

无锡泰连芯科技有限公司

TLX29548

支持复位的低电压 8 通道 I²C 开关

2025 年 09 月

TLX29548 支持复位的低电压 8 通道 I²C 开关

1 特性

- 1 至 8 个双向转换开关
- 与 I²C 总线和 SMBus 兼容
- 低电平有效复位输入
- 三个地址引脚，I²C 总线最多支持八个 TLX29548 器件
- 通过 I²C 总线进行通道选择，可任意组合
- 上电时所有开关通道取消选定
- 低 R_{ON} 开关
- 支持在 1.8V、2.5V、3.3V 和 5V 总线间进行电压电平转换
- 上电时无干扰
- 支持热插入
- 低待机电流
- 工作电源电压范围为 1.65V 至 5.5V
- 5V 耐压输入
- 0 至 400kHz 时钟频率

2 应用

- 服务器
- 路由器（电信交换设备）
- 工厂自动化
- 具有 I²C 目标地址冲突（例如，多个完全一样的温度传感器）的产品

3 概述

TLX29548 器件配有八个可通过 I²C 总线控制的双向转换开关。SCL/SDA 上行对扩展到八个下行对（或者通道）。根据可编程控制寄存器的内容，可选择任一单独 SCn/SDn 通道或者通道组合。这些下游通道可用于解决 I²C 目标地址冲突。例如，如果应用中需要八个完全相同的数字温度传感器，则每个通道 (0-7) 可以连接一个传感器。

发生超时或其他不当操作时，系统控制器可通过将 RESET 输入置为低电平来复位 TLX29548。同样，上电复位即可取消选中所有通道并初始化 I²C/SMBus 状态机。将 RESET 置为有效也可实现复位和初始化，并且无需将部件断电。这样可以在下游 I²C 总线之一卡在低电平状态时进行恢复。

由于在开关上有导通栅极，因此可使用 VCC 引脚来限制 TLX29548 传递的最大高电压。限制最大高电压后，可以在每个对上使用不同的总线电压，从而让 1.8V、2.5V 或 3.3V 器件能够在没有任何额外保护的情况下与 5V 器件通信。对于每个通道，外部上拉电阻器将总线电压上拉至所需的电压水平。所有 I/O 引脚可耐受 5V 电压。

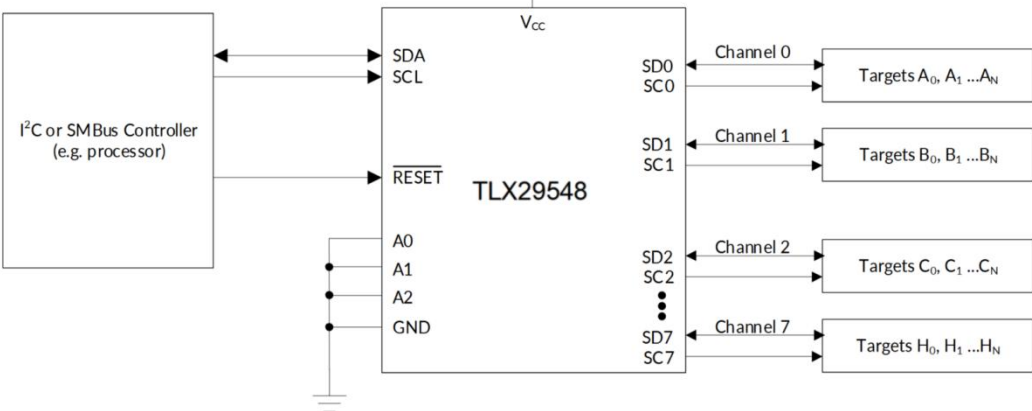
质量等级：军温级&企军标

器件信息 (1)

型号	封装类型	封装尺寸(标称值)
TLX29548	TSSOP24	7.80mm×4.40mm

(1) 详细封装信息请参考封装和订单说明部分。

简化应用图



目 录

1 特性	1
2 应用	1
3 概述	1
4 修订历史	3
5 封装和订单说明⁽¹⁾	4
6 引脚定义和功能	5
7 规格	7
7.1 绝对最大额定值	7
7.2 ESD 等级	7
7.3 推荐工作条件	8
7.4 典型电气参数	9
7.5 I ² C 接口时序要求	11
7.6 复位时序要求	11
7.7 开关规格	11
7.8 典型参数曲线	12
8 参数测量信息	13
9 详细说明	15
9.1 概览	15
9.2 功能框图	15
9.3 特性说明	16
9.4 器件功能模式	16
9.4.1 RESET 输入	16
9.4.2 上电复位	16
9.5 编程	16
9.5.1 I ² C 接口	16
9.5.2 器件地址	17
9.5.3 总线事务	18
9.5.4 控制寄存器	19
9.5.5 RESET 输入	20
9.5.6 上电复位	20
10 应用与设计	21
10.1 应用信息	21
10.2 典型应用电路	21
10.2.1 设计要求	22
10.2.2 详细设计程序	23
10.3 电源建议	23
10.3.1 上电复位要求	23
11 PCB 版图设计	26
11.1 PCB 布局设计注意事项	26
11.2 PCB 布局示意图	26
12 封装规格尺寸	27
13 包装规格尺寸	28

4 修订历史

注意：更新前的版本页码可能与当前版本不同。

版本	更新日期	变更项目
A.0	2025/09/22	初始版

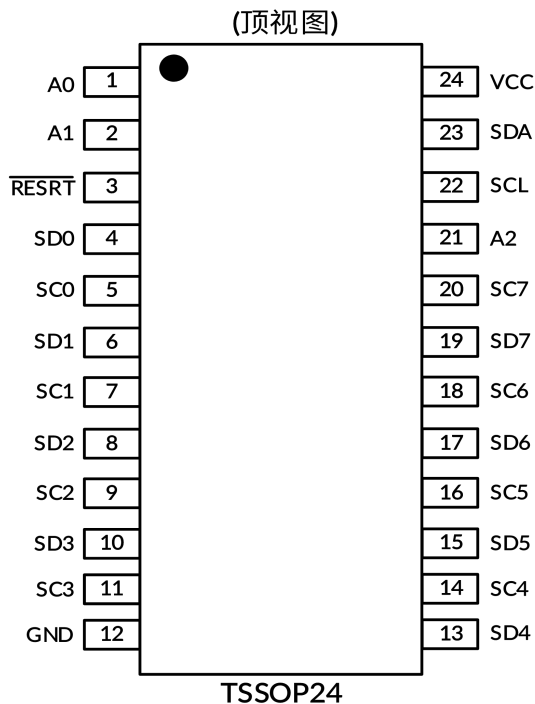
5 封装和订单说明⁽¹⁾

订单型号	工作温度(°C)	封装类型	丝印 ⁽²⁾	MSL ⁽³⁾	质量等级
JTLX29548XTSS24	-55°C ~125°C	TSSOP24	TLX29548	MSL3	企军标
JTLX29548XTSS24(W)	-55°C ~125°C	TSSOP24	TLX29548	MSL3	军温级
TLX29548XTSS24	-40°C ~125°C	TSSOP24	TLX29548	MSL3	工业级

注意:

- (1) 该信息是当前版本的最新数据。这些数据如有更新，将及时更新到我司官网，恕不另行通知。
- (2) 丝印可能会有其他附加的代码，用于产品的内控追溯（包括数据代码和供应商代码）或者标志产地。
- (3) TLXIC 装配厂使用符合 JEDEC 工业标准 J-STD-20F 的通用预处理设置对 MSL 级别进行分类。如果您的最终应用对预处理设置非常关键，或者您有特殊要求，请与 TLXIC 技术支持联系。

6 引脚定义和功能



引脚功能

引脚		类型 ⁽²⁾	功能说明
引脚名称	TSSOP24		
A0	1	I	地址输入 0。直接连接到 V _{CC} 或接地
A1	2	I	地址输入 1。直接连接到 V _{CC} 或接地
A2	21	I	地址输入 2。直接连接到 V _{CC} 或接地
GND	12	-	接地
RESET	3	I	低电平有效复位输入。如果未使用，需通过上拉电阻器连接至 V _{CC} 或 V _{DPU0} ⁽¹⁾
SD0	4	I/O	串行数据 0。通过上拉电阻连接至 V _{DPU0} ⁽¹⁾
SC0	5	I/O	串行时钟 0。通过上拉电阻连接至 V _{DPU0} ⁽¹⁾
SD1	6	I/O	串行数据 1。通过上拉电阻连接至 V _{DPU1} ⁽¹⁾
SC1	7	I/O	串行时钟 1。通过上拉电阻连接至 V _{DPU1} ⁽¹⁾
SD2	8	I/O	串行数据 2。通过上拉电阻连接至 V _{DPU2} ⁽¹⁾
SC2	9	I/O	串行时钟 2。通过上拉电阻连接至 V _{DPU2} ⁽¹⁾
SD3	10	I/O	串行数据 3。通过上拉电阻连接至 V _{DPU3} ⁽¹⁾
SC3	11	I/O	串行时钟 3。通过上拉电阻连接至 V _{DPU3} ⁽¹⁾
SD4	13	I/O	串行数据 4。通过上拉电阻连接至 V _{DPU4} ⁽¹⁾
SC4	14	I/O	串行时钟 4。通过上拉电阻连接至 V _{DPU4} ⁽¹⁾
SD5	15	I/O	串行数据 5。通过上拉电阻连接至 V _{DPU5} ⁽¹⁾
SC5	16	I/O	串行时钟 5。通过上拉电阻连接至 V _{DPU5} ⁽¹⁾
SD6	17	I/O	串行数据 6。通过上拉电阻连接至 V _{DPU6} ⁽¹⁾
SC6	18	I/O	串行时钟 6。通过上拉电阻连接至 V _{DPU6} ⁽¹⁾

SD7	19	I/O	串行数据 7。通过上拉电阻连接至 $V_{DPU7}^{(1)}$
SC7	20	I/O	串行时钟 7。通过上拉电阻连接至 $V_{DPU7}^{(1)}$
SCL	22	I/O	串行时钟总线。通过上拉电阻连接至 $V_{DPUM}^{(1)}$
SDA	23	I/O	串行数据总线。通过上拉电阻连接至 $V_{DPUM}^{(1)}$
VCC	24	Power	电源

(1) V_{DPUX} 是相关数据线的上拉参考电压。 V_{DPUM} 是控制器 I²C 参考电压, V_{DPU0} - V_{DPU7} 是目标通道参考电压。

(2) I=输入管脚, O=输出管脚, I/O=输入和输出管脚。

7 规格

7.1 绝对最大额定值

在自然通风温度范围内（除非特别注明）⁽¹⁾

			最小值	最大值	单位
V _{CC}	电源电压		-0.5	6.5	V
V _I	输入电压 ⁽²⁾		-0.5	6.5	V
I _I	输入电流		-20	20	mA
I _O	输出电流		-25		mA
I _{CC}	电源电流		-100	100	mA
T _{stg}	存储温度		-65	150	°C
θ _{JA}	结至环境热阻 ⁽³⁾	TSSOP24		35	°C/W
T _J	最大结温 ⁽⁴⁾	V _{CC} ≤ 3.6 V		130	°C
		V _{CC} ≤ 5.5 V		90	

(1) 这里只表示产品在测试条件下得到的极限值，并不表示产品在这些条件下或者其他超出规格限定的参数条件下能够正常工作，超过上述绝对最大额定值所规定的范围将对产品造成损害，无法预测产品在上述条件外的工作状态。如果产品长期在上述条件外的条件下工作，可能影响产品性能。

(2) 测量输入/输出极限电流时可能会超过规格限定的最大值而损坏芯片。

(3) 封装热阻抗根据 JESD-51 标准计算。

(4) 最大功耗是有关 T_{J(MAX)}、R_{θJA} 和 T_A 的函数。任意环境温度下的最大功耗为 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。适用于直接焊接到 PCB 上的封装。

7.2 ESD 等级

以下 ESD 信息仅针对在防静电保护区内操作的敏感设备。

			标称值	单位
V _(ESD)	静电放电	人体模型 (HBM), 符合 JESD22-a114 规范	±4000	V
		带电器件模型 (CDM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2022 规范	±1000	V



ESD 灵敏性警告

ESD 损坏的范围可以从细微的性能下降到完全的设备失效。精密集成电路可能更容易受到损坏，因为非常小的参数变化有可能导致器件不符合其公布的参数规格。

7.3 推荐工作条件

在自然通风温度范围内（除非特别注明）

参数				最小值	典型值	最大值	单位
V _{CC}	工作电压			1.65		5.5	V
V _{IH}	高电平输入电压	SCL, SDA	V _{CC} =1.65V to 2.3V	0.75 × V _{CC}		5.5	V
			V _{CC} =2.3V to 5.5V	0.7 × V _{CC}		5.5	
		A2-A0, RESET		0.7 × V _{CC}		V _{CC}	
V _{IL}	低电平输入电压	SCL, SDA	V _{CC} =1.65V to 2.3V	-0.5		0.25 × V _{CC}	V
			V _{CC} =2.3V to 5.5V	-0.5		0.3 × V _{CC}	
		A2-A0, RESET		-0.5		0.3 × V _{CC}	V
T _A	自然通风条件下的工作温度范围			-55		125	℃

7.4 典型电气参数

$V_{CC} = 1.65V$ 至 $5.5V$ ，在自然通风温度范围内，符合推荐工作条件（除非特别注明）⁽¹⁾。所有典型值均在标称电源电压（ $1.8V$ 、 $2.5V$ 、 $3.3V$ 或 $5V V_{CC}$ ）和 $T_A=25^{\circ}C$ 条件下测得。

参数			测试条件	V _{CC}	温度	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
V _{PORR}	上电复位电压, V _{CC} 上升		无负载, V _I = V _{CC} or GND ⁽⁴⁾		全温		1.2	1.6	V
V _{PORF}	上电复位电压, V _{CC} 下降 ⁽⁵⁾		无负载, V _I = V _{CC} or GND ⁽⁴⁾		全温	0.8	1		
V _{o(sw)}	开关输出电压		V _{i(sw)} = V _{CC} , I _{SWout} = -100μA	5V	+25°C		3.6		V
				4.5V to 5.5V	全温	2.6		4.5	
				3.3V	+25°C		1.9		
				3V to 3.6V	全温	1.6		2.8	
				2.5V	+25°C		1.5		
				2.3V to 2.7V	全温	1.1		2	
				1.8V	+25°C		1.1		
				1.65V to 1.95V	全温	0.6		1.25	
I _{OL}	SDA		V _{OL} = 0.4V	1.65V to 5.5V	全温	3	6		mA
			V _{OL} = 0.6V		全温	6	9		
I _I	SCL, SDA		V _I = V _{CC} or GND ⁽⁴⁾	1.65V to 5.5V	全温	-2		2	μA
	SC7-SC0, SD7-SD0				全温	-2		2	
	A2-A0				全温	-2		2	
	RESET				全温	-2		2	
I _{CC}	工作模式	f _{SCL} = 400kHz	V _I = V _{CC} or GND ⁽⁴⁾ , I _O =0	5.5V	全温		50	80	μA
				3.3V	全温		20	35	
				1.65V	全温		6	10	
		f _{SCL} = 100kHz	V _I = V _{CC} or GND ⁽⁴⁾ , I _O =0	5.5V	全温		9	30	
				3.3V	全温		6	15	
				1.65V	全温		2	4	
	待机模式	低电平输入	V _I =GND ⁽⁴⁾ , I _O =0	5.5V	全温		0.2	2	
				3.6V	全温		0.1	2	
				2.7V	全温		0.1	1	
				1.65V	全温		0.1	1	
		高电平输入	V _I =V _{CC} , I _O =0	5.5V	全温		0.2	2	
				3.6V	全温		0.1	2	
				2.7V	全温		0.1	1	
				1.65V	全温		0.1	1	
ΔI _{CC}	电源电流变化量	SCL, SDA	SCL 或 SDA 输入为 0.6V, 其他输入为 V _{CC} 或 GND ⁽⁴⁾	1.65V to 5.5V	全温		3	20	μA
			SCL 或 SDA 输入为 V _{CC} -0.6V, 其他输入为 V _{CC} 或 GND ⁽⁴⁾		全温		3	20	
C _i	A2-A0		V _I =V _{CC} or GND ⁽⁴⁾	1.65V to 5.5V	+25°C		4	5	pF
	RESET				+25°C		4	5	

	SCL	$V_I = V_{CC}$ or GND ⁽⁴⁾ , Switch OFF		+25°C		20	28	
$C_{io(off)}$ ⁽⁶⁾	SDA	$V_I = V_{CC}$ or GND ⁽⁴⁾ , Switch OFF	1.65V to 5.5V	+25°C		20	28	pF
	SC7-SC0, SD7-SD0			+25°C		5.5	7.5	
R_{ON}	开关导通电阻	$V_O = 0.4\text{ V}$, $I_O = 10\text{ mA}$	2.3V to 2.7 V	全温	7	15	45	Ω
			1.65V to 1.95V	全温	10	25	70	
		$V_O = 0.4\text{ V}$, $I_O = 15\text{ mA}$	4.5V to 5.5V	全温	4	10	20	Ω
			3V to 3.6V	全温	5	12	30	

(1) 如需了解在指定电压范围内的工作情况，请参考应用范围内的最差情况参数。

(2) 极限值是在 25°C 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保工作温度范围的限制。

(3) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化，也将取决于应用和配置。

(4) 当所有其他输入电压 $V_I = \text{GND}$ 时， $\overline{\text{RESET}} = V_{CC}$ (保持高电平)。

(5) 上电复位电路通过 $V_{CC} < V_{PORF}$ 重置 I²C 总线逻辑。

(6) 当通道处于导通状态时， $C_{io(ON)}$ 值取决于 SCn 线路上的内部电容和外部电容。

7.5 I²C 接口时序要求

在推荐的自然通风温度范围内（除非特别注明）

			最小值	最大值	单位
标准模式					
f _{scl}	I ² C 时钟频率		0	400	kHz
t _{sch}	I ² C 时钟高电平时间		0.6		μs
t _{scl}	I ² C 时钟低电平时间		1.3		μs
t _{sp}	I ² C 峰值时间			50	ns
t _{sds}	I ² C 串行数据设置时间		100		ns
t _{sdh}	I ² C 串行数据保持时间		10 ⁽¹⁾		ns
t _{icr}	I ² C 输入上升时间		20+0.1C _b ⁽³⁾	300	ns
t _{icf}	I ² C 输入下降时间		20+0.1C _b ⁽³⁾	300	ns
t _{ocf}	I ² C 输出 (SDn) 下降时间 (10pF 至 400pF 总线)		20+0.1C _b ⁽³⁾	300	ns
t _{buf}	I ² C 从停止到开始之间的总线空闲时间		1.3		μs
t _{sts}	I ² C 启动或重复启动条件设置时间		0.6		μs
t _{sth}	I ² C 启动或重复启动条件保持时间		0.6		μs
t _{sps}	I ² C 停止条件设置时间		0.6		μs
t _{vdL(Data)}	有效数据时间（高电平到低电平） ⁽²⁾	SCL 低到 SDA 输出低有效		1	μs
t _{vdH(Data)}	有效数据时间（低电平到高电平） ⁽²⁾	SCL 低到 SDA 输出高有效		0.6	μs
t _{vd(ack)}	ACK 条件下的有效数据时间	ACK 信号从 SCL 低到 SDA 输出低		1	μs
C _b	I ² C 总线电容负载			400	pF

(1) 器件内部必须为 SDA 信号提供至少 300 ns 的保持时间（参考 SCL 信号的 V_{IH} 最小值），以桥接 SCL 下降沿的未定义区域。

(2) 使用 1kΩ 上拉电阻和 50pF 负载电容采集的数据。

(3) C_b = 单条总线线路的总总线电容，单位为 pF。

7.6 复位时序要求

在推荐的自然通风温度范围内（除非特别注明）

		最小值	最大值	单位
t _{W(L)}	脉冲持续时间, RESET 低电平	6		ns
t _{REC(STA)}	从 RESET 到开始的恢复时间	0		ns

7.7 开关规格

在推荐的自然通风温度范围内，C_L ≤ 100 pF（除非特别注明）

参数			输入	输出	最小值	最大值	单位
t _{pd} ⁽¹⁾	传播延迟时间	R _{ON} =20 Ω, C _L =15pF	SDA or SCL	SDn or SCn		0.3	ns
		R _{ON} =20 Ω, C _L =50pF				1	
t _{rst} ⁽²⁾	RESET 时间 (SDA 清零)		RESET	SDA		500	ns

(1) 传播延迟是开关的典型导通状态电阻和指定负载电容在理想电压源（零输出阻抗）驱动时计算的 RC 时间常数。

(2) t_{rst} 是测量从 RESET 引脚首次被置为低电平到 SDA 引脚被置为高电平（表示停止条件）这段时间的传播延迟。该值必须至少为 t_{W(L)}。

7.8 典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

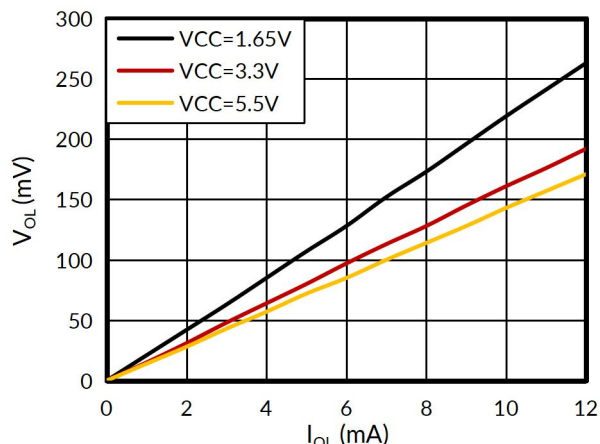


图 1. 三个 V_{CC} 电平下的 SDA 输出低电压 (V_{OL}) 与负载电流 (I_{OL}) 的关系 ($T_A=25^\circ\text{C}$)

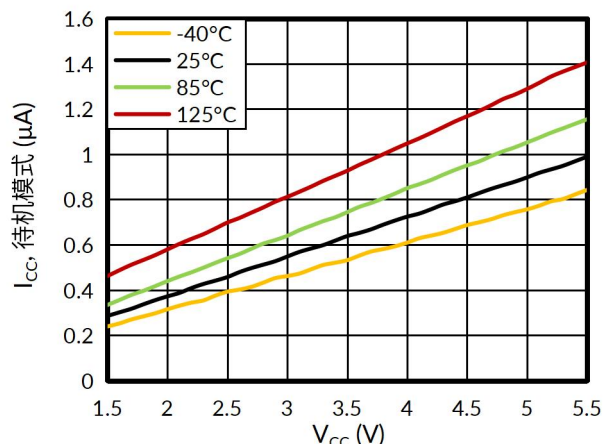


图 2. 四个温度点的待机电流 (I_{CC}) 与电源电压 (V_{CC}) 的关系

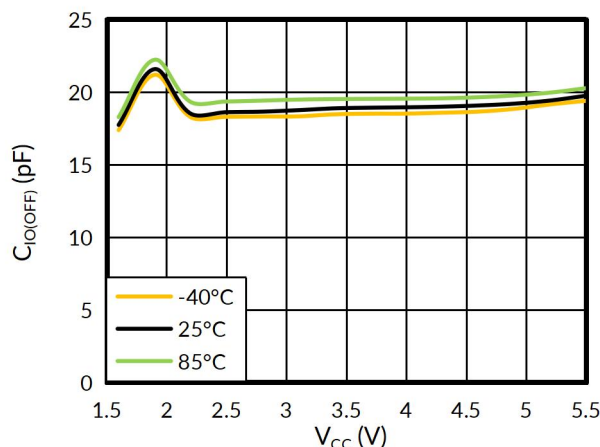


图 3. 三个温度点的目标通道 (SCn/SDn) 电容 ($C_{IO(OFF)}$) 与电源电压 (V_{CC}) 的关系

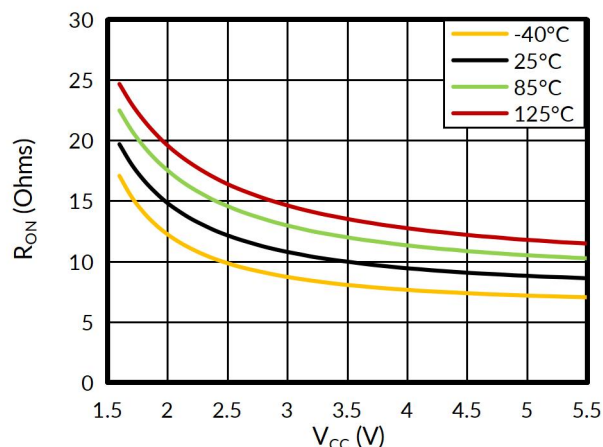


图 4. 四个温度点的导通电阻 (R_{ON}) 与电源电压 (V_{CC}) 的关系

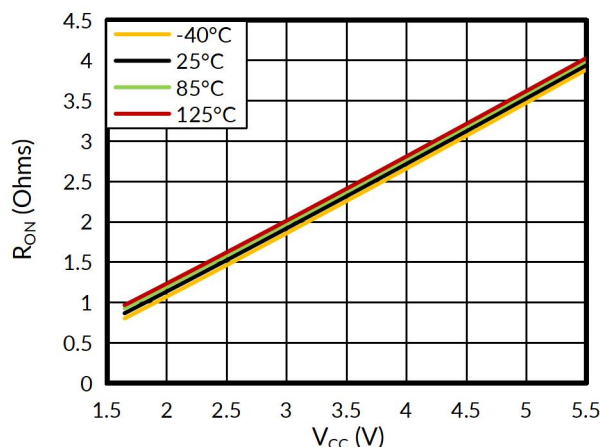
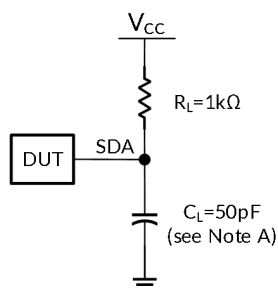
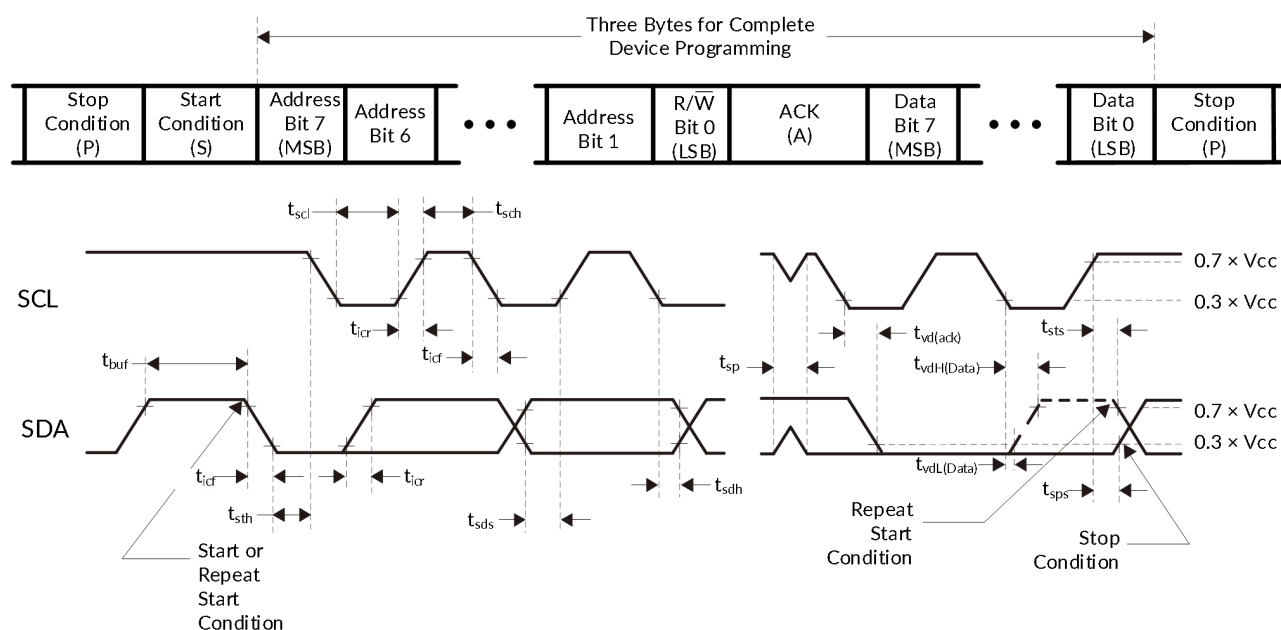


图 5. 四个温度点的通路电压 (V_{pass}) 与电源电压 (V_{CC}) 的关系

8 参数测量信息



SDA LOAD CONFIGURATION

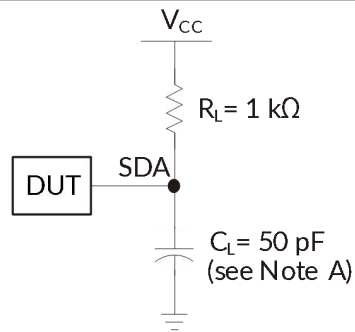


VOLTAGE WAVEFORMS

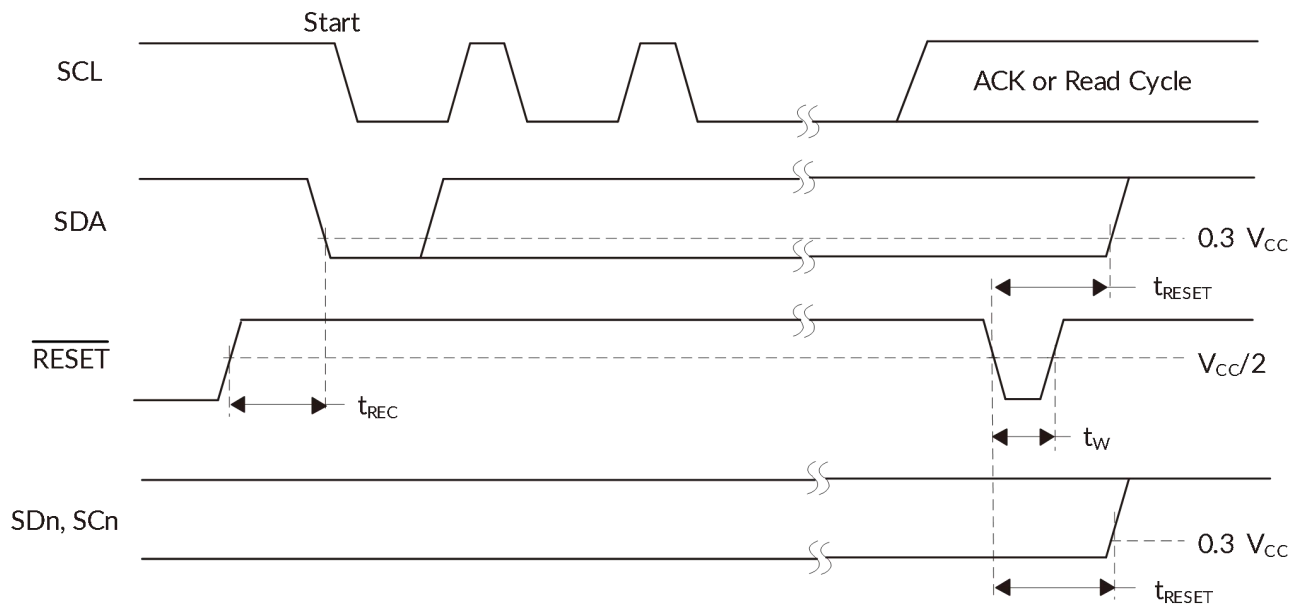
BYTE	DESCRIPTION
1	I ² C address
2, 3	P-port data

- A. C_L 包括探头和夹具电容。
- B. 所有输入均由具有以下特性的发生器提供：PRR ≤ 10 MHz, $Z_O = 50 \Omega$, $t_r/t_f \leq 30$ ns。
- C. 所有参数和波形并非适用于所有设备。

图 6. I²C 负载电路和电压波形



SDALOAD CONFIGURATION



- A. C_L 包括探头和夹具电容。
- B. 所有输入均由具有以下特性的发生器提供： $PRR \leq 10\text{ MHz}$ ， $Z_O = 50\ \Omega$ ， $t_r/t_f \leq 30\text{ ns}$ 。
- C. I/O 被配置为输入。
- D. 所有参数和波形并非适用于所有设备。

图 7. 复位负载电路和电压波形

9 详细说明

9.1 概览

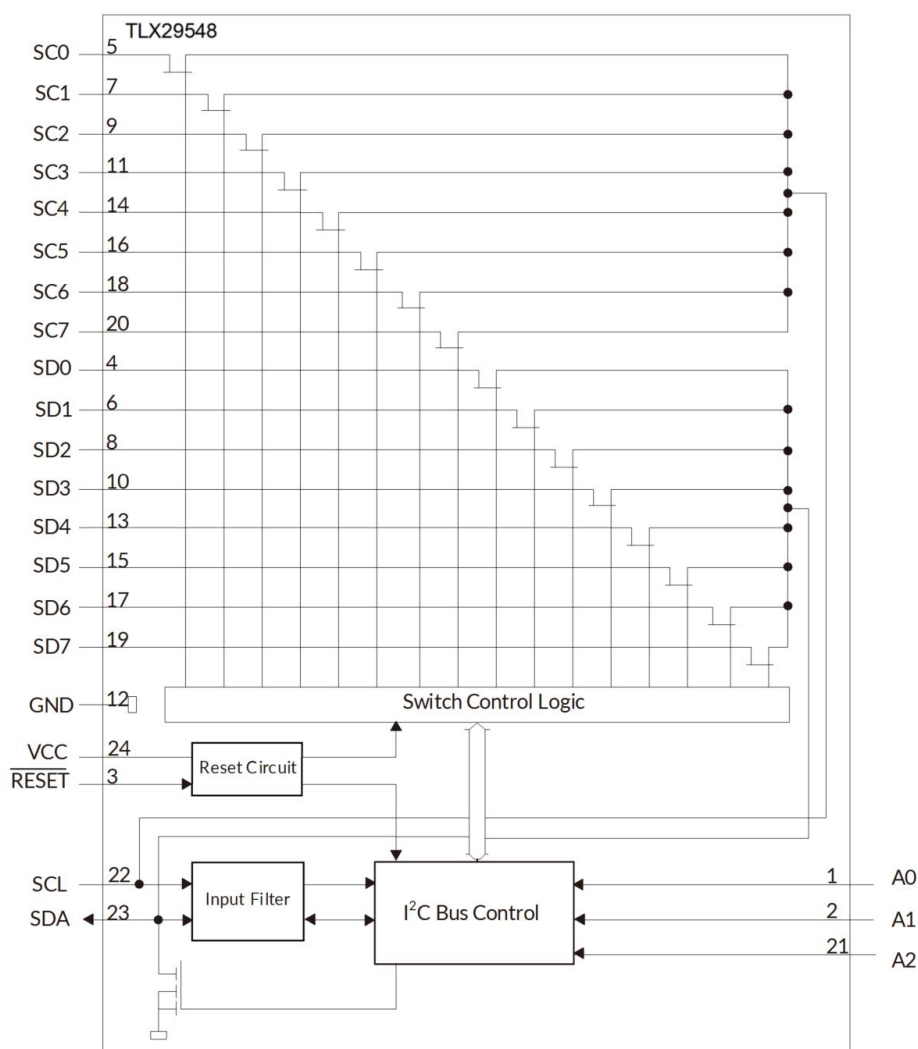
TLX29548 是一款 8 通道双向 I²C 转换开关。控制器 SCL/SDA 信号对可定向至 8 个目标器件通道，(SC0/SD0-SC7/SD7)。可选择任意一个下游通道，也可选择 8 个通道的任意组合。

该器件配备了一个低电平有效 RESET 输入引脚，用于复位状态机，当下游 I²C 总线中的任一通道卡在低电平状态时，TLX29548 器件即可通过此功能恢复运行。此外，器件还支持通过电源周期性切换（即上电复位，POR）来复位状态机。无论是 RESET 功能还是 POR 操作，均会取消所有通道的选中状态。

I²C 数据路径的连接由同一 I²C 控制器控制，该控制器通过切换与多个 I²C 目标设备通信。在成功确认目标地址（硬件可由 A0、A1 和 A2 引脚选择）后，通过写入或读取 8 位控制寄存器即可确定所选通道。

TLX29548 也可用于电压转换，允许在每个 SCn/SDn 对上使用不同的总线电压，以便 1.8V、2.5V 或 3.3V 的器件可以与 5V 的器件通信。该功能是通过使用外部上拉电阻将总线拉高到控制器和每个目标通道所需的电压来实现的。

9.2 功能框图



9.3 特性说明

TLX29548 是一款支持标准模式（100kHz）和快速模式（400kHz）的 8 通道双向 I²C 总线转换开关。该器件通过单个 8 位控制寄存器实现 I²C 控制，其中每个控制位分别控制对应 8 个开关通道的启用与禁用状态，从而实现 I²C 数据流传输。根据具体应用场景，TLX29548 还能实现 I²C 总线电压转换功能，使 1.8V、2.5V 或 3.3V 的器件与 5V 器件实现通信。当 I²C 总线通信进入故障状态时，可通过 RESET 引脚功能或通过电源循环触发的上电复位使 TLX29548 恢复正常工作状态。

9.4 器件功能模式

9.4.1 RESET 输入

RESET 输入是低电平有效信号，可用于从总线故障状态中恢复。当该信号保持低电平至少 t_{WL} 时间时，TLX29548 将复位其寄存器和 I²C 状态机，并取消所有通道的选中状态。该 RESET 输入端必须通过上拉电阻连接至 V_{CC} 。

9.4.2 上电复位

当 V_{CC} 引脚通电时，内部上电复位电路会将 TLX29548 保持在复位状态，直到 V_{CC} 电压达到 V_{PORR} 阈值。达到该阈值后，复位状态解除，TLX29548 寄存器和 I²C 状态机将初始化为默认的全零状态，导致所有通道被取消选中。此后必须将 V_{CC} 电压降至 V_{PORF} 以下才能重新复位器件。

9.5 编程

9.5.1 I²C 接口

TLX29548 器件配备标准双向 I²C 接口，该接口由控制器设备控制以实现器件配置或状态读取。I²C 总线上的每个目标设备都具有唯一地址，用于区分同一总线上的其他目标设备。许多目标设备需要在启动时进行配置以设定工作模式，这通常通过控制器访问具有唯一寄存器地址的内部寄存器映射实现。每个器件可包含一个或多个寄存器，用于存储、写入或读取数据。

I²C 物理接口由串行时钟（SCL）和串行数据（SDA）两条线路构成。SDA 和 SCL 线路必须通过上拉电阻连接到电源 V_{CC} 。上拉电阻的阻值由 I²C 线路的电容负载决定。数据传输必须在总线处于空闲状态时才能启动，即当停止信号发出后，SDA 和 SCL 两条线路均保持高电平则判定总线处于空闲状态（参见图 8 和图 9）。

以下是控制器访问目标设备的一般步骤：

1. 如果控制器发送数据至目标设备：

- 控制器-发送器发送起始条件并寻址目标-接收器。
- 控制器-发送器向目标-接收器发送数据。
- 控制器-发送器通过停止条件终止传输。

2. 如果控制器从目标设备接收数据：

- 控制器-接收器发送起始条件并寻址目标-发送器。
- 控制器-接收器向目标-发送器发送待读取的寄存器地址。
- 控制器-接收器从目标-发送器接收数据。
- 控制器-接收器通过停止条件终止传输。

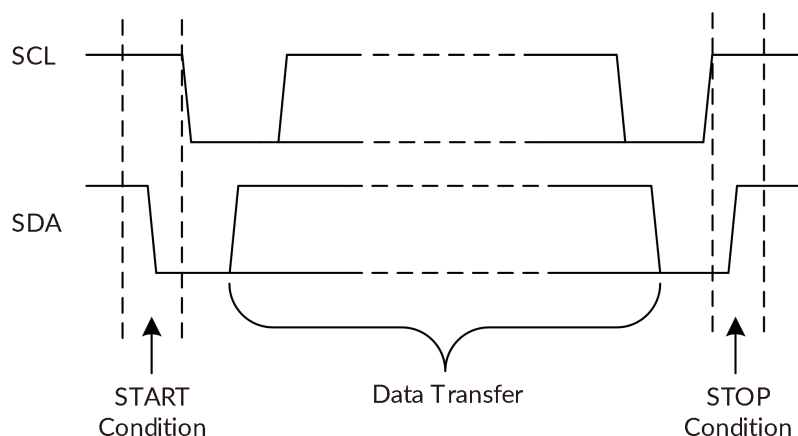


图 8. 起始和停止条件的定义

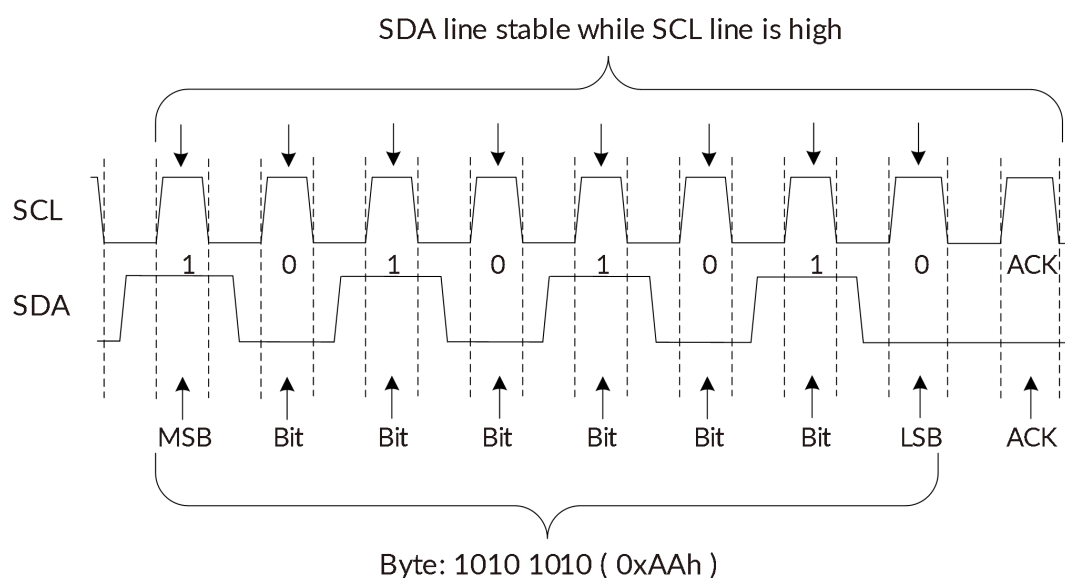


图 9. 位移

9.5.2 器件地址

图 10 显示了 TLX29548 的地址字节。

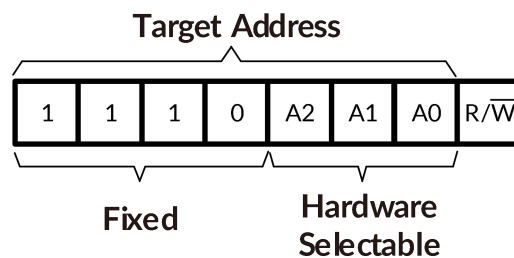


图 10. TLX29548 地址

目标地址的最后一位用于定义操作类型（读或写）。当该位为高电平 (1) 时，选择读取操作，而为低电平 (0) 时则选择写入操作。

表 1 显示了 TLX29548 地址参考。

表 1. 地址参考

输入			I ² C 总线目标地址
A2	A1	A0	
L	L	L	112 (十进制), 70 (十六进制)
L	L	H	113 (十进制), 71 (十六进制)
L	H	L	114 (十进制), 72 (十六进制)
L	H	H	115 (十进制), 73 (十六进制)
H	L	L	116 (十进制), 74 (十六进制)
H	L	H	117 (十进制), 75 (十六进制)
H	H	L	118 (十进制), 76 (十六进制)
H	H	H	119 (十进制), 77 (十六进制)

9.5.3 总线事务

数据必须通过读取或写入目标设备的寄存器来实现传输。

寄存器是目标设备内存中的特定存储单元，用于存储配置信息或待返回至控制器的采样数据。控制器需向这些寄存器写入指令，才能指示目标设备执行特定操作。

虽然 I²C 目标设备普遍配备寄存器，但需注意并非所有设备都具备寄存器功能。部分设备结构简单，仅包含单个寄存器，这类设备可通过直接发送寄存器数据（在目标地址后立即写入）而非指定寄存器的方式进行控制。TLX29548 就是典型的单寄存器设备，通过 I²C 指令进行控制。由于该设备仅需 1 位即可启用或禁用通道，因此仅需一个寄存器，控制器只需在目标地址后直接写入数据，无需标注寄存器编号。

9.5.3.1 写入操作

在 I²C 总线上进行写入操作时，控制器会向总线发送包含目标地址的起始信号 (START)，并将末位 (R/W 位) 置为 0 以表示写入状态。目标设备会进行确认响应，告知控制器其已就绪。随后控制器开始向目标发送寄存器数据，直至所有数据发送完毕（有时仅需单个字节），最后通过停止信号 (STOP) 终止传输。

虽然发送字节数没有限制，但发送的最后一个字节必须与寄存器中的内容一致。

图 11 展示了向目标寄存器写入单个字节的示例。

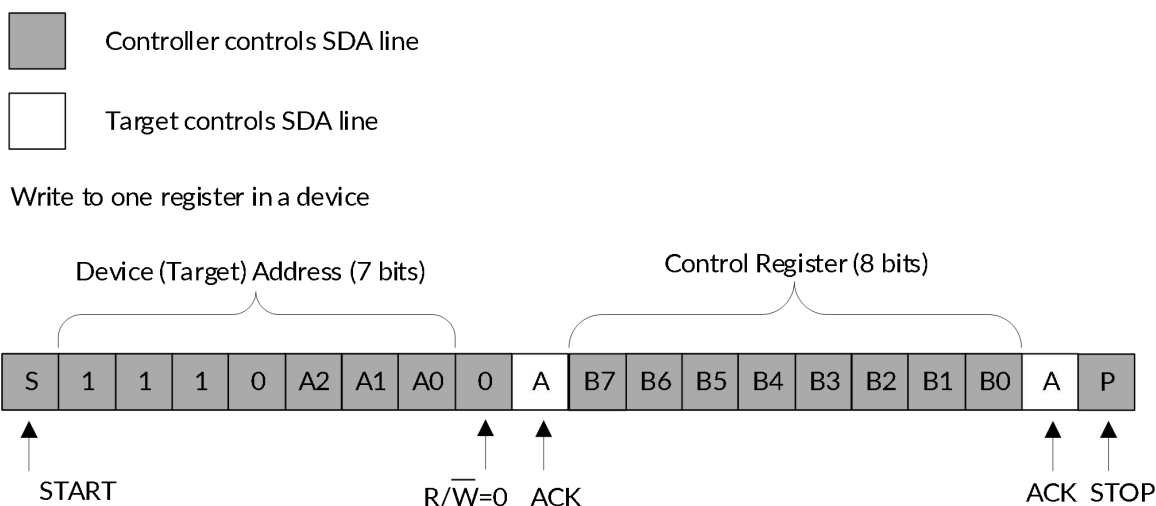


图 11. 写入寄存器

9.5.3.2 读取操作

从目标设备读取数据的过程与写入操作非常相似，但控制器会先发送起始信号，随后发送目标地址并设置 $R/\overline{W}$ 位为 1（表示读取操作）。目标设备确认接收到读取请求后，控制器会释放 SDA 总线但持续提供时钟信号。在此阶段，控制器作为接收方，目标设备则作为发送方。

控制器继续输出时钟脉冲，同时释放 SDA 线以便目标设备传输数据。每当完成一个字节的数据传输后，控制器都会向目标设备发送确认信号（ACK），表明其已准备好接收更多数据。当控制器接收到预期的字节数量后，会发送非确认信号（NACK），指示目标设备停止通信并释放总线。随后控制器会发出停止信号结束操作。

图 12 展示了从目标寄存器读取单个字节的示例。

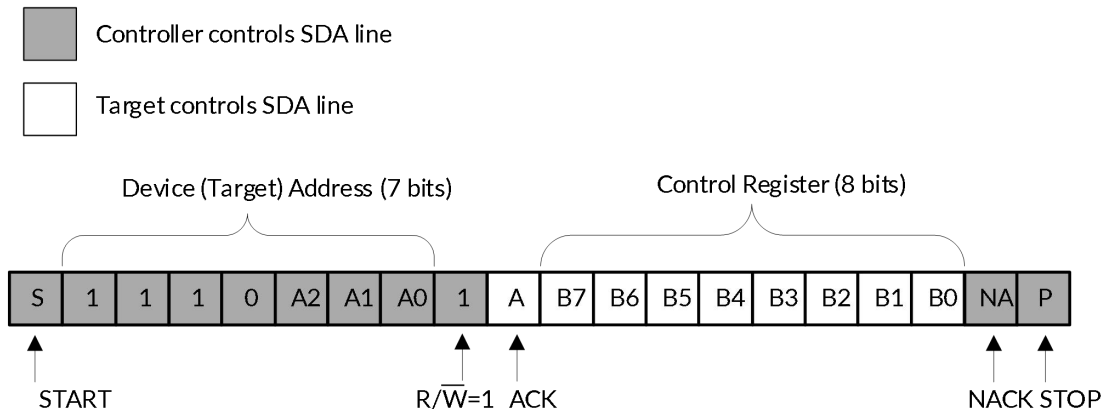


图 12. 从控制寄存器读取

9.5.4 控制寄存器

在成功确认地址字节后，总线控制器会发送一个存储在 TLX29548 控制寄存器中的命令字节（见图 13）。该寄存器可通过 I²C 总线进行读写操作。该命令字节中的每个位对应一个 SCn/SDn 通道，高电平（或 1）表示选中该通道。多个 SCn/SDn 通道可同时被选中。当某个通道被选中时，需先在 I²C 总线上产生停止信号后才会激活通道。这种机制确保所有 SCn/SDn 线路在通道激活时均处于高电平状态，从而避免连接时产生误触发。停止信号必须紧接在确认周期之后产生。若 TLX29548 接收到多个字节，则只会保存最后接收的字节。

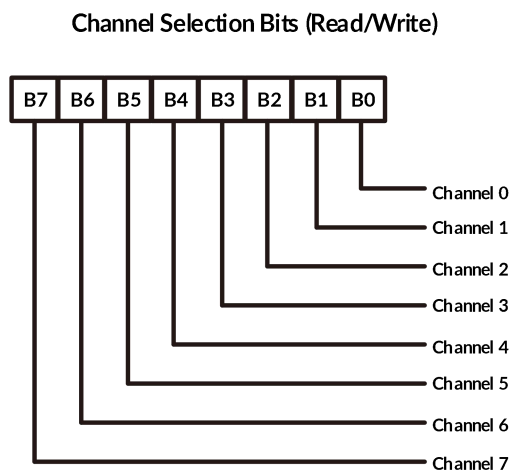


图 13. 控制寄存器

表 2 显示了 TLX29548 命令字节定义。

表 2. 命令字节定义

控制寄存器位								命令
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
X	X	X	X	X	X	X	0	通道 0 禁用
							1	通道 0 启用
X	X	X	X	X	X	0	X	通道 1 禁用
						1		通道 1 启用
X	X	X	X	X	0	X	X	通道 2 禁用
					1			通道 2 启用
X	X	X	X	0	X	X	X	通道 3 禁用
				1				通道 3 启用
X	X	X	0	X	X	X	X	通道 4 禁用
			1					通道 4 启用
X	X	0	X	X	X	X	X	通道 5 禁用
		1						通道 5 启用
X	0	X	X	X	X	X	X	通道 6 禁用
	1							通道 6 启用
0	X	X	X	X	X	X	X	通道 7 禁用
1								通道 7 启用
0	0	0	0	0	0	0	0	未选择通道, 上电/复位默认状态

9.5.5 RESET 输入

RESET 输入是低电平有效信号, 可用于从总线故障状态中恢复。当该信号保持低电平至少 t_{WL} 时间时, TLX29548 将复位其寄存器和 I²C 状态机, 并取消所有通道的选中状态。该 RESET 输入端必须通过上拉电阻连接至 V_{CC} 。

9.5.6 上电复位

当电源电压 (从 0V 开始) 施加到 V_{CC} 时, 内部上电复位电路会使 TLX29548 保持在复位状态, 直到 V_{CC} 达到 V_{POR} 阈值。达到该阈值后, 复位状态解除, TLX29548 寄存器和 I²C 状态机将初始化至默认设置。此后, 必须将 V_{CC} 电压降至 V_{POR} 以下, 再回升至工作电压以完成电源复位周期。

10 应用与设计

以下应用设计部分中的信息不属于 TLXIC 器件规格的范围，TLXIC 不保证其准确性和完整性。TLXIC 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

10.1 应用信息

TLX29548 应用模块包含一个 I²C（或 SMBus）控制器设备及最多八个 I²C 目标设备。其下游通道专门用于解决 I²C 目标设备的地址冲突问题。例如，若应用中需要八个相同的数字温度传感器，可将每个传感器分别连接至通道 0-7。当读取特定位置的温度数据时，只需启用对应通道并关闭其他所有通道，数据读取完成后 I²C 控制器可继续处理下一通道。

对于不造成地址冲突的额外 I²C 设备，可自由分配至任意通道以分散总线总电容。如果同时启用多个开关，则必须考虑额外的设计要求（参见设计要求章节和详细设计程序章节）。

10.2 典型应用电路

图 14 展示了 TLX29548 的一种典型应用场景。

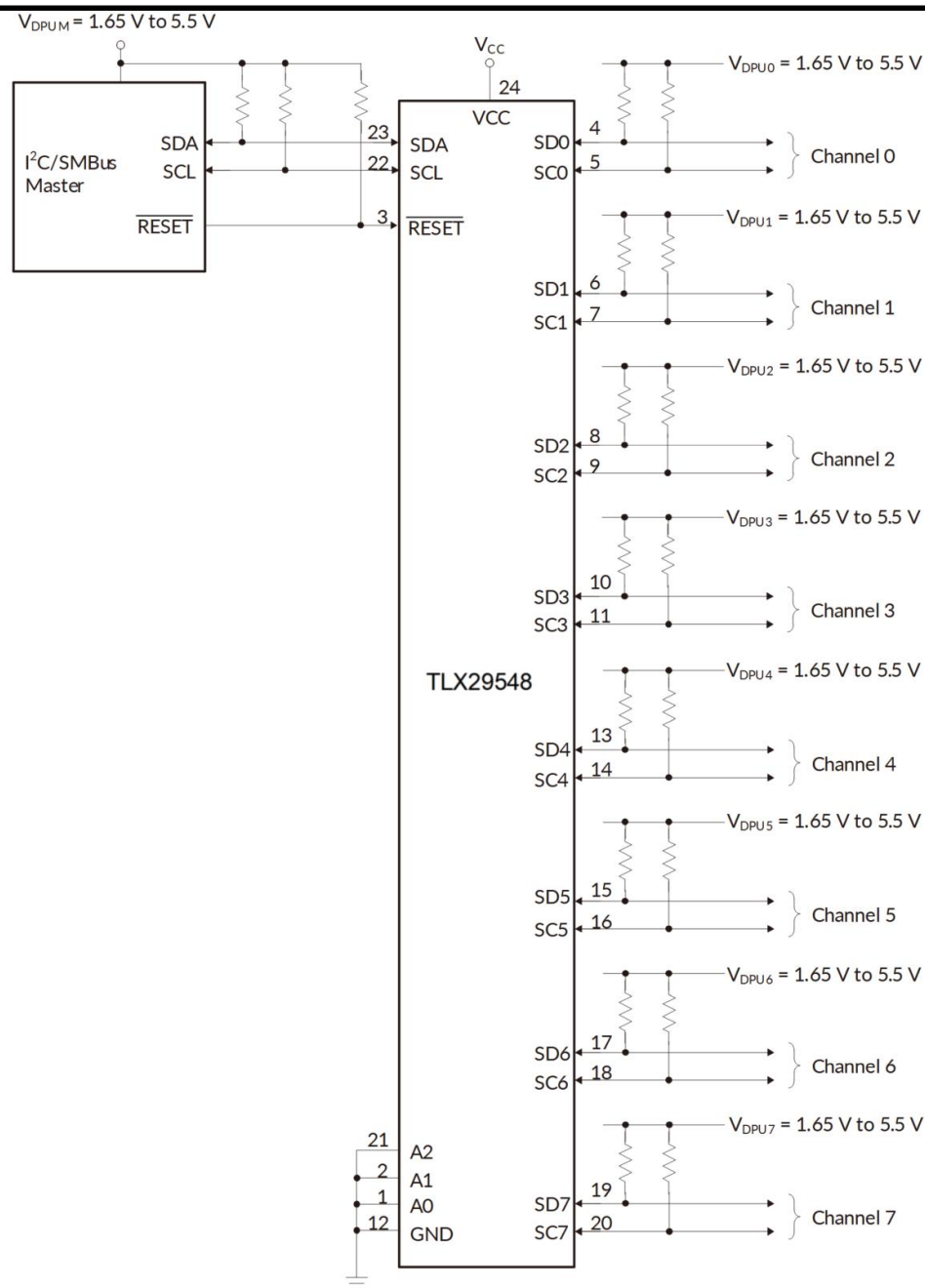


图 14. 典型应用示意图

10.2.1 设计要求

TLX29548 的典型应用场景包含一个或多个数据上拉电压 (V_{DPUX})，其中 V_{DPU_M} 专用于控制器设备， V_{DPU0} - V_{DPU7} 则分别对应各可选目标通道。当控制器与所有目标设备工作电压相同时，需满足 $V_{DPU_M} = V_{DPUX} = V_{CC}$ 。若需要进行电压转换，则需通过额外设计确定合适的 V_{CC} 电压。

通过 A0、A1、A2 引脚可硬件配置 TLX29548 的目标地址，这些引脚在应用中可直接接地或接 V_{CC} 。

当应用中同时激活多个目标通道时，控制器端 SCL/SDA 引脚对地的总电流 I_{OL} 等于所有上拉电阻 R_p 的电流之和。

TLX29548 的传输门晶体管允许 V_{CC} 电压限制 I²C 总线间的最大传输电压。

图 5 展示了该晶体管的电压特性（需注意该图表是根据第 7.4 节表格数据生成）。当 TLX29548 作为电平转换器时，其 V_{pass} 电压必须等于或低于总线最低工作电压。例如，当主总线电压为 5V 而下游总线电压分别为 3.3V 和 2.7V 时， V_{pass} 必须控制在 2.7V 以下才能有效钳位下游总线电压。如图 5 所示，当 TLX29548 的供电电压为 4V 或更低时， $V_{pass(max)}$ 为 2.7V，因此可将 TLX29548 的供电电压设置为 3.3V，再通过上拉电阻调整总线电平（参见图 14）。

10.2.2 详细设计程序

一旦所有目标分配到适当的目标通道，并且总线电压被确定后，就需要为每个总线选择适当的上拉电阻 R_{po} 。最小上拉电阻值由 V_{DPUX} 、 $V_{OL(max)}$ 和 I_{OL} 共同决定，如公式 1 所示：

$$R_{p(min)} = \frac{V_{DPUX} - V_{OL(max)}}{I_{OL}} \quad (1)$$

最大上拉电阻取决于最大上升时间 t_r （快速模式， $f_{SCL} = 400kHz$ 时为 300ns）和总线电容 C_b ，如公式 2 所示：

$$R_{p(max)} = \frac{t_r}{0.8473 \times C_b} \quad (2)$$

在快速模式下，I²C 总线的最大电容值不得超过 400pF。总线电容可通过以下方式估算：将 TLX29548 电容 $C_{io(OFF)}$ 、导线连接电容，以及各通道上每个目标设备的电容相加。当多个通道同时激活时，所有通道上的目标设备电容将叠加形成总总线电容。

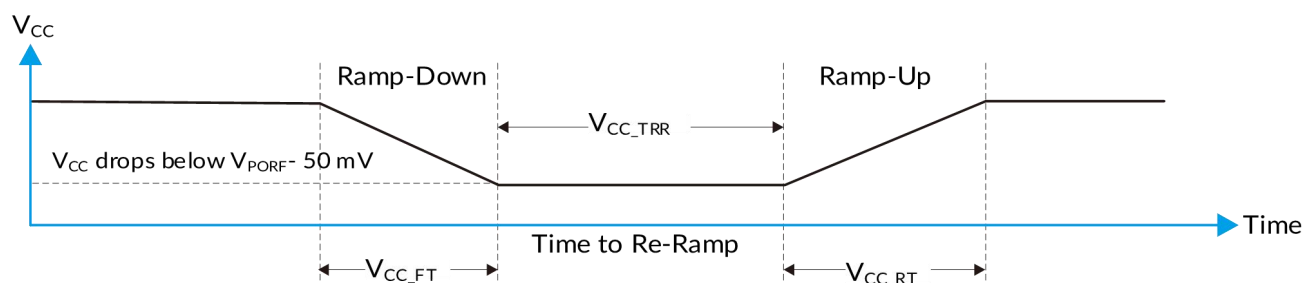
10.3 电源建议

TLX29548 的工作电源电压范围为 1.65V 至 5.5V，需施加于 V_{CC} 引脚。当 TLX29548 首次上电或任何时间重新上电时，必须通过电源循环完成器件复位，以确保 I²C 总线逻辑正确初始化。

10.3.1 上电复位要求

当出现毛刺或数据损坏时，TLX29548 可以通过上电复位功能重置为默认状态。上电复位需要设备经历一次完整的电源循环过程。当设备首次在应用程序中上电时，也会发生这种复位。

上电复位过程如图 15 所示。



V_{CC} 低于 POR 阈值，然后逐步回升至 V_{CC}

图 15. 上电复位波形

表 3 规定了 TLX29548 两种上电复位功能的性能参数。

表 3. 推荐的电源时序与压摆率⁽¹⁾

参数			最小值	最大值	单位
V_{CC_FT}	下降时间	见图 15	1	100	ms
V_{CC_RT}	上升时间	见图 15	0.1	100	ms
V_{CC_TRR}	重新上电时间 (当 V_{CC} 电压降至 $V_{PORF(min)} - 50\text{ mV}$ 以下或 V_{CC} 电压降至 GND 时)	见图 15	40		μs
V_{CC_GH}	允许的 V_{CC} 毛刺下限电平 (当 $V_{CC_GW} = 1\text{ }\mu\text{s}$ 时, V_{CC} 可降至该电平而不导致功能异常)	见图 16		1.2	V
V_{CC_GW}	不引发功能异常的毛刺宽度 (当 $V_{CC_GH} = 0.5 \times V_{CC}$ 时)	见图 16		10	μs

(1) 所有电源时序与压摆率值均在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 下测量。

电源毛刺还会影响该器件的上电复位性能。毛刺宽度 (V_{CC_GW}) 和高度 (V_{CC_GH}) 是相互关联的。旁路电容、源阻抗和器件阻抗都是影响上电复位性能的因素。图 16 和表 3 提供了这些规格的测量方法详情。

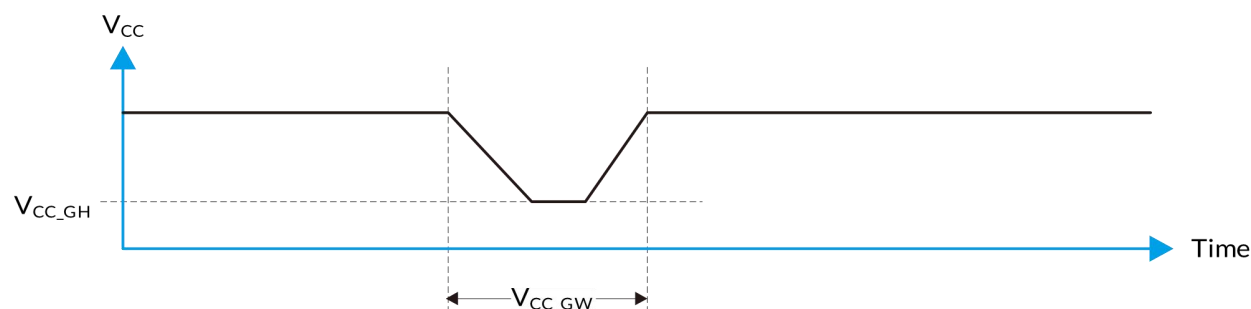
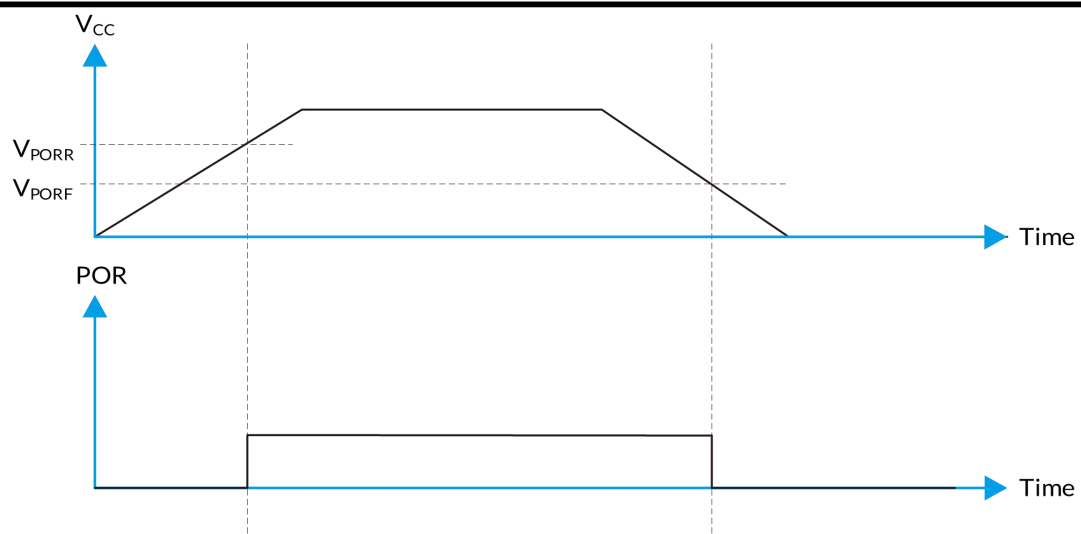


图 16. 毛刺宽度与毛刺高度

V_{POR} 对上电复位至关重要。 V_{POR} 是复位条件解除的电压水平, 此时所有寄存器和 I²C/SMBus 状态机都会初始化为默认状态。 V_{POR} 的值取决于 V_{CC} 电压从 0V 上升还是从高电平下降至该阈值。关于此规格的详细信息参见图 17 和表 3。

图 17. V_{POR}

11 PCB 版图设计

11.1 PCB 布局设计注意事项

TLX29548 的 PCB 布局设计需遵循常规规范，但针对 I²C 信号速率而言，匹配阻抗和差分对等高速数据传输相关要求无需特别考虑。通常建议在电路板内层设置专用地平面，接地引脚需通过大面积铺铜和多过孔实现低阻抗路径连接。为稳定 VCC 引脚电压，常采用旁路和去耦电容组合：大容量电容用于应对短时电源毛刺，小容量电容则用于滤除高频纹波。

在无需电压转换的应用场景中，所有 V_{DPUX} 电压和 V_{CC} 均可保持相同电位，并通过单一铜平面将所有上拉电阻连接至对应参考电压。当需要进行电压转换，V_{DPU0} 与 V_{DPU0} - V_{DPU7} 可置于同一布线层，通过分割平面隔离不同电位。

为降低 PCB 寄生参数引入的总 I²C 总线电容，数据线 (SCn/SDn) 应尽可能缩短，同时走线宽度需最小化（例如根据铜厚采用 5-10mil）。

11.2 PCB 布局示意图

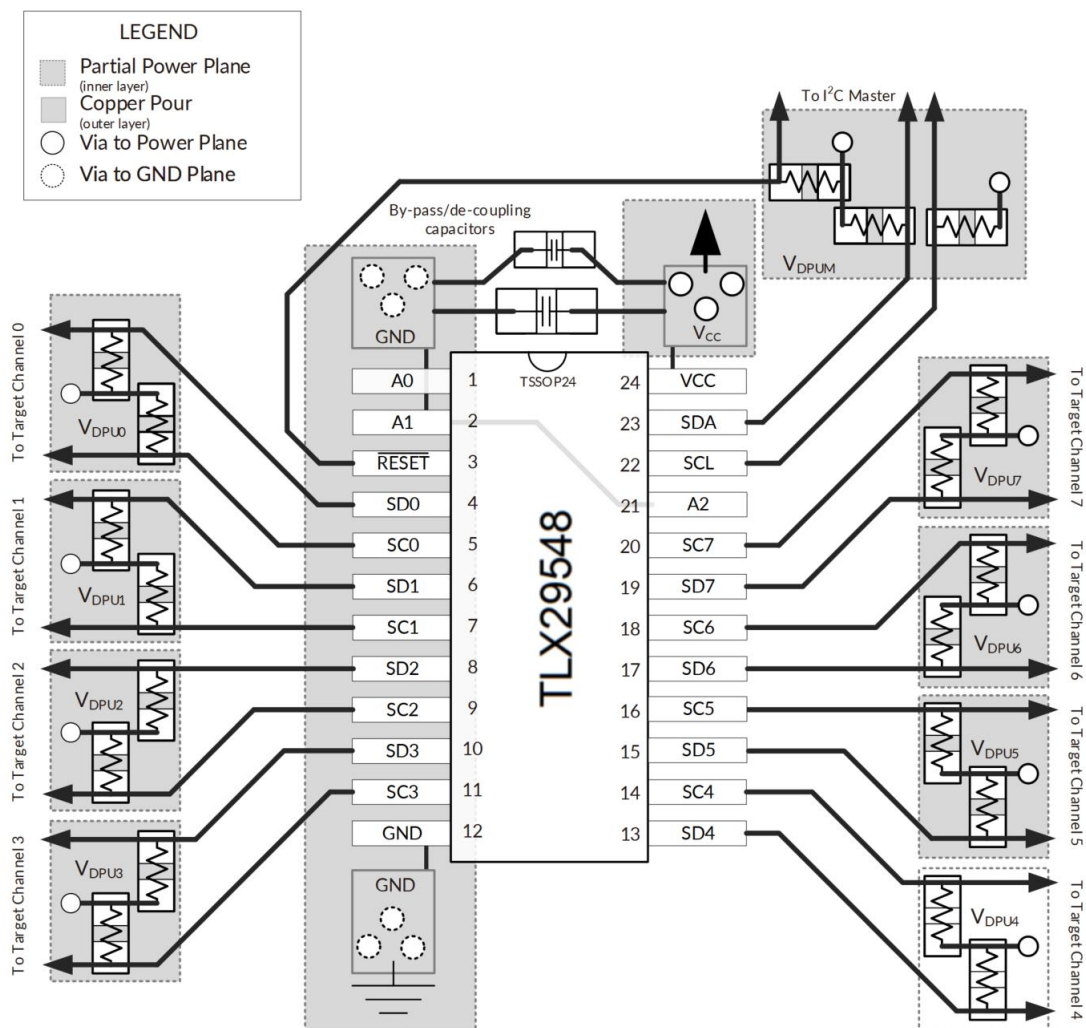
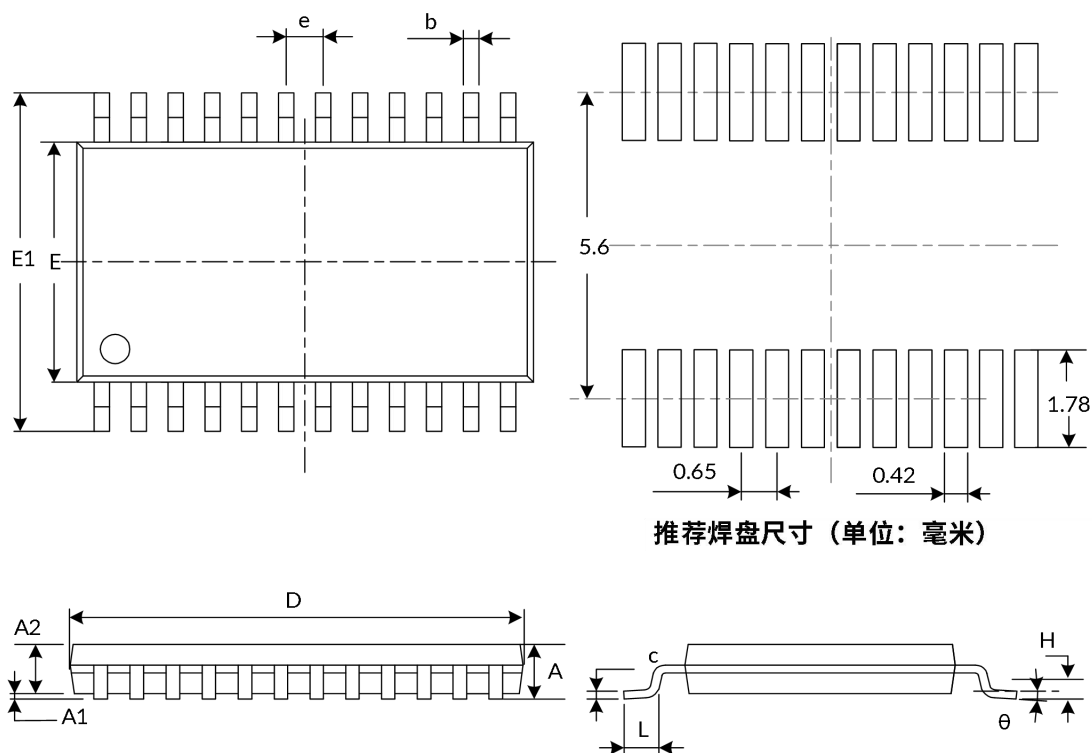


图 18. PCB 布局示例

12 封装规格尺寸

TSSOP24⁽³⁾

符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A ⁽¹⁾		1.200		0.047
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.800	1.050	0.031	0.041
b	0.200	0.290	0.008	0.011
c	0.130	0.170	0.005	0.007
D ⁽¹⁾	7.700	7.900	0.303	0.311
E ⁽¹⁾	4.300	4.500	0.169	0.177
E1	6.200	6.600	0.244	0.260
e	0.650 (BSC) ⁽²⁾		0.026 (BSC) ⁽²⁾	
L	0.450	0.750	0.018	0.030
H	0.250 (TYP)		0.010 (TYP)	
θ	0°	8°	0°	8°

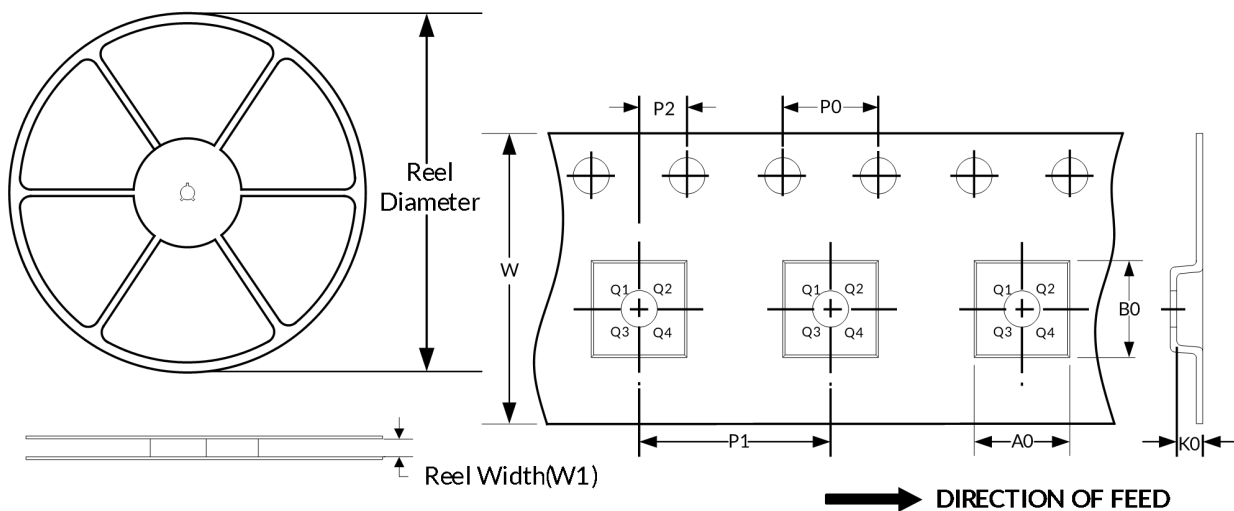
注意:

1. 不包括每侧最大 0.15mm 的塑封料或金属突起。
2. BSC (基本中心间距), “基本”间距为标称间距。
3. 本图如有更改, 恕不另行通知。

13 包装规格尺寸

卷盘尺寸

编带尺寸



注意：图片仅供参考。请以实物为标准。

关键参数表

Package Type	Reel Diameter	Reel Width (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TSSOP24	13"	16.4	6.95	8.30	1.60	4.0	8.0	2.0	16.0	Q1

注意：

1. 所有尺寸均为标称尺寸。
2. 不包括每边最大 0.15 毫米的塑封料或金属突起。