

T H E S E C R E T S O F B M W

图解宝马

第2版

陈新亚 编著

揭秘宝马汽车

独门绝技



长期占据畅销榜首
陈总编
爱车热线书系
车友经典必备



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

陈总编爱车热线书系

画解宝马

揭秘宝马汽车独门绝技

陈新亚 编著

第2版



THE
SECRETS
OF
BMW



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

《画解宝马：揭秘宝马汽车独门绝技（第2版）》是一本专为汽车爱好者和汽车行业从业人员编写的精美画册，也是“陈总编爱车热线书系”之一。本书将宝马汽车的最新技术一网打尽，以图解方式介绍宝马汽车拥有的众多世界顶尖技术、最新先进配置和功能，以及宝马的造车理念和设计测试手段等。

本书虽然主要是介绍宝马汽车的先进技术，但语言非常通俗，图片异常丰富，并有许多相关知识介绍，非常适合广大汽车爱好者和相关汽车行业从业人员阅读和使用。

图书在版编目（CIP）数据

画解宝马：揭秘宝马汽车独门绝技 / 陈新亚编著.

—2版. —北京：机械工业出版社，2014.11

（陈总编爱车热线书系）

ISBN 978-7-111-48327-4

I. ①画… II. ①陈… III. ①轿车—图集 IV.

①U469.11-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第242554号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

责任编辑：李 军 责任校对：高 华 责任印制：乔 宇

北京画中画印刷有限公司印刷

2015年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·8.5印张·241千字

0001-4000册

标准书号：ISBN 978-7-111-48327-4

定价：39.90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

网络服务

社服务中心：（010）88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：（010）68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：（010）88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：（010）88379203

封面无防伪标均为盗版

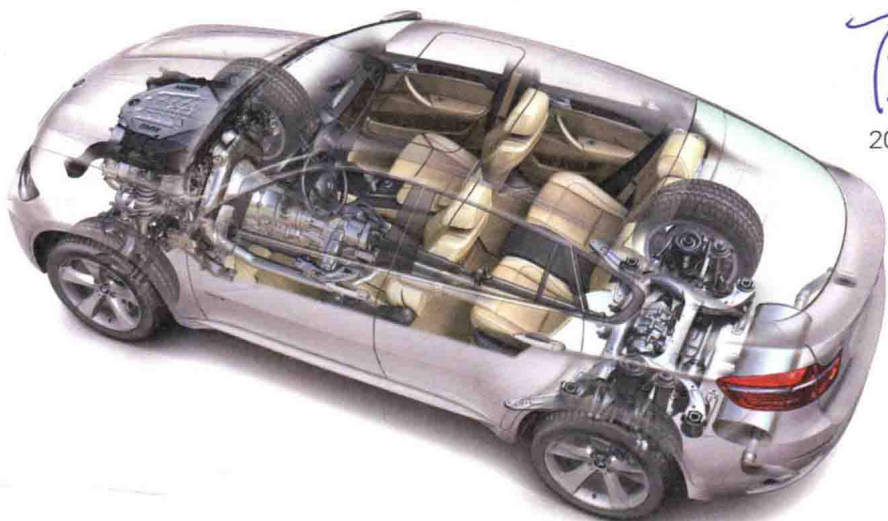
三缸、电动和前驱车

真不敢相信，一晃《画解宝马：揭秘宝马汽车独门绝技》已出版四年了。那时凭着一股对宝马汽车的热爱，加上自认为对宝马技术的了解多于他人，曾到宝马总部参加过几次技术活动，就斗胆编写了此书，一本全面介绍宝马汽车技术的画册。没想到的是，此书出版后受到宝马车迷们的积极回应和支持，不少宝马车迷来信或直接在網上交流，更有一些读者提出一些意见和建议，让我深受感动。

四年来，宝马汽车在技术上又取得了很多进步，尤其是在他们最拿手的发动机方面，不仅完善了涡轮增压技术，更是将涡轮增压器武装到几乎全系列发动机上，甚至还推出了小排量的三缸涡轮增压发动机。更令人惊奇的是，宝马还推出了电动汽车i3和插电式混合动力跑车i8，这也使宝马成为第一家批量制造纯电动汽车的豪华汽车制造商。

宝马2系的推出，也引起宝马车迷们的争议，因为它是一款前驱汽车，这对一些最忠实的宝马车迷们来说，可能有点不好接受，甚至是“大逆不道”了。然而宝马是一家以赢利为最大目的的公司，为了迎合市场需要，推出更容易驾驶的前驱车也是必然。说不定哪天挂着宝马标志的MPV就要上市呢。

四年期间，宝马取得的技术进步还有很多，比如宝马互联驾驶、激光前照灯等，在豪车领域都是引领潮流者。本书再版的目的也是将宝马最新技术补充进去，让读者能更及时全面地了解宝马在技术上的每项重大进步。但由于技术进步速度实在太快，笔者对宝马的一些最新技术也只知道个皮毛，如果你还有什么疑问，尽管写信至270963083@qq.com，我们一起交流探讨。



陈书五

2014年10月于北京

初版前言——

发动机盖下的秘密

宝马汽车在国内拥有众多爱好者，虽然其中绝大多数和我一样，暂时还买不起宝马汽车，但这并不影响对宝马汽车的喜欢。需要说明的是，我们并不是冲着那个蓝天白云的圆形标志才喜欢宝马的，而是因为在那长长的发动机盖下面，在那50:50前后配重的车身里面，隐藏有采用世界顶尖技术打造的速度机器，它让“宝马”二字充满魅力。

很幸运的是，由于职业关系，我有机会驾驶体验几乎宝马的全系车型，并数次远赴德国参加“宝马创新日”（Innovation Day）活动，从而能够及时体验到宝马的最新技术和装备，了解宝马在汽车技术上的发展走势和对未来汽车的规划等。因此，我觉得我有责任将自己所了解和体验到的宝马内涵，向车友朋友们进行介绍。

以技术创新打天下的宝马，是世界汽车技术发展的风向标之一，关注宝马，就等于了解世界汽车技术的发展趋势，就等于知道当今最先进的汽车是什么样子，明天的汽车可能会是什么样子。本书力求将宝马的最新技术尽收其中，而且只收入目前正在应用的最新技术，对于已不在新款宝马车型上使用的技术则不提或只是一笔带过。但宝马汽车的技术发展太快，每推出一款改款车型，都会有不少新技术应用其中，即使现今最先进的技术，不久也可能会被进一步改进。因此，本书不可能百分之百地反映宝马汽车的每一项技术进步，如果读者朋友还有什么疑问，尽管写信至：chenxinya@vip.sohu.com。

陈新华

2010年9月于北京



目 录 CONTENTS

再版前言 初版前言

第一章 发动机/1

电子气门/2

双凸轮轴可变气门正时/6

双涡轮增压技术/8

单涡轮双涡管增压技术/12

高精度燃油缸内直喷/14

复合镁铝合金缸体/17

横向力可调的机油供给/18

准干式油底壳/19

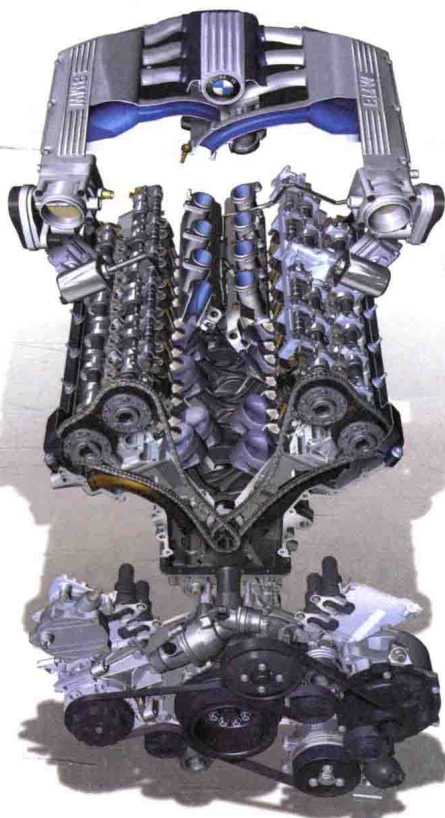
旗舰动力：V12发动机/20

经典永恒：直列6缸发动机/23

后起之秀：直列4缸发动机/26

个小力大：直列3缸发动机/28

宝马首款前驱汽车/29



第二章 变速器/30

8速自动变速器/31

SMG变速器/32

M DCT双离合变速器/34

第三章 底 盘/36

xDrive全时四驱系统/38

动态驱动力分配系统/40

双横向摆臂前桥/42

V型一体式多连杆悬架后桥/44

IV型一体式多连杆悬架后桥/46

整体式主动转向系统/48

主动转向系统/50

车身自动调平技术/53

主动防侧倾系统/54

电子减振控制/55

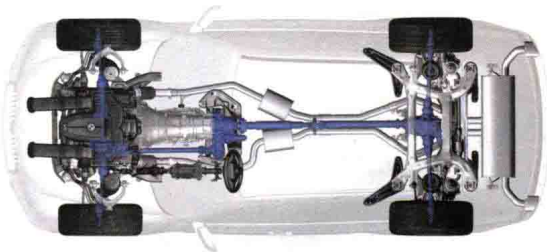
一体式底盘管理系统/56

高速数据传输/57

50:50前后配重比/58

可变M型差速锁/60

M动态模式/61



目 录 CONTENTS

第四章 驾驶和辅助系统/62

- 动态驾驶控制/63
- 电子变速杆/64
- 平视显示系统/65
- 侧视系统/66
- 顶视系统/67
- 黑色面板技术/68
- 自适应巡航控制/69
- 绅士功能与座椅调节/70
- 后排座椅按摩功能/71
- 自动泊车辅助/72
- 遥控停车入库辅助/73
- 第三代iDrive控制/74
- 宝马互联驾驶/76

第五章 安全/78

- 随动控制前照灯/78
- 可变照明分配功能/79
- 激光前照灯/80
- 车道偏离警告/82
- 车道变更警告/83
- 带行人识别的夜视系统/84
- 动态稳定控制系统/86
- 动态牵引力控制/88
- 下坡控制/89
- 防爆轮胎RSC/90



第六章 节能和新能源/92

- 制动能量回收技术/93
- 电子转向节能技术/94
- 电动水泵节能技术/94
- 自动起停系统/95
- 车身轻量化/96
- 全混合动力X6/98
- 中度混合动力7系/100
- 宝马电动汽车i3/102
- 宝马插电式混合动力汽车i8/103
- 宝马i8装配流程/104
- 碳纤维车身制作/106
- 氢动力 7系汽车/108

第七章 防弹车/110

- 宝马7系高级防弹车/111
- 宝马X5防弹车/113

第八章 设计/116

- 设计步骤/117
- 宝马风洞实验室/124

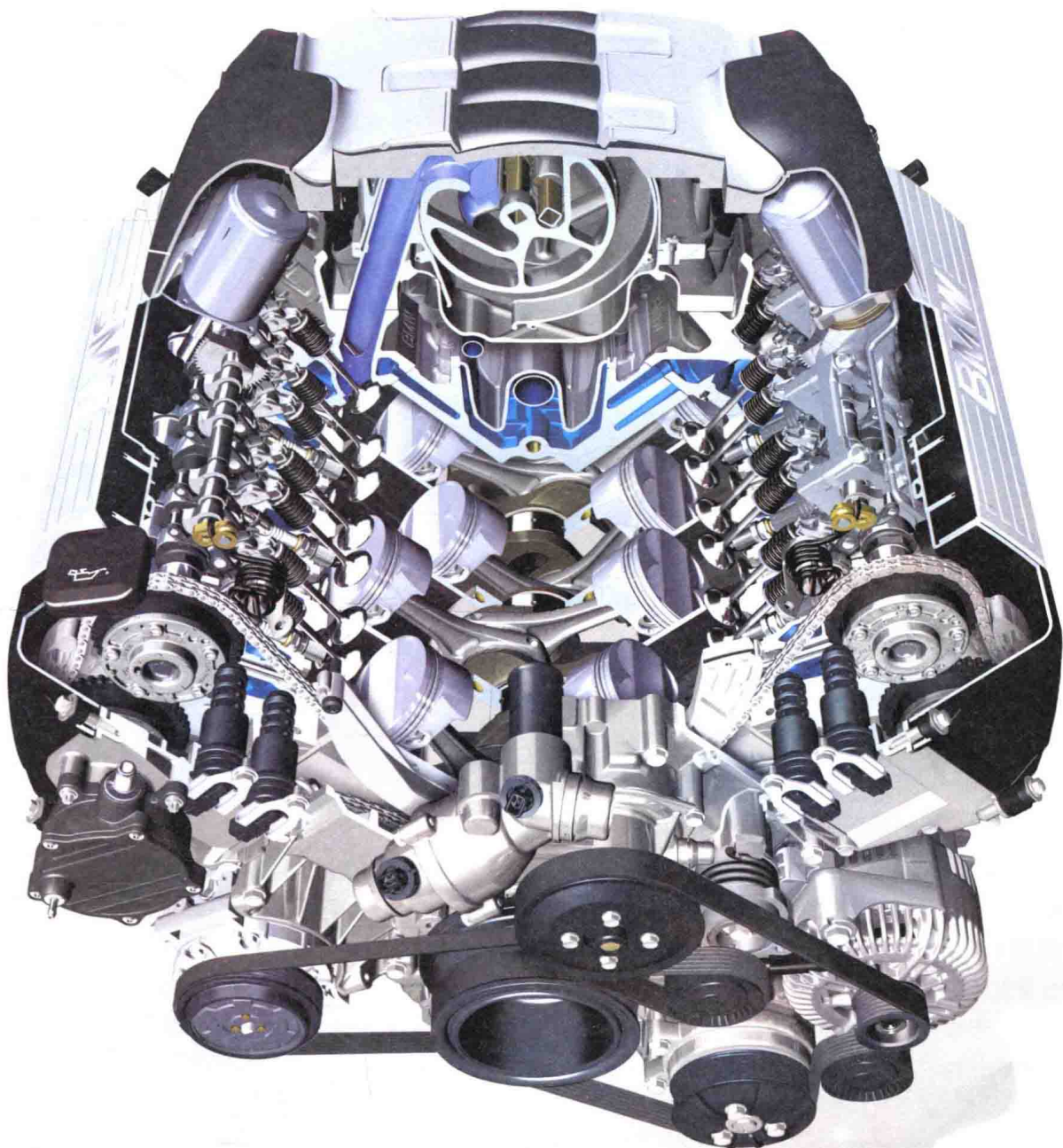
再版后记/130

初版后记/130

Chapter 1 ENGINE

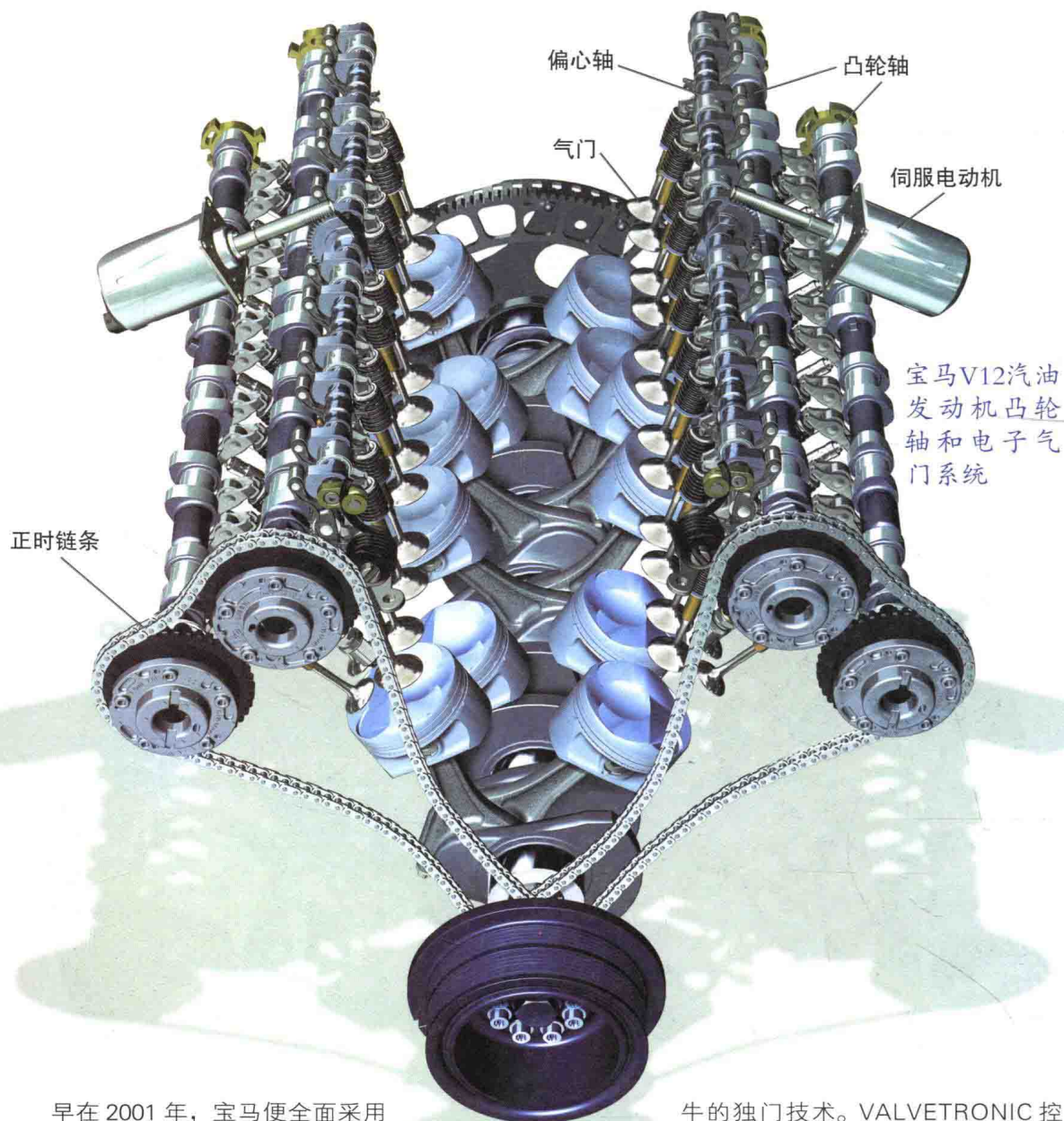
第一章 发动机

宝马最初就是依靠生产发动机起家的，BMW 就是“巴伐利亚发动机厂”的缩写。虽然宝马汽车以“驾驶乐趣 (Sheer Driving Pleasure)”打天下，但发动机作为驾驶机器的心脏，功不可没。在强调低碳生活的今天，不仅要求发动机的动力要强大，更重要的是还要高效、节能、环保。



带VALVETRONIC电子气门的宝马4.0升V8汽油发动机

VALVETRONIC 电子气门

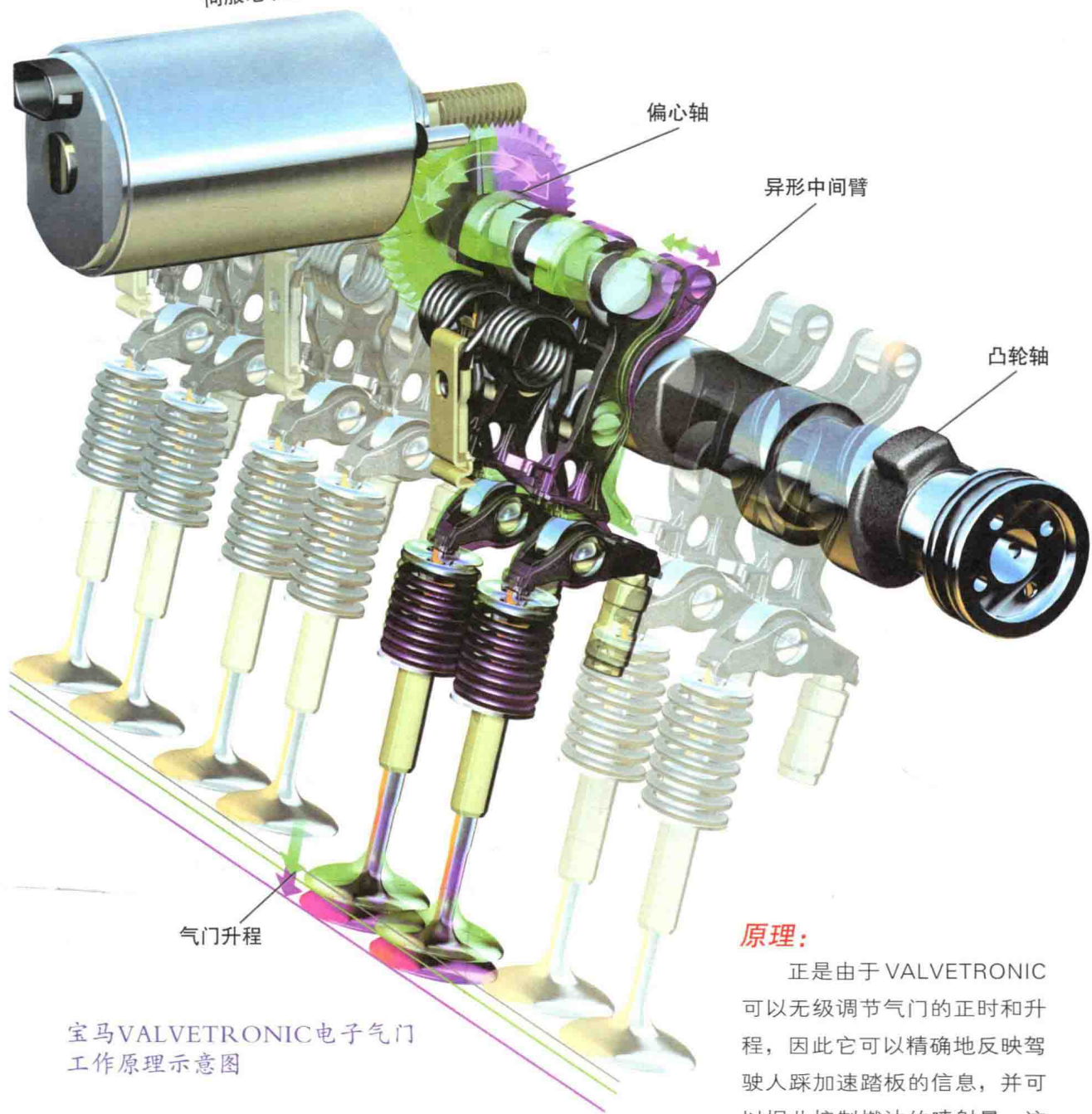


早在 2001 年，宝马便全面采用了可变电子气门 (VALVETRONIC) 控制，这项令人瞩目的技术进一步减少了在日常驾驶条件时的耗油量。VALVETRONIC 又被称为“无节气门负荷管理系统”，它省却了传统的节气门结构，如今已经在宝马发动机系列中得到广泛使用。从节气门到电子气门的进步，不亚于从化油器到电喷技术的革命。

个人认为，VALVETRONIC 技术堪称宝马最

牛的独门技术。VALVETRONIC 控制系统是在双凸轮轴可变气门正时系统 (Double VANOS) 基础上发展而来的。Double VANOS 只能调节气门的正时，也就是气门的开闭时间，但不能对气门的升程进行调节。在增加了可以无级调节气门升程的功能后，VALVETRONIC 便应运而生。因此，所谓的 VALVETRONIC 系统，其实应包括 Double VANOS 技术。

伺服电动机



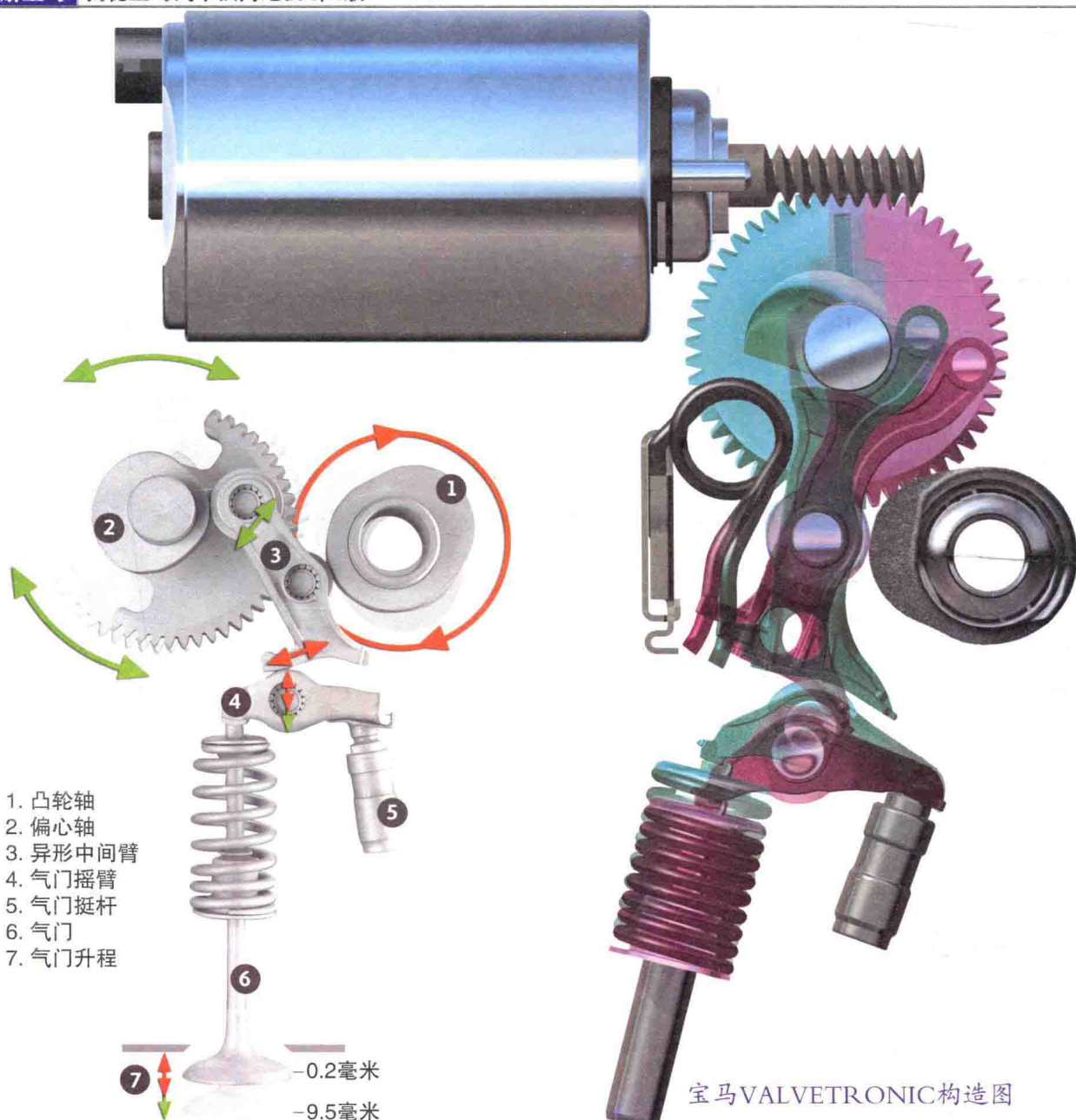
宝马VALVETRONIC电子气门
工作原理示意图

原理:

正是由于 VALVETRONIC 可以无级调节气门的正时和升程，因此它可以精确地反映驾驶人踩加速踏板的信息，并可以据此控制燃油的喷射量，这样一来，原来的节气门也就显得多余了。因此，现在采用 VALVETRONIC 的宝马发动机上的节气门在正常工况下一直处于全开模式，其功能完全由 VALVETRONIC 代替，并因此使发动机燃油经济性提高 10%，而且使动力响应更加迅速。

结构:

在 Double VANOS 的基础上，利用一个伺服电动机来控制一个偏心轴，它们之间实现一个由转速到角度的转换，从而可以使偏心轴更精确地转动，再由它控制一个异形中间臂，中间臂的运行轨迹同时受凸轮轴运动的影响。这个中间臂再带动进气门摇臂动作，从而实现对进气门的无级调节。当驾驶人踩加速踏板时，伺服电动机便会根据所收集的信号适当运转，然后驱动偏心轴、异形中间臂、可变正时凸轮轴和气门摇臂，对进气门的正时和升程进行无级调节。



宝马VALVETRONIC运行原理

特点:

其他品牌的可变气门技术一般都是有级调节的,只能分“高速”和“低速”两种情况对气门正时或升程进行有级调节。而宝马的 VALVETRONIC 系统可无级调节气门的正时和升程,不仅能够“时时刻刻”使燃烧效率达到最佳状态,而且还因此省去了用来控制进气量的节

气门结构。

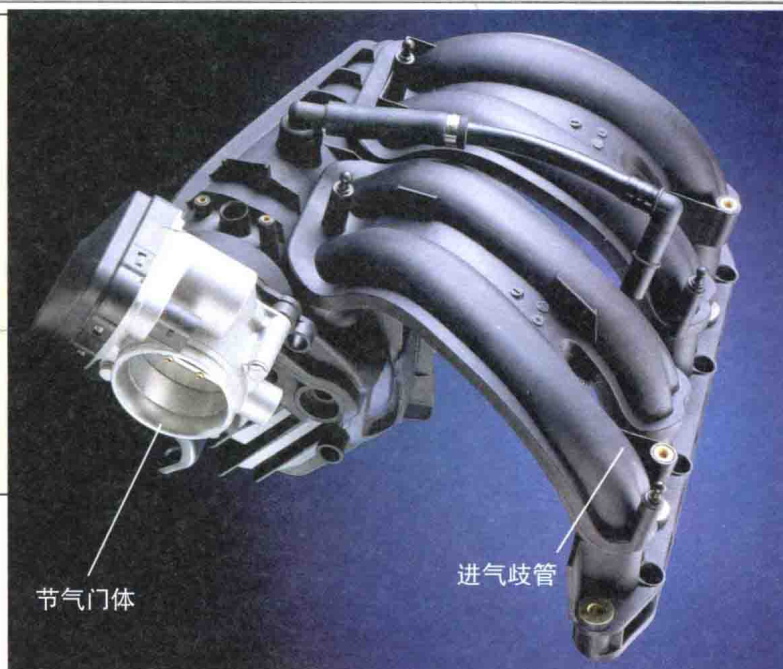
由于发动机得以完全独立地对控制燃烧过程所需的进气量进行调节,而不再像以往那样受“无效”进气量的影响,

宝马VALVETRONIC构造图

不需要节气门的间接控制,不需要等进气充满进气歧管后才让空气进入气缸,而是直接由气门开启的深度来决定进气量和喷油量,因此发动机的动力反应更加迅猛。据称,气门开度从最深(9.5毫米)到最浅(0.2毫米)的整体变化可在0.3秒内完成。

Do You Know ?**节气门起什么作用**

节气门是用来控制进气量的一个部件，它相当于控制进气量的一扇门。这扇门的开关由加速踏板直接控制，驾驶人踩加速踏板越深，节气门的开度越大，进入到气缸内的空气就越多。发动机电脑就是根据进气量的多少（由空气流量计测得数据），然后按照“理想空燃比”（空气质量:汽油质量=14.7:1）来决定喷油量的。因此，当驾驶人踩加速踏板时，实际上是先控制节气门的开度，并不是直接控制喷油量。

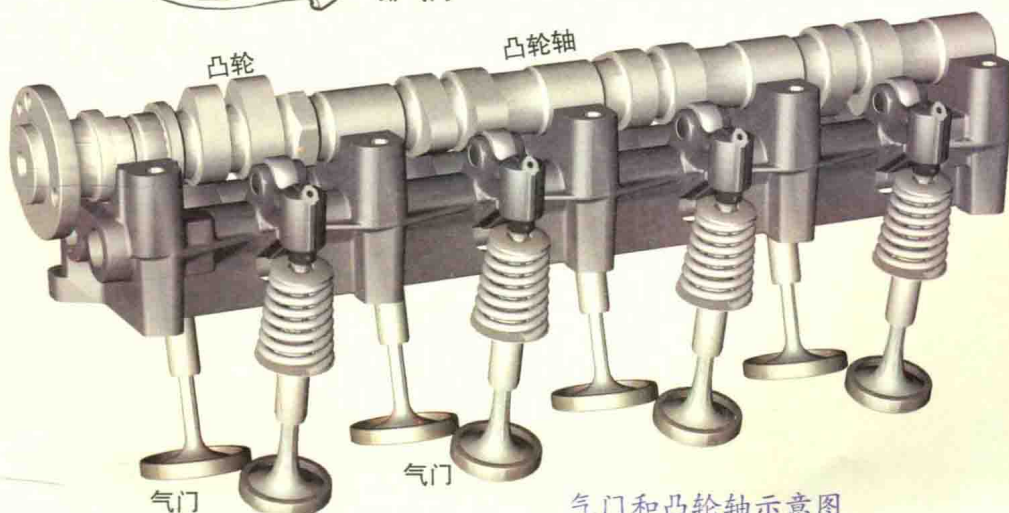
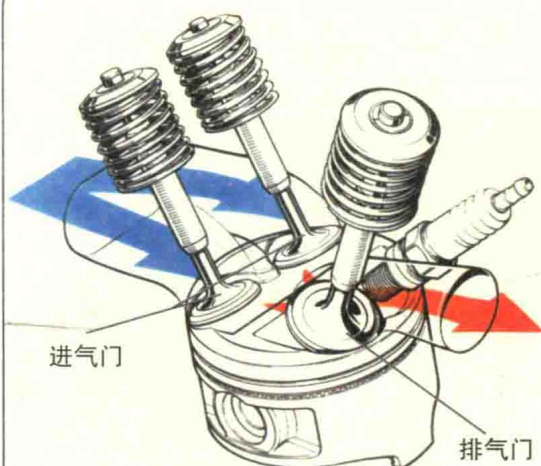


节气门体和进气歧管结构图

Do You Know ?**气门、气门正时、气门升程**

控制进出发动机气缸的气体的“门”就是所谓的气门。负责控制进气的门称为进气门，负责控制排出废气的门称为排气门。当发动机运行到“进气”行程时，进气门打开，空气或可燃混合气进入气缸；当发动机运行到“压缩”和“做功”行程时，进气门和排气门都关闭；当发动机运行到“排气”行程时，排气门打开，排出废气。

气门打开和关闭的时间，称为气门正时。气门打开时的深度，称为气门升程。



气门和凸轮轴示意图

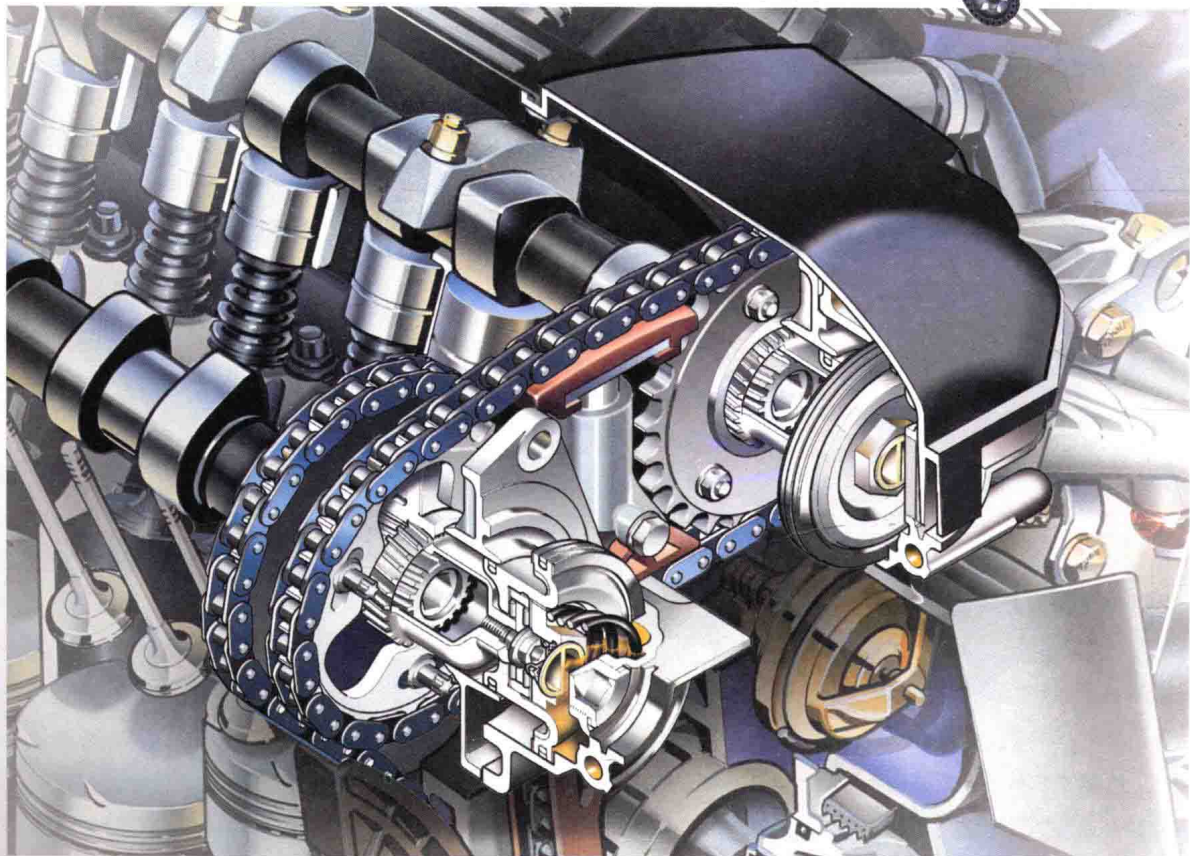
Double VANOS

双凸轮轴可变气门正时

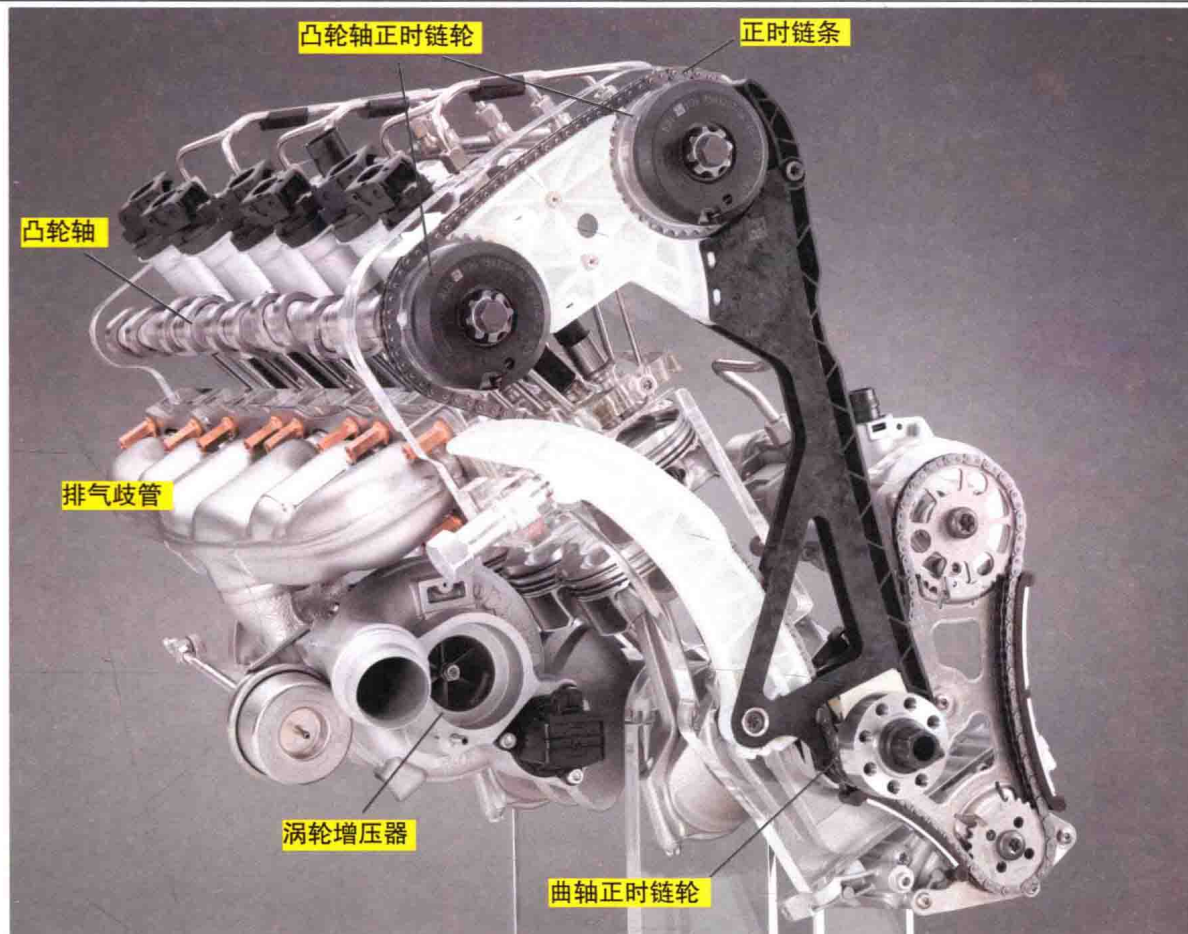
宝马的双凸轮轴可变气门正时系统（Double VANOS）可以对发动机的气门正时进行无级调节。该技术源于 20 世纪 80 年代的赛车技术，并最早在 1992 年应用于宝马 M3 上，但只是对进气门正时进行调节。1998 年，宝马又开发出对进气门和排气门的正时都可以调节的双凸轮轴可变气门正时系统。

发动机在低转速时，进气和排气都不需要太快太多，以节省燃油；发动机在高转速时，则需

要让进气和排气都快些多些，以便让发动机快速输出强劲的动力。Double VANOS 根据驾驶人踩踏加速踏板时发动机的转速情况，通过精确控制凸轮轴的运转，便可自动调节进气门和排气门的开启时间，确保发动机在部分负荷运转状况下可以使废气中的残留混合气得到充分利用，使燃油燃烧更完全，从而发挥出最大的动力性能。



宝马Double VANOS可变气门正时系统

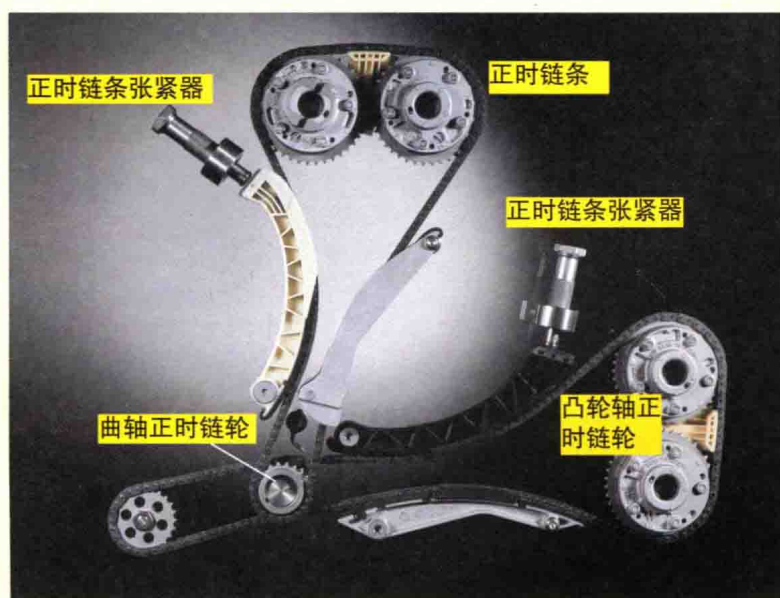


宝马直列6缸发动机气门正时系统

Do You Know ?

为何要调节气门正时?

我们知道发动机是以循环方式进行往复运动的，每一个循环工作过程都要经过四个行程：进气、压缩、做功、排气。按照最初的发动机理论，当活塞到达下止点时进气门应完全关闭，以便开始进入压缩行程。但是，技术人员为了提高燃烧效率或为了燃烧更多的燃油，尤其是在高转速运行时，希望气缸能够多吸进一些空气，因此就让进气门晚点关闭，让活塞运行到气缸底部后曲轴再转过一定角度后再关闭进气门。这样就可以增加一定的进气量，从而提高发动机的动力性，使燃油燃烧更充分。同理，也可以让排气门的开启时间早一点，也就是让活塞抵达下止点前曲轴还剩下一定角度时就提前打开排气门，使排气更加顺畅，提高动力性能。



宝马V12汽油发动机配气正时系统

Twin Turbo

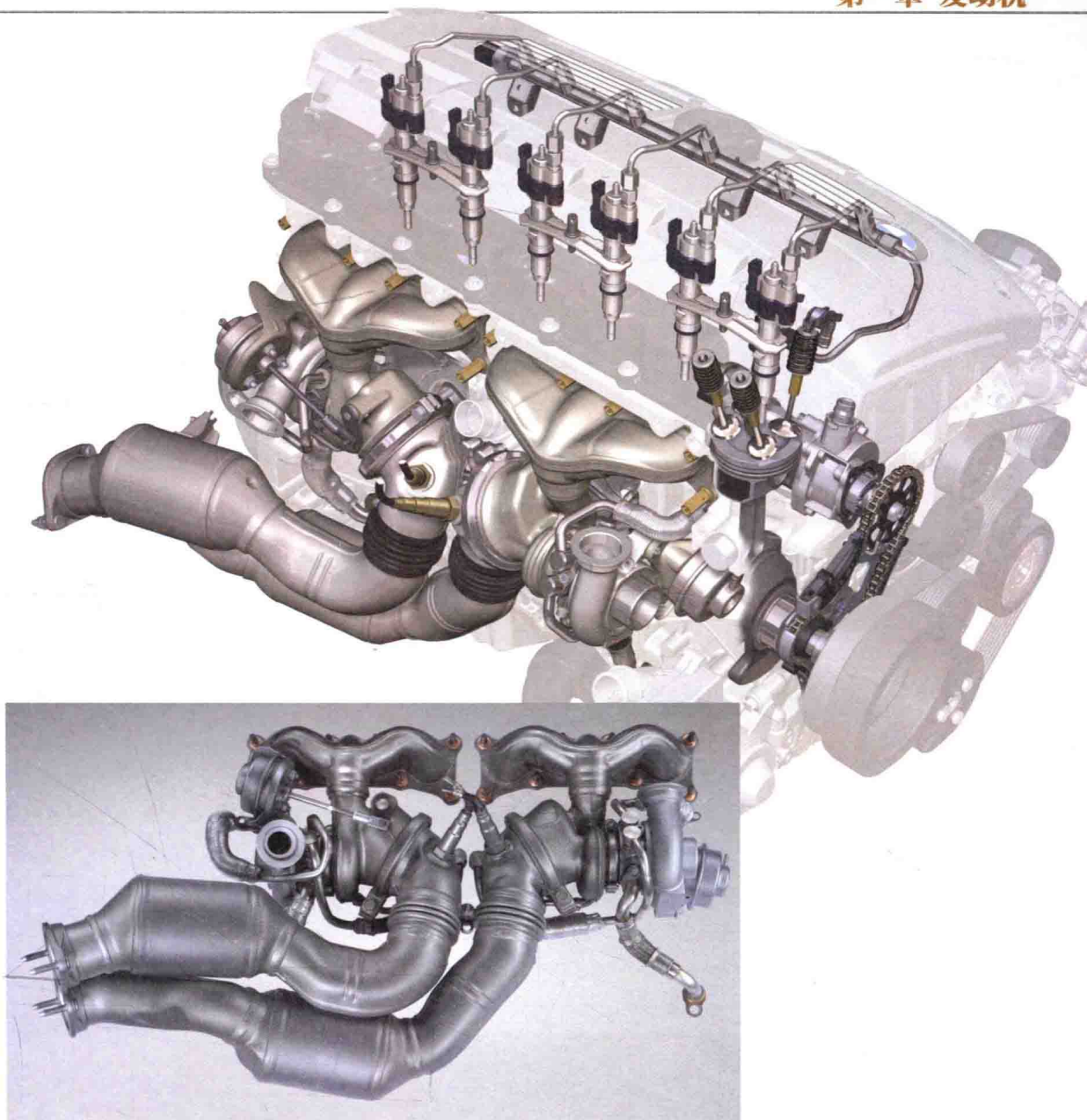
双涡轮增压技术

宝马在 2006 年重新采用涡轮增压技术时，一开始就采用双涡轮增压技术。那时的双涡轮增压技术称为 Twin Turbo，它是将所有气缸分成两组，每组分别使用一个独立的涡轮增压器增压。但这两个涡轮增压器并不一定完全一样，而是一大一小组合作。因为较小的涡轮增压

压器具有惯量较低的优点，这样它在仅高于怠速的较低发动机转速下就可起动。而在较高发动机转速下，较大的涡轮增压器才开始工作，以让发动机产生更加强劲的动力。得益于这样的配置，宝马的双涡轮增压器的反应迟滞现象较小，而且最大扭矩来得早，即使在驾驶人仅轻微地踩下加速踏板时也可产生显著的推力和动力。



从2009年起，宝马的直列6缸双涡轮增压发动机已改进为单涡轮双涡管增压发动机（TwinPower Turbo）。此图是原来的宝马Twin Turbo直列6缸发动机（N54），从中可以看出每3个气缸使用一个涡轮



已被弃用的Twin Turbo 双涡轮增压直列6缸发动机（N54）

Do You Know ?

涡轮增压

利用发动机排出的废气的动力来吹动排气涡轮旋转，并驱动同轴的进气涡轮旋转，从而可以对即将要进入到气缸内部的空气进行压缩，提高进气量，使气缸内的燃油燃烧得更加充分，爆发出更大的动力，同时还可以节省燃油。如果发动机转速较低，排出的废气的动力就较小，因此涡轮只有在发动机转速超过怠速或更高时才会起动，并且由于上述运行原理需要有个过程才能使涡轮增压器运行，因此一般涡轮增压发动机都有个“迟滞反应”问题。但随着科技进步，这个迟滞反应越来越不明显。



涡轮增压器剖视图

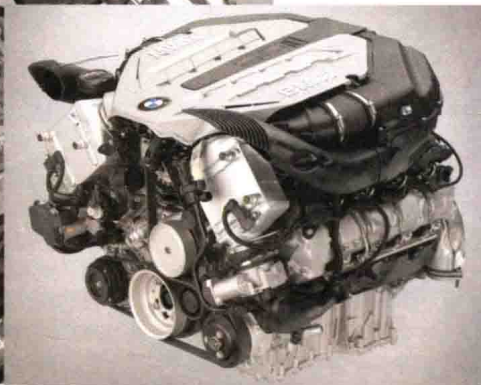


应用：V8双涡轮增压发动机

在宝马 4.4 升 V8 发动机上采用双涡轮增压技术。其中一个非常独特的设计是，两个涡轮增压器并非安装在发动机外侧，而是直接安装在两个气缸列之间的 V 形区域内，分别为四个气缸提供经过增压的空气，确保发动机能够对驾驶人通过加速踏板发出的指令做出无与伦比的迅捷响应，而完全没有以往传统涡轮增压发动机上的“涡

宝马V8双涡轮增压发动机

轮迟滞”（涡轮需要延迟一段时间才开始产生增大压力的作用）。正是得益于双涡轮增压技术，这款发动机能够在 1750~4500 转/分的宽广转速范围内产生 600 牛·米的最大转矩。配备这台发动机的宝马 550i Gran Turismo，只需 5.5 秒便可从静止加速到 100 公里/小时。



宝马V8双涡轮增压发动机