

汽车发动机电控系统新技术分析

王海亮 许艳梅

现代汽车研发中心 山东 烟台 264000

摘要：发动机作为车辆的核心部件，对汽车的功能和稳定性都起着举足轻重的影响。随着汽车行业的日益发展，发动机电控系统也不断涌现，极大提高了汽车的安全性以及满足现代需要的程度。但目前，针对发动机的技术进步大多集中于汽车电控技术范畴，所以深入研究发动机的电控技术也是改善车辆安全性的关键因素之一。

关键词：汽车发动机；电控系统；新技术

引言

发电机作为车辆的关键部件之一，其运行状态对整个车辆的性能有着决定性影响。发动机电控系统是现代汽车的关键部件之一，其工作情况将对整个汽车的功能产生至关重要作用。因此发动机电控技术已成为汽车发动机的“大脑”，而注重改善发动机缸内进气机构的新技术也已成为当今汽车发动机技术的研发重点。经过调整，能够改善引擎的燃料经济性、提高效率，使引擎在所有情况下均能保持良好状况。上述特性促使发动机气缸进气机构的调整变成了改善整车安全性的关键措施。优化的发动机进气系统，能够改善其燃料经济性、作用效能和减少了废气污染，使可燃废气在混合后变得更加平衡，进而改善了发动机的水冷起动性能和加速特性。

1 汽车发动机电控系统介绍

汽车的电控技术它被广泛应用在汽车的各个方面，包括在汽车的车身、底盘和发动机等方面。尽管各个部分的作用有所不同，但基本原理一致。由于这些部件与电子工艺和微电子技术密切相关，所以经常存在一些比较复杂的现象，处理和排除问题也存在较大的困难。以往的汽车维修方法在这个领域已经不再适用。汽车发动机电控技术主要由电控点火系统、电子燃油喷射系统以及电子怠速管理系统所构成。这些控制系统利用内置的电子传感器，将控制系统中产生的指令转化成无线电信息后再传递给各个电子控制单元，主控单位对指令加以处理后再由执行机构把指令转换为对其具体的控制动作^[1]。车辆发动机电控技术是电子信息技术在车辆领域中的具体运用，通过内部传感器对控制系统发出的指令进行控制，并分析处理发动机运行参数所收集到的各种传感器信息。最终，根据计算结果产生输出信号，并将其传输到执行器，从而影响汽车性能、动力、能效和污染等方面。发动机电控系统是由传感器、ECU和执行器三部分组成的，各个部分都非常重要。电控技术在汽车行业

的应用，为汽车带来了很多积极的变化。

2 汽车发动机电控系统工作原理

发动机的电子管理系统，一般由传感器、ECU和执行机构等构成。传感器主要用来测量发电机的工作参数，将测量结果转换成电讯号传递至主控单元。ECU给各传感器提供参考电压，并接受传感器的输入信息，再进行分析运算，将产生的输出信息发送给执行器。三者密切配合，共同完成发动机的控制和管理。发动机电控技术的应用可以提高发动机的性能和动能，降低能耗，减少废气排放，从而实现减少环境污染的目的。发动机电控系统由三个主要部分组成，分别为传感器、ECU以及执行器。传感器检测发动机的运行参数并将检测结果转换成电信号传送至控制单元，由ECU给各传感器提供参考电压并进行分析与运算以形成输出信息，执行器则接收控制单元的输出信号并实现各种控制操作。其中执行器主要有燃油泵、喷油嘴、点火线圈、点火控制器、怠速阀、EGR阀和EVAP阀等。汽车发动机电控系统分为传感器、ECU和执行器三个主体部分。传感器可以采集发动机的所有运行参数，将这些数据转换成电信号并传递至控制单元。ECU给各传感器供给参考电压，然后接受传感器的输入信息，并进行分析运算，最后将产生的输出信息送往执行器上。汽车发动机的电控管理系统，包括了传感器、ECU和执行器三种主要的组成部分。感应器会获取发电机的所有工作参数，将上述参数转换成电信号并传递至主控单元。ECU则提供各种传感器的参考电压，接收传感器输入信号，进行分析计算，并产生输出信号送到执行器。执行器会根据控制单元的输出信号，进行相应的执行动作，例如燃油泵、喷油嘴、点火线圈或点火控制器、怠速阀、EGR阀、EVAP阀等。ECU会实时监测发动机的运行状况，并根据传感器收集的信号不断进行调整，以维持最佳工作状态，实现发动机能力的最大化。

3 系统组成

汽车发动机电控系统的传感器会收集发动机的各种运行参数并将其转换成相应的电信号, 传送至控制单元。控制单元会实时监测发动机的运行状况, 并通过对传感器信号的分析 and 计算, 产生控制命令并将其发送至执行单元。执行单元接收并执行相应的命令, 以控制汽车发动机和系统的正常运行。通过对汽车发动机的精细控制和调节, 发动机能够以最高效、最稳定的方式运行, 同时减少了废气排放, 对环境造成的污染更小, 既提高了汽车的工作效率和燃油经济性, 实现了汽车行业的可持续发展。

4 系统功能

汽车发动机电气控制系统中的重要功能是监测发动机运行状况和传输相关信息。其中点火控制系统通过传感器确定准确的点火时间和力矩, 优化发动机的运行效率和性能。汽车发动机电气控制系统通过传感器监测发动机运行状况, 并将信息传输到控制单元处理和存储。此技术可提高燃烧效率和可靠性, 减少废气排放和环境污染。此外, 自动诊断控制系统可检测异常传感器, 将错误代码存储, 并执行相应维护任务。燃油控制系统能够根据车辆行驶模式, 实时控制喷油器的连接时间, 提高发动机燃烧效率和可靠性, 同时减少废气排放和降低环境污染的风险。此外, 控制单元能够自动检测异常传感器, 将错误代码存储和显示错误指示灯, 然后执行相应的维护任务。

5 汽车发动机电控系统新技术

5.1 涡轮增压技术

现在小型化发动机的发展趋势越来越明显, 同时涡轮增压技术也备受关注, 因为它能够降低油耗并减少排放。博格华纳公司的可变截面涡轮增压器 (VTG) 能够改变废气涡轮的进气截面, 以提高涡轮增压器的响应速度和增压效率。

自2002年与保时捷合作开始, 博格华纳不断创新汽油机VTG涡轮增压技术, 为各种汽油发动机提供VTG涡轮增压器。基于第六代产品的汽油机VTG涡轮增压器在2017年成功研发, 更新了装配和结构, 进一步提高了效率和可靠性。使用VTG涡轮增压器的汽油发动机与米勒循环发动机的结合, 创造了最佳的动力性能和能效比。此技术亦为混合动力汽车的大规模市场化打下了坚实的基础。此外, 米勒循环在低排放温度运行时, 让汽油VTG的核心调节系统材料更加具有经济性与可行性, 从而让其技术应用更加普遍。

5.2 可变进气歧管

进气歧管是发电机的主要零部件, 主要功能是进行均匀的进气。可变长度进气歧管控制系统主要由发动机的进气管切换阀门、电子控制结构等所组成, 其主要结构分为ECU、发动机的进气管切换真空电磁阀、真空膜盒和真空作用器等部件。在发动机转速小于3500r/min时, 真空电磁阀的电路会被ECU根据负荷、温度等信息而断开, 真空膜盒和真空作用器间的真空管路就会被关闭, 真空膜盒的真空腔会和空气相连^[3]。这时, 由于膜盒膜片二端的压力差均是大气压力, 因此隔膜就会被压向真空腔一侧, 而同时推杆也会被带动而移动, 使发动机的进气管及转换阀门都达到了关闭状态。这种状况下, 发电机能够利用较长的进气道进入更多的压缩空气, 从而产生更大的转矩, 以便于实现在较低速度时达到更良好的特性。当发电机速度达到三千五百r/min时, 将电磁阀接通, 使真空作用器和真空膜盒间的管路连接起来。这时, 进气管中的真空由真空作用器、电磁阀传送至真空膜盒的真空腔。这就使膜片一侧的气压为大气压力, 而另一侧是真空压力, 所以产生了压力差 ΔP ($\Delta P = P_O - P_U$)。当发动机转速超过3500r/min时, 通过电磁阀工作, 真空膜盒的真空腔被传入真空度, 产生了压力差, 使膜片被压向真空腔一侧。推杆带动转换阀打开, 空气通过较短的进气道流入气缸, 以增加在发动机高转速时的功率输出。

5.3 火花塞点火控制压燃点火方式

火花塞点火控制压燃点火技术相对于其他技术更注重燃料的使用效率, 被应用在MAZDASKYACTIV-X引擎上^[1]。内燃机的做功是指燃料的膨胀, 做功冲程是推动发动机内部活塞进行运动的过程。而使用SPCCI技术的SKYACTIV-X引擎, 内部活塞运动距离较短, 因此损失的热量逐渐降低。通过分析汽油和柴油的物理性质, 可以发现汽油的燃点较高, 导致压燃的难度较大, 需要点火器进行点火。传统汽油发动机的空燃比约为14.7/1, 而SKYACTIV-X引擎的空燃比则被设计为36.8/1, 这样一来既可以避免爆震, 又可以减少油耗。此技术最初被应用于MAZDA的SKYACTIV-X发动机中, 通过缩短活塞的运动距离来减少热量损失。活塞到达发动机上止点时, 将会点燃火花塞, 这个点火过程与传统汽油发动机基本相同。点燃后, 附近的混合气被点燃并扩大, 形成一个虚拟的活塞, 从而显著提高了压缩比, 将其余混合气一起压缩点燃。火花塞的另一个重要作用是在SKYACTIV-X需要进行特定情况下的高速运转时, 系统内部的ECU可以将汽车的点火模式从压燃点火模式改变为传统发动机模式, 以确保发动机的稳定运行。

5.4 可变配气相位

可变配气技术根据发动机的工况需要调整气门升程和配气相位,这有助于提高发动机的有效转矩、降低油耗和减少排放^[2]。Valvetronic、Vanos、VTEC、AVS和VVT-i等可变配气技术已经广泛应用,但这些技术可能面临成本高、调节复杂、可调范围受限等挑战,可变配气技术的未来仍然有着巨大的发展潜力。液压可变配气技术是可变配气技术的一种发展迅速的方向。研究人员提出了一种全可变液压气门机构方案,对气门落座的控制措施和压力波动对气门的影响规律进行了研究。另一方面,研究人员还研制了一种电液式可变配气系统,并利用仿真与实验相结合的方法分析了气门的运动规律。在电控液压双活塞配气系统方面,研究人员利用仿真软件建立了气门运动仿真平台,并对系统结构参数进行了优化,以满足气门运动控制的要求。液压可变配气技术在气门运动方面存在多个影响因素,例如油压波动、气门弹簧参数和气门落座缓冲性能等,因此对气门运动控制方法的研究变得尤为重要。目前,新型液压可变配气控制系统可以通过容积调整的方法实现气门相位与升程的不断变化,相比于现有的可变配气控制系统,能够更好地提高发动机性能。

5.5 缸内直喷技术

缸内直喷技术主要包括了两个不同的燃烧方式,分别为均质燃烧方式和分层燃烧方式^[3]。均质的方法是在进气程序后期在燃烧器中喷射燃料,使气体完全混匀并在点燃时产生相对均匀的混合气以确保平稳点燃。缸内直喷技术是直喷式汽油发动机领域的一项创新技术,它通过燃油分层喷出方式,使燃料从喷油口直接喷进汽缸,可以大大提高柴油机热效率和减少柴油机污染。另外,这种技术还能够在相同排量下,达到良好的动力性和燃料经济性,特别是在低速负载下燃料消耗的减少以及发动机的明显增强。分层点燃方法是指在压缩行程内喷射燃料,将其和压缩空气混匀,将点燃时间由火花塞处至气缸壁,燃料含量从浓至稀,从而确保合理点燃和良好的火焰传递,从而改善了燃料经济性。而传统的汽油发动机,则把汽油直接喷射在进气管中和压缩空气混合后再进入汽缸内点燃,用以优化启动时的排放与输出不平

衡问题。尽管分层燃烧模式有很多好处,但也存在一定弊端。随着新技术的推出,缸内直喷发动机的研发成本很高,与传统电喷车相比,需要更频繁更换火花塞等零部件。另外,汽车对燃料品质的要求也更高,必须采用更高标号的燃料,从而提高了车主的用车成本。但是,由于缸内直喷发动机相比于传统电喷发动机更易产生积炭的问题,这就要求车主选择较昂贵的缸内直喷发动机专用添加剂,来克服积炭问题^[1]。

6 汽车发动机电控技术发展趋势

6.1 汽车发动机的驱动能力发展趋势

随着新能源领域的诞生和进一步发展,液动式执行机也逐步取代了传统的电磁式和电动式执行机。尤其是在汽车发动机技术更新换代的过程中,液动式执行机的驱动优点得以进一步的体现,成了现代汽车发动机中电控系统的主要驱动方法。

6.2 ECU处理器的发展趋势

随着汽车电子化的推进,微处理器在汽车中的应用已经越来越普遍。作为汽车电子控制系统的核心部件,发动机控制单元(ECU)对汽车性能产生重要影响,其信息处理速度也越来越重要。目前,高速驱动的ECU处理器已成为汽车微处理器的主要发展方向,未来ECU技术仍将持续创新^[2]。

结语

文章主要围绕汽车发动机电控体系的形成、中国汽车发动机电控的发展趋势以及汽车发动机电控技术的最新研究方向展开了分析研究,并希望文章能对中国的汽车发动机电控研究发展带来一些帮助,为推动中国汽车发动机电控研究的进一步开发出一些微薄之力。

参考文献

- [1]郑太雄,张瑜,李永福.汽车发动机失火故障诊断方法研究综述[J].自动化学报,2017,43(4):509-527.
- [2]吴创.汽车发动机故障维修技术应用分析[J].内燃机与配件,2017(10):63-64.
- [3]孙兴福.汽车发动机电控系统常见故障[J].汽车运用,2017(6):43-43.