

2004年奥迪公司在原有V型汽油机系列的基础上开发了两款用于新型奥迪A6轿车上的全新V6汽油机,其中V6-3.2L-4V-FSI直喷式汽油机是新型缸内燃油分层直接喷射式(FSI)汽油机系列的第一款V6代表机型,它是着重满足奥迪品牌轿车的运动型动力性能要求的顶级V6机型,而新型V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射(MPI)汽油机是与上述机型同步开发的一款以舒适性为目标的基本机型,实际上是原有2.4L-5V-MPI汽油机的改进型。2006年奥迪公司又推出了采用奥迪可变气门升程系统和可调机油泵的第一款替代机型V6-2.8L-FSI。2008年奥迪公司再次推出的V6-3.0L-TFSI机型是奥迪首款增压直喷式汽油机,使得V6汽油机系列动力总成的品种向更高的功率扩展,进一步凸现了奥迪轿车运动型动力性能的品牌特色。本文将分别对V6-3.2L-4V-FSI燃油分层直接喷射汽油机、V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射汽油机、V6-3.0L-TFSI增压直喷式汽油机的结构和性能进行重点详细介绍。

奥迪新型A6轿车V6汽油发动机重点解析(三)

◆文/江苏 范明强



范明强
(本刊专家委员会委员)
教授级高级工程师,参加过陕西汽车制造总厂的筹建工作,主管柴油机的产品开发,1984年调往机械工业部无锡油泵油嘴研究所,曾任一汽无锡柴油机厂、第一汽车集团公司无锡研究所高级技术顾问、湖南奔腾动力科技有限公司总工程师。

(接2014年第2期)

1. 发动机外围设备

与Mahler公司共同合作开发的MPI汽油机的两级可变塑料进气管(图15)的主体被做成有利于降低成本的薄壳结构型式,整个进气装置是由6个单体薄壳件经焊接而成的。扭矩与功率调节之间进气管振荡长度分别为668mm和392mm(指直至进气门的长度),进气管长度的转换是借助于转换阀板实现的。这种技术方案与V6-3.2L-4V-FSI直喷式汽油机的可变进气管相当,这样既能明显缩短开发周期和降低开发风险,并能降低开发成本。同时,由于流动模拟计算与结构设计同步进行,因此能够明显优化流动导向和换向范围以及转换阀板的设计,从而使得在3000~6250r/min转速范围内的充气系数大于100%(图16)。

在多点气门口喷射进气管上使用了博世公司最新一代喷油器,它通过优化喷雾角降低了冷起动时的原

始排放。

同时,还十分重视提高与V6-3.2L-4V-FSI直喷式汽油机零部件的通用化程度。即使两种机型的结构空间不同,但是进气管上的基本附件,诸如节气门、曲轴箱通风、燃油回油管、真空控制、前后罩盖以及清洁空气管道等都是FSI直喷式汽油机的通用件,因此显著降低了成本和开发的复杂程度。

为了达到欧IV废气排放标准,运用了二次空气装置。与迄今为止所使用的装置相比,通过应用自动开启的二次空气阀(图17),取消了包括电动转换阀在内的全套真空控制装置,因此明显降低了成本。

2. 工作过程优化

新型V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射汽油机使用了西门子VDO公司开发的SIMOS 6 M3型发动机管理系统,它采用最新一代扭矩导向的电子控制系统。

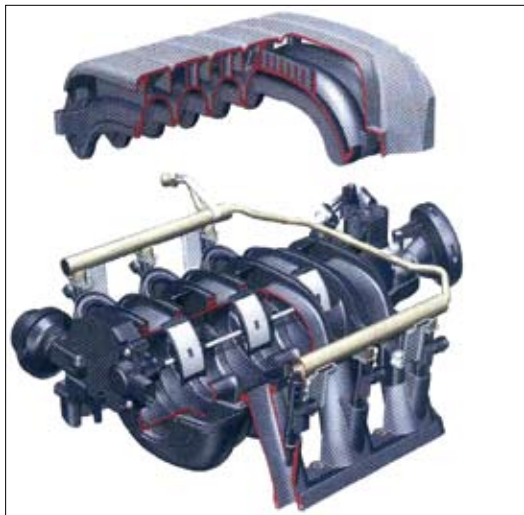


图15 可变进气管和喷油器及燃油分配总管

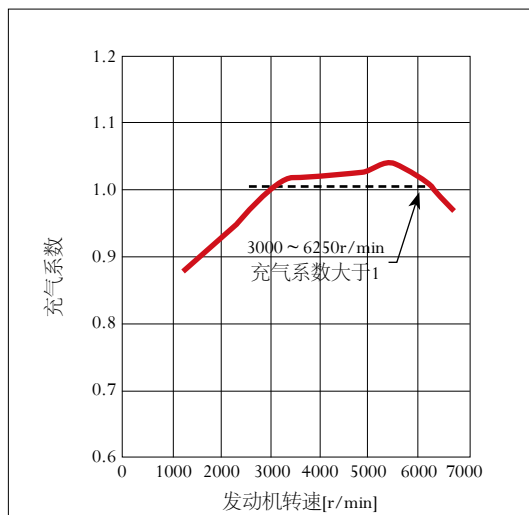


图16 充气效率



图17 二次空气系统

开发的重点是p-n系统及其所必需的用于两列汽缸系统的功能模块。为了提供必需的计算能力，应用了具有56MHz节拍的微处理器。通过用于进气凸轮轴相位连续调节的主从设计方案，确保两列汽缸的平衡，从而为混合气准备和燃烧正确地预调诸如喷油量和点火等基本参数。

(1) 扭矩和功率

开发的目标是在低转速运行工况就能获得丰满的扭矩特性曲线。除了车辆方面的空气导向和进气管之外，另一个重点是汽缸盖中的进气道造型设计。良好的运转平稳性以及高功率所需要的大空气消耗量和最大空气流量能有针对性地进行协调，这不仅反映在良好的充气系数特性曲线上，而且也反映在扭矩和功率值比老机型有明显改善(图18)。

发动机在3000~5000r/min转速之间输出230N·m最大扭矩，而6000r/min时达到130kW最大功率，在4250r/min时转换阀

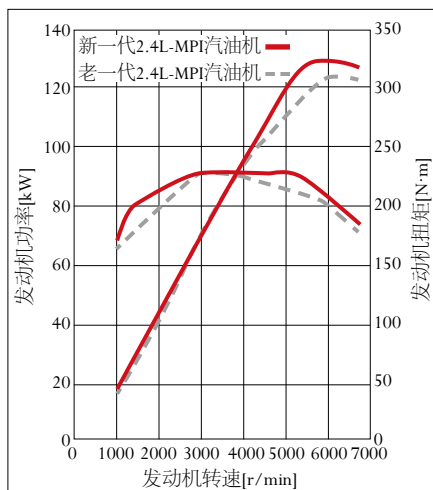


图18 MPI进气道喷射汽油机的扭矩和功率特性曲线

板就将进气管长度转换调节到适合于功率发挥的短进气管。

(2) 废气装置和增压器方案

V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射汽油机除了美国之外提供全球市场，而且在欧洲市场满足欧4废气排放标准，采用一个4"×6"(600目)大小的近发动机陶瓷主催化转化器达到严厉的废气排放限值，此时应用了带有自动开启阀的二次空气系统有助于达到催化转化器的快速起燃。

该机型的压缩比为10.3:1,并且是按采用ROZ 95号汽油运行来设计的，同时通过分缸爆燃调节还容许采用ROZ 91号汽油运行。

三、V6-3.0L-TFSI增压直喷式汽油机

2008年奥迪公司再次推出的V6-3.0L-TFSI(增压燃油分层喷射)机型(图19a和图19b)是奥迪首款增压直喷式汽油机，使得V6汽油机系列动力总成的品种向更高的功率扩展，进一步凸现了奥迪轿车运动型动力性能的品牌特色。

在这种机型上，奥迪公司首次应用机械式罗茨增压器，并将其设计成高度集成的模块布置在V形空间内，总体结构十分紧凑。这种发动机搭载于奥迪A6轿车提高了舒适性，并在新型奥迪S4轿车上更显示出其运动型动力性能。

1. 发动机设计方案

(1) 增压技术的选择

选择发动机增压技术首先要考虑达到奥迪A6-V6汽油机的全局性目标，诸如：①自然吸气和增压汽油机统一的基础发动机设计方案；②V型汽油机系列通用的高模块化程度；③极其紧凑的结构型式；④低的燃油消耗；⑤便于日常的维护保养；⑥V6机型制造和安装方面的高通用性；⑦按研究法辛烷值(ROZ)95/91汽油设计，适合于全球市场。

与此同时，在选择增压技术时还要将以下所有要求作为重点：①在强劲的起步加速性的同时具有高的舒适性；②快速的动态扭矩建立，具有极佳的加速性能，以获得广泛的使用范围；③以有利的成本搭载到奥迪



图19a 奥迪新型V6-3.0L-TFSI增压直喷式汽油机



图19b 奥迪A6轿车3.0L-TFSI-V6增压直喷式汽油机

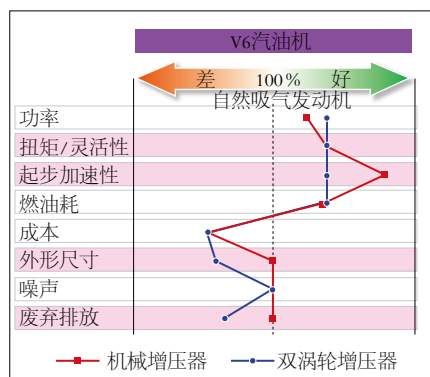


图20 V6-TFSI汽油机采用涡轮增压与机械增压的性能比较

A4、A6、A8轿车和SUV车型平台；④满足全球当今和未来所有的法规要求；⑤可获得不同的发动机特性(舒适型或运动型)。

在方案设计阶段，在均采用FSI燃烧技术的情况下，V6双涡轮增压和V6机械增压的潜在在发动机试验台架和汽车上进行了评价。正如图20所示，由于机械增压

表3 奥迪V6汽油机的技术数据

机型特点(单位)	2.2L-MPI	2.8L-FSI	3.2L-FSI	3.0L-TFSI(A6轿车)	3.0L-TFSI(S4轿车)
排量(cm ³)	2393	2773	3123	2995	2995
行程(mm)	77.4	82.4	92.8	89	89
缸径(mm)	81	84.5	84.5	84.5	84.5
升程/缸径	0.96	0.98	1.10	1.05	1.05
压缩比	10.3:1	12.0:1	12.5:1	10.5:1	10.5:1
缸心距(mm)	90	90	90	90	90
汽缸中心线偏移(mm)	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
主轴承直径(mm)	58	58	65	65	65
连杆轴承直径(mm)	50	54	56	56	56
连杆长度(mm)	159	159	154	153	153
缸体高度(mm)	228	228	228	228	228
最大功率/转速[kW/(r/min)]	130/6000	153/5250	188/6500	213/4850-7000	245/5500-7000
最大扭矩/转速[N·m/(r/min)]	230/3000	280/3000-5000	330/3250	420/2500-4850	440/2900-5300
燃油	95/91	95/91	95/91	95/91	95/91

在达到所必需的汽车性能的同时,还在起步加速性能和废气排放性能方面,以及通过将增压模块布置在V形夹角空间中而在外形尺寸方面所具备的优势,因此奥迪公司决定在V6机型上采用机械增压。这种机械增压机型在具有高的热力学效率的同时,起动扭矩的建立较快,并能较早地达到最大扭矩,同时具有良好的起步加速性能,除了要应用能节油的速比较大的变速器外,首先在较重的高档车型上能获得最

佳的动态性能,并确保在诸如美国和亚洲这种传统的V6车型市场上获得高的用户认同。

(2)新开发范围的重点

与2006年开发的采用奥迪可变气门升程系统和可调机油泵的V6-2.8L-FSI直喷式汽油机相比,机械增压的V6-3.0L-TFSI直喷式汽油机进行了如下的重要改进:①增压器转子;②汽缸体曲轴箱采用热处理;③增压模块中集成

了增压空气冷却器;④通往汽车低温循环回路的水管;⑤机械增压器的皮带传动;⑥凸轮轴;⑦气门和气门弹簧;⑧充量运动阀法兰。

(3)基本技术数据

表3示出了V6-3.0L-TFSI增压直喷式汽油机重要的基本技术数据与其他V6汽油机机型的比较,其中针对舒适性设计的机型用于奥迪A6轿车上,而运动型机型则用于奥迪S4轿车上。(未完待续)M

(上接第91页)

竣工验收、签发合格证的全过程,技术部的人员应自始至终参与其中。

四、配备现代汽车的维修教学设备

由于现代汽车从结构上实现了机电一体化,因而修理现代汽车的设备与过去也迥然不同了。一般来说,现代汽车所用设备分为修理设备、诊断设备、检测设备三大类。这些设备从原理、构造到功能都具有高科技含量,实现了智能和机电一体化,是保证汽车维修工艺规程实施的重要工具。

1.修理设备

现代汽车的修理设备,已不仅仅是传统的车床、钳床、铣床、刨床和搪磨机,由于汽车结构日趋复杂化的特点,必须配备高性能的检修设备。

比如,过去汽车发生碰撞事故后,车身变形的检修与校正,都采用凭眼睛看的人工

方法(包括敲打、拉、氧焊加热等),但那只适用于传统汽车。如今的汽车车身与行驶、操纵、制动等系统都有直接的关系,用传统方法整修不再能保证整形质量,以致上述系统部件不能正常工作。最常见的表现是:方向自动跑偏,跑不起高速,或者一接近高速行驶就产生振动等,进行转向机构调整也解决不了问题。近两年,国外出现微机控制的汽车车身整形设备,它通过身上的14个对称点,用激光发生器扫描并确定事故碰撞后车身的变形量,再通过配套的施力装置,进行拉伸或压缩校正。用这种仪器校正汽车车身便能有效保证质量。

2.诊断设备

“视情修理”的原则是建立在不解体诊断基础上的,而维修人员诊断设备的功能,不单要求能调出故障代码,而且还要求解释故障和提供故障的分析资料,再配合维

修手册上的故障分析逻辑框图,对故障得出正确的分析意见,从而确定汽车的维修范围,制订出维修工艺。所以,先进的汽车不解体诊断设备是汽车维修单位必须必备的,是区别现代汽车维修企业与普通汽修厂的标志,也是区别新国标提出的一类与二类汽车维修企业的标志。

3.检测设备

检测设备主要用于对维修质量的检测,即在汽车维修竣工之后,对其动力性、制动、侧滑等参数进行检测,验证该车的综合技术性能是否达到维修质量标准,从而向客户提供一个质量依据。具备了对以上参数检测的主要设备,不仅可以保证维修质量,同时也为贯彻“视情修理”提供了保证,确保从根本上提高汽车维修的服务水平。M

(作者原伟忠单位:广西玉林高级技工学校)