

# MY9706

## 氮氧化物调理芯片

### 1. 概述

氮氧化物传感器由传感探头和电控采集组成，可测量柴油尾气中氮氧化物（NO 和 NO<sub>2</sub> 等氮氧化物的混合物）的浓度、氮气浓度，广泛用于柴油机发动机的 SCR（选择性催化还原技术）系统中，实现 NO<sub>x</sub> 的闭环控制或者汽油和柴油发动机的车载诊断中。

氮氧化物调理芯片 MY9706 具有高集成度，所需外围元器件较少，测量达到 14 位分辨率，稳定时间短，可靠性高等优点。且抗 ESD 静电特性已通过车规级 HBM±7000V、CDM±2000V 认证，高温持久老化实验已通过验证。

MY9706 基于集成电路最新 CMOS 数模混合工艺，实现了测量驱动、传感探头多路电极电压、电流，温度信号的放大、模数转换、数字补偿处理等功能，通过 SPI 总线与车载 MCU 通信，用于各种氮氧化物处理设备和监测传感系统中。

### 2. 特性

- 工作环境温度：-40~125℃
- 氮氧浓度量程：0ppm~3000ppm
- 氮氧浓度分辨率：0.1ppm，14bit ADC 输出
- 测量精度：

气体	浓度范围	精度
NO <sub>x</sub>	0~100ppm	±10ppm
	101~500ppm	±10%
	501~3000ppm	±20%
O <sub>2</sub>	-12%~5%	±0.2%

- 工作电压：5V~35V
- 平均电流：16.2mA
- ESD：HBM±7kV，CDM±2kV
- 传输协议：SPI

### 3. 应用

- 柴油发动机尾气排放 SCR 系统（国IV、国V、国VI排放标准）
- 汽油发动机尾气处理系统
- 电厂脱硫脱硝检测与控制系统
- 氮氧传感器陶瓷芯片监测系统
- 其他氮氧测试平台

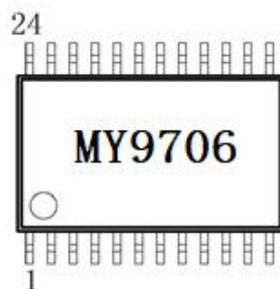
### 4. 封装管脚描述及实物图

实物图



型号	封装	尺寸
MY9706	SSOP24	8.5*8.2*1.85mm

## 管脚定义



管脚编号	管脚名称	I/O	说明
1	HRV3	模拟	加热端地
2	HRV1	模拟	加热端用于电阻测量的输入电压 1
3	HRV2	模拟	加热端用于电阻测量的输入电压 2
4	HREF	模拟	加热端用于分流电阻测量的输入电压
5	REXT1	模拟	用于外接电阻配置主泵电流
6	GND1	电源	模拟地
7	ICM	模拟	泵电流 IP0、IP1、IP2 的共模电极
8	REXT3	模拟	用于外接电阻配置参比电极电流
9	REF	模拟	外部环境参比电极
10	IP2	模拟	测量泵电极, 提供电流 IP2
11	IP1	模拟	测量辅助泵电极, 提供电流 IP1
12	IP0	模拟	测量主泵电极, 提供电流 IP0
13	HBC	模拟	控制加热偏置大电流的开关
14	VDD1	电源	模拟 5V 电源
15	REXT2	模拟	用于外接电阻配置辅助泵与测量泵电流
16	SCS	I	SPI 芯片使能端, 低有效, 内部上拉
17	MISO	O	SPI 从机数据输出
18	MOSI	I	SPI 主机数据输入, 内部下拉
19	SCLK	I	SPI 时钟输入, 内部下拉
20	PWM	I	加热端 PWM 控制输入
21	CLK	I	芯片系统时钟输入
22	VDD2	电源	数字 5V 电源
23	GND2	电源	数字地
24	HVDD	模拟	加热端用于控制分流电阻的电源开关

## 5. 典型应用电路

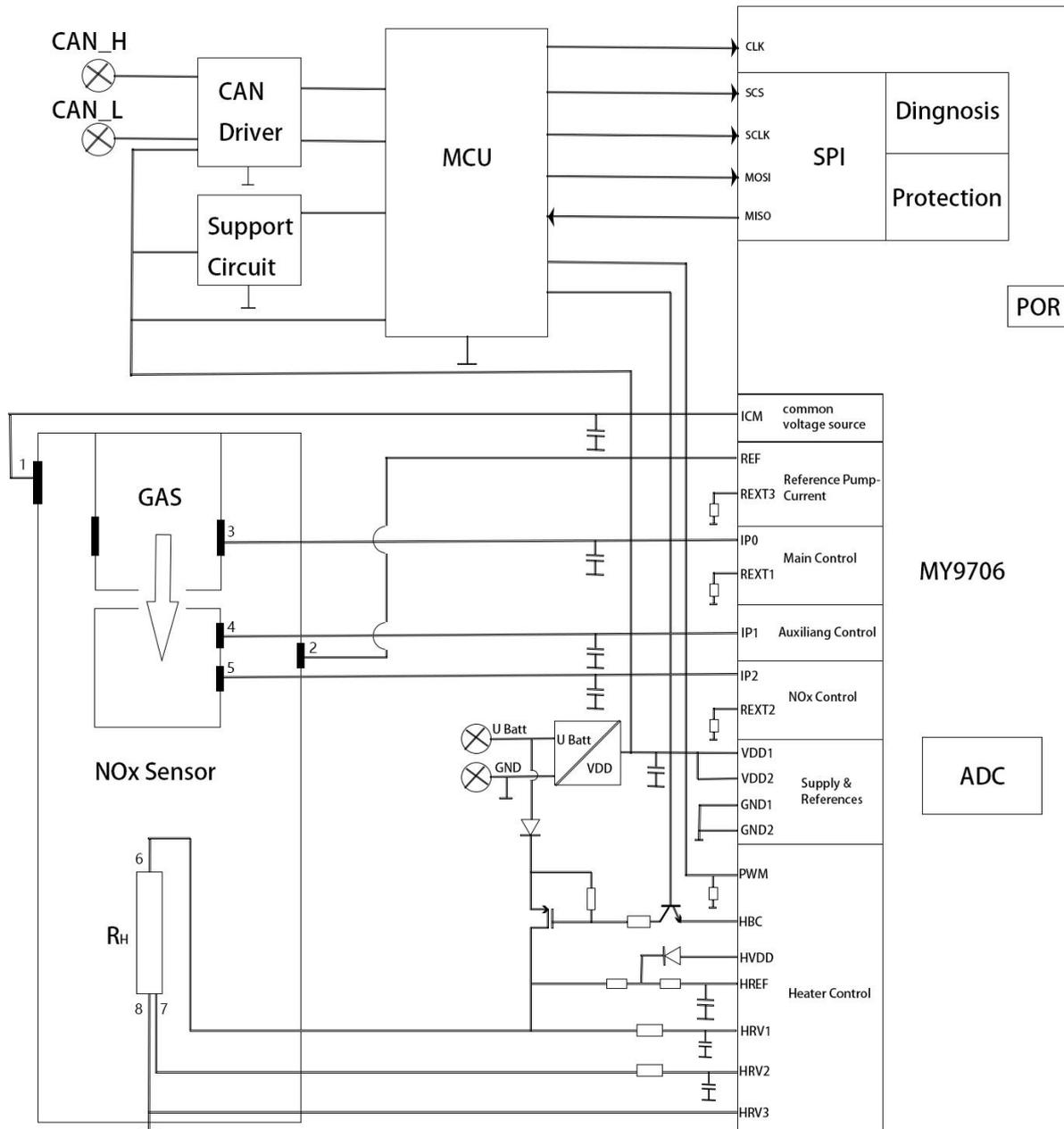


图 5-1 氮氧化物传感器典型应用电路

图 5-1 中，REXT1 连接的电阻值建议为 2.37K $\Omega$ (0.1%精度)，REXT2 连接的电阻值建议为 10K $\Omega$ (0.5%精度)，REXT3 连接的电阻值建议为 5K $\Omega$ (取值在 4-10 K $\Omega$ 范围，0.5%精度)。

氮氧化物传感器探头有 8 根连线引出 (图中用数字标记)，这些线与氮氧化物传感芯片相连接。其中 5 根线会从探头的电极直接引出，包括 ICM、REF、IP0、IP1、IP2，与芯片之间产生电压电流的交互；芯片会对探头的电极信号进行采样，并在内部通过 ADC 进行数模转换与计算，将结果反馈到 MCU 端；MCU 会计算出氮氧浓度，同时通过 CAN 通讯总线将氮氧浓度数据反馈给 ECU 或 DCU。另外 3 根线会从探头的

加热端引出，经过其他元件连接到芯片，让芯片可以测量到加热电阻 RH 的参数并反馈给 MCU，从而控制探头的加热过程。



图 5-2 氮氧化物传感器图

表 5 氮氧化物传感器探头 8 根连线说明

序号	与芯片连接点	说明
1	ICM	芯片为探头提供电源
2	REF	芯片为探头提供参考电流 IREF
3	IP0	芯片为探头主泵提供电流 IP0，用来调节氧气浓度
4	IP1	芯片为探头辅助泵提供电流 IP1，用来调节氧气浓度
5	IP2	芯片为探头测量泵提供电流 IP2，用来测量氮氧浓度
6	HRV1/HREF/HBC/HVDD	用于测量探头加热端的电阻，具体连接方法见典型应用电路图
7	HRV2	用于测量探头加热端的电阻，具体连接方法见典型应用电路图
8	HRV3	探头加热端地

## 6 电气规格

### 6.1 绝对最大额定值

以下为极限参数，对于器件在此极限条件或高于此极限条件的环境中的功能运行，本规格书并不适用。请注意长期暴露于此极限环境会影响器件的可靠性。

参数	最小值	最大值	单位
供电电压 VDD1/VDD2	-0.3	6	V
引脚 HRV1/HRV2/HREF/HBC 上的电压	-0.3	36	V
运行温度范围	-40	125	°C

### 6.2 电气特性

典型值的条件为 T=25°C，以及 VDD1=VDD2=VDD=5V。

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
电源						
供电电压	VDD	—	4.5	5	5.5	V
工作电流	IDD	—	—	16.2	—	mA
电极						
主泵电极输出电流	IP0	空气条件下	—	3.2	—	mA
辅助泵电极输出电流	IP1	空气条件下	—	7	—	uA
测量泵电极输出电流	IP2	—	20	—	1000	nA
逻辑输入输出						
输入逻辑高	VIH	MOSI, CS, SCLK	0.7*VDD	—	—	V
输入逻辑低	VIL	MOSI, CS, SCLK	—	—	0.3*VDD	V
输出高电平	VOH	—	VDD-0.4	—	—	V
输出低电平	VOL	—	—	—	0.4	V
输入漏电流	IIN	—	-1	0.1	1	uA
系统时钟频率	FCLK	—	—	2	—	MHz

## 6.3 可靠性测试

以下为本芯片在 125°C 高温条件下连续通电一定时间后的实验数据，分别测量工作电流 IDD 和主泵电压 VIP0(空气中)。图 6.3 中分别给出了 19 颗芯片分别在实验开始前、实验 12 小时、以及实验 168 小时的数据，可见芯片的电气性能在高温加速老化后没有明显的变化。

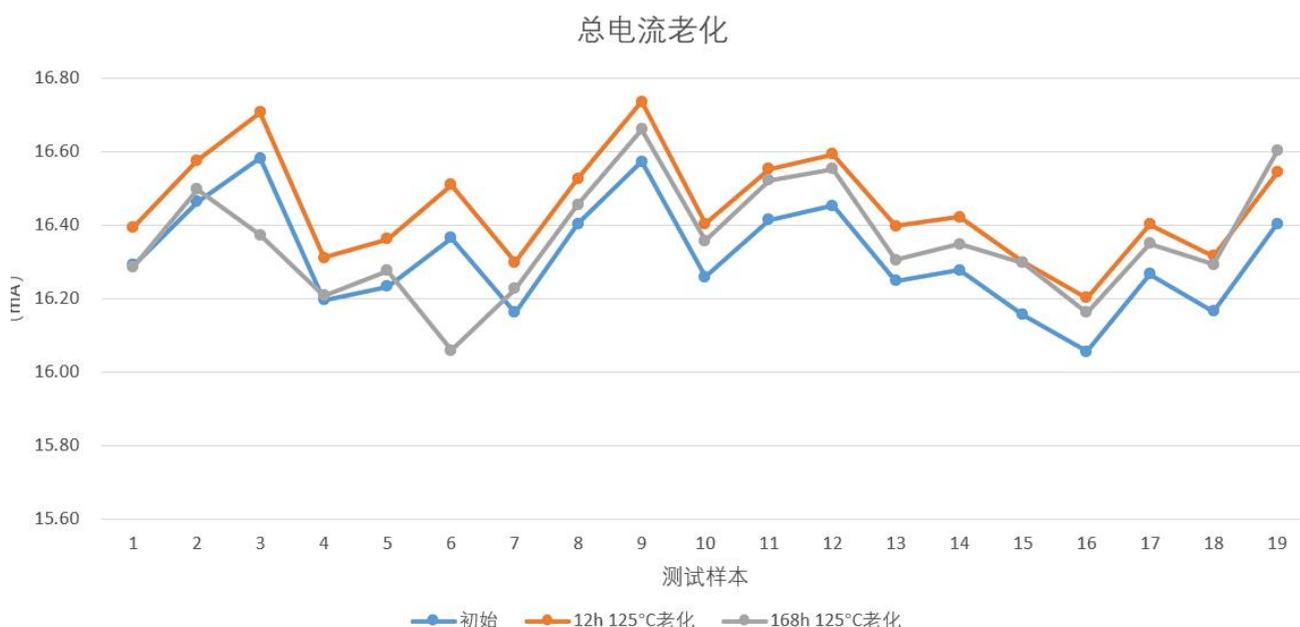


图 6.3-1 工作电流 IDD 在三种通电时长下的数据统计



图 6.3-2 主泵电压  $V_{IP0}$ (空气中)在三种通电时长下的数据统计

## 7. SPI 通信协议

SPI (Serial Peripheral Interface, 串行外设接口) 是一种全双工同步串行通信接口, 它可以使 MCU 与各种外围设备以串行方式进行通信以交换信息。MY9706 (从机) 的 SPI 接口使用 4 条线:

- (1) SCLK: SPI 时钟信号, 由主机产生, 从机端内部下拉
- (2) MOSI: 主机数据输出, 从机数据输入, 从机端内部下拉
- (3) MISO: 主机数据输入, 从机数据输出, 当无数据输出时从机端为高阻态
- (4) SCS: 从机使能信号, 低有效, 由主机控制, 从机端内部上拉

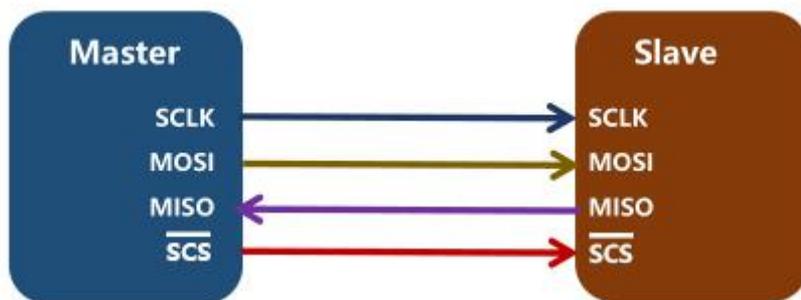


图 7-1 SPI 主从机设备连接示意图

本芯片采用的 SPI 通信模式为 CPOL(Clock Polarity, 时钟极性)=0, 即时钟空闲为低电平, 以及 CPHA(Clock Phase, 时钟相位)=1, 即在时钟 SCLK 的第二个跳变沿采样。

当 SCS 为低电平时, 芯片进入工作状态, SCLK 在数据传输前和传输完成后均应当保持在低电平状态。主机在 SCLK 上升沿之后通过 MOSI 发送数据到从机, 从机在 SCLK 下降沿采样 MOSI 上的数据。无论主机还是从机发送的数据, 均为 MSB 在前。从机在采样 MOSI 上一个字节的数据后, 会将反馈数据体现在 MISO 下一个字节的数据中。

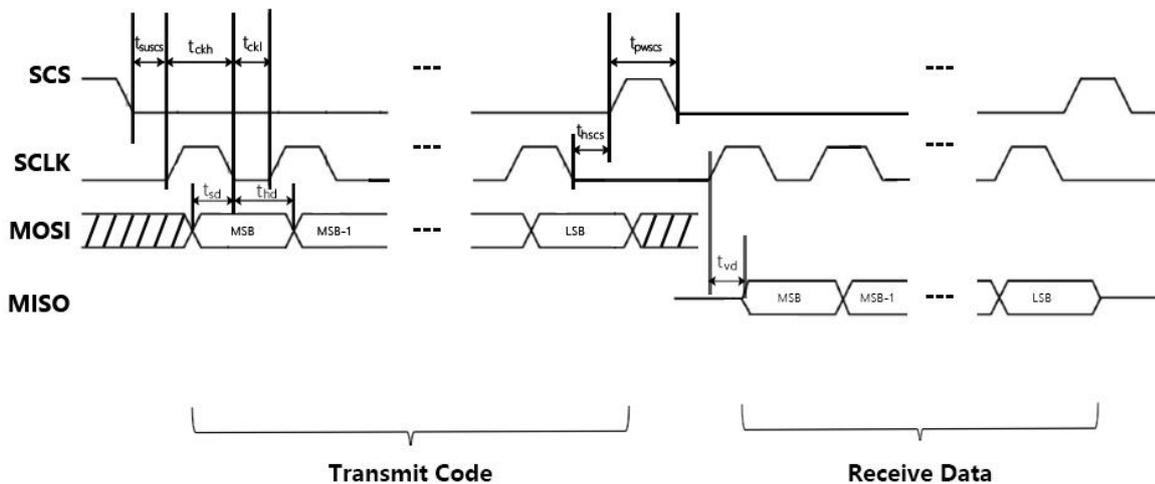


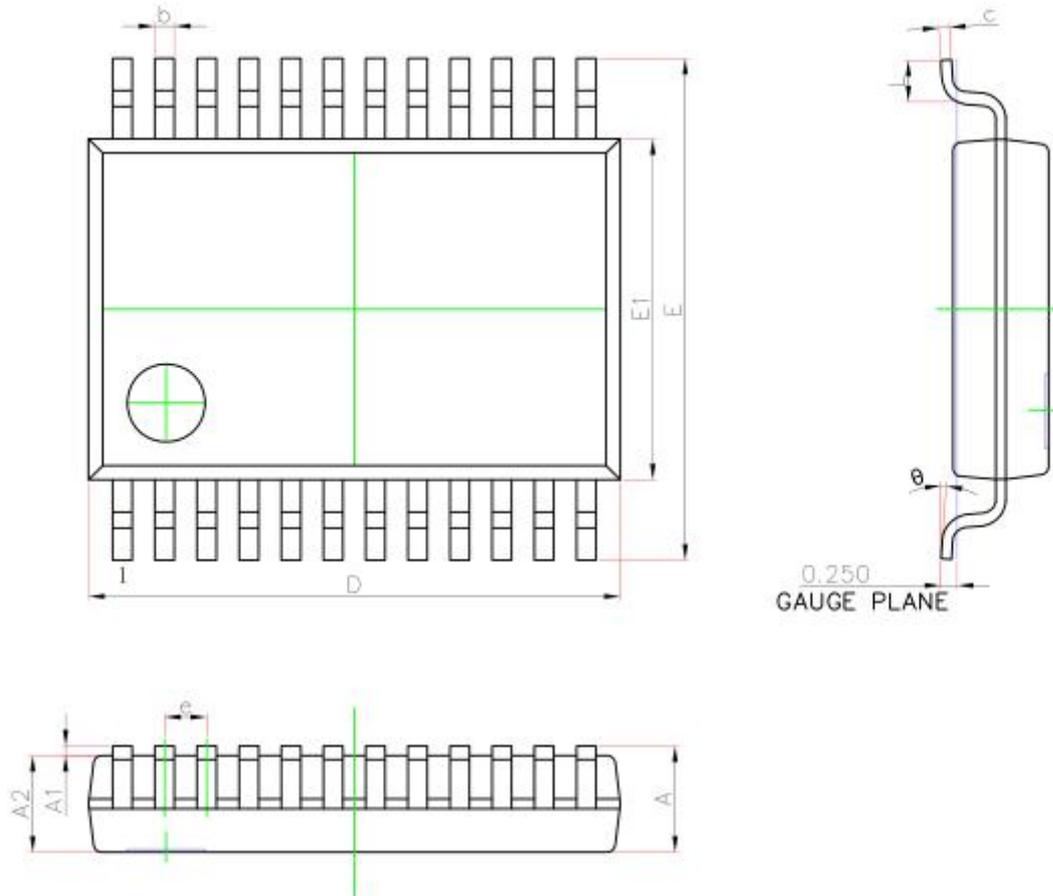
图 7-2 SPI 通信时序图

表 7 SPI 具体时序参数

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位
fck	SPI 时钟频率 (50%占空比)	0.05	1	4	MHz
tckh	SCLK 的高 (high) 电平时间	—	500	—	ns
tckl	SCLK 的低 (low) 电平时间	—	500	—	ns
tsuscs	SCS 下降沿到 SCLK 上升沿的启动 (startup) 时间	100	—	—	ns
tsd	MOSI 数据建立 (setup) 时间	100	—	—	ns
thd	MOSI 数据保持 (hold) 时间	—	—	100	ns
thscs	SCS 在 SCLK 下降沿后的保持 (hold) 时间	150	—	—	ns
tpwscs	字节间 SCS 的高电平脉冲宽度 (pulse width)	—	2.5	—	us
tvd	从 SCLK 上升沿到 MISO 数据有效 (valid) 的时间	—	—	100	ns

条件: VDD=5V

## 8. 封装图 SSOP24



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	—	1.850	—	0.073
A1	0.050	—	0.002	—
A2	1.400	1.600	0.055	0.063
b	0.220	0.380	0.009	0.015
c	0.090	0.250	0.004	0.010
D	7.900	8.500	0.311	0.335
E1	5.000	5.600	0.197	0.220
E	7.400	8.200	0.291	0.323
e	0.650(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.550	0.950	0.022	0.037
θ	0°	8°	0°	8°