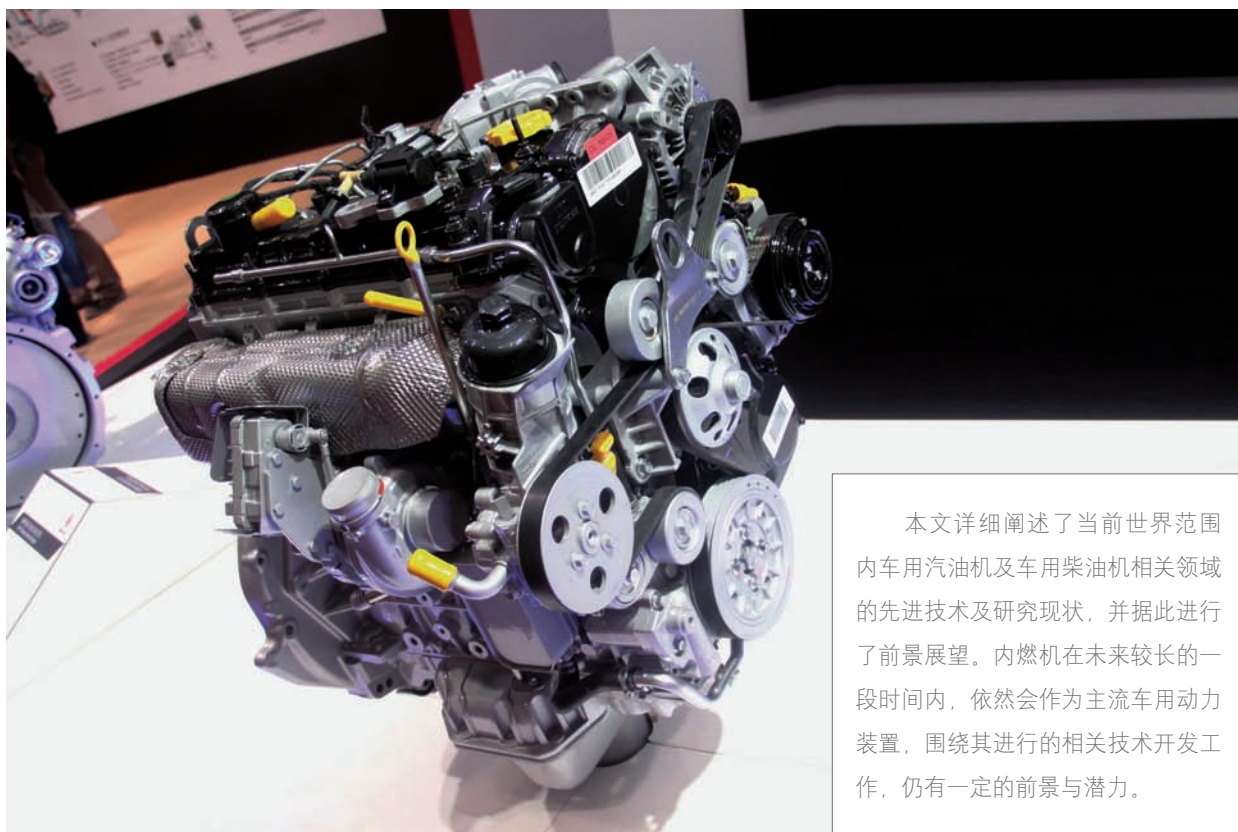




本文详细阐述了当前世界范围内车用汽油机及车用柴油机相关领域的先进技术及研究现状，并据此进行了前景展望。内燃机在未来较长的一段时间内，依然会作为主流车用动力装置，围绕其进行的相关技术开发工作，仍有一定的前景与潜力。

车用内燃机先进技术研究现状及展望

□ 上海汽车集团股份有限公司/伍赛特

随着汽车的技术进步，尤其是市场对汽车节能减排和安全性等提出越来越高的要求，对车用内燃机

也提出了更加严格的要求，其中包括：必须满足日益严格的排放法规要求；具有更好的燃油经济性；需

满足用户针对汽车及发动机应具有良好技术性能、优越驾驶性、NVH控制性能以及低保养、低维修费用

削曲轴法兰端和小头端只需一次装夹，而无需像过去那般使用两台设备分别对其加工。对设备用户来说，这种方式的优势显而易见：不仅降低了整线的投入成本，也减

少了占地面积。此外，该创新使用成型砂轮成角度切入磨削或者使用通用的窄砂轮多次切入磨削法兰和小头端，不仅增加了机床柔性，也缩短了节拍时间。正因为其兼顾小

批量生产的柔性和大批量生产的速度，该方案是满足用户需求的完美方案。 **AUTO1950**

等方面提出的更高要求；适应全球汽车多用途、多用燃料动力总成的发展潮流；更进一步缩短开发周期和降低开发费用等。

国内外车用汽油机先进技术

1. 基本情况

就目前而言，我国乘用车动力装置仍以汽油机为主，而商用车则多采用柴油机。按配套车型，汽油机可分为三大类：一是轿车用汽油机，二是微型车用汽油机，三是轻型车和其他车型用汽油机。

从国际、国内的发展形势看，今后一个时期，汽油机将面临减少CO排放和进一步降低油耗的挑战。全新的、更严苛的法规要求也意味着更大的挑战。诚然，这种巨大压力，也是车用汽油机技术进步的动力。

为满足未来新的、更加严格的法规要求：各汽车厂家将广泛采用先进的汽油机技术；增加和提高具有稀燃、直喷、VVT等技术汽油机的装车数量；强化对混合动力技术的研究；减少车辆自质量；更进一步缩小发动机设计尺寸等。

2. 车用汽油机节能减排技术及相关措施

降低污染物的排放，是发展先进汽油机技术的主要目标之一。改善和提高燃油经济性的方法，主要是应用可变气门正时技术（VVT）、涡轮增压和直接喷射等技术。

(1) 可变气门正时（VVT）技术。通过VVT技术，提高发动

机的动力性、排放控制能力、降低泵气损失，改善燃油经济性。利用内部废气再循环技术（EGR），降低NO_x排放。通过采用连续可变的VVT系统，可使得在每种发动机的工况下，都能达到最优化的气门正时。同时，还可采用断缸技术。

本田公司的电子控制式可变气门正时和升程的发动机（i-VTEC）、丰田的电子控制可变正时发动机（VVT-i）等，均已投放市场而得以实际应用。全电控无凸轮轴的气门正时技术的研发，也已获得成果，该机型已量产并投放市场。宝马公司已开发出机械+电控的全可控的气门系统，其效果可达到电控功能的99%。FEV公司现已开发出全电控的气门系统，并装出样车进行试验。而由西门子公司研制的这类发动机，配备伺服阀、中间偏心轴的位置传感器以及与发动机计算机相连接的气门升程控制器。而目前的市场发展形势表明，VVT技术正在逐渐得以广泛应用。

(2) 机械增压和涡轮增压。为进一步改善发动机的燃油经济性，减少发动机尺寸和降低转速，通常会采用涡轮增压器。

(3) 缸内直喷（GDI）技术。采用缸内直喷技术，可实现精确的空燃比控制，提升发动机的瞬态响应、冷起动以及暖机能力，可满足未来严格的排放法规要求。结合使用涡轮增压技术，GDI技术具有很好的发展前景。

缸内直喷发动机，还具有采用均质混合燃烧和采用分层充气的涡轮增压技术。可利用进气管喷射所使用的三元催化转化器，排气后处理技术也易于实现。目前，该项技

术已推广应用，与更为先进的自动控制点火技术相结合，则能使发动机的排放降到很低的水平，并能减少燃油消耗，其效果与层流直喷技术相当。如此一来，可避免采用高难技术的DeNO_x催化器，降低发动机制造成本。

3. 车用汽油机先进技术

(1) 均质充量压燃（HCCI）技术。该技术可提高燃烧速度，使发动机混合气以较大的空燃比稳定燃烧。丰田公司装备稀燃发动机的Carina轿车，结合采用EGR技术，可使发动机油耗降低达10%。此外，本田、三菱、马自达等公司均已制造出采用该项技术的发动机。此项技术可进而发展为自动控制点火，达到低温燃烧，使NO_x排放进一步减少，燃油经济性再次得到改善。

(2) 可变压缩比技术。采用该技术并结合增压手段，可允许一定程度上改变发动机压缩比，并能进一步改善燃油经济性。如此，在发动机全负荷时，压缩比可根据爆震极限而减小，而在部分负荷时，则增加压缩比，以达到更高效率的燃烧状态。

(3) 基于缸压控制的电控发动机。英国里卡多与奔驰公司等开展科研合作项目，采用智能控制算法和先进的感应技术，根据发动机的缸压，对发动机进行控制。项目的阶段性成果表明，这种新型发动机与传统的电控发动机相比，在燃油经济性、舒适性、排放控制性能和可靠性等方面，均有较大程度的改善，同

时，发动机的成本降低。

该类试验结果在于采用了高性能而价格较低廉的传感器和基于模型控制和故障分析系统。感应技术则被应用于绝缘体上镶硅的芯片材料。由于应用了根据发动机缸压而对其进行控制的技术，并直接监测缸压。由此，即可反馈控制发动机的点火正时，使得发动机能在接近理想的工况下运行，从而改善燃油经济性。同时，由于各缸工作均匀性获得改善，因此，使其运转平稳性有所提高。另外，在起动时，发动机点火更延迟，使催化器能较快地达到起燃温度，提高排放控制性能。

对发动机状态的紧密监测，为智能控制和故障分析等技术的发展与运用，提供了更大的潜力，缸压监测，可使OBD工作更可靠，以及较好的补偿发动机生产过程中制造加工精度的波动及燃油品质的变化。由于缸压反映了空气流量，因此，可减少使用一定数量的传统式传感器，诸如进气流量、爆震和凸轮轴传感器等。由此，可使发动机的成本降低。

国内外车用柴油机先进技术

1.基本情况

就目前而言，配装有直喷式柴油机的轿车，其燃油经济性与同类型汽油机轿车相比，至少要好出30%。因此，欧洲方面认为，普及应用直喷式柴油机轿车，是减少石油消耗最有效的手段和途径之一，并以此而降低CO的排放量。这也是柴油轿车在该地区大行其道的主

要原因。

日本各大知名车企，皆积极研发和生产现代先进的小型柴油机，以满足国际汽车市场尤其是欧洲方面的需求。

生产低硫柴油，为柴油车在美国的普及应用提供了先决条件，同时，柴油车的扩大使用，也为美国方面节省燃油及更进一步降低汽车排放提供了机遇。

然而，柴油机技术的发展并非坦途一片而无任何障碍，未来车用柴油机所面临的主要挑战，是要满足极低的NO_x和颗粒物排放规定要求，同时又保有良好的燃油经济性。颗粒物的排放问题，很大程度上可通过过滤系统而获得解决。而降低NO_x排放的主要措施，则是采用选择还原催化器（SCR）和稀薄燃烧（LNT）捕捉器技术。

关于发动机燃烧方面，则可进一步优化传统的燃烧系统，其中，最关键的工作，则是研发更柔性、更精确的燃油喷射系统，从而可在不同的发动机脉谱图（MAP）区域内，出色地满足对发动机动力性、经济性和排放控制等方面提出的相关技术要求。除此之外，还应重点研究对燃烧系统进行研究，以适应更均质化的柴油机燃烧方式，于此也要采用更加准确的压电式喷油器和变几何形状的涡轮增压器。

2.车用柴油机先进技术

先进车用柴油机技术研发攻关的重点，在于燃烧的优化和排气后处理，其中，包括颗粒捕捉器（DPF）和NO_x控制技术。应用SCR和LNT捕捉器技术，以此降低NO_x排放。同时，采用高效燃烧系

统、两级增压和低压废气再循环（EGR），以优化燃烧室尺寸；并且采用先进的燃油喷射系统和可调喷嘴形状技术，先进的气道和可变涡流技术，优化流量系数。

为满足当前的排放要求，需采取高压共轨、单体泵或泵喷嘴技术，同时采用先进的SCR+DPF技术，或者是冷却的EGR+DPF技术。

SCR系统，具有对发动机燃油经济性产生的负面影响显著降低，并能使柴油机保有其原先良好经济性的优点；但其缺点在于，需要机械式还原剂储存能力和添加设备，而如果具备了这些条件，则可避免采用复杂的NO_x吸收技术，但为此仍需开展大量的标定工作。

应用NO_x吸收催化器，可基本满足当前的排放要求，但要符合更严的排放法规指标，则需采取DeNO_x吸收技术并配装有颗粒过滤器，若使用NO_x吸收催化器，则需要提高其长期的稳定性和耐久性。同时也需要降低燃油中的含硫量。

目前，高压共轨喷射系统技术已相当成熟，博世、德尔福等厂商，相继开发出这一类产品，并向市场进行大规模推广。电控高压共轨系统的技术已也相当先进，采用该系统的柴油机，可最大限度地降低发动机工作时的振动及噪声，油耗也进一步下降，减少了烟度和NO_x的排放。

车用内燃机代用燃料技术的发展

1.基本情况

通常而言，狭义上的代用燃

料，是指在传统车用汽油机及车用柴油机在结构上能不作根本性技术改动即可直接燃用的传统石油的代用品。后来，也逐渐将代用燃料的含义扩大至新能源，例如电能等，文中此处代用燃料系指狭义上的代用燃料。

对石油资源的过度消耗而引起的能源短缺现象可谓日益加剧，同时还辅以环境污染加重、气候变化异常等严峻问题。针对该局面，世界各国已经开始既注重对传统燃料的节约，同时又积极寻求新型车用内燃机代用燃料。鉴于我国的特殊国情，更加需要发展代用燃料汽车。对此，汽车行业早已达成共识，国家有关部门也有相应的行动措施。

2. 天然气

天然气的主要成分——甲烷，相比汽油、柴油可以燃烧得更充分和彻底，有利于降低有害物的排放。因此，天然气汽车具有排放洁净、环保效益好的突出优点。普及使用天然气汽车的另一大优势，是天然气的资源较为丰富。无论是世界范围还是我国，天然气资源储量都比石油资源储量更高，可保证在未来长远时期内的正常使用。除此之外，在全世界范围内，可燃冰（即天然气水合物，主要成分也是甲烷）的储量勘测，将使天然气汽车的技术发展前景更加走俏。

不仅如此，天然气汽车的安全性也有较高保障。如此而言，相较于其他类型的代用燃料汽车技术方案，大力发展具有绝对优势的天然气汽车，应成为我国现阶段，乃至今后一个较长时期清洁替代燃料汽

车技术发展战略的首选方案。

在国际上，天然气汽车技术已相当成熟，并已得以广泛应用。在我国，该项技术也已达到相当高的水平。就目前而言，应尽快扩大其应用范围，从过去主要以在用车改装为主，向新车大批量生产转变；由机械式两用燃料或双燃料，向电控喷射式单一燃料汽车过渡；积极研发可满足更高排放标准要求的产品，并积极准备产业化的实现。

3. 生物燃料

生物燃料，主要指以生物为原料而制取或提炼，并可供汽车使用的燃料，目前主要有乙醇、生物柴油等等。使用该类燃料的汽车与传统汽车相比结构上无重大改动，尾气排放总体较低，现有的基础设施也可以进行利用。

目前，巴西、美国等多个国家，都在积极发展以乙醇为代表的生物燃料，并已在国际上造成广泛影响。就在我国的技术发展结果表明，我国发展以粮食为主要原料的生物燃料，并不符合我国人多地少的具体国情，“与人争粮”、“与人争地”的生物燃料发展政策目前并不可取。

我国应遵循“因地制宜、合理利用资源、不占用耕地、不影响粮食安全、不破坏生态环境”的原则，积极开发经济适用的非粮生物燃料技术，并推进其产业化。据此精神，迄今，我国一些地区在此种代用燃料的开发利用上也做了大量工作，并取得积极进展。

4. 醇醚类燃料

该类燃料，主要包括甲醇、二

甲醚以及煤制油等。由于我国拥有较为丰富的煤炭资源，因此，目前部分地区正在努力探索用煤做原料而大量生产甲醇和二甲醚，该战略方向总体而言是符合我国国情的。然而，我国煤炭虽然储量多，但优质煤并不如想象中那样丰富。如果能充分利用高硫低质煤制取二甲醚，用回收焦炭生产过程中排出的煤气以制取甲醇，则将使醇醚燃料的技术方案更具有广阔的发展前景，也更符合国家的长远利益。当然，甲醇大量应用于汽车，在进入市场之前，必须完成相应的标准制定，只有符合标准的产品才能被批准入市。

该领域另一大方向是以煤制油。当前，世界范围内大部分国家地区的有关研发仍处于探索阶段。我国已有若干企业在实施煤制油项目，国家应有效掌控该类燃料的发展。因为煤制油项目耗资巨大，成本高昂，尤其需消耗大量的水。因此其至少在近、中期不宜大规模推广，而应进行适度开发。但作为一项重要能源技术，我国应当对此有所把控。

结语

内燃机作为一类发展逾百年的传统热力发动机，在未来较长的一段时间内，依然会作为陆用车辆的主流动力装置。据此，围绕车用内燃机开展的一系列技术研发工作仍有一定的价值与潜力。整个内燃机行业也将不断攻坚克难、砥砺前行、发挥余热犹未晚也。

AUTO1950