

## 2.7V 到 5.5V、串行输入、电压输出、16 位数模转换器

## 主要特点

- 3V 和 5V 单电源
- 低功耗
- 建立时间：1.2 $\mu$ s
- 无缓冲电压输出能够直接驱动 60k $\Omega$  负载
- 低毛刺：6nV-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

## 产品简述

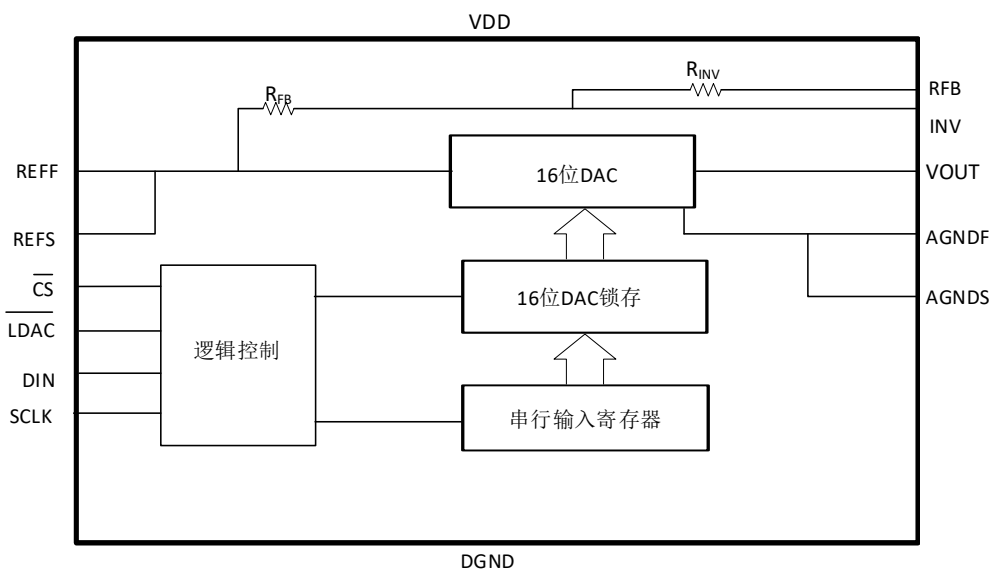
MS5532 是一款单通道、16 位、串行输入、电压输出的数模转换器，采用 2.7V 至 5.5V 单电源供电，输出范围为 0V 至  $V_{REF}$ 。MS5532 能够工作在双极性模式，产生  $\pm V_{REF}$  的输出摆幅。工作温度范围为 -40°C 至 +125°C。

MS5532 提供无缓冲输出，低建立时间、低功耗和低失调误差等特性。并且具有低噪声性能和低毛刺，适合多种终端系统使用。

## 产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称	档位	最大积分非线性(LSB)
MS5532	SOP14	MS5532	A	$\pm 2$
			B	$\pm 4$
			C	$\pm 8$
			D	$\pm 12$

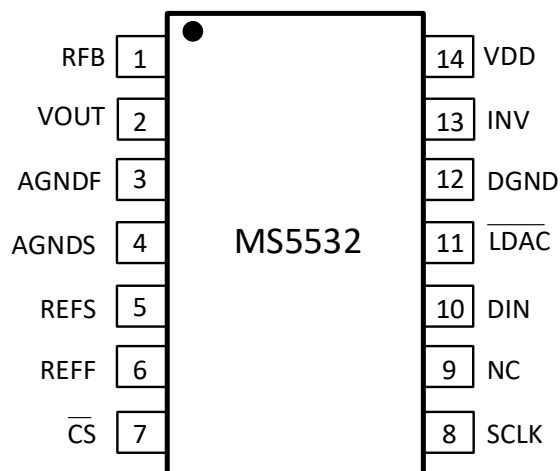
## 内部框图



## 目录

1. 主要特点 .....	1
2. 产品简述 .....	1
3. 应用 .....	1
4. 产品规格分类 .....	1
5. 内部框图 .....	1
6. 目录 .....	2
7. 管脚图 .....	3
8. 管脚说明 .....	3
9. 极限参数 .....	4
10. 推荐工作条件 .....	4
11. 电气参数 .....	5
12. 时钟特性 .....	7
13. 典型特性曲线 .....	8
14. 工作原理 .....	9
14.1 数模转换部分 .....	9
14.2 串行接口 .....	10
14.3 单极性输出结构 .....	10
14.4 双极性输出结构 .....	11
15. 典型应用 .....	12
15.1 布局指南 .....	12
15.2 光耦合器电路 .....	12
15.3 多通道译码电路 .....	13
16. 封装外形图 .....	14
17. 印章与包装规范 .....	15
18. 声明 .....	16
19. MOS电路操作注意事项 .....	17

## 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	VOUT	O	DAC 的模拟输出电压
3	AGNDF	-	模拟参考地 (Force)
4	AGNDS	-	模拟参考地 (Sense)
5	REFS	I	DAC 参考输入电压 (Sense)，电压范围 2V 至 V <sub>DD</sub>
6	REFF	I	DAC 参考输入电压 (Force)，电压范围 2V 至 V <sub>DD</sub>
7	CS	I	片选输入控制
8	SCLK	I	时钟输入，上升沿有效
9	NC	-	无连接
10	DIN	I	串行数据输入
11	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 内部的反馈电阻。 在双极模式下，连接外部运放的反相输入端
14	VDD	-	电源

## 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=0V，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	$V_{DD}$	-0.3 ~ +6.0	V
输入电流	$I_{IN}$	±10	mA
工作环境温度 <sup>1</sup>	$T_A$	-40 ~ +125	°C
存储温度 <sup>1</sup>	$T_{STG}$	-65 ~ +150	°C
ESD (HBM)	$V_{ESD}$	>±3k	V

注 1：工作环境温度，以及存储温度的项目以外，所有温度为  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。

## 推荐工作条件

参数	符号	参数范围			单位
		最小值	典型值	最大值	
电源电压范围	$V_{DD}$	2.7	5	5.5	V
参考电压范围	$V_{REF}$	2	3	$V_{DD}$	V

## 电气参数

$V_{DD}=5.0V$ ,  $V_{REF}=3V$ ,  $AGND=DGND=0V$ ,  $T_A=T_{MIN}\sim T_{MAX}$ 。注意: 没有特别规定,  $T_A = 25^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ 。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
静态特性						
分辨率				16		bits
积分非线性	A 档	$V_{REF}=3V, V_{DD}=5V, T_A=25^{\circ}C$	$\pm 0.5$		$\pm 2$	LSB
	B 档		$\pm 2$		$\pm 4$	
	C 档		$\pm 4$		$\pm 8$	
	D 档		$\pm 8$		$\pm 12$	
微分非线性		$V_{REF}=3V, V_{DD}=5V, T_A=25^{\circ}C$			$\pm 7$	LSB
双极零点失调误差		$T_A=25^{\circ}C$		$\pm 1$	$\pm 10$	LSB
双极零码失调误差		$T_A=25^{\circ}C$		$\pm 10$		LSB
双极零码温度系数				$\pm 3$		ppm/ $^{\circ}C$
双极增益误差		$T_A=25^{\circ}C$		$\pm 10$	$\pm 20$	LSB
双极增益温度系数				$\pm 3.5$		ppm/ $^{\circ}C$
输出特性						
输出电压范围	单极模式		0		$V_{REF}-1LSB$	V
	双极模式		$-V_{REF}$		$V_{REF}-1LSB$	V
输出电压建立时间	$C_L=10pF$			1.2		$\mu s$
转换速率	$C_L=10pF, 10\%-90\%$			4		V/ $\mu s$
数字到模拟毛刺脉冲	1LSB			5.7		nV-sec
数字馈通	$V_{REF}=2.5V$			0.3		nV-sec
输出噪声密度	DAC 码=0 $\times$ 8400, $f=1kHz$			10.2		nV/ $\sqrt{Hz}$
电源抑制比	$\Delta V_{DD} \pm 10\%$			$\pm 1$		LSB
DAC 参考输入						
参考输入范围			2.0		$V_{DD}$	V
参考输入阻抗				16		k $\Omega$

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入					
输入电流			±1		μA
输入低电压	V <sub>DD</sub> =5V			0.8	V
输入高电压	V <sub>DD</sub> =5V	3.5			V
输入电容			10		pF
迟滞电压			0.15		V
电源电压					
电源电压		2.7		5.5	V
电流	数字输入为 0		3	20	μA
功耗	数字输入为 0		15	100	μW

## 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%， $AGND=DGND=0V$ ， $-40^{\circ}C<T_A<+85^{\circ}C$ 。

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

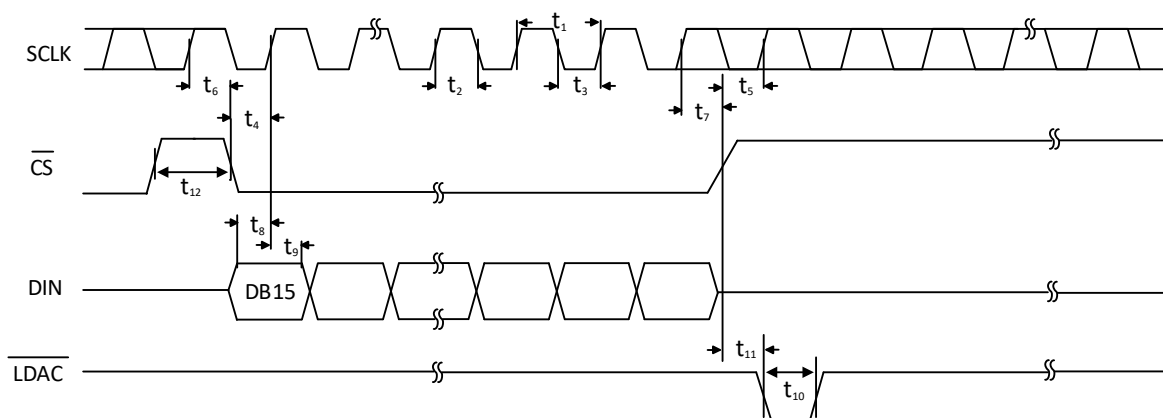


图 1. 时序图

## 典型特性曲线

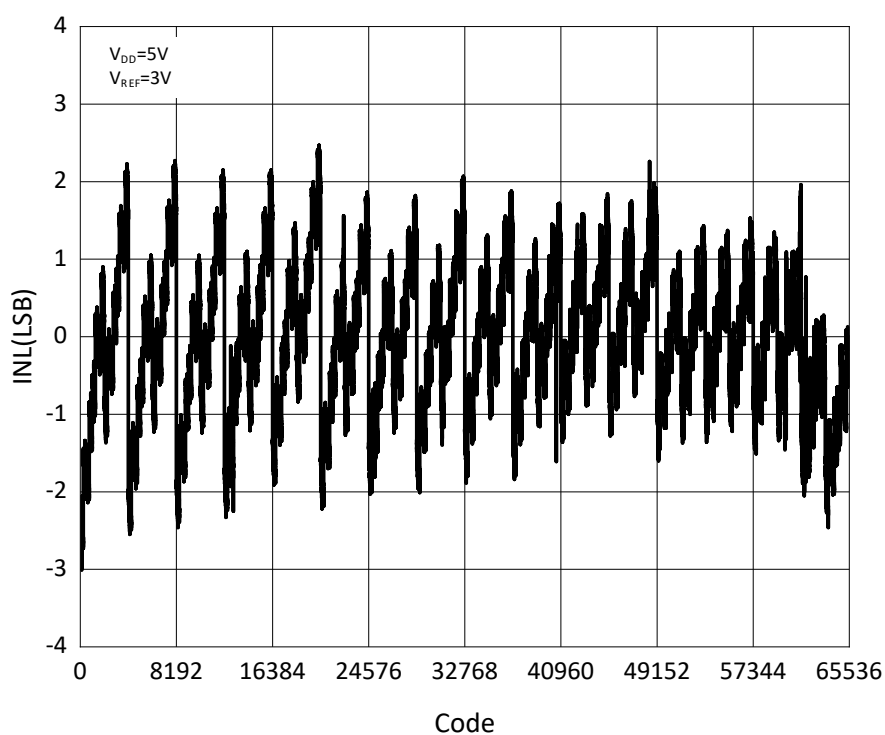


图 2. 积分非线性 vs. 码

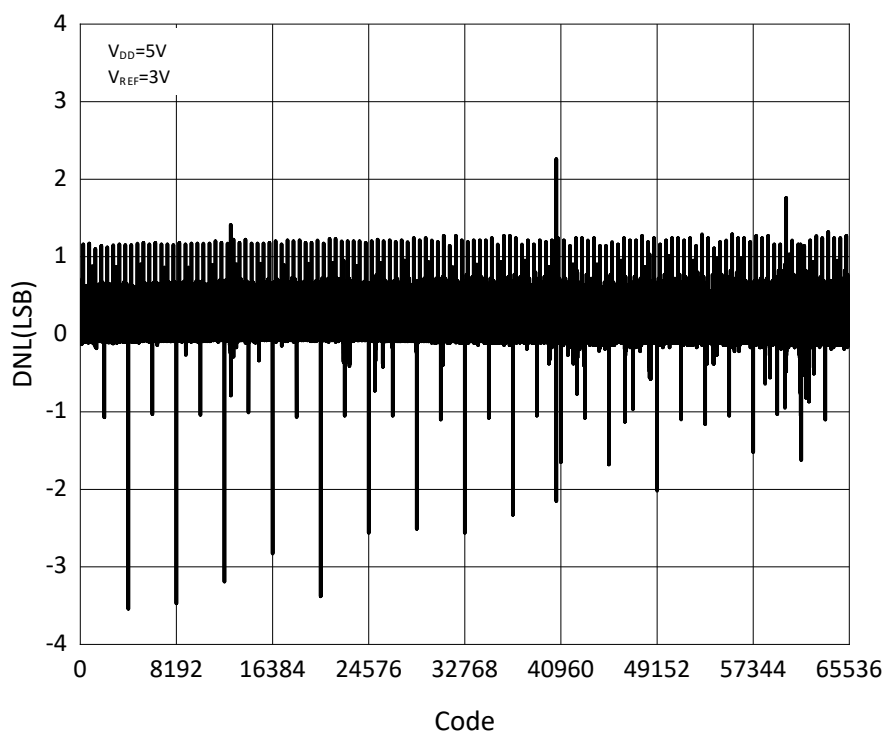


图 3. 微分非线性 vs. 码



## 工作原理

MS5532 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。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。为确保处于已知上电状态，该器件设计具有上电复位功能。在双极性模式下的 MS5532 输出为  $-V_{REF}$ 。

### 数模转换部分

DAC 架构包含两个匹配的 DAC 部分。图 4 所示为简化电路图。MS5532 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。

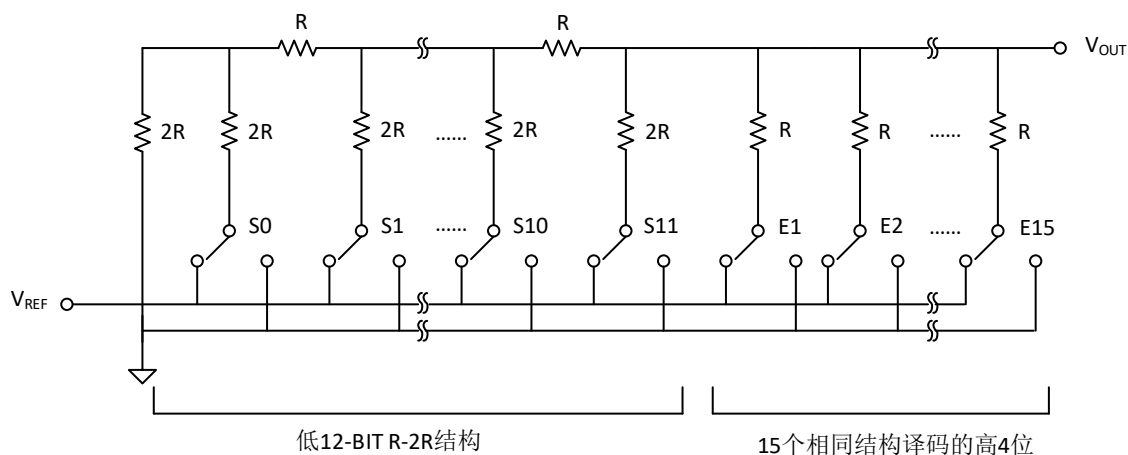


图 4. DAC 结构

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

MS5532 由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。除 16 位 DAC 寄存器外，MS5532 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。

在  $\overline{CS}$  从高电平变为低电平后，数据在串行时钟 SCLK 的上升沿同步载入，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， $\overline{CS}$  应从低电平变为高电平。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  $\overline{LDAC}$  处于高电平，数据只会保存在串行输入寄存器中。新值完全载入串行入寄存器之后，可以通过  $\overline{LDAC}$  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。

## 单极性输出结构

该 DAC 能够驱动 60kΩ 的无缓冲负载。图 5 所示为一个典型的单极性输出电压电路。该示例使用了 2.5V 基准和低失调、零漂移基准电压缓冲器 MS8629。

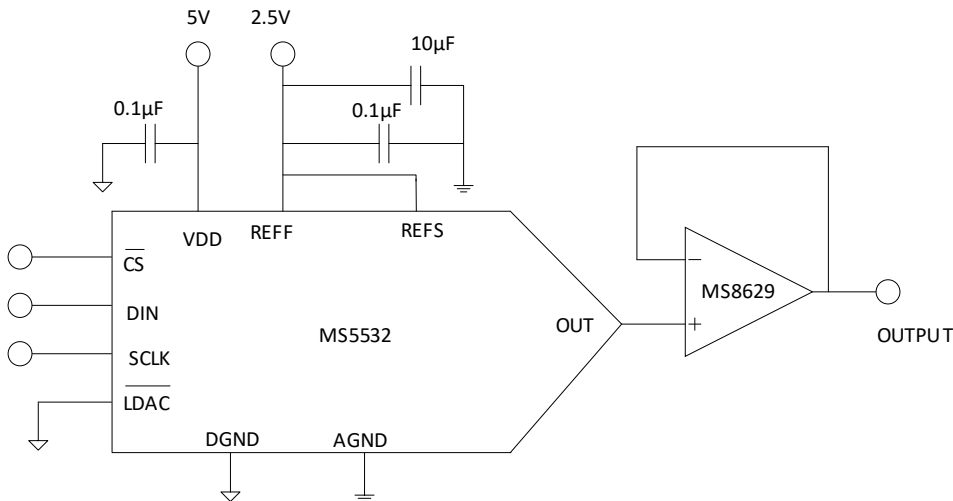


图 5. 单极性输出电路结构

假设使用理想的基准电压源，则单极性最差情况输出电压可以通过下式计算：

$$V_{\text{OUT-UNI}} = \frac{D}{2^{16}} \times (V_{\text{REF}} + V_{\text{GE}}) + V_{\text{ZSE}} + \text{INL}$$

其中： $V_{\text{OUT-UNI}}$  为单极性模式最差情况输出。D 为载入 DAC 的代码。 $V_{\text{REF}}$  为施加于器件的基准电压。 $V_{\text{GE}}$  为增益误差，单位(V)。 $V_{\text{ZSE}}$  为零电平误差，单位(V)。INL 为积分非线性，单位(V)。

## 双极性输出结构

对于外围所连接的运算放大器，MS5532 能够提供双极性输出，典型的电路结构如下图 6 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。

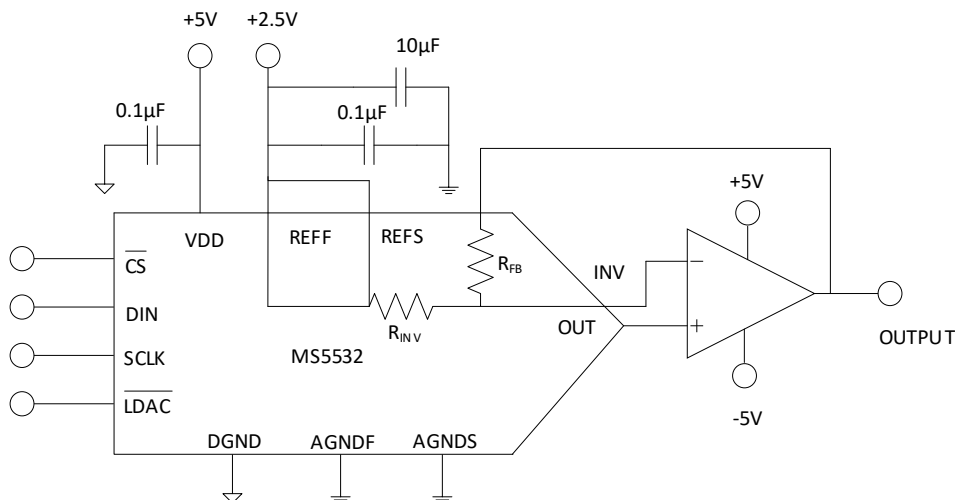


图 6. 双极性输出电路结构

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  $R_{FB}$  和  $R_{INV}$  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。MS5532 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 MS5532 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。MS5532 应当具有足够大的  $10\mu\text{F}$  电源旁路电容，与每个电源上的  $0.1\mu\text{F}$  电容并联，并且尽可能靠近封装体，最好是正对着该器件。 $10\mu\text{F}$  电容为钽珠型电容。 $0.1\mu\text{F}$  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

MS5532 是施密特触发的数字输入，使得它们可以接收缓慢的数字传输。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 7 所示光耦合器隔离电路结构。

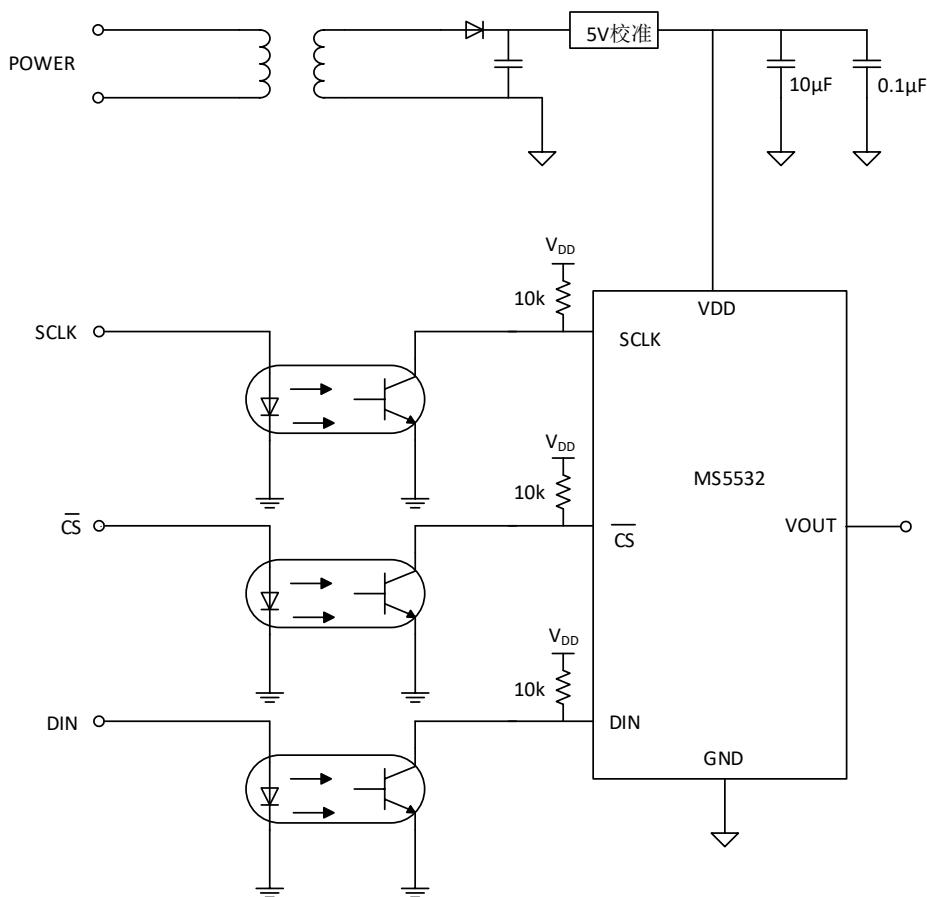


图 7. 光耦合器接口电路框图

### 多通道译码电路

MS5532 具有片选引脚  $\overline{\text{CS}}$ ，能够选择一个或者多个 DAC 一起工作。所有芯片接收相同的时钟和数据，但是某一时间只能有一个芯片接受  $\overline{\text{CS}}$  信号。DAC 的地址有译码器决定。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 8 所示。

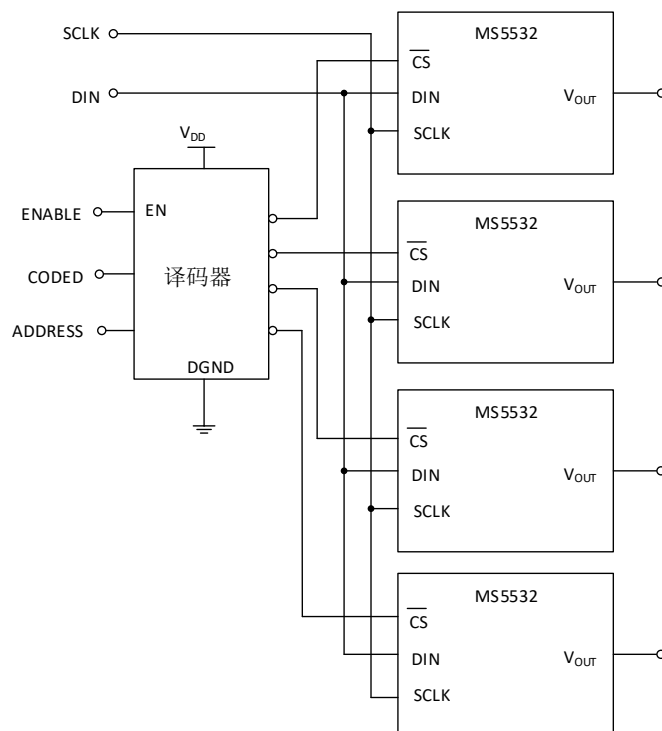
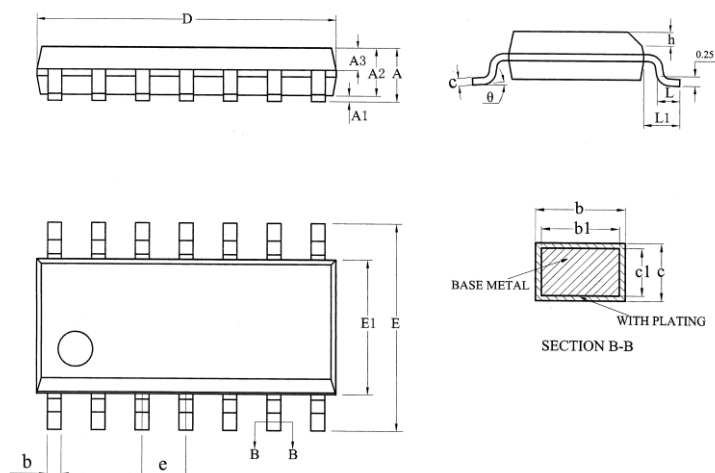


图 8. 多路 DAC

## 封装外形图

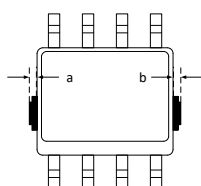
## SOP14



符号	尺寸 (毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.75
A1	0.10	-	0.225
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	-	0.47
b1	0.38	0.41	0.44
c	0.20	-	0.24
c1	0.19	0.20	0.21
D	8.55	8.65	8.75
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27BSC		
h	0.25	-	0.50
L	0.50	-	0.80
L1	1.05REF		
θ	0°	-	8°

注：在封装尺寸外，允许 a、b 同时有最大 0.15mm 的废胶尺寸。

示意图如下：以 SOP8 封装为例



印章与包装规范

1. 印章内容介绍



产品型号：MS5532  
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
MS5532	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。



+86-571-89966911



杭州市滨江区伟业路 1 号  
高新软件园 9 号楼 701 室



[http:// www.relmon.com](http://www.relmon.com)