

ISOM871x 3.75kV_{RMS} 高速单通道光耦仿真器

1 特性

- 业界通用高速数字光耦合器的引脚对引脚直接替换升级版
- 单通道二极管仿真器输入
- 输出选项：
 - ISOM8710：CMOS
 - ISOM8711：集电极开路
- 宽电源电压范围 (V_{CC})：2.7V 至 5.5V
- 高数据速率：高达 25Mbps
 - 最大传播延迟：52ns
 - 最大脉宽失真：17ns
 - 最大传播延迟偏斜：15ns
- 稳健可靠的隔离栅：
 - 隔离等级：高达 3750V_{RMS}
 - 工作电压：500V_{RMS}
 - 浪涌能力：高达 10kV
 - 最小瞬态抗扰度：±125kV/μs
- 宽温度范围：-40°C 至 125°C
- 小型 SOIC-5 封装
- 计划的安全相关认证：
 - UL 1577 认证，3750-V_{RMS} 绝缘
 - DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17) 符合 VDE
 - IEC 62368-1、IEC 61010-1 认证
 - CQC GB 4943.1 认证

2 应用

- 电源
- 电网、电表
- 电机驱动器
- 工厂自动化和控制
- 楼宇自动化
- 照明
- 电器

3 说明

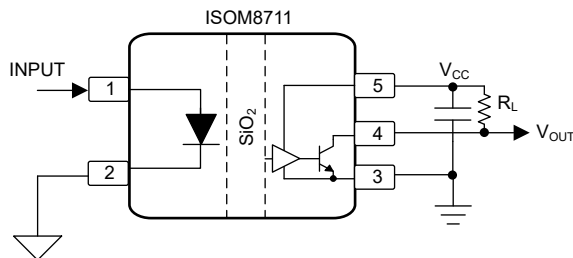
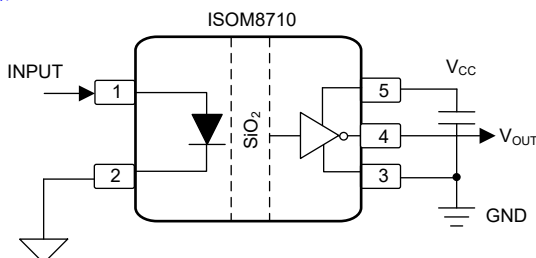
ISOM871x 器件是具有二极管仿真器输入和数字输出的单通道光耦仿真器，是许多传统光耦合器的引脚兼容、可直接替换器件，无需重新设计 PCB 即可增强业界通用封装。这些器件可实现高达 25Mbps 的传输数据速率，并可通过两个逻辑输出选项输出 3.3V 和 5V 信号：CMOS 兼容输出 (ISOM8710) 和集电极开路输出 (ISOM8711)。

与光耦合器相比，ISOM871x 光耦仿真器具有显著的可可靠性和性能优势，包括高共模瞬态抗扰度 (CMTI)、低传播延迟、小脉宽失真 (PWD)、低功耗、更宽的温度范围以及严格的过程控制，从而实现较小的器件间偏移。由于没有要补偿的老化效应，因此仿真二极管输入级的功耗比光耦合器低。ISOM871x 器件采用小型 SOIC-5 封装，支持 3.75kV_{RMS} 隔离额定值。其高性能和高可靠性使其能够用于电机驱动器、工业控制器中的 I/O 模块、工厂自动化应用等。要详细了解光耦仿真器技术的优势，请阅读[光耦仿真器简介](#)。

器件信息

器件型号	输出级	封装尺寸 ⁽¹⁾
ISOM8710	CMOS	3.51 mm × 7 mm
ISOM8711	集电极开路	

(1) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



简化的应用示例



内容

1 特性	1	8 参数测量信息	16
2 应用	1	9 详细说明	18
3 说明	1	9.1 概述.....	18
4 修订历史记录	2	9.2 功能方框图.....	18
5 器件比较	3	9.3 特性说明.....	19
6 引脚配置和功能	3	9.4 器件功能模式.....	19
7 规格	4	10 应用和实施	20
7.1 绝对最大额定值.....	4	10.1 应用信息.....	20
7.2 ESD 等级.....	4	10.2 典型应用.....	20
7.3 建议运行条件.....	5	10.3 电源相关建议.....	24
7.4 热性能信息.....	6	10.4 布局.....	24
7.5 功率等级.....	6	11 器件和文档支持	25
7.6 绝缘规格.....	7	11.1 文档支持.....	25
7.7 安全相关认证.....	8	11.2 接收文档更新通知.....	25
7.8 安全限值.....	8	11.3 支持资源.....	25
7.9 电气特性 — 直流.....	9	11.4 商标.....	25
7.10 开关特性, ISOM8710.....	9	11.5 静电放电警告.....	25
7.11 开关特性, ISOM8711.....	9	11.6 术语表.....	25
7.12 典型特性.....	11	12 机械、封装和可订购信息	26

4 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision B (July 2023) to Revision C (September 2023)	Page
• 通篇进行了编辑更正和修改.....	1
• 通篇更新了 ISOM871x 图像以将“隔离”更改为“SiO ₂ ”.....	1
• 将 ISOM8711 器件状态更新为“量产数据”.....	1
• 更新了应用波形.....	22

Changes from Revision A (June 2023) to Revision B (July 2023)	Page
• 将 ISOM8711 器件状态更新为“预告信息”.....	1

Changes from Revision * (March 2023) to Revision A (June 2023)	Page
• 将器件状态更新为“量产数据”.....	1

5 器件比较

表 5-1. 器件比较表

器件名称	输出级类型	通道数	封装	标称封装尺寸 (mm)
ISOM8710	CMOS	1	DFF (SOIC , 5)	3.51 mm x 4.8 mm
ISOM8711	集电极开路			

6 引脚配置和功能

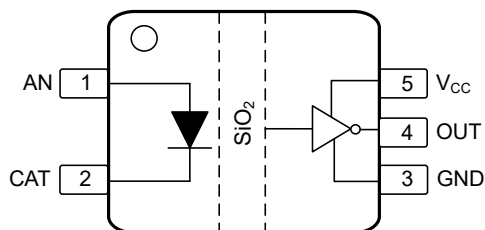


图 6-1. ISOM8710 DFF 封装，5 引脚 SOIC（顶视图）

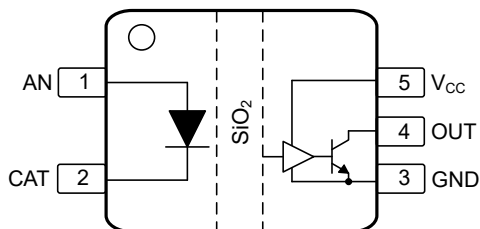


图 6-2. ISOM8711 DFF 封装，5 引脚 SOIC（顶视图）

表 6-1. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
AN	1	I	二极管仿真器的阳极连接
CAT	2	O	二极管仿真器的阴极连接
GND	3	GND	V _{CC} 和 OUT 的接地基准
OUT	4	O	数字数据输出。对于 ISOM8711，使用电阻器 R _L 将该引脚上拉至 V _{CC} 。
V _{CC}	5	P	输出电源

(1) I = 输入，O = 输出，P = 电源，GND = 地

7 规格

7.1 绝对最大额定值

在工作结温范围内测得（除非另有说明）。⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电源电压 ⁽²⁾	V_{CC}	-0.3	6	V
输入反向电压 ⁽³⁾	V_R		5	V
输出集电极电压, 仅限 ISOM8711	V_{OC}	-0.3	$V_{CC} + 0.5$	V
输入正向电流	I_F		25	mA
峰值瞬态输入电流 ⁽⁴⁾	I_{FT}		1	A
输出电流, 仅限 ISOM8710	I_O	-15	15	mA
输出集电极电流, 仅限 ISOM8711	I_O		50	mA
输入功率耗散	P_{DI}		75	mW
输出集电极功率耗散, 仅限 ISOM8711	P_{DO}		85	mW
工作结温	T_J		150	°C
贮存温度	T_{stg}	-65	150	°C

- (1) 超出绝对最大额定值的运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议的工作条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件、但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。
- (2) 差分 I/O 总线电压以外的所有电压值均为相对于本地接地电位的峰值电压值
- (3) 输入反向电压是从 CAT 引脚相对于 AN 引脚测量的
- (4) 脉冲宽度 <1μs，每秒 300 个脉冲

7.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准 ⁽¹⁾	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 ⁽²⁾	±1500	

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- (2) JEDEC 文件 JEP157 指出：250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

7.3 建议运行条件

		最小值	标称值	最大值	单位
V _{CC}	电源电压	2.7		5.5	V
V _{F(OFF)}	输入关断状态电压	0		0.8	V
I _{F(ON)}	输入导通状态正向电流	2		20	mA
I _{F(OFF)}	输入关断状态正向电流 ⁽¹⁾	0		250	μA
I _{OH}	高电平状态输出电流	-4			mA
I _{OL}	低电平状态输出电流, 仅限 ISOM8710			4	mA
I _{OS}	低电平状态集电极开路灌电流, 仅限 ISOM8711			13	mA
DR	2mA ≤ I _F < 3mA 时的数据速率	0		5	Mbps
	3mA ≤ I _F < 6mA 时的数据速率	0		10	Mbps
	I _F ≥ 6mA 时的数据速率	0		25	Mbps
T _J	结温	-40		130	°C
T _A	环境温度	-40		125	°C

(1) 关断条件也由 V_F ≤ 0.8V 指定。

7.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		ISOM871x	单位
		DFF (SOIC)	
		5 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	215.9	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	124.7	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	156.9	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	91.5	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	154.2	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	—	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅 [半导体和 IC 封装热指标应用报告](#)。

7.5 功率等级

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
P_D	最大功耗 (两侧)	$I_F = 20\text{mA}$, $V_{CC} = 5.5\text{V}$, $T_J = 150^\circ\text{C}$, $C_L = 15\text{pF}$, 输入 2MHz 50% 占空比方波			70	mW
P_{D1}	最大功耗 (侧 1)				50	mW
P_{D2}	最大功耗 (侧 2)				20	mW

7.6 绝缘规格

参数		测试条件	值	单位
			5-DFF	
IEC 60664-1				
CLR	外部间隙 ⁽¹⁾	1 侧到 2 侧的空间距离	>5	mm
CPG	外部爬电距离 ⁽¹⁾	1 侧到 2 侧的封装表面距离	>5	mm
DTI	绝缘穿透距离	最小内部间隙	>17	μm
CTI	相对漏电起痕指数	IEC 60112 ; UL 746A	>400	V
	材料组	符合 IEC 60664-1	II	
	过压类别 (符合 IEC 60664-1)	额定市电电压 ≤ 150V _{RMS}	I-IV	
		额定市电电压 ≤ 300V _{RMS}	I-IV	
		额定市电电压 ≤ 600 V _{RMS}	I-III	
DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17) ⁽²⁾				
V _{IORM}	最大重复峰值隔离电压	交流电压 (双极)	707	V _{PK}
V _{IOWM}	最大隔离工作电压	交流电压 (正弦波) ; 时间依赖型电介质击穿 (TDDb) 测试	500	V _{RMS}
		直流电压	707	V _{DC}
V _{IOTM}	最大瞬态隔离电压	V _{TEST} = V _{IOTM} , t = 60s (鉴定测试) ; V _{TEST} = 1.2 × V _{IOTM} , t = 1s (100% 生产测试)	5303	V _{PK}
V _{IMP}	最大脉冲电压 ⁽³⁾	在空气中测试, 1.2/50μs 方波, 符合 IEC 62368-1	7200	V _{PK}
V _{IOSM}	最大浪涌隔离电压 ⁽⁴⁾	V _{IOSM} ≥ 1.3 x V _{IMP} ; 在油中测试 (鉴定测试) , 1.2/50μs 波形, 符合 IEC 62368-1	10000	V _{PK}
q _{pd}	视在电荷 ⁽⁵⁾	方法 a : I/O 安全测试子组 2/3 后, V _{ini} = V _{IOTM} , t _{ini} = 60s ; V _{pd(m)} = 1.2 × V _{IORM} , t _m = 10s	≤5	pC
		方法 a : 环境测试子组 1 后, V _{ini} = V _{IOTM} , t _{ini} = 60s ; V _{pd(m)} = 1.6 × V _{IORM} , t _m = 10s	≤5	
		方法 b : 常规测试 (100% 生产测试) 和预处理 (类型测试) , V _{ini} = 1.2 x V _{IOTM} , t _{ini} = 1s ; V _{pd(m)} = 1.875 x V _{IORM} , t _m = 1s (方法 b1) 或 V _{pd(m)} = V _{ini} , t _m = t _{ini} (方法 b3)	≤5	
C _{IO}	势垒电容, 输入至输出 ⁽⁶⁾	V _{IO} = 0.4 × sin (2 π ft), f = 1MHz	1	pF
R _{IO}	隔离电阻, 输入至输出 ⁽⁶⁾	V _{IO} = 500V , T _A = 25°C	>10 ¹²	Ω
		V _{IO} = 500V , 100°C ≤ T _A ≤ 125°C	>10 ¹¹	
		V _{IO} = 500V , T _S = 150°C	>10 ⁹	
	污染等级		2	
	气候类别		40/125/21	
UL 1577				
V _{ISO}	可承受的隔离电压	V _{TEST} = V _{ISO} , t = 60s (生产测试) ; V _{TEST} = 1.2 × V _{ISO} , t = 1s (100% 生产测试)	3750	V _{RMS}

- (1) 爬电距离和间隙应满足应用的特定设备隔离标准中的要求。电路板设计过程中必须谨慎小心, 确保印刷电路板 (PCB) 上隔离器的安装焊盘不会缩短爬电距离和间隙。插入坡口、肋或两者都有助于增加 PCB 上的爬电距离。
- (2) 此耦合器仅适用于安全额定值范围内的安全电气绝缘。应借助合适的保护电路来确保符合安全额定值。
- (3) 在空气中进行测试, 以确定封装的浪涌抗扰度。
- (4) 在油中进行测试, 以确定隔离栅的固有浪涌抗扰度。
- (5) 视在电荷是局部放电 (pd) 引起的电气放电。
- (6) 将隔离层每一侧的所有引脚都连在一起, 构成一个双引脚器件。

7.7 安全相关认证

VDE	CSA	UL	CQC	TUV
计划根据 DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17) 进行认证	计划根据 IEC 62368-1 和 IEC 61010-1 进行认证	计划根据 UL 1577 组件认证计划进行认证	计划根据 GB4943.1 进行认证	计划根据 EN 61010-1 和 EN 62368-1 进行认证
计划的证书	计划的证书	计划的证书	计划的证书	计划的证书

7.8 安全限值

安全限制⁽¹⁾旨在最大限度地减小在发生输入或输出电路故障时对隔离栅的潜在损害。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
SO5 封装						
I _S	安全输入、输出或电源电流 ⁽¹⁾	R _{θJA} = 215.9°C/W, V _I = 5.5V, T _J = 135°C, T _A = 25°C			90	mA
		R _{θJA} = 215.9°C/W, V _I = 3.6V, T _J = 135°C, T _A = 25°C			135	mA
		R _{θJA} = 215.9°C/W, V _I = 2.7V, T _J = 135°C, T _A = 25°C			185	mA
		R _{θJA} = 215.9°C/W, V _I = 2V, T _J = 135°C, T _A = 25°C			250	mA
P _S	安全输入、输出或总功率 ⁽¹⁾	R _{θJA} = 215.9°C/W, T _J = 135°C, T _A = 25°C			500	mW
T _S	最高安全温度 ⁽¹⁾				135	°C

- (1) 最高安全温度 T_S 与器件指定的最大结温 T_J 的值相同。I_S 和 P_S 参数分别表示安全电流和安全功率。请勿超出 I_S 和 P_S 的最大限值。这些限值随环境温度 T_A 的变化而变化。

表中的结至空气热阻 R_{θJA} 所属器件安装在引线式表面贴装封装对应的高 K 测试板上。可使用以下公式计算各参数值：

$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times P$, 其中, P 为器件所耗功率。

$T_{J(max)} = T_S = T_A + R_{\theta JA} \times P_S$, 其中, T_{J(max)} 为允许的最大结温。

$P_S = I_S \times V_I$, 其中, V_I 为最大输入电压。

7.9 电气特性 — 直流

在建议运行条件下测得 (除非另有说明)。所有典型规格均在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 和 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 条件下测得 (除非另有说明)。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
V_F	输入正向电压	$I_F = 6\text{mA}$	1.3	1.5	1.8	V
I_{CCH}	逻辑高电平输出电源电流	图 8-2 或图 8-3, $I_F = 0\text{mA}$			2	mA
I_{CCL}	逻辑低电平输出电源电流	图 8-2 或图 8-3, $I_F = 6\text{mA}$			2	mA
I/O						
V_{OH}	逻辑高电平输出电压, ISOM8710	图 8-1, $I_F = 0$, $I_O = -4\text{mA}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$	$V_{CC} - 0.4$	$V_{CC} - 0.2$		V
		图 8-1, $I_F = 0$, $I_O = -4\text{mA}$, $V_{CC} = 4.5\text{V}$	$V_{CC} - 0.3$	$V_{CC} - 0.1$		V
V_{OL}	逻辑高电平输出电压, ISOM8710	图 8-1, $I_F = 6\text{mA}$, $I_O = 4\text{mA}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$		0.06	0.2	V
		图 8-1, $I_F = 6\text{mA}$, $I_O = 4\text{mA}$, $V_{CC} = 4.5\text{V}$		0.04	0.2	V
	逻辑低电平输出电压, ISOM8711	图 8-3, $I_F = 6\text{mA}$, $V_{CC} = 4.5\text{V}$, $R_L = 348\ \Omega$; I_{OL} (灌电流) = 13mA		0.15	0.6	V
		图 8-3, $I_F = 6\text{mA}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$, $R_L = 208\ \Omega$; I_{OL} (灌电流) = 13mA		0.22	0.6	V
I_{OH}	逻辑高电平输出电流, ISOM8711	图 8-3, $I_F = 0\text{mA}$, $V_{OUT} = V_{CC} = 2.7\text{V}$			100	μA
		图 8-3, $I_F = 0\text{mA}$, $V_{OUT} = V_{CC} = 4.5\text{V}$			100	μA
I_{TH}	输入阈值电流		0.6	1	2	mA
I_{HYS}	输入电流迟滞			0.26		mA
I_R	输入反向电流	$V_R = 5\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$			10	μA
C_i	输入电容	$f = 1\text{MHz}$, $V_F = 0\text{V}$ 时的阳极至阴极电容		4		pF

7.10 开关特性, ISOM8710

在建议运行条件下测得 (除非另有说明)。 $V_{CC} = 2.7\text{V}$ 至 5.5V 。所有典型规格均在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 时测得。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_r	输出信号上升时间	图 8-2, $C_L = 15\text{pF}$			10	ns
t_f	输出信号下降时间	图 8-2, $C_L = 15\text{pF}$			10	ns
t_{PLH}	将输出从低电平转换为高电平的传播延迟时间	图 8-2, $I_F = 6\text{mA}$ 至 0mA , $C_L = 15\text{pF}$. $T_r = T_f = 5\text{ns}$			52	ns
t_{PHL}	从输出从高电平转换为低电平的传播延迟时间	图 8-2, $I_F = 0\text{mA}$ 至 6mA , $C_L = 15\text{pF}$. $T_r = T_f = 5\text{ns}$			52	ns
PWD	脉宽失真度 $ t_{PHL} - t_{PLH} $	图 8-2, $I_F = 6\text{mA}$, $C_L = 15\text{pF}$. $T_r = T_f = 5\text{ns}$		4.7	17	ns
t_{psk}	器件间延迟偏斜	$I_F = 6\text{mA}$, $C_L = 15\text{pF}$. $T_r = T_f = 5\text{ns}$			15	ns
$ CMTI_L $	具有静态低电平输出的共模瞬态抗扰度	图 8-5, $V_{CM} = 1200\text{V}_{p-p}$, $I_F = 6\text{mA}$, 输出=低电平	± 125	± 150		kV/ μs
$ CMTI_H $	具有静态高电平输出的共模瞬态抗扰度	图 8-5, $V_{CM} = 1200\text{V}_{p-p}$, $I_F = 0\text{mA}$, 输出=高电平	± 800	± 1000		kV/ μs
TIE	时间间隔误差	20Mbps 时的 PRBS 数据为 $2^{16} - 1$, $I_F = 6\text{mA}$		4.2	12	ns

7.11 开关特性, ISOM8711

在建议运行条件下测得 (除非另有说明)。 $V_{CC} = 2.7\text{V}$ 至 5.5V 。除非另有说明, 否则 $R_L = 300\ \Omega$ 。所有典型规格均在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 时测得。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_r	输出信号上升时间	图 8-3, $R_L = 300\ \Omega$, $C_L = 15\text{pF}$			15	ns
t_f	输出信号下降时间	图 8-3, $R_L = 300\ \Omega$, $C_L = 15\text{pF}$			15	ns

在建议运行条件下测得 (除非另有说明)。 $V_{CC} = 2.7V$ 至 $5.5V$ 。除非另有说明, 否则 $R_L = 300\Omega$ 。所有典型规格均在 $T_A = 25^\circ C$ 且 $V_{CC} = 3.3V$ 时测得。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PLH}	将输出从低电平转换为高电平的传播延迟时间 图 8-3, $I_F = 6mA$ 至 $0mA$, $C_L = 15pF$ 。 $T_r = T_f = 5ns$, $R_L = 300\Omega$			54	ns
t_{PHL}	从输出从高电平转换为低电平的传播延迟时间 图 8-3, $I_F = 0mA$ 至 $6mA$, $C_L = 15pF$ 。 $T_r = T_f = 5ns$, $R_L = 300\Omega$			54	ns
PWD	脉宽失真度 $ t_{PHL} - t_{PLH} $		4.8	26	ns
t_{psk}	器件间延迟偏斜 $I_F = 6mA$, $C_L = 15pF$ 。 $T_r = T_f = 5ns$			15	ns
$ CMTI_L $	具有静态低电平输出的共模瞬态抗扰度 图 8-6, $V_{CM} = 1200V_{p-p}$, $I_F = 6mA$, 输出=低电平	± 125	± 150		kV/ μs
$ CMTI_H $	具有静态高电平输出的共模瞬态抗扰度 图 8-6, $V_{CM} = 1200V_{p-p}$, $I_F = 0mA$, 输出=高电平	± 800	± 1000		kV/ μs
TIE	时间间隔误差 20Mbps 时的 PRBS 数据为 $2^{16} - 1$, $I_F = 6mA$		3.7	12	ns

7.12 典型特性

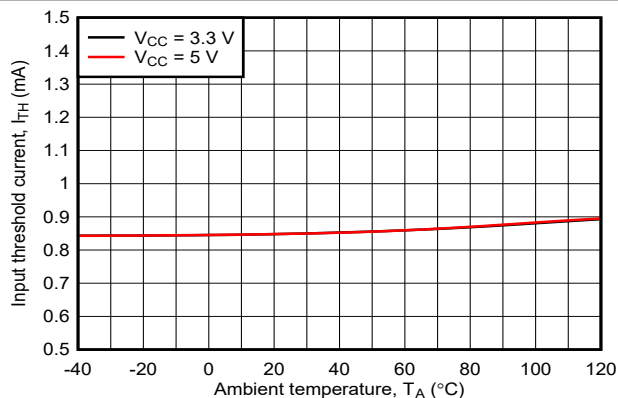


图 7-1. 输入阈值电流与环境温度间的关系

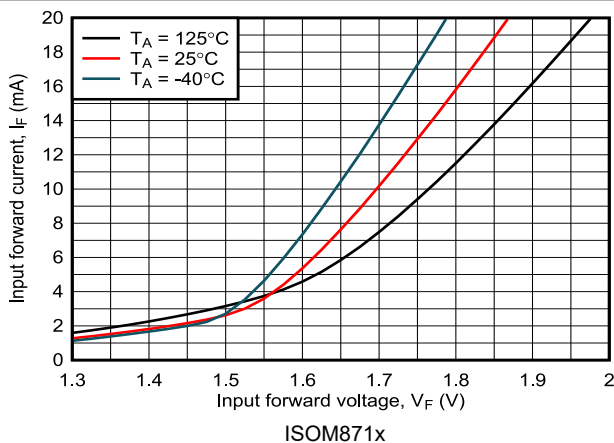


图 7-2. 输入正向电流与输入正向电压间的关系

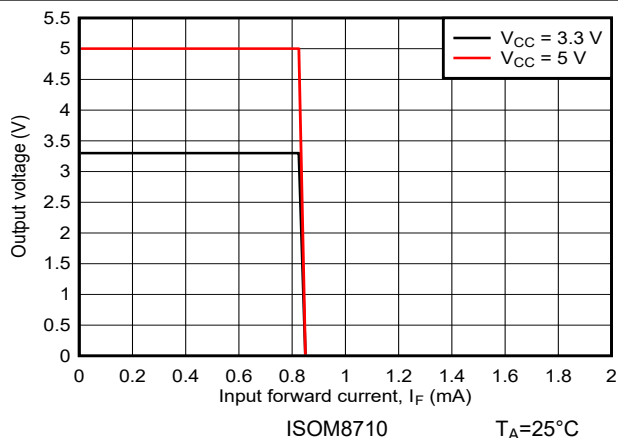


图 7-3. 输出电压与输入正向电流间的关系

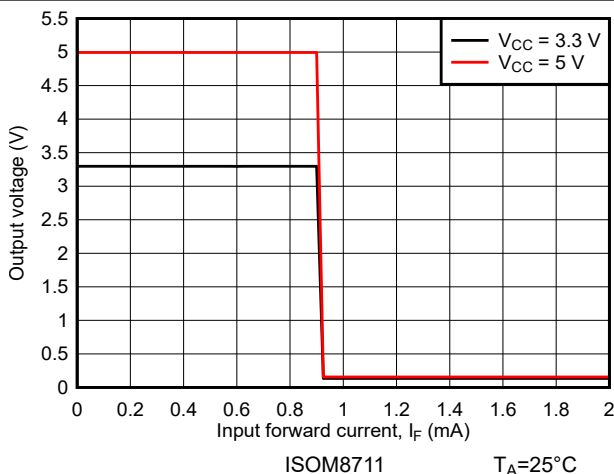


图 7-4. 输出电压与输入正向电流间的关系

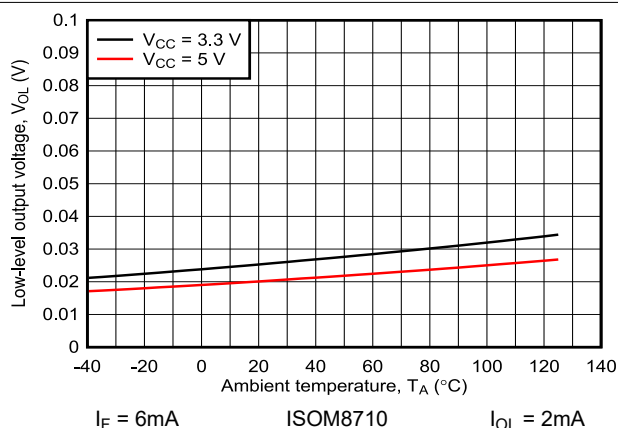


图 7-5. 低电平输出电压与环境温度间的关系

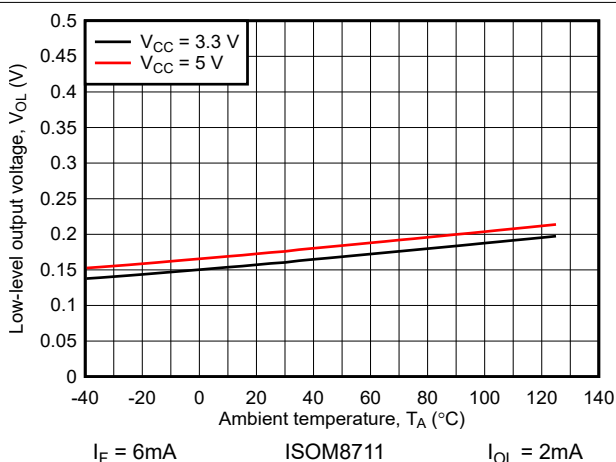


图 7-6. 低电平输出电压与环境温度间的关系

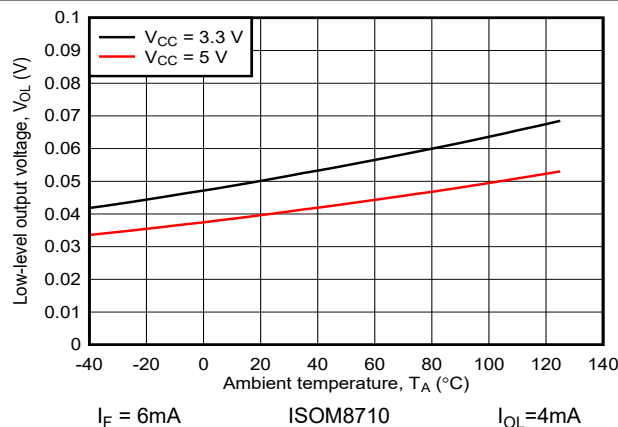


图 7-7. 低电平输出电压与环境温度间的关系

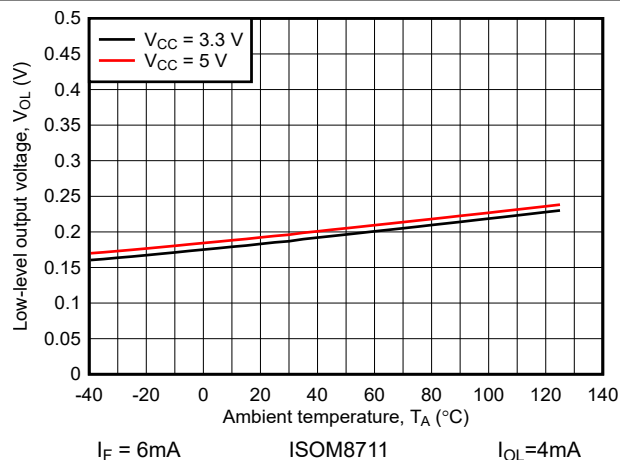


图 7-8. 低电平输出电压与环境温度间的关系

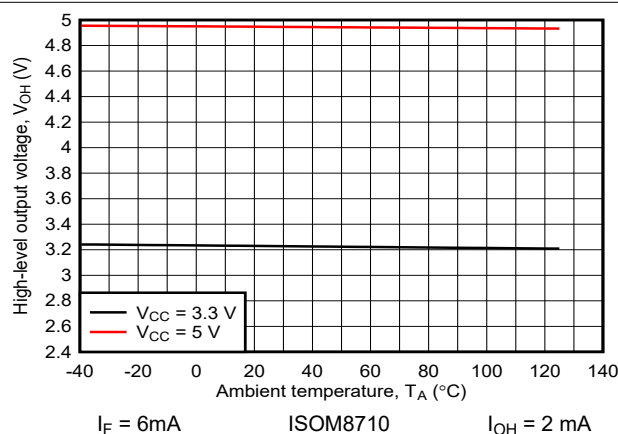


图 7-9. 高电平输出电压与环境温度间的关系

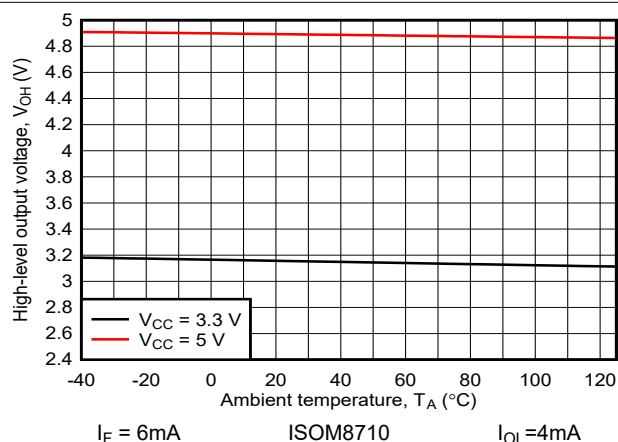


图 7-10. 高电平输出电压与环境温度间的关系

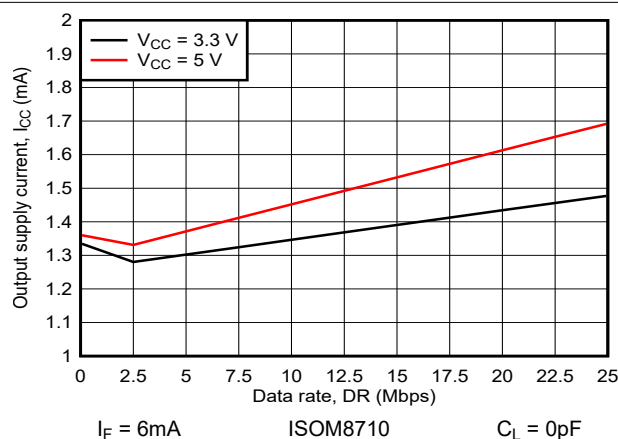


图 7-11. 输出电源电流与数据速率间的关系

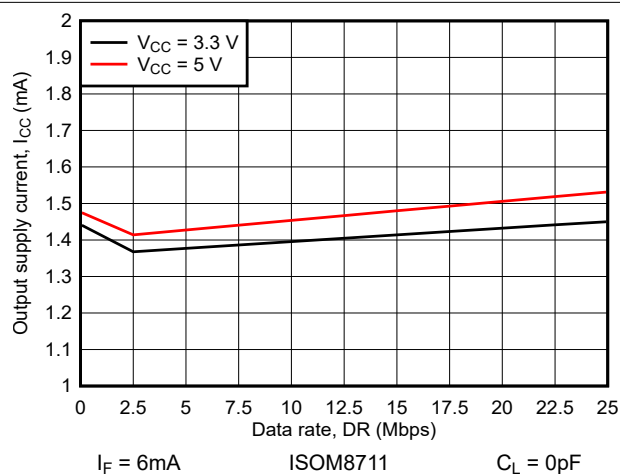


图 7-12. 输出电源电流与数据速率间的关系

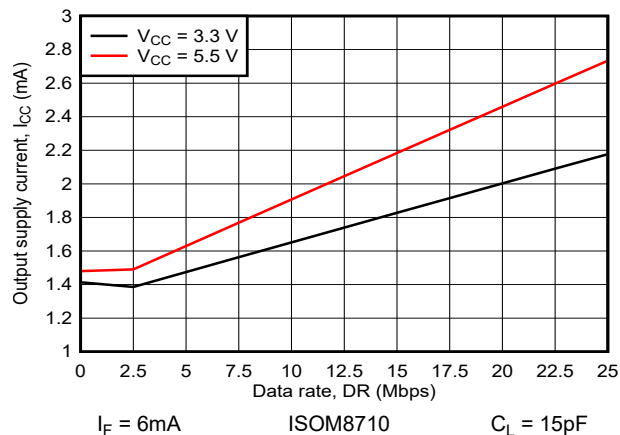


图 7-13. 输出电源电流与数据速率间的关系

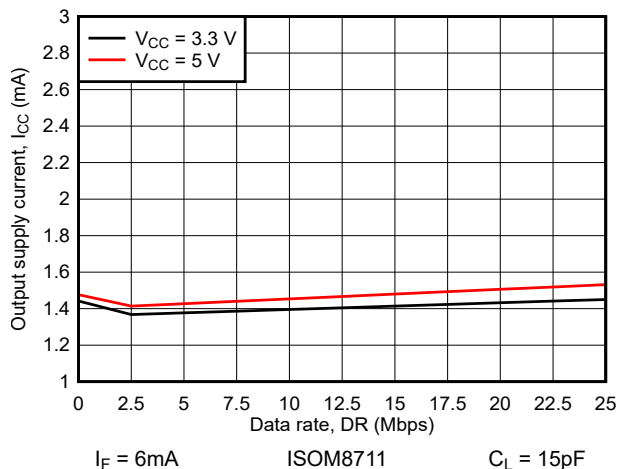


图 7-14. 输出电源电流与数据速率间的关系

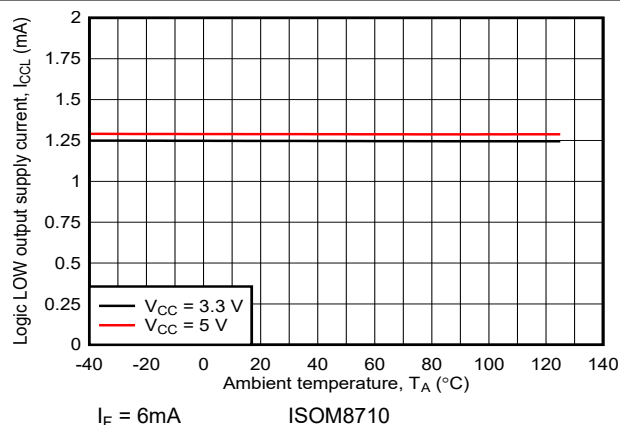


图 7-15. 逻辑低电平输出电源电流与环境温度间的关系

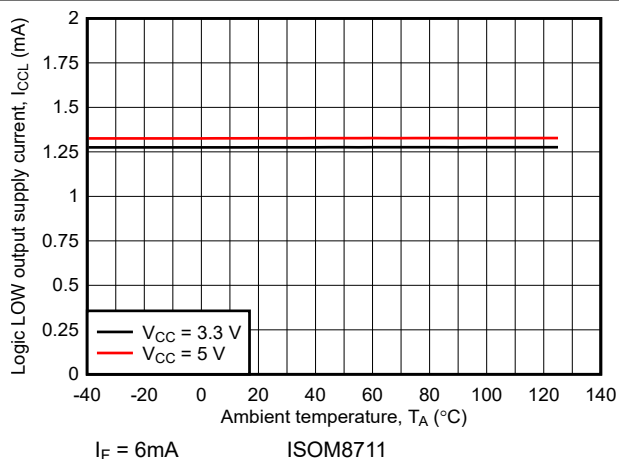


图 7-16. 逻辑低电平输出电源电流与环境温度间的关系

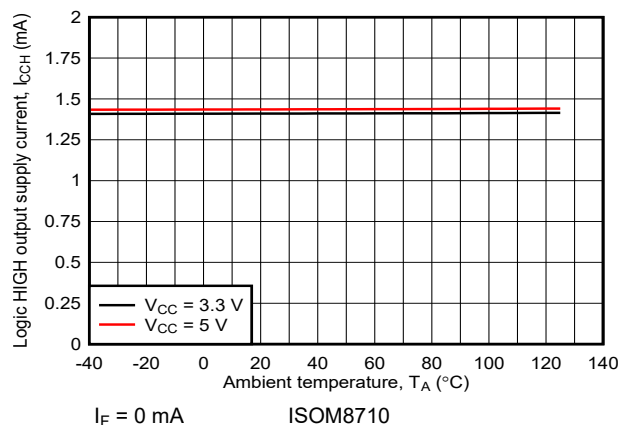


图 7-17. 逻辑高电平输出电源电流与环境温度间的关系

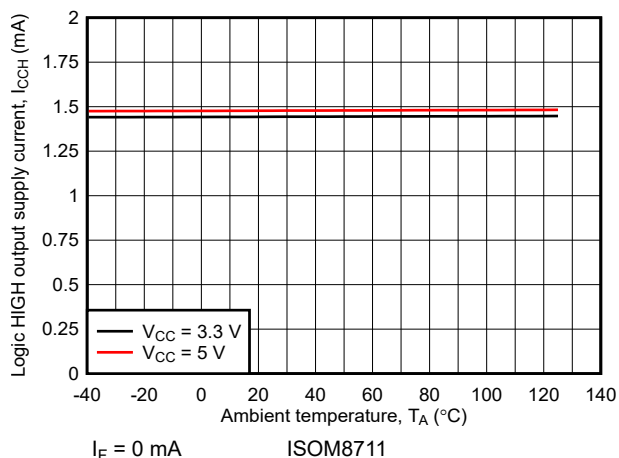


图 7-18. 逻辑高电平输出电源电流与环境温度间的关系

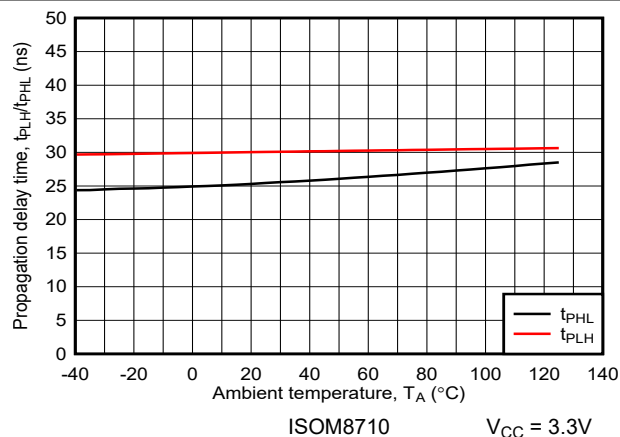


图 7-19. 传播延迟时间与环境温度间的关系

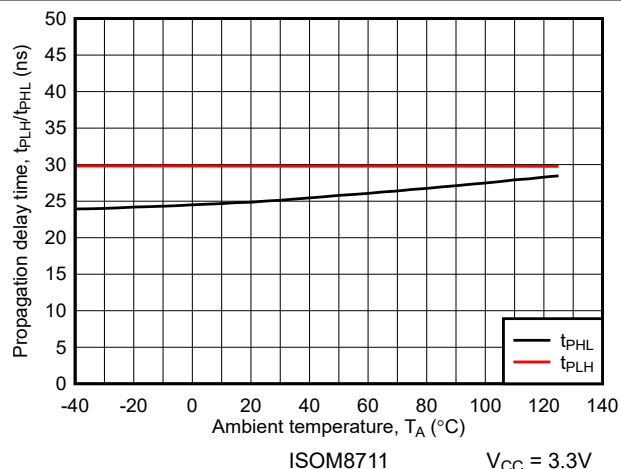


图 7-20. 传播延迟时间与环境温度间的关系

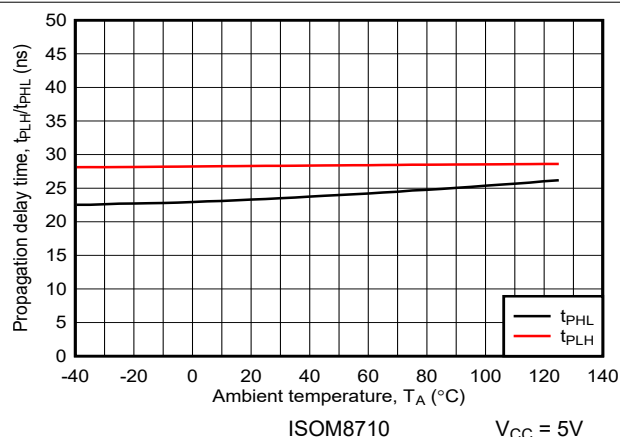


图 7-21. 传播延迟时间与环境温度间的关系

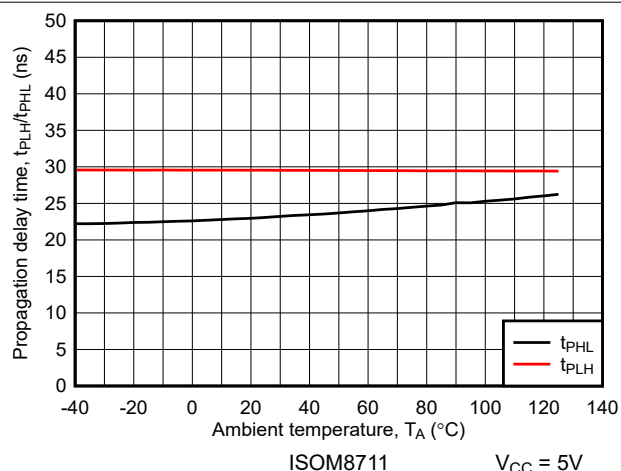


图 7-22. 传播延迟时间与环境温度间的关系

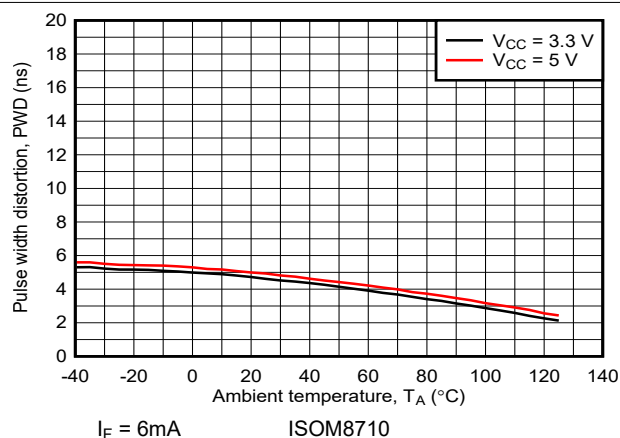


图 7-23. 脉宽失真度与环境温度之间的关系

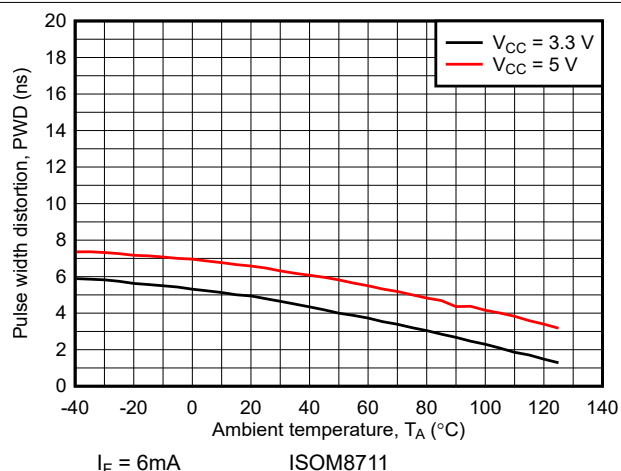
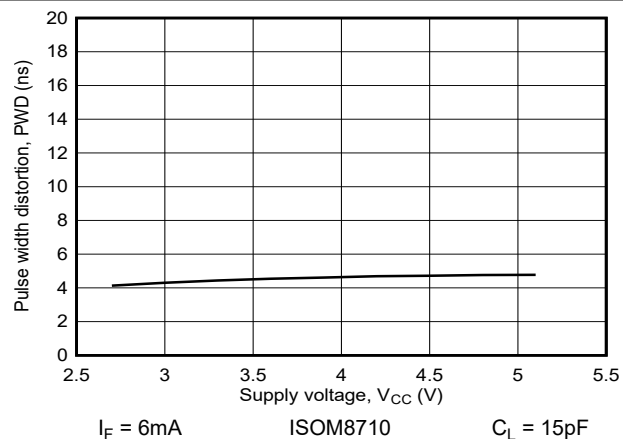
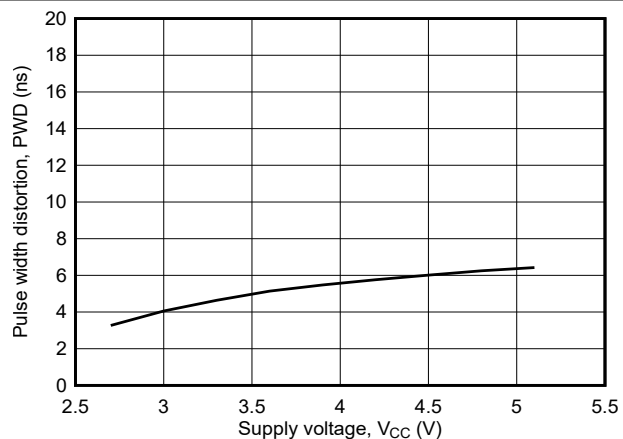


图 7-24. 脉宽失真度与环境温度之间的关系



$I_F = 6\text{mA}$ ISOM8710 $C_L = 15\text{pF}$

图 7-25. 脉宽失真与电源电压间的关系



$I_F = 6\text{mA}$ ISOM8711 $C_L = 15\text{pF}$

图 7-26. 脉宽失真与电源电压间的关系

8 参数测量信息

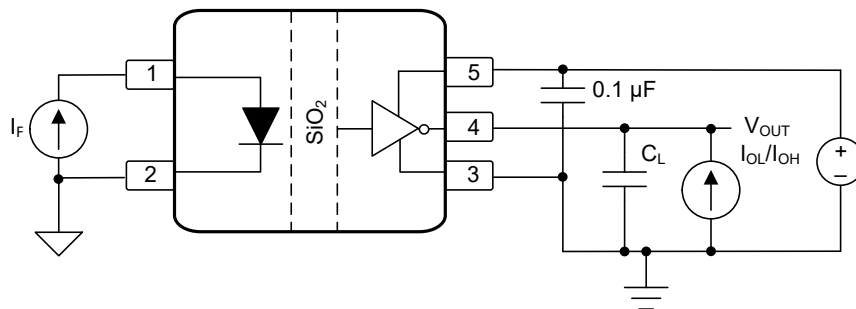


图 8-1. ISOM8710 针对 V_{OL} 和 V_{OH} 的电流源测试电路

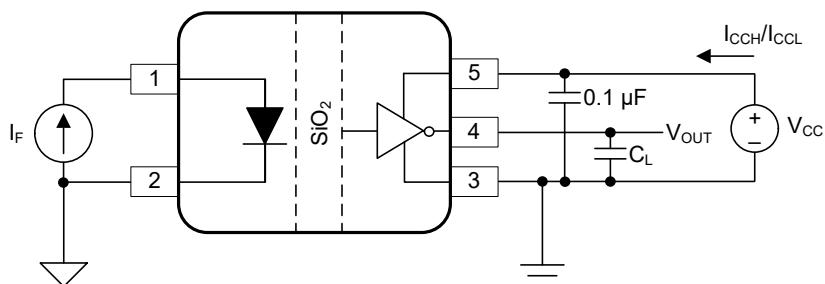


图 8-2. ISOM8710 针对 I_{CCL} 、 I_{CCH} 和开关时序的电流源测试电路

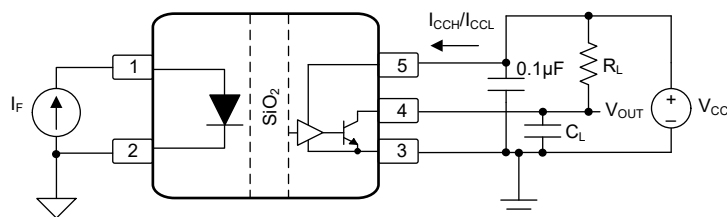


图 8-3. ISOM8711 针对电气和开关时序的电流源测试电路

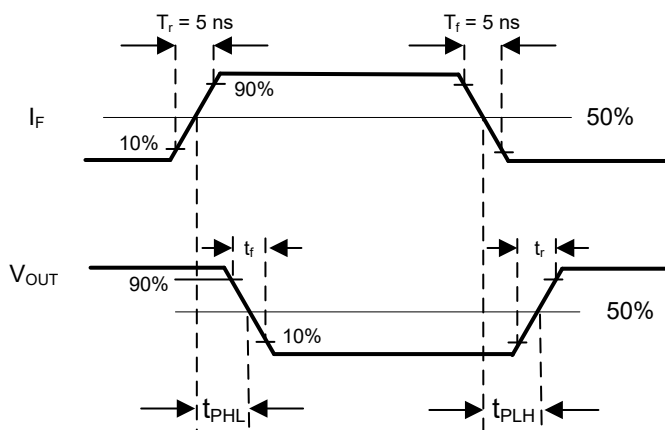


图 8-4. 开关时序波形

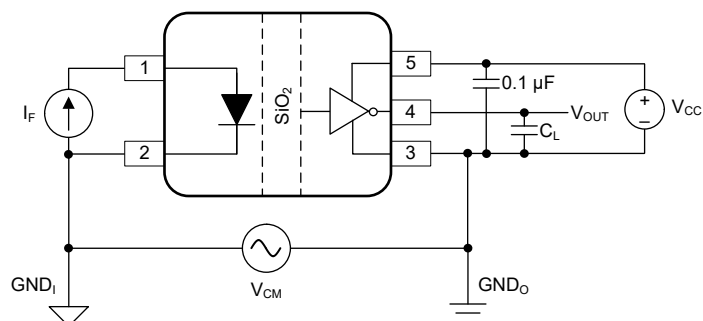


图 8-5. ISOM8710 共模瞬态抗扰度测试电路

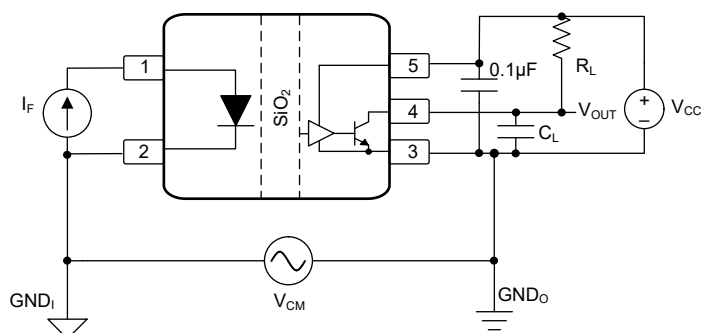


图 8-6. ISOM8711 共模瞬态抗扰度测试电路

9 详细说明

9.1 概述

ISOM871x 系列器件是为数据速率高达 25Mbps 的数字信号提供隔离的光耦合仿真器，是光耦合器的单通道、引脚兼容的可直接替换器件。虽然标准光耦合器使用 LED 作为输入级，但 ISOM871x 使用仿真二极管作为输入级。输入级通过 TI 专有的基于二氧化硅 (SiO_2) 的隔离栅与驱动级隔离，不仅能够提供可靠的隔离，而且还提供出色的共模瞬态抗扰度。订购选项包括 CMOS 输出和集电极开路输出选项。

ISOM871x 器件可隔离高速数字信号，并提供传统光耦合器不具备的性能、可靠性和灵活性优势。这些器件基于实现低功耗和高速运行的 CMOS 隔离技术，因此不受光耦合器中的磨损效应影响，这种磨损会随着温度、正向电流和器件使用年限的增加而降低性能。

节 9.2 中给出了 ISOM871x 器件的功能方框图。输入信号使用开关键控 (OOK) 调制方案通过隔离栅进行传输。发送器在隔离层上发送高频载波以表示一个数字状态，通过不发送信号来表示另一个数字状态。接收器在高级信号调节后对信号进行解调并通过输出级产生信号。这些器件还采用了先进的电路技术，可更大幅度地提高 CMTI 性能并更大幅度地减少辐射发射。图 9-2 显示了 OOK 方案工作原理的概念细节。

9.2 功能方框图

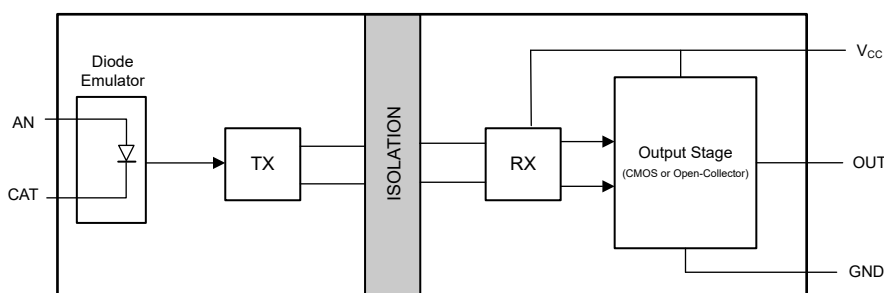


图 9-1. 光耦合仿真器的概念方框图

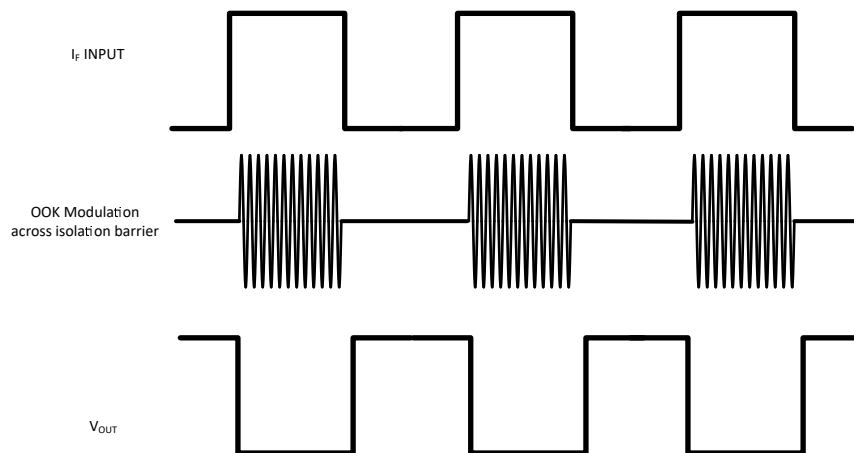


图 9-2. 基于开关键控 (OOK) 的调制方案

9.3 特性说明

ISOM871x 器件接收电流输入并提供隔离式电压输出。ISOM8710 在接收器侧有一个输出缓冲器，此缓冲器能够提供足够的电流来驱动大多数逻辑输入器件。ISOM8711 具有由输出缓冲器驱动的集电极开路输出。两个器件都能够隔离高达 25Mbps 数据速率的信号，并且 1 侧和 2 侧之间的隔离电压额定值为 3750V_{RMS}。

9.4 器件功能模式

表 9-1 列出了 ISOM871x 器件的功能模式。

表 9-1. 功能表

V _{CC} 状态 ⁽²⁾	输入电流 I _F ⁽¹⁾	输出	备注
PU	> I _{TH}	L	通道输出假定与通道输入的逻辑状态相反。
	< I _{TH}	H	
PD	X	不确定	V _{CC} 未上电时，输出不确定 ⁽²⁾ 。V _{CC} 从未上电转换为上电时，通道输出基于输入的逻辑状态假定相应的逻辑状态。

(1) V_{CC} = 输出电源；PU = 上电 (V_{CC} ≥ 2.7V)；PD = 断电 (V_{CC} ≤ 2V)；X = 不相关；H = 高电平；L = 低电平

(2) 当 2V < V_{CC} < 2.7V 时，输出为未定状态。

10 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规范，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定各元件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计实现，以确认系统功能。

10.1 应用信息

ISOM871x 器件是具有二极管仿真器输入和数字输出的单通道光耦仿真器，这些器件使用开关调制通过隔离栅传输数据。隔离栅将这些器件的两侧分开，因此，在建议运行条件下，可使用电压和电流单独为每一侧供电。例如，可以为 ISOM871x V_{CC} 引脚提供 3.3V 电压（对于 V_{CC} ，该电压在 2.7V 至 5.5V 范围内），并以 5mA 电流驱动二极管仿真器输入（对于 I_F ，该电流也在 2mA 至 20mA 范围内）。

除了提供隔离外，光耦仿真器还可用作电流至电压转换器或电压电平转换器。光耦仿真器不符合任何特定的接口标准，用于隔离单端数字信号线。不管接口类型或标准如何，隔离器件（如 ISOM871x）通常都位于数据控制器（即 MCU 或 FPGA）和传感器、数据转换器或线路收发器之间。

10.2 典型应用

对于工业应用，ISOM871x 器件可与德州仪器 (TI) 的混合信号微控制器、数模转换器、变压器驱动器、CAN 收发器、缓冲器和稳压器配合使用，以创建隔离式 CAN 通信系统。可以替换该典型原理图的不同元件（如微控制器、收发器、可选缓冲器和电源），以创建隔离式 RS-485、UART、SPI、GPIO 和其他隔离式信号通信系统。此外，ISOM871x 器件可用于在 [建议运行条件](#) 下隔离其他信号，包括 PWM 电源反馈信号。

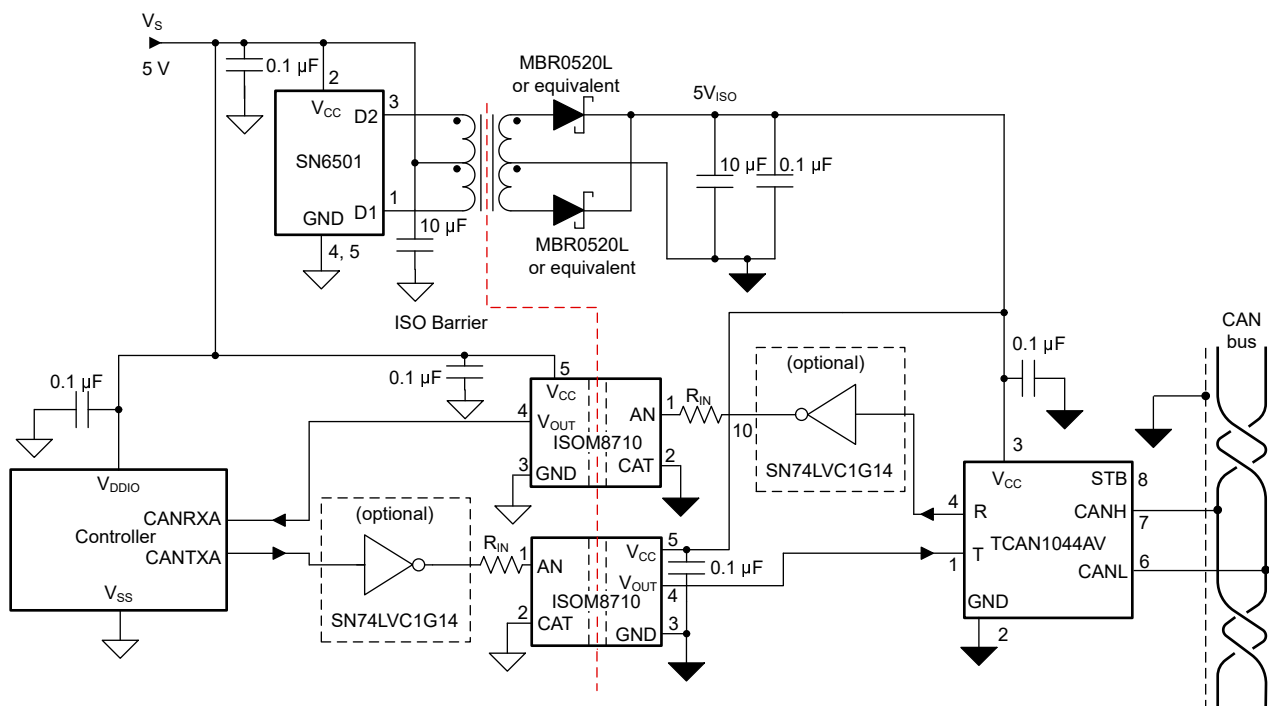


图 10-1. 使用 ISOM8710 的典型隔离式 CAN 应用

10.2.1 设计要求

若要用 ISOM871x 器件进行设计，请使用表 10-1 中所列的参数。

表 10-1. 设计参数

参数	值	示例值
电源电压, V_{CC}	2.7V 至 5.5V	3.3V 或 5V
输入正向电流 I_F , 数据速率高达 5Mbps	2 mA 至 20 mA	2mA
输入正向电流 I_F , 数据速率高达 10Mbps	3 mA 至 20 mA	5mA
输入正向电流 I_F , 数据速率高达 25Mbps	6 mA 至 20 mA	10mA
V_{CC} 和 GND 之间的去耦电容器	0.1 μ F	0.1 μ F
ISOM8711 的 OUT 和 V_{CC} 之间的上拉电阻值 R_L	750 Ω 至 50k Ω	4.7k Ω

10.2.2 详细设计过程

本节介绍了使用 ISOM871x 光耦仿真器的设计过程。选择的外部元件应使 ISOM871x 在 [建议运行条件](#) 内运行。以下有关元件选型的建议侧重于典型隔离式信号电路的设计，同时考虑输入电流和数据速率。

10.2.2.1 确定 R_{IN} 阻值

ISOM871x 的输入侧由电流驱动。为了限制流入 AN 引脚的电流，建议使用串联电阻 R_{IN} 与输入端串联，如 [图 10-1](#) 所示。

可确定 R_{IN} 阻值，以更大限度地减少流经 ISOM871x 输入侧的电流和功耗，也可确定其阻值以实现更高的数据速率，具体取决于应用要求。无论有何要求， R_{IN} 的值都应将输入正向电流限制在 ISOM871x 的 [建议运行条件](#) 内。计算给定输入电压 V_{IN} 和所需输入正向电流 I_F 下 R_{IN} 的公式如 [方程式 1](#) 所示，其中 V_F 是 ISOM871x 输入正向电压的最大规格：

$$R_{IN} = \frac{V_{IN} - V_F [MAX]}{I_F} \quad (1)$$

例如，当输入电压为 24V，所需 I_F 为 10mA 时， R_{IN} 的计算公式如下：

$$R_{IN} = \frac{24V - 1.8V}{10mA} = 2.22k\Omega \quad (2)$$

10.2.2.2 使用缓冲器驱动输入

ISOM871x 的输入可由反相缓冲器或同相缓冲器驱动，以更改 ISOM871x 的真值表或提供足够的输入正向电流来驱动器件。缓冲器的使用是可选的。如果使用缓冲器，则 R_{IN} 的公式保持不变，如上所示。

R_{IN} 的阻值是根据缓冲器的输出电压 V_{BUF} 和所需的正向输入电流 I_F 确定的，[方程式 1](#) 将变为：

$$R_{IN} = \frac{V_{BUF} - V_F [MAX]}{I_F} \quad (3)$$

例如，使用具有 5V 输出和 5mA 所需 I_F 的缓冲器时， R_{IN} 的计算公式如下：

$$R_{IN} = \frac{5V - 1.8V}{5mA} = 640\Omega \quad (4)$$

10.2.2.3 计算 ISOM8711 的 R_L

如果使用 ISOM8710，则不需要 R_L 元件。由于 ISOM8711 具有集电极开路输出引脚，因此传输逻辑高电平信号需要一个上拉电阻器 R_L ，它将 OUT 连接到 V_{CC} 。当线路未由集电极开路 OUT 引脚驱动为低电平时，该上拉电阻器将线路上拉为高电平。对于使用 ISOM8711 的系统而言， R_L 的值是一个重要的设计考虑因素，因为值过低（强上拉）会导致过多的功率耗散，而值过高（弱上拉）会导致高频时发生信号损失。下文提供了上拉电阻计算公式。

第 1 步：计算最小 R_L

R_L 值过小会使 ISOM8711 的 OUT 引脚无法驱动低电平信号。因此, 最小 R_L 的公式是 V_{CC} 、 V_{IL} (可由所连接器件的输入缓冲器读取为低电平信号的最大电压电平) 和 I_{OS} (在低电平信号状态下可灌入的最大输出电流) 的函数, 如方程式 5 所示。

$$R_L [MIN] = \frac{V_{CC} - V_{IL} [MAX]}{I_{OS} [MAX]} \quad (5)$$

大多数 CMOS 输入器件都具有与电源成函数关系的最大 V_{IL} 阈值 (例如, 为 V_{CC} 电平的 30%), 而 TTL 输入器件可以具有固定的 V_{IL} 阈值 (如 0.8V), 而无论电源为何。

例如, $V_{CC} = 3.3V$, 最大 V_{IL} 为 0.99V, 最大 I_{OS} 为 13mA, 最小 R_L 的计算公式如下:

$$R_L [MIN] = \frac{3.3V - 0.99V}{13mA} = 178\Omega \quad (6)$$

第 2 步: 计算最大 R_L

根据标准上升时间规格, 最大上拉电阻受 OUT 信号线的负载和布线电容 C_L 的限制。如果上拉电阻值过高, 则信号线在再次被拉低之前无法上升到逻辑高电平。因此, 要计算最大合适 R_L 值, 必须首先使用方程式 7 根据以数据速率周期百分比表示的最大允许上升时间以及要传输信号的最大数据速率计算最大允许上升时间 t_R 。

$$t_R = 2 \times \frac{\text{rise time \%}}{\text{data rate} [MAX]} \quad (7)$$

可以将此上升时间设置为等于发生 10% 到 90% 转换所需的时间常数因子, 并求解电阻值, 如方程式 8 所示:

$$R_L [MAX] = \frac{t_R}{2.2 \times C_L} \quad (8)$$

例如, 如果上升时间可以占据 10Mbps 信号周期的 15%, 则上升时间 (以秒为单位) 的计算公式如下:

$$t_R = 2 \times \frac{15\%}{10Mbps} = 30ns \quad (9)$$

如果上升时间为 30ns, 典型负载电容为 2pF, 则最大 R_L 按下式估算得出:

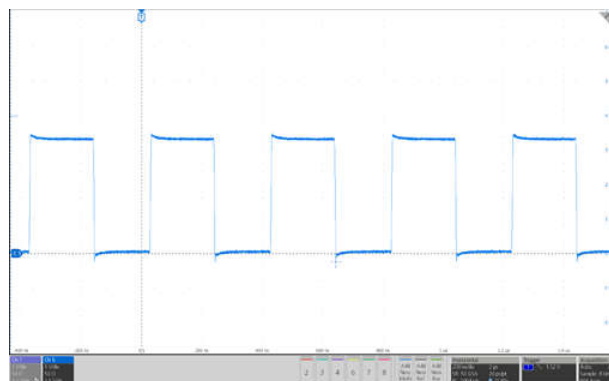
$$R_L [MAX] = \frac{30ns}{2.2 \times 2pF} = 6.82k\Omega \quad (10)$$

第 3 步: 选择介于 $R_L (min)$ 和 $R_L (max)$ 之间的 R_L

所选的 R_L 值应介于计算得出的 $R_L [min]$ 和 $R_L [max]$ 值之间, 以满足设计标准。较低的值将实现更快的信号传输或产生更高的负载和布线电容, 而较高的值将消耗更低的功耗。

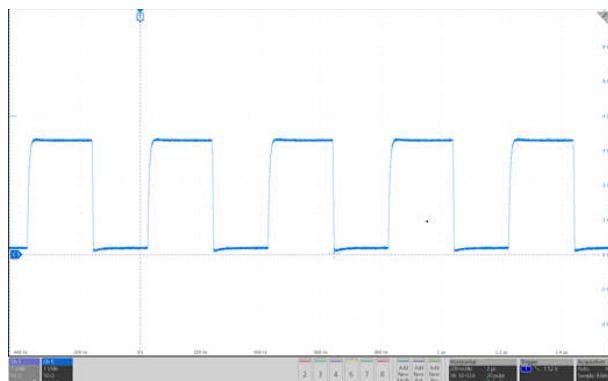
10.2.3 应用曲线

以下典型开关曲线显示了使用 ISOM871x 进行的数据传输。



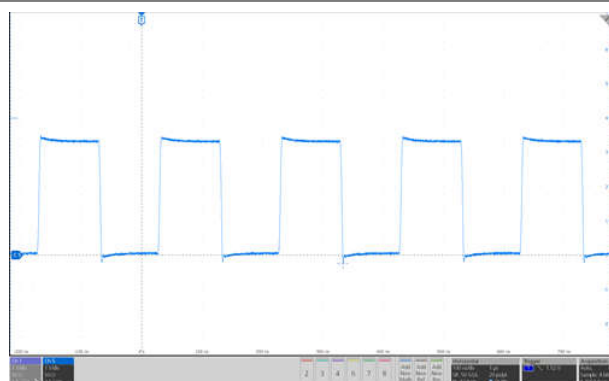
DR = 5Mbps ISOM8710 $V_{CC} = 3.3V$ $C_L = 15pF$

图 10-2. $I_F = 2mA$ 时的典型输出波形



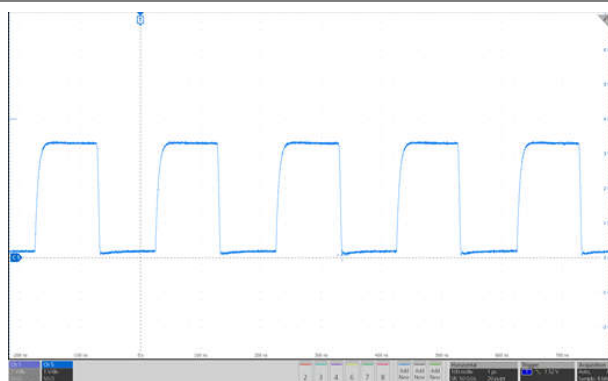
DR = 5Mbps ISOM8711 $V_{CC} = 3.3V$ $C_L = 15pF$

图 10-3. $I_F = 2mA$ 时的典型输出波形



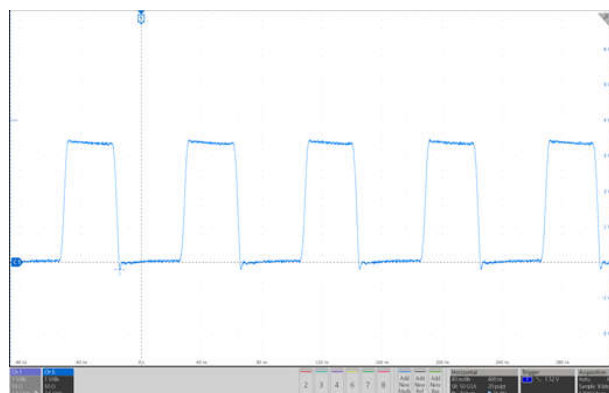
DR = 10Mbps ISOM8710 $V_{CC} = 3.3V$ $C_L = 15pF$

图 10-4. $I_F = 3mA$ 时的典型输出波形



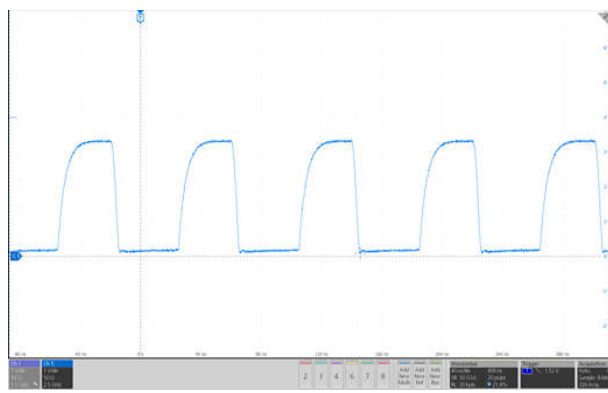
DR = 10Mbps ISOM8711 $V_{CC} = 3.3V$ $C_L = 15pF$

图 10-5. $I_F = 3mA$ 时的典型输出波形



DR = 25Mbps ISOM8710 $V_{CC} = 3.3V$ $C_L = 15pF$

图 10-6. $I_F = 6mA$ 时的典型输出波形



DR = 25Mbps ISOM8711 $V_{CC} = 3.3V$ $C_L = 15pF$

图 10-7. $I_F = 6mA$ 时的典型输出波形

10.3 电源相关建议

该器件可在 2.7V 至 5.5V 的输入电源电压范围内工作。要在各种数据速率和电源电压条件下促进可靠运行，建议在 V_{CC} 电源引脚上使用 $0.1\ \mu\text{F}$ 旁路电容器。将电容器放置在距 V_{CC} 引脚 2mm 的范围内，并尽可能靠近 V_{CC} 引脚。

如果应用中只有单个初级侧电源，则可以借助德州仪器 (TI) 的 SN6501、SN6505A/B 或 SN6507 等隔离变压器驱动器为次级侧生成隔离式电源。对于这类应用，有关详细的电源设计和变压器选择建议，请参阅每个产品的数据表及其在 TI.com 上各自的产品页面。

10.4 布局

10.4.1 布局指南

- 使用低 ESR 陶瓷旁路电容器将 V_{CC} 引脚旁路至地。当使用电介质等级为 X5R 或 X7R 的陶瓷电容器时，建议的典型旁路电容为 $0.1\ \mu\text{F}$ 。在 PCB 布局中，应将电容器尽可能靠近 V_{CC} 引脚放置，且位于同一层。电容器的额定电压必须大于 V_{CC} 电压电平。
- 应使用直接连接或两个过孔将器件地连接到 PCB 接地平面，以便更大限度地减小电感。
- 电容器和其他元件与 PCB 接地平面的连接应使用直接连接或两个过孔，以更大限度地减小电感。

10.4.2 布局示例

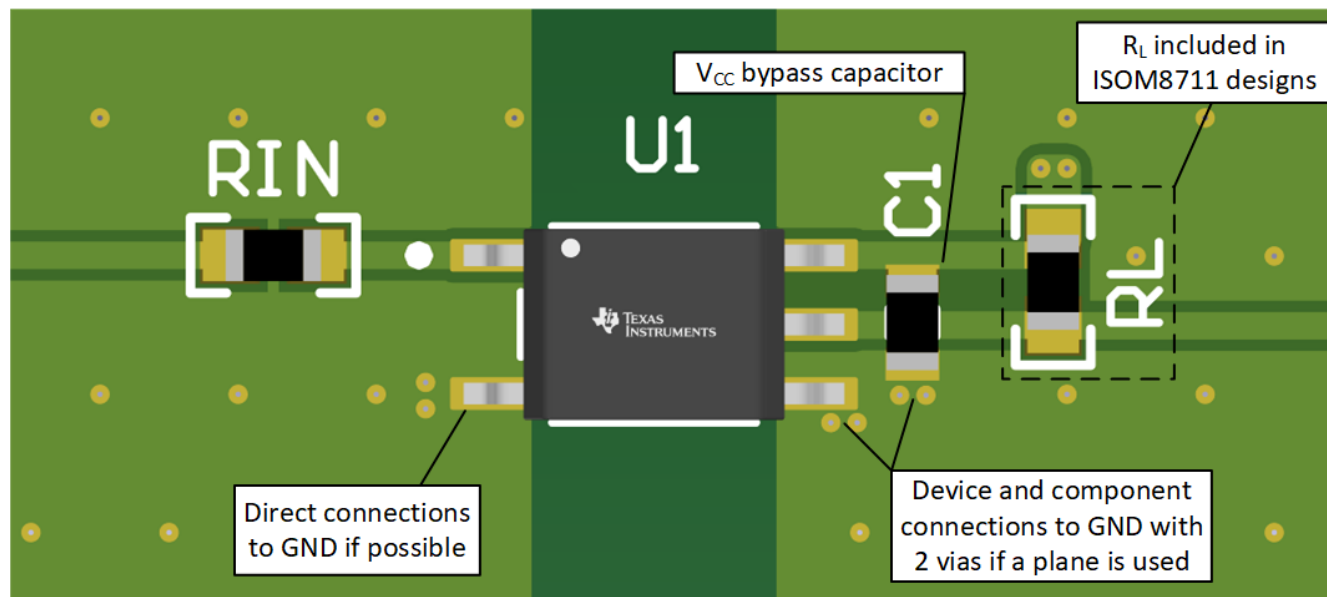


图 10-8. 采用 2 层电路板的 ISOM871x 布局示例

11 器件和文档支持

11.1 文档支持

相关文档请参见以下部分：

- 德州仪器 (TI), [隔离相关术语](#)
- 德州仪器 (TI), [光耦仿真器简介 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI), [ISOM8710 高速单通道光耦仿真器评估模块 用户指南](#)
- 德州仪器 (TI), [SN6501 隔离式电源用变压器驱动器数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [SN6505x 用于隔离式电源的低噪声 1A 变压器驱动器 数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [SN6507 适用于隔离式电源且具有占空比控制功能的低发射 36V 推挽式变压器驱动器 数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [TCAN1044A-Q1 和 TCAN1044AV-Q1 具有待机模式的汽车类故障保护型 CAN FD 收发器 数据表](#)

11.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 [ti.com](#) 上的器件产品文件夹。点击 [订阅更新](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

11.3 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

11.4 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

11.5 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

11.6 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

12 机械、封装和可订购信息

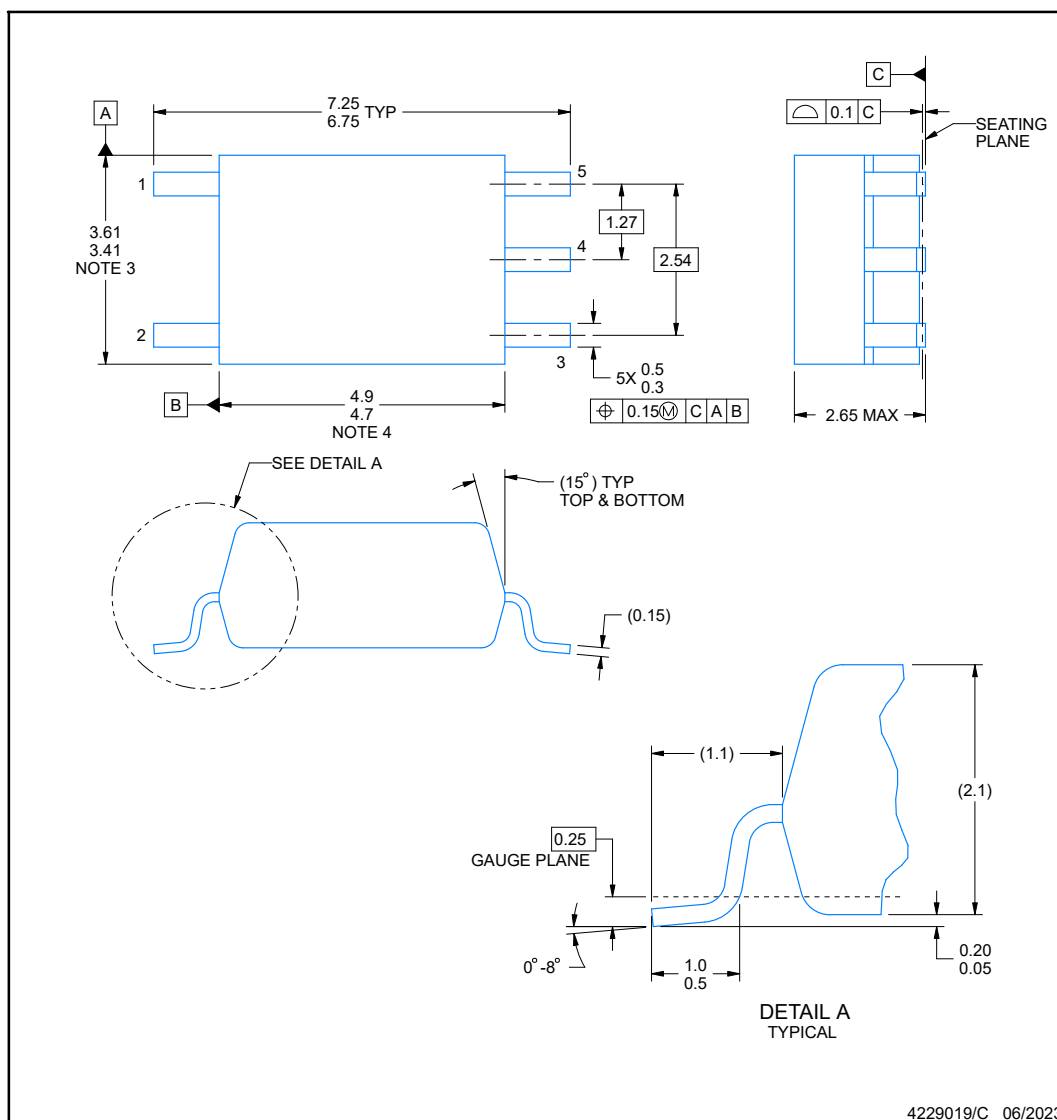
以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGE OUTLINE

DFF0005A-C01

SOIC - 2.65 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT

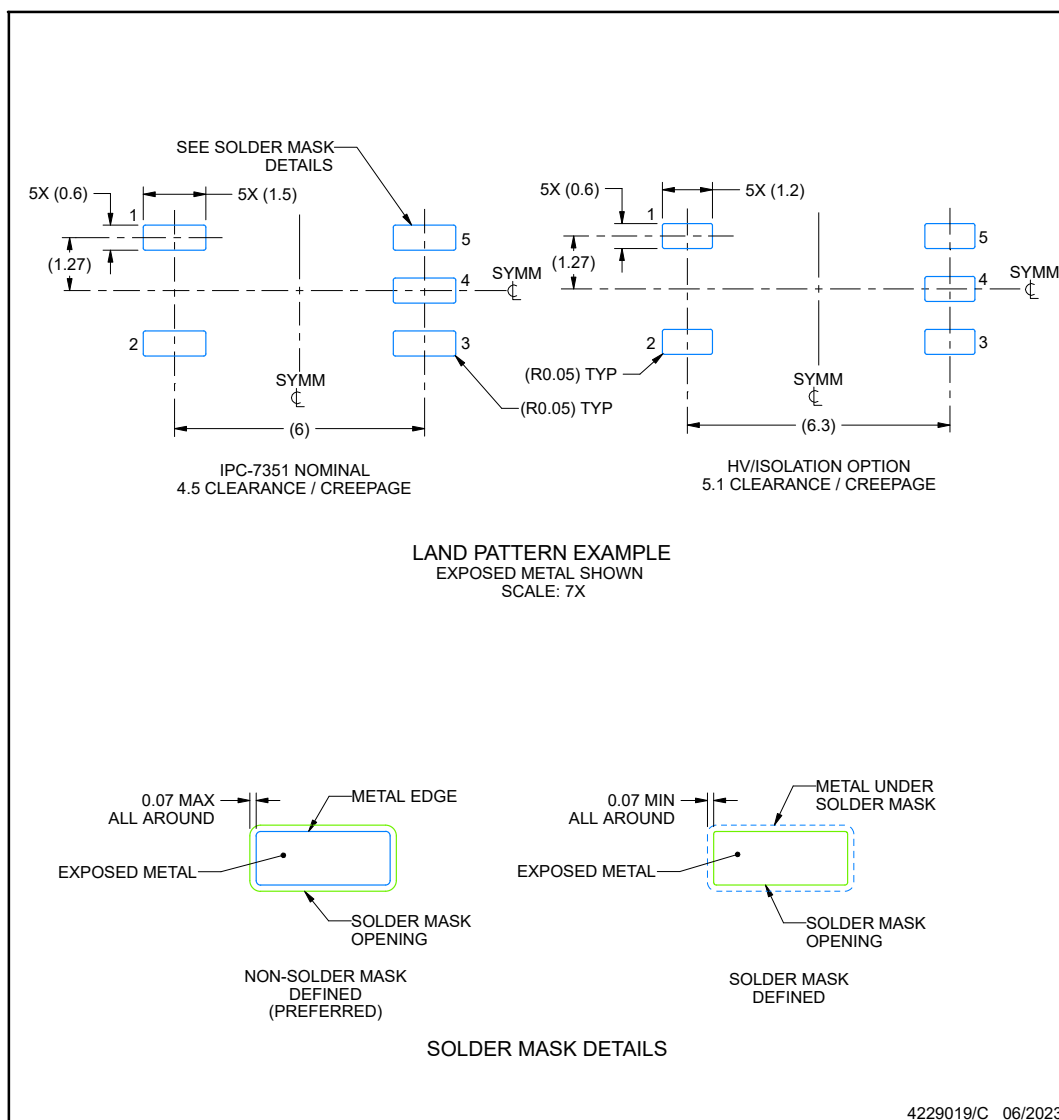


NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash.

EXAMPLE BOARD LAYOUT**DFF0005A-C01****SOIC - 2.65 mm max height**

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



NOTES: (continued)

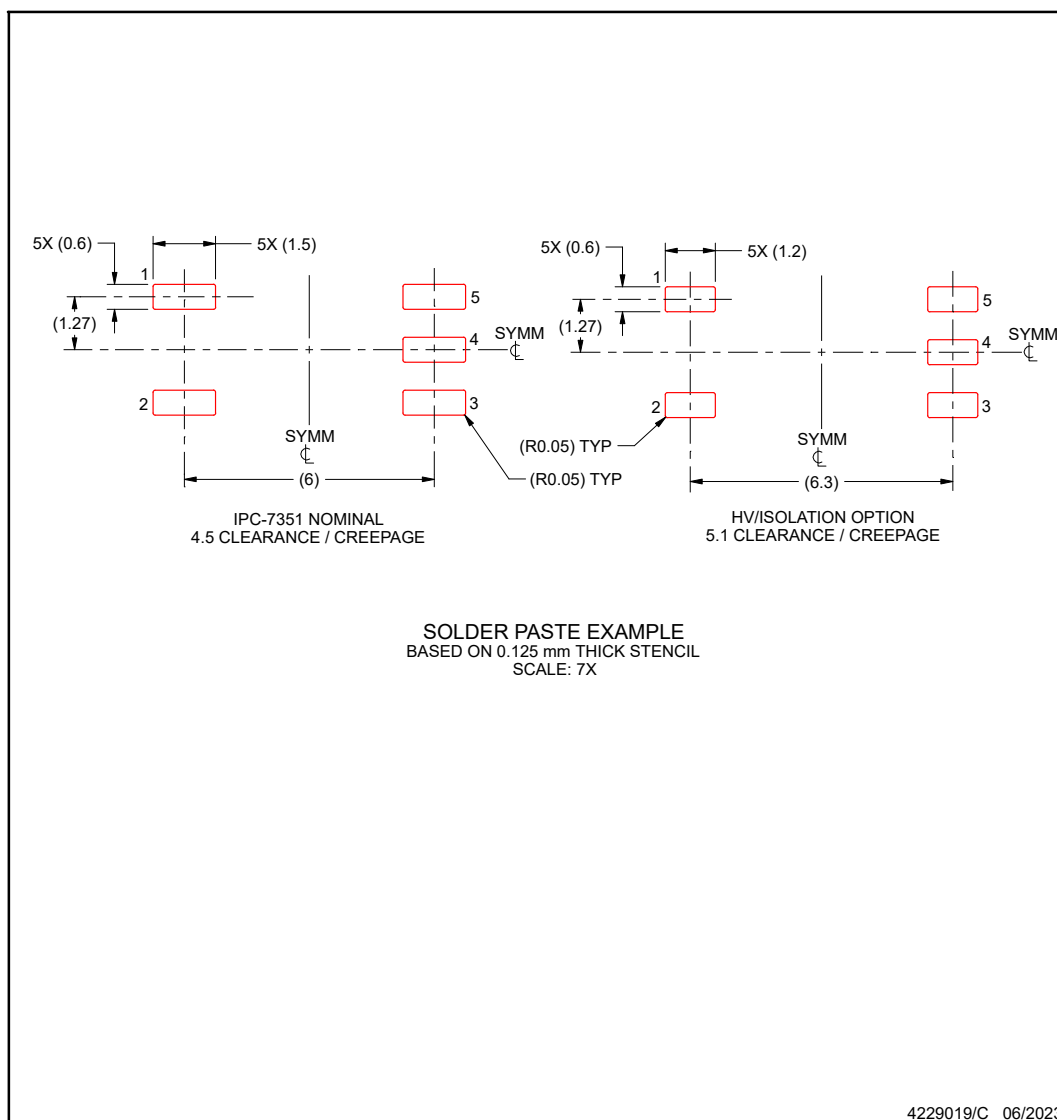
5. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
6. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DFF0005A-C01

SOIC - 2.65 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
8. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
ISOM8710DFFR	Active	Production	SOIC (DFF) 5	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	8710
ISOM8710DFFR.A	Active	Production	SOIC (DFF) 5	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	8710
ISOM8710DFFR.B	Active	Production	SOIC (DFF) 5	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	8710
ISOM8711DFFR	Active	Production	SOIC (DFF) 5	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	8711
ISOM8711DFFR.A	Active	Production	SOIC (DFF) 5	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	8711
ISOM8711DFFR.B	Active	Production	SOIC (DFF) 5	2000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	8711

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

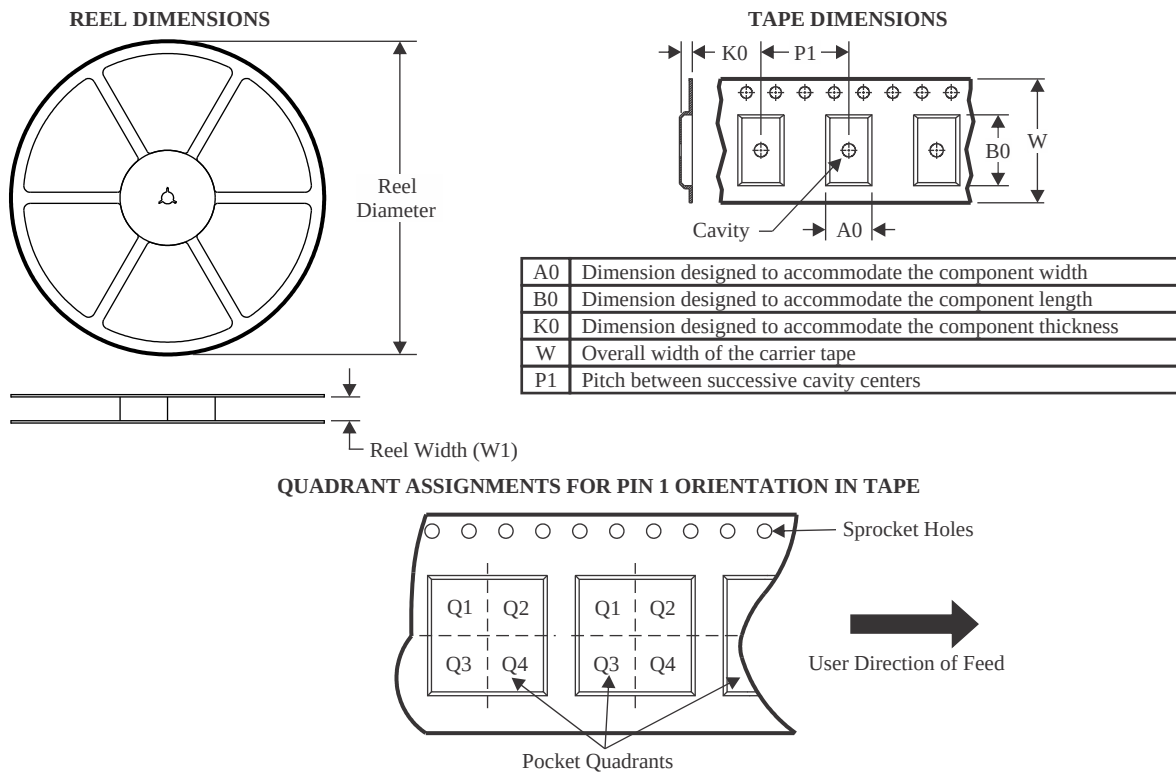
⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

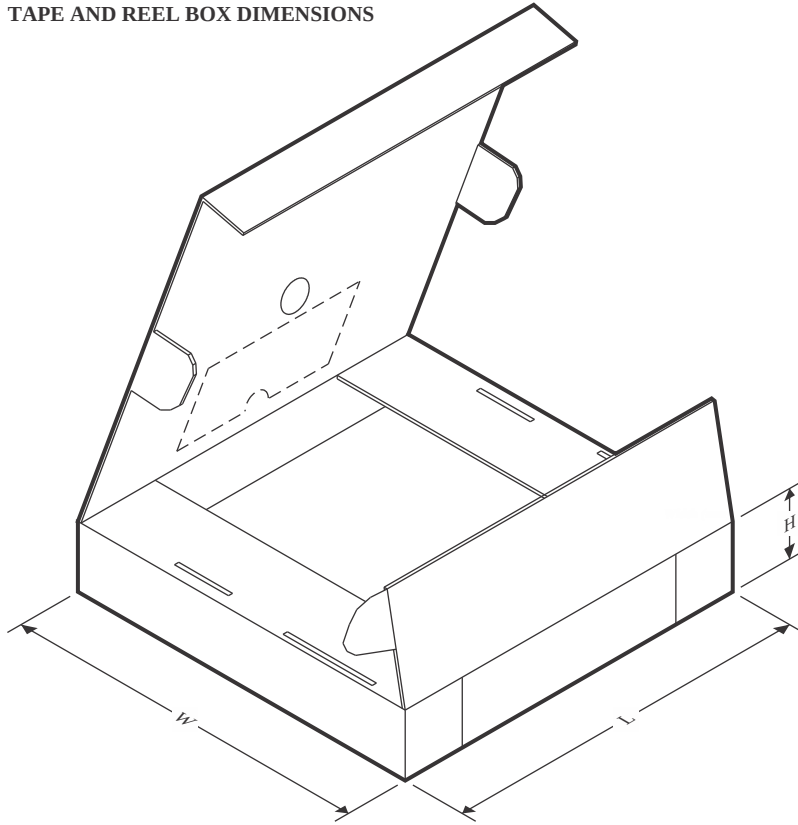
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
ISOM8710DFFR	SOIC	DFF	5	2000	330.0	12.4	8.0	3.8	2.7	12.0	12.0	Q1
ISOM8711DFFR	SOIC	DFF	5	2000	330.0	12.4	8.0	3.8	2.7	12.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
ISOM8710DFFR	SOIC	DFF	5	2000	356.0	356.0	35.0
ISOM8711DFFR	SOIC	DFF	5	2000	356.0	356.0	35.0

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司