

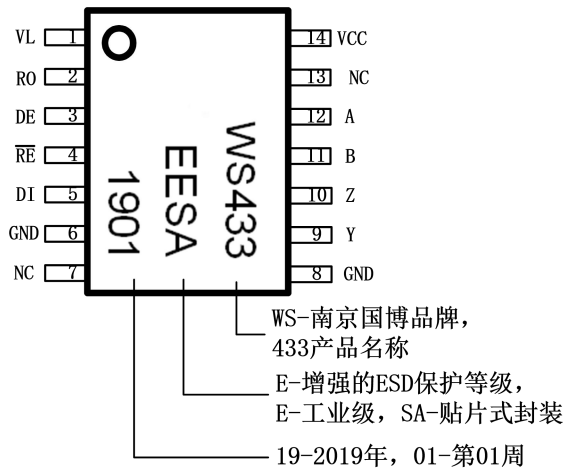


产品介绍

南京国博电子有限公司研制的 WS433 是兼容 3.3V/5V 工作电压的 RS-422 收发器电路，电路内部包含一路驱动器和一路接收器。在多电压工作系统中能够适应低电压逻辑输入接口，可以直接和低电压的 ASIC/FPGA 等直接连接而不需要额外的器件电路，低电压逻辑接口的电压范围可以从 1.62V 到 VCC 电压。。WS433 总线具有故障保护功能，当接收器输入开路或者短路时，可以保证接收器输出为高电平状态。如果终端总线上所有驱动器都被禁用（高阻抗），则接收器也输出为高电平状态。

WS433 接收器输入阻抗为 1/8 单位负载，允许多达 256 个收发器挂接在总线上。所有驱动器输出提供 $\pm 15\text{kV}$ 人体模式 ESD 保护，采用 14 脚 SO 封装，工作于 -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$ 温度范围。

产品的结构及引脚图（Top View）如下：



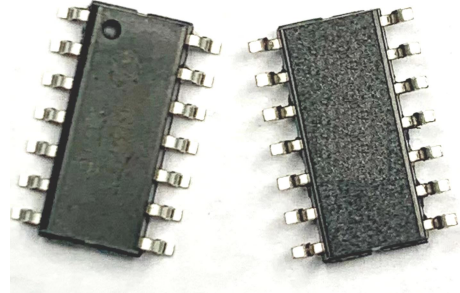
WS433 引脚图—14-pin SOP
(Top View)

WS433



3.3V/5V 16Mbps 全双工

RS422 通讯接口芯片



14-pin SOP 封装

产品特征

- 3.3V/5V 电源电压
- 可保证最低 1.62V 的低压逻辑接口
- 通信端口提供 $\pm 15\text{kV}$ 人体模式 ESD 保护
- Fail-safe 功能
- 具有 1/8 单位负载，多达 256 个收发器可挂接在同一总线上
- 采用 14 脚 SO 封装

应用

- 照明系统
- 电表
- 工业控制
- 工业电机驱动
- 自动 HVAC 系统



表 1: WS433 电性能

(VCC = 3.3V~ +5.5V, VL = +1.8V~ VCC, 除非另有说明。典型值为 VCC=5V, VL=1.8V, TA=+25°C)

| 参数 | 符号 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---------------------|------|-----------------------------------|---------|-------|--------|----|
| 供电电源 | | | | | | |
| 供电电压范围 | VCC | | 3 | | 5.5 | 伏 |
| | VL | | 1.62 | | VCC | 伏 |
| 驱动器 | | | | | | |
| 差分驱动输出(无负载) | VOD1 | 图 1, 空载 | | | VCC | 伏 |
| 差分驱动输出 | VOD2 | 图 1, R=50Ω(RS-422) | 2.0 | | VCC | 伏 |
| | | 图 1, R=27Ω(RS-485) | 1.5 | | VCC | |
| 差分输出幅值变化(注 1) | ΔVOD | 图 1, R = 50ΩorR=27Ω | | | 0.2 | 伏 |
| 驱动器输出共模电平 | VOC | 图 1, R=50ΩorR=27Ω | | VCC/2 | 3 | 伏 |
| 驱动器输出共模电平变化 | ΔVOC | 图 1, R=50ΩorR=27Ω | | | 0.2 | 伏 |
| 输入高电平 | VIH1 | DE, DI, \overline{RE} , | 2/3*VL | | | 伏 |
| 输入低电平 | VIL1 | DE, DI, \overline{RE} , | | | 1/3*VL | 伏 |
| 输入电流 | IIN1 | DE, DI, \overline{RE} , VL(注 2) | | | ±1 | 微安 |
| 输入漏电流(Y, Z, A, B) | IIN4 | DE = GND, VCC=GNDor5.5V | VIN=12V | | 125 | 微安 |
| | | | VIN=-7V | -100 | | |
| 驱动器输出短路电流 (Y, Z) | IOD1 | -7V ≤ VOUT ≤ VCC | -100 | | 25 | 毫安 |
| | | 0V ≤ VOUT ≤ 12V | 25 | | 100 | 毫安 |
| | | 0V ≤ VOUT ≤ VCC | ±25 | | | 毫安 |
| 接收器 | | | | | | |
| 接收器差分输入阈值电压 | VTH | -7V ≤ VCM ≤ +12V | -200 | | -50 | 毫伏 |
| 接收器差分输入阈值电压 迟滞 | ΔVTH | | | 40 | | 毫伏 |
| 接收器输出高电平 | VOH | IO=-1mA, VID=1V | VL-0.4 | | | 伏 |
| 接收器输出低电平 | VOL | IO=1mA, VID=-1V | | | 0.4 | 伏 |
| 接收器输出高阻态漏电流 | IOZR | 0V ≤ VR0 ≤ VL | | | ±1 | 微安 |



| | | | | | | |
|---------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----|----------|-----|
| 接收器输入阻抗 | RIN | $-7V \leq V_{CM} \leq +12V$ | 96 | | | 千欧姆 |
| 接收器输出短路电流 | IOSR | $0V \leq V_{RO} \leq V_L$ | ± 7 | | ± 95 | 毫安 |
| 供电电流 | | | | | | |
| 静态供电电流 | I _{CC} | No load, DI=GND or V _{cc} | $\overline{RE} = DE = V_{CC}$ | 0.7 | 2 | 毫安 |
| | | | $\overline{RE} = DE = GND$ | 0.7 | 2 | |
| 关断电流 | I _{SHDN} | $DE = GND, \overline{RE} = V_{cc}$ | | 2.8 | 10 | 微安 |
| | IL | RO = No load | | 0.1 | 1 | 微安 |
| 静态保护特性 | | | | | | |
| 静电保护(A管脚,B管脚) | | 接触放电模型 | ± 12 | | | 千伏 |
| | | IEC 61000-4-2 | | | | |
| | | 人体模型 | ± 15 | | | |
| 静电保护(其他管脚) | | 人体模型 | ± 4 | | | 千伏 |

注 1: ΔV_{OD} 和 ΔV_{OC} 是当 DI 改变时 V_{OD} 和 V_{OC} 的各自变化量。

注 2: 所有流入器件的电流为正, 流出器件的电流为负; 如无特殊说明, 所有电压以地为参考点。

开关特性

($V_{CC} = +5V \pm 5\%$, 环境温度为 $+25^\circ C$.)

| 参数 | 符号 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|-----------------------------------|---|----|----|---------|------|
| 驱动器输入输出延时 | t _{DPLH} | 图 3 和 5, R _{DIF} F=54 欧姆, C _L =54pF | | | 50 | 纳秒 |
| | t _{DPHL} | | | | 50 | |
| 驱动器输入输出延时之差 | t _{DSKEW} | 图 3 和 5, R _{DIF} F=54 欧姆, C _{L1} =C _{L2} =100pF | | -3 | ± 8 | 纳秒 |
| 驱动器上升、下降时间 | t _{DR} , t _{DF} | 图 3 和 5, R _{DIF} F=54 欧姆, C _{L1} =C _{L2} =100pF | | | 15 | 纳秒 |
| 最大速率 | f _{MAX} | | 16 | | | Mbps |
| 驱动器使能到输出为高电平 | t _{DZH} | 图 4 和 6, C _L =100pF, S2 关断 | | | 150 | 纳秒 |
| 驱动器使能到输出为低电平 | t _{DZL} | 图 4 和 6, C _L =100pF, S1 关断 | | | 150 | 纳秒 |
| 驱动器从输出低到关断时间 | t _{DLZ} | 图 4 和 6, C _L =15pF, S1 关断 | | | 100 | 纳秒 |
| 驱动器从输出高到关断时间 | t _{DHZ} | 图 4 和 6, C _L =15pF, S2 关断 | | | 120 | 纳秒 |
| 关断模式驱动使能到输出高 | t _{DZH} (SD) | 图 4 和 6, C _L =100pF, S2 关断 | | | 5 | 微秒 |
| 关断模式驱动使能到输出低 | t _{DZL} (SD) | 图 4 和 6, C _L =100pF, S2 关断 | | | 5 | 微秒 |
| 接收器输入输出延时 | t _{RPLH} | 图7和9; VID ≥ 2.0V; VID上升下降时间小于15纳秒 | | | 120 | 纳秒 |
| | t _{RPHL} | | | | | |
| t _{RPLH} - t _{RPHL} 接收器输入输出延时之差 | t _{RSKD} | 图7和9; VID ≥ 2.0V; VID上升下降时间小于15纳秒 | | | 13 | 纳秒 |



| | | | | | | |
|----------------------|-------------|-------------------------------------|----|-----|-----|----|
| 接收器使能到输出低 | tRZL | 图 2 和 8, $C_L=100\text{pF}$, S1 关断 | | 20 | 50 | 纳秒 |
| 接收器使能到输出高 | tRZH | 图 2 和 8, $C_L=100\text{pF}$, S2 关断 | | 20 | 50 | 纳秒 |
| 接收器从输出高到关断 | tRZL | 图 2 和 8, $C_L=100\text{pF}$, S1 关断 | | 20 | 50 | 纳秒 |
| 接收器从输出低到关断 | tRHZ | 图 2 和 8, $C_L=100\text{pF}$, S2 关断 | | 20 | 50 | 纳秒 |
| 芯片关断时间 | tSHDN | (注 3) | 50 | 200 | 700 | 纳秒 |
| 从芯片关断到接收器使能, 到输出为高电平 | tRZH (SHDN) | 图 2 和 8, $C_L=100\text{pF}$, S2 关断 | | | 5 | 微秒 |
| 从芯片关断到接收器使能, 到输出为低电平 | tRZL (SHDN) | 图 2 和 8, $C_L=100\text{pF}$, S1 关断 | | | 5 | 微秒 |

注 3: 当 RE=1, DE=0 时, WS433 进入关断状态。如果这个状态维持时间小于 50 纳秒, 则芯片不会进入关断状态。如果这个状态维持时间超过 600 纳秒, 芯片确保进入关断状态。

测试电路图

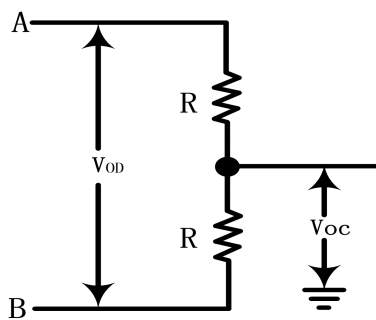


图 1 驱动器直流特性测试负载

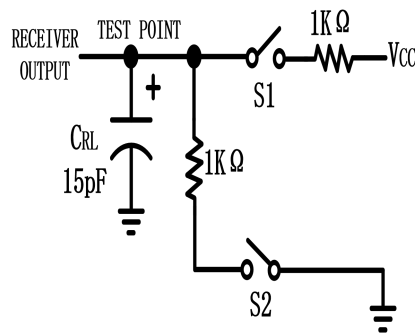


图 2 接收器使能/关断 开关特性测试负载

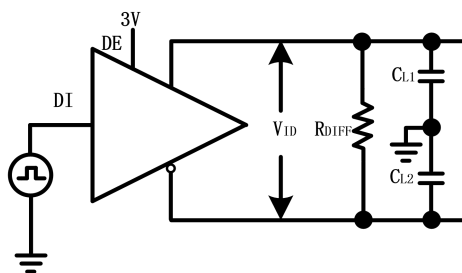


图 3 驱动器开关特性测试电路

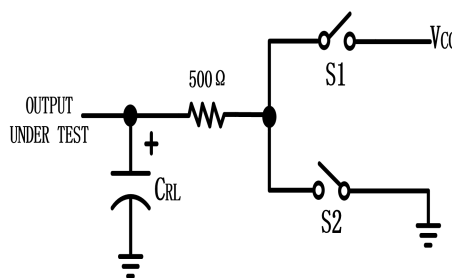


图 4 驱动器使能/关断 开关特性测试负载

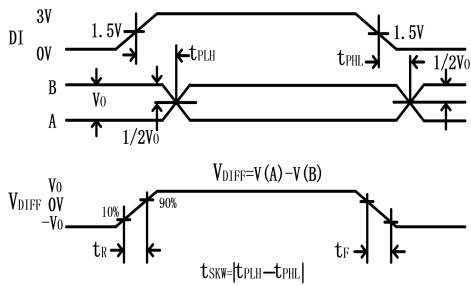


图 5 驱动器传输延时

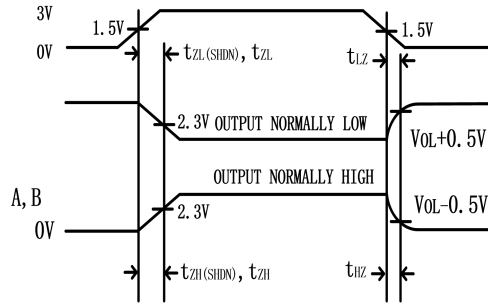


图 6 驱动器使能/关断时序

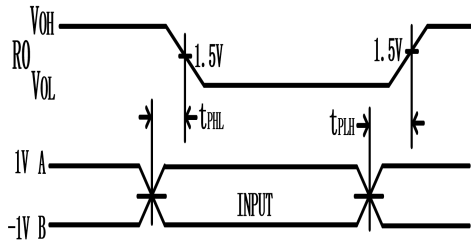


图 7 接收器传输延时

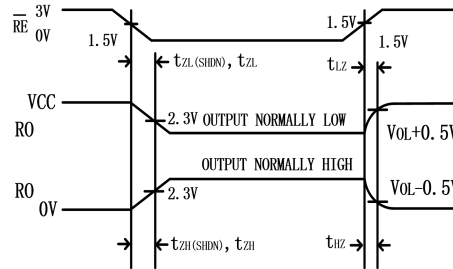


图 8 接收器使能/关断时序

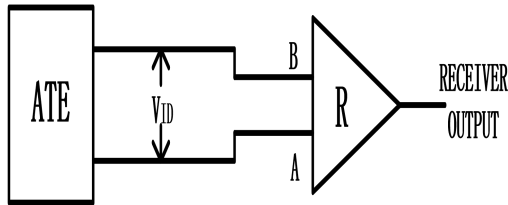
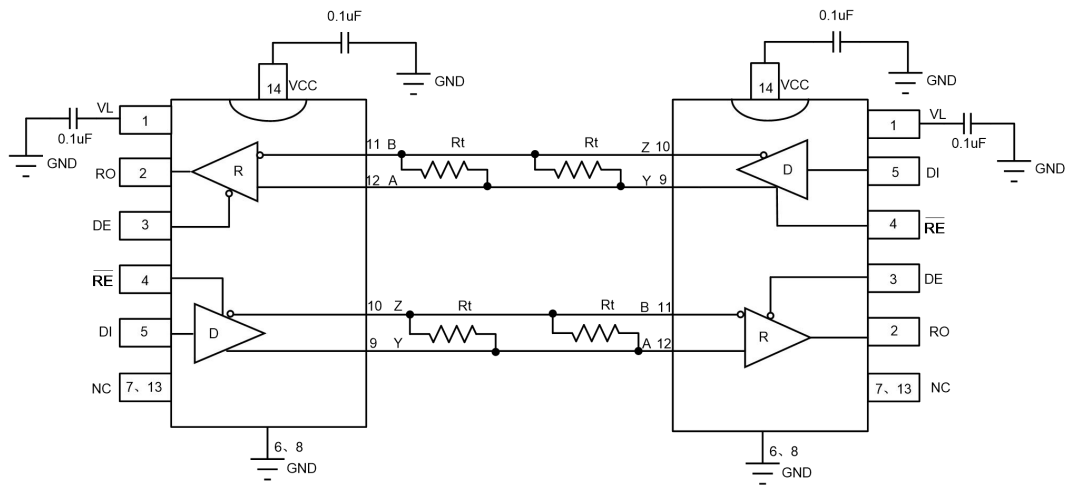


图 9 接收器传输延时测试电路

WS433 外围参考电路:



Rt 为特征匹配阻抗，典型值为 120Ω

图 11 WS433 全双工典型工作电路



表3: WS433 引脚定义

| PIN | 名称 | 功能 |
|-----|-----------------|---|
| 1 | VL | 输入逻辑电平供电, 采用一只 0.1 μ F 电容旁路 V_L 至 GND, 电容尽可能靠近输入管脚 |
| 2 | RO | 接收器输出, 接收器使能时, 极性判断完成后, 若 $V(A)-V(B)>-50mV$, RO 输出高电平; 若 $V(A)-V(B)<-200mV$, RO 输出低电平。其中 A 与 B 为极性判断完成后芯片的同相和反相端。 |
| 3 | DE | 驱动器输出使能, DE 置为高电平时, 驱动器使能; DE 置为低电平时, 驱动器关断, 驱动器输出为高阻态。 \overline{RE} 为高电平, DE 为低电平, 整个芯片处于关断状态。 |
| 4 | \overline{RE} | 接收器输出使能, \overline{RE} 接低电平时 RO 输出有效; \overline{RE} 接高电平时, 接收器关断。 \overline{RE} 为高电平, DE 为低电平, 整个芯片处于关断状态。 |
| 5 | DI | 驱动器输入, DI 为低电平时强制同相输出为低电平, 反相输出为高电平; DI 为高电平时强制同相输出为高电平, 反相输出为低电平。 |
| 6 | GND | 地 |
| 7 | NC | 不连接 |
| 6 | GND | 地 |
| 9 | Y | 驱动器同向输出端以及接收器同向输入端 |
| 10 | Z | 驱动器反向输出端以及接收器反向输入端 |
| 11 | B | 接收器输入阻抗 |
| 12 | A | 接收器输入阻抗 |
| 13 | NC | 不连接 |
| 14 | V_{cc} | 正电源, 采用一只 0.1 μ F 电容旁路 V_{cc} 至 GND |

表4: WS433真值表

| 发射 | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|
| 输入 | | | 输出 | |
| \overline{RE} | DE | DI | Z | Y |
| X | 1 | 1 | 0 | 1 |
| X | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | X | 高阻 | 高阻 |
| 1 | 0 | X | 关断 | |

| 接收 | | | |
|-----------------|----|---------------|----|
| 输入 | | | 输出 |
| \overline{RE} | DE | A-B | RO |
| 0 | X | $\geq -50mV$ | 1 |
| 0 | X | $\leq -200mV$ | 0 |
| 0 | X | Open/shorted | 1 |
| 1 | 1 | X | 高阻 |
| 1 | 0 | X | 关断 |

表 5: WS433 最大工作条件范围 (注 1)

| 特性 | 符号 | 最小限定值 | 典型值 | 最大限定值 | 单位 |
|---------|--------------------------------------|-------|-----|-------|----|
| 最大工作电压 | V_{CC} | | | 7 | V |
| 逻辑脚电压 | DE, RE, DI, RO SRL, TXP, RXP, H/F | -0.3 | | 7 | V |
| 总线脚电压 | A, B, Y, Z | -8 | | 13 | °C |
| 存储温度 | T_{STG} | -65 | | +150 | °C |
| 最高结温 | T_J | | | +150 | °C |
| ESD-HBM | ESD-HBM | 2000 | | | V |

注 1: 工作条件超过以上任何一个限制都可能导致器件的永久性损坏。

表 6: WS433 推荐工作条件范围 (注 2)

| 特性 | 符号 | 最小限定值 | 典型值 | 最大限定值 | 单位 |
|--------|----------|-------|-------|-------|----|
| 推荐工作电压 | V_{DD} | 3 | 3.3/5 | 5.5 | V |
| 工作温度 | T_A | -40 | | +125 | °C |

注 2: 超出推荐工作温度范围下工作可能会导致器件的性能恶化。

警告: 该产品为静电敏感器件, 在贮存、运输、使用过程中需全程采取防静电措施。

**ESD sensitive**

注意: WS433 产品在拿取、装架以及测试过程中必须防静电!



总线负载 256 个收发器

标准 RS-485 接收器的输入阻抗为 $12K\Omega$ (1 个单位负载)，标准驱动器可最多驱动 32 个单位负载。WS433 具有 $1/8$ 单位负载的输入阻抗 ($96K\Omega$)，允许最多 256 个收发器挂接在同一总线上。这些器件可任意组合，或者与其他 RS485 收发器组合使用，只要总负载不超过 32 个单位负载即可挂接在同一总线。

低功耗关断模式

\overline{RE} 为高电平，DE 为低电平，芯片进入低功耗关断模式。关断电流典型值为 3 微安。 \overline{RE} 和 DE 可以同时驱动；如果 \overline{RE} 为高电平，DE 为低电平保持时间小于 50 纳秒，芯片不会进入关断模式；如果保持时间超过 600 纳秒，芯片会确保进入关断模式。

低压逻辑接口

VL 是低压逻辑接口以及接收器输出管脚的电源供电端，VL 的工作电压从 1.62V 到 VCC。

失效保护

当接收器的输入端短路或者开路，或者是连接到终端设备上时（此时终端驱动器处于关断状态），可以保证接收器输出高电平。这是由于接收器的输入阈值在 $-50mV \sim -200mV$ 之间，如果接收器输入端 (A-B) 的差分电压大于或者等于 $-50mV$ 时，RO 处于逻辑高电平。如果接收器输入端 (A-B) 的差分电压小于或者等于 $-200mV$ 时，RO 处于逻辑低电平

驱动器输出保护

两种机理实现过大电流和功耗过大保护。一个是过流保护电路，当正常驱动总线时，由于总线异常导致芯片电流过大时，芯片内部的过流保护电路起作用，来保证驱动电流不会超过一定条件下的设定值。另一个是过温保护，当芯片功耗太大，温度上升时，过温保护电路保证芯片不会损坏。如果芯片进入过温保护状态，驱动器输出为高阻态。

典型应用

WS433 应用于双向数据通信的多点网络。图 10 给出了典型的应用网络。为了降低反射，应当在传输线的两端以其特性阻抗进行终端匹配，主干线以外的分支线路的长度应尽可能短。

静电保护

WS433 的所有管脚均具有静电泄放保护电路来防止人手触摸或者装配时的 ESD 事件对芯片造成损坏。驱动器的输出和接收器的输入管脚采用增强的 ESD 保护电路，这些管脚可以抵抗 $\pm 15kV$ 的人体模式 ESD 冲击而不会损坏。所有 ESD 保护电路在正常工作时均处于关断状态，并不消耗电流。ESD 事件后，WS433 可以保证正常工作，而不会出现闩锁或损坏情况。

ESD 保护性能测试方法有很多种。驱动器的输出和接收器的输入采用如下 ESD 测试方法来衡量 ESD 性能：1) $\pm 15kV$ 人体模型 2) $\pm 12kV$ IEC61000-4-2 接触放电。

封装尺寸

SOP14 Package Dimension

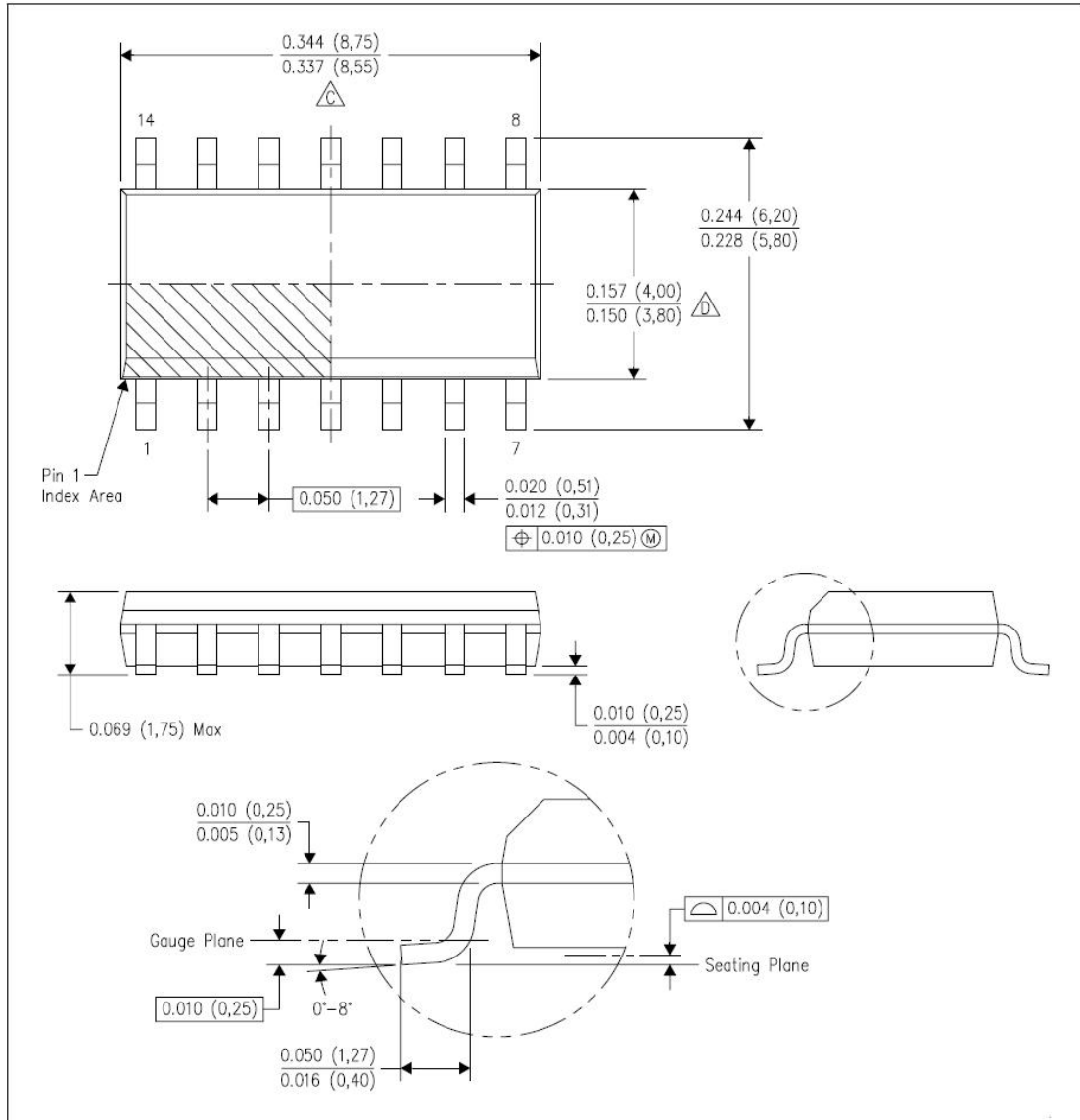


图 12 器件封装信息

包装信息

| 器件型号 | 封装形式 | 卷带数量 | 卷带尺寸 | MSL | 是否贴湿敏标签 | 烘烤时间/小时 | 烘烤温度 |
|-----------|-------|------|-------|-----|---------|---------|------|
| WS433EESA | SOP14 | 4000 | 13 英寸 | 3 | 贴 | 6 | 125 |



版本信息

| 版本 | 日期 | 信息描述 | 拟制 | 审核 | 会签 | 批准 |
|------|---------|--------|-----|----|-------|----|
| v1.0 | 2022.03 | 最初版本 | 黄德文 | 郭玮 | 徐慧/许悦 | 朱波 |
| v1.1 | 2023.04 | 更新通讯速率 | 黄德文 | 郭玮 | 徐慧/许悦 | 朱波 |