 全时四驱 …… 070
3.5 四轮驱动的固有问题 …… 071
3.6 典型车型的四轮驱动技术 …… 071

3.6.1 奥迪 Quattro 全时四轮驱动技术 …… 071
3.6.2 斯巴鲁左右对称全时四驱系统 …… 074
3.6.3 奔驰 4MATIC 全时四驱系统 …… 076
3.6.4 宝马 X-Drive 全时四驱系统 …… 078
3.6.5 大众 4Motion 全时四驱系统 …… 079

第 4 章 汽车转向新技术 …… 081

4.1 电动转向技术 …… 081
4.1.1 电动转向概述 …… 081
4.1.2 EPS 的结构与特点分析 …… 081
4.1.3 EPS 的优势和劣势 …… 085
4.1.4 奥迪动态转向系统 …… 086
4.2 四轮转向和后轮转向 …… 090
4.2.1 四轮转向概述 …… 090
4.2.2 大陆公司的后轮转向技术 …… 090
4.2.3 标致后轮随动转向技术 …… 091
4.2.4 宝马后轮主动转向技术 …… 092

第 5 章 汽车悬架系统新技术 …… 094

5.1 空气悬架 …… 094
5.1.1 空气悬架结构及其工作原理 …… 094
5.1.2 空气弹簧的布置方式 …… 096
5.2 可调阻尼减震器 …… 097
5.2.1 阻尼连续可调减震器 …… 097
5.2.2 电磁减震器 …… 099
5.3 主动悬架 …… 099
5.3.1 全主动悬架 …… 100
5.3.2 半主动悬架 …… 102
5.4 多连杆悬架和双叉臂悬架 …… 102
5.4.1 双叉臂悬架 …… 103
5.4.2 多连杆悬架 …… 104

第 6 章 汽车制动系统新技术 …… 106

6.1 制动盘新技术 …… 106
6.1.1 通风盘式制动盘 …… 106
6.1.2 陶瓷制动盘 …… 106
6.1.3 全接触式制动盘 …… 108
6.2 制动辅助系统 …… 108
6.2.1 电子制动力分配系统 EBD …… 108

6.2.2 电控辅助制动系统 EBA/EVA …… 109
6.3 制动能量回收系统 …… 110

第 7 章 汽车安全新技术 …… 112

7.1 汽车安全技术概述 …… 112
7.2 世界各国各地区汽车安全评价体系 …… 113
7.2.1 欧洲新车安全评价体系 …… 113
7.2.2 中国新车安全评价体系 …… 116
7.2.3 美国 IIHS 标准 …… 118
7.3 汽车行驶稳定性控制系统 …… 119
7.3.1 ESP 电子稳定程序 …… 119
7.3.2 ESP 的结构与原理 …… 120
7.3.3 DSC 动态控制 …… 125
7.4 防撞安全新技术 …… 126
7.4.1 防撞控制系统（主动预防碰撞系统） …… 126
7.4.2 几种典型的汽车主动预防碰撞系统 …… 127
7.5 乘员和行人安全保护 …… 129
7.5.1 发动机罩机械系统（弹升技术） …… 129
7.5.2 行人安全气囊系统 …… 130
7.5.3 车辆智能安全保障系统 …… 131
7.5.4 防撞杆 …… 131
7.5.5 主动头部保护系统 …… 132
7.5.6 儿童乘员保护技术 …… 133
7.5.7 蓄电池线路切断安全装置 …… 134
7.6 安全气囊新技术 …… 134
7.6.1 机械逼近安全气囊 …… 134
7.6.2 爆震式安全带 …… 135
7.6.3 膨胀式安全带 …… 135
7.6.4 预紧式安全带 …… 136
7.7 轿车安全车身结构技术 …… 137
7.7.1 高强度车身 …… 137
7.7.2 高强度激光焊接车身 …… 138
7.7.3 丰田 GOA 车身 …… 139
7.7.4 马自达创驰蓝天车身技术（SKYACTIV-BODY） …… 140
7.7.5 全铝车身 …… 141
7.7.6 沃尔沃车身结构 …… 142
7.7.7 钢管式车架 …… 142
7.8 报警系统 …… 143
7.8.1 盲点监测系统 …… 143

7.8.2 车道偏离预警系统 …… 144
7.8.3 疲劳监测系统 …… 145
7.8.4 警告灯自动点亮技术 …… 147
7.9 轮胎安全技术 …… 148
7.9.1 轮胎气压自动监测系统 …… 148
7.9.2 防爆胎 …… 149
7.9.3 防扎胎 …… 150
7.10 紧急呼救系统 …… 151
7.11 无人驾驶技术 …… 152
7.11.1 无人驾驶电动汽车的原理 …… 152
7.11.2 无人驾驶汽车的发展方向 …… 153

第 8 章 汽车电子与电气新技术 …… 155

8.1 汽车导航系统 …… 155
8.1.1 概况 …… 155
8.1.2 全球卫星定位方法——全球定位系统 GPS …… 156
8.2 移动无线数据传输 …… 158
8.2.1 汽车通信技术 …… 158
8.2.2 车载无线通信技术的模式 …… 159
8.2.3 车载无线通信采用的技术分析 …… 160
8.2.4 车载无线通信技术的发展前景 …… 161
8.3 车灯新技术 …… 161
8.3.1 氙气前照灯 …… 161
8.3.2 LED 灯 …… 163
8.3.3 激光灯 …… 165
8.4 车载娱乐系统 …… 165
8.4.1 数字收音机 …… 165
8.4.2 车载电视 …… 166
8.4.3 显示系统 …… 167
8.5 辅助停车 …… 168
8.5.1 倒车雷达系统 …… 168
8.5.2 倒车影像 …… 170
8.5.3 自动泊车 …… 171
8.6 夜视系统 …… 172
8.6.1 用途 …… 173
8.6.2 夜视系统应用简介 …… 173
8.7 视频成像技术 …… 177
8.7.1 路虎透明发动机盖 …… 177
8.7.2 比亚迪全息透明影像技术 …… 178

8.7.3 本田电子侧后视镜技术 …… 178

第 9 章 汽车新材料与轻量化 …… 180

9.1 概述 …… 180
9.2 高强度钢 …… 183
9.3 车用轻质合金 …… 185
9.3.1 铝合金 …… 185
9.3.2 镁合金 …… 187
9.3.3 钛合金 …… 188
9.4 复合材料和塑料制品 …… 189
9.4.1 复合材料 …… 189
9.4.2 碳纤维材料 …… 192
9.4.3 玻璃纤维材料 …… 194
9.4.4 塑料制品 …… 194
9.5 轻型钢结构 …… 196
9.5.1 激光拼接板（激光焊接） …… 196
9.5.2 连续变截面板 …… 197
9.5.3 空心变截面钢管技术 …… 197

第 10 章 新能源汽车技术 …… 199

10.1 认识新能源汽车 …… 199
10.1.1 认识新能源 …… 199
10.1.2 新能源汽车的定义和分类 …… 202
10.2 电动汽车电池和电动机技术 …… 204
10.2.1 电动汽车用动力电池 …… 204
10.2.2 电动汽车用电机 …… 206
10.3 电动汽车充电技术 …… 210
10.3.1 充电机充电及发展现状 …… 210
10.3.2 车载充电机的技术 …… 213
10.3.3 电动汽车充电基础设施 …… 214
10.3.4 未来电动车充电技术展望 …… 217
10.4 燃料电池电动汽车 …… 219
10.4.1 燃料电池车发展概况及类型特点 …… 219
10.4.2 燃料电池电动汽车的基本结构 …… 221
10.5 其他清洁能源汽车技术 …… 225
10.5.1 气体燃料汽车 …… 225
10.5.2 液化石油气汽车（LPG） …… 227
10.5.3 生物燃料汽车 …… 227

第 1 章
汽车发动机新技术

1.1 发动机进排气技术

1.1.1 可变气门正时系统

为了使发动机获得高速、大负荷时的高功率，要求进、排气门开启角度大，气门开启持续时间长，气门升程大，特别是进气迟后角要大，以充分利用高速气流惯性大量进气；为了使发动机在低速时获得大转矩，要求进气迟后角要适当减小，以防止低转速时气流倒流；为了获得中小负荷良好的经济性，要求气门重叠角（进气提前角与排气迟后角之和）要适当减小。

要满足发动机在不同工况下都有一个最佳的配气相位，固定的气门重叠角是不能保证的，这就需要依靠发动机可变配气相位来实现。虽然可变气门正时技术在各个厂商的称谓略有不同，但是实现的方式却大同小异。以丰田的 VVT–i 技术最为经典，VVT–i 技术工作原理：该系统由 ECU 协调控制，发动机各部位的传感器实时向 ECU 报告运转情况。由于在 ECU 中储存有气门最佳正时参数，所以 ECU 会随时对正时机构进行调整，从而改变气门的开启和关闭时间，或提前，或滞后，或保持不变。类似的可变气门升程技术近些年来被逐渐应用于现代轿车上的新技术中，发动机采用可变气门正时技术可以提高进气充量，使充量系数增加，发动机的扭矩和功率可以得到进一步的提高。

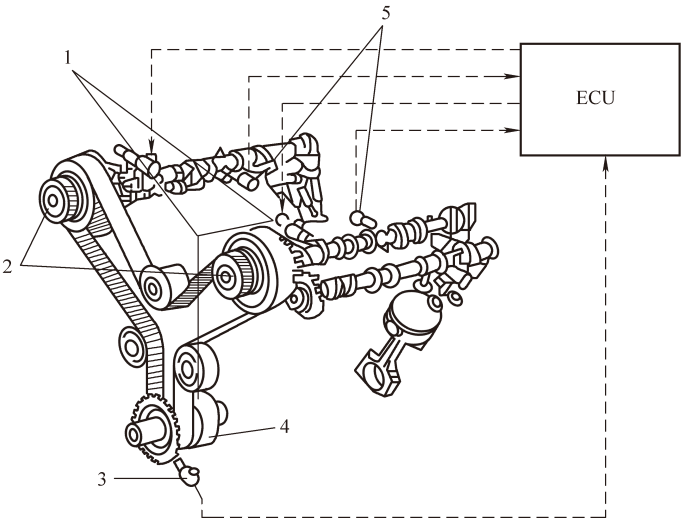
丰田汽车公司 VVT–i（Variable Valve Timing intelligent）称为智能可变气门正时系统，现在已经广泛应用于丰田各种车型上，连丰田低端车型威驰也采用了 VVT–i 发动机。VVT–i 系统用于控制进气门凸轮轴在 50° 范围内调整凸轮轴转角，使配气正时满足优化控制发动机工作状态的要求，从而提高发动机在所有转速范围内的动力性、经济性，并可降低尾气的排放。

1. VVT–i 的结构

VVT–i 系统由 VVT–i 控制器、凸轮轴正时控制阀和传感器三部分组成，如图 1.1 所示。其中传感器由曲轴位置传感器、机油泵、凸轮轴正时控制阀、VVT–i 控制器和 VVT 传感器组成。

VVT–i 控制器的结构如图 1.2 所示，主要由正时带驱动的外齿轮（外转子）和与进气凸轮轴刚性连接的内齿轮（内转子），以及一个内齿轮、外齿轮之间的可动活塞组成。活塞的

需要全本请访问 www.ertongbook.com



微课　可变配气系统原理

图 1.1　VVT–i 的结构

1—凸轮轴正时控制阀；2—VVT–i 控制器；3—曲轴位置传感器；4—机油泵；5—VVT 传感器

内、外表面上有螺旋形花键。活塞沿轴向的移动会改变内、外齿轮的相对位置，从而产生配气相位的连续改变。内齿轮与凸轮轴相连，在外齿轮的作用下旋转，内齿轮也可以在油压的作用下提前或者迟后旋转。

VVT–i 控制器的工作原理。凸轮轴正时控制阀根据 ECU 的指令控制阀轴的位置，从而将油压施加给凸轮轴正时带轮，以提前或推迟配气正时。VVT–i 控制器的布置结构如图 1.3 所示。

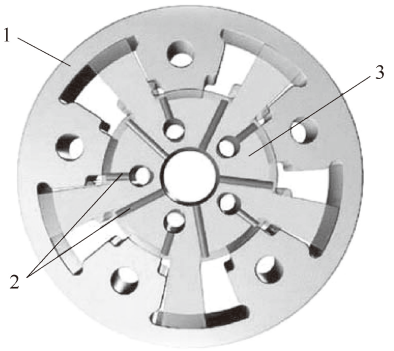


图 1.2　VVT–i 控制器

1—外齿轮；2—机油通道；3—内齿轮

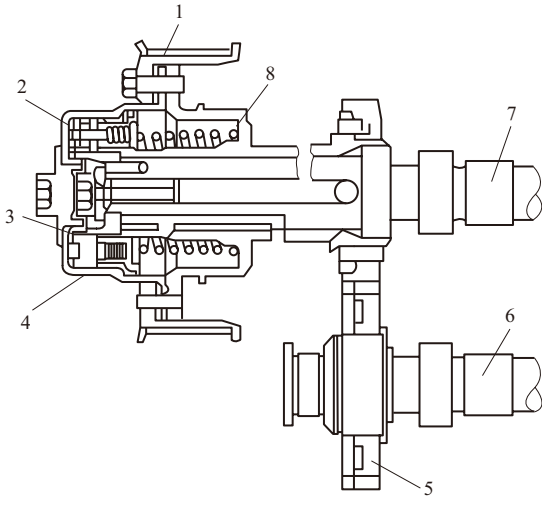


图 1.3　VVT–i 控制器的布置结构

1—正时皮带轮；2—可动活塞；3—内齿轮；4—外齿轮；5—剪式齿轮；6—排气凸轮轴；7—进气凸轮轴；8—VVT 外壳

根据发动机 ECU 的指令，油压施加在活塞的左侧，使得活塞向右移动。由于活塞上旋转花键的作用，进气凸轮轴相对于凸轮轴正时及带轮提前某一角度。当活塞向左移动并向延迟的方向旋转时，凸轮轴正时控制阀关闭油道，保持活塞两侧的压力平衡，从而保持配气相位，由此得到理想的配气正时。

2. 宝马的 Double VANOS

现在很多车型都采用了双 VVT 技术，即进、排气门都实现了气门正时无级可调，图 1.4 所示为宝马的 Double VANOS 技术。

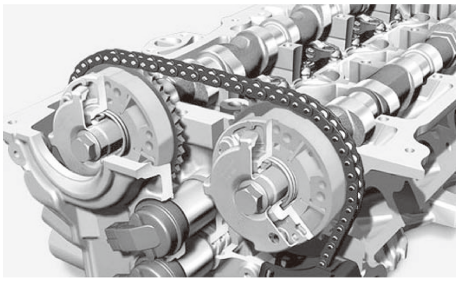


图 1.4　双可变气门正时技术——宝马 Double VANOS 技术

Double VANOS 双凸轮轴可变气门正时系统可持续调节进气门和排气门的凸轮轴位置，使得低发动机转速时扭矩明显增大、高发动机转速时功率更高，同时会降低油耗和排放。

在低发动机转速时，移动凸轮轴的位置，使气门延时打开，以提高怠速质量并改进功率输出的平稳性。在发动机转速增加时，气门提前打开，以增强扭矩、降低油耗并减少排放。高发动机转速时，气门重新又延时打开，为全额功率输出提供条件。

Double VANOS 双凸轮轴可变气门正时系统还可控制循环返回进气歧管的废气量，以增强燃油经济性。系统在发动机预热阶段使用一套专用参数，以帮助三元催化转换器更快达到理想工作温度并降低排放。

1.1.2　可变气门升程技术

发动机实质的动力表现取决于单位时间内气缸的进气量。气门正时代表了气门开启的时间，而气门开启的大小程度取决于气门升程。从原理上看，可变气门正时技术是通过改变进气量来改善动力表现的，但是气门正时只能提前或者推迟气门开启的时间，并不能有效改善气缸内单位时间的进气量，因此对于发动机动力性的帮助是有限的。如果气门升程大小也可以针对发动机不同的工况和转速实时调节的话，那么就能够提升发动机在各种情况下的动力性能。对此，很多厂商都提供了可变气门升程技术。

1. 本田汽车公司 VTEC 技术

本田 VTEC（Variable Valve Timing & Lift Electronic Control System），称为可变气门正时和升程电子控制系统，当改变气门升程时，气门正时与气门重叠角随之改变。

本田在车上使用的可变气门正时系统形式主要有单顶置凸轮轴 VTEC、双顶置凸轮轴 VTEC 和单顶置凸轮轴三阶段 VTEC 等。

可变气门正时和升程电子控制系统采用在一根凸轮轴上布置高速、低速两种不同夹角和升程的凸轮，控制系统能根据发动机的转速利用油压自动地使气门切换到不同凸轮以改变气

门的升程。因此，VTEC 机构又称为双可变配气相位控制机构。

（1）VTEC 结构

VTEC 配气机构采用摇臂驱动 4 个气门，一般采用三个摇臂，即中间摇臂、主摇臂、副摇臂。中间摇臂上装有两个可左右运动的液压活塞，并在凸轮轴上设有两种不同的凸轮（普通凸轮和中间高角度凸轮），如图 1.5 所示。中间摇臂在高转速时使用，主、副摇臂在中低转速时使用。



微课　可变气门升程系统分类

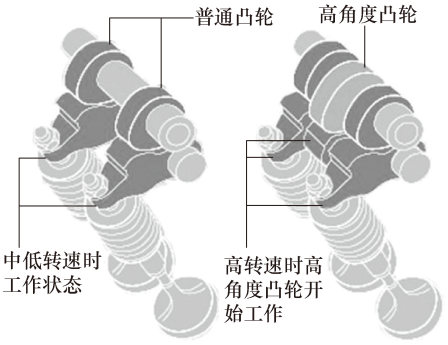


图 1.5　VTEC 的结构

（2）VTEC 工作原理

当发动机在中低速工作时，控制系统使主、副摇臂与中间摇臂分离，利用两侧的普通凸轮驱动主、副摇臂，压动气门开启。中间摇臂在弹簧的作用下与中间凸轮（高速凸轮）一起转动，但此时由于没有油压作用于同步活塞，所以中间摇臂与气门的开闭无关。

当发动机高速运转时，控制系统驱动摇臂内部的液压活塞沿箭头方向移动。此时主、副摇臂及中间摇臂在同步活塞的作用下连成一体，均由中间凸轮来驱动，从而获得高功率所需的配气正时和气门升程。

由此可见，在 VTEC 发动机中，低转速时主、副摇臂与中间摇臂分离，燃烧室内形成强的混合气涡流，以获得稳定燃烧，特别是在冷起动暖机过程中。在一般发动机中，如果空燃比大于 13，则不能获得稳定燃烧，从而会使排出的 HC 量增加。在 VTEC 发动机中，即使在冷起动空燃比稀薄的状态下，也能实现稳定燃烧，从而减少 HC 的排放。

发动机达到某一个设定的转速时，电脑即会指令电磁阀启动液压系统，推动摇臂内的小活塞，使三根摇臂锁成一体，一起由高角度凸轮驱动，这时气门的升程和开启时间都相应增大了，使得单位时间内的进气量更大，发动机动力也更强。这种在一定转速后动力突然爆发的现象极大地提升了驾驶乐趣。当发动机转速降到某一转速时，摇臂内的液压也随之降低，活塞在回位弹簧作用下退回原位，三根摇臂分开。

（3）i–VTEC 发动机

由于 VTEC 系统对于配气相位的改变是阶段性的，也就是说其改变配气相位只是在某一转速下的跳跃，而不是在一段转速范围内连续可变。为了改善 VTEC 系统的性能，本田公司不断进行创新，推出了 i–VTEC 系统。i–VTEC 技术作为本田 VTEC 技术的升级，它不仅完全保留了 VTEC 技术的优点，而且加入了当今世界流行的智能化控制理念，在提高燃油效率、降低有害物排放方面堪称国际水平，这在环境日益恶化、能源日益枯竭的今天有着特殊的意义。

i–VTEC 系统是在 VTEC 系统的基础上，增加了一个称为 VTC（Variable Timing Control，可变正时控制）的装置——一组进气门凸轮轴正时可变控制机构，即 i–VTEC=VTEC+VTC。

综上所述，由于 i–VTEC 系统中 VTC 机构的导入，使得发动机的配气相位能够柔性地与发动机的负荷相匹配，在发动机的任何工况下，都能找到最佳的配气相位，以最佳的气门重叠角实现中、低速时的低油耗、低排放及高速时的高功率、大转矩，就像其能按照人类大脑的要求那样进行控制一样，因此被形象地称为“智能化”i–VTEC。

2. 宝马汽车公司 Valvetronic 技术

Valvetronic 系统在传统的配气相位机构上增加了一根偏心轴、一个步进电动机和中间推杆等部件，该系统借助步进电动机的旋转，再在一系列机械传动后很巧妙地改变了进气门升程的大小。

Valvetronic 技术通过实现对气门行程的无级可调，达到对发动机不同转速状态下功率转矩输出的最佳均衡。发动机的配气技术，归结起来，其实就是进、排气门开启与关闭的时间和大小的问题。传统的发动机，气门开启与关闭的时间和大小都是固定不变的，设计师只能通过折中的办法设定一个最佳运转的正时和行程，这使得发动机在较低转速（2 000 r/min 以下）和较高转速（4 000 r/min 以上）的工况下，都无法获得最佳的配气正时和行程。相对来说，正时的改变要容易一些，目前即使是入门级的 3 缸发动机，也大多应用了 VVT 技术。而气门行程的可变则比较难，目前全球拥有实现气门行程可变技术的厂家还不多。图 1.6 所示为 Valvetronic 的主要结构。

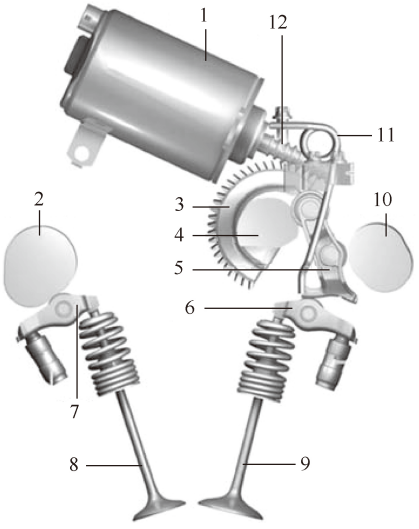


图 1.6　Valvetronic 的主要结构

1—伺服电动机；2—排气凸轮轴；3—蜗轮；4—偏心轴；5—中间推杆；6—摇臂；7—摇臂；8—排气门；9—进气门；10—进气凸轮轴；11—扭转弹簧；12—螺杆

发动机在不同转速下，对于气门行程的需求差别是非常大的。在低转速下，由于进气量小，如果此时气门行程很大，将无法产生足够的进气负压，喷油器在喷油以后（无论是在缸内喷射还是缸外喷射），无法和吸入的空气充分混合，造成燃烧效率低，低速转矩将大幅度减小，而且排放也会增高。此时较小的气门行程才能满足需求，由于气门行程小，故增加了进气负压，由此产生的大量涡流可以将混合气充分混合，以满足低转速下发动机的正常运转。

到了高转速状态下情况则恰好相反，此时的进气量非常大，如果气门行程过小，会导致进气气阻过大，无法吸入足够的空气，从而影响动力的发挥。因此在高转速下，需要气门行程较大才能获得最佳的配气需求。

宝马则通过 Valvetronic 技术解决了这些问题，它的气门行程可以实现无级调节，只要 ECU 的控制程序设定得当，理论上可以做到任何转速状态下都可以获得最佳的气门行程匹配。有了 Valvetronic 技术，不仅可以使得进气行程满足不同转速下的配气需求，而且整个过程变化极为平顺，使得驾驶员从感官上根本无法感知到。Valvetronic 系统的气门行程开启到最大时，可以达到 9.7mm，调节幅度非常大。图 1.7 所示为宝马 Valvetronic 的工作原理。

英菲尼迪的 Valvetronic 技术和宝马的 Valvetronic 技术有异曲同工之效。

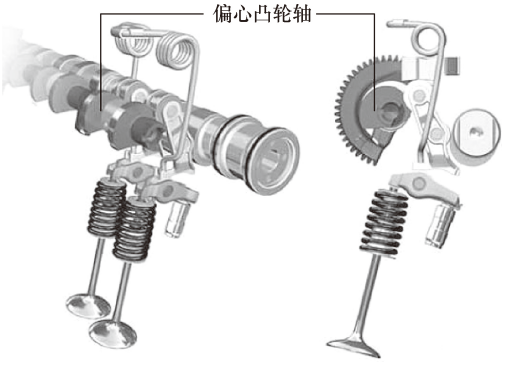


图 1.7　宝马 Valvetronic 的工作原理

3. 奥迪的 AVS 技术

奥迪的 AVS 可变气门升程系统在设计理念上与本田的 i-VTEC 有着很大的相似点，只是在实施手段上略有不同。这套系统为每个进气门设计了两组不同角度的凸轮，同时在凸轮轴上安装有螺旋沟槽套筒。螺旋沟槽套筒由电磁驱动器加以控制，用以切换两组不同的凸轮，从而改变进气门的升程。图 1.8 所示为 AVS 的结构。

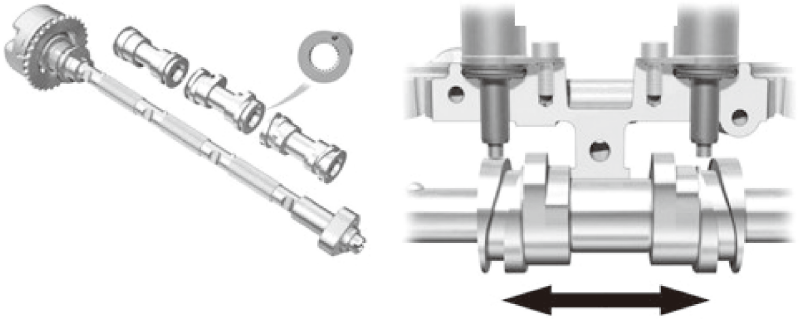


图 1.8　AVS 的结构

发动机在高负载的情况下，AVS 系统将螺旋沟槽套筒向右推动，使高角度凸轮得以推动气门。在此情况下，气门升程可达到 11mm，以提供燃烧室最佳的进气流量和进气流速，实现更加强劲的动力输出。而发动机在低负载的情况下，为了追求发动机的节油性能，此时 AVS 系统将凸轮推至左侧，即以普通凸轮推动气门。如图 1.9 和图 1.10 所示。

这套系统中还有一个设计细节需要注意，那就是两个进气门无论是在普通凸轮还是高角度凸轮推动下的相位和升程是有差别的，也就是说两个进气门开启和关闭的时间及升程并不相同。这种不对称的进气设计是为了让空气在流经两个进气门后（同时配合特殊造型的燃烧室和活塞头），使混合气在气缸内实现翻转和紊流，进一步优化混合气的状态。

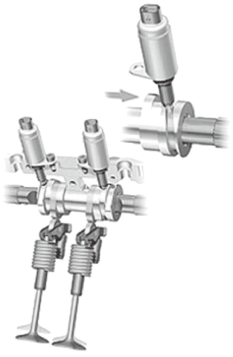


图 1.9　高负载、高转速时切换至高速凸轮

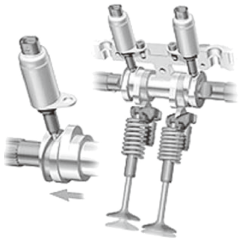


图 1.10　低负载、低转速时切换至普通齿轮

1.1.3　可变进气歧管技术

可变进气歧管技术是通过改变进气歧管的长度和截面积来提高燃烧效率，使发动机在低转速时更平稳、扭矩更充足，高转速时更顺畅、功率更强大。

发动机的进气歧是连接进气门和进气总管的，进气歧管设计的形状也能直接影响到发动机的性能。图 1.11 所示为可变长度进气歧管。

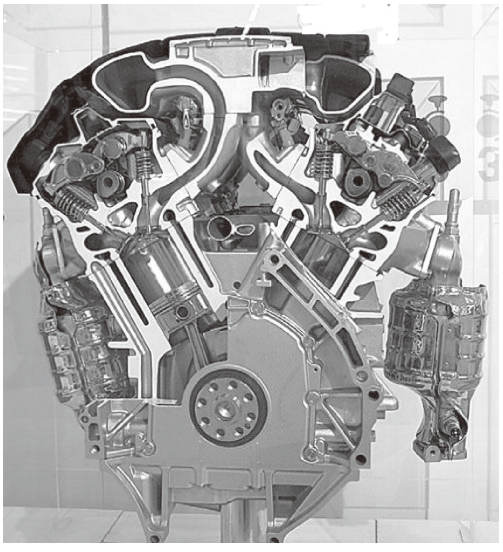


图 1.11　可变进气歧管技术在发动机中的应用

1. 可变长度进气歧管技术原理

随着进气门的开启和关闭，在进气歧管内会产生压力波动，形成吸气波和压力波，并以声速传播。进气歧管的长度必须根据发动机转速进行调整，以保证最高压力波在进气门关闭

需要全本请访问 www.ertongbook.com