



一、节气门位置传感器类型及原理

1. 拉线式节气门

(1) 结构

拉线式节气门油门踏板末端连着一根钢索，通向节气门，踩油门的动作直接通过钢索控制节气门，除此之外拉线式节气门上还有怠速电机、节气门位置传感器以及怠速开关的信号线，节气门位置传感器反映节气门的工作状态，拉线式节气门最大的特点就是直接、快速，完全受控于驾驶员。你可以很轻松地用油门控制发动机。你踩多少油门节气门就开多少，踩完油门立马发动机就有响应，哪怕动力不足发动机也立刻跟着抖两下。

(2) 怠速控制阀

在装有拉线式节气门的车上，在怠速时，节气门是关闭的，此时，空气从一旁的怠速气道通过。怠速控制阀安装在怠速气道上，通过控制通道导通的大小控制了怠速时空气的流速，从而控制怠速转速。

2. 电子节气门

目前，大多数发动机采用电子节气门，电子节气门是受 ECU 控制的，踩油门的信号先传给 ECU，ECU 根据踩油门的速度和深度来猜测你的意图，从而控制节气门开度。

二、氧传感器作用及原理

氧传感器的核心作用是监测尾气中的氧气含量，让 ECU 精准控制喷油量，实现空燃比闭环控制，兼顾油耗、动力和排放。

1. 空燃比闭环控制

实时反馈混合气浓稀，ECU 据此修正喷油量，将空燃比稳定在理论空燃比（14.7: 1）附近，让三元催化器效率最高。



2. 省油 + 减排

避免混合气过浓（费油、冒黑烟、CO/HC 高）或过稀（动力差、回火、NO_x 高）。

3. 保护催化器

防止浓混合气未燃尽进入催化器，导致高温烧蚀。

三、工作原理（以最常见的氧化锆式为例）

1. 结构

内外两侧是铂电极，中间是氧化锆陶瓷。内侧通大气（参考氧），外侧接触尾气。

2. 电压信号产生

混合气浓：尾气氧少 → 内外氧浓度差大 → 产生高电压（约 0.8~0.9V），ECU 收到后减少喷油。

混合气稀：尾气氧多 → 内外氧浓度差小 → 产生低电压（约 0.1~0.2V），ECU 收到后增加喷油。

3. 关键前提

氧化锆式传感器需要 300°C 以上才能正常工作，所以都带加热线圈，让冷车也能快速进入闭环。

前氧 vs 后氧（位置不同，分工不同）

- 前氧传感器（主传感器）

位于三元催化器前，负责控制喷油量，是闭环核心。

- 后氧传感器（监测传感器）

位于三元催化器后，对比前后氧含量，判断催化器是否失效，不直接控制喷油。

常见故障与表现



- 中毒/老化: 铅、硅、积碳导致反应迟钝或信号固定, 油耗飙升、怠速抖、故障灯亮。

- 加热丝损坏: 冷车开环时间长, 启动后油耗高、排放差。

- 线路故障: 信号中断, ECU 进入开环控制, 动力、油耗明显变差。

4. 空燃比及断油

简单说就是混合气中空气与燃油的质量比, 是发动机控制的核心参数。

四、核心概念

- 定义: 空气质量 \div 燃油质量

- 理论空燃比 (理想值):

- 汽油发动机: 14.7: 1

- 含义: 完全燃烧 1 份汽油, 恰好需要 14.7 份空气。

五、三种状态

1. 标准混合气 ($\lambda=1$)

- 空燃比 = 14.7: 1

- 燃烧效率最高, 三元催化器净化效果最好, 兼顾动力与排放。

2. 浓混合气 ($\lambda < 1$)

- 空燃比 $<$ 14.7: 1 (如 12: 1、13: 1)

- 空气少, 燃油多。

- 特点: 动力强 (大负荷、加速时), 但油耗高、排放差、易积碳。

3. 稀混合气 ($\lambda > 1$)

- 空燃比 $>$ 14.7: 1 (如 16: 1、18: 1)

- 空气多, 燃油少。

- 特点: 省油、排放好, 但动力弱, 过稀会导致回火、爆震、发



动机过热。

六、发动机不同工况的空燃比控制

- 冷启动：极浓（ $10:1 \sim 12:1$ ），便于点火。
- 怠速 / 小负荷：稍浓（ $13.5:1 \sim 14.7:1$ ），保证运转平稳。
- 巡航 / 经济模式：稀（ $15:1 \sim 16:1$ ），追求省油。
- 大负荷 / 急加速：浓（ $12:1 \sim 13:1$ ），追求最大动力。