

氧传感器

1. 作用

氧传感器是排气氧传感器的简称，其功用是通过监测排气中氧离子的含量来获得混合气的空燃比信号，并将该信号转变为电信号输入 ECU。ECU 根据氧传感器信号，对喷油时间进行修正，实现空燃比反馈控制（闭环控制），从而将过量空气系数（ λ ）控制在 0.98~1.02 之间（空燃比 A/F 约为 14.7），使发动机得到最佳浓度的混合气，从而达到降低有害气体的排放量和节约燃油之目的。

现今车辆安有两个氧传感器，分别放在三元催化器前方和后方。前方的作用是检测发动机不同工况的空燃比，同时电脑根据该信号调整喷油量和计算点火时间。后方的主要是检测三元催化器的工作性能，即催化器的转化率，其通过与前氧传感器的数据比较来检测三元催化器是否工作正常。

2. 二氧化锆特性

制作氧传感器的材料有二氧化锆（ ZrO_2 ）和二氧化钛（ TiO_2 ）两种类型，目前的氧传感器基本采用二氧化锆，二氧化锆陶瓷为固体电解质，其有两个特征。

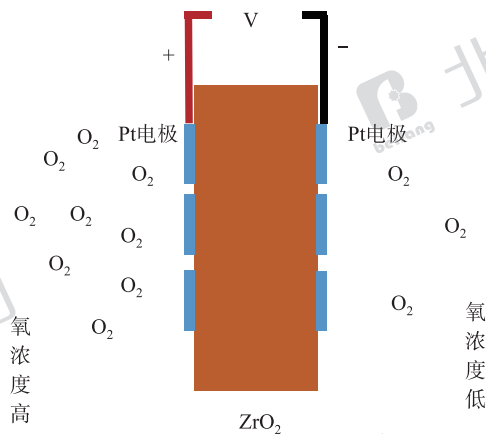


图 1 二氧化锆浓差电池效应

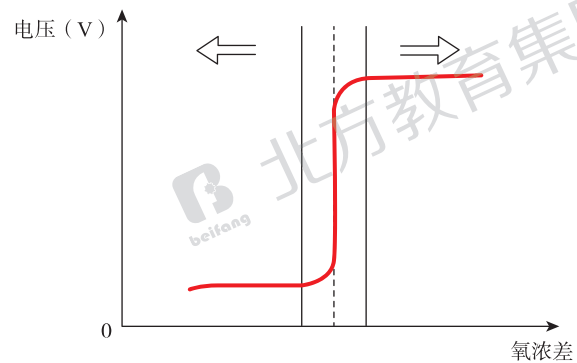


图 2 二氧化锆浓差电池电压与二氧化锆瓷片两侧氧浓度差值关系

第一个特征是，在高温和铂催化条件下，当二氧化锆瓷片两侧氧气含量不同时，其两侧形成电位差，产生电压，如图 1 所示，这个特性可称为浓差电池效应，不过，这种效应会在氧浓差在某个差值时，导致电压突变，如图 2 所示，因此电压不能真实反映出二氧化锆瓷片两侧实际氧浓度差值。

第二个特征是，在高温和铂催化条件下，当给二氧化锆瓷片两侧施加电压后，可以将氧从一侧泵入另一侧（将氧气分子电离成氧离子，通过二氧化锆瓷片后，在重新结合成氧气分子），如图 3 所示，这个特性可称为泵氧效应。通过二氧化锆瓷片的电流的强弱和通过二氧化锆瓷片氧离子的数量相关，这个数量是由氧气输出侧的氧分子数量决定的。

3. 浓差电池型氧传感器

浓差电池型氧传感器也称为二氧化锆氧传感器，或者直称氧传感器。

该氧传感器是利用二氧化锆浓差电池效应制成的，其基本元件是氧化锆（ ZrO_2 ）陶瓷管（亦称锆管）如图 4 所示。

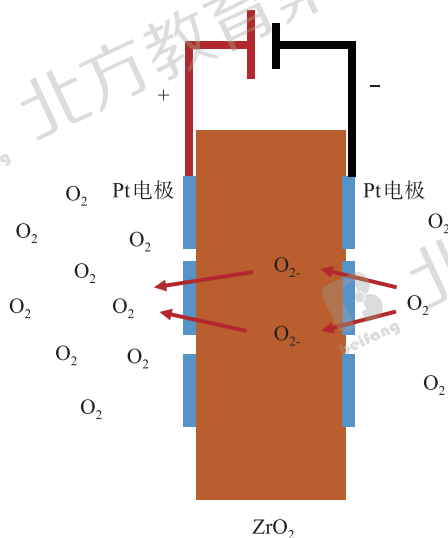


图3 二氧化锆泵氧效应

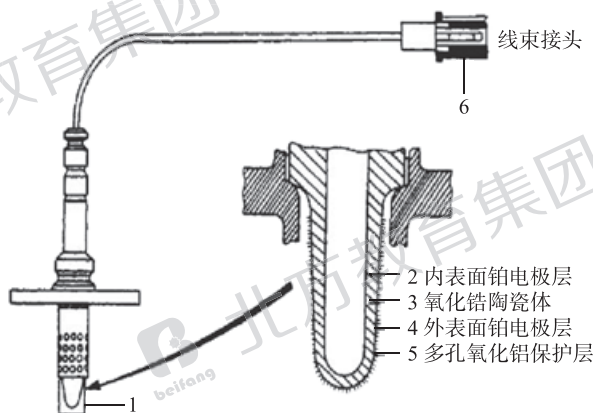


图4 浓差电池型氧传感器

锆管固定在固定套中，其内外表面均覆盖着一层多孔性的铂膜。氧传感器的接线端有一个金属护套，其上开有一个用于锆管内腔与大气相通的孔，使其内表面与大气接触，外表面与废气接触。

在温度较高时，由于锆管内、外侧氧含量不一致，存在浓差使锆管成为一个微电池，在两铂极间产生电压，使如图5所示。

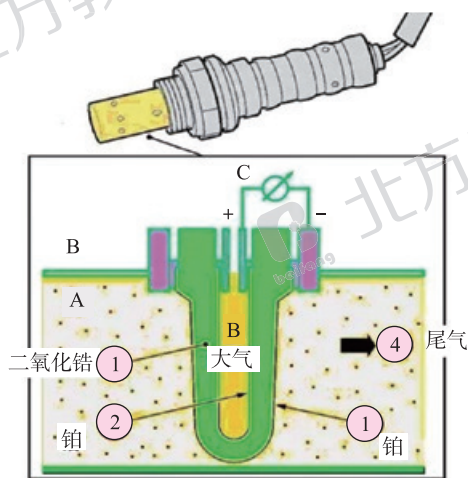


图5 浓差电池型氧传感器原理

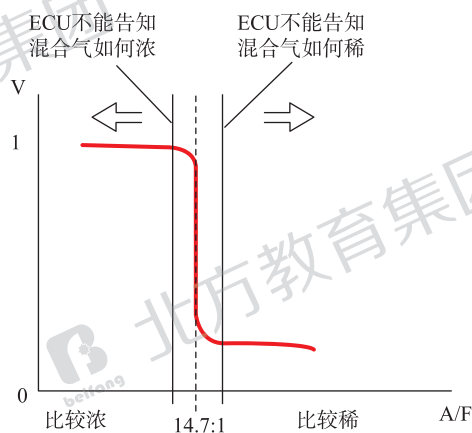


图6 浓差电池型氧传感器电压曲线

设计制造工艺，使两铂极间产生电压在当空燃比 (A/F) 接近与理论空燃比 14.7 或过量空气系数 λ 接近于 1 时进行突变。当供给发动机的可燃混合气较浓 (即空燃比 A/F 小于 14.7 或过量空气系数 λ 小于 1) 时，排气中氧含量较少，锆管内、外表面之间的氧浓度差较大，两个铂电极之间的电位差较高，约为 0.9V。当供给发动机的可燃混合气较稀 (即空燃比 A/F 大于 14.7 或过量空气系数 λ 大于 1) 时，排气中氧含量较多，锆管内、外表面之间的氧浓度差较小，两个铂电极之间的电位差较低，约为 0.1V。当空燃比 (A/F) 接近与理论空燃比 14.7 或过量空气系数 λ 接近于 1 时，排气中的氧在催化剂铂的作用下，使传感器输出电压从 0.9V 急剧变化到 0.1V 或从 0.1V 急剧变化到 0.9V。

浓差电池型氧传感器电压曲线如图6所示，浓差电池型氧传感器只能监测混合气是否浓、是否稀，但不能监测浓稀的具体值，因此其属于窄域型氧传感器。

氧化锆式氧传感器必须自身温度高于 300°C 才能正常工作，因此将其安装在温度较高的排气管上。同时为了使氧传感器迅速达到工作温度采用加热器对锆管进行加热。为使传感器在低温条件下就投入工作，加热器的加热温度一般设定为 300°C 。带加热功能的氧传感器电路如图7所示。

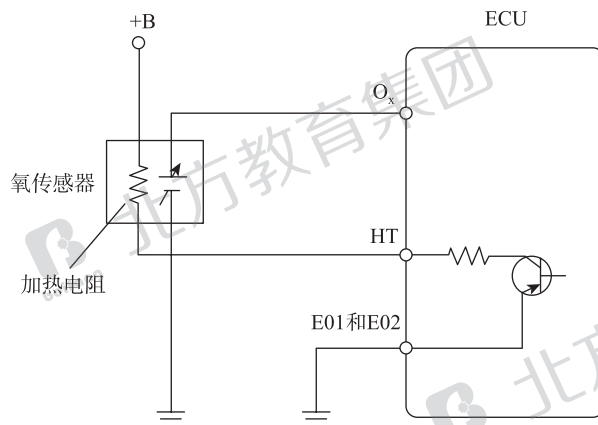


图 7 氧传感器电路

4. 极限电流型氧传感器

极限电流型氧传感器是根据二氧化锆泵氧效应制成，由于其可以监测氧的具体含量，因此其属于宽域型氧传感器，为了区别浓差电池型氧传感器，一般我们把极限电流型氧传感器称为空燃比传感器。

极限电流型氧传感器结构如图 8 所示，在片状二氧化锆电解质的两侧涂以 Pt 电极，在一侧电极上用开有扩散小孔的“帽子”加以覆盖形成排气监测室，当在工作温度下给电解质施加电压时，废气中的氧将通过扩散小孔从电解质的一侧泵向另一侧。

在工作过程中，给电解质提供电流是逐渐增加的，由于排气监测室扩散小孔的限制，这个电流会最终饱和，形成极限电流，这个极限电流与排气监测室内氧的数量有关。由于扩散小孔的孔径是固定的，所以，氧的数量就与废气中的氧含量相关，通过监测这个极限电流的大小，就可以监测出废气中氧的含量，从而监测空燃比。

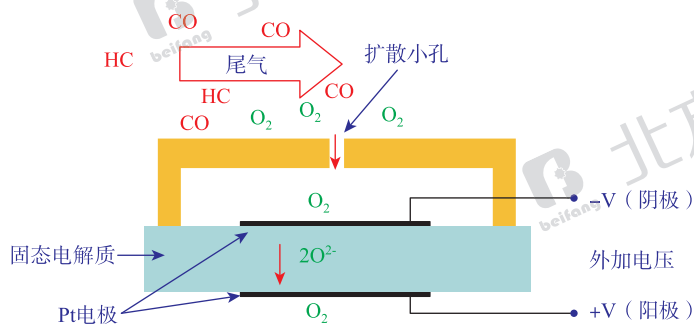


图 8 极限电流型氧传感器结构

实际中对传感器极限电流的大小是通过电压进行检测的，其检测电路如图 9 所示，在传感器两端分别施加一定电压，此电压根据车型而异，现以图中电压为例说明。图中所示传感器两端电压为 3.3V 和 3.0V，其中 3.0V 为基准电压，3.3V 为理论空燃比 14.7 或过量空气系数 λ 接近于 1 时的信号电压。

如此，则：

可燃混合气较浓（即空燃比 A/F 小于 14.7 或过量空气系数 λ 小于 1）时，废气氧的含量较少，信号电压低于 3.3V；

可燃混合气较稀（即空燃比 A/F 大于 14.7 或过量空气系数 λ 大于 1）时，废气氧的含量较多，信号电压高于 3.3V；

可燃混合气为理论空燃比 14.7 或过量空气系数 λ 接近于 1 时，信号电压等于 3.3V。

极限电流型氧传感器电压曲线如图 10 所示。

极限电流型氧传感器的工作温度接近 650℃，为了使氧传感器迅速达到工作温度也采用加热器对锆管进行加热。

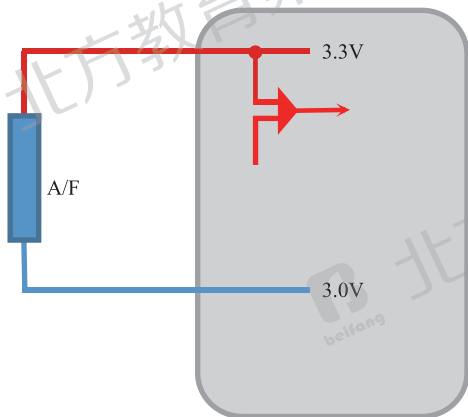


图9 极限电流型氧传感器检测电路

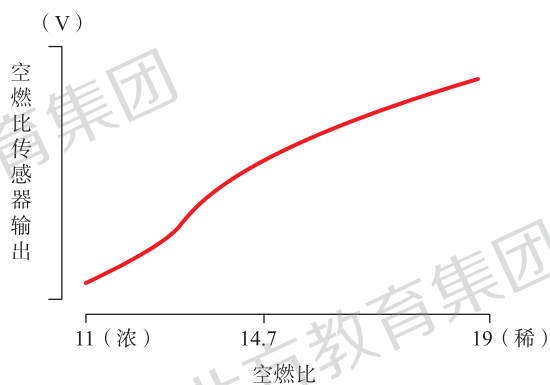


图10 极限电流型氧传感器电压曲线

5.OBDII 系统对氧传感器的监测

(1) 前氧传感器开始工作所需时间

OBDII 系统通过记录氧传感器加热至开始活跃工作所经历的时间，来判断氧传感器活跃工作的快慢。如果氧传感器加热功能有问题，那么氧传感器活跃工作变慢甚至无法监测。这项监测只能在冷车启动时才能监测。

(2) 前氧传感器响应时间的测试

监测混和气从稀到浓和从浓到稀跳变所经历的时间。

(3) 氧传感器信号电压的测试

前氧传感器和后氧传感器都要检测信号电压，以判断传感器信号电压是否停置在某一值不变（混合气或浓或稀）、传感器信号电压是否超出范围、传感器是否短路、传感器是否搭铁。

6. 损坏后对系统的影响

氧传感器一旦出现故障，将使电子燃油喷射系统的电脑不能得到排气管中氧浓度的信息，因而不能对空燃比进行反馈控制，会使发动机油耗和排气污染增加，发动机出现怠速不稳、缺火、喘振等故障现象。因此，必须及时地排除故障或更换。

氧传感器的常见故障：

- (1) 氧传感器中毒
- (2) 积碳
- (3) 氧传感器陶瓷碎裂
- (4) 加热器电阻丝烧断
- (5) 氧传感器内部线路断脱
- (6) 氧传感器外观颜色的检查

注：通过观察氧传感器顶尖部位的颜色也可以判断故障：

- ① 淡灰色顶尖：这是氧传感器的正常颜色如图 11 所示；
- ② 白色顶尖：由硅污染造成的，此时必须更换氧传感器如图 12 所示；
- ③ 棕色顶尖：由铅污染造成的，如果严重，也必须更换氧传感器如图 13 所示；
- ④ 黑色顶尖：由积碳造成的，在排除发动机积碳故障后，一般可以自动清除氧传感器上的积碳如图 14 所示。



图 11 正常氧传感器颜色



图 12 氧传感器硅污染



图 13 氧传感器铅污染



图 14 氧传感器铅污染

7. 氧传感器检测

(1) 检测氧传感器加热器的电阻：

用欧姆表测量氧传感器插座端子（加热电阻）之间的电阻，加热电阻引出来的相邻两根线的颜色相同，很好区别。冷态电阻约 $4-40\ \Omega$ 。如果检测为断路或电阻不在正常的范围之内，则需更换氧传感器；

(2) 检测氧传感器加热器电源电压：

接通点火开关，测量加热电阻端对应的氧传感器插头（线束侧）端子之间的电压，应为蓄电池电压。如果电压低或无，则检修氧传感器插头至喷射继电器、搭铁的线路。

(3) 检测氧传感器电阻加热器对地绝缘性

用欧姆表测量氧传感器电阻加热器与外壳之间的电阻，应为 ∞ 。如果通路，更换氧传感器。

(4) 检查氧传感器的信号电压：

1) 浓差电池型氧传感器

万用表置于直流电压“DC”量程，在发动机运转期间，用万用表测试氧传感器的信号电压，读取最小—最大值。好的氧传感器应该能被检测到小于 $0.3V$ 、高于 $0.8V$ 的信号电压。在正常情况下，随着反馈控制的进行，氧传感器的反馈电压将在 $0.45V$ 上下不断变化， $1s$ 内反馈电压的变化次数应不少于 8 次。

如果是指针表头，由于惯性和阻尼因素，这个电压一般般只能读到 $0.8V$ 。（考虑到数字表的响应时间，不建议用数字表测量，否则误差很大。最好使用示波器）。

如果氧传感器的无电压输出、电压值不变、电压上升或下降很小、电压变化很缓慢，则说明氧传感器的传感元件有问题。

2) 极限电流型氧传感器

空燃比氧传感器产生的是电流信号，并且电流方向和大小是变化的。由于空燃比传感器内部有集成电路，不应直接用万用表或示波器检测该传感器的信号。检测空燃比传感器的办法是使用专用的诊断仪通过随车诊断系统进行检测。