

汽车氧传感器故障检测分析及维修

高玉坤¹，翟雪静²，薛亚南²，张本东¹

1. 济宁市机械设计研究院 山东济宁 272023

2. 山东凯斯达机械制造有限公司 山东济宁 272000

摘要：近年来，我国汽车保有量快速增长，汽车在运行的过程中所排放的尾气给大气带来的污染日益加重。而汽车氧传感器的应用，可有效地监测汽车尾气的排放。通过分析汽车发动机氧传感器的结构设计及工作原理，分析其经常发生的故障问题，提出简单有效的故障检测方法以及维修措施。

关键词：氧传感器；工作原理；故障检测分析

随着经济发展，我国居民消费水平日益增高，汽车在中国家庭中逐渐普及。据公安部统计，2020年全国机动车保有量达3.72亿辆，其中汽车2.81亿辆。与此同时，汽车尾气的排放总量也逐年攀升。汽车在使用过程中，为了更好地降低排放量，会在发动机中加装一个氧传感器，对汽车的排放量进行实时的监督和反馈，最大化控制汽车排放量，实现汽车使用节能环保。

汽车氧传感器的构造与工作原理

我国汽车上所用的主流氧传感器主要分为氧化钛式传感器和氧化锆式传感器两大类，且每类传感器又分为加热型和非加热型氧传感器^[1]。其中市场应用最多的是加热型氧传感器，特别是加热型氧化锆式传感器应用最为广泛，如图1所示。其在实际运行时，一般是基于内部的加热元件来对自身的工作温度进行有效控制和调节。从构造设计上看，这类车用氧传感器的主体元件是二氧化锆（ ZrO_2 ）陶瓷管，而管表面所覆盖的多孔性铂膜就是传感器的信号电极。

氧化锆式传感器的工作原理如图2所示。其内部的



图1 氧传感器

氧化锆属于一种固体电解质，若是在高温和铂催化的环境中，当锆管内外两侧的氧浓度存在较大差异时，就会通过氧化锆产生相应的电压^[2]。当混合气较少、废气氧含量较高及锆管内外两侧氧浓度均衡时，氧化锆所产生的电压会较低；当混合气体较多、废气氧含量较低及锆管内外两侧氧浓度偏高时，则氧化锆所产生的电压会相对升高。当发动机处于闭环控制状态时，电控单元发出氧传感器输出的信号电压在0~1V波动，平均值约0.45V。这样就可以实时检测混合气体的浓度，有效控制喷油器的喷油量，确保最佳空燃

比。这是基于电控单元（ECU）对氧传感器所发出的混合气体度浓度进行的合理调节，因此氧传感器又称“λ”传感器^[3]。

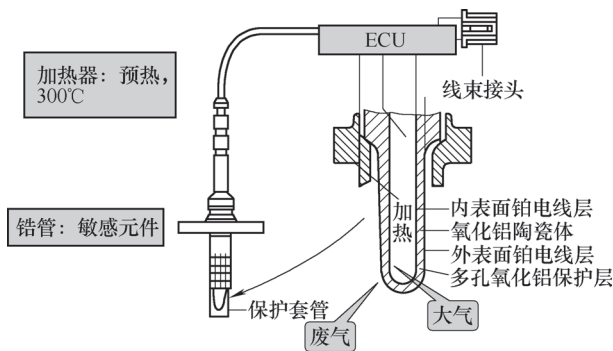


图2 氧传感器的工作原理

氧化钛式传感器的工作原理及其结构与氧化锆式传感器基本相似，唯一不同的是其所采用的TiO₂材料电阻值会随着废气氧浓度的变化而发生相应的改变。当λ>1时，废气氧含量较高，钛管外表面氧浓度过大时，TiO₂产生高电阻；当λ<1时，TiO₂产生相对较低的电阻。因此氧化钛式传感器又称电阻型氧传感器。

氧传感器常见故障问题分析

1.中毒故障

在汽车发动机氧传感器运行使用过程中常遇到中毒故障，又可分为铅中毒和硅中毒两种。铅中毒是指在高温排气环境下所产生的中毒故障。当铅进入汽车排气系统内部时，就会影响氧离子扩散，此时需要更换氧传感器，才能避免铅中毒。

汽油和润滑油混合会引起硅中毒。当硅橡胶密封垫圈使用不当时，也会产生有机硅气体。若氧传感器中大量存在这些气体，则会严重影响传感器的应用性能，甚至影响汽车的正常运行。为减少硅中毒现象，要选择优质的汽油和润滑油。

2.积炭故障

汽车发动机因自身燃烧不充分，会在氧传感器周围产生积炭、油污等现象。这些沉积物会隔绝外界空气，影响氧传感器进行反馈信号传输，严重时还会影响汽车发动机电脑运行，汽车会产生大量的燃油消耗以及废气污染排放。因此需要定期清理发

动机氧传感器，避免出现积炭现象，才能保障氧传感器的正常应用。

3.陶瓷元件破损故障

氧传感器清理的难度在于清理有硬脆性的多孔ZrO₂陶瓷管。不正确的清理行为会导致陶瓷元件产生故障，例如用高压气体冲洗元件，用尖锐硬物敲击元件等。因此在对氧传感器陶瓷元件进行清洗和处理时，工作人员应采用适宜的清洗方式，以减少人为原因而产生破损故障，保障氧传感器的正常运行性能。

4.加热器电阻丝烧断故障

当传感器的工作温度急速下降，无法维持正常运转时，就是其加热电阻丝出现烧断。要定期检查、及时更换氧传感器的加热电阻丝。

氧传感器的故障检测及维修

1.外观颜色检测及维修措施

氧传感器常规检测都是通过观察来进行检查，看其是否存在大量积炭或覆盖物，使其无法发挥作用。将氧传感器取下后，查看氧传感器中是否存在相应的沉积物，然后通过观察氧传感器边缘的颜色来判断其是否出现相应的故障。氧传感器运行正常时，其边缘应该是浅灰色，若是其边缘出现其他颜色，则应根据颜色判断其故障。氧传感器边缘的颜色与故障的关系见表1。

表1 氧传感器边缘颜色与故障的关系

边缘颜色	相应故障	维修措施
黑色	积炭	自行清除或清洗方式清理积炭
棕色	铅中毒	更换传感器，避免使用铅含量高的汽油
白色	硅中毒	减少硅密封垫的使用，更换传感器

2.反馈电压故障检测及维修措施

在采用反馈电压故障检测技术来检测汽车发动机氧传感器故障时，可用2V量程的高阻抗指针式电压表来获得相应的检测数据。

发动机在空载状态下以2500r/min 的转速试运转

2min至正常工作温度后，首先观察电压表指针能否摆动，摆动幅度是否在0~1V，再根据记录的10s内电压表指针来回摆动的次数判断处理方式，见表2。

表2 电压指针在10s内摆动的次数

10s内摆动次数	预热温度是否达标	处理方式
<8	否	继续预热
>8	是	合格
一直=8	是	测量反馈电压

在预热和检查过程中，电压指针在10s内摆动的次数始终保持在8次时，则应该拔下传感器的插头，然后再利用万能表测量反馈电压。可将进气管上的真空管拔掉，堵住空气滤清器进气口的方法形成高浓度混合气，反馈电压应上升；突然松开油门或者采用将节气门体下的真空软管拔掉使进气管漏气的方式降低混合气浓度，此时：反馈电压应下降，混合气浓度与电压值关系见表3。

表3 基准电压值与混合气体浓度的关系

混合气体浓度	空燃比	基准电压值/V
规范基准	14.7	0.4~0.5
超过基准	<14.7	0.8~1.0
低于基准	>14.7	0.2

电压变化维持不变、变化很缓慢或者幅度小则证明氧传感器及其反馈系统已经发生故障，要做进一步的检查来检测故障成因^[4]。此时可拆去一根真空软管，使发动机继续保持原转速、运转数、时间来清除氧传感器上的铅或积炭。清除表面的积炭后应再次检测反馈电压。

如果，测量的反馈电压按表3规律变化，则证明氧传感器性能良好。反馈控制系统的故障，可能是ECU反馈控制电路故障或者发动机进气系统、燃油系统的故障导致混合气过浓或过稀。应该检查空气滤芯是否堵塞，燃油供给系统是否存在造成混合气比例失调的故障。如果检查空气滤芯和燃油供给系统都正常，则说明是ECU反馈控制电路故障。

测量的反馈电压仍然维持不变、变化很缓慢或者幅度小，则说明氧传感器已损坏，此时应及时更换传感器。

结语

汽车氧传感器不仅可以降低汽车的油耗以及废气污染排放，而且还能大幅提升发动机的应用性能，使汽车始终保持良好和安全的运行状态。相关人员首先应掌握汽车氧传感器的构造与基本工作原理，其次有能力进行有效分析氧传感器发生故障的原因，然后运用自身的专业能力对氧传感器进行检修，继而保障其发挥运行性能并能有效控制尾气的排放。

参考文献：

[1] 高云, 陈建. 对汽车氧传感器故障检测技术的研究[J]. 河北农机, 2015 (7) : 57-58.

[2] 陈东, 刘德涛. 汽车氧传感器工作原理与检修技术要点之研究论述[J]. 数字地方, 2018 (3) : 25-26.

[3] 李华杰. 汽车氧传感器故障检测技术之我见[J]. 黑龙江科技信息, 2016 (21) : 102.

[4] 卞鹏. 汽车氧传感器故障检测技术分析[J]. 电子测试, 2019 (9) : 102-103. **AUTO1950**

博世长沙工厂获评世界经济论坛“灯塔工厂”

近日，世界经济论坛（World Economic Forum）正式公布了2022年新晋全球“灯塔工厂”名单，博世长沙工厂成功入选。这是继博世无锡动力总成工厂以及博世苏州汽车电子工厂后，博世中国的第三个工厂获此殊荣。

博世长沙采用自研的人工智能（AI）驱动生产能源管理系统加速推进生产转型；通过使用各类智能传感器，对生产过程中的各类数据进行持续采集。通过渗透率达到100%的可视化数字化车间管理，博世长沙工厂内

部实现了涵盖流程、原料、设备、人事、文件系统等多个业务环节的精益日常管理。

在未来，博世长沙作为“灯塔工厂”，将会继续致力于技术革新，深度聚焦物联网、人工智能、生产流程自动化、智能化和数字化的全面实现，构建智能制造价值链及智能生态系统，向“博世长沙未来工厂”的建设目标持续迈进，率先踏入工业4.0的新阶段，助推中国先进制造业领跑世界。