

# 浅析汽车氧传感器的工作原理及故障诊断

徐斌

浙江新瓷智能科技股份有限公司 浙江 湖州 313002

**摘要:** 汽车氧传感器作为关键部件,用于监测排气中氧含量,以优化燃油经济性并减少排放。其结构多样,分为窄带和宽带两种类型。窄带氧传感器通过电压变化反映氧气浓度变化,而宽带氧传感器则提供更精确的氧气浓度信息。然而,氧传感器可能遭遇信号异常、污染、加热元件故障及线路故障等问题,需及时诊断与修复。

**关键词:** 汽车氧传感器; 工作原理; 故障诊断

## 引言

随着汽车工业的快速发展,氧传感器作为现代汽车发动机管理系统的核心部件,其重要性日益凸显。它不仅能准确反映发动机燃烧状态,还能通过调整空燃比,实现燃油经济性和排放性能的最优化。本文将深入探讨汽车氧传感器的结构与工作原理,并分类介绍窄带与宽带氧传感器的特点,最后分析氧传感器故障诊断的常见方法,为汽车维护和保养提供有益的参考。

### 1 汽车氧传感器工作原理

汽车氧传感器,作为现代汽车发动机管理系统中的核心部件之一,扮演着至关重要的角色。它主要安装在发动机排气管中,负责实时监测尾气中的氧含量,并将这一关键信息传递给发动机控制单元(ECU)。ECU则根据氧传感器的信号,对发动机的工作状态进行精确调整,以实现最佳的燃油经济性、动力性能和排放控制。

#### 1.1 氧传感器的结构与类型

汽车氧传感器通常由陶瓷材料制成,内部包含电解质和电极。根据其工作原理和特性,氧传感器可分为窄带氧传感器和宽带氧传感器两种类型。窄带氧传感器主要监测尾气中氧含量的高低,输出的是开关型信号;而宽带氧传感器则能够提供更精确的氧含量信息,输出的是线性信号。

#### 1.2 窄带氧传感器的工作原理

窄带氧传感器是最常见的氧传感器类型,它利用陶瓷材料对氧离子的传导性能来检测尾气中的氧含量。当发动机工作时,尾气通过排气管流经氧传感器。在传感器内部,陶瓷材料的一侧与尾气接触,另一侧则与大气相通。由于尾气中的氧含量与大气中的氧含量存在差异,氧离子在陶瓷材料内部产生浓度梯度,进而形成电势差。当尾气中氧含量较高时,陶瓷材料内部的氧离子浓度较高,电势差较大,传感器输出高电平信号;反之,当尾气中氧含量较低时,陶瓷材料内部的氧离子浓

度较高,电势差较大,传感器输出高电平信号。ECU根据氧传感器的信号,可以判断发动机当前的燃烧状态,进而调整燃油喷射量,使发动机运行在理想的空气-燃油混合比附近。

#### 1.3 宽带氧传感器的工作原理

与窄带氧传感器相比,宽带氧传感器能够提供更精确的氧含量信息。它采用了更先进的材料和技术,使得传感器能够在更宽的氧含量范围内进行线性测量。宽带氧传感器的工作原理与窄带氧传感器类似,也是基于陶瓷材料对氧离子的传导性能。不过,宽带氧传感器采用了更复杂的电路设计和信号处理技术,能够实现对尾气中氧含量的连续、精确测量。

宽带氧传感器的输出信号是线性变化的电压值,它直接反映了尾气中氧含量的变化。ECU通过接收宽带氧传感器的信号,可以实时了解发动机的燃烧状态,并进行更加精细的燃油喷射调整。这使得发动机在各种工况下都能保持最佳的燃油经济性和排放性能。

## 2 氧传感器的分类

### 2.1 窄带氧传感器(开关型氧传感器)

窄带氧传感器,也被称为开关型氧传感器,是汽车发动机控制系统中至关重要的部件。这种传感器的主要功能是监测发动机尾气中的氧含量,并通过电信号的形式将这一信息传递给发动机控制单元(ECU)<sup>[1]</sup>。ECU根据接收到的信号,对燃油喷射量进行精确调整,以确保发动机运行在最佳状态,实现高效的燃油消耗和较低的排放。窄带氧传感器的工作原理相对简单,其核心是由陶瓷材料制成的感应元件。当发动机尾气通过传感器时,尾气中的氧分子与感应元件发生作用,导致感应元件内部的电阻值发生变化。这一电阻值的变化转化为电压信号,反映了尾气中氧含量的高低。通常情况下,窄带氧传感器会在两个状态之间切换:当尾气中氧含量较低时,即发动机处于富油状态,传感器会产生较高的电

压信号,通常在0.8-0.9V之间;而当尾气中氧含量较高时,即发动机处于贫油状态,传感器则会产生较低的电压信号,通常在0.1-0.3V之间。ECU通过持续监测这些电压信号,能够实时了解发动机的燃烧状态,并根据需要调整燃油喷射量。这样,ECU可以确保发动机运行在理想的空气-燃油混合比附近,从而实现最佳的燃油经济性和排放性能。窄带氧传感器是发动机控制系统中不可或缺的一部分,它通过精确监测和调整燃油喷射量,帮助发动机实现高效、环保的运行。在现代汽车中,这种传感器已经得到了广泛的应用,成为提高汽车性能和降低排放的重要手段之一。

## 2.2 宽带氧传感器(线性氧传感器)

宽带氧传感器,也被称为线性氧传感器,是现代汽车发动机管理系统中的关键组成部分。与常规氧传感器相比,它具备更高的精确度和更广泛的工作范围。宽带氧传感器能够实时、连续地监测并反馈尾气中氧含量的变化,而非仅仅局限于两个固定的状态信号。这种传感器采用了更为先进的结构和电路设计,其核心部分是能够响应不同氧浓度的特殊材料。当尾气通过传感器时,这个材料会与氧气发生反应,进而产生与氧含量成比例的电压信号。这个连续的电压信号随后被发送到发动机控制单元(ECU)。ECU接收到这些精确的氧含量数据后,便能够更加准确地调整燃油喷射量。通过实时调整燃油与空气的混合比例,ECU可以确保发动机在各种工作条件下都能获得最佳的燃烧效率。这不仅有助于提高发动机的性能,比如提升动力输出和燃油经济性,还能够显著减少有害排放物的生成,从而满足日益严格的环保要求。此外,宽带氧传感器的使用还使得发动机的故障诊断更加精确。当传感器检测到尾气中氧含量的异常变化时,它可以迅速将这一信息传递给ECU,从而触发相应的故障码并显示在仪表盘上。这使得驾驶员和维修人员能够及时发现并解决潜在的问题,确保汽车的安全和可靠运行。宽带氧传感器以其高度的精确性和广泛的应用范围,为现代汽车发动机的性能提升和环保减排做出了重要贡献。

## 3 汽车氧传感器的故障诊断

### 3.1 氧传感器信号异常

氧传感器,作为发动机管理系统中的关键部件,负责监测排气中的氧含量,并将这一信息传递给发动机控制单元(ECU)。ECU根据氧传感器的反馈,调整燃油混合气的比例,以确保发动机运行在最佳状态。当氧传感器信号出现异常时,ECU无法获得准确的排气氧含量信息,从而无法对燃油混合气比例进行精确调整。这会

导致一系列问题,首先是发动机性能下降,因为混合气比例不当会影响燃烧效率;其次是油耗增加,因为发动机无法以最高效率运行;最后是排放超标,因为不合适的混合气比例会增加有害物质的排放。在诊断氧传感器信号异常的故障时,可以借助故障诊断仪工具<sup>[2]</sup>。通过连接故障诊断仪与汽车的诊断接口,可以读取氧传感器的实时数据,包括电压值或电流值。正常情况下,氧传感器的信号应该在一定范围内波动,反映出排气中氧含量的变化。然而,如果诊断仪显示氧传感器的信号长时间保持在高电平或低电平状态,不随发动机工况的变化而波动,很可能是氧传感器本身出现了故障,或者是与氧传感器相关的线路存在问题。在这种情况下,需要检查氧传感器的外观是否有损坏,以及线路连接是否牢固。如果确认是氧传感器损坏,就需要及时更换新的氧传感器,以恢复发动机的正常运行。需要注意的是,氧传感器信号异常可能只是故障表象的一部分,有时还需要结合其他故障信息进行综合分析,才能准确找到问题的根源。因此,在进行故障诊断时,应该保持耐心和细心,逐步排查可能的原因,确保故障得到彻底解决。

### 3.2 氧传感器污染

在汽车领域中,氧传感器是至关重要的部件,它负责监测发动机排放的氧气含量,并向发动机控制单元提供反馈,以确保燃油混合气的正确比例。然而,氧传感器在使用过程中可能会遇到各种故障,其中氧传感器污染是常见的问题。氧传感器污染主要源于发动机燃烧过程中产生的积碳以及某些机油或添加剂中的硅油成分。这些污染物会逐渐附着在氧传感器的陶瓷感应元件上,导致传感器的导电性能发生改变。由于氧传感器的信号输出是基于其感应元件的电导率变化,因此一旦感应元件受到污染,其信号输出就会受到干扰,可能导致发动机控制单元接收到错误的氧气含量信息。为诊断氧传感器污染故障,技术人员首先需要检查氧传感器的外观。通过观察氧传感器表面是否有积碳或硅油痕迹,可以初步判断是否存在污染问题。如果发现污染物,技术人员需要使用专用清洗剂对氧传感器进行清洗,以去除表面的积碳和硅油。在清洗过程中,需要确保使用适当的清洗剂,并遵循正确的操作步骤,以避免对氧传感器造成的损害。清洗完成后,技术人员还需要对氧传感器进行性能检测,以确保其恢复正常工作。如果清洗后氧传感器的性能仍未恢复正常,或者污染物已经严重损坏了感应元件,就需要更换新的氧传感器。在选择新氧传感器时,需要确保其与车辆的型号和发动机类型相匹配,以保证其能够正常工作并准确监测氧气含量。通过检查氧

传感器表面、使用专用清洗剂进行清洗以及更换损坏的氧传感器，可以有效地解决此类故障，确保发动机的正常运行和排放的合规性。

### 3.3 氧传感器加热元件故障

在汽车故障诊断中，氧传感器是至关重要的组件。它负责检测排气中的氧含量，并向发动机控制系统提供反馈信息，以便准确调整燃油混合气的比例，从而确保发动机的最佳性能和最低的排放。其中，氧传感器的加热元件在发动机冷启动阶段发挥着不可或缺的作用。在冷启动阶段，由于发动机温度较低，氧传感器需要一段时间才能达到其正常的工作温度。为加速这一过程，氧传感器内部配备了加热元件。这个加热元件能够在发动机启动后立即开始工作，通过电流加热氧传感器，使其快速升温至所需的工作温度。这样，氧传感器就能够更早地提供准确的氧含量数据，帮助发动机控制系统做出及时的调整。然而，如果氧传感器的加热元件出现故障，在冷启动时，传感器可能无法正常工作。这会导致发动机控制系统无法准确获取排气中的氧含量信息，进而无法精确地调整燃油混合气的比例。这种情况下，发动机可能会出现性能下降、油耗增加、排放超标等问题，甚至可能影响到整车的行驶安全性。为诊断此类故障，技术人员需要首先检查氧传感器的加热元件是否损坏。这通常可以通过使用专业的诊断设备来检测加热元件的电阻值或电压值来完成。如果检测结果显示加热元件损坏，就需要及时更换氧传感器。同时，还需要检查加热电路是否正常，以确保电流能够顺畅地到达加热元件。如果发现电路存在故障，如断路或短路，就需要修复电路或更换相关部件。因此，对于氧传感器加热元件的故障，必须给予足够的重视。一旦发现故障，应及时进行维修或更换，以确保发动机控制系统的正常运行和整车的性能与安全。

### 3.4 氧传感器线路故障

汽车氧传感器的故障诊断是确保发动机正常运行和排放控制的关键环节。其中，氧传感器线路故障是较为常见的问题之一<sup>[3]</sup>。这种故障可能表现为断路、短路等形式，直接影响到氧传感器的工作状态，进而影响发动机

的燃烧控制和排放性能。具体来说，氧传感器的信号线负责传递传感器检测到的氧含量信息给发动机控制单元（ECU）。如果信号线出现断路或短路，ECU将无法接收到准确的氧含量信号，导致燃油喷射量的调整出现偏差。同样地，氧传感器的加热线也扮演着重要的角色，它用于在冷启动时快速加热传感器，使其尽快达到工作温度。如果加热线出现故障，传感器可能无法正常工作，影响发动机的启动和暖机过程。为准确诊断氧传感器线路故障，可以使用万用表等工具进行检查。首先，检查信号线和加热线的通断情况，确保它们没有断路或短路。其次，检查线路连接是否牢固，避免接触不良导致的信号传输问题。如果发现线路存在故障，应及时修复或更换损坏的线路，以确保氧传感器的正常工作。此外，还需要注意，在诊断氧传感器线路故障时，还应考虑其他可能的因素，如传感器本身的问题、ECU的故障等。因此，在进行故障诊断时，需要综合考虑各种因素，逐步排查，最终找到并解决问题。氧传感器线路故障是汽车故障诊断中的重要一环。通过合理的检查和维修措施，可以确保氧传感器的正常工作，从而保障发动机的性能和排放控制效果。

### 结束语

汽车氧传感器在发动机控制中扮演着至关重要的角色，其准确性与稳定性直接关系到汽车的性能和排放。通过了解氧传感器的结构与工作原理，以及不同类型的特性，可以更好地理解其工作原理和故障模式。同时，掌握氧传感器的故障诊断方法，对于确保汽车的正常运行和减少环境污染具有重要意义。随着技术的不断进步，氧传感器的性能将不断提升，为汽车工业的可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]史志华.汽车氧传感器的结构与检测方法[J].内燃机与配件,2018(23):68-70.
- [2]胡建峰.浅谈汽车氧传感器的故障及检查方法[J].中外企业家,2018(01):196.
- [3]刘金良.数据流分析在汽车电控发动机故障诊断中的应用分析[J].时代汽车,2019,000(003):168-169.