

浅谈汽车氧传感器常见的故障及检查方法

徐 斌

浙江新瓷智能科技股份有限公司 浙江 湖州 313002

摘要：汽车氧传感器作为发动机控制系统中的关键部件，其工作状态直接影响汽车的性能和排放。本文首先介绍了氧传感器的基本结构和工作原理，阐述了其在发动机控制中的重要作用。接着，详细分析了常见的氧传感器故障类型，包括老化和损坏、电路故障、污染和堵塞等，并探讨了导致这些故障的原因。

关键词：浅谈汽车；氧传感器；常见的故障；检查方法

引言：随着汽车技术的不断进步，发动机控制系统对氧传感器的依赖程度日益增强。氧传感器作为监测排气中氧含量的关键元件，为发动机控制系统提供了重要的反馈信息，确保发动机在各种工况下都能保持理想的空燃比。然而，由于工作环境恶劣和使用年限的增长，氧传感器难免会出现各种故障，从而影响发动机的性能和排放。

1 汽车氧传感器的工作原理

1.1 氧传感器的基本结构和组成

汽车氧传感器作为发动机管理系统中的关键部件，其工作原理与结构密不可分。它主要安装在发动机排气管上，用于实时检测排气中的氧含量，从而为发动机控制单元（ECU）提供重要的反馈数据，以便调整燃油喷射量，实现最佳的燃油经济性和排放控制。氧传感器的基本结构相当精巧，其核心部分是一个陶瓷管，这个陶瓷管内外均覆盖有特殊的电极材料。其中，内侧电极与大气相通，而外侧电极则直接暴露于发动机排放的废气中。这种设计使得传感器能够直接感知排气中的氧浓度变化。陶瓷管内部还含有一种特殊的电解质，它在高温下能够导电，并通过电极传递信号。当排气中的氧含量发生变化时，电解质中的离子流动也会相应改变，导致内侧和外侧电极之间的电位差发生变化。这个电位差信号会被传感器内部的电路转化为电压信号，并传输至ECU。除了陶瓷管及其电极系统外，氧传感器还包括一个加热器元件。这个加热器的主要作用是在发动机冷启动时迅速提升氧传感器的温度，使其尽快达到工作温度。因为只有在一一定的高温下，陶瓷管内的电解质才能充分发挥作用，确保传感器能够准确感知氧浓度的变化。

1.2 氧传感器的工作原理和信号输出

氧传感器的工作原理基于氧浓度与电极电位之间的关联。其核心在于利用陶瓷管内外电极之间的电位差来反映排气中氧含量的变化。当排气中的氧含量较高时，

外侧电极上的氧分子会与电解质中的离子发生反应，导致电位差发生变化。这一变化被传感器内部的电路捕捉并转化为电压信号。随着发动机工况的变化，排气中的氧含量也会不断波动。氧传感器能够实时感知这些变化，并通过调整电位差来反映氧含量的多少。当ECU接收到氧传感器的信号后，会根据信号的大小和变化趋势来判断发动机的燃烧状态，并据此调整燃油喷射量，以优化发动机的工作性能。此外，氧传感器的信号输出还具有一定的动态特性。它不仅能够反映排气中氧含量的平均值，还能够捕捉到氧含量的瞬时变化。这使得ECU能够更精确地控制燃油喷射，实现更加平稳和高效的发动机运行。

1.3 氧传感器在发动机控制中的应用

氧传感器作为现代发动机控制系统的核心部件，其在优化发动机性能、提升燃油经济性和减少排放等方面发挥着至关重要的作用。首先，氧传感器通过实时监测排气中的氧含量，为发动机控制单元（ECU）提供精准的数据支持。ECU根据氧传感器的反馈，能够实时调整燃油喷射量，确保发动机在各种工况下都能保持理想的空燃比。这不仅有助于提升发动机的动力性能，还能有效减少燃油消耗，实现更高的燃油经济性。其次，氧传感器在发动机的排放控制中也扮演着重要角色。通过精确控制燃油喷射，氧传感器有助于减少一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物等有害排放物的生成。这对于满足日益严格的环保法规、保护大气环境具有重要意义。此外，氧传感器还能帮助发动机实现更加平稳的运行。通过实时监测排气中的氧含量变化，ECU能够及时发现发动机的异常情况，如燃油系统泄漏、点火系统故障等，并采取相应的措施进行调整^[1]。这有助于减少发动机的故障率，延长其使用寿命。

值得一提的是，随着汽车技术的不断发展，氧传感器的应用也在不断拓展。例如，一些先进的发动机控制

系统采用多个氧传感器进行联合控制,以实现更加精准和高效的发动机管理。同时,一些新型的氧传感器技术也在不断涌现,如宽范围氧传感器、快速响应氧传感器等,它们为发动机控制带来了更多的可能性。

2 常见的汽车氧传感器故障及原因分析

2.1 氧传感器老化和损坏

在汽车使用过程中,氧传感器作为发动机管理系统的重要部件,其性能和寿命会受到多种因素的影响,从而导致老化和损坏。首先,高温环境是氧传感器老化的主要原因之一。发动机排气系统的高温环境使得氧传感器长期处于高温工作状态,这会导致传感器内部的电解质逐渐失去活性,陶瓷管结构也可能发生变形或开裂。此外,高温还会加速传感器内部电极材料的氧化和腐蚀,进一步影响其性能。其次,积碳和污染物沉积也是氧传感器损坏的常见原因。在发动机运行过程中,排气中会携带大量的积碳、油污和其他污染物。这些污染物会逐渐沉积在氧传感器的电极和陶瓷管表面,形成一层绝缘层,阻碍氧气与电极的接触,导致传感器信号失真或失效。此外,机械振动和冲击也可能对氧传感器造成损坏。发动机工作时产生的振动和冲击会使传感器内部的零件松动或断裂,影响其正常工作。特别是在恶劣的行驶条件下,如颠簸的路面或频繁的急加速,这种损坏的可能性会进一步增加。最后,不正确的维护和使用也会加速氧传感器的老化和损坏。例如,使用不合适的燃油或添加剂、长期不进行排气系统清洗、忽视定期更换氧传感器等,都会对传感器的性能产生负面影响。

2.2 氧传感器电路故障

在汽车使用过程中,氧传感器电路故障是较为常见的问题之一,这类故障往往直接影响到发动机控制单元(ECU)接收到的信号,进而影响发动机的正常运行。氧传感器电路故障的一个主要原因是线路老化或破损。由于汽车运行环境的复杂性和多样性,氧传感器的连接线路可能会受到振动、摩擦、高温等因素的影响,导致线路外皮破损、绝缘性能下降。这不仅可能导致电路短路或断路,还可能使传感器信号受到干扰,造成ECU误判。此外,接触不良也是氧传感器电路故障的常见原因。这可能是由于插头松动、插针氧化或插孔变形等问题导致的。接触不良会导致传感器信号传输不稳定,甚至完全中断,使得ECU无法准确获取排气中的氧含量信息,从而影响发动机的控制精度。还有一种情况是ECU内部故障或程序错误。虽然这并非直接针对氧传感器电路,但ECU作为处理传感器信号的核心部件,其故障同样会导致氧传感器信号无法被正确处理。这类故障通常

较为复杂,需要借助专业的诊断设备进行排查和修复。

2.3 氧传感器污染和堵塞

在汽车运行过程中,氧传感器的污染和堵塞是另一个常见的故障现象。这类故障不仅会影响传感器的性能,还可能对发动机的整体运行造成不利影响。氧传感器的污染主要来源于排气系统中的积碳、油污和其他杂质。这些污染物会逐渐附着在传感器的表面,形成一层厚厚的污垢。这层污垢不仅会阻碍氧气与传感器内部的电极接触,导致信号失真,还可能影响传感器的散热性能,使其在高温环境下更容易损坏。而氧传感器的堵塞则更为严重。当传感器内部的孔洞或通道被杂质完全堵塞时,氧气将无法顺利到达电极,导致传感器完全失效。这种堵塞可能是由于长期积累的污染物、使用不合适的燃油或添加剂、以及发动机本身的故障等原因造成的。氧传感器的污染和堵塞不仅会导致发动机性能下降、油耗增加,还可能引发一系列连锁反应,如点火系统故障、排放超标等^[2]。因此,定期检查和清洁氧传感器至关重要。

3 汽车氧传感器故障的检查方法

3.1 使用诊断工具进行故障检测

在汽车氧传感器故障检查中,使用诊断工具进行故障检测是一种高效且准确的方法。其中,OB D-II诊断工具和专业诊断设备的应用尤为关键。OB D-II诊断工具是现代汽车故障诊断的必备工具,它通过与车辆的诊断接口连接,能够读取和清除故障码,实时监测车辆的运行状态和数据流。在氧传感器故障检查中,OB D-II诊断工具可以迅速识别是否存在与氧传感器相关的故障码,如传感器信号异常、电路故障等。同时,它还能实时监测氧传感器的电压信号变化,帮助维修人员判断传感器的工作状态是否正常。然而,OB D-II诊断工具虽然功能强大,但对于某些复杂的故障,可能还需要借助更专业的诊断设备。专业诊断设备通常具有更高的精度和更多的功能,能够对氧传感器进行更深入的分析 and 检测。例如,一些专业设备可以对氧传感器的响应速度、灵敏度等参数进行测试,从而更准确地判断传感器的性能是否达标。在使用这些诊断工具时,维修人员需要具备一定的专业知识和操作技能。他们需要了解诊断工具的使用方法、解读故障码的技巧以及分析数据流的方法。同时,还需要结合车辆的实际情况和维修经验,对诊断结果进行综合分析和判断。

3.2 观察氧传感器外观和连接情况

在汽车氧传感器故障检查中,观察氧传感器的外观和连接情况是一项简单而直接的方法。通过仔细检查氧

传感器的外观,可以初步判断其是否存在物理损坏或异常。首先,我们需要检查氧传感器的外观是否完好,是否存在破损、变形或裂纹等现象。这些物理损伤可能是由于长时间的高温工作环境、机械振动或碰撞等原因造成的。如果发现这些问题,就需要考虑更换新的氧传感器。其次,我们需要检查氧传感器的连接情况。包括传感器的插头是否松动、脱落,连接线束是否破损、老化,以及连接点是否干净、无锈蚀等。这些连接问题可能会导致传感器信号传输不稳定或中断,从而影响发动机的正常运行。因此,在检查过程中,我们需要逐一排查这些潜在问题,并及时进行修复。此外,我们还可以通过观察氧传感器的颜色变化来初步判断其工作状态。例如,如果传感器表面出现黑色积碳,可能是由于燃油燃烧不充分或排气系统堵塞导致的;如果传感器颜色发白,可能是由于传感器内部陶瓷元件老化或失效。这些颜色变化虽然不能直接确定故障原因,但可以为我们提供一些有用的线索和参考。

3.3 检查氧传感器电路和电源电压

在汽车维修中,检查氧传感器的电路和电源电压是诊断其故障的重要步骤。这两项检查不仅能够帮助我们定位故障点,还能为后续的维修工作提供关键信息。首先,检查氧传感器的电路至关重要。我们需要确保传感器的信号线和电源线都完好无损,没有断裂或破损的情况。同时,还要检查连接插头是否紧固,以及线路连接是否牢固可靠。如果发现电路存在问题,应及时修复或更换损坏的部件,以确保传感器能够正常工作。其次,电源电压的检查同样不可忽视。氧传感器需要稳定的电源电压才能正常工作。如果电源电压过高或过低,都可能导致传感器性能下降或失效。因此,我们需要使用专业的电压测量工具,检查氧传感器的电源电压是否符合规定范围。如果发现电源电压异常,应进一步检查电源线路和供电系统,找出问题所在并进行修复。在检查过程中,我们还需要注意一些细节问题。例如,检查电路时,要注意避免短路和漏电等安全隐患;在检查电源电压

时,要确保测量工具的精度和可靠性,以免出现误差。

3.4 测试氧传感器信号输出和响应速度

在汽车氧传感器故障检查中,测试其信号输出和响应速度是一项至关重要的环节。这两个参数能够直接反映氧传感器的性能状态,对于确定故障类型和位置具有指导意义。首先,测试氧传感器的信号输出是关键的一步。正常情况下,氧传感器会根据排气中的氧含量变化,输出相应的电压信号。通过使用专业的诊断工具或示波器,我们可以实时监测并记录这些信号的变化情况。如果信号输出不稳定、波动过大或完全无信号,则可能表明氧传感器存在故障。此时,我们需要进一步分析信号异常的原因,可能是传感器内部元件损坏、电路问题或排气系统异常等。其次,响应速度的测试同样重要。氧传感器的响应速度是指其从感知氧含量变化到输出相应信号所需的时间^[3]。一个性能良好的氧传感器应具有较快的响应速度,以便及时为发动机控制系统提供准确的反馈。如果响应速度过慢,可能导致发动机控制滞后,影响车辆的动力性和排放性能。因此,在测试中,我们需要关注氧传感器的响应时间是否符合规定范围,并根据测试结果判断其是否需要更换或维修。

结束语

通过对汽车氧传感器常见的故障及检查方法的探讨,我们不难发现,正确的故障诊断和维修方法对于确保汽车氧传感器的正常工作至关重要。在实际维修过程中,维修人员应熟练掌握各种检查方法,并结合实际情况进行综合判断。同时,随着汽车技术的不断发展,新的故障诊断技术和设备也在不断涌现,我们应积极学习和应用这些新技术,以提高维修效率和质量。

参考文献

- [1]徐文凯.汽车发动机电控系统原理与诊断维修.机械工业出版社.2019
- [2]张俊.汽车发动机电控技术.北京大学出版社.2021
- [3]汪胜国.李东江.陈建惠.汽车发动机电控系统故障诊断实训教材.人民交通出版社.2020