

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(二)

◆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。

(接上期)

### 3.工作过程的优化

V6-3.2L-4V-FSI直喷式汽油机的热力学开发目标是使发动机具有运动型动力性能的特点,并且经济性好又适合于日常使用,开发的重点是要达到非常高的升扭矩和升功率目标值,其基础是具备全球运用潜力的新型均质FSI燃烧过程,并以ROZ95/91号汽油品质为基础进行开发。

该机型的扭矩和功率潜力示于图11。在6500r/min时达到额定功率188kW,因而升功率超过60kW/L;在3250r/min时达到最大扭矩330N·m(106N·m/L),并在2400~5500r/min转速范围内升扭矩超过100N·m/L。同时,该发动机在6000~7000r/min范围内呈现出一

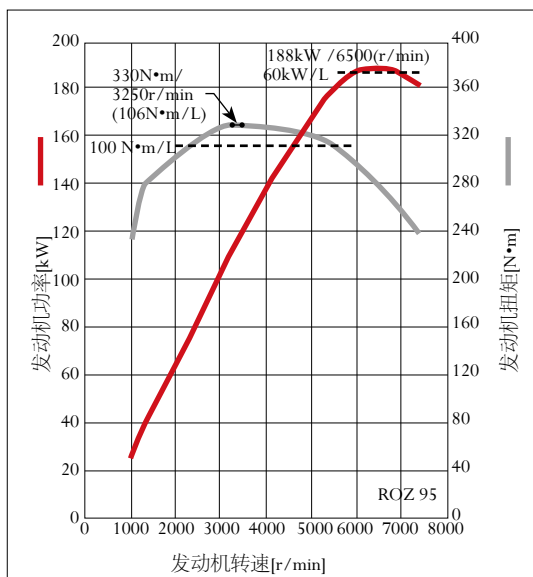


图11 功率和扭矩特性曲线

个明显的功率平台。最高转速可达到7200r/min。与其他的6缸汽油机相比,V6-3.2L-4V-FSI直喷式汽油机特别是在所达到的平均有效压力方面显示出非常突出的优势(图12)。

通过包括未滤清空气管道、空气滤清器和清洁空气管道等在内的整个进气管路的不断优化,进气空气压力损失明显降低,额定功率时总压力损失为28mbar(1mbar=100Pa)。与发动机电控单元供应商西门子VDO公司共同合作开发出了p-n控制系统(即采用进气压力p和发动机转速n信息计算喷油量的电子控制系统),由于取消了进气空气质量流量计,又进一步挖掘出降低5%进气空气压力损失的潜力。废气装置的调整,特别是减少了两列汽缸废气管路之间的相互干扰,使得低转速范围内的扭矩明显提高,而废气背压的降低使得高转速时的功率也获得了明显提高。采取这些改进措施后,在整个转速范围内汽缸充气效果得到了显著改善,在2400~6300r/min转速范围内的充气效率超过100%。

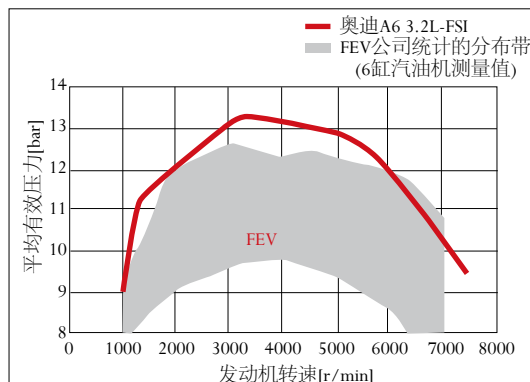


图12 平均有效压力特性曲线及其FEV分布带

进排气凸轮轴采用了全可变相位调节，这主要有助于在低转速范围内达到高的扭矩水平，而不会削减额定功率的输出。所应用的液压操纵的凸轮轴相位调节器能使所有4根凸轮轴的最大相位调节范围达到42°曲轴转角，其中“进气门开启”可从上止点后28°曲轴转角调节到上止点前14°曲轴转角，而“排气门关闭”则可从上止点前22°曲轴转角调节到上止点后20°曲轴转角(均指1mm气门升程时的相位)。

非常好的全负荷性能主要取决于新型的FSI燃烧过程(图13)。通过优化喷射油束的扩展，改善了缸内充量的冷却，并使得对缸壁润滑油膜的影响减小到最小程度。即使提高了缸内充量的密度，但是充量的冷却降低了爆燃的敏感度。这种新型的FSI燃烧过程使得在应用降低辛烷值(ROZ95/91)汽油的同时首次能够采用12.5的压缩比。

汽缸盖进气道的几何形状、燃烧室顶面与活塞顶面的形状、配气正时和燃油喷射等都会影响到缸内充量运动的形成，而缸内充量的运动则对混合汽形成、燃烧速度和降低废气排放的潜力起着决定性的作用。通过形成合适的活塞顶形状能在上止点附近产生有针对性的挤压流动，从而对燃烧过程产生有利的影响，并能提高抗爆性和改善废气排放性能。

#### 4. 废气排放和燃油消耗

燃烧过程优化的主要因素是喷油器喷束的设计，而它与缸内充量运动是相互影响的。通过匹配喷束的几何形状(见图13)，并



图13 FSI燃油分层喷射燃烧方法及其高压喷油器喷雾油束的形成

表2 V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射汽油机的技术数据

结构型式	90° V6汽油机	每缸气门数	4
排量(cm <sup>3</sup> )	2393	进气门直径(mm)	32.35
汽缸直径(mm)	81	进气门升程(mm)	11
活塞行程(mm)	77.4	排气门直径(mm)	28
行程/缸径比	0.95	排气门升程(mm)	10
压缩比	10.3-0.4:1	配气正时(1mm气门升程时)	
缸心距(mm)	90	进气门早开 上止点前曲轴转角(°)	14
两排汽缸错位(mm)	18.5	进气门晚关 上止点后曲轴转角(°)	28
主轴承数目	4	排气门关 上止点前曲轴转角(°)	6
主轴承直径(mm)	58	凸轮轴相位调节器调节范围 曲轴转角(°)(进气凸轮轴)	42
连杆轴承直径(mm)	50		
连杆长度(mm)	159	最大功率/转速[kW/(r/min)]	130/6000
机体高度(mm)	228	最大扭矩/转速[N·m/(r/min)]	230/3000-5000
活塞组质量(g) (包括销和环)	362	最高转速(r/min)	6800
点火次序	1-4-3-6-2-5	汽油品质等级 [研究法辛烷值(ROZ)]	95/91
发动机重量(kg) (DIN 70020)	161	废气排放标准	欧IV

调整初始和二次充量运动，成功地使得燃油润湿燃烧室壁减少到最低程度，并获得了最佳的燃油-空气混合汽均质化，这就能明显降低了原始排放和燃油消耗。

对降低冷启动原始排放起决定作用的措施是成功地开发出了燃油高压分层喷射启动，其中首次喷射根据启动温度的不同实现了高于3.5MPa的喷油压力，而喷油在压缩行程期间进行，并在点火时刻前不久结束，这样压缩热量有助于启动时的混合汽形成。与通常的燃油低压喷射启动相比，喷雾品质也就是混合汽准备及其均质化都得到了明显的改善，所需喷射的启动油量也能大大减少，因此能显著降低启动时的HC排放(图14)。

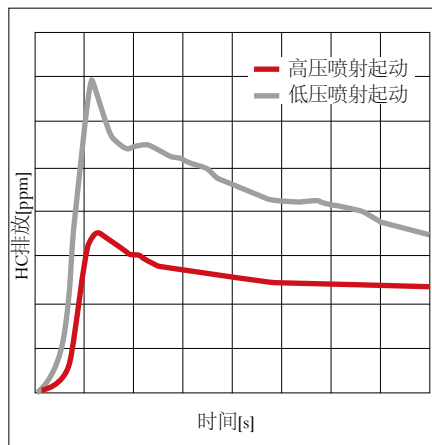


图14 HC排放

## 二、V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射汽油机

同步开发的新型V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射汽油机(表2)在机械结构设计上是V6-3.2L-4V-FSI直喷式汽油机缩小排量的变型，采用平衡轴、四气门技术汽缸盖和连续调节的进气凸轮轴相位调节器等的基础发动机设计以及排气歧管和近发动机催化转化器总成都是通用的，而燃烧过程和带有可变进气管的进气系统是为MPI汽油机重新开发的。

开发时将发动机的高性能放在重要的地位，但是同样也特别重视相对于FSI直喷式汽油机的成本和零部件通用性，仅有33个不通件和19个全新的零部件，而剩下的15个零件则与V6-3.2L-4V-FSI直喷式汽油机稍有不同，但在制造和加工方面是相互相通的。按照奥迪品牌运动型动力性能的要求，V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射汽油机在针对舒适性开发的V6发动机基本机动性、扭矩特性曲线和功率发挥方面相对于老机型而言仍有显著的提高，同时运转平稳性和加速性能等方面也得到了改善。

新型V6-2.4L-4V-MPI多点气门口喷射汽油机被用于新型A6轿车前桥驱动车型，并配备六挡手动变速器或者“Multitronic”无级自动变速器。(未完待续)