

带稳压器的 LIN 收发器

特性

- MCP2050 符合：
 - 1.3 和 2.x 版 LIN 总线规范
 - SAE J2602-2 规范
- 支持最高 20 kBaud 的波特率
- 43V 负载突降保护
- 最大连续输入电压为 30V
- 符合 LIN 规范的宽电源电压：6.0 -18.0V
- 扩展级温度范围：-40 至 +125°C
- 可与 PIC® 单片机的 EUSART 和标准 USART 接口
- 在 LIN 总线活动或有本地唤醒输入时唤醒
- LIN 总线引脚
 - 用于从节点的内部上拉端接电阻和二极管
 - 防止 VBAT 短路
 - 防止地线失效
 - 高电流驱动
- TXD 和 LIN 总线显性超时功能
- 两个低功耗模式
 - 发送器关闭模式：90 μ A（典型值）
 - 掉电模式：4.5 μ A（典型值）
- 输出指示内部复位状态（上电复位或从休眠唤醒）
- MCP2050 片上稳压器
 - 70 mA 时，整个温度范围内 5.0V 或 3.3V 输出电压的容差为 \pm 3%
 - 内部短路电流限制
 - 仅需外部滤波电容和负载电容
- 可编程窗式看门狗定时器（Windowed Watchdog Timer, WWDT）
 - 通过外部电阻调节，可编程范围为 7 ms 到 140 ms
 - 通过将 WWDTSELECT 引脚连接到 VREG 或使该引脚悬空禁止
- VBAT 电压的比例测量输出与 VREG 成比例
- 自动热关断
- 高抗电磁干扰（Electromagnetic Immunity, EMI）能力，低电磁辐射（Electromagnetic Emission, EME）
- 强大的 ESD 性能：LBUS 和 VBB 引脚为 \pm 15 kV（IEC61000-4-2）
- 在汽车环境下对 LBUS 和 VBB 引脚的瞬态保护（ISO7637）

- 满足严格的汽车设计要求，包括 2011 年 3 月 1.2 版“汽车应用中针对 LIN、CAN 和 FlexRay 接口的 OEM 硬件要求”
- 包括小型 5x5 QFN 在内的多个封装选项

描述

MCP2050 提供了一个双向半双工通信物理接口，可以满足 2.1 版 LIN 总线规范和 SAE J2602 规范。器件集成了一个带有 5V 或 3.3V 70 mA 稳压电源输出的稳压器。片上 WWDT 允许用户使用外部电阻调整复位窗口的大小。比例测量 VBAT 引脚将 VBAT 按比例缩小在 VREG 范围内，以便可通过 A/D 转换器对其进行监视。

器件设计为满足汽车行业中的严格静态电流要求，并可在 +43V 瞬态负载突降和双电池启动的情况下工作。

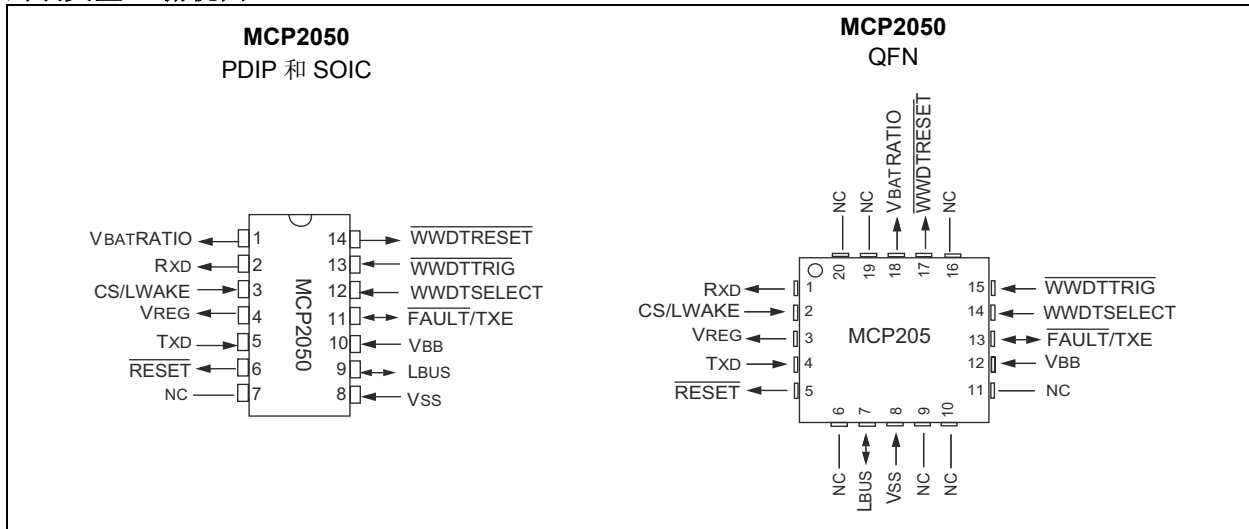
MCP2050 系列成员：

- MCP2050-500，14 引脚，带有 5.0V 稳压器的 LIN 驱动器
- MCP2050-330，14 引脚，带有 3.3V 稳压器的 LIN 驱动器
- MCP2050-500，20 引脚 QFN，带有 5.0V 稳压器的 LIN 驱动器
- MCP2050-330，20 引脚 QFN，带有 3.3V 稳压器的 LIN 驱动器

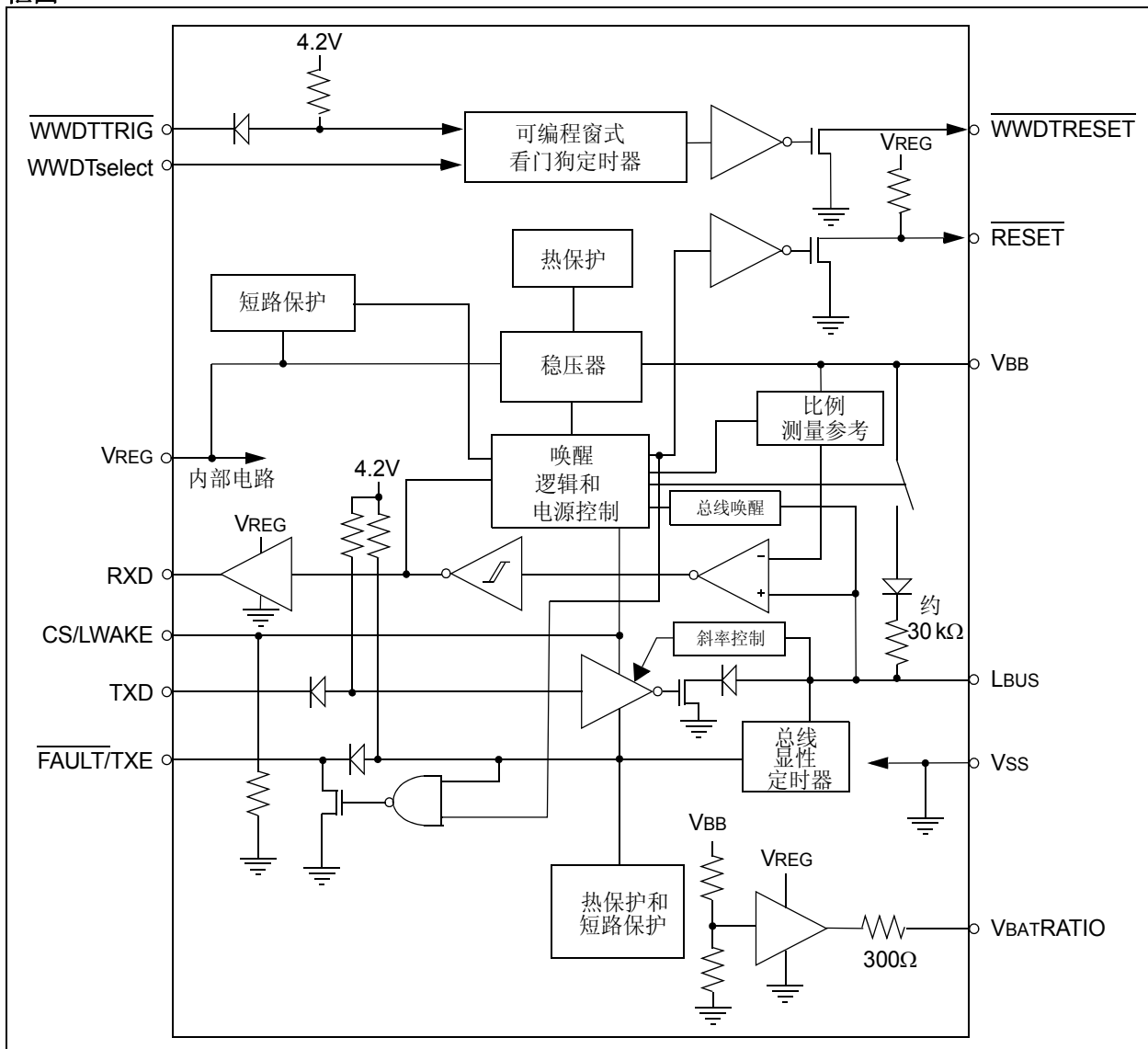


MCP2050

封装类型 (俯视图)



框图



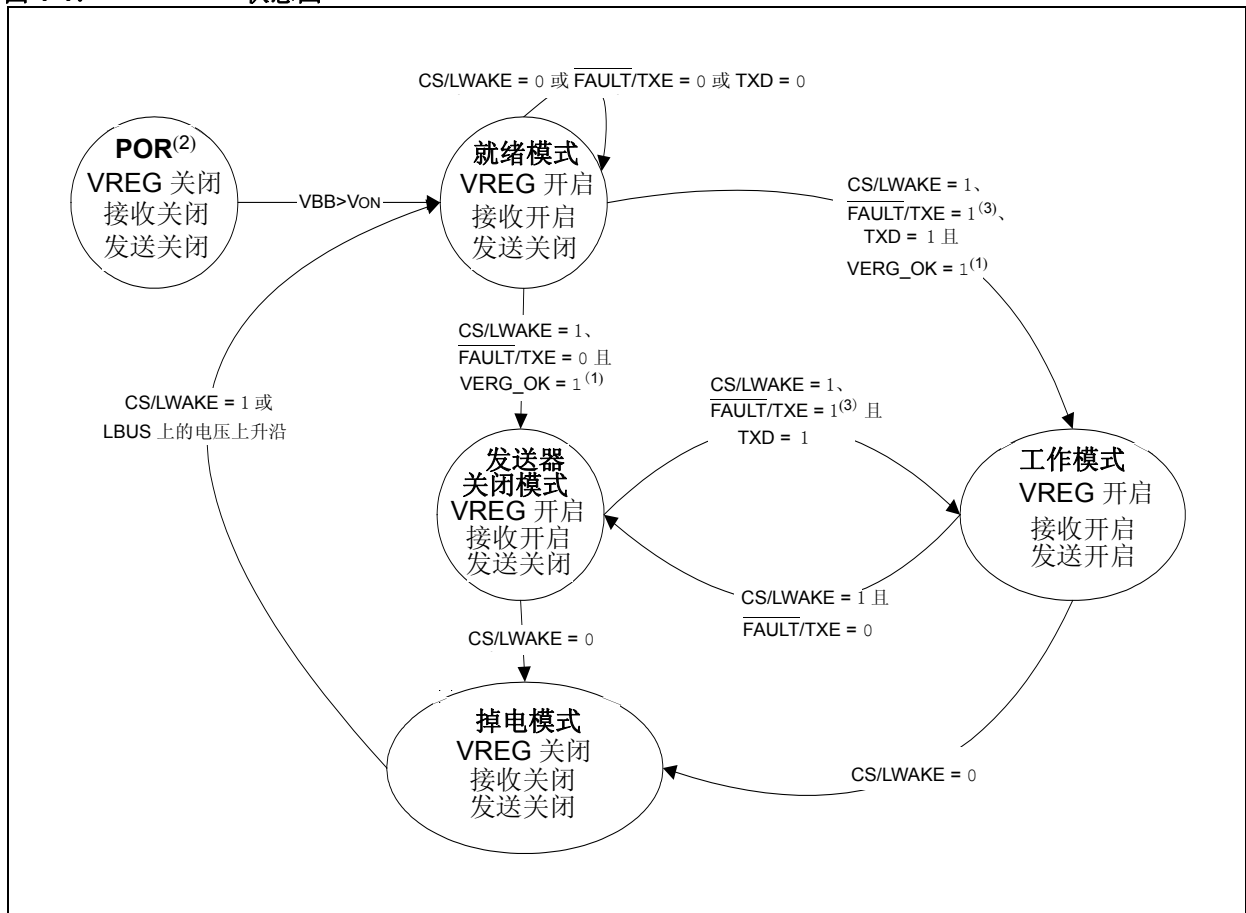
1.0 功能说明

MCP2050 提供了单片机和 LIN 半双工总线之间的物理接口。专用于串行总线波特率高达 20 Kbaud 的汽车和工业应用。器件会将 CMOS/TTL 逻辑电平和 LIN 逻辑电平相互转换。器件提供最佳 EMI 和 ESD 性能；可以承受 LIN 总线上的高电压。该器件支持两种低功耗模式，以满足汽车行业的功耗需求。MCP2050 还提供了一个 +5V 或 3.3V 70 mA 的稳压电源输出。

1.1 工作模式

MCP2050 可以工作在 5 种模式下：上电复位模式、掉电模式、就绪模式、工作模式和发送器关闭模式。有关所有工作模式的概述，请参见表 1-1。关于工作模式的转换，请参见图 1-1。

图 1-1: 状态图



- 注 1: VREG_OK: 稳压器输出电压 > 0.8 VREG_NOM。
 注 2: 如果 VBB 引脚上的电压降至低于 VOFF，器件将从所有其他模式进入上电复位模式，图中未显示这种情况。
 注 3: FAULT/TXE = 1 表示输入高电平且无故障条件。FAULT/TXE = 0 表示输入低电平或发生故障条件。请参见表 1-3。

1.1.1 上电复位模式

应用 VBB 后，或只要 VBB 上的电压低于稳压器关闭电压阈值 VOFF（通常为 4.5V）时，器件便进入上电复位（POWER-ON-RESET, POR）模式。在此模式期间，器件的数字部分将保持复位模式，并等待 VBB 引脚上的

电压上升到超过稳压器开启电压阈值 VON（通常为 5.75V），以进入就绪模式。在上电复位模式下，将禁止 LIN 物理层和稳压器，RESET 输出被强制为低电平。

MCP2050

1.1.2 就绪模式

VBB 上的电压上升到超过稳压器开启电压阈值 V_{ON} 后，器件从 POR 模式进入就绪模式，或者在发生远程或本地唤醒事件时，从掉电模式进入就绪模式。

进入就绪模式后，稳压器和收发器的接收器部分上电。发送器保持关闭状态。器件准备好接收数据，但不发送数据。为了最大程度降低功耗，稳压器在低功耗模式下工作。其产生的 GBW 积更低，因而更慢。但是，70 mA 的驱动能力不变。

器件将保持在就绪状态，直到稳压器输出稳定，且 CS/LWAKE 引脚为高电平（1）。

1.1.3 工作模式

如果 VREG 正常 ($V_{REG} > 0.8 V_{REG_NOM}$)，且 CS/LWAKE 引脚、FAULT/TXE 引脚和 TXD 引脚为高电平，器件将从就绪或发送器关闭模式进入工作模式。

在此模式下，所有内部模块均在运行。LBUS 和 VBB 之间的内部上拉电阻仅在此模式下才连接。

器件在 CS/LWAKE 的下降沿进入掉电模式；或在 CS/LWAKE 保持高电平时在 FAULT/TXE 的下降沿进入发送器关闭模式。

1.1.4 发送器关闭模式

在发送器关闭模式下，将使能接收器，但是 LBUS 发送器关闭。这是一个低功耗模式。

为了最大程度降低功耗，将禁止窗式看门狗定时器，且稳压器在低功耗模式下工作。其产生的 GBW 积更低，因而更慢。但是，70 mA 的驱动能力不变。

无论何时通过除去内部故障条件且 CPU 将 $\overline{FAULT/TXE}$ 返回高电平来使 $\overline{FAULT/TXE}$ 信号返回高电平，都可重新使能发送器。即使 $\overline{FAULT/TXE}$ 引脚从外部拉高，但内部故障仍然存在时，将不能使能发送器。但是，应该避免在内部故障仍然存在时从外部强制拉高 $\overline{FAULT/TXE}$ ，因为这样会引起 $\overline{FAULT/TXE}$ 引脚中产生高电流和大的功耗。

只要稳压器不稳定或正在从故障中恢复，发送器都将处于关闭状态。这避免了在不稳定工作期间造成总线意外中断。

1.1.5 掉电模式

在掉电模式下，收发器和稳压器均处于关闭状态。仅总线唤醒部分和 CS/LWAKE 引脚唤醒电路在工作。这是最低功耗模式。

如果处于掉电模式期间发生任何总线活动（例如，出现间隔字符），器件将立即进入就绪模式，并使能稳压器。然后，一旦稳压器输出稳定（大约 0.3 ms 至 1.2 ms），器件将进入工作模式。请参见第 1.1.6 节“远程唤醒”获取更多详细信息。

如果 CS/LWAKE 引脚变为有效高电平（1），器件也将从掉电模式进入就绪模式，然后再进入工作模式。

1.1.6 远程唤醒

远程唤醒子模块观察 LBUS，以检测总线活动。在掉电模式下，禁止正常 LIN 隐性 / 显性阈值，并使用 LIN 总线唤醒电压阈值 $V_{WK}(LBUS)$ 来检测总线活动。LBUS 上的电压降至 LIN 总线唤醒电压阈值 $V_{WK}(LBUS)$ （大约 3.4V）以下至少 t_{BDB} （典型持续时间为 80 μs ）后出现上升沿时，检测到总线活动。这种情况导致器件离开掉电模式。

表 1-1: 工作模式概述

状态	发送器	接收器	内部唤醒模块	稳压器	看门狗定时器	工作状态	备注
POR	关闭	关闭	关闭	关闭	关闭	$V_{BB} > V_{ON}$ 后转换到就绪模式。	
就绪	关闭	开启	关闭	开启	开启	如果 CS/LWAKE 为高电平，则继续进入工作模式或发送器关闭模式。	总线关闭状态
工作	开启	开启	关闭	开启	开启	如果 CS/LWAKE 为低电平，则进入掉电模式。如果 FAULT/TXE 为低电平，则进入发送器关闭模式。	正常工作模式
掉电	关闭	关闭	开启 活动检测	关闭	关闭	在 LIN 总线上升沿或 CS/LWAKE 处于高电平时，进入就绪模式。	最低功耗模式
发送器关闭	关闭	开启	关闭	开启	关闭	如果 CS/LWAKE 为低电平，则进入掉电模式。如果 FAULT/TXE 为高电平，则进入工作模式。	总线关闭状态，较低功耗模式

1.2 窗式看门狗定时器复位

看门狗定时器监视窗式看门狗定时器触发器输入引脚 **WWDTRIG** 上的活动。**WWDTRIG** 引脚预期在给定时间帧内选通。此时间帧到期且 **WWDTRIG** 引脚上没有边沿跳变时，**WWDRESET** 引脚被驱动为有效状态（低电平）以复位系统。此功能通过在 **WWDSELECT** 引脚和 **Vss** 之间连接一个电阻使能。监视则通过要求主机处理器在预定时间帧（**Twd**）内强制 **WWDTRIG** 引脚发生下降沿跳变来完成。

触发器窗口的开始时间固定在上一个触发后的总看门狗定时器周期的中间。窗口的时长由引脚 **WWDSELECT** 上的电阻的值确定。当 **WWDSELECT** 悬空时，将禁止看门狗定时器。

1.2.1 初始上电期间的 WWDTRIG

上电复位后，**WWDRESET** 驱动为高电平。此时看门狗定时器开始计时，等待 **WWDTRIG** 引脚出现边沿。**请注意**，尚未使能窗口。如果在定时器到期前未在 **WWDTRIG** 引脚上检测到下降沿，**WWDRESET** 变为低电平，定时器重新启动。在 **WWDTRIG** 引脚上检测到触发边沿时，将使能窗口且定时器将复位。

图 1-2: 初始上电期间的 **WWDRESET**

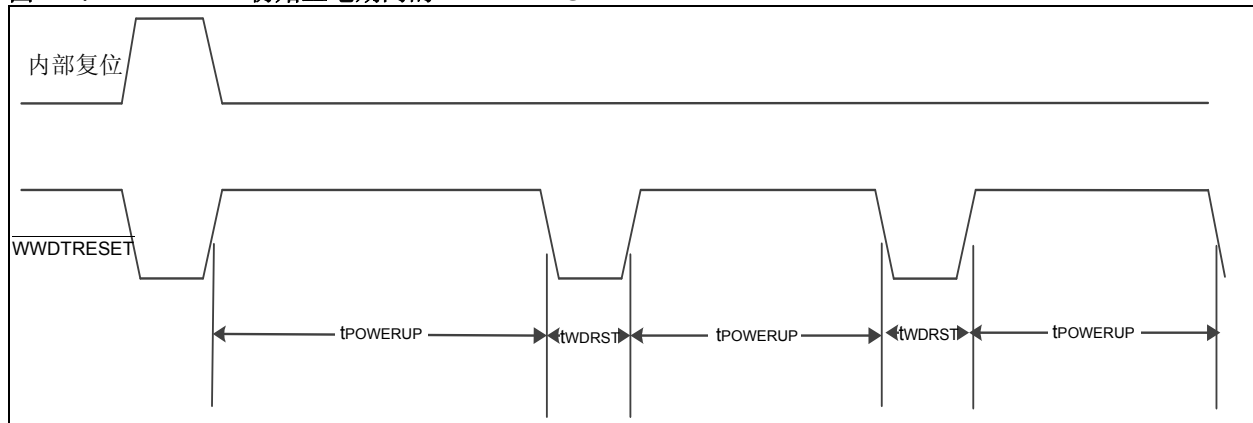


图 1-2: “初始上电期间的 **WWDRESET**” 给出了无任何触发时系统复位后 **WWDRESET** 引脚的行为。如果上电窗口期间无任何触发，**WWDRESET** 将复位为低电平，且保持一段 **tWDRST** 的时间。

上电窗口时长 **tPOWERUP** 持续时间由引脚 **WWDSELECT** 和引脚 **VSS** 之间连接的电阻的值确定，而复位脉冲持续时间大约为 150 μ s。

tPOWERUP 和 **tWDRST** 的持续时间为：

$$t_{POWERUP} = 0.8 \text{ ms} \times (R_{WWDSELECT} + 1) \pm 15\%$$

$$t_{WDRST} = 150 \text{ } \mu\text{s} \pm 35\%$$

RWWDSELECT 的单位为 **k Ω** 。

出现触发时，上电序列“停止”，而正常行为开始。

1.2.2 窗式看门狗定时器行为

在窗式看门狗定时器开始其正常行为后，可能会出现 3 种不同的情况。

- 触发器窗口内检测到 **WWDTRIG** 引脚上的脉冲（下降沿）；看门狗定时器将复位，且新的看门狗定时器周期开始；**WWDRESET** 引脚保持高电平（图 1-3）。

- 触发器窗口出现前检测到 **WWDTRIG** 引脚上的脉冲（下降沿）（触发出现太早）；检测到下降沿大约 **tWDRST** 后立即将 **WWDRESET** 拉为低电平；计数器复位，且下一个看门狗定时器周期在 **WWDRESET** 引脚上的电压的上升沿开始（图 1-14）。

- 整个看门狗定时器窗口期间未检测到 **WWDTRIG** 引脚上的脉冲（无触发）；定时器到期后，将 **WWDRESET** 拉低大约 **tWDRST** 时间；计数器复位，且下一个看门狗定时器周期在 **WWDRESET** 引脚上的电压的上升沿开始（图 1-5）。

触发器窗口的时长为看门狗定时器窗口的 50% 到 100%。窗口时长由 **WWDSELECT** 引脚和 **VSS** 之间的外部电阻确定。

$$\text{窗口时长} = 0.2 \text{ ms} \times (R_{WWDSELECT} + 1) \pm 15\%$$

$$t_{WDRST} = 150 \text{ } \mu\text{s} \pm 35\%$$

RWWDSELECT 的单位为 **k Ω** ；其值的范围为 33 **k Ω** 到 680 **k Ω** 且窗口时长的范围为 6.8 **ms** 到 136 $\pm 15\%$ 。

如果 **WWDSELECT** 引脚处于悬空状态，则禁止看门狗定时器，且 **WWDRESET** 保持高电平。

MCP2050

图 1-3: 正确触发

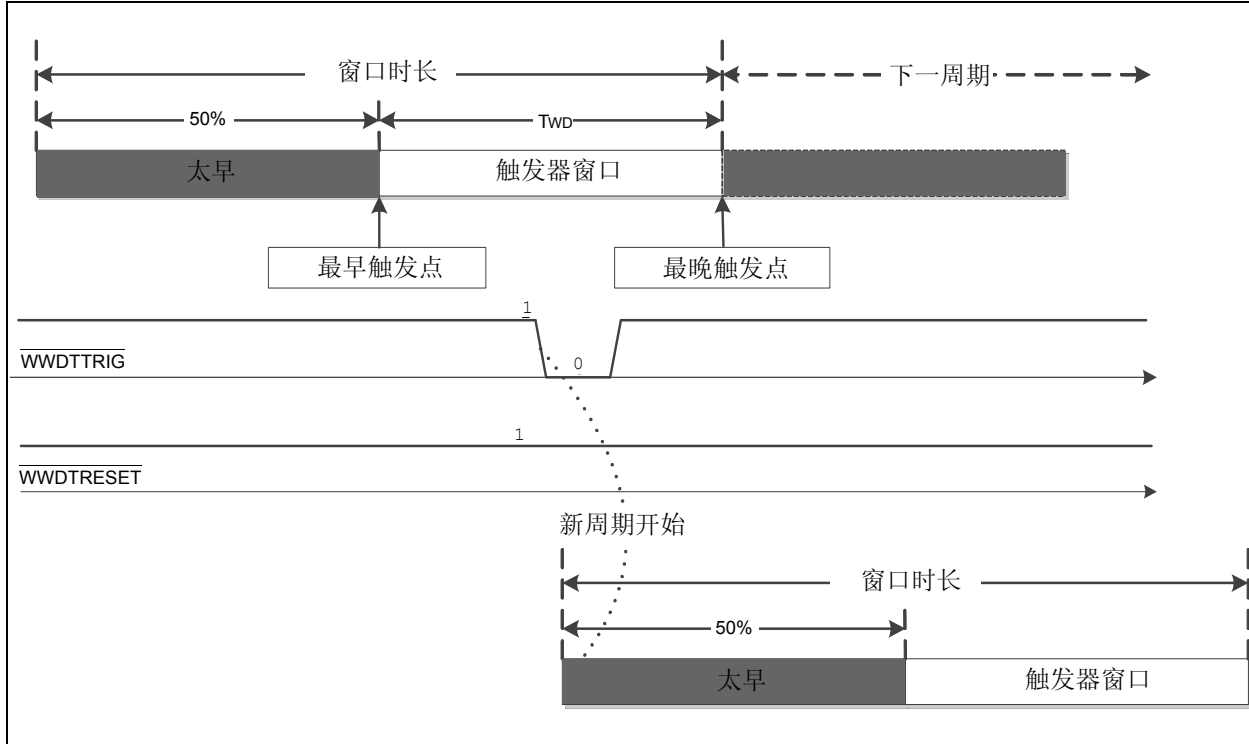


图 1-4: 触发出现太早

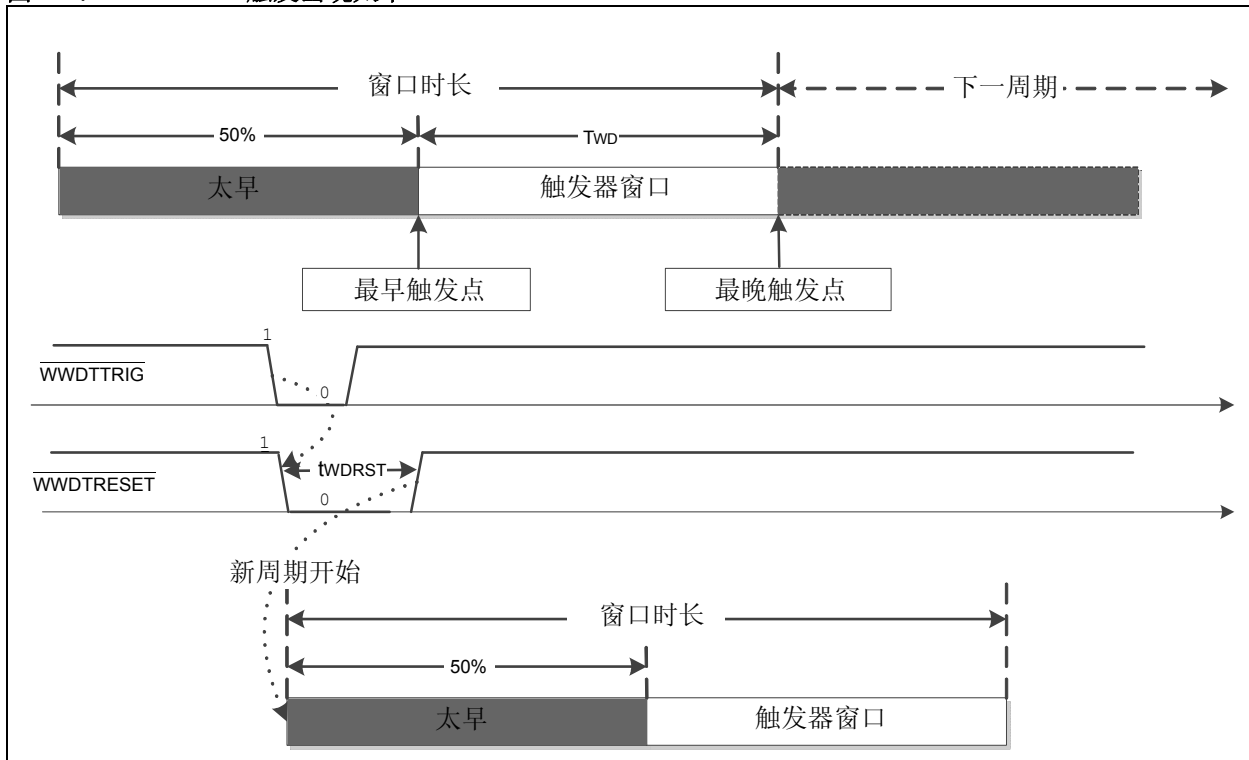
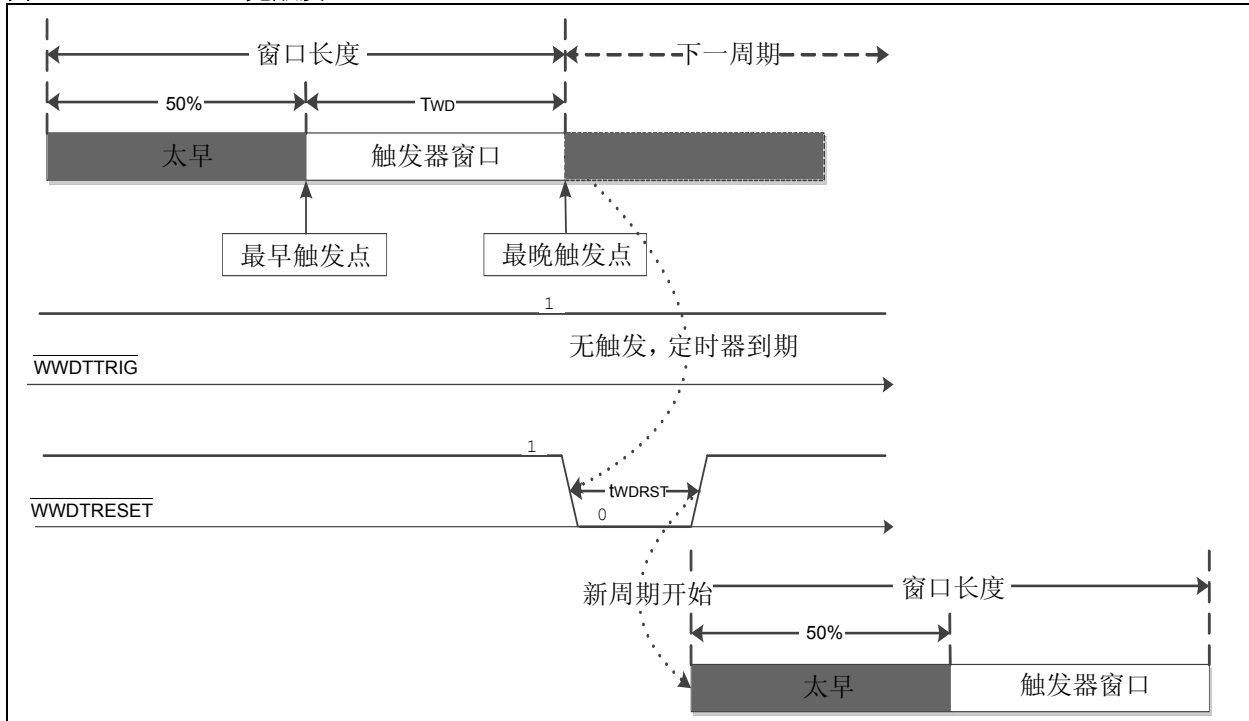


图 1-5: 无触发



1.3 引脚说明

有关引脚排列概述，请参见表 1-2。

1.3.1 VBB

电池正极电源电压引脚。用一个外部二极管与之串联，以防止器件反向供电（请参见图 1-14）。

1.3.2 VREG

稳压器正极电源电压输出引脚。片上 LDO 在此引脚上提供 +5.0 或 +3.3V 70 mA 的稳压电压。

1.3.3 VSS

接地引脚。

1.3.4 TXD

发送数据输入引脚（TTL 电平，可承受高压，自适应上拉）。发送器读取 TXD 引脚上的数据流并将其发送到 LIN 总线。TXD 处于低电平时，LBUS 引脚也处于低电平（显性）；TXD 处于高电平时，LBUS 引脚也处于高电平（隐性）。

发送数据输入引脚通过内部自适应上拉连接到内部生成的约 4.2V 电压。TXD 为 0 时，弱上拉（约 900 kΩ）用来减小电流。TXD 为 1 时，较强的上拉（约 300 kΩ）用来维持逻辑电平。串联的反接阻断二极管允许施加

于内部生成的 4.2V 的 TXD 输入电压，且使 TXD 引脚可承受最高 30V 的高压（见第 2 页上的框图）。

1.3.5 RXD

接收数据输出引脚。RXD 引脚是标准的 CMOS 输出引脚，其状态与 LBUS 引脚相同。

1.3.6 LBUS

LIN 总线引脚。LBUS 是双向 LIN 总线接口引脚，由信号 TXD 控制。它有一个具有电流限制的集电极开路输出。要减少电磁辐射，就要控制信号变化期间的斜率，并对 LBUS 引脚的下降沿和上升沿进行圆角控制。

内部 LIN 接收器观察 LIN 总线上的活动，并按照 LBUS 的状态生成输出信号 RXD。通过一个 160 kHz 的一阶低通输入滤波器优化抗电磁干扰性。

1.3.7 CS/LWAKE

片选和本地唤醒输入引脚（TTL 电平，可承受高压）。此引脚控制器件状态转换。请参见图 1-1：“状态图”。

如果 CS/LWAKE = 1，器件可以在工作模式（FAULT/TXE = 1）或发送器关闭模式（FAULT/TXE = 0）下工作。

MCP2050

如果 CS/LWAKE = 0，器件可以在掉电模式或就绪模式下工作。

内部下拉电阻将保持 CS/LWAKE 引脚为低电平，以确保单片机在执行上电复位和 I/O 初始化序列时总线上不会出现干扰数据。CS/LWAKE 为 1 时，弱下拉（约 600 kΩ）用来减小电流。CS/LWAKE 为 0 时，较强的下拉（约 300 kΩ）用来维持逻辑电平。

此引脚也可用作本地唤醒输入引脚（见图 1-14）。单片机将设置 I/O 引脚来控制 CS/LWAKE。然后，可由外部开关或其他源唤醒收发器和单片机。

注： CS/LWAKE 不应直接连接到 VREG 引脚，因为这样会强制 MCP2050 在单片机初始化之前进入工作模式。

1.3.8 FAULT/TXE

故障检测输出 / 发送器使能输入引脚。输出部分为可以承受高压的漏极开路（最高 30V）。输入部分与 TXD 部分相同（TTL 电平，可承受高压，自适应上拉）。如果引脚处于悬空状态，那么内部自适应上拉将保持此输入为高电平（1）。其状态按照表 1-3 所示定义。无论何时由于内部故障条件或外部驱动导致引脚为低电平（0），器件都会进入发送器关闭模式。

如果 CS/LWAKE 为高电平（1），FAULT/TXE 将发出信号指示 TXD 输入和 LBus 电平之间不匹配。这可以用来检测总线争用。由于总线表现出传播延时，内部比较采样通过消抖以排除伪故障。

器件唤醒后，如果 CS/LWAKE 保持低电平（0），FAULT/TXE 可指示唤醒器件的原因（见表 1-3）。

FAULT/TXE 引脚的采样率高于每 10 μs 一次。

1.3.9 RESET

复位输出引脚。此引脚为漏极开路输出，使用约 90 kΩ 的电阻上拉到 VREG。该引脚指示内部电压已达到有效的稳定级别。只要内部电压有效（大于 0.8 VREG），此引脚就保持高电平（1）；否则，RESET 引脚将切换到低电平（0）。

1.3.10 WWDTRRESET

WWDTRRESET 为漏极开路输出引脚。内部窗式看门狗定时器已到期或尝试在窗口打开前将定时器清零时，会将此引脚拉为低电平。

1.3.11 WWDTRTRIG

这是一个用于复位窗式看门狗定时器的输入引脚。在打开窗口时间期间从高电平到低电平的转换会将定时器复位，并防止 WWDTR 超时。该引脚通过内部自适应上拉连接到内部生成的约 4.2V 电压。

WWDTRTRIG 为 0 时，连接弱上拉（约 800 kΩ）以减小电流。

WWDTRTRIG 为 1 时，上拉较强，用来维持逻辑电平。

表 1-2: 引脚排列概述

引脚名称	引脚编号		引脚类型	功能
	14 引脚	20 引脚		
VREG	4	3	输出	稳压器输出
VSS	8	8	电源	接地
VBB	10	12	电源	电池
TXD	5	4	输入, 可承受高压	发送数据输入
RXD	2	1	输出	接收数据输出
LBUS	9	7	I/O, 高压	LIN 总线
CS/LWAKE	3	2	TTL 输入, 可承受高压	片选和本地唤醒输入
FAULT/TXE	11	13	I/O, 可承受高压	故障检测输出 / 发送器使能输入
RESET	6	5	输出	复位输出
WWDTRRESET	14	17	输出, 可承受高压	窗式看门狗定时器复位输出
WWDTRTRIG	13	15	输入	窗式看门狗触发器输入
WWDTRSELECT	12	14	输入	此引脚与地之间的电阻决定看门狗定时器窗口时长
VBATRATIO	1	18	模拟输出	$VBATRATIO = VBAT/24 * VREG$
NC	7	6,9,10,11, 16,19,20	未连接	

表 1-3: FAULT/TXE 真值表

TXD 输入	RXD 输出	LIN 总线 I/O	热过载	FAULT/TXE		定义
				外部输入	驱动输出	
CS = 1						
L	H	VBB	关闭	H	L	故障, TXD 驱动为低电平, LIN 总线短接到 VBB (注 1), 或检测到 LBUS/TXD 永久显性, 且关闭发送超时功能。
H	H	VBB	关闭	H	H	正常
L	L	GND	关闭	H	H	正常
H	L	GND	关闭	H	H	正常, 正在从 LIN 总线接收数据
x	x	VBB	开启	H	L	故障, 收发器处于热关断状态
x	x	VBB	x	L	x	无故障, CPU 正在命令收发器关闭发送器驱动器
唤醒后 CS = 0						
x	x	x	x	x	L	通过 LIN 总线活动唤醒
x	x	x	x	x	H	从 POR 唤醒

图注: x = 无关位

注 1: FAULT/TXE 在 TXD 下降沿的大约 25 μ s 之后有效。这是为了消除总线传播延时期的伪故障报告。

MCP2050

1.3.12 WWDTSELECT

这是一个模拟输入引脚，用于设置打开窗口时间，以接受触发器复位。通过此引脚和 V_{SS} 之间的电阻来设置该时间。通过以下公式确定一个 $33\text{ k}\Omega$ 和 $680\text{ k}\Omega$ 之间的值：

正常窗口时长：

$$t_{\text{NORMAL}} = 0.2\text{ ms} * (\text{RWWDTSELECT} + 1) \pm 15\%$$

上电窗口时长：

$$t_{\text{POWERUP}} = 0.8\text{ ms} * (\text{RWWDTSELECT} + 1) \pm 15\%$$

复位信号持续时间：

$$t_{\text{WDRST}} = 150\text{ us} \pm 35\%$$

RWWDTSELECT 的单位为 $\text{k}\Omega$ 。

正常窗口时长的范围为 6.8 ms [$0.2 * (33+1)$]（典型值）到 136 ms [$0.2 * (680+1)$]。同样，上电窗口时长的范围为 27 ms 到 545 ms （典型值），而复位信号持续时间为 150 us 。

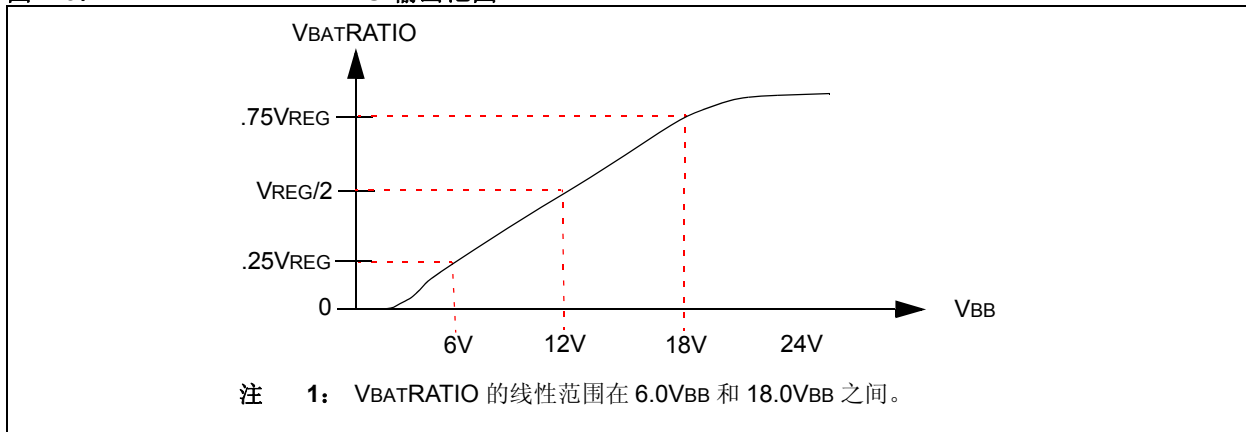
1.3.13 VBATRATIO

这是一个模拟输出引脚，用来反映 V_{BAT} 引脚上的电压。它与 V_{REG} 成比例，关系如下：

$$\text{VBATRATIO} = V_{\text{BAT}} / 24 * V_{\text{REG}}$$

$$0 \leq \text{VBATRATIO} \leq V_{\text{REG}}$$

图 1-6: VBATRATIO 输出范围



1.4 故障保护功能

1.4.1 常规故障保护功能

- 如果引脚处于悬空状态， $CS/LWAKE$ 引脚上的内部下拉电阻将禁止发送器。
- TXD 引脚上的内部上拉电阻会将 TXD 置于高电平，因此，如果 TXD 引脚处于悬空状态， $LBUS$ 呈现隐性。
- 电源或地断开期间 $LBUS$ 上呈现高阻抗和低泄漏电流状态。
- 如果引脚短接到 V_{BB} ， $LBUS$ 上的电流限制将保护收发器不被损坏。

1.4.2 热保护

热保护电路监视管芯温度，能够关闭 LIN 发送器和稳压器。

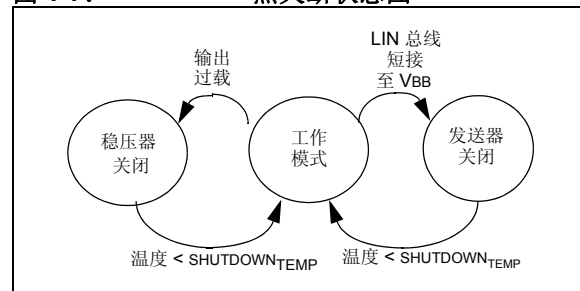
有三种原因导致热过载。热关断可以由以下任一或几种热过载条件触发。

- 稳压器过载
- LIN 总线输出过载
- 由于环境温度升高而导致管芯温度升高

热关断恢复时间即为足够长的冷却时间。

驱动 TXD 和检查 RXD 引脚可以确定是否存在总线争用（ TXD 为高电平， RXD 为低电平）或热过载情况（ TXD 为低电平， RXD 为高电平）。

图 1-7: 热关断状态图



1.4.3 TXD/LBUS 超时定时器

LIN 总线可以从 TXD 引脚或外部驱动到显性电平。如果 LIN 总线上的显性状态（低电平）持续时间超过总线显性超时时间 $t_{TO}(LIN)$ （大约 20 ms），内部定时器会取消激活 **LBUS** 发送器。同时，RXD 输出置于隐性（高电平），**FAULT/TXE** 也驱动到低电平，并且内部 LIN 上拉电阻断开连接。定时器在进入任何隐性 **LBUS** 状态或 POR 模式时复位。**LBUS** 上的隐性状态出现的原因可能是从外部上拉总线或 TXD 引脚返回到高电平。

1.5 内部稳压器

MCP2050 的正稳压器能够在整个温度范围（-40°C 至 +125°C）内提供 +5.00 或 +3.30 Vdc $\pm 3\%$ ，负载电流最高为 70 mA。该稳压器采用 LDO 设计，具有短路保护功能，将在其输出降至关闭电压阈值 V_{SD} 以下时关闭稳压器输出。

在负载电流为 70 mA 的情况下，输出保持稳定所需的最小输入 / 输出压差的典型值为 +0.5V（在整个工作温度范围内所需的最大值为 +1V）。在输入 / 输出压差大于 +3.00V、满负载电流为 70 mA 的情况下，静态电流小于 100 μA 。

有关 V_{BB} 、 V_{REG} 和 I_{DD} 之间的关系，请参见图 1-11 和图 1-12。当输入电压（ V_{BB} ）降至低于提供稳定电压所需的压差时，稳压器输出 V_{REG} 将跟随输入，下降到大约 V_{OFF} 。稳压器将在此时关闭输出。这将允许带有内部 POR 电路的 PIC[®] 单片机产生一个清楚的上电复位跳变点。MCP2050 将随后监视 V_{BB} ，并在 V_{BB} 大于稳压器开启电压阈值 V_{ON} 时开启稳压器。

在特定环境温度下和电池电压范围内，稳压器可以输出高达 150 mA 的电流。

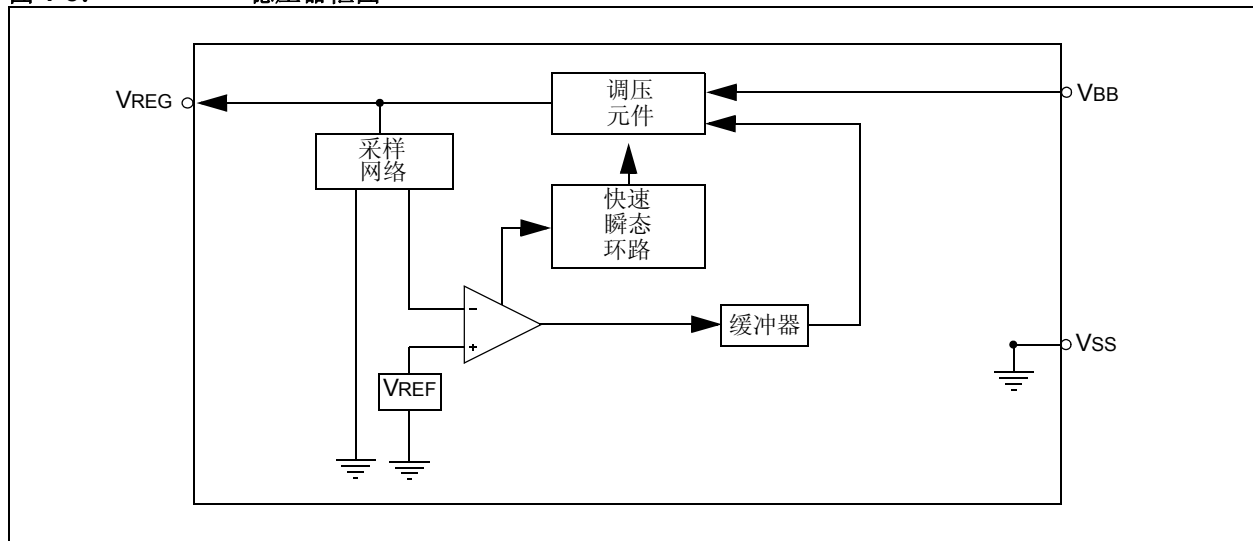
有关稳压器的电流负载能力，请参见图 1-11。

在掉电模式下，关闭 V_{BB} 监视。

注： 稳压器过载电流限值大约为 250 mA。稳压器输出电压 V_{REG} 受到监视。如果输出电压 V_{REG} 小于 V_{SD} ，稳压器将关闭。经过大约 3 ms 的恢复时间后，将再次检查 V_{REG} 。如果没有短路（ $V_{REG} > V_{SD}$ ），那么稳压器将保持开启状态。

稳压器需要外部输出旁路电容，以保持稳定。有关稳定工作所需的正确电容和 ESR 值，请参见图 2-1：“针对负载电容选择的 ESR 曲线”。

图 1-8: 稳压器框图



MCP2050

图 1-9: $V_{BB} = 12V$ 时 $5.0V_{REG}$ 与 I_{REG} 的关系

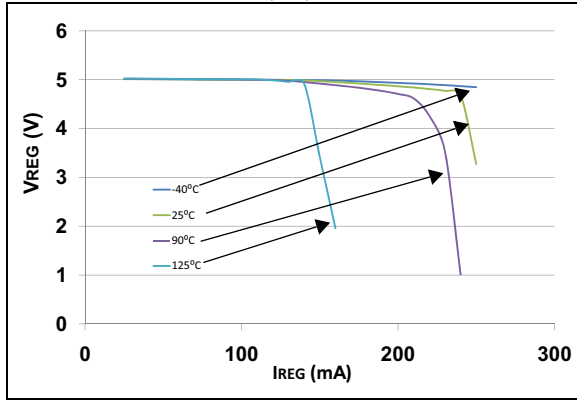


图 1-10: $V_{BB} = 12V$ 时 $3.3V_{REG}$ 与 I_{REG} 的关系

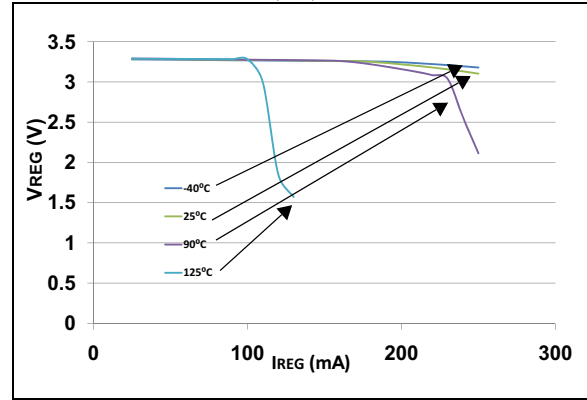


图 1-11: 上电复位时的稳压器输出

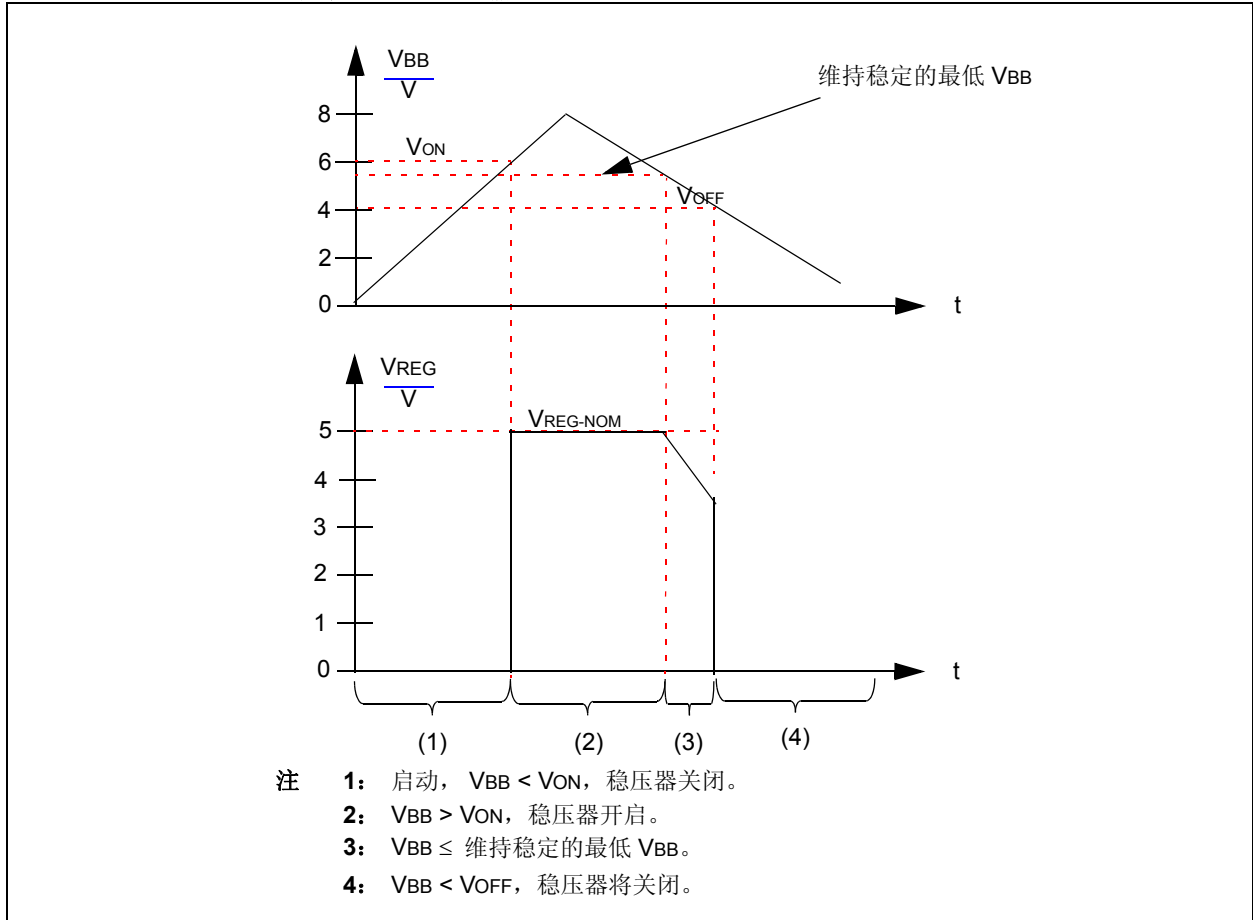
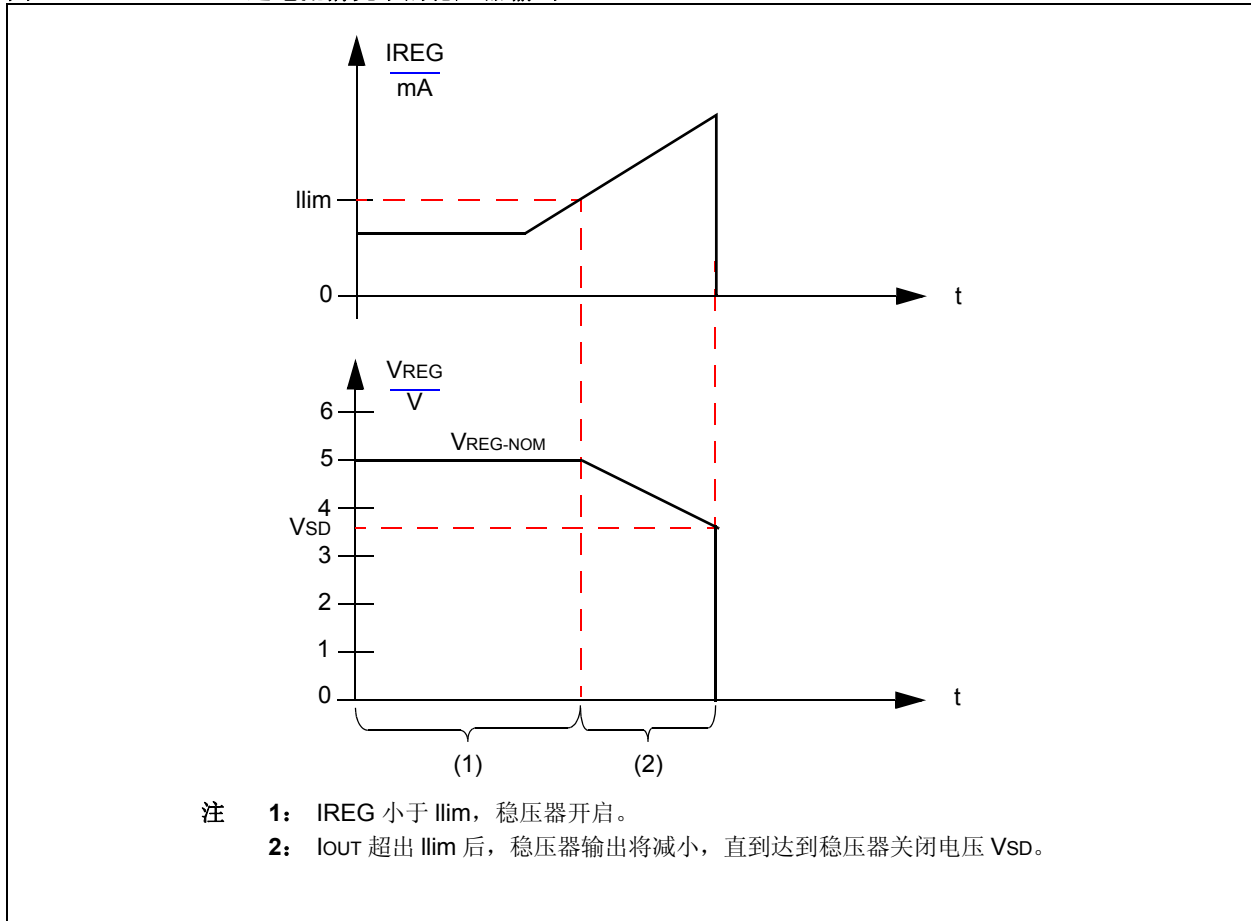


图 1-12: 过电流情况下的稳压器输出



1.6 可选外部保护

1.6.1 逆向电池保护

应使用外部电池反接阻断二极管来提供极性保护（见图 1-14）。

1.6.2 瞬态电压保护（负载突降）

V_{BB} 和地之间的外部 43V 瞬态抑制器（transient suppressor, TVS）二极管，与串接在电池电源和 V_{BB} 引脚间的瞬态保护电阻（RTP）一起，保护器件不受大于 43V 的电源瞬变和 ESD 事件损害（见图 1-14）。RTP 保护电阻的最大值取决于两个参数：器件的最小启动电压和 RTP 电阻对 V_{BB} 值的影响，即取决于总线隐性电平和斜率。

因此需要用三个公式来实现。

公式 1-1 根据用户需要的最小电池电压来提供最大 RTP 值。

公式 1-2 根据隐性电平（即 V_{BB} ）上的最大误差提供最大 RTP 值，因为器件使用 V_{BB} 作为隐性电平的参考值。

公式 1-3 根据 I_{REG} 变化时用户可以接受的斜率最大相关变化值提供最大 RTP 值。

由于必须同时满足公式 1-1 和公式 1-2，因此，允许的最大 RTP 值是求解公式 1-1 和公式 1-2 之后得到的两个值中较小的一个。

通常公式 1-1 为 RTP 设置较高的限制（较小的值），如下示例所示，其中 V_{BATmin} 为 8V。

但是，用户需要检查使用公式 1-1 求得的值是否也满足公式 1-2 和公式 1-3。

虽然此保护可选，但应该将其视为良好的工程实践。

MCP2050

公式 1-1:

$$R_{TP} \leq \frac{V_{BATmin} - 5.5V}{250mA}$$

$$5.5V = V_{OFF} + 1.0V$$

$V_{BB} = 5.5V$ 时, $250mA$ 是上电时的峰值电流。

假设 $V_{BATmin} = 8V$ 。公式 1-1 得到 10Ω 。

公式 1-2:

$$R_{TP} \leq \Delta V_{RECESSIVE} / I_{REGMAX}$$

$\Delta V_{RECESSIVE}$ 是隐性电平上承受的最大变化值。

假设 $\Delta V_{RECESSIVE} = 1V$ 且 $I_{REGMAX} = 50mA$ 。公式 1-2 得到 20Ω 。

公式 1-3:

$$R_{TP} \leq \frac{\Delta Slope \times (V_{BATmin} - 1V)}{I_{regmax}}$$

$\Delta Slope$ 是斜率承受的最大变化值, 而 I_{REGMAX} 是稳压器将提供给负载的最大电流。

$V_{BATmin} > V_{OFF} + 1.0V$ 。

假设 $\Delta Slope = 15\%$ 、 $V_{BATmin} = 8V$ 且 $I_{REGMAX} = 50mA$ 。公式 1-2 得到 20Ω 。

1.6.3 C_{BAT} 电容

建议选择 $C_{BAT} = 10 \times C_{REG}$, 但是, 这会导致高电容值。根据某些规则, 可以使用较低的 C_{BAT} 电容值。在任何情况下, 器件开启时, V_{BB} 引脚处的电压应该保持在 V_{OFF} 以上。

启动时的电流峰值 (由于 C_{REG} 和 C_{BAT} 电容的快速充电) 可能引起 V_{BB} 引脚上的电压急剧降低。此降低值与 V_{BAT} 连接的阻抗成比例 (见图 1-14)。

假设 V_{BAT} 连接主要是感性和阻性连接, 且客户知道该连接的阻性值和感性值。

以下公式指出客户应该用于 C_{BAT} 的最小值:

公式 1-4:

$$\frac{C_{BAT}}{C_{REG}} = \sqrt{\frac{100L^2 + R_{tot}^2}{1 + L^2 + \frac{R_{tot}^2}{100}}}$$

其中, L 的单位为 mH , 而 R_{tot} 的单位为 Ω 。
 $R_{TOT} = R_{LINE} + R_{TP}$ 。

此公式允许 C_{BAT}/C_{REG} 值低于 $10 \times$ 我们建议的比率。

假设在 $R_{TOT} = 0.1\Omega$ 且 $L = 0.1mH$ 条件下连接质量良好。

求解公式得出 $C_{BAT}/C_{REG} = 1$ 。

如果我们将 R_{TOT} 增加到 1Ω , 结果将变为 $C_{BAT}/C_{REG} = 1.4$ 。

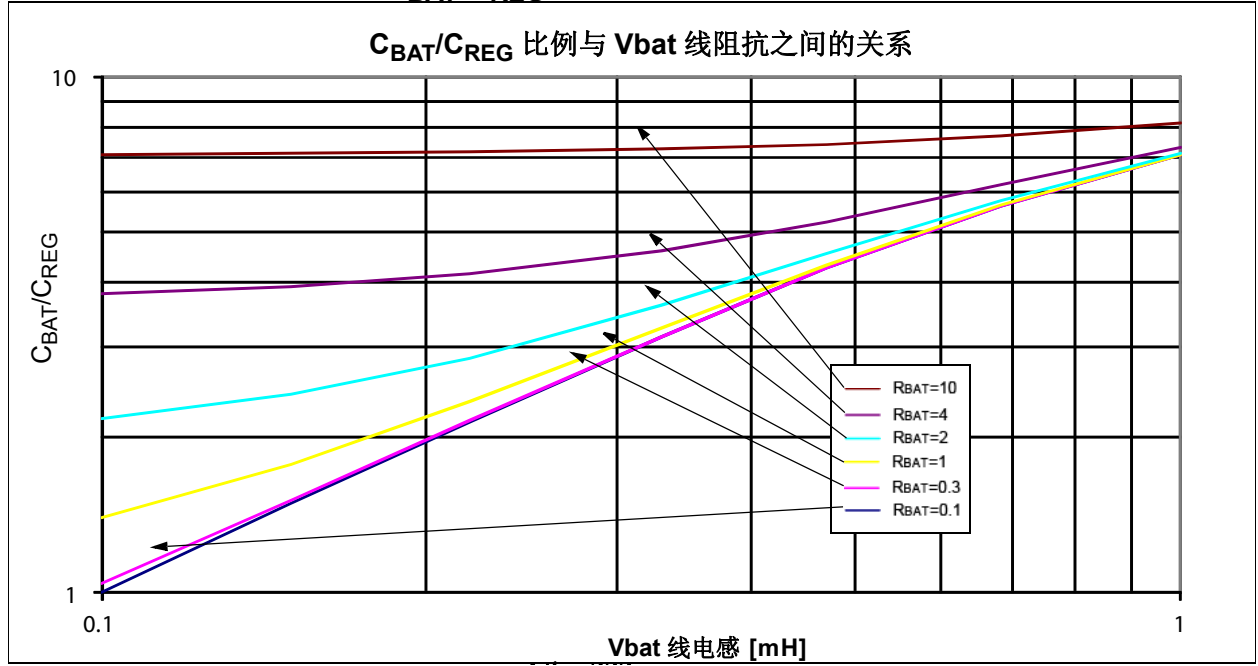
但是, 如果连接为高阻性或高感性连接 (连接质量差), C_{BAT}/C_{REG} 比率将急剧升高。

高感性连接: 假设 $R_{TOT} = 0.1\Omega$ 且 $L = 1mH$: C_{BAT}/C_{REG} 比率增加到 7!

高阻性连接: 假设 $R_{TOT} = 10\Omega$ 且 $L = 0.1mH$: C_{BAT}/C_{REG} 比率也将增加到 7!

图 1-13 给出了最小 C_{BAT}/C_{REG} 推荐比率, 作为 V_{BAT} 连接阻抗的函数。

图 1-13: 最小推荐 C_{BAT}/C_{REG} 比率



1.8 ICSP™ 注意事项

MCP2050 连接到支持在线串行编程的引脚时，应注意以下几点：

- 用于编程单片机的电源可以由编程器或 MCP2050 提供。
- VREG 引脚上的电压应不超过第 2.3 节 “直流规范” 中 V_{REG} 的最大值。

MCP2050

注:

2.0 电气特性

2.1 绝对最大值 †

RXD 和 $\overline{\text{RESET}}$ 上的 V_{IN} 直流电压	-0.3V 至 $V_{\text{REG}}+0.3$
TXD、CS/LWAKE 和 $\overline{\text{FAULT}}/\text{TXE}$ 上的 V_{IN} 直流电压	-0.3 至 +40V
V_{BB} 电池电压（连续，非工作状态）（注 1）	-0.3 至 +40V
V_{BB} 电池电压（非工作状态，LIN 总线隐性，无稳压器负载， $t < 60\text{s}$ ）（注 2）	-0.3 至 +43V
V_{BB} 电池电压（ISO 7637 瞬态测试 1）	-100V
V_{BB} 电池电压（ISO 7637 瞬态测试 2a）	+75V
V_{BB} 电池电压（ISO 7637 瞬态测试 3a）	-150V
V_{BB} 电池电压（ISO 7637 瞬态测试 3b）	+100V
$V_{\text{L}}\text{BUS}$ 总线电压（连续）	-18 至 +30V
$V_{\text{L}}\text{BUS}$ 总线电压（瞬态）（注 3）	-27 至 +43V
$I_{\text{L}}\text{BUS}$ 总线短路电流限制	200 mA
LIN 和 V_{BB} 上的 ESD 保护（IEC 61000-4-2）（注 4）	± 15 KV
LIN 和 V_{BB} 上的 ESD 保护（人体模型）（注 5）	± 8 KV
所有其他引脚的 ESD 保护（人体模型）（注 5）	± 4 KV
所有引脚的 ESD 保护（充电器件模型）（注 6）	$\pm 1500\text{V}$
所有引脚的 ESD 保护（机器模型）（注 7）	$\pm 200\text{V}$
最大结温	150°C
储存温度	-65 至 +150°C

注 1：符合 LIN 2.x 规范。

注 2：符合 SAE J2602-2 规范。

注 3：符合 ISO 7637/1 负载突降标准（ $t < 500$ ms）。

注 4：根据 IEC 61000-4-2 标准，330 Ω 、150 pF 和收发器 EMC 测试规范 [2] 到 [4]。

注 5：根据 AEC-Q100-002/JESD22-A114 标准。

注 6：根据 AEC-Q100-011B 标准。

注 7：根据 AEC-Q100-003/JESD22-A115 标准。

†注意：如果器件的工作条件超过上述“绝对最大值”，可能会对器件造成永久性损坏。这仅是极限参数，我们不建议器件工作在极限值甚至超过上述极限值。器件长时间工作在极限条件下可能会影响其可靠性。

2.2 本文档中使用的命名法

本数据手册中使用的一些术语和名称与 LIN 规范中引用的有所差异。下面列出了等价表示。

LIN 2.1 名称	在后面各表中使用的术语	定义
V _{BAT}	未使用	ECU 工作电压
V _{SUP}	V _{BB}	器件引脚上的电源电压
V _{BUS_LIM}	I _{SC}	驱动器的电流限制
V _{BUSREC}	V _{IH} (L _{BUS})	隐性状态
V _{BUSDOM}	V _{IL} (L _{BUS})	显性状态

MCP2050

2.3 直流规范

直流规范		电气特性: 除非另外声明, 否则所有限值满足如下规定: V _{BB} = 6.0V 至 18.0V T _A = -40°C 至 +125°C				
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
电源						
V _{BB} 静态工作电流	IBBQ	—	—	200	μA	I _{OUT} = 0 mA, L _{BUS} 隐性 V _{REG} = 5.0V
		—	—	200	μA	I _{OUT} = 0 mA, L _{BUS} 隐性 V _{REG} = 3.3V
使能了看门狗定时器的 V _{BB} 静态工作电流	IBBQWDT	—	—	250	μA	I _{OUT} = 0 mA, L _{BUS} 隐性 V _{REG} = 5.0V
				250		I _{OUT} = 0 mA, L _{BUS} 隐性 V _{REG} = 3.3V
V _{BB} 就绪电流	IBBRD	—	—	100	μA	I _{OUT} = 0 mA, L _{BUS} 隐性 V _{REG} = 5.0V
		—	—	100	μA	I _{OUT} = 0 mA, L _{BUS} 隐性 V _{REG} = 3.3V
使能了看门狗定时器的 V _{BB} 发送器关闭电流	IBBRDWDT	—	—	130	μA	稳压器开启, 发送器关闭, 接收器开启, FAULT/TXE = V _{IL} , CS = V _{IH} , V _{REG} = 5.0V
				130		稳压器开启, 发送器关闭, 接收器开启, FAULT/TXE = V _{IL} , CS = V _{IH} , V _{REG} = 3.3V
禁止了看门狗定时器的 V _{BB} 发送器关闭电流	IBBTO	—	—	100	μA	稳压器开启, 发送器关闭, 接收器开启, FAULT/TXE = V _{IL} , CS = V _{IH} , V _{REG} = 5.0V
		—	—	100	μA	稳压器开启, 发送器关闭, 接收器开启, FAULT/TXE = V _{IL} , CS = V _{IH} , V _{REG} = 3.3V
V _{BB} 掉电电流	IBBPD	—	4.5	8	μA	稳压器关闭, 接收器开启, 发送器关闭, FAULT/TXE = V _{IH} , TXD = V _{IH} , CS = V _{IL}
V _{SS} 悬空时的 V _{BB} 电流	IBBNOGND	-1	—	1	mA	V _{BB} = 12V, GND 至 V _{BB} , V _{LIN} = 0-18V
单片机接口						
高电平输入电压 (TXD、FAULT/TXE 和 WWDTRIG)	V _{IH}	2.0	—	V _{REG} +0.3	V	

2.3 直流规范 (续)

直流规范	电气特性: 除非另外声明, 否则所有限值满足如下规定: $V_{BB} = 6.0V$ 至 $18.0V$ $T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$					
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
低电平输入电压 (TXD、FAULT/TXE 和 WWDTRIG)	VIL	-0.3	—	0.8	V	
高电平输入电流 (TXD、FAULT/TXE 和 WWDTRIG)	I _{IH}	-2.5	—	0.4	μA	输入电压 = 4.0V, 约 800 kΩ 内部自适应上拉
低电平输入电流 (TXD、FAULT/TXE 和 WWDTRIG)	I _{IL}	-10	—	—	μA	输入电压 = 0.5V, 约 800 kΩ 内部自适应上拉
高电平输入电压 (CS/LWAKE)	V _{IH}	2.0	—	V _{BB}	V	通过一个限流电阻
低电平输入电压 (CS/LWAKE)	V _{IL}	-0.3	—	0.8	V	
高电平输入电流 (CS/LWAKE)	I _{IH}	—	—	8.0	μA	输入电压 = 0.8 V _{REG} , 约 1.3 MΩ 内部电阻下拉到 V _{SS}
低电平输入电流 (CS/LWAKE)	I _{IL}	—	—	5.0	μA	输入电压 = 0.2 V _{REG} , 约 1.3 MΩ 内部电阻下拉到 V _{SS}
低电平输出电压 (RXD)	V _{OLRXD}	—	—	0.2 V _{REG}	V	I _{OL} = 2 mA
高电平输出电压 (RXD)	V _{OHRXD}	0.8 V _{REG}	—	—	V	I _{OH} = 2 mA
低电平输出电压 (FAULT/TXE)	V _{OLOD}	—	—	1.0	V	I _{OL} = 4 mA
低电平输出电压 (RESET)	V _{OLRST}	—	—	1.0	V	I _{OL} = 4 mA

MCP2050

2.3 直流规范 (续)

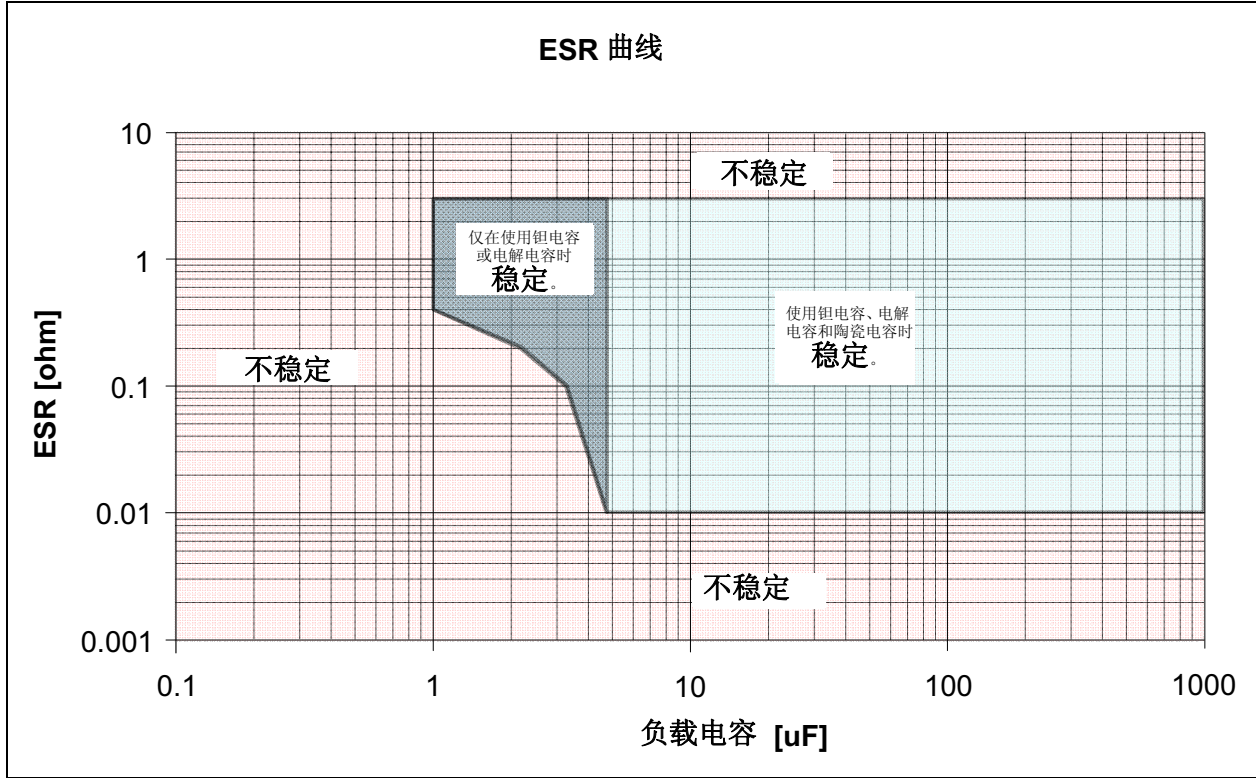
直流规范		电气特性: 除非另外声明, 否则所有限值满足如下规定: $V_{BB} = 6.0V$ 至 $18.0V$ $T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$				
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
总线接口 (对于 V_{BB} 范围在 6.0 到 18.0V 内的直流规范)						
高电平输入电压	$V_{IH}(LBUS)$	$0.6 V_{BB}$	—	—	V	隐性状态
低电平输入电压	$V_{IL}(LBUS)$	-8	—	$0.4 V_{BB}$	V	显性状态
输入迟滞	V_{HYS}	—	—	$0.175 V_{BB}$	V	$V_{IH}(LBUS) - V_{IL}(LBUS)$
低电平输出电流	$I_{OL}(LBUS)$	40	—	200	mA	输出电压 = $0.1 V_{BB}$, $V_{BB} = 12V$
输入引脚上的上拉电流	$I_{PU}(LBUS)$	-180	—	-72	μA	约 30 k Ω 内部上拉 ($V_{IH}(LBUS) = 0.7 V_{BB}$ 时), $V_{BB} = 12V$
短路电流限制	I_{SC}	50	—	200	mA	(注 1)
高电平输出电压	$V_{OH}(LBUS)$	$0.8 V_{BB}$	—	V_{BB}	V	
驱动器显性电压	V_{LOSUP}	—	—	1.1	V	$V_{BB} = 7.3V$, $R_{LOAD} = 1000\Omega$
驱动器显性电压	V_{HISUP}	—	—	1.2	V	$V_{BB} = 18V$, $R_{LOAD} = 1000\Omega$
输入泄漏电流 (显性总线电平期间接收器上)	$I_{BUS_PAS_DOM}$	-1	—	—	mA	驱动器关闭, $V_{BUS} = 0V$, $V_{BB} = 12V$
输入泄漏电流 (隐性总线电平期间接收器上)	$I_{BUS_PAS_REC}$	-20	—	20	μA	驱动器关闭, $8V < V_{BB} < 18V$ $8V < V_{BUS} < 18V$ $V_{BUS} \geq V_{BB}$
泄漏电流 (与地断开连接)	$I_{BUS_NO_GND}$	-10	—	+10	μA	$GND_{DEVICE} = V_{BB}$, $0V < V_{BUS} < 18V$, $V_{BB} = 12V$
泄漏电流 (与 V_{BB} 断开连接)	$I_{BUS_NO_PWR}$	-10	—	+10	μA	$V_{BB} = GND$, $0 < V_{BUS} < 18V$
接收器中心电压	V_{BUS_CNT}	$0.475 V_{BB}$	$0.5 V_{BB}$	$0.525 V_{BB}$	V	$V_{BUS_CNT} = (V_{IL}(LBUS) + V_{IH}(LBUS))/2$
从节点端接电阻	R_{SLAVE}	20	30	47	k Ω	(注 2)
从节点的电容	C_{SLAVE}			50	pF	(注 2)
LIN 总线上的唤醒电压阈值	$V_{WK}(LBUS)$	—	—	3.4	V	从掉电模式唤醒 (注 3)
注 1: 内部电流限制。最大恢复时间为 2.0 ms ($R_{LBUS} = 0\Omega$, $T_X = 0$, $V_{LBUS} = V_{BB}$)。 注 2: 仅用于设计指导, 未经测试。 注 3: 在掉电模式下, 正常的 LIN 隐形 / 显性阈值被禁止; $V_{WK}(LBUS)$ 用于检测总线活动。						

2.3 直流规范 (续)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
直流规范 电气特性: 除非另外声明, 否则所有限值满足如下规定: $V_{BB} = 6.0V$ 至 $18.0V$ $T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$ $C_{LOADREG} = 10 \mu F$						
稳压器 —— 5.0V						
输出电压范围	V_{REG}	4.85	5.00	5.15	V	$0 \text{ mA} < I_{OUT} < 70 \text{ mA}$
线路稳定度	ΔV_{OUT1}	—	10	50	mV	$I_{OUT} = 1 \text{ mA}$, $6.0V < V_{BB} < 18V$
负载稳定度	ΔV_{OUT2}	—	10	50	mV	$5 \text{ mA} < I_{OUT} < 70 \text{ mA}$, $6.0V < V_{BB} < 12V$
电源纹波抑制比	PSRR	—	—	50	dB	$1 V_{PP}$ @10-20 kHz $I_{LOAD} = 20 \text{ mA}$
输出噪声电压	eN	—	—	100	μV_{RMS}	10 Hz – 40 MHz $C_{FILTER} = 10 \mu f$, $C_{BP} = 0.1 \mu f$, $I_{LOAD} = 20 \text{ mA}$
关断电压阈值	V_{SD}	3.5	—	4.0	V	见图 1-12 (注 1)
关闭输出的输入电压	V_{OFF}	3.9	—	4.5	V	
开启输出的输入电压	V_{ON}	5.25	—	6.0	V	
稳压器 —— 3.3V						
输出电压	V_{REG}	3.20	3.30	3.40	V	$0 \text{ mA} < I_{OUT} < 70 \text{ mA}$
线路稳定度	ΔV_{OUT1}	—	10	50	mV	$I_{OUT} = 1 \text{ mA}$, $6.0V < V_{BB} < 18V$
负载稳定度	ΔV_{OUT2}	—	10	50	mV	$5 \text{ mA} < I_{OUT} < 70 \text{ mA}$, $6.0V < V_{BB} < 12V$
电源纹波抑制比	PSRR	—	—	50	dB	$1 V_{PP}$ @10-20 kHz, $I_{LOAD} = 20 \text{ mA}$
输出噪声电压	eN	—	—	100	μV_{RMS} \sqrt{Hz}	10 Hz – 40 MHz $C_{FILTER} = 10 \mu f$, $C_{BP} = 0.1 \mu f$, $I_{LOAD} = 20 \text{ mA}$
关断电压	V_{SD}	2.5	—	2.7	V	见图 1-12 (注 1)
关闭输出的输入电压	V_{OFF}	3.9	—	4.5	V	
开启输出的输入电压	V_{ON}	5.25	—	6	V	
注 1: 仅用于设计指导, 未经测试。						

MCP2050

图 2-1: 针对负载电容选择的 ESR 曲线



2.4 交流规范

交流特性		V _{BB} = 6.0V 至 18.0V ; TA = -40°C 至 +125°C				
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
总线接口 —— 恒定斜率时间参数（对于 V_{BB} 范围在 6.0 至 18.0V 内的交流规范）						
上升沿和下降沿斜率	t _{SLOPE}	3.5	—	22.5	μs	7.3V ≤ V _{BB} ≤ 18V
发送器传播延时	t _{TRANSPD}	—	—	5.0	μs	t _{TRANSPD} = (t _{TRANSPDR} 或 t _{TRANSPDF}) 中的较大者
接收器传播延时	t _{RECPD}	—	—	6.0	μs	t _{RECPD} = (t _{RECPDR} 或 t _{RECPDF}) 中的较大者
接收器上升沿与下降沿传播延时的对称性	t _{RECSYM}	-2.0	—	2.0	μs	t _{RECSYM} = (t _{RECPDF} - t _{RECPDR}) 的最大值 R _{RXD} 为 2.4 kΩ 至 V _{CC} , C _{RXD} 为 20 pF
发送器上升沿与下降沿传播延时的对称性	t _{TRANSYM}	-2.0	—	2.0	μs	t _{TRANSYM} = (t _{TRANSPDF} - t _{TRANSPDR}) 的最大值
总线显性超时时间	t _{TO(LIN)}	—	25	—	ms	
总线冲突报告的 FAULT/TXE 采样时间	t _{FAULT}	—	—	32.5	μs	t _{FAULT} = (t _{TRANSPD} + t _{SLOPE} + t _{RECPD}) 的最大值
占空比 1 @20.0 kbit/s		0.396	—	—	%t _{BIT}	CBUS ; R _{BUS} 条件: 1 nF ; 1 kΩ 6.8 nF ; 660Ω 10 nF ; 500Ω TH _{REC} (MAX) = 0.744 x V _{BB} , TH _{DOM} (MAX) = 0.581 x V _{BB} , V _{BB} = 7.0V - 18V ; t _{BIT} = 50 μs。 D1 = t _{BUS_REC} (MIN) / 2 x t _{BIT})
占空比 2 @20.0 kbit/s		—	—	0.581	%t _{BIT}	CBUS ; R _{BUS} 条件: 1 nF ; 1 kΩ 6.8 nF ; 660Ω 10 nF ; 500Ω TH _{REC} (MAX) = 0.284 x V _{BB} , TH _{DOM} (MAX) = 0.422 x V _{BB} , V _{BB} = 7.6V - 18V ; t _{BIT} = 50 μs。 D2 = t _{BUS_REC} (MAX) / 2 x t _{BIT})
占空比 3 @10.4 kbit/s		0.417	—	—	%t _{BIT}	CBUS ; R _{BUS} 条件: 1 nF ; 1 kΩ 6.8 nF ; 660Ω 10 nF ; 500Ω TH _{REC} (MAX) = 0.778 x V _{BB} , TH _{DOM} (MAX) = 0.616 x V _{BB} , V _{BB} = 7.0V - 18V ; t _{BIT} = 96 μs。 D3 = t _{BUS_REC} (MIN) / 2 x t _{BIT})
占空比 4 @10.4 kbit/s		—	—	0.590	%t _{BIT}	CBUS ; R _{BUS} 条件: 1 nF ; 1 kΩ 6.8 nF ; 660Ω 10 nF ; 500Ω TH _{REC} (MAX) = 0.251 x V _{BB} , TH _{DOM} (MAX) = 0.389 x V _{BB} , V _{BB} = 7.6V - 18V ; t _{BIT} = 96 μs。 D4 = t _{BUS_REC} (MAX) / 2 x t _{BIT})

MCP2050

2.4 交流规范 (续)

交流特性						
V _{BB} = 6.0V 至 18.0V ; TA = -40°C 至 +125°C						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
稳压器						
总线活动消抖时间	t _{BDB}	30	80	250	μs	
总线活动到稳压器使能的时间	t _{BACTIVE}	35	—	200	μs	
稳压器使能到进入就绪模式的时间	t _{VEVR}	300	—	1200	μs	(注 1)
片选到进入就绪模式的时间	t _{CSR}	—	—	230	μs	(注 2)
片选到掉电的时间	t _{CSPD}	—	—	300	μs	(注 2)
短路到关断的时间	t _{SHUTDOWN}	20	—	100	μs	
RESET 时序						
V _{REG} 正常检测到 $\overline{\text{RESET}}$ 无效的时间	t _{RPU}	—	—	60.0	μs	(注 2)
V _{REG} 不正常检测到 $\overline{\text{RESET}}$ 有效的时间	t _{RPD}	—	—	60.0	μs	(注 2)

注 1: 时间大小取决于外部电容和负载。测试条件: C_{REG} = 4.7 μF, 无电阻负载。

注 2: 仅用于设计指导, 未经测试。

2.5 热规范

热特性					
参数	符号	典型值	最大值	单位	测试条件
恢复温度	θ _{RECOVERY}	+140	—	°C	
关断温度	θ _{SHUTDOWN}	+150	—	°C	
短路恢复时间	t _{THERM}	1.5	5.0	ms	
封装热阻					
热阻, 14 引脚 PDIP	θ _{JA}	70	—	°C/W	
热阻, 14 引脚 SOIC	θ _{JA}	95.3	—	°C/W	
热阻, 20 引脚 QFN	θ _{JA}	36.1	—	°C/W	

注 1: 最大功耗是 T_{JMAX}、θ_{JA} 和环境温度 T_A 的函数。在某个环境温度下最大允许功耗 P_D = (T_{JMAX} - T_A) θ_{JA}。如果功耗超过此值, 管芯温度将上升至 150°C 以上, 而且 MCP2050 将会进入热关断。

2.6 时序图和规范

图 2-2: 总线时序图

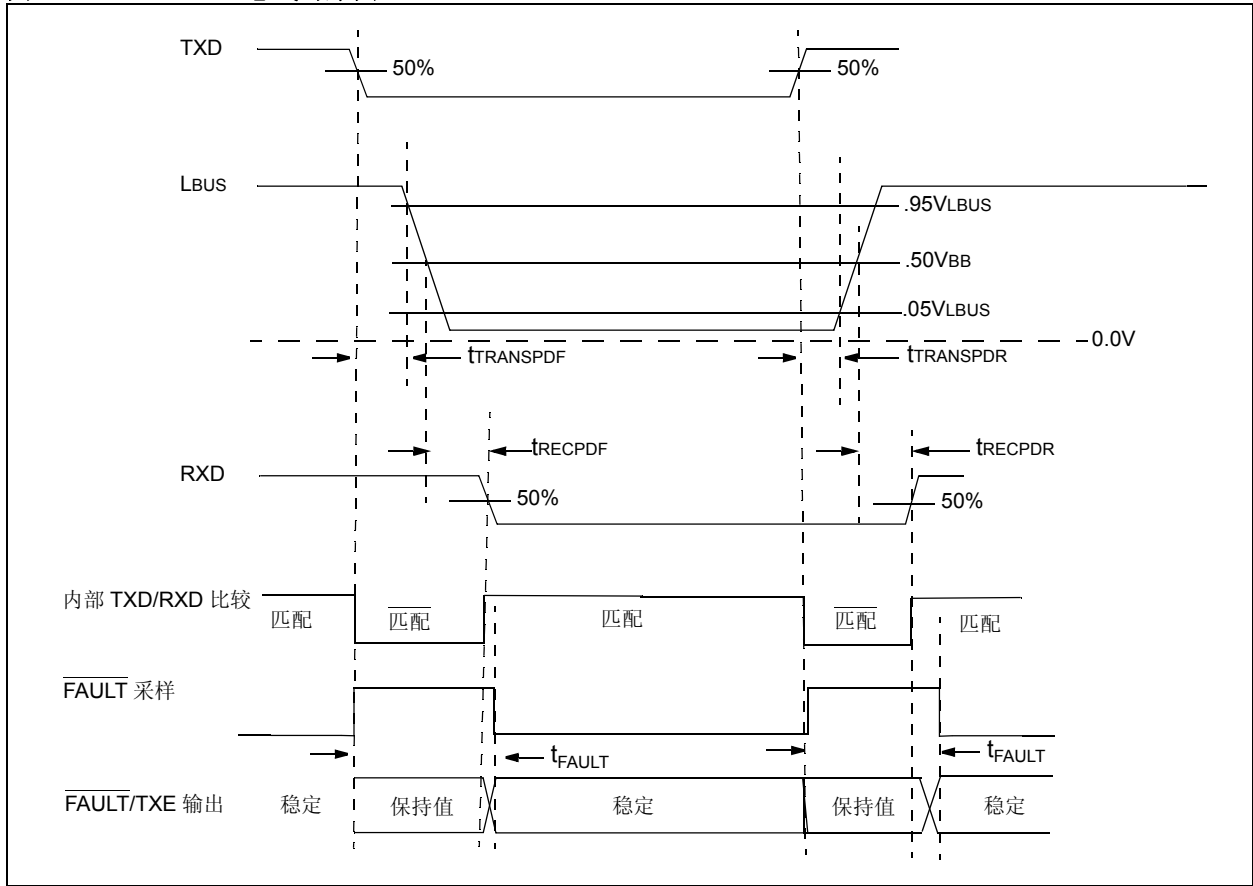
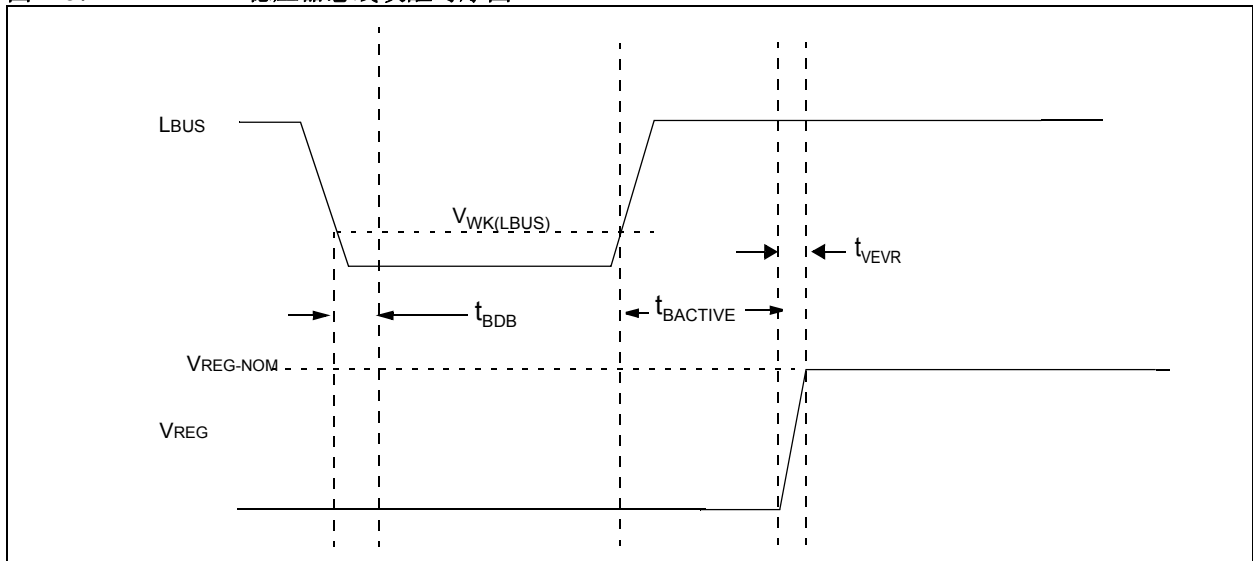


图 2-3: 稳压器总线唤醒时序图



MCP2050

图 2-4: CS/LWAKE、稳压器和 RESET 时序图

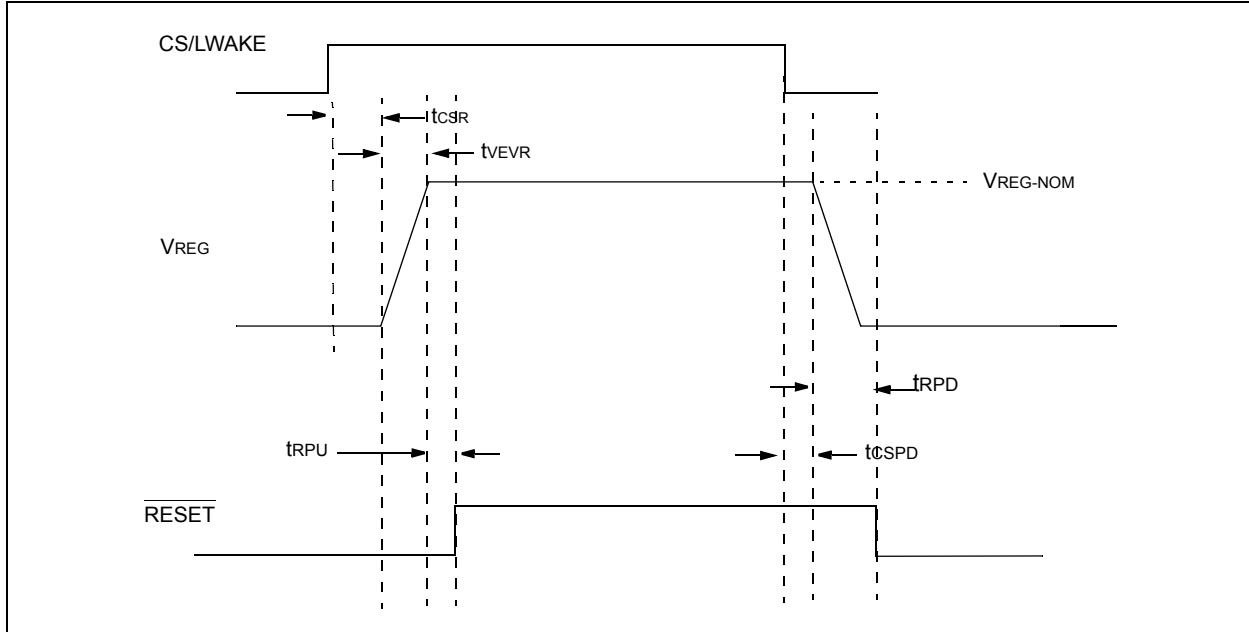


图 2-5: IBBQ 与温度的典型曲线 (5.0V)

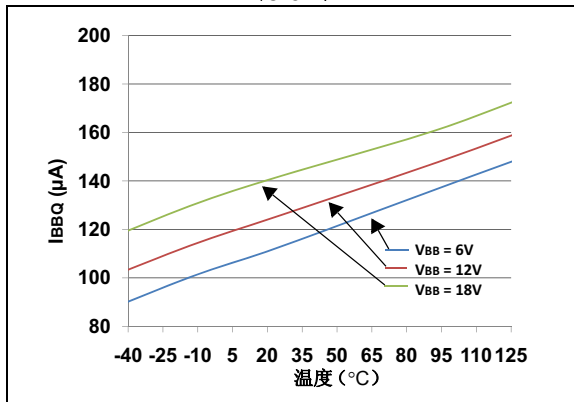


图 2-7: IPD 与温度的典型曲线 (5.0V)

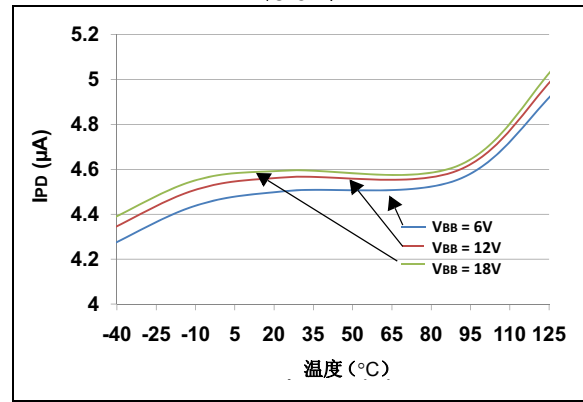


图 2-6: IBBTO 与温度的典型曲线 (5.0V)

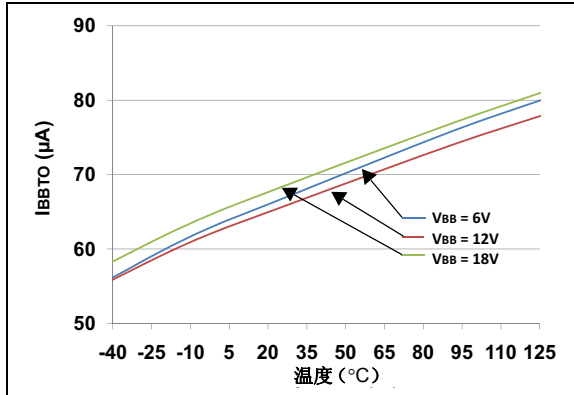


图 2-8: IBBQ 与温度的典型曲线 (3.3V)

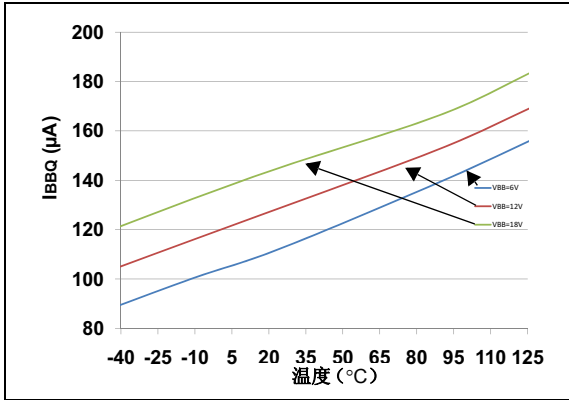


图 2-10: IPD 与温度的典型曲线 (3.3V)

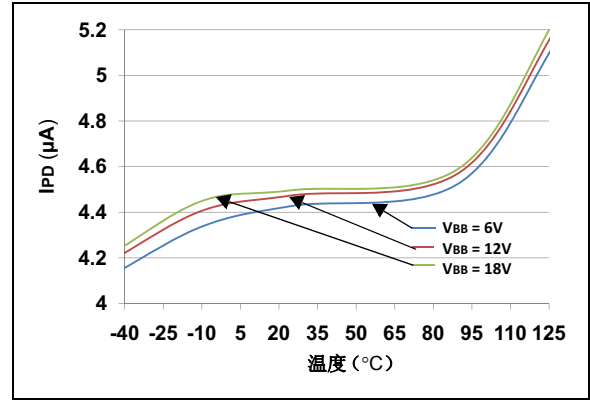
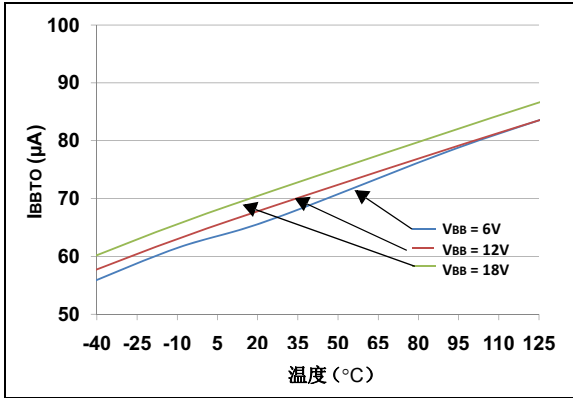


图 2-9: IBBTO 与温度的典型曲线 (3.3V)



MCP2050

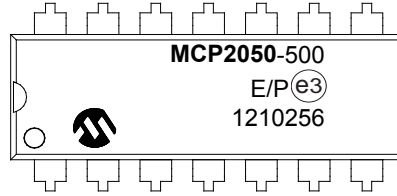
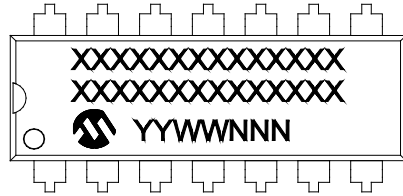
注:

3.0 封装信息

3.1 封装标识信息

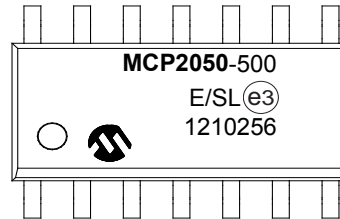
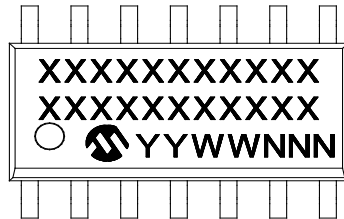
14 引脚 PDIP (300 mil)

示例



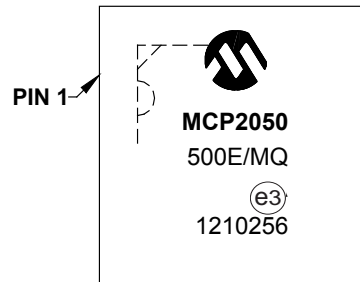
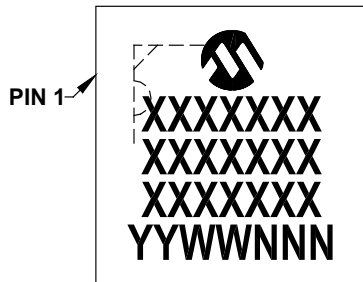
14 引脚 SOIC (150 mil)

示例



20 引脚 QFN (5x5x0.9 mm)

示例



图注:

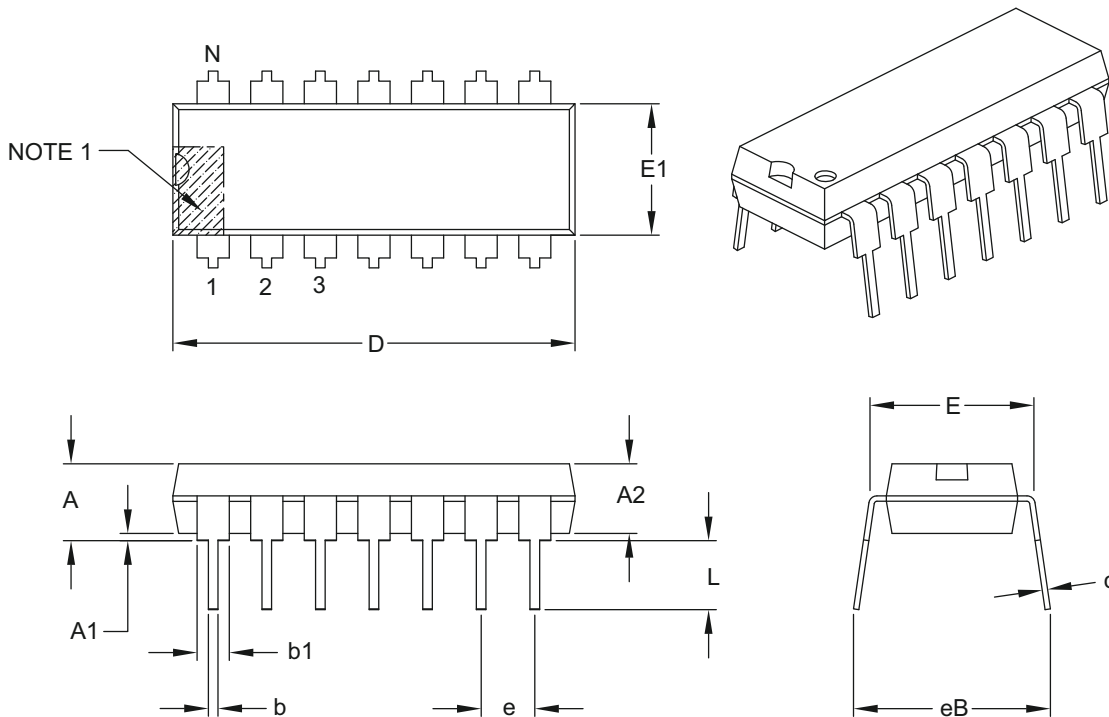
- XX...X 客户指定信息
- Y 年份代码 (日历年的最后一位数字)
- YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)
- WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
- NNN 以字母数字排序的追踪代码
- (e3) 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC 无铅标志
- * 表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 (e3) 标示于此种封装的外包装上。

注: Microchip 部件编号如果无法在同一行内完整标注, 将换行标出, 因此会限制表示客户指定信息的字符数。

MCP2050

14 引脚塑封双列直插式封装 (P) —— 主体 300 mil [PDIP]

注：最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



Dimension Limits	Units	INCHES		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	14		
Pitch	e	.100 BSC		
Top to Seating Plane	A	–	–	.210
Molded Package Thickness	A2	.115	.130	.195
Base to Seating Plane	A1	.015	–	–
Shoulder to Shoulder Width	E	.290	.310	.325
Molded Package Width	E1	.240	.250	.280
Overall Length	D	.735	.750	.775
Tip to Seating Plane	L	.115	.130	.150
Lead Thickness	c	.008	.010	.015
Upper Lead Width	b1	.045	.060	.070
Lower Lead Width	b	.014	.018	.022
Overall Row Spacing §	eB	–	–	.430

Notes:

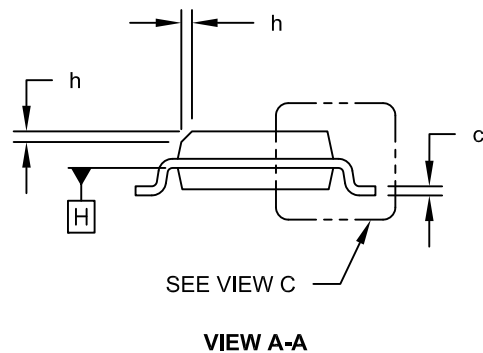
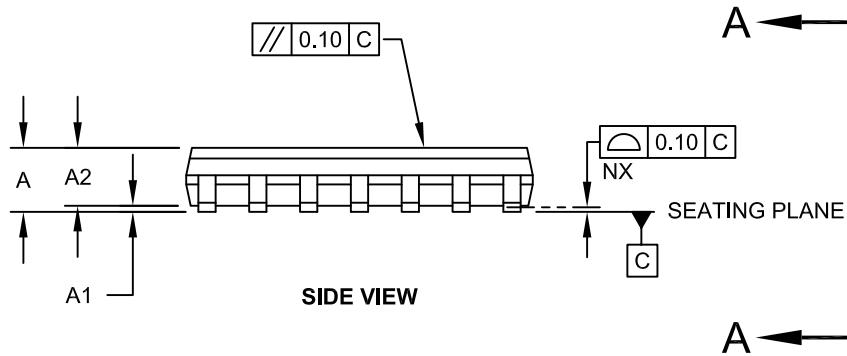
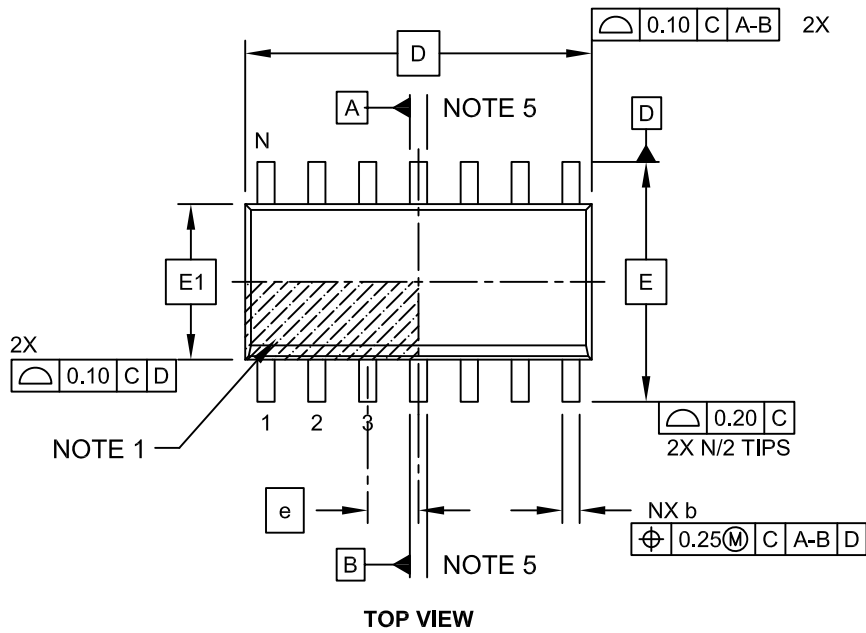
- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located with the hatched area.
- § Significant Characteristic.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-005B

14 引脚塑封窄条小外形封装 (SL) —— 主体 3.90 mm [SOIC]

注：最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。

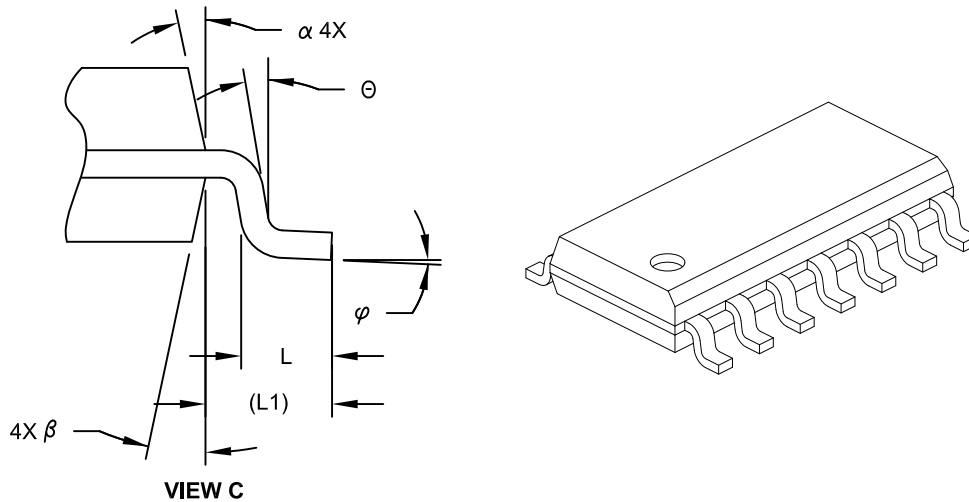


Microchip Technology Drawing No. C04-065C Sheet 1 of 2

MCP2050

14 引脚塑封窄条小外形封装 (SL) —— 主体 3.90 mm [SOIC]

注：最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	14		
Pitch	e	1.27 BSC		
Overall Height	A	-	-	1.75
Molded Package Thickness	A2	1.25	-	-
Standoff §	A1	0.10	-	0.25
Overall Width	E	6.00 BSC		
Molded Package Width	E1	3.90 BSC		
Overall Length	D	8.65 BSC		
Chamfer (Optional)	h	0.25	-	0.50
Foot Length	L	0.40	-	1.27
Footprint	L1	1.04 REF		
Lead Angle	θ	0°	-	-
Foot Angle	φ	0°	-	8°
Lead Thickness	c	0.10	-	0.25
Lead Width	b	0.31	-	0.51
Mold Draft Angle Top	α	5°	-	15°
Mold Draft Angle Bottom	β	5°	-	15°

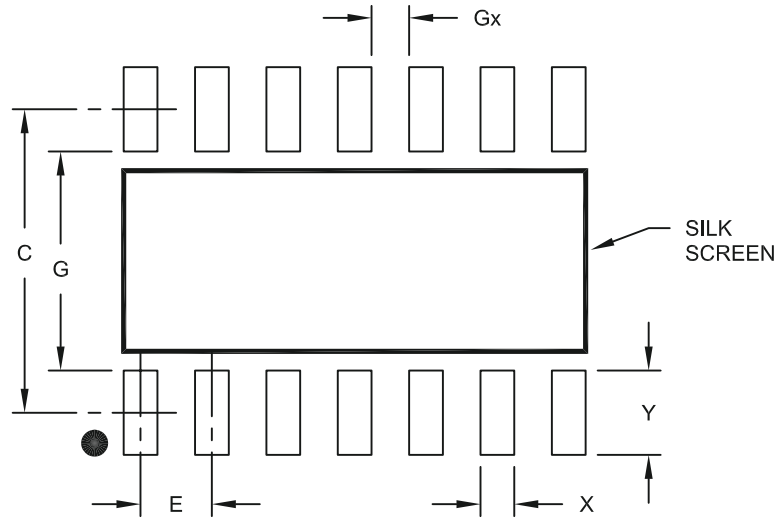
Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- § Significant Characteristic
- Dimension D does not include mold flash, protrusions or gate burrs, which shall not exceed 0.15 mm per end. Dimension E1 does not include interlead flash or protrusion, which shall not exceed 0.25 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.
- Datums A & B to be determined at Datum H.

Microchip Technology Drawing No. C04-065C Sheet 2 of 2

14 引脚塑封窄条小外形封装 (SL) —— 主体 3.90 mm [SOIC]

注：最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



RECOMMENDED LAND PATTERN

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	1.27 BSC		
Contact Pad Spacing	C	5.40		
Contact Pad Width	X			0.60
Contact Pad Length	Y			1.50
Distance Between Pads	Gx	0.67		
Distance Between Pads	G	3.90		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

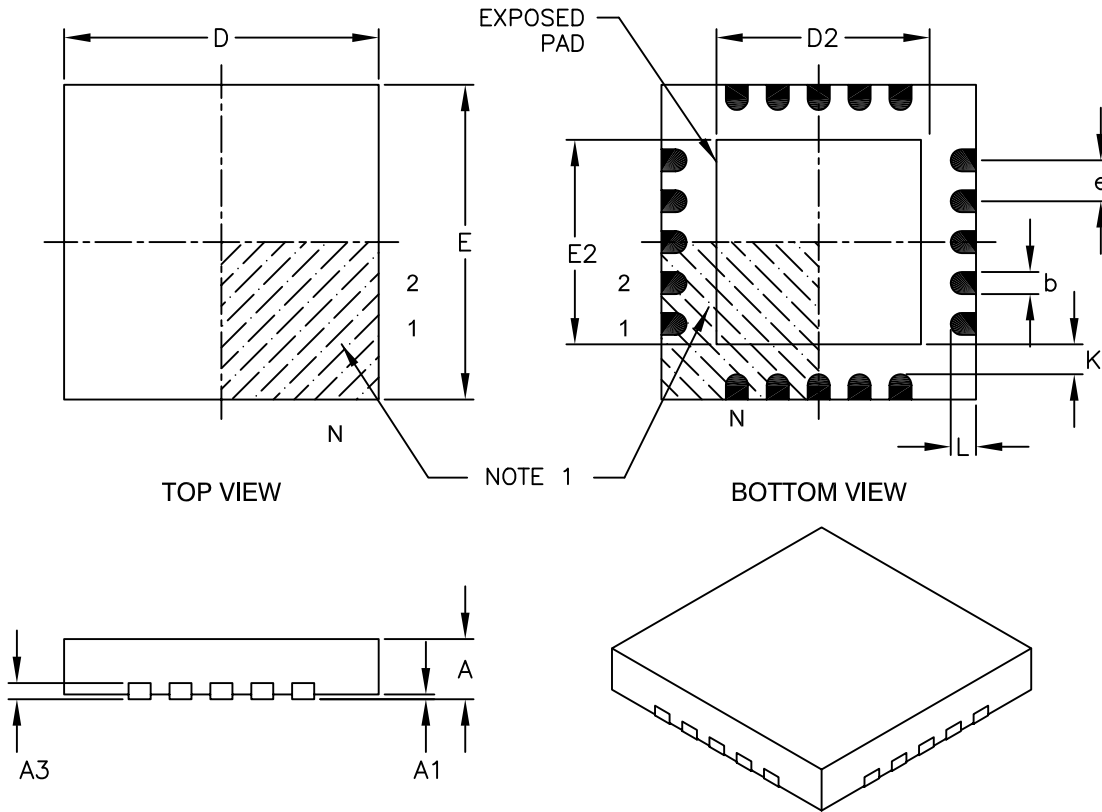
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2065A

MCP2050

20 引脚塑封正方扁平无脚封装 (MQ) —— 主体 5x5x0.9 mm [QFN]

注：最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	20		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	0.80	0.90	1.00
Standoff	A1	0.00	0.02	0.05
Contact Thickness	A3	0.20 REF		
Overall Width	E	5.00 BSC		
Exposed Pad Width	E2	3.15	3.25	3.35
Overall Length	D	5.00 BSC		
Exposed Pad Length	D2	3.15	3.25	3.35
Contact Width	b	0.25	0.30	0.35
Contact Length	L	0.35	0.40	0.45
Contact-to-Exposed Pad	K	0.20	-	-

Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Package is saw singulated.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

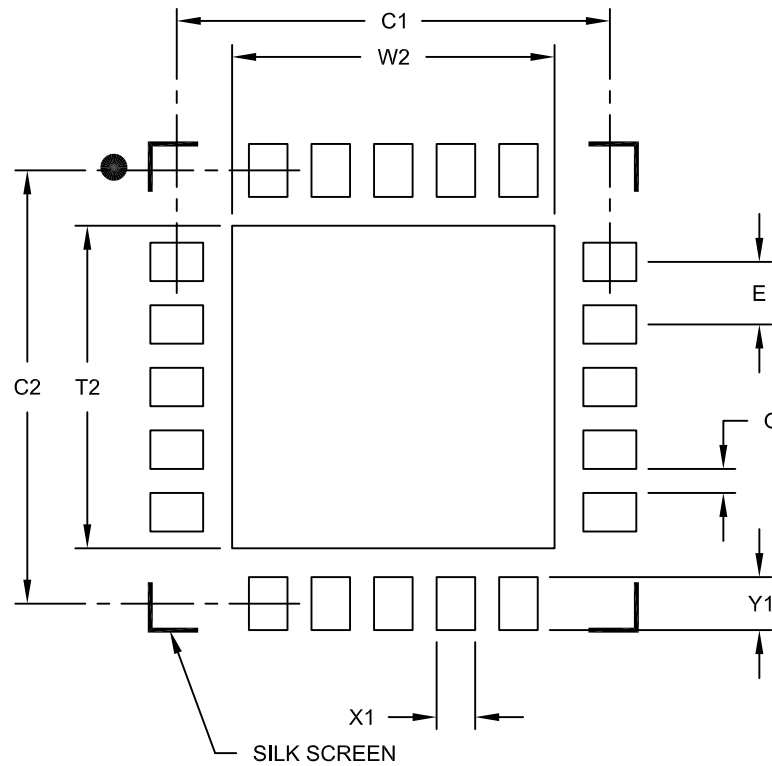
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-139B

20 引脚塑封正方扁平无脚封装 (MQ) —— 主体 5x5 mm, 触点长度 0.40 mm [QFN]

注: 最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



RECOMMENDED LAND PATTERN

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	0.65 BSC		
Optional Center Pad Width	W2			3.35
Optional Center Pad Length	T2			3.35
Contact Pad Spacing	C1		4.50	
Contact Pad Spacing	C2		4.50	
Contact Pad Width (X20)	X1			0.40
Contact Pad Length (X20)	Y1			0.55
Distance Between Pads	G	0.20		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2139A

MCP2050

注:

附录 A: 版本历史

版本 A (2012 年 3 月)

- 本文档的初始版本。

MCP2050

注:

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

部件编号	-X	/XX	示例:
器件	温度范围	封装	
器件:	MCP2021A: 带稳压器的 LIN 收发器 MCP2021AT: 带稳压器的 LIN 收发器 (卷带式) (仅限 SOIC 封装)		a) MCP2021A-330E/SL: 3.3V, 8 引脚 SOIC 封装 b) MCP2021A-330E/P: 3.3V, 8 引脚 PDIP 封装 c) MCP2021A-500E/SL: 5.0V, 8 引脚 SOIC 封装 d) MCP2021A-500E/P: 5.0V, 8 引脚 PDIP 封装 e) MCP2021AT-330E/SL: 卷带式, 3.3V, 8 引脚 SOIC 封装
温度范围:	E = -40°C 至 +125°C		f) MCP2021AT-500E/SL: 卷带式, 5.0V, 8 引脚 SOIC 封装
封装:		P = 8 引脚及 14 引脚塑封 DIP 封装 (主体 300 mil) SL = 14 引脚塑封 SOIC 封装 (主体 150 mil)	g) MCP2022A-330E/SL: 3.3V, 14 引脚 SOIC 封装 h) MCP2022A-330E/P: 3.3V, 14 引脚 PDIP 封装 i) MCP2022A-500E/SL: 5.0V, 14 引脚 SOIC 封装 j) MCP2022A-500E/P: 5.0V, 14 引脚 PDIP 封装 k) MCP2022AT-330E/SL: 卷带式, 3.3V, 14 引脚 SOIC 封装 l) MCP2022AT-500E/SL: 卷带式, 5.0V, 14 引脚 SOIC 封装

MCP2050

注:

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前, 仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知, 所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下, 能访问您的软件或其他受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利, 它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范, 是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用, 一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任, 并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗中以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC³² 徽标、rfPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2012, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-62076-359-9

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949 ==

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外, Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta

Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

波士顿 Boston

Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago

Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland

Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

达拉斯 Dallas

Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit

Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

印第安纳波利斯

Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

洛杉矶 Los Angeles

Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣克拉拉 Santa Clara

Santa Clara, CA
Tel: 1-408-961-6444
Fax: 1-408-961-6445

加拿大多伦多 Toronto

Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office

Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京

Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都

Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆

Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 杭州

Tel: 86-571-2819-3187
Fax: 86-571-2819-3189

中国 - 香港特别行政区

Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京

Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛

Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海

Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳

Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳

Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉

Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安

Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门

Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海

Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

亚太地区

台湾地区 - 高雄

Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-330-9305

台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney

Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore

Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi

Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune

Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Osaka

Tel: 81-66-152-7160
Fax: 81-66-152-9310

日本 Japan - Yokohama

Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea - Daegu

Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul

Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur

Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang

Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila

Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore

Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok

Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels

Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen

Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris

Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Munich

Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan

Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

荷兰 Netherlands - Drunen

Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid

Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham

Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820