



半导体集成电路 TGS2S80型 R/D 转换器 使用说明书

特点

- ★参考电压：0.71V~5.64V(有效值)
- ★信号电压：2V±0.2V(有效值)
- ★频率：50~20000Hz
- ★具有三态锁存数字输出
- ★分辨率：10、12、14、16 位可选
- ★转换精度：±4 角分(16 位)
- ★±12V、+5V 电源供电
- ★尺寸：50.8×15.24×2.7mm³
- ★信号与参考的相移为±10°
- ★质量等级：GJB 597B-2012《半导体集成电路通用规范》，B 级

用途

- | | |
|---------------|---------|
| ★导弹伺服系统 | ★航空电子系统 |
| ★雷达控制系统 | ★舰船导航系统 |
| ★天线监控 | ★火炮控制系统 |
| ★计算机数控(CNC)机床 | ★机器人技术 |

1 概述

TGS2S80AMBD 型 R/D 转换器是依据 II 型伺服跟踪原理设计的连续跟踪型 R/D 转换器，引脚排

列与美国 AD 公司 AD2S80A LCC 封装产品兼容，10、12、14、16 位(分辨率可选)并行自然二进制码数据锁存输出，40 引脚 CDIP-40 陶瓷载体封装，精度高，功耗低，体积小，重量轻，可靠性高，可广泛用于飞机、舰船、火炮、导弹、雷达、坦克等重要战略战术武器。

工作参考电压为 0.71V~5.64V(有效值)，信号电压为 2V±0.2V(有效值)，工作频率为 50Hz~2kHz。该系列转换器输出数据为自然并行二进制数码，分辨率 10、12、14、16 位可选。通过使能信号 ENABLE 可以使输出为高阻态；使能禁止信号 INHIBIT 可以暂停输出数据更新，此时转换器内部仍在连续跟踪。

表1 额定条件与推荐工作条件

绝对最大额定值	正电源电压 V_L	7V;
	正电源电压 V_+	14V;
	负电源电压 V_-	-14V;
	信号电压 V_I (有效值).....	$2V \pm 0.4V$;
	激磁电压 V_R (峰值)/频率 f	$1V \sim 8V/50Hz \sim 20kHz$;
	贮存温度 T_{stg}	$-65^\circ C \sim 150^\circ C$;
	引线耐焊接温度(10s) T_b	$< 300^\circ C$;
结温 T_j	175°C.	
推荐工作条件	正电源电压 V_L	$5V \pm 0.5V$;
	正电源电压 V_+	$12V \pm 1.2V$;
	负电源电压 V_-	$-12V \pm 1.2V$;
	信号电压 V_I	$2V \pm 0.2V$;
	激磁电压 V_R /频率 f	$4V/2kHz$;
	工作温度范围 T_A	$-55^\circ C \sim 125^\circ C$.

表2 电特性

特性	符号	条件 (除另有规定外, $V_+ = 12V \pm 1.2V$, $V_- = -12V \pm 1.2V$, $V_L = 5V \pm 0.5V$; 信号输入电压: $V_I = 2V \pm 0.2V$; 激磁输入电压/频率: $V_R = 4V/2kHz$, $-55^\circ C \leq T_A \leq 125^\circ C$, $-10^\circ \leq \text{相移} R \leq 10^\circ$.)	A组 分组	极限值		单位
				最小	最大	
分辨率 ^a	RES	0~360°范围	4,5,6	10	-	bit
				12	-	
				14	-	
				16	-	
输出精度 ^a	r	0~360°范围	4,5,6	-4	4	角分
跟踪速率 ^a	S _i	0~360°范围	4,5,6	1040	-	转/秒
				260	-	
				65	-	
				16	-	
角速度输出电压	V_ω	16位分辨率且16转/秒	4,5,6	7	9	V
忙输出脉冲宽度	T_B	-	4,5,6	200	600	ns
零位信号脉冲宽度	T_R	-	4,5,6	100	-	ns
使能信号建立到数据稳定时间 ^a	T_{ENA}	-	4	-	110	ns
位选择信号建立到数据稳定时间 ^a	T_{BVTB}	-	4	-	160	ns
输出重复性 ^a	θ_i	-	1,2,3	-1	1	LSB

2 工作原理

工作原理框图如图 1 所示，其原理概述如下：

分解器输入信号经内部信号隔离电路转换成正交信号：

$$V_{SN} = KE_0 \sin \theta \sin \omega t$$

$$V_{COS} = KE_0 \cos \theta \sin \omega t$$

其中 θ 为输入模拟角度。

这两个信号与内部可逆计数器的数字角 φ 在正余弦函数乘法器中相乘，再经误差处理得到： $KE_0 \sin \theta \sin \omega t - KE_0 \cos \theta \sin \omega t = KE_0 \sin(\theta - \varphi) \sin \omega t$ 。经过误差放大、鉴相、积分滤波后送入压控振荡器，如果 $|\theta - \varphi| \neq 0$ ，压控振荡器将输出脉冲更改可逆计数器内的数据，直到 $|\theta - \varphi|$ 在转换器精度内为零，在这一过程中转换器始终跟踪输入角 θ 的变化。

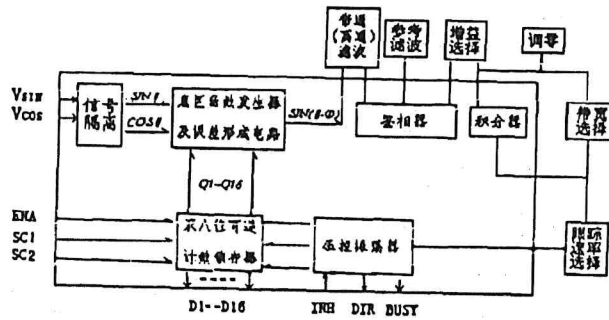


图 1 工作原理图

3 数据的传送方法及时序

TGS2S80AMBD 型 R/D 转换器通过 \overline{ENABLE} (低电平有效) 对输出锁存器实行三态控制，方便转换器与数据总线相连。

通过使能禁止信号 $\overline{INHIBIT}$ (低电平有效) 可以暂停输出数据更新，此时转换器内部仍在连续跟踪。

读取方法如下：

将 $\overline{INHIBIT}$ 置为逻辑“0”，锁定转换器的输出数据，等待不少于 600ns，此时转换器三态锁存器内数据更新完成，可以读取数据。下面给出转换器的时序图。

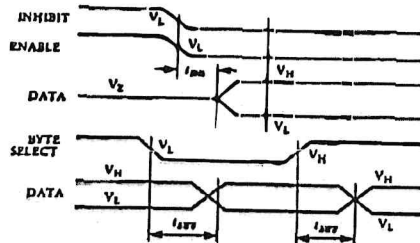
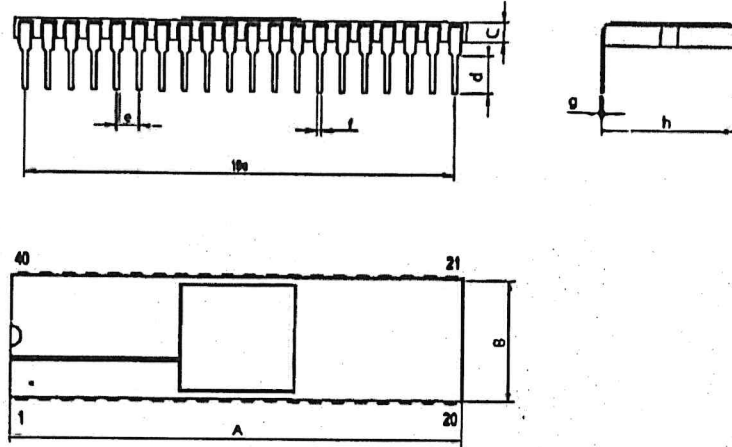


图 2 总线传输时序图

4 封装外形图与尺寸

封装类型：器件采用 CDIP-40 标准封装，外形尺寸按照图 3 的规定。



尺寸符号	数 值		
	最小值	标称值	最大值
<i>A</i>	50.29	-	51.31
<i>B</i>	14.73	-	15.24
<i>C</i>	1.89	-	2.29
<i>d^a</i>	-	4.76	-
<i>e^a</i>	-	2.54	-
<i>f^a</i>	-	0.46	-
<i>g^a</i>	-	0.25	-
<i>h^a</i>	-	15.24	-

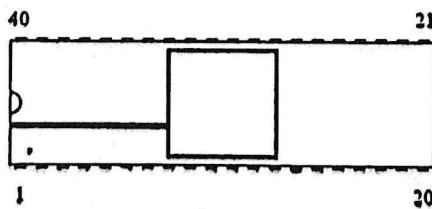
^a互换性尺寸由外壳制造及检验保证，本规范不做考核要求。

图 3 外形尺寸

5 引脚说明

5.1 引脚排布

引出端排列应按图 4 的规定。



(俯视图)

引出端序号	符号	功 能	引出端序号	符号	功 能
1	REF/I	参考信号输入	21	D13	数字输出 13
2	DEMO/I	鉴相器输入	22	D14	数字输出 14

3	ACER/O	交流误差输出	23	D15	数字输出 15
4	COS	余弦信号输入	24	D16	数字输出 16(LSB)
5	ANALOG GND	模拟地 ^d	25	V _L	+5V 电源
6	SIGNAL GND	信号地	26	$\overline{\text{ENABLE}}$	使能信号输入
7	SIN	正弦信号输入	27	BYTE SELECT	位输入控制 ^a
8	V _{CC}	+12V 电源	28	$\overline{\text{INHIBIT}}$	禁止信号输入
9	D1	数字输出 1(MSB)	29	DIGITAL GND	数字地
10	D2	数字输出 2	30	SC1	分辨率选择输入 ^b
11	D3	数字输出 3	31	SC2	
12	D4	数字输出 4	32	DATA LOAD	数据方向控制 ^c
13	D5	数字输出 5	33	BUSY	忙信号输出
14	D6	数字输出 6	34	DIRECTION	计数方向信号输出
15	D7	数字输出 7	35	RIPCLK	零位信号输出
16	D8	数字输出 8	36	V _{EE}	-12V 电源
17	D9	数字输出 9	37	VCO/I	压控振荡器输入
18	D10	数字输出 10	38	INTE/I	积分器输入
19	D11	数字输出 11	39	INTE/O	积分器输出
20	D12	数字输出 12	40	DEMO/O	鉴相器输出

a 当 BYTE SELECT 控制端输入逻辑“1”时，高八位数据从管脚 9~管脚 16 输出，低八位数据从管脚 17~管脚 24 输出；当 BYTE SELECT 控制端输入逻辑“0”时，低八位数据复制到管脚 9~管脚 16 输出。

b SC1、SC2 输入内部已加上拉至+12V 电源，不同控制组合表示选择不同的分辨率：SC1、SC2 为“00”代表分辨率为 10 位，“01”代表分辨率为 12 位，“10”代表分辨率为 14 位，“11”代表分辨率为 16 位。

c DATA LOAD 输入内部已加上拉至+12V 电源，从 D1~D16 端口 16 数据可输出；当 DATA LOAD 输入逻辑“0”时，且 ENABLE 输入逻辑“1”时，可以从 D1~D16 端口输入数据。

d ANALOG GND 必须外部连接到 DIGITAL GND。

图 4 引出端排列

5.2 引脚功能

- 1) D1~D16 并行二进制数字角度代码输出
- 2) SIN 正弦信号输入
- 3) COS 余弦信号输入
- 4) REF/I 参考信号输入
- 5) ACER/O 交流误差输出
- 6) DEMO/I 鉴相器输入
- 7) DEMO/O 鉴相器输出
- 8) INTE/I 积分器输入
- 9) INTE/O 积分器输出

10) VCO/I 压控振荡器输入

11) SC1、SC2

SC1、SC2 的不同控制组合表示选择不同的分辨率：SC1、SC2 为“00”代表分辨率为 10 位，“01”代表分辨率为 12 位，“10”代表分辨率为 14 位，“11”代表分辨率为 16 位。SC1、SC2 输入内部已加上拉至+12V 电源。

12) $\overline{\text{ENABLE}}$

输入决定输出数据的状态。逻辑“HL”将输出数据引脚保持在高阻抗状态，而通过应用逻辑“LO”则可将锁存器中的数据送至输出引脚。ENABLE 的操作不会对转换过程造成任何影响。

13) $\overline{\text{INHIBIT}}$

静止信号输入，该引出腿为数据锁存控制逻辑输入腿，其功能为外部对转换器输出数据实行锁存或直通选择控制。高电平时转换器输出数据不锁存而直接输出；低电平时，转换器输出数据被锁存，数据不进行更新，但内部环路不中断，跟踪始终进行，INHIBIT 已在内部接拉高电阻。静止信号下降沿延时 600 ns(MAX)后，数据稳定。(注：器件是否占用数据总线，即何时输出数据取决于 ENABLE 的状态)

14) BUSY

输出数据的有效性由 BUSY 输出的状态来表示。当转换器的输入发生变化时，BUSY 输出端的信号会是一系列 TTL 电平的脉冲。每当输入变化一个 LSB 的模拟等效值，且内部计数器递增或递减时，就会发出一个 BUSY 脉冲。DIRECTION 计数方向信号输出，高电平指示转换器加计数，低电平指示转换器减计数。

15) RIPCLK CLOCK

当转换器的输出通过主进位(即全 1 到全 0, 或相反)时, 会启动 RIPPLE CLOCK(RC) 逻辑输出的上升沿, 表示输入角度已转过 360°或完成一个俯仰。RIPPLE CLOCK 通常会在 BUSY 脉冲之前为高电平, 并在下一连续脉冲的下一上升沿出现前复位。唯一的例外情况是当 RIPPLE CLOCK 处于高电平状态时 DIR 发生改变。只有 DIR 在两个连续正 BUSY 脉冲边沿保持稳定, RIPPLE CLOCK 才会复位。RIPPLE CLOCK 不会受 INHIBIT 影响。

16) BYTE SELECT

BYTE SELECT 输入选择要在数据输出端 DB1 至 DB8 提供的数据字节。无论 BYTE SELECT 引脚的状态如何, 低字节都将通过数据输出端 DB9 至 DB16(ENABLE 输入置为逻辑“LO”)提供。请注意, 当使用 16 位以下分辨率时, 未用数据线路会拉至逻辑“LO”。当 BYTE SELECT 输入端为逻辑“HI”时, 八个最高有效数据位将通过数据输出端 DB1 和 DB8 提供。状态为逻辑“LO”时, 低字节将通过数据输出端 1 至 8 提供, 即数据输出端 1 到 8 将重复数据输出端 9 到 16。BYTE SELECT 的操作

不会对转换器的转换过程造成任何影响。

6 参数设计

6.1 滤波器设置

$$15k\Omega \leq R1 = R2 \leq 56k\Omega$$

$$C1 = C2 = \frac{1}{2\pi R1 f_{REF}} F \quad (R1 \text{ 单位 } \Omega; f_{REF} \text{ 为激励源信号的频率, 单位 Hz})$$

6.2 增益设置

$$R4 = \frac{E_{DC}}{100 \times 10^{-9}} \times \frac{1}{3} \Omega$$

$$E_{DC} = 160 \times 10^{-3} \quad (10 \text{ 位分辨率})$$

$$= 40 \times 10^{-3} \quad (12 \text{ 位分辨率})$$

$$= 10 \times 10^{-3} \quad (14 \text{ 位分辨率})$$

$$= 2.5 \times 10^{-3} \quad (16 \text{ 位分辨率})$$

6.3 参考信号输入

$$R4 = 100k\Omega$$

$$C3 > \frac{1}{10^5 \times f_{REF}} F$$

6.4 最大跟踪速率设置

T 为最大跟踪速率(单位: 转/秒), 但不能超过参考频率的 1/16。为使得产品在最大跟踪速率状态下, 角速度电压达到 8V:

$$R6 = \frac{6.66 \times 10^7}{T \times P} k\Omega$$

$$P = 1024 \quad (10 \text{ 位分辨率})$$

$$= 4096 \quad (12 \text{ 位分辨率})$$

$$= 16384 \quad (14 \text{ 位分辨率})$$

$$= 65536 \quad (16 \text{ 位分辨率})$$

6.5 带宽选择环路设置

产品参考频率与带宽 f_{BW} 的选择比例, 不能小于表 3 的规定。

表 3 参考频率与带宽的选择比例

分辨率	参考频率与带宽 f_{BW} 的比例
10	2.5 : 1
12	4 : 1
14	6 : 1
16	7.5 : 1

例如: 14 位分辨率、400Hz 产品参考频率时, f_{BW} 选 50Hz。

$$C4 = \frac{20.2 \times 10^{-3}}{R6 \times f_{BW}^2} \text{ F (R6 单位 k}\Omega\text{)}$$

$$C5 = 5 \times C4$$

$$R5 = \frac{4}{2 \times \pi \times f_{BW} \times C5} \Omega$$

6.6 VCO 滤波设置

$$C6 = 470 \text{ pF}, R7 = 68 \Omega$$

6.7 调零设置

为消除产品的零漂,可使用电位器 R9 调节,方法是:把产品的 4 脚与 1 脚短路(参考信号为 2V 时)、7 脚 6 脚短路,相当于输入 0°角,调节 R9 电位器,使产品输出数据为全“零”。

$$R8 = 4.7 \text{ M}\Omega, R9 = 1 \text{ M}\Omega$$

7 使用注意事项

- 1) $\pm 12\text{V}$ 、 $+5\text{V}$ 电源和地应接到的器件相应的引脚上,注意电源的极性必须正确,否则会烧毁器件。
- 2) 在产品各电源端到地之间并联上 $0.1\mu\text{F}$ 和 $6.8\mu\text{F}$ 的去耦旁路电容,
- 3) 信号和激励源: SIN、COS、RH 和 RL 各输入信号不允许超过绝对最大额定值,否则会毁坏器件。
- 4) 不使用的引脚可以悬空。
- 5) 引脚应避免被弯曲,否则易导致绝缘子破裂,影响产品密封性能。

8、常规故障及处理方法

- 1) 输出数字角度变化不均匀,且误差很大。
原因:可能是旋变信号电压、激磁电压或频率与产品外围参数设计不匹配。
处理方法:检查信号电压和频率,以及外围参数设计值的符合性。
- 2) 产品在某些区间数字角输出,而某些区间数字角输出不变。
原因:可能旋变信号与产品有未连通。
处理方法:检查产品引出端是否已接受到信号,接插板接触是否可靠,旋变是否断线。
- 3) 产品输出数字角的变换与旋变旋转方向相反。
原因:可能激磁信号或旋变正余弦信号线连线错误。
处理方法:按照产品的输入信号位置对应连接旋变信号线。
- 4) 旋变已旋转但产品输出数字角不变化。
原因:可能 INH 引脚为低电平。
处理方法:INH 引脚接高。