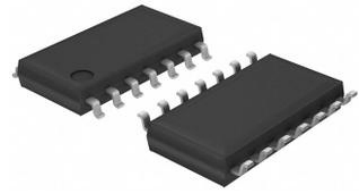


## 2.7V 到 5.5V，串行输入，电压输出，16 位数模转换器

### 产品简述

MS5543 是一款单通道、16 位、串行输入、电压输出的数模转换器，采用 2.7V 至 5.5V 单电源供电，输出范围为 0V 至  $V_{REF}$ 。在输出范围内保证单调性，在温度范围为  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$  能够提供 1LSB INL 的 14 位精度。MS5543 具有无缓冲输出、低建立时间、低功耗和低失调误差等特性，并且具有的低噪声性能和低毛刺特性，适合在多种终端系统使用。

MS5543 能够工作在双极性模式，产生  $\pm V_{REF}$  的输出摆幅。其具有用于基准电压与模拟接地引脚的开尔文检测连接，以减少布局敏感度。



SOP14

### 主要特点

- 14 位有效精度
- 3V 和 5V 单电源
- 低功耗：0.825mW
- 建立时间：1.2us
- 上电复位值为 mid-Code
- 无缓冲电压输出能够直接驱动 60kΩ 负载
- 低毛刺：1.1nV-s
- 兼容 SPI/QSPI/MICROWIRE 和 DSP 接口标准

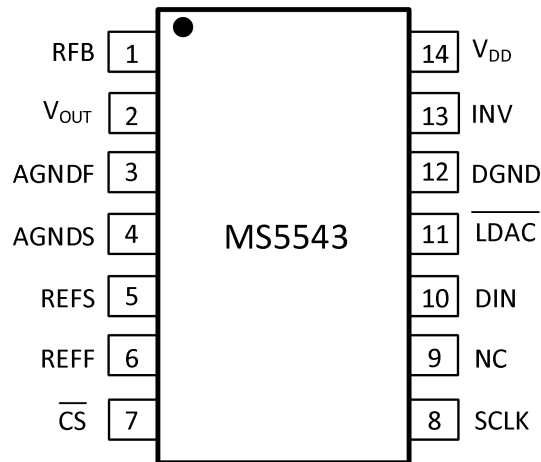
### 应用

- 精密源测量仪器
- 自动测试设备
- 数据采集系统
- 工艺过程控制

### 产品规格分类

| 产品     | 封装形式  | 丝印名称   |
|--------|-------|--------|
| MS5543 | SOP14 | MS5543 |

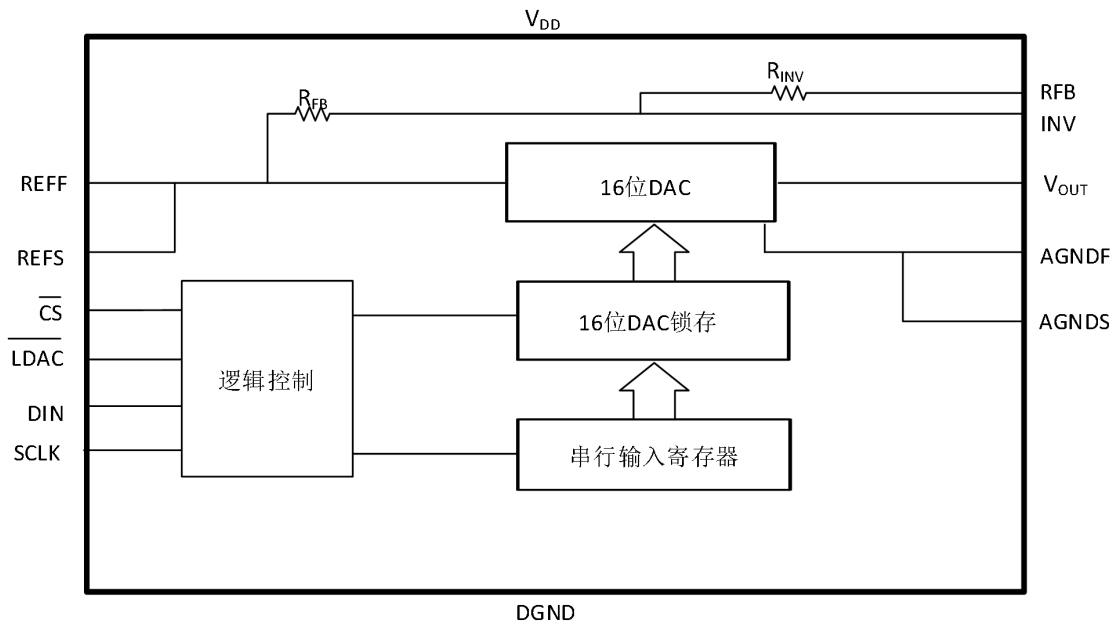
## 管脚图



## 管脚说明

| 管脚编号 | 管脚名称              | 管脚属性 | 管脚描述  |
|------|-------------------|------|---|
| 1    | RFB               | O    | 电阻反馈引脚，在双极模式下，连接外部运放输出                            |
| 2    | V <sub>OUT</sub>  | O    | DAC 的模拟输出电压                                       |
| 3    | AGNDF             | -    | 模拟参考地   |
| 4    | AGNDS             | -    | 模拟参考地   |
| 5    | REFS              | I    | DAC 输入参考电压（加载）连接外部 2.5v，电压范围 2V 至 V <sub>DD</sub> |
| 6    | REFE              | I    | DAC 输入参考电压（检测）连接外部 2.5v，电压范围 2V 至 V <sub>DD</sub> |
| 7    | $\overline{CS}$   | I    | 逻辑输入信号，芯片信号选择端用于串行数据的输入控制                         |
| 8    | SCLK              | I    | 时钟输入，上升沿触发数据进入寄存器                                 |
| 9    | NC                | -    | 未连接   |
| 10   | DIN               | I    | 串行数据输入，可支持 16 位，数据在 SCLK 上升沿时进入寄存器                |
| 11   | $\overline{LDAC}$ | I    | 当输入低电平时，DAC 寄存器与串行寄存器数据内容同步更新                     |
| 12   | DGND              | -    | 数字参考地   |
| 13   | INV               | O    | 连接到 DAC 内部的缩放电阻，在双极模式下连接外部运放的反相输入端                |
| 14   | V <sub>DD</sub>   | -    | 电源  |

内部框图



## 极限参数

芯片使用中，任何超过极限参数的应用方式会对器件造成永久的损坏，芯片长时间处于极限工作状态可能会影响器件的可靠性。极限参数只是由一系列极端测试得出，并不代表芯片可以正常工作在此极限条件下。DGND = AGND = 0 V，所有的电压值都是相对于 0V。

| 参数                  | 符号               | 额定值         | 单位 |
|---------------------|------------------|-------------|----|
| 电源电压                | V <sub>DD</sub>  | -0.3 ~ +6.0 | V  |
| 输入电流                | I <sub>in</sub>  | ±10         | mA |
| 工作环境温度 <sup>1</sup> | T <sub>opr</sub> | -40 ~ +85   | °C |
| 存储温度 <sup>1</sup>   | T <sub>stg</sub> | -65 ~ +150  | °C |
| ESD                 | HBM              | 大于±3k       | V  |

注1. 除工作环境温度以及存储温度以外，所有温度为 Ta = 25°C。

## 推荐工作条件

| 参数     | 符号               | 参数范围 |     |                 | 单位 |
|--------|------------------|------|-----|-----------------|----|
|        |                  | 最小   | 标准  | 最大              |    |
| 电源电压范围 | V <sub>DD</sub>  | 2.7  | 5   | 5.5             | V  |
| 参考电压范围 | V <sub>REF</sub> | 2    | 2.5 | V <sub>DD</sub> | V  |

## 电气参数

$V_{DD}=2.7V\sim 5.5V$ ,  $V_{REF}=2V\sim V_{DD}$ ,  $AGND=DGND=0V$ ,  $T_A=T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ 。

注意：没有特别规定，环境温度为  $T_a = 25^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ 。

| 参数              | 测试条件   | 最小值        | 典型值        | 最大值            | 单位               |
|-----------------|--|------------|------------|----------------|------------------|
| <b>静态特性</b>     |  |            |            |                |                  |
| 分辨率             |  | 14         |            |                | bits             |
| 积分非线性           | $V_{REF}=2.048V, V_{DD}=5V, T_A=25^{\circ}C$ |            | $\pm 6.5$  | $\pm 10.5$     | LSB              |
| 微分非线性           |  |            | $\pm 4$    | $\pm 5$        | LSB              |
| 增益误差            | $T_A=25^{\circ}C$                            |            | $\pm 2$    | $\pm 5$        | LSB              |
| 增益误差温度系数        |  |            | $\pm 0.1$  |                | ppm/ $^{\circ}C$ |
| 单极零码误差          | $T_A=25^{\circ}C$                            |            | $\pm 2$    | $\pm 2.5$      | LSB              |
| 单极零码误差温度系数      |  |            | $\pm 0.05$ |                | ppm/ $^{\circ}C$ |
| 双极零点失调误差        | $T_A=25^{\circ}C$                            |            | $\pm 2$    | $\pm 5$        | LSB              |
| 双极零点温度系数        |  |            | $\pm 0.2$  |                | ppm/ $^{\circ}C$ |
| 双极零码失调误差        | $T_A=25^{\circ}C$                            |            | $\pm 2$    | $\pm 5$        | LSB              |
| 双极增益误差          | $T_A=25^{\circ}C$                            |            | $\pm 2$    | $\pm 5$        | LSB              |
| 双极增益温度系数        |  |            | $\pm 0.1$  |                | ppm/ $^{\circ}C$ |
| <b>输出特性</b>     |  |            |            |                |                  |
| 输出电压范围          | MS5543 双极模式                                  | $-V_{REF}$ |            | $V_{REF}-1LSB$ | V                |
| 输出电压建立时间        | $C_L=10pF$                                   |            | 1.2        |                | us               |
| 转换速率            | $C_L=10pF, 0\%-63\%$                         |            | 17         |                | V/us             |
| 数字到模拟毛刺脉冲       | 1LSB   |            | 1.1        |                | nV-sec           |
| 数字馈通            | $V_{REF}=2.048V$                             |            | 0.2        |                | nV-sec           |
| 输出噪声密度          | DAC 码=0 $\times$ 8400, $f=1kHz$              |            | 11.8       |                | nV/ $\sqrt{Hz}$  |
| 输出噪声电压          | $f=0.1Hz$ to $10Hz$                          |            | 0.134      |                | $\mu V_{p-p}$    |
| 电源抑制比           | $\Delta V_{DD} \pm 10\%$                     |            |            | $\pm 1.0$      | LSB              |
| <b>DAC 参考输入</b> |  |            |            |                |                  |
| 参考输入范围          |  | 2.0        |            | $V_{DD}$       | V                |
| 参考输入阻抗          | MS5543 双极模式                                  | 72         |            |                | k $\Omega$       |
| <b>逻辑输入</b>     |  |            |            |                |                  |
| 输入电流            |  |            |            | $\pm 1$        | $\mu A$          |
| 输入低电压           |  |            |            | 0.8            | V                |

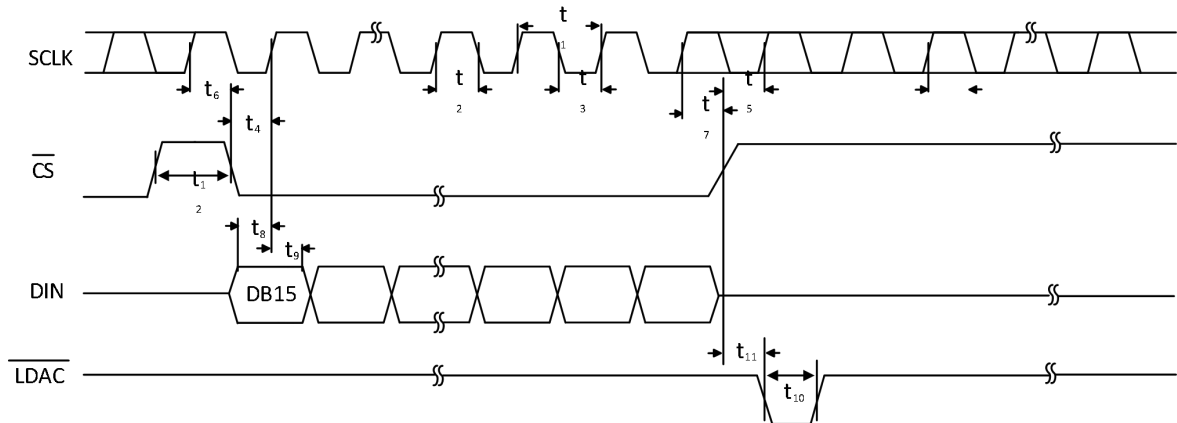
| 参数          | 测试条件    | 最小值 | 典型值   | 最大值   | 单位 |
|-------------|---------|-----|-------|-------|----|
| <b>逻辑输入</b> |         |     |       |       |    |
| 输入高电压       |         | 2.4 |       |       | V  |
| 输入电容        |         |     |       | 10    | pF |
| 滞后电压        |         |     | 0.15  |       | V  |
| <b>电源电压</b> |         |     |       |       |    |
| 电源电压        |         | 2.7 |       | 5.5   | V  |
| 电流          | 数字输入为 0 |     | 165   | 227   | uA |
| 功耗          | 数字输入为 0 |     | 0.825 | 1.248 | mW |

## 时钟特性

在没有特别注明下： $V_{DD}=2.7V\sim 5.5V\pm 10\%$ ， $V_{REF}=2.048V$ ， $V_{INH}=V_{DD}$  的 90%， $V_{INL}=V_{DD}$  的 10%， $AGND=DGND=0V$ ， $-40^{\circ}C < TA < +85^{\circ}C$ 。

| 参数         | 描述                                     | 数值 | 单位     |
|------------|--|----|--------|
| $f_{SCLK}$ | SCLK 周期频率                              | 20 | MHz    |
| $t_1$      | SCLK 周期时间                              | 50 | ns min |
| $t_2$      | SCLK 高电平时间                             | 25 | ns min |
| $t_3$      | SCLK 低电平时间                             | 25 | ns min |
| $t_4$      | $\overline{CS}$ 低到 SCLK 高的建立时间         | 30 | ns min |
| $t_5$      | $\overline{CS}$ 高到 SCLK 高的建立时间         | 45 | ns min |
| $t_6$      | SCLK 高到 $\overline{CS}$ 低保持时间          | 45 | ns min |
| $t_7$      | SCLK 高到 $\overline{CS}$ 高保持时间          | 30 | ns min |
| $t_8$      | 数据启动时间                                 | 20 | ns min |
| $t_9$      | 数据保持时间                                 | 10 | ns min |
| $t_{10}$   | $\overline{LDAC}$ 脉冲宽度                 | 60 | ns min |
| $t_{11}$   | $\overline{CS}$ 高到 $\overline{LDAC}$ 低 | 60 | ns min |
| $t_{12}$   | $\overline{CS}$ 为高的有效时间                | 60 | ns min |

## 时序图



典型性能特征

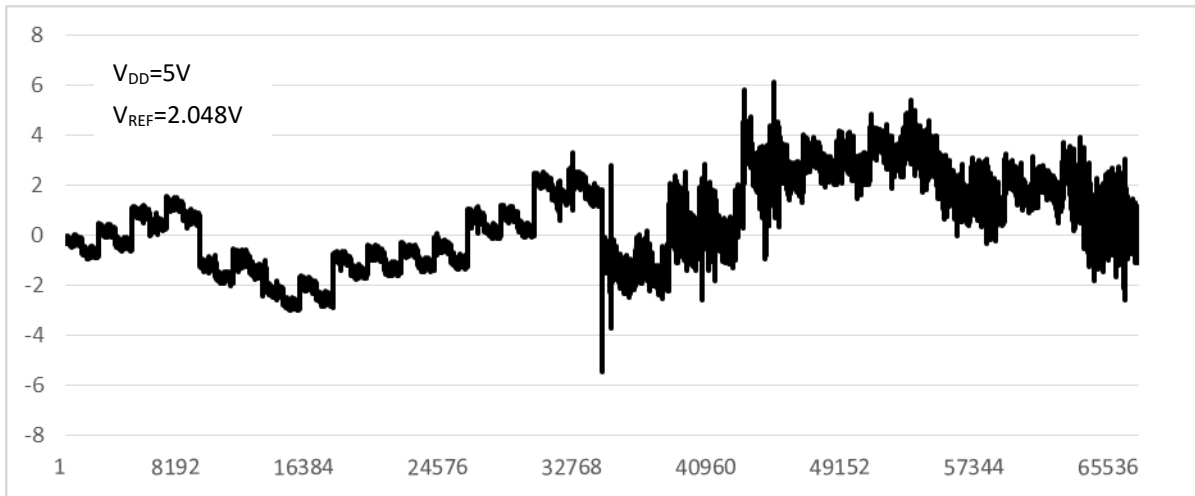


图 1. 积分非线性 vs 码

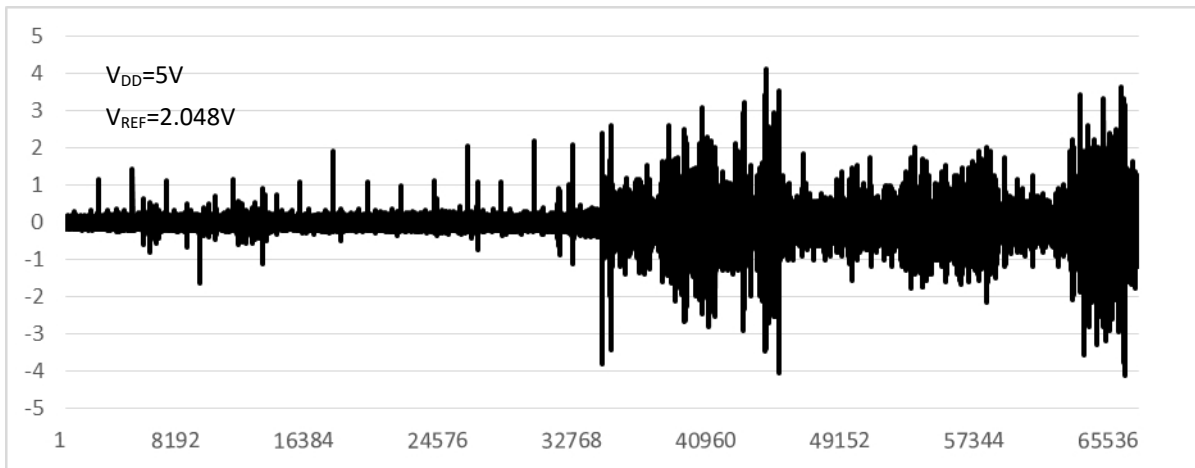


图 2. 微分非线性 vs 码



## 工作原理

MS5543 是一款单通道、16 位、串行输入、电压输出 DAC。工作电压范围是 2.7 V 至 5.5 V，采用 5 V 电源时的典型功耗为 165uA。数据通过三线或四线式串行接口，以 16 位字格式写入该器件。在双极性模式下的 MS5543 上电复位输出 0。MS5543 具有开尔文检测连接的参考电压和模拟地。

### 数模转换部分

DAC 架构包含两个匹配的 DAC 部分。图 3 所示为简化电路图。MS5543 采用分段式 DAC 架构。16 位数据中的高 4 位通过解码后，可驱动 E1 到 E15 的 15 个开关。每个开关都将 15 个匹配电阻中的一个连接到 AGND 或  $V_{REF}$ 。16 位数据中的其余 12 位驱动电压模式 R-2R 梯形网络的 S0 至 S11 开关。

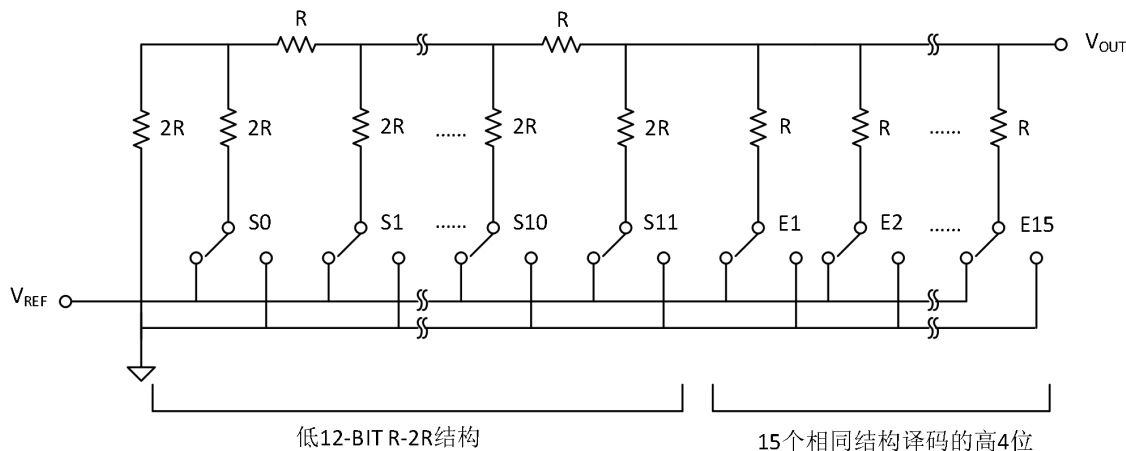


图 3. DAC 结构

采用这种 DAC 配置，输出阻抗与代码无关，而基准电压源的输入阻抗则与代码高度相关。输出电压与基准电压相关，如下式所示：

$$V_{OUT} = \frac{V_{REF} \times D}{2^N}$$

其中：D 为载入 DAC 寄存器的十进制数据字。N 为 DAC 的分辨率。对于 2.5 V 基准电压，上述公式可简化为下式：

$$V_{OUT} = \frac{2.5 \times D}{65536}$$

这样，DAC 载入中间电平代码时， $V_{OUT}$  为 1.25V；载入满量程代码时， $V_{OUT}$  为 2.5V。LSB 大小为  $V_{REF} / 65536$ 。

### 串行接口

MS5543 由多功能三线或四线式串行接口控制，能够以最高 20MHz 的时钟速率工作，并与 SPI、QSPI、MICROWIRE 和 DSP 接口标准兼容。时序图见上所示。除 16 位 DAC 寄存器外，MS5543 还有一个独立的串行输入寄存器，新数据值可以预载到该串行输入寄存器中，而不会干扰现有 DAC 输出电压。

输入数据由片选输入  $\overline{CS}$  使能帧传输。 $\overline{CS}$  上发生高低跃迁之后，数据在串行时钟 SCLK 的上升沿同步移入，并锁存在串行输入寄存器中。16 个数据位全部载入串行输入寄存器之后， $\overline{CS}$  上发生低高跃迁，如果  $\overline{LDAC}$  处于低电平，则将移位寄存器的内容传输至 DAC 寄存器。如果  $\overline{LDAC}$  此时处于高电平，则  $\overline{CS}$  上的低高跃迁只会将该内容传输至串行输入寄存器。新值完全载入串行输入寄存器之后，可以通过选通引脚，将其异步传输到 DAC 寄存器。数据以 16 位字形式载入，MSB 优先。只能在  $\overline{CS}$  处于低电平时将数据载入器件。

### 双极性输出结构

对于外围所连接的运算放大器，MS5543 能够提供双极性输出，典型的电路结构如下图 4 所示。其中典型值为 28kΩ 的  $R_{INV}$  和  $R_{FB}$  作为反馈电阻连接到运放的输入和输出端，实现双极性输出。

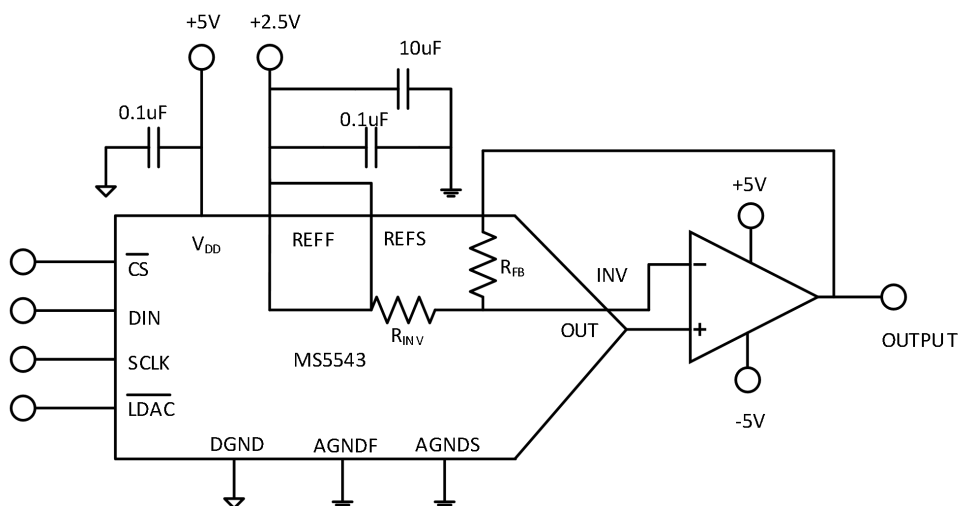


图 4. 双极性输出电路结构

假设使用理想的基准电压源，则双极性最差情况输出电压可以通过下式计算：

$$V_{OUT-BIP} = \frac{[(V_{OUT-UN} + V_{OS})(2 + RD) - V_{REF}(1 + RD)]}{1 + \frac{(2 + RD)}{A}}$$

其中， $V_{OUT-BIP}$  为双极性模式最差情况输出。 $V_{OUT-UN}$  为单极性模式最差情况输出。 $V_{OS}$  为外部运放的输入失调电压。 $RD$  为  $R_{FB}$  何  $R_{INV}$  电阻的匹配误差。 $A$  为运放的开环增益。

## 典型应用

### 布局指南

在任何注重精度的电路中，精心考虑电源和接地回路布局有助于确保达到规定的性能。安装 MS5543 所用的印刷电路板(PCB)应采用模拟部分与数字部分分离设计，并限制在电路板的一定区域内。如果 MS5543 所在系统有多个器件要求模拟地-数字地连接，则只能在一个点进行连接。星形接地点尽可能靠近该器件。MS5543 应当具有足够大的 10 $\mu$ F 电源旁路电容，与每个电源上的 0.1 $\mu$ F 电容并联，并且尽可能靠近封装，最好是正对着该器件。10 $\mu$ F 电容为钽珠型电容。0.1 $\mu$ F 电容应具有低有效串联电阻(ESR)和低有效串联电感(ESI)，如高频时提供低阻抗接地路径的普通陶瓷型电容，以便处理内部逻辑开关所引起的瞬态电流。

### 光耦合器电路

MS5543 是施密特触发的数字输入，使得它们可以接受缓慢的数字传输。这些适合在工业中应用，其中可能需要通过光耦合器将 DAC 与控制器隔离，下图 5 所示光耦合器隔离电路结构。

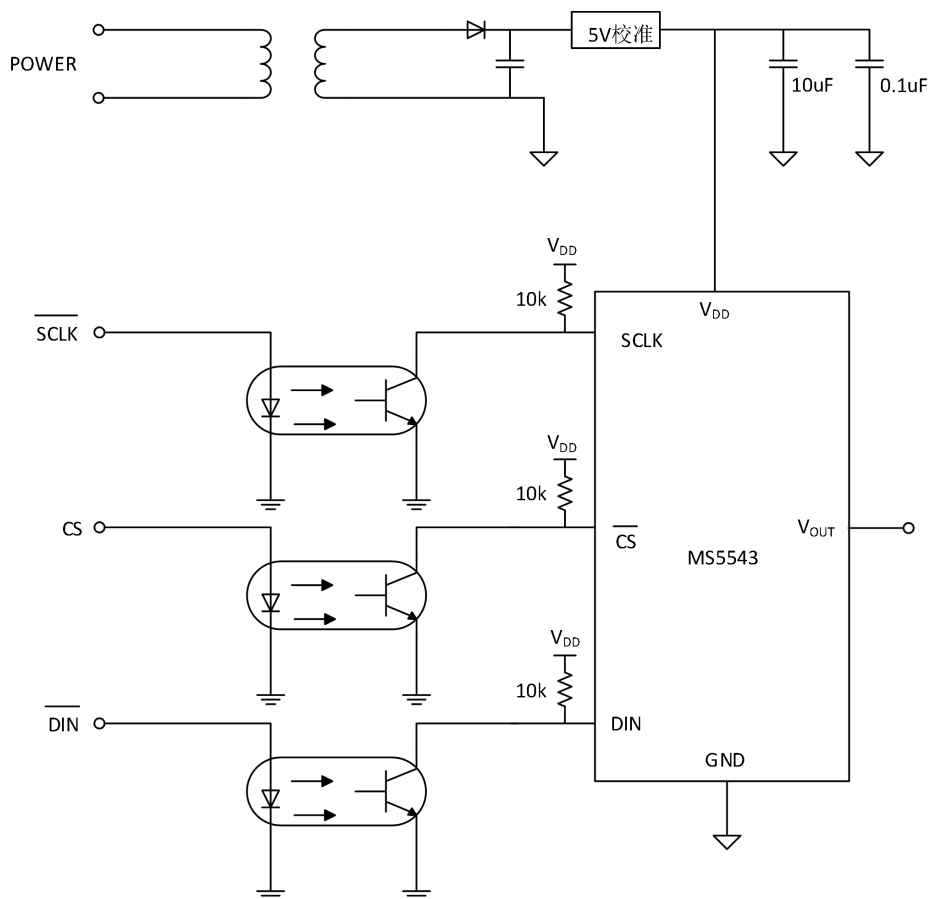


图 5. 光耦合器接口电路框图

### 多通道译码电路

MS5543 具有片选引脚  $\overline{CS}$ ，能够选择一个或者多个 DAC 一起工作。所有芯片接受相同的时钟串和数据串，但是在一个时间上只能有一个芯片接受  $\overline{CS}$  信号。DAC 的地址由译码器决定。在数字通路上存在数字馈通现象，使用突发时钟，能够将数字馈通对模拟信号通道的影响降至最低。典型电路结构如图 6 所示。

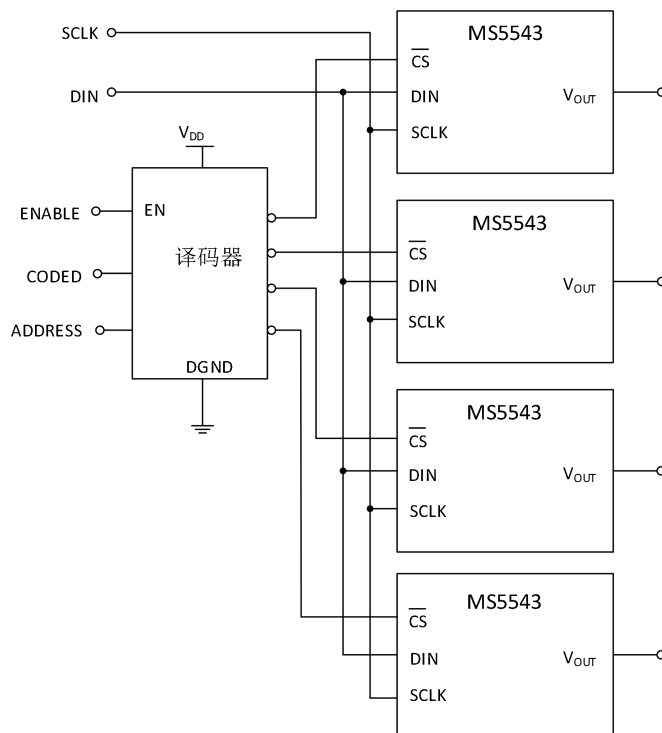
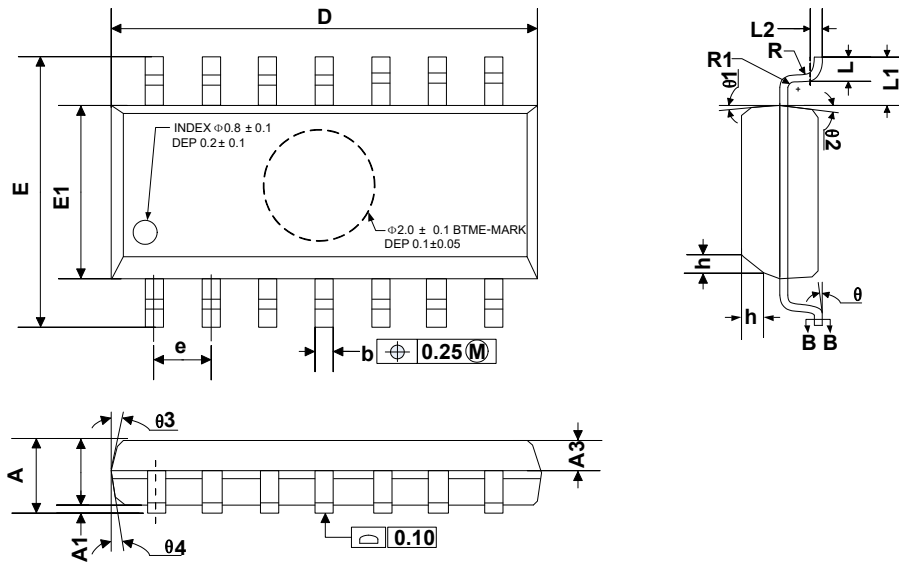


图 6. 多路 DAC

封装外形图

SOP14



| 符号         | 尺寸 (毫米)  |    |      |
|------------|----------|----|------|
|            | 最小       | 典型 | 最大   |
| A          | 1.35     |    | 1.75 |
| A1         | 0.10     |    | 0.25 |
| A2         | 1.25     |    | 1.65 |
| A3         | 0.55     |    | 0.75 |
| D          | 8.53     |    | 8.73 |
| E          | 5.80     |    | 6.20 |
| E1         | 3.80     |    | 4.00 |
| e          | 1.27 BSC |    |      |
| L          | 0.45     |    | 0.80 |
| L1         | 1.04 REF |    |      |
| L2         | 0.25 BSC |    |      |
| R          | 0.07     |    |      |
| R1         | 0.07     |    |      |
| h          | 0.30     |    | 0.50 |
| $\theta$   | 0°       |    | 8°   |
| $\theta 1$ | 6°       | 8° | 10°  |
| $\theta 2$ | 6°       | 8° | 10°  |
| $\theta 3$ | 5°       | 7° | 9°   |
| $\theta 4$ | 5°       | 7° | 9°   |

## 印章与包装规范

### 1. 印章内容介绍



产品型号：MS5543

生产批号：XXXXXXX

### 2. 印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

### 3. 包装规范说明

| 型号     | 封装形式  | 只/卷  | 卷/盒 | 只/盒  | 盒/箱 | 只/箱   |
|--------|-------|------|-----|------|-----|-------|
| MS5543 | SOP14 | 2500 | 1   | 2500 | 8   | 20000 |

## 声明

- 瑞盟保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整。
- 在使用瑞盟产品进行系统设计和整机制造时，买方有责任遵守安全标准并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成的人身伤害或财产损失！
- 产品提升永无止境，本公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！



### MOS电路操作注意事项

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电的影响而引起的损坏：

- 1、操作人员要通过防静电腕带接地。
- 2、设备外壳必须接地。
- 3、装配过程中使用的工具必须接地。
- 4、必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。



+86-181 2023 5245



武汉市江夏区光谷大道联  
享企业中心G栋二单元901  
室



[http:// www.vertex-icbuy.com/](http://www.vertex-icbuy.com/)