

## 超低电压电平转换器

### 概述

MAX13000E-MAX13005E是6通道电平转换器，能够为多电压系统的数据传输提供电平转换功能。外接电源电压 $V_{CC}$ 和 $V_L$ 分别设置器件两侧的逻辑电平。器件 $V_L$ 侧的逻辑信号在器件的 $V_{CC}$ 侧转换为高压逻辑信号，反之亦然。

MAX13000E-MAX13005E具有小于 $4\mu A$ 的 $V_{CC}$ 和 $V_L$ 静态电源电流。MAX13000E-MAX13005E还为 $V_{CC}$ 侧的I/O提供 $\pm 15kV$  ESD保护，在连接外部信号时，可提供更强的保护。ESD保护符合人体模型标准 (HBM)。MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E保证工作于230kbps的数据速率。MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E则可在 $V_{CC} > +1.65V$ 的情况下，保证工作于20Mbps的数据速率。

MAX13000E/MAX13003E是双向电平转换器，允许在任意一条数据线上进行双向( $V_L \leftrightarrow V_{CC}$ )电平转换，而无需DIRECTION输入来控制方向。MAX13001E/MAX13002E/MAX13004E/MAX13005E为单向电平转换器，可在数据线的一个方向上进行数据电平的转换( $V_L \rightarrow V_{CC}$ 或 $V_{CC} \rightarrow V_L$ )。MAX13001E/MAX13002E/MAX13004E/MAX13005E单向转换器的输入可与CMOS和开漏极 (OD) 输出连接。若想了解更多信息，请参见订购信息、选型指南和输入驱动要求部分。

MAX13000E-MAX13005E的 $V_L$ 电压范围为+0.9V至+3.6V， $V_{CC}$ 电压范围为+1.5V至+3.6V。MAX13000E-MAX13005E采用16焊球UCSP™和16引脚TSSOP封装，可在-40°C至+85°C扩展工业级温度范围保证性能指标。

### 应用

CMOS逻辑电平转换器  
漏极开路I/O转换  
OD至CMOS信号变换  
低压ASIC电平转换  
蜂窝电话  
SPI™和MICROWIRE™电平转换  
智能读卡器  
便携式POS系统  
便携式通信设备  
低成本串行接口  
电信设备

### 特性

- ◆ 保证数据速率：
  - 230kbps (MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E)
  - 20Mbps (MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E)
- ◆ 双向电平转换，无需DIRECTION输入控制
- ◆  $V_L$ 电压可低至+0.9V， $V_{CC}$ 电压可低至+1.5V
- ◆  $V_{CC}$ 侧I/O线具有 $\pm 15kV$  ESD保护 (人体模型)
- ◆ 低静态电流： $< 4\mu A$
- ◆ 使能/关断控制
- ◆ 2mm x 2mm、16焊球UCSP封装和带引脚封装
- ◆ 可与CMOS或开漏极输出连接

UCSP是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。

SPI是Motorola, Inc.的商标。

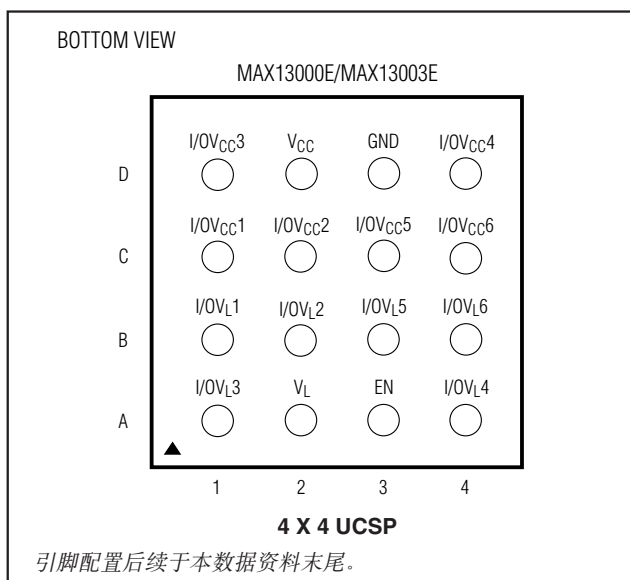
MICROWIRE是National Semiconductor Corp.的商标。

### 订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX13000EEUE	-40°C to +85°C	16 TSSOP

订购信息后续于本数据资料末尾。

### 引脚配置



典型工作电路和选型指南见本数据资料末尾。

# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltages referenced to GND.

V <sub>CC</sub> .....	-0.3V to +4V
V <sub>L</sub> .....	-0.3V to +4V
I/OV <sub>CC</sub> .....	-0.3V to (V <sub>CC</sub> + 0.3V)
I/OV <sub>L</sub> .....	-0.3V to (V <sub>L</sub> + 0.3V)
EN .....	-0.3V to (V <sub>L</sub> + 0.3V)
Short-Circuit Duration I/OV <sub>L</sub> , I/OV <sub>CC</sub> to GND .....	Continuous

Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
16-Pin TSSOP (derate 9.4mW/°C at +70°C) .....	755mW
16-Bump UCSP (derate 8.2mW/°C at +70°C) .....	659mW
Operating Temperature Range .....	-40°C to +85°C
Junction Temperature .....	+150°C
Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = +1.5V to +3.6V, V<sub>L</sub> = +0.9V to V<sub>CC</sub>, C<sub>I/OV<sub>L</sub></sub> ≤ 15pF, C<sub>I/OV<sub>CC</sub></sub> ≤ 50pF, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Notes 1, 4)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V <sub>L</sub> Supply Range	V <sub>L</sub>	V <sub>L</sub> ≤ V <sub>CC</sub> (Note 2)	0.9		V <sub>CC</sub>	V
V <sub>CC</sub> Supply Range	V <sub>CC</sub>	(Note 2)	1.5		3.6	V
Supply Current from V <sub>CC</sub> (Note 3)	I <sub>QVCC</sub>	T <sub>A</sub> = +25°C			4	μA
		T <sub>A</sub> = +85°C			40	
Supply Current from V <sub>L</sub> (Note 3)	I <sub>QVL</sub>	T <sub>A</sub> = +25°C	(Note 3)	1	5	μA
			V <sub>L</sub> < V <sub>CC</sub> - 0.2V		2	
		T <sub>A</sub> = +85°C	(Note 3)	4	40	
			V <sub>L</sub> < V <sub>CC</sub> - 0.2V		20	
V <sub>CC</sub> Shutdown Supply Current (Note 3)	I <sub>SHDN-VCC</sub>	EN = GND, T <sub>A</sub> = +25°C			2	μA
		EN = GND, T <sub>A</sub> = +85°C			20	
V <sub>L</sub> Shutdown Supply Current (Note 3)		T <sub>A</sub> = +25°C	V <sub>L</sub> < V <sub>CC</sub> - 0.2V, EN = GND		2	μA
			EN = GND	1	4	
		T <sub>A</sub> = +85°C	V <sub>L</sub> < V <sub>CC</sub> - 0.2V, EN = GND		20	
			EN = GND		40	
I/O Tri-State Output Leakage Current		I/O V <sub>L</sub> , I/O V <sub>CC</sub> , EN = GND	T <sub>A</sub> = +25°C		0.35	μA
			T <sub>A</sub> = +85°C		1	
I/O Tri-States Output Leakage Current		V <sub>L</sub> < V <sub>CC</sub> - 0.2V, I/O V <sub>L</sub> , I/O V <sub>CC</sub> , EN = GND	T <sub>A</sub> = +25°C		0.2	μA
			T <sub>A</sub> = +85°C		0.5	
EN Input Leakage Current			T <sub>A</sub> = +25°C		0.35	μA
			T <sub>A</sub> = +85°C		1	

# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{CC} = +1.5V$  to  $+3.6V$ ,  $V_L = +0.9V$  to  $V_{CC}$ ,  $C_{I/OVL} \leq 15pF$ ,  $C_{I/OVCC} \leq 50pF$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Notes 1, 4)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>LOGIC-LEVEL THRESHOLDS</b>						
I/OV <sub>L</sub> _ Input-Voltage-High Threshold	V <sub>IHL</sub>				$2/3 \times V_L$	V
I/OV <sub>L</sub> _ Input-Voltage-Low Threshold	V <sub>ILL</sub>		$1/3 \times V_L$			V
I/OV <sub>CC</sub> _ Input-Voltage-High Threshold	V <sub>IHC</sub>				$2/3 \times V_{CC}$	V
I/OV <sub>CC</sub> _ Input-Voltage-Low Threshold	V <sub>ILC</sub>		$1/3 \times V_{CC}$			V
EN Input-Voltage-High Threshold	V <sub>IHEN</sub>				$2/3 \times V_L$	V
EN Input-Voltage-Low Threshold	V <sub>ILEN</sub>		$1/3 \times V_L$			V
I/OV <sub>L</sub> _ Output-Voltage High	V <sub>OHL</sub>	I/OV <sub>L</sub> _ source current = 20 $\mu$ A	$V_L - 0.25$			V
I/OV <sub>L</sub> _ Output-Voltage Low	V <sub>OLL</sub>	MAX13002E/MAX13005E, OV <sub>L</sub> _ sink current = 1 $\mu$ A			0.3	V
		MAX13000E/MAX13001E/MAX13003E/ MAX13004E, I/OV <sub>L</sub> _ sink current = 20 $\mu$ A			0.25	
I/OV <sub>CC</sub> _ Output-Voltage High	V <sub>OHC</sub>	I/OV <sub>CC</sub> _ source current = 20 $\mu$ A	$V_{CC} - 0.25$			V
I/OV <sub>CC</sub> _ Output-Voltage Low	V <sub>OLC</sub>	MAX13001E/MAX13004E, OV <sub>CC</sub> _ sink current = 1 $\mu$ A			0.3	V
		MAX13000E/MAX13002E/MAX13003E/ MAX13005E, I/OV <sub>CC</sub> _ sink current = 20 $\mu$ A			0.25	
<b>OUTPUT CURRENTS</b>						
Output Sink Current During Transient ( $V_{CC}$ Side)		$V_{CC} = +1.65V$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E		25		mA
		$V_{CC} = +1.65V$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E		1		
Output Sink Current During Transient ( $V_L$ Side)		$V_L = +1.2V$ , $V_{CC} = +1.65V$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E		30		mA
		$V_L = +1.2V$ , $V_{CC} = +1.65V$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E		1		

# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{CC} = +1.5V$  to  $+3.6V$ ,  $V_L = +0.9V$  to  $V_{CC}$ ,  $C_{I/OVL} \leq 15pF$ ,  $C_{I/OVCC} \leq 50pF$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Notes 1, 4)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Source Current During Transient ( $V_{CC}$ Side)		$V_{CC} = +1.65V$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E		22		mA
		$V_{CC} = +1.65V$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E		1		
Output Source Current During Transient ( $V_L$ Side)		$V_L = +1.2V$ , $V_{CC} = +1.65V$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E		25		mA
		$V_L = +1.2V$ , $V_{CC} = +1.65V$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E		1		
<b>ESD PROTECTION</b>						
I/OVCC_		Human Body Model		$\pm 15$		kV
		Air-Gap Discharge (IEC61000-4-2)		$\pm 10$		
		Contact Discharge (IEC61000-4-2)		$\pm 8$		

## TIMING CHARACTERISTICS

( $V_{CC} = +1.5V$  to  $+3.6V$ ,  $V_L = +0.9V$  to  $V_{CC}$ ,  $C_{I/OVL} \leq 15pF$ ,  $C_{I/OVCC} \leq 50pF$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Notes 1, 4)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I/OVCC_ Rise Time	t <sub>rvcc</sub>	$C_{I/OVCC} = 50pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, $V_{CC} = +1.65V$ , Figures 1a, 1b			15	ns
		$C_{I/OVCC} = 50pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, $V_{CC} = +1.5V$ , Figures 1a, 1b			15	
		$C_{I/OVCC} = 50pF$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E, Figures 1a, 1b	400		1400	
I/OVCC_ Fall Time	t <sub>fvcc</sub>	$C_{I/OVCC} = 50pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, $V_{CC} = +1.65V$ , Figures 1a, 1b			15	ns
		$C_{I/OVCC} = 50pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, $V_{CC} = +1.5V$ , Figures 1a, 1b			15	
		$C_{I/OVCC} = 50pF$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E, Figures 1a, 1b	400		1400	

# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

## TIMING CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{CC} = +1.5V$  to  $+3.6V$ ,  $V_L = +0.9V$  to  $V_{CC}$ ,  $C_{I/OVL} \leq 15pF$ ,  $C_{I/OVCC} \leq 50pF$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Notes 1, 4)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I/OV <sub>L</sub> _ Rise Time	trVL	$C_{I/OVL} = 50pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, $V_{CC} = +1.65V$ , Figures 2a, 2b			15	ns
		$C_{I/OVL} = 15pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, $V_{CC} = +1.5V$ , Figures 2a, 2b			15	
		$C_{I/OVL} = 50pF$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E, Figures 2a, 2b	300		1200	
I/OV <sub>L</sub> _ Fall Time	tfVL	$C_{I/OVL} = 50pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, $V_{CC} = +1.65V$ , Figures 2a, 2b			15	ns
		$C_{I/OVL} = 15pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, $V_{CC} = +1.5V$ , Figures 2a, 2b			15	
		$C_{I/OVL} = 50pF$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E, Figures 2a, 2b	300		1200	
Propagation Delay (Driving I/OV <sub>L</sub> _)	I/OV <sub>L</sub> -VCC	$C_{I/OVCC} = 50pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, Figures 1a, 1b			20	ns
		$C_{I/OVCC} = 50pF$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E, Figures 1a, 1b			1000	
Propagation Delay (Driving I/OV <sub>CC</sub> _)	I/OV <sub>CC</sub> -VL	$V_{CC} > +1.65V$ , $C_{I/OVL} = 50pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, Figures 2a, 2b			20	ns
		$V_{CC} = 1.5V$ , $C_{I/OVL} = 15pF$ , MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E, Figures 2a, 2b			20	
		$C_{I/OVL} = 50pF$ , MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E, Figures 2a, 2b			1000	
Propagation Delay from I/OV <sub>L</sub> to I/OV <sub>CC</sub> _ after EN (Note 5)	t <sub>EN</sub> -VCC	$C_{I/OVCC} = 50pF$ , CMOS output, Figure 3			2	$\mu s$
		$C_{I/OVCC} = 50pF$ , OD output, Figure 3			6	

# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

## TIMING CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{CC} = +1.5V$  to  $+3.6V$ ,  $V_L = +0.9V$  to  $V_{CC}$ ,  $C_{I/OVL} \leq 15pF$ ,  $C_{I/OVCC} \leq 50pF$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Notes 1, 4)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Propagation Delay from I/OV <sub>CC</sub> to I/OV <sub>L</sub> after EN (Note 5)	t <sub>EN-VL</sub>	C <sub>I/OVL</sub> = 50pF, CMOS output, Figure 4			2	μs
		C <sub>I/OVL</sub> = 50pF, OD output, Figure 4			6	
Channel-to-Channel Skew	t <sub>SKEW</sub>	Each translator equally loaded, MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E			±5	ns
		Each translator equally loaded, MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E			±250	
Part-to-Part Skew (Note 6)	t <sub>PPSKEW</sub>	C <sub>I/OVL</sub> = 15pF, C <sub>I/OVCC</sub> = 15pF, V <sub>L</sub> = +1.8V, V <sub>CC</sub> = +2V, ΔT = +5°C, MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E			10	ns
Maximum Data Rate		MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E V <sub>CC</sub> > +1.65V, C <sub>I/OVL</sub> = 50pF, C <sub>I/OVCC</sub> = 50pF	20			Mbps
		MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E C <sub>I/OVL</sub> = 50pF, C <sub>I/OVCC</sub> = 50pF	230			kbps

**Note 1:** All devices are 100% production tested at  $T_A = +25^\circ C$ . Limits are guaranteed by design over the entire temperature range.

**Note 2:**  $V_L$  must be less than or equal to  $V_{CC}$  during normal operation. However,  $V_L$  can be greater than  $V_{CC}$  during startup and shutdown conditions.

**Note 3:** This consumption is referred to as no signal transmission.

**Note 4:** Guaranteed by design with an input signal full swing, rise/fall time  $\leq 3ns$ , source resistance is  $50\Omega$ .

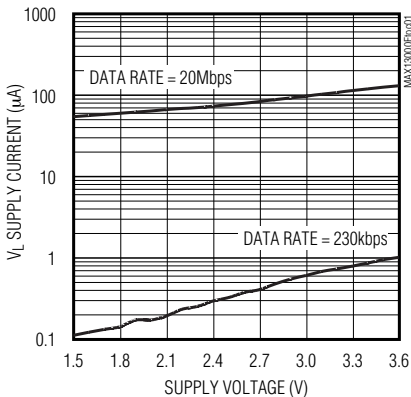
**Note 5:** Enable input signal full swing and rise/fall time  $\leq 50ns$ .

**Note 6:** Guaranteed by design, not production tested.

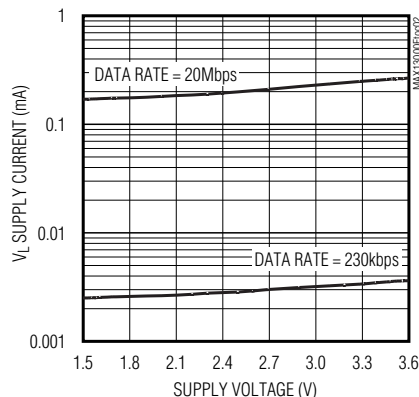
## 典型工作特性

( $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , MAX13003E.)

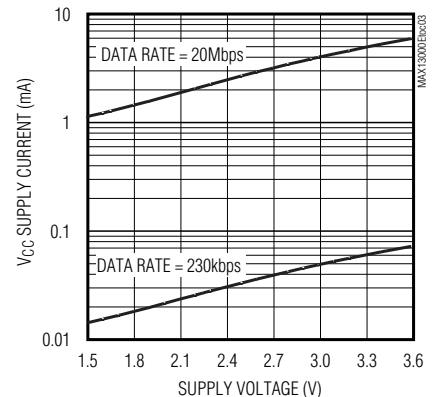
**V<sub>L</sub> SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE (DRIVING I/O V<sub>L</sub>, V<sub>L</sub> = 0.9V)**



**V<sub>L</sub> SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE (DRIVING I/O V<sub>CC</sub>, V<sub>L</sub> = 0.9V)**



**V<sub>CC</sub> SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE (DRIVING I/O V<sub>L</sub>, V<sub>L</sub> = 0.9V)**



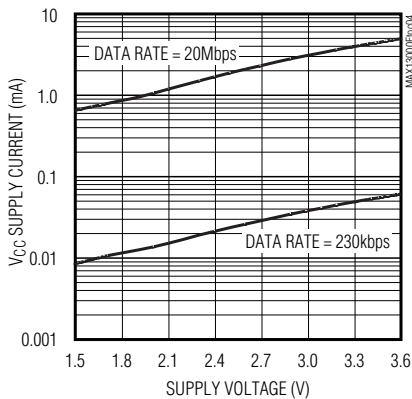
# 超低电压电平转换器

典型工作特性 (续)

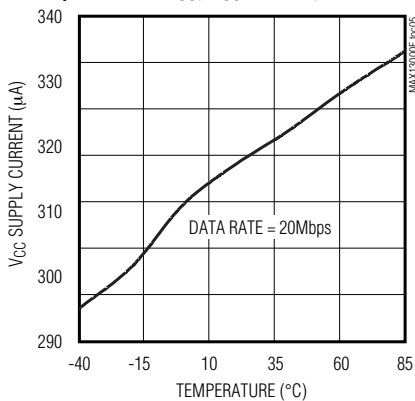
( $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , MAX13003E.)

MAX13000E-JMAX13005E

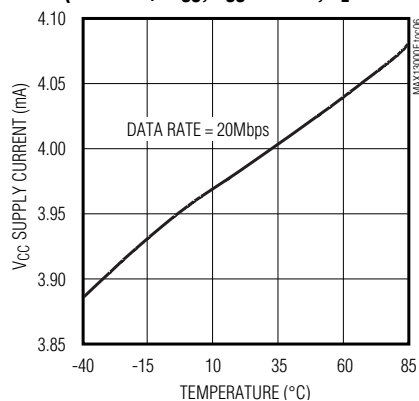
**$V_{CC}$  SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(DRIVING I/O  $V_{CC}$ ,  $V_L = +0.9V$ )



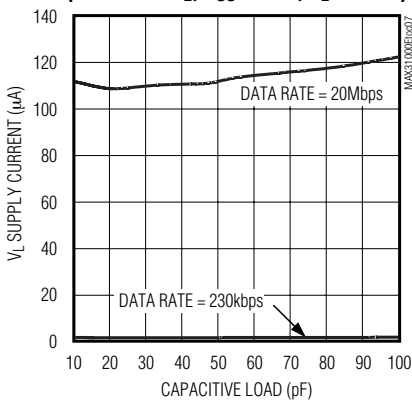
**$V_L$  SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE**  
(DRIVING I/O  $V_{CC}$ ,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



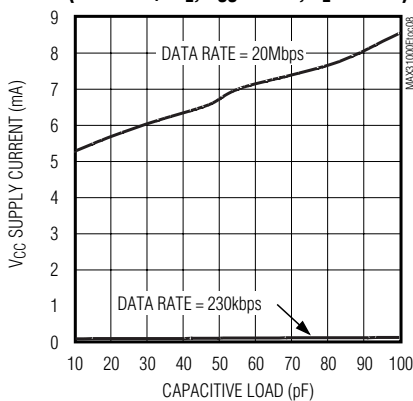
**$V_{CC}$  SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE**  
(DRIVING I/O  $V_{CC}$ ,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



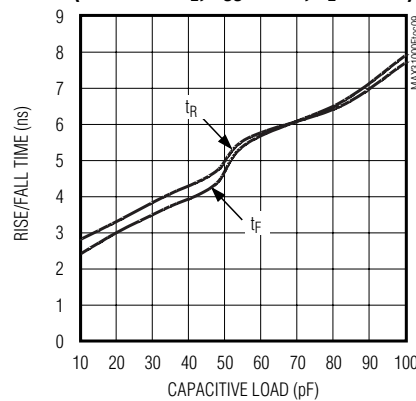
**$V_L$  SUPPLY CURRENT vs. CAPACITIVE LOAD ON I/O  $V_{CC}$**   
(DRIVING I/O  $V_L$ ,  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



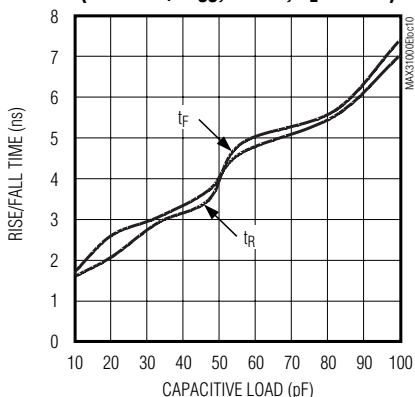
**$V_{CC}$  SUPPLY CURRENT vs. CAPACITIVE LOAD ON I/O  $V_{CC}$**   
(DRIVING I/O  $V_L$ ,  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



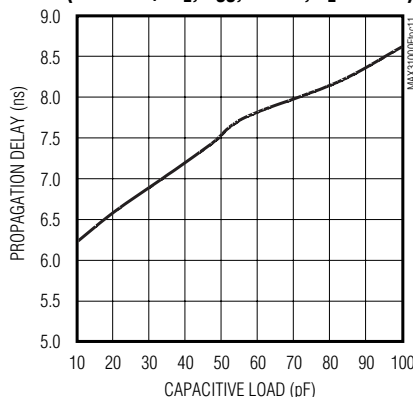
**RISE/FALL TIME vs. CAPACITIVE LOAD ON I/O  $V_{CC}$**   
(DRIVING I/O  $V_L$ ,  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



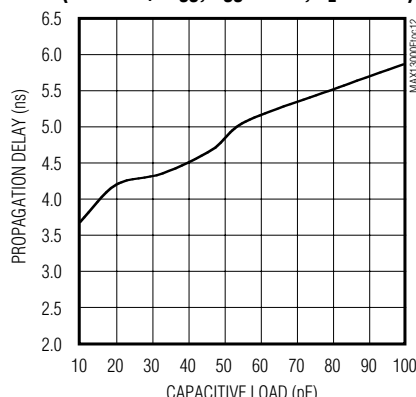
**RISE/FALL TIME vs. CAPACITIVE LOAD ON I/O  $V_L$**   
(DRIVING I/O  $V_{CC}$ ,  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



**PROPAGATION DELAY vs. CAPACITIVE LOAD ON I/O  $V_{CC}$**   
(DRIVING I/O  $V_L$ ,  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



**PROPAGATION DELAY vs. CAPACITIVE LOAD ON I/O  $V_L$**   
(DRIVING I/O  $V_{CC}$ ,  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )

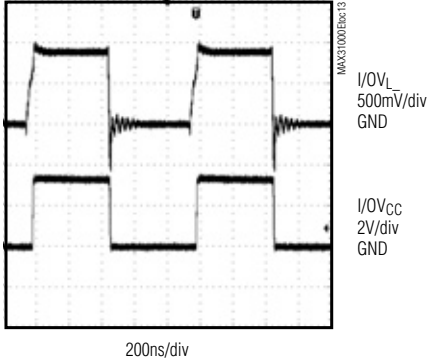


# 超低电压电平转换器

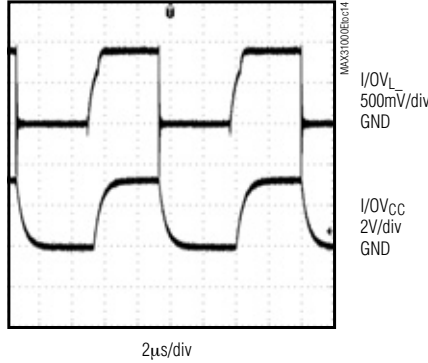
## 典型工作特性 (续)

( $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , MAX13003E.)

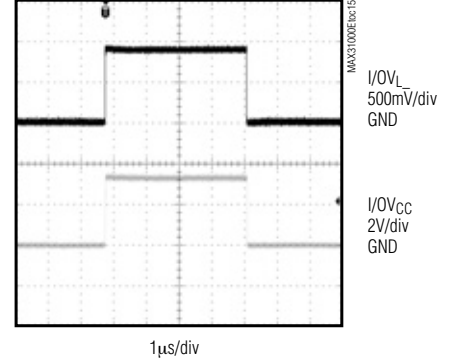
**OD RAIL-TO-RAIL DRIVING (MAX13005E)**  
 (DRIVING I/OV<sub>L</sub>,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  
 $V_L = +0.9V$ ,  $C_{I/OVCC} = 56pF$ ,  
 DATA RATE = 230Mbps,  $R_{PULLUP} = 1k\Omega$ )



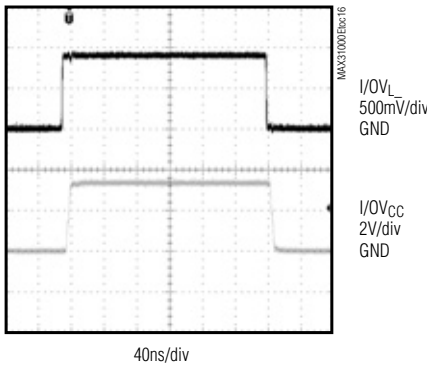
**OD RAIL-TO-RAIL DRIVING (MAX13002E)**  
 (DRIVING I/OV<sub>L</sub>,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  
 $V_L = +0.9V$ ,  $C_{I/OVCC} = 56pF$ ,  
 DATA RATE = 230kpbs,  $R_{PULLUP} = 15k\Omega$ )



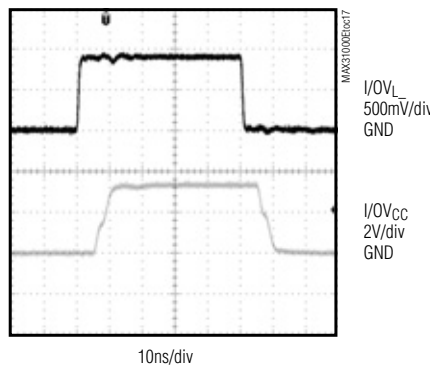
**RAIL-TO-RAIL DRIVING**  
 (DRIVING I/OV<sub>L</sub>,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ ,  
 $C_{I/OVCC} = 50pF$ , DATA RATE = 230kpbs)



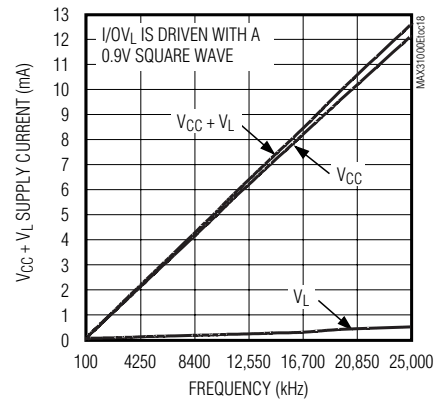
**RAIL-TO-RAIL DRIVING**  
 (DRIVING I/OV<sub>L</sub>,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ ,  
 $C_{I/OVCC} = 50pF$ , DATA RATE = 4Mbps)



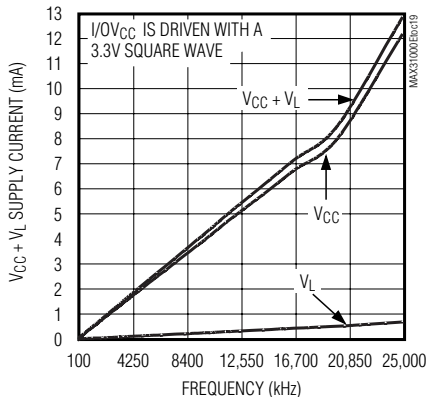
**RAIL-TO-RAIL DRIVING**  
 (DRIVING I/OV<sub>L</sub>,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ ,  
 $C_{I/OVCC} = 50pF$ , DATA RATE = 20Mbps)



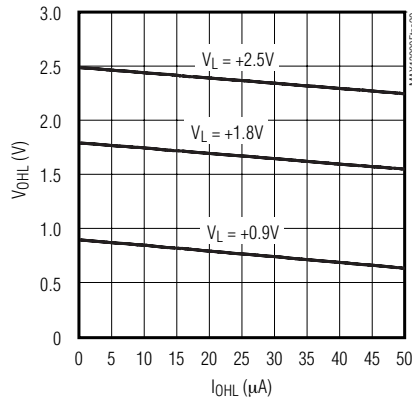
**$V_{CC} + V_L$  SUPPLY CURRENT vs. FREQUENCY**  
 (DRIVING I/OV<sub>L</sub>,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



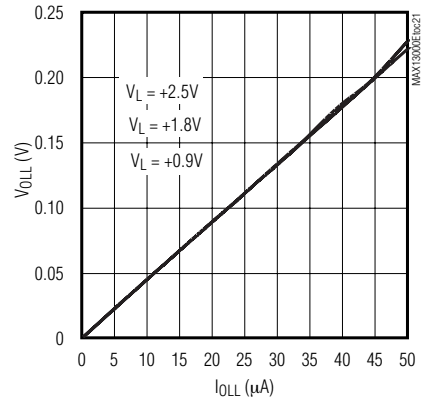
**$V_{CC} + V_L$  SUPPLY CURRENT vs. FREQUENCY**  
 (DRIVING I/OV<sub>CC</sub>,  $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ )



**$V_{OHL}$  vs.  $I_{OHL}$  FOR  $V_L$  SIDE**  
 ( $V_{CC} = 3.3V$ )



**$V_{OLL}$  vs.  $I_{OLL}$  FOR  $V_L$  SIDE**  
 ( $V_{CC} = 3.3V$ )

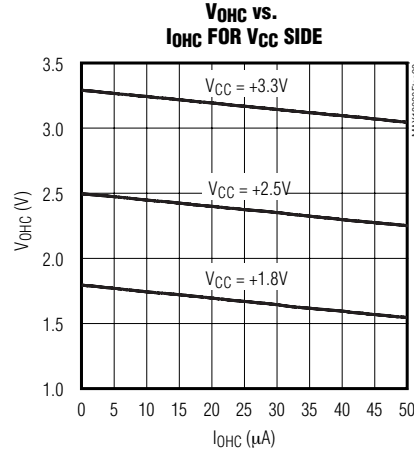
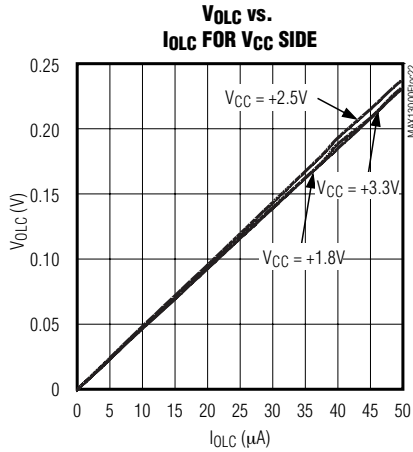




# 超低电压电平转换器

典型工作特性 (续)

( $V_{CC} = +3.3V$ ,  $V_L = +0.9V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , MAX13003E.)



引脚说明

## MAX13000E/MAX13003E

引脚		名称	功能
TSSOP	UCSP		
1	B1	I/OV <sub>L</sub> 1	CMOS输入/输出1, 以V <sub>L</sub> 为参考。
2	B2	I/OV <sub>L</sub> 2	CMOS输入/输出2, 以V <sub>L</sub> 为参考。
3	A1	I/OV <sub>L</sub> 3	CMOS输入/输出3, 以V <sub>L</sub> 为参考。
4	A2	V <sub>L</sub>	逻辑输入电压, $+0.9V \leq V_L \leq V_{CC}$ 。在V <sub>L</sub> 和GND之间接0.1μF旁路电容。
5	A3	EN	使能输入。若EN置低, 则I/O V <sub>CC</sub> 1至I/O V <sub>CC</sub> 6和I/O V <sub>L</sub> 1至I/O V <sub>L</sub> 6均为三态。EN置高 (V <sub>L</sub> ) 时正常工作。
6	A4	I/OV <sub>L</sub> 4	CMOS输入/输出4, 以V <sub>L</sub> 为参考。
7	B3	I/OV <sub>L</sub> 5	CMOS输入/输出5, 以V <sub>L</sub> 为参考。
8	B4	I/OV <sub>L</sub> 6	CMOS输入/输出6, 以V <sub>L</sub> 为参考。
9	C4	I/OV <sub>CC</sub> 6	CMOS输入/输出6, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
10	C3	I/OV <sub>CC</sub> 5	CMOS输入/输出5, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
11	D4	I/OV <sub>CC</sub> 4	CMOS输入/输出4, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
12	D3	GND	地
13	D2	V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub> 输入电压, $+1.5V \leq V_{CC} \leq 3.6V$ 。在V <sub>CC</sub> 和GND之间接0.1μF旁路电容。要实现完全的ESD保护, 须在V <sub>CC</sub> 端接1μF旁路电容。
14	D1	I/OV <sub>CC</sub> 3	CMOS输入/输出3, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
15	C2	I/OV <sub>CC</sub> 2	CMOS输入/输出2, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
16	C1	I/OV <sub>CC</sub> 1	CMOS输入/输出1, 以V <sub>CC</sub> 为参考。

# 超低电压电平转换器

引脚说明 (续)

## MAX13001E/MAX13004E

引脚		名称	功能
TSSOP	UCSP		
1	B1	OV <sub>L</sub> 1	CMOS输出1, 以V <sub>L</sub> 为参考。
2	B2	OV <sub>L</sub> 2	CMOS输出2, 以V <sub>L</sub> 为参考。
3	A1	OV <sub>L</sub> 3	CMOS输出3, 以V <sub>L</sub> 为参考。
4	A2	V <sub>L</sub>	逻辑输入电压, $+0.9V \leq V_L \leq V_{CC}$ 。在V <sub>L</sub> 和GND之间接0.1μF旁路电容。
5	A3	EN	使能输入。若EN置低, 则OV <sub>CC</sub> 1至OV <sub>CC</sub> 6和IV <sub>L</sub> 1至IV <sub>L</sub> 6均为三态。EN置高 (V <sub>L</sub> ) 时正常工作。
6	A4	OV <sub>L</sub> 4	CMOS输出4, 以V <sub>L</sub> 为参考。
7	B3	OV <sub>L</sub> 5	CMOS输出5, 以V <sub>L</sub> 为参考。
8	B4	OV <sub>L</sub> 6	CMOS输出6, 以V <sub>L</sub> 为参考。
9	C4	IV <sub>CC</sub> 6	开漏极兼容的输入6, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
10	C3	IV <sub>CC</sub> 5	开漏极兼容的输入5, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
11	D4	IV <sub>CC</sub> 4	开漏极兼容的输入4, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
12	D3	GND	地
13	D2	V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub> 输入电压, $+1.5V \leq V_{CC} \leq 3.6V$ 。在V <sub>CC</sub> 和GND之间接0.1μF旁路电容。要实现完全的ESD保护, 须在V <sub>CC</sub> 端接1μF旁路电容。
14	D1	IV <sub>CC</sub> 3	开漏极兼容的输入3, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
15	C2	IV <sub>CC</sub> 2	开漏极兼容的输入2, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
16	C1	IV <sub>CC</sub> 1	开漏极兼容的输入1, 以V <sub>CC</sub> 为参考。

MAX13000E-MAX13005E

# 超低电压电平转换器

引脚说明 (续)

## MAX13002E/MAX13005E

引脚		名称	功能
TSSOP	UCSP		
1	B1	IV <sub>L1</sub>	开漏极兼容的输入1, 以V <sub>L</sub> 为参考。
2	B2	IV <sub>L2</sub>	开漏极兼容的输入2, 以V <sub>L</sub> 为参考。
3	A1	IV <sub>L3</sub>	开漏极兼容的输入3, 以V <sub>L</sub> 为参考。
4	A2	V <sub>L</sub>	逻辑输入电压, $+0.9V \leq V_L \leq V_{CC}$ 。在V <sub>L</sub> 和GND之间接0.1μF旁路电容。
5	A3	EN	使能输入。若EN置低, 则OV <sub>CC1</sub> 至OV <sub>CC6</sub> 和IV <sub>L1</sub> 至IV <sub>L6</sub> 均为三态。EN置高 (V <sub>L</sub> ) 时正常工作。
6	A4	IV <sub>L4</sub>	开漏极兼容的输入4, 以V <sub>L</sub> 为参考。
7	B3	IV <sub>L5</sub>	开漏极兼容的输入6, 以V <sub>L</sub> 为参考。
8	B4	IV <sub>L6</sub>	开漏极兼容的输入5, 以V <sub>L</sub> 为参考。
9	C4	OV <sub>CC6</sub>	CMOS输出6, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
10	C3	OV <sub>CC5</sub>	CMOS输出5, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
11	D4	OV <sub>CC4</sub>	CMOS输出4, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
12	D3	GND	地
13	D2	V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub> 输入电压, $+1.5V \leq V_{CC} \leq 3.6V$ 。在V <sub>CC</sub> 和GND之间接0.1μF旁路电容。要实现完全的ESD保护, 须在V <sub>CC</sub> 端接1μF旁路电容。
14	D1	OV <sub>CC3</sub>	CMOS输出2, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
15	C2	OV <sub>CC2</sub>	CMOS输出3, 以V <sub>CC</sub> 为参考。
16	C1	OV <sub>CC1</sub>	CMOS输出1, 以V <sub>CC</sub> 为参考。

MAX13000E-MAX13005E

# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

测试电路/时序图

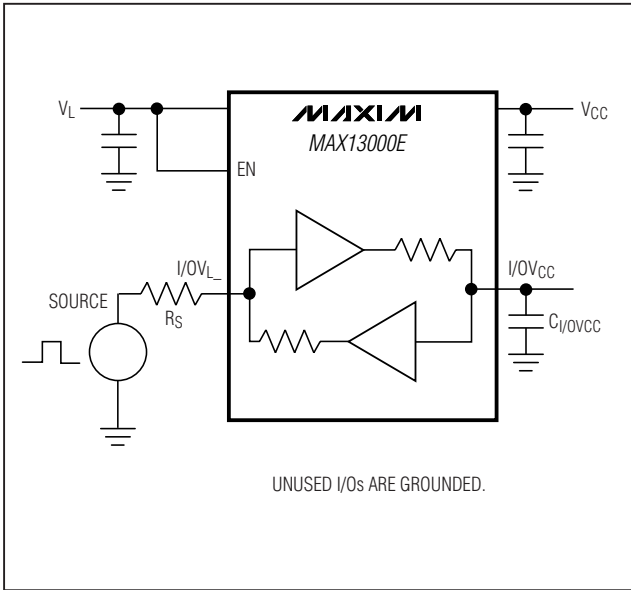


图1a. 驱动I/OV<sub>L</sub>

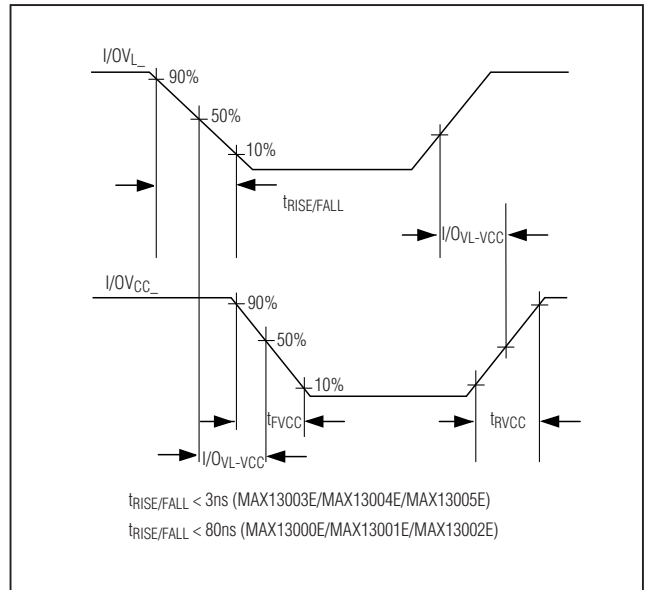


图1b. 驱动I/OV<sub>L</sub>时序图

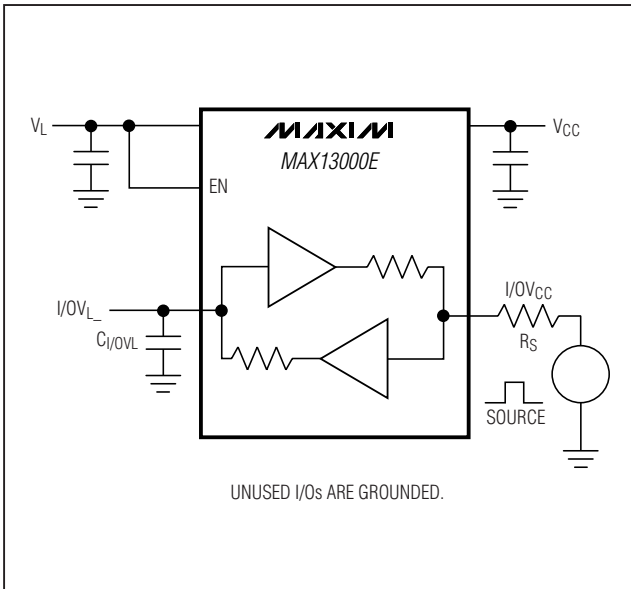


图2a. 驱动I/OV<sub>CC</sub>

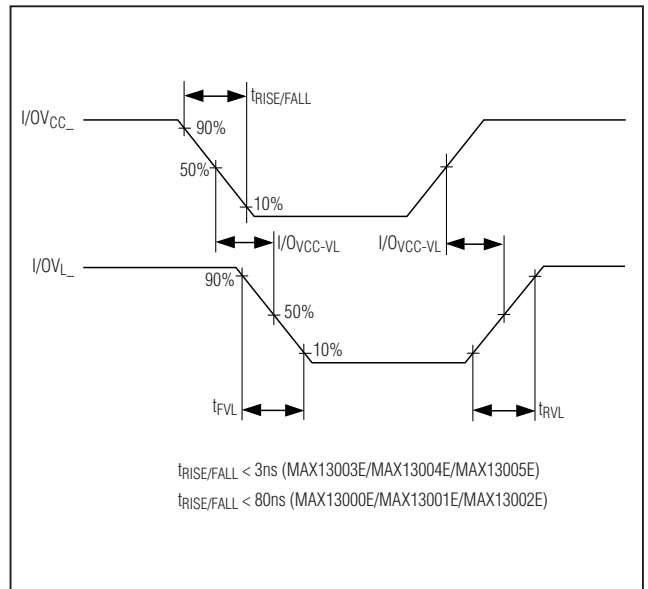


图2b. 驱动I/OV<sub>CC</sub>时序图

# 超低电压电平转换器

测试电路/时序图 (续)

MAX13000E-MAX13005E

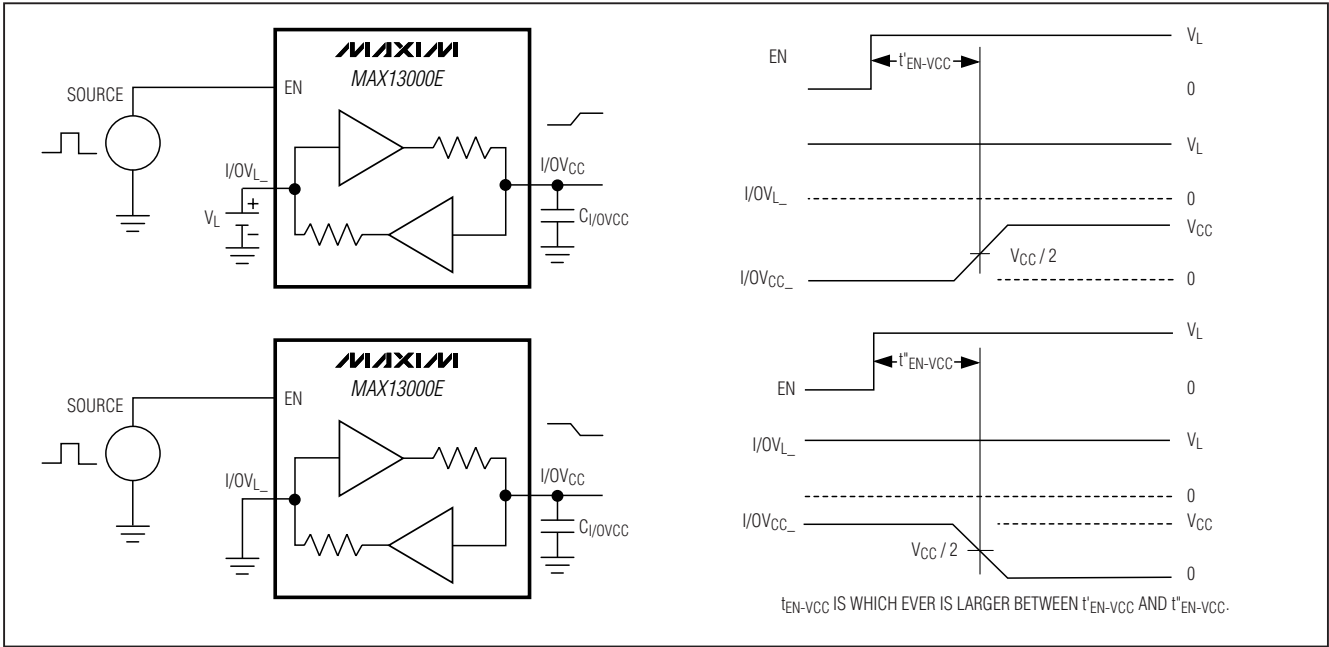


图3. EN使能后, I/OV<sub>L</sub>到I/OV<sub>VCC</sub>的传输延迟

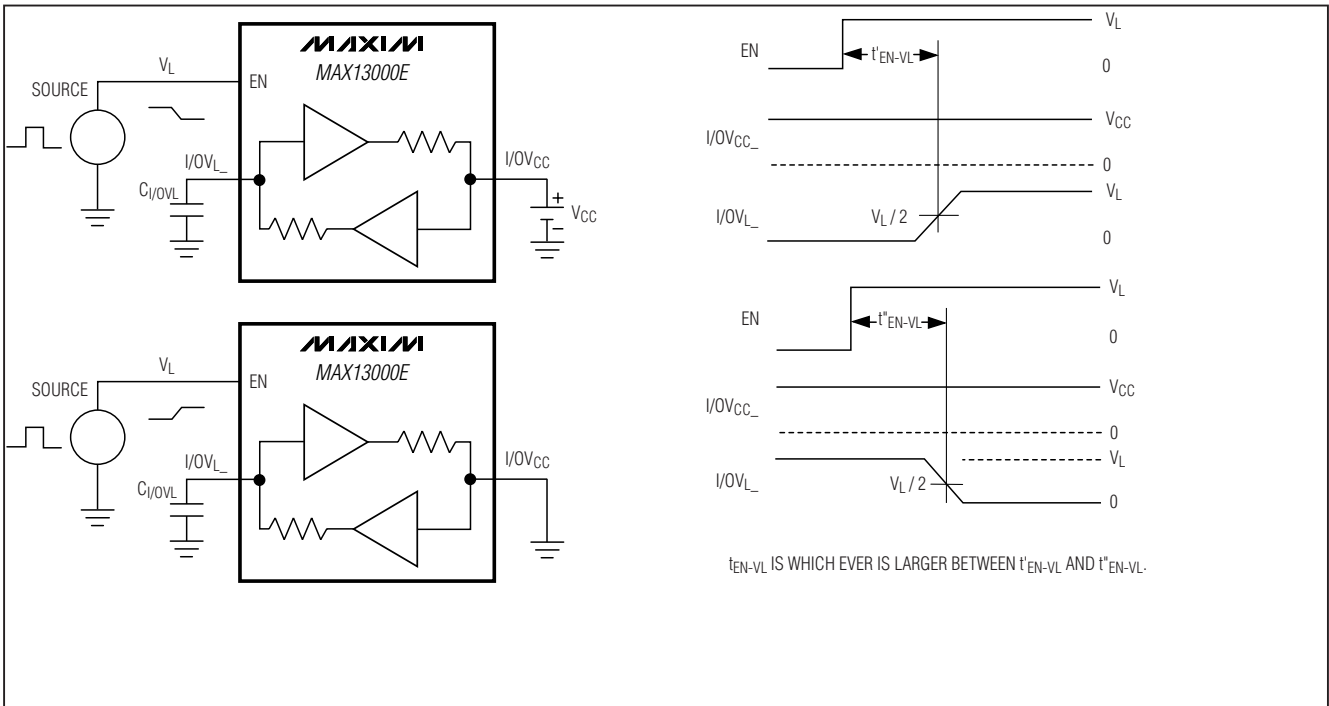


图4. EN使能后, I/OV<sub>VCC</sub>到I/OV<sub>L</sub>的传输延迟

# 超低电压电平转换器

## 详细说明

MAX13000E–MAX13005E逻辑电平转换器为多电压系统的数据传输提供电平转换功能。外接电源电压 ( $V_{CC}$  和  $V_L$ ) 设置器件两侧的逻辑电平。器件  $V_L$  侧的逻辑信号在器件的  $V_{CC}$  侧转换为高压逻辑信号，反之亦然。

MAX13000E/MAX13003E是双向电平转换器，允许在任意一条数据线上双向 ( $V_L \leftrightarrow V_{CC}$ ) 转换数据电平，而无需DIRECTION输入控制。MAX13001E/MAX13002E/MAX13004E/MAX13005E为单向电平转换器，可在数据线的某一个方向 ( $V_L \rightarrow V_{CC}$  或  $V_{CC} \rightarrow V_L$ ) 进行数据电平的转换。MAX13001E/MAX13002E/MAX13004E/MAX13005E单向转换器的输入可与CMOS和开漏极 (OD) 输出连接。若想了解更多信息，请参见[订购信息](#)和[输入驱动要求](#)部分。

MAX13000E–MAX13005E的  $V_L$  可接受+0.9V至+3.6V的电压，所有器件的  $V_{CC}$  可接受+1.5V至+3.6V的电压，非常适合低压ASIC/PLD与高压系统之间的数据传输。

MAX13000E–MAX13005E具有小于4 $\mu$ A的  $V_{CC}$  静态电源电流，关断时  $V_L$  静态电源电流低于2 $\mu$ A。MAX13000E–MAX13005E还为  $V_{CC}$  侧的I/O提供 $\pm 15$ kV ESD保护，当连接外部信号时，可提供更强的保护。ESD保护符合人体模型标准 (HBM)。MAX13000E/MAX13001E/MAX13002E保证工作于230kbps的数据速率。MAX13003E/MAX13004E/MAX13005E则可在  $V_{CC} > +1.65$ V的情况下，保证工作于20Mbps的数据速率。

## 电平转换

为使芯片正常工作，需确保  $+1.5\text{V} \leq V_{CC} \leq +3.6\text{V}$  和  $+0.9\text{V} \leq V_L \leq V_{CC}$ 。上电过程中，只要保证  $V_L$  在极限参数之内 (参见 *Absolute Maximum Ratings*)，即使出现  $V_L \geq V_{CC}$  也不会损坏器件。上电过程中，如果  $V_{CC}$  端浮空而  $V_L$  端上电，允许  $V_L$  侧向每路负载源出1mA电流而不会使芯片锁定。

MAX13000E–MAX13005E设计用于工作在  $V_{CC} \geq V_L$  条件下，不过，即使关断  $V_{CC}$ ，芯片也不会被损坏和锁定。为了防止在I/O端口和电源线上有过大的漏电流， $V_L$  侧的I/O端口必须停留在高电平。

MAX13000E–MAX13005E最大的数据速率很大程度上取决于负载电容 (详见[典型工作特性](#))、驱动器输出阻抗和工作电压范围 (详见[Timing Characteristics](#)表)。

## 开漏极工作

MAX13001E/MAX13002E/MAX13004E/MAX13005E的输入级专为适应外部开漏驱动器而设计。当使用开漏极驱动器时，MAX13001E/MAX13002E/MAX13004E/MAX13005E工作在单向模式，从开漏极 (OD) 侧向CMOS侧转换信号。为改善性能，在CMOS侧和OD侧都具有上升时间和下降时间加速电路。参见[输入驱动器要求](#)部分。为保证正常工作，上拉电阻阻值不要大于15k $\Omega$ ，而且工作速度越高，要求上拉电阻越小。

## 输入驱动器要求

MAX13000E–MAX13005E有4种不同的内部结构，分别提供不同的工作速度，以及CMOS至CMOS或OD至CMOS转换。

## 20Mbps CMOS至CMOS双向转换器 (MAX13003E)

MAX13003E采用一种单稳态触发加速器输出结构 (图5)。稳态下加速器输出级始终处于三态，当任何一个转换器的输入端 ( $I/OV_L$  或  $I/OV_{CC}$ ) 发生跳变时，单稳态触发输出级，产生一个短脉冲，对I/O口上的电容进行充/放电。由于其双向工作特性，当I/O口发生由低到高或者由高到低的跳变时， $I/OV_{CC}$  和  $I/OV_L$  端口上的加速器输出级均会被触发。这会导致一部分电流被馈入正在驱动转换器的外部信号源。不过，这有利于加速驱动侧信号电平的跳变。

通常，驱动MAX13003E输入级的器件都会有一个规定的输出驱动电流容量 ( $I_{OUT}$ )。在驱动MAX13003E的输入时，可达到的最大速率受限于这个驱动电流。为了保证最大可能的20Mbps数据速率，外部驱动器必须满足以下条件：

$$I_{OUT} \geq 1.67 \times 10^8 \times V \times (C_{IN} + C_P)$$

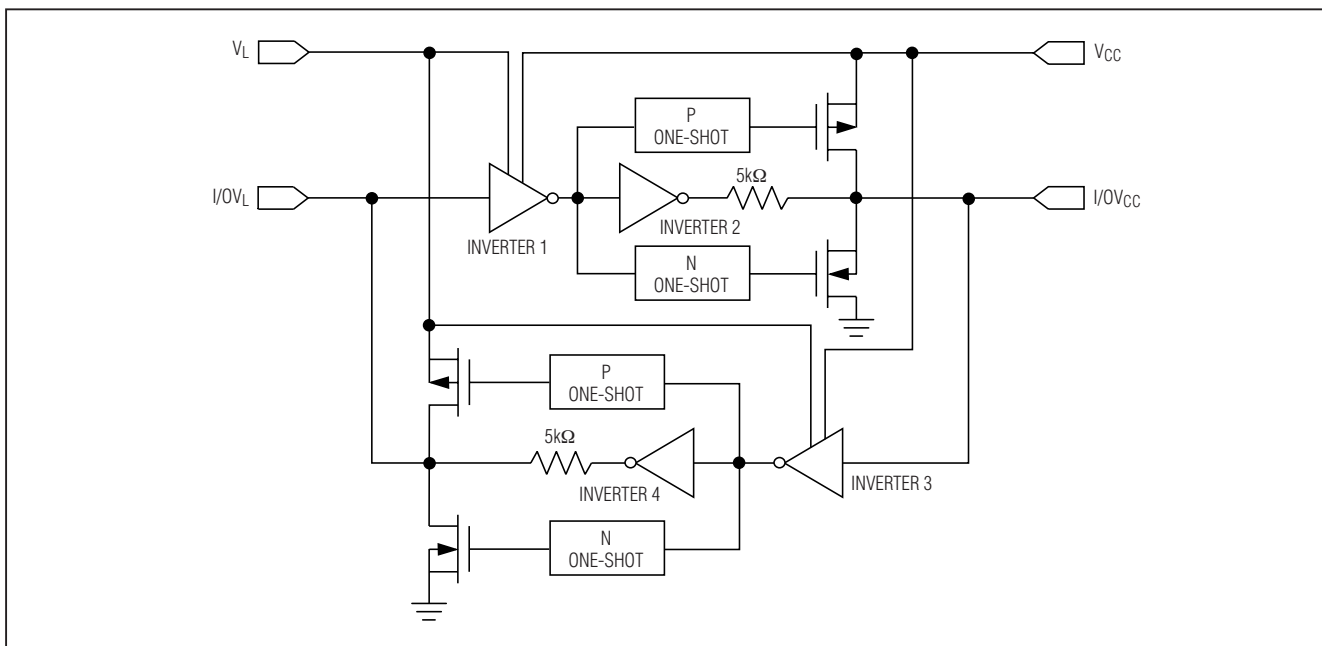


图5. 20Mbps CMOS至CMOS双向转换器结构

其中， $C_P$ 是连线的寄生电容， $V$ 是驱动端的电源电压 ( $V_L$ 或 $V_{CC}$ )， $C_{IN}$ 是驱动端的输入电容 ( $V_L$ 侧 $C_{IN} = 10\text{pF}$ ， $V_{CC}$ 侧 $C_{IN} = 20\text{pF}$ )。

### 20Mbps OD至CMOS单向转换器 (MAX13004E/MAX13005E)

MAX13004E/MAX13005E的结构与双向CMOS至CMOS转换器基本一样，唯一的区别在于驱动侧的输出反相器 (inverter 4)，该反相器能够适应开漏极输出的驱动能力 (见图6)。

为保证正常工作，开漏极输出与驱动侧电源之间需连接一个上拉电阻。上拉电阻的阻值不能大于 $15\text{k}\Omega$ 。

### 230kbps CMOS至CMOS双向转换器 (MAX13000E)

MAX13000E的结构中省掉了单稳态触发加速器输出级，因为该器件只需要处理230kbps以内的数据速率 (见图7)。

为保证正常工作，驱动器必须满足以下条件：最大输出阻抗 $1\text{k}\Omega$ ，最小输出电流 $1\text{mA}$ 。

### 230kbps OD至CMOS单向转换器 (MAX13001E/MAX13002E)

MAX13001E/MAX13002E的结构与230kbps CMOS至CMOS双向转换器相似，区别仅在于它能够适应驱动侧开漏极输出器件的驱动能力，并有一个单稳态触发输出级 (见图8)。

为了正常工作，开漏极输出与驱动侧电源之间需连接一个上拉电阻。上拉电阻的阻值不能大于 $15\text{k}\Omega$ 。

图9给出了上述各种结构的典型输入电流随输入电压变化的曲线。

### 输出使能模式 (EN)

MAX13000E-MAX13005E具有使能输入 (EN)。驱动EN为低可设置MAX13000E-MAX13005E的I/O端口为三态。正常工作应驱动EN为高 ( $V_L$ )。

### $\pm 15\text{kV}$ ESD保护

和Maxim其他器件一样，该系列器件的所有引脚均带有ESD保护结构，以免在装配和操作过程中的静电放电损坏器件。I/OVCC线上还具有更高的静电放电保护。Maxim工程师开发的先进的ESD保护结构可提供高达 $\pm 15\text{kV}$ 的ESD保护。这种ESD保护结构可在任何状态下承受高ESD冲击：

# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

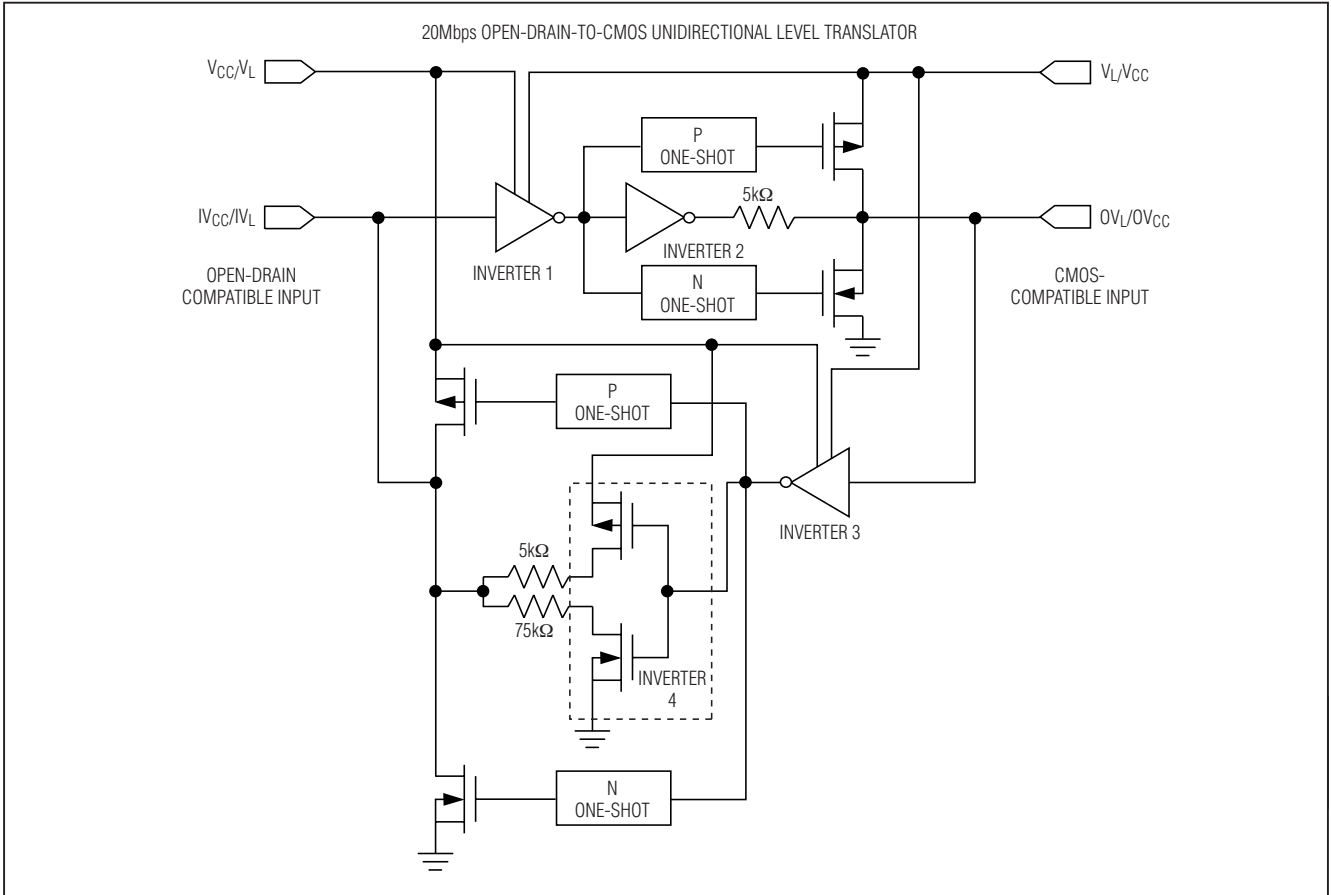


图6. 20Mbps OD至CMOS单向转换器结构

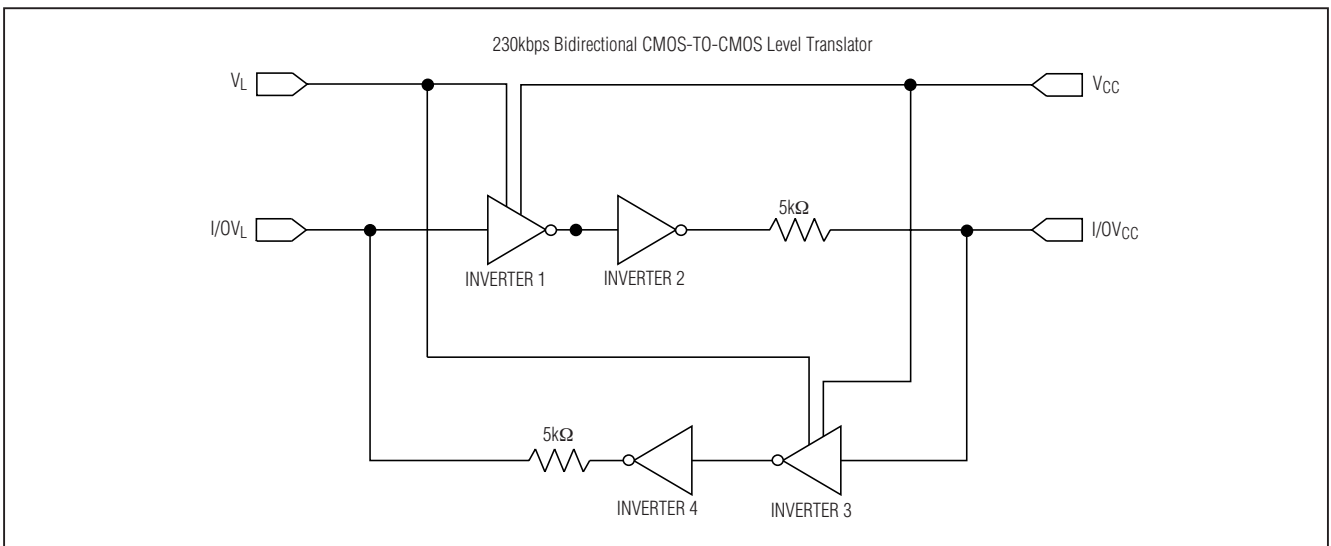


图7. 230kbps CMOS至CMOS双向转换器结构



# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

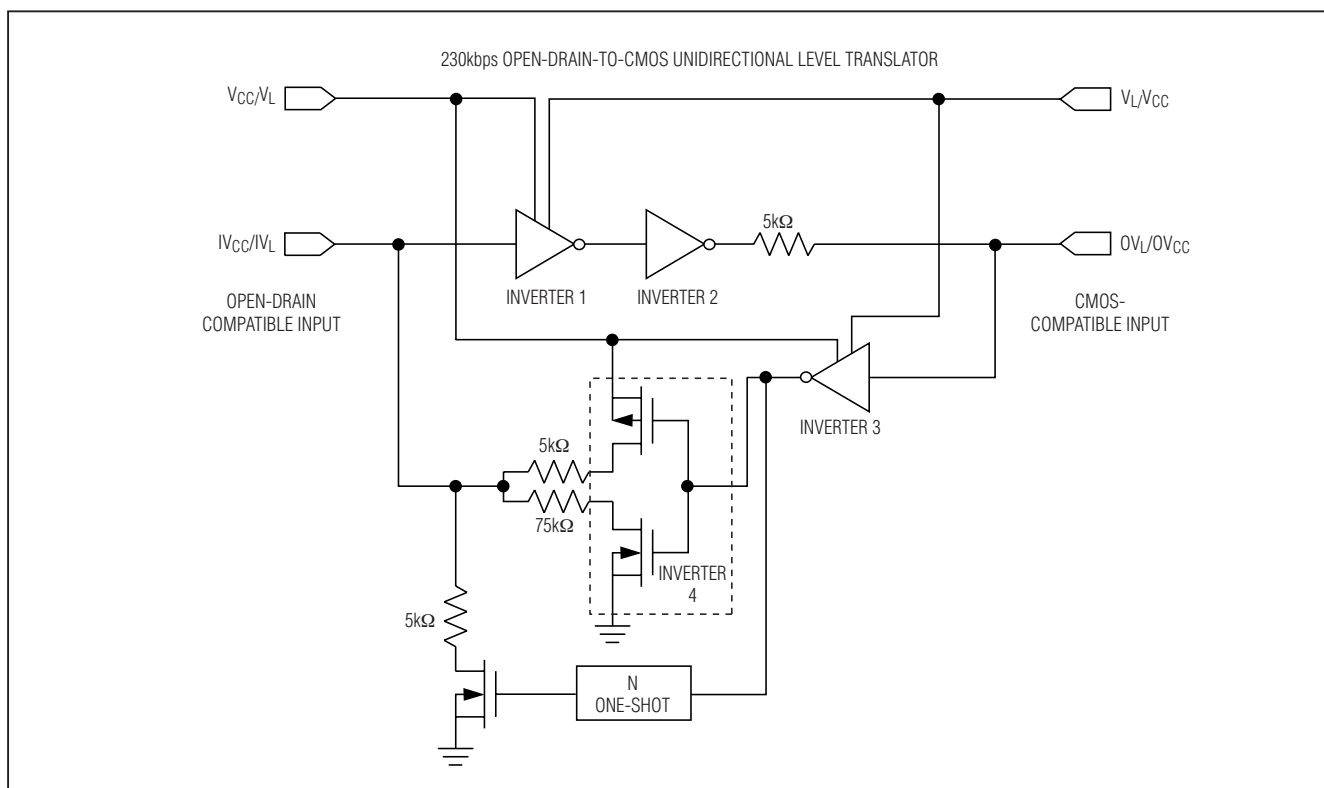


图8. 230kbps OD至CMOS单向转换器结构

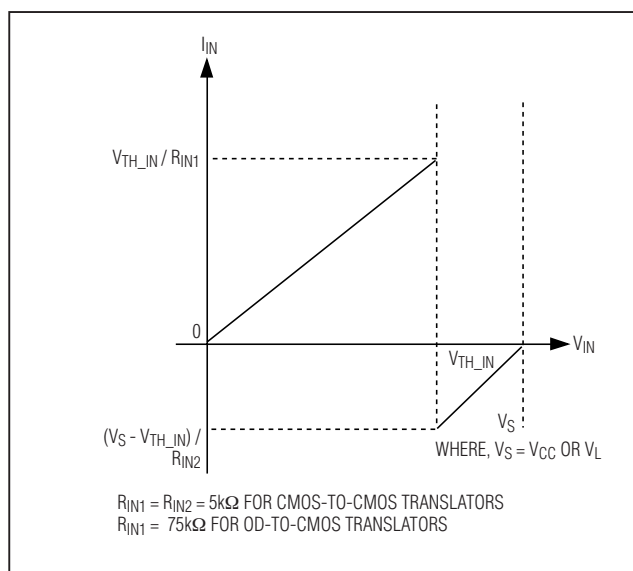


图9. 典型 $I_{IN}$ 随 $V_{IN}$ 的变化

正常工作、三态输出模式以及断电。ESD冲击过后，Maxim器件保持正常工作而不会锁定，而竞争者的产品则需要断电，以解除锁定状态。

ESD保护具有多种不同测试方法。MAX13000E-MAX13005E的I/OV<sub>CC</sub>线采用±15kV的人体模型进行测试。

### ESD测试条件

ESD性能依赖于诸多因素。如需可靠性报告，请与Maxim公司联系，该报告详细说明了测试装置、测试方法和测试结果。

### 人体模型

图10表示人体模型，图11给出了当它通过低阻放电时产生的电流波形。该模型包括一个100pF的电容，被充电至ESD目标电压，然后，经过一个1.5kΩ电阻，通过待测器件对其放电。

# 超低电压电平转换器

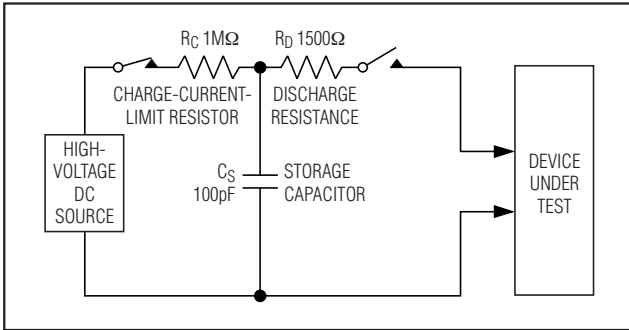


图10. 人体ESD测试模型

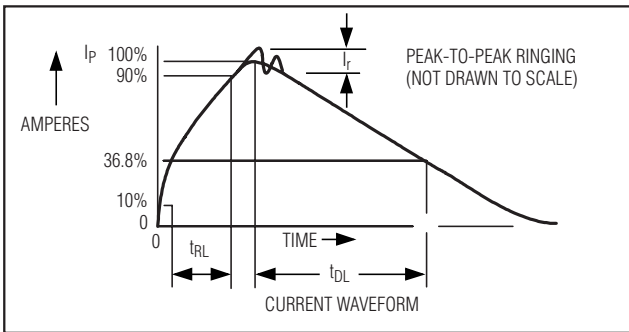


图11. 人体模型电流波形

## IEC 61000-4-2标准ESD保护

IEC 61000-4-2标准规定了电子系统的ESD耐受力。IEC 61000-4-2模型规定，采用150pF电容通过330Ω电阻对测试器件放电。MAX13000E-MAX13005E的V<sub>CC</sub>侧I/O端口满足IEC 61000-4-2标准（8kV接触放电，±10kV气隙放电）。

IEC 61000-4-2模型具有比HBM更高的放电峰值电流和更高的能量，因为采用较低的串联电阻和较大的电容。

## 应用信息

### 电源退耦

为降低纹波和数据出错的概率，使用0.1μF的陶瓷电容将V<sub>L</sub>和V<sub>CC</sub>旁路至地。为了确保完全的±15kV ESD保护，需采用1μF电容旁路V<sub>CC</sub>到地。所有电容应尽可能靠近电源引脚放置。

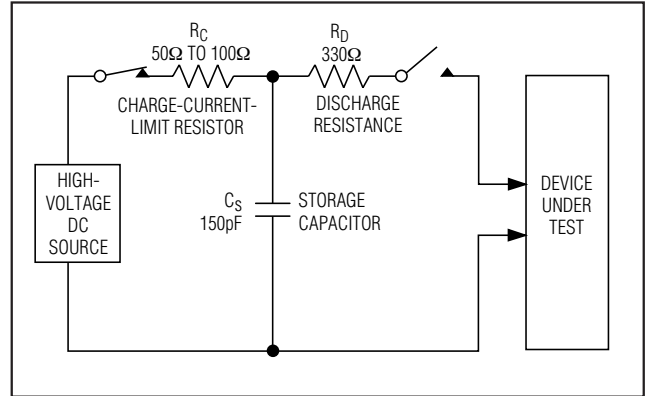


图12. IEC 61000-4-2接触放电测试模型

## 关于UCSP封装的考虑

关于UCSP封装的一般性信息及其印制板布局方面的考虑，可参考Maxim应用笔记：晶片级封装。

## UCSP可靠性

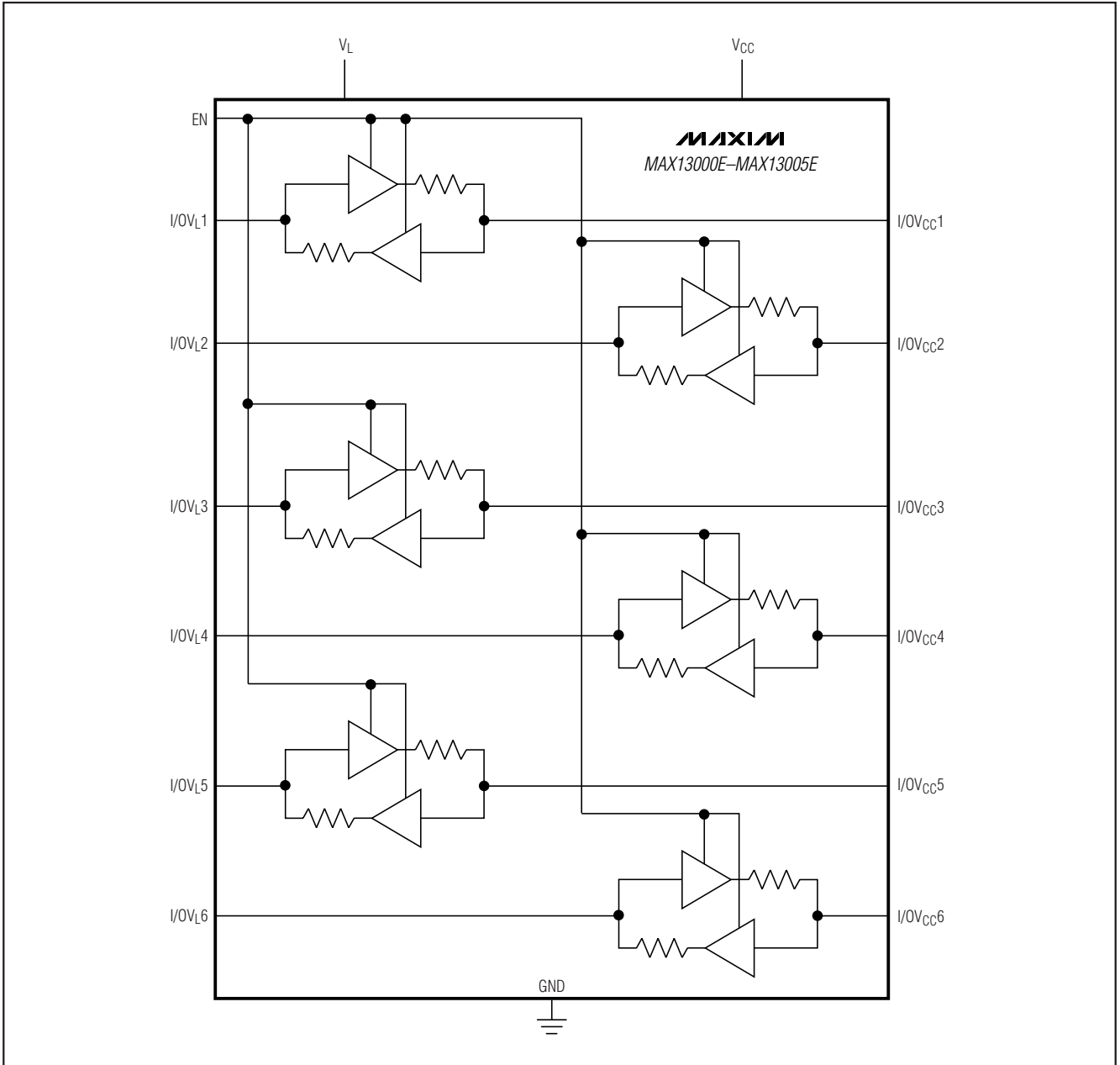
晶片级封装 (UCSP) 是一种特殊的封装形式，或许不能象其他封装产品那样通过传统的机械可靠性测试。UCSP的可靠性与用户的组装工艺、电路板材料以及使用环境密切相关。用户考虑使用UCSP封装时，请仔细审视这几个方面。工作寿命测试期间的性能和抗潮湿能力与传统封装相比没有差异，因为这主要取决于晶片生产工艺。

机械应力性能是UCSP封装需要重点考虑的一个问题。UCSP芯片通过焊接直接附着在用户的印制板上，不再具有传统封装产品所固有的、由引线架所提供的应力缓解机制。焊接点的完整性也要考虑。有关Maxim的质量认证计划、测试数据和建议，请参考UCSP应用笔记（可在Maxim网站：[www.maxim-ic.com.cn](http://www.maxim-ic.com.cn)上找到）。

# 超低电压电平转换器

功能框图

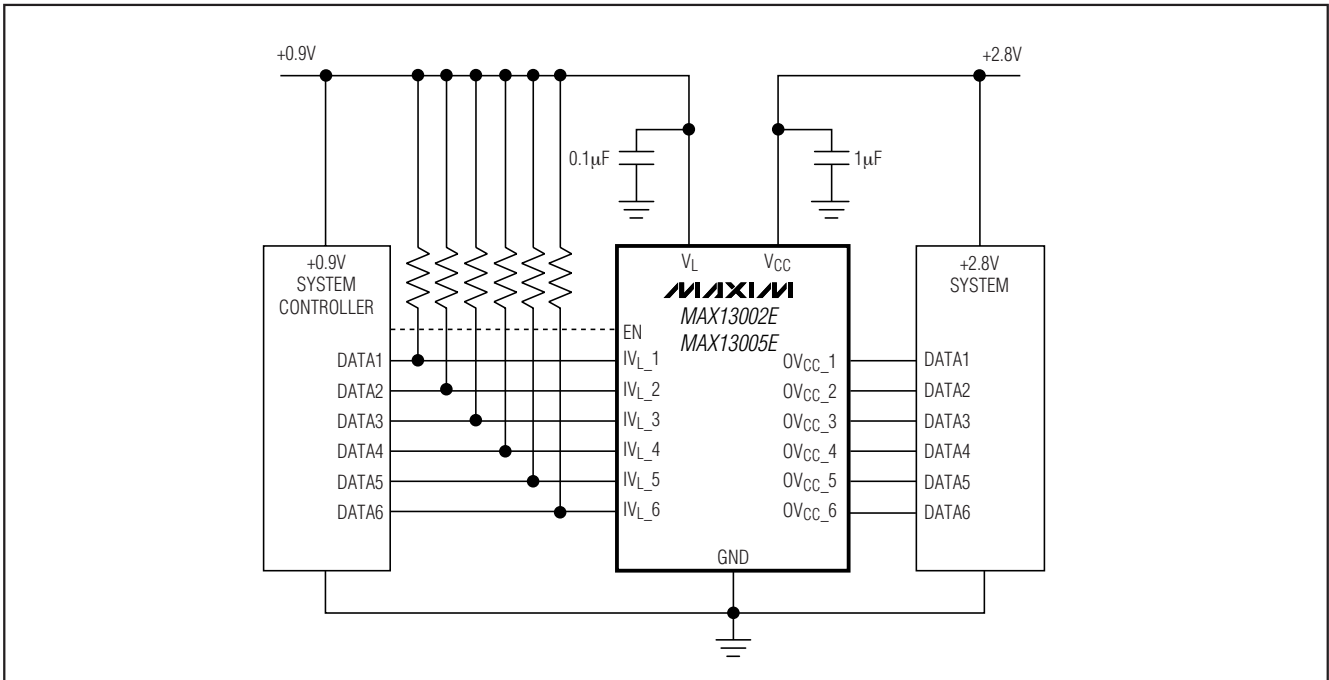
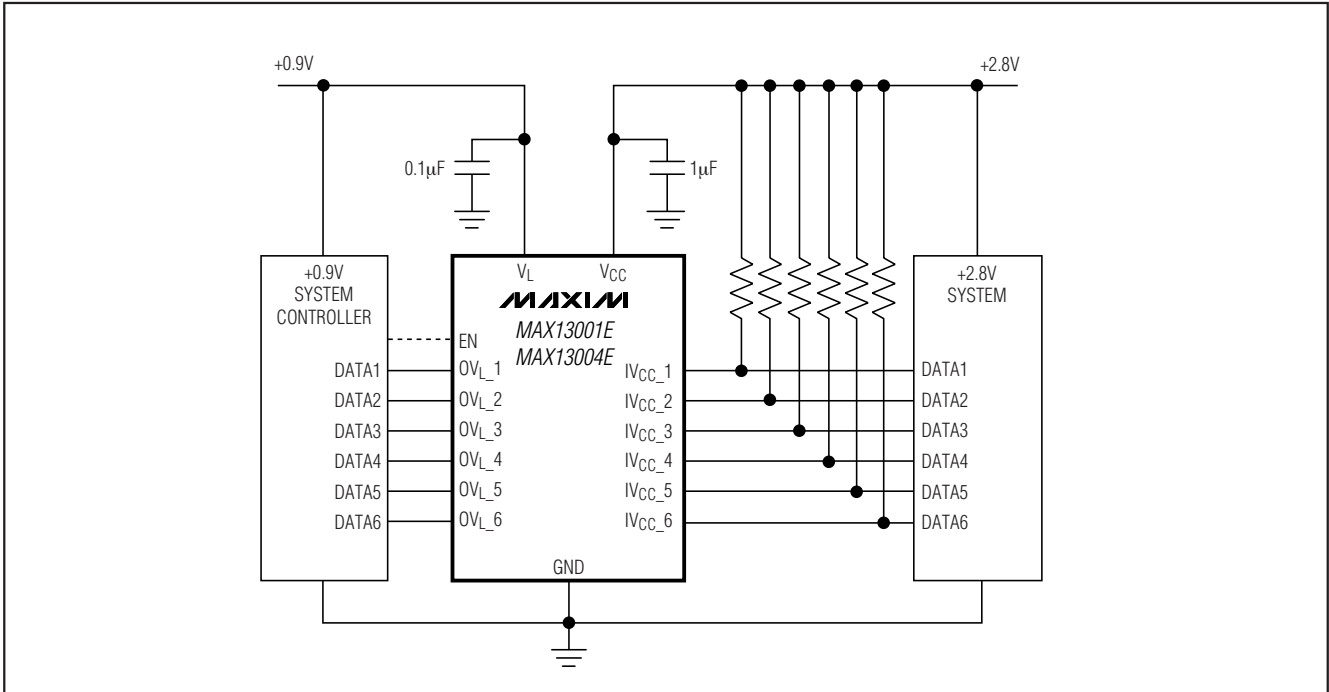
MAX13000E-MAX13005E



# 超低电压电平转换器

典型工作电路

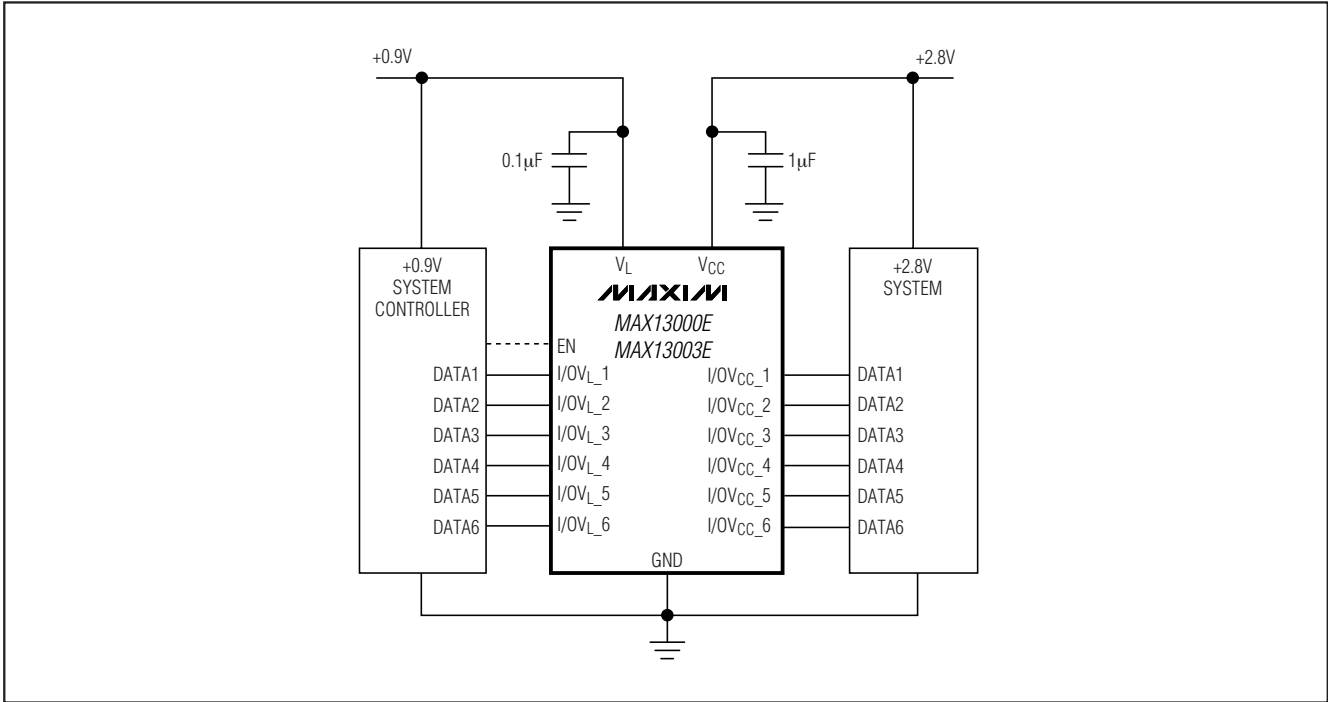
MAX13000E-MAX13005E



# 超低电压电平转换器

典型工作电路 (续)

MAX13000E-MAX13005E



选型指南

PART	DATA RATE (bps)	NUMBER OF BIDIRECTIONAL TRANSLATORS	NUMBER OF VL → VCC TRANSLATORS	NUMBER OF VCC → VL TRANSLATORS	TRANSLATOR CONFIGURATION
MAX13000E	230k	6	—	—	CMOS-to-CMOS
MAX13001E	230k	—	—	6	OD-to-CMOS
MAX13002E	230k	—	6	—	OD-to-CMOS
MAX13003E	20M	6	—	—	CMOS-to-CMOS
MAX13004E	20M	—	—	6	OD-to-CMOS
MAX13005E	20M	—	6	—	OD-to-CMOS

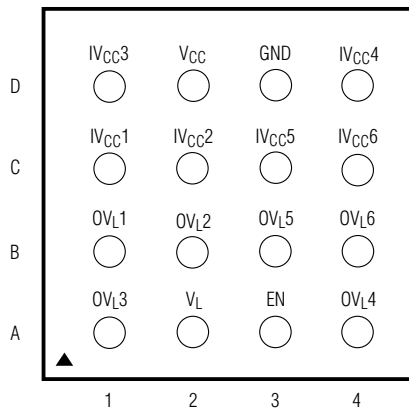
# 超低电压电平转换器

MAX13000E-MAX13005E

引脚配置 (续)

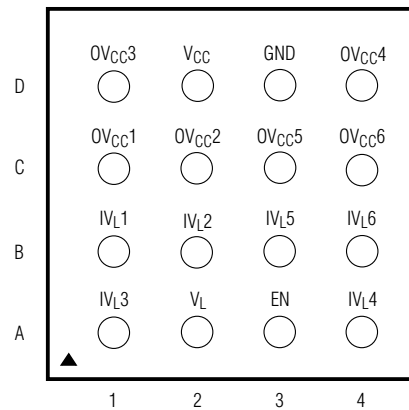
BOTTOM VIEW

MAX13001E/MAX13004E



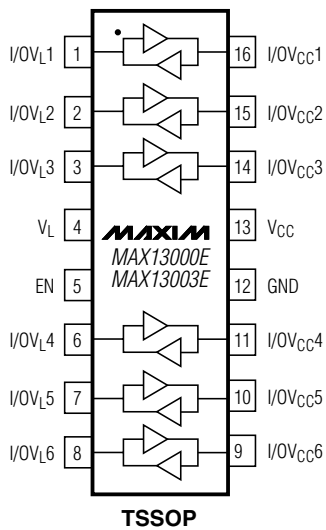
4 X 4 UCSP

MAX13002E/MAX13005E

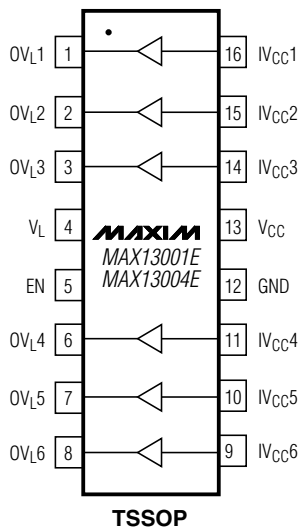


4 X 4 UCSP

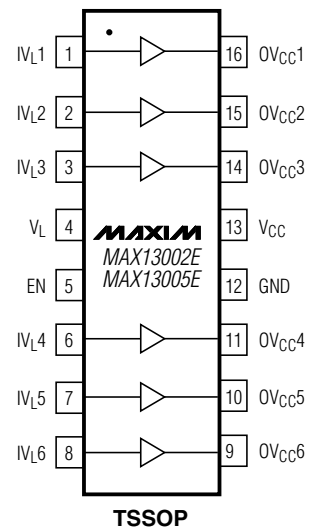
TOP VIEW



TSSOP



TSSOP



TSSOP

# 超低电压电平转换器

芯片信息

PROCESS: BiCMOS

订购信息 (续)

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX13000EEBE-T*	-40°C to +85°C	16 UCSP-16 (4mm × 4mm)
<b>MAX13001EEUE</b>	-40°C to +85°C	16 TSSOP
MAX13001EEBE-T*	-40°C to +85°C	16 UCSP-16 (4mm × 4mm)
<b>MAX13002EEUE</b>	-40°C to +85°C	16 TSSOP
MAX13002EEBE-T*	-40°C to +85°C	16 UCSP-16 (4mm × 4mm)
<b>MAX13003EEUE</b>	-40°C to +85°C	16 TSSOP
MAX13003EEBE-T*	-40°C to +85°C	16 UCSP-16 (4mm × 4mm)
<b>MAX13004EEUE</b>	-40°C to +85°C	16 TSSOP
MAX13004EEBE-T*	-40°C to +85°C	16 UCSP-16 (4mm × 4mm)
<b>MAX13005EEUE</b>	-40°C to +85°C	16 TSSOP
MAX13005EEBE-T*	-40°C to +85°C	16 UCSP-16 (4mm × 4mm)

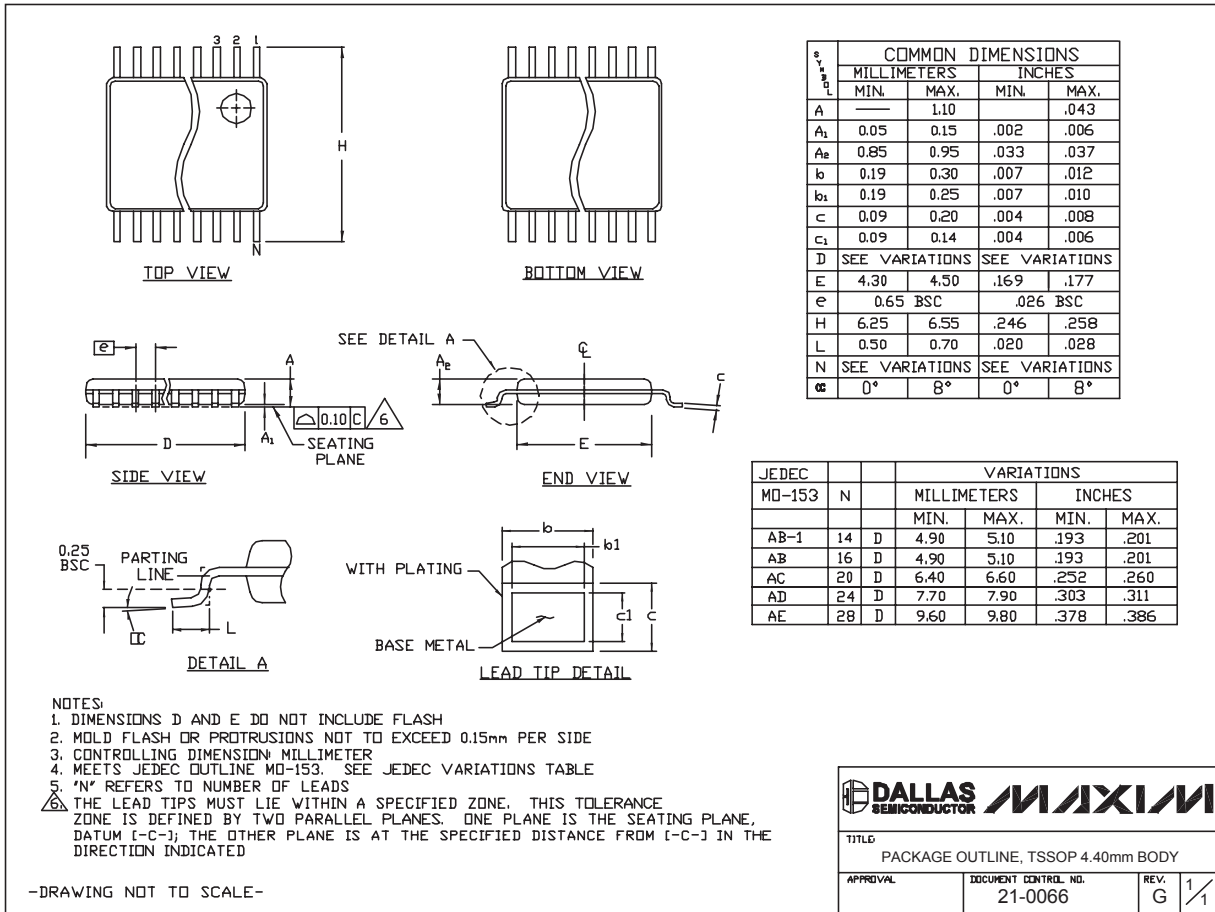
\* 未来产品 —— 供货状况请联络厂方。

MAX13000E-MAX13005E

# 超低电压电平转换器

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 [www.maxim-ic.com.cn/packages](http://www.maxim-ic.com.cn/packages).)



TSSOP4.40mm.EPS

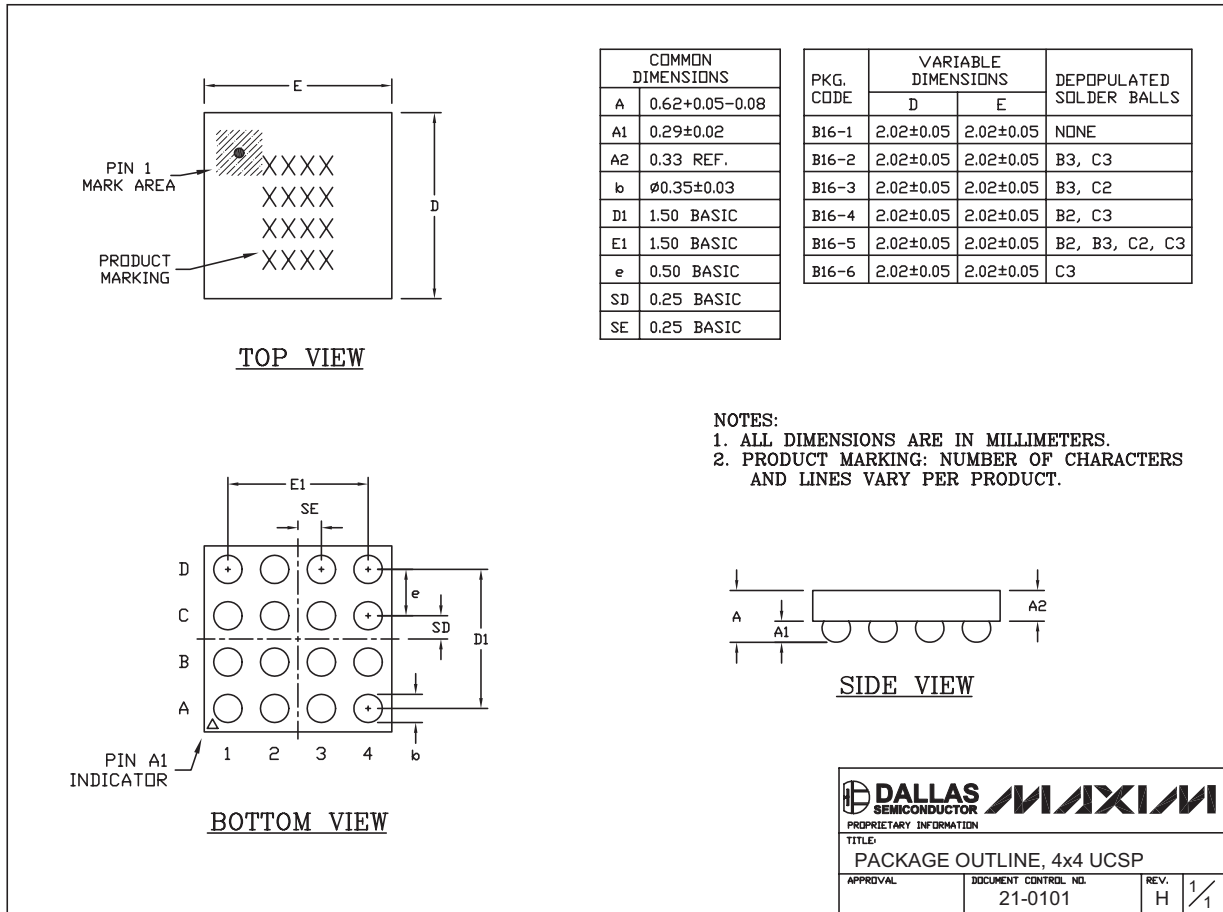


# 超低电压电平转换器

封装信息 (续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格, 如需最近的封装外型信息, 请查询 [www.maxim-ic.com.cn/packages](http://www.maxim-ic.com.cn/packages).)

MAX13000E-MAX13005E



## MAXIM北京办事处

北京 8328 信箱 邮政编码 100083  
 免费电话: 800 810 0310  
 电话: 010-6211 5199  
 传真: 010-6211 5299

Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责, 也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

**Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600** \_\_\_\_\_ **25**