

带GPIO的USB 2.0至I²C™/UART协议转换器

特性:

通用串行总线 (Universal Serial Bus, USB)

- 支持全速USB (12 Mbps)
- 实现USB协议复合设备:
 - 用于USB至UART转换的通信设备类 (Communication Device Class, CDC)
 - 用于I²C™器件控制和配置的人机接口设备 (Human Interface Device, HID)
- 128字节缓冲区, 用于以支持的任意UART波特率处理数据吞吐量:
 - 64字节发送
 - 64字节接收
- 用于I²C通信和控制的人机接口设备 (HID)
 - 64字节缓冲区, 用于以任意I²C波特率处理数据吞吐量
- 可完全配置的VID和PID分配以及字符串描述符
- 总线供电或自供电
- 符合USB 2.0标准: TID# 40001594

USB驱动程序和软件支持

- 在以下Windows®操作系统上, 利用虚拟COM端口 (Virtual Com Port, VCP) 的标准驱动程序枚举为复合USB设备 (CDC和HID): XP® (SP3)、Vista®、7、8和8.1
- 用于建立自定义启动配置的配置实用程序
- I²C/SMBus终端
- Windows DLL

CDC和通用异步收发器 (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, UART) 选项

- 用于USB至UART选项的通信设备类 (CDC)
- 响应SET LINE CODING命令以动态更改波特率
- 支持的波特率范围: 300-115200
- 仅UART Tx和Rx引脚
- 可通过使用Microchip提供的配置实用程序或通过从该器件的支持库中调用正确的API来使能CDC枚举期间使用的序列号

I²C/SMBus

- 器件作为I²C主器件运行。I²C总线上待读写的数据通过USB接口传送。
- I²C主器件
 - 时钟速率最高为400 kHz
 - 支持7位或10位可寻址器件; 通过PC主机库支持10位可寻址器件
 - 支持最长65,535字节的块读/写
- SMBus主器件
 - 支持所有SMBus传输
 - SMBus功能通过芯片和支持库处理的结合实现
 - 时钟速率最高为400 kHz

通用输入/输出 (General Purpose Input/Output, GPIO) 引脚

- 四个通用输入/输出引脚
- 所有GP引脚均可分配给其他功能

其他功能

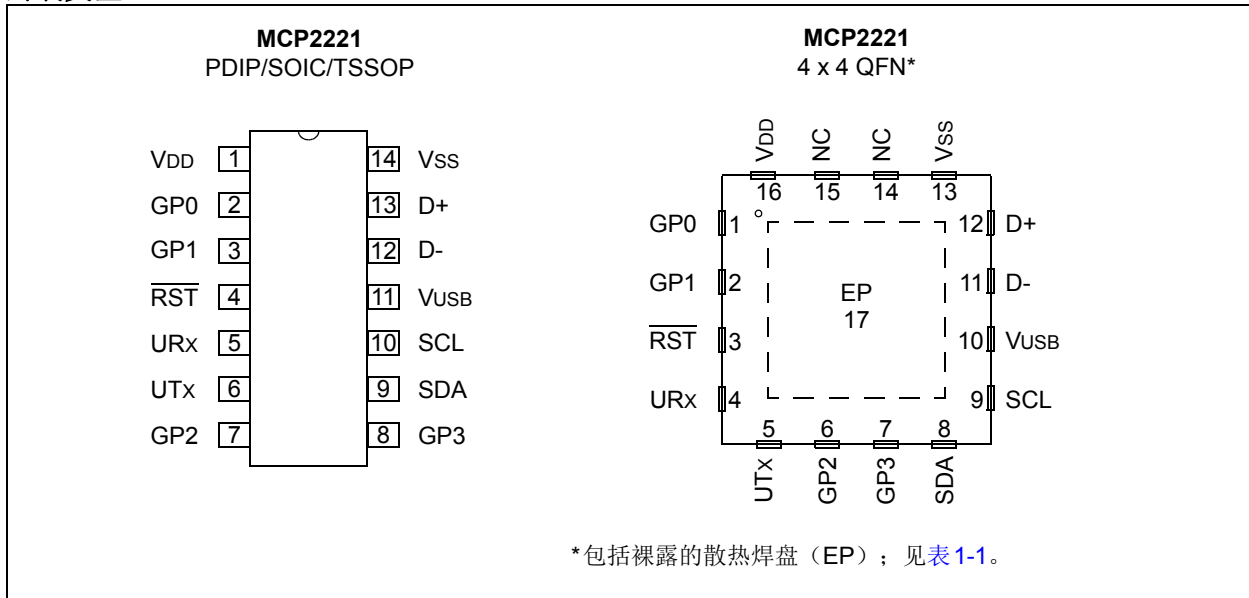
- UART活动LED输出 (UTx和URx)
- SSPND输出引脚
- USBCFG输出引脚 (指示何时完成枚举)
- 三个ADC输入
- 一个DAC, 带两个可能的输出选项
- 时钟参考输出: 12 MHz或其他可配置值
- 外部中断边沿检测

其他

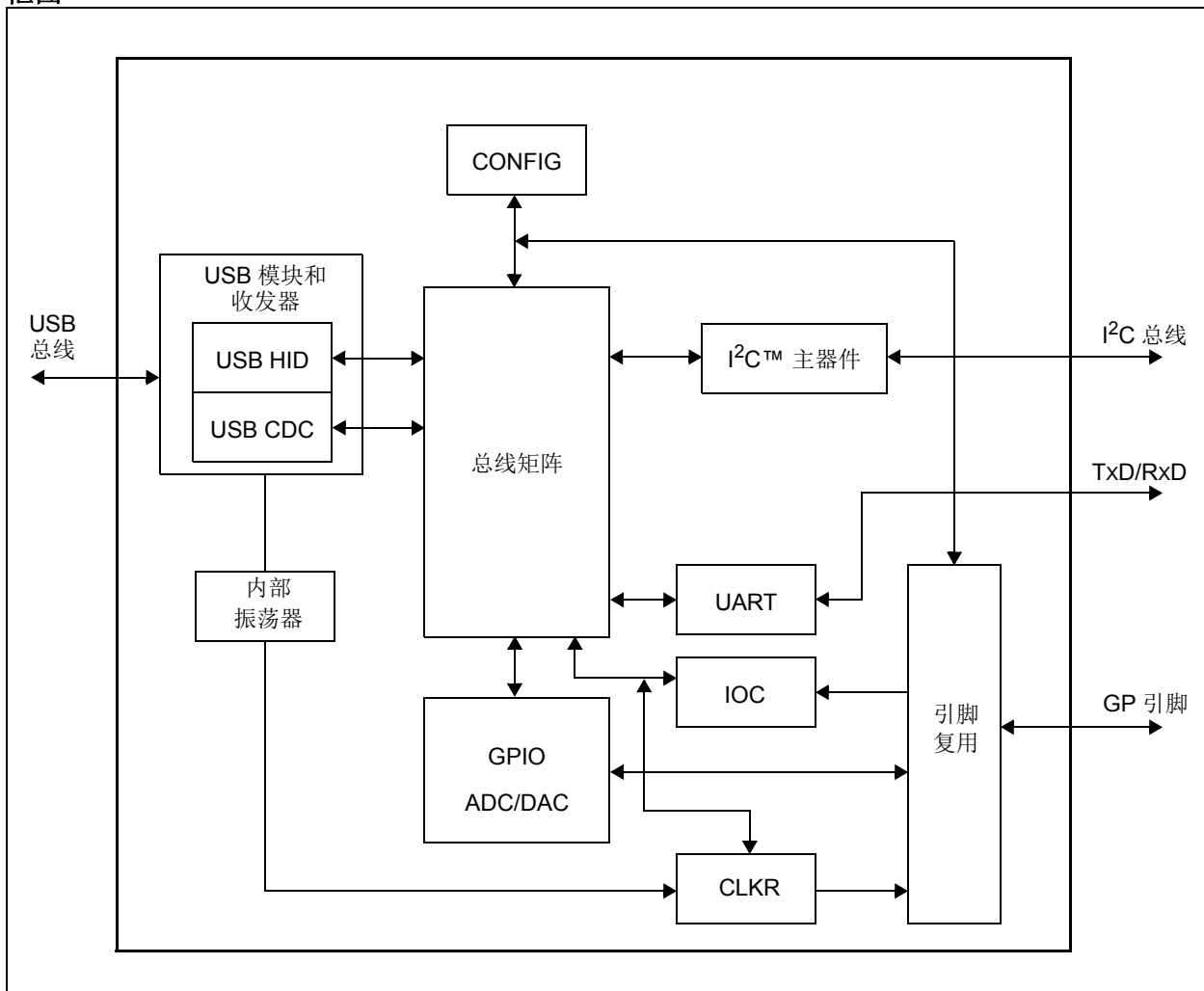
- 工作电压: 3.0V至5.5V
- 静电放电 (Electrostatic Discharge, ESD) 保护: > 4 kV人体模型 (Human Body Model, HBM)
- 工业级 (I) 工作温度: -40°C至+85°C

MCP2221

封装类型



框图



1.0 功能说明

MCP2221 是一款 USB 至 UART 串行转换器，可在具有 UART 和/或 I²C 接口的应用中实现 USB 连接。该器件通过集成 USB 操作所需的 USB 端接电阻和振荡器来减少外部元件的数量。

MCP2221 有四个用于实现其他功能（包括 GPIO、USBCFG、SSPND、时钟输出、ADC、DAC 和中断检测器）的 GP 引脚。

有关引脚功能的详细信息，请参见表 1-1 和第 1.7 节“引脚复用模块”。

表 1-1: 引脚排列说明

引脚名称	PDIP、SOIC 和 SSOP	QFN	引脚类型	标准功能	备用功能
GP0	2	1	I/O	通用 I/O 或备用功能引脚	SSPND——（输出）在主机进入模式模式时发出信号 LED_URx——（输出）UART Rx LED 活动输出
GP1	3	2	I/O	通用 I/O 或备用功能引脚	CLKR——（输出）时钟参考输出 ADC1——（输入）ADC 通道 1 LED_UTx——（输出）UART Tx LED 活动输出 IOC——（输入）外部中断边沿检测器
RST	4	3	I	复位输入（带内部上拉）	N/A
URx	5	4	I	UART Rx 引脚（输入）	N/A
UTx	6	5	O	UART Tx 引脚（输出）	N/A
GP2	7	6	I/O	通用 I/O 或备用功能引脚	USBCFG——（输出）USB 设备配置的状态 ADC2——（输入）ADC 通道 2 DAC1——（输出）DAC 输出 1
GP3	8	7	I/O	通用 I/O 或备用功能引脚	LED_I2C——（输出）USB 至 I ² C 通信指示灯 ADC3——（输入）ADC 通道 3 DAC2——（输出）DAC 输出 2
SDA	9	8	I/O	I ² C™ 数据线	N/A
SCL	10	9	I/O	I ² C 时钟线	N/A
VUSB	11	10	USB	USB 电源引脚（内部连接到 3.3V）应通过高品质陶瓷电容本地旁路	
D-	12	11	USB	USB D+	
D+	13	12	USB	USB D-	
VSS	14	13	P	地	
NC	—	14, 15	—	未连接	
VDD	1	16	P	电源	
EP	—	17	—	裸露的散热焊盘（EP）不要电气连接。	

MCP2221

1.1 支持的操作系统

支持下列操作系统：

- Windows——XP (SP3) /Vista/7/8 和 8.1
- Linux®——支持 CDC 和 HID 类的任意发行版本
- Mac OS®——10.7 及以上版本

1.1.1 枚举

上电复位 (Power-on Reset, POR) 后, MCP2221 枚举为复合 USB 设备。该器件既可枚举为用于 I²C 和 GPIO 控制的人机接口设备 (HID), 也可枚举为用于 USB 至 UART 转换器的 CDC。

1.1.1.1 USB HID

MCP2221 枚举为 HID 时, 可对器件进行配置, 进而控制 I²C 和 GPIO。Microchip 网站 www.microchip.com 上的 Microchip 器件网页提供了含示例应用程序和工具的 DLL 软件包。

1.1.1.2 USB CDC

CDC 枚举可实现 USB 至 UART 数据转换。

1.2 总线矩阵模块

总线矩阵模块是 MCP2221 的核心。所有其他模块通过总线矩阵模块连接在一起并受到控制。该模块管理 USB 和 UART 间的数据传输、I²C 主模块以及由 USB 主机控制器生成的命令请求和用于控制 UART、GPIO、ADC、DAC 和时钟输出功能的命令。

1.2.1 UART

控制模块与 UART 和 USB 模块接口。

1.2.2 访问器件

MCP2221 可通过 USB 主机命令进行读写访问。该器件不能通过 UART 接口进行访问或控制。

1.3 UART 接口

MCP2221 UART 接口包括 Tx 和 Rx 数据信号。

UART 可配置为多个波特率。表 1-2 列出了可用的波特率。

1.3.1 GET/SET LINE CODING

GET_LINE_CODING 和 SET_LINE_CODING 命令用于在运行时读取和设置 UART 参数。例如, 终端应用 (例如, Putty、RealTerm 和 超级终端等) 会在连接到端口时发送 SET_LINE_COMMAND。MCP2221 仅通过设置波特率来响应。

其他参数 (数据位、奇偶校验和停止位) 保持不变。

注: MCP2221 仅支持八个数据位、无奇偶校验和一个停止位。

1.3.1.1 舍入误差

表 1-2 中给出了主要的波特率设置 (含相关舍入误差)。

如果使用的波特率不是表中所示的值, 可使用公式 1-1 来计算误差百分比以确定实际波特率。

表 1-2: UART 主要波特率

所需波特率	实际波特率	误差百分比
300	300	0.00%
1200	1200	0.00%
2400	2400	0.00%
4800	4800	0.00%
9600	9600	0.00%
19200	19200	0.00%
38400	38339	0.16%
57600	57692	0.16%
115200	115385	0.16%

公式 1-1: 求解实际波特率

$$\left(\text{实际波特率} = \frac{12 \text{ MHz}}{\text{int}(x)} \right)$$

其中:

$$x = \frac{12 \text{ MHz}}{\text{所需波特率}}$$

1.3.2 自定义波特率

自定义波特率通过发送 SET_LINE_CODING USB 命令进行配置。更多信息, 请参见第 2.0 节 “USB 枚举过程”。

1.4 器件配置

MCP2221 将所有基本的器件配置设置存储在闪存中。器件配置设置会影响 MCP2221 在运行时的工作方式。设置存储在器件上的闪存中。其中一些设置还会在上电/复位时复制到 SRAM 中。

这些器件配置设置存放在以下两个不同的闪存区域中：

• 芯片设置

芯片设置区域存储关键的 MCP2221 参数——USB 参数、ADC/DAC 参考电压选择、启动 DAC 值、时钟参考输出 (CLKR) 频率和占空比值。

• GP 设置

GP 设置区域存储 GP 指派设置。对于指定给 GPIO 输出操作的 GP 设置，还会指定输出值（逻辑 1 或 0）。

尽管 MCP2221 会将芯片设置的部分副本放置到 SRAM 中，但以下芯片设置始终存放在闪存中：

- USB 制造商/产品和序列号描述符
- USB VID 和 PID 对
- USB 选项（例如，USB 枚举过程中请求送入 USB 主机的电流大小）

1.4.1 上电/复位时的器件配置行为

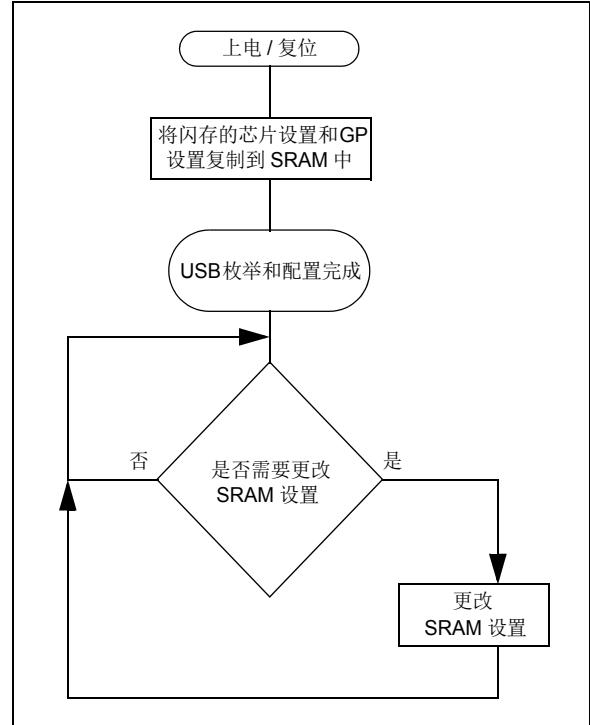
上电/复位时，MCP2221 会根据闪存设置配置相应的器件选项（GP 指派、特殊功能引脚参数和 USB 枚举选项）。随后，闪存芯片设置和 GP 设置将装载到 SRAM 中，以便可在运行时临时修改这些设置。

器件配置闪存的芯片设置有一部分会被复制到 SRAM 中。只有可在运行时修改的参数被复制到 SRAM 中。

器件配置闪存的 GP 设置（GP 设置区域）将被完全复制到 SRAM 中。通过将 GP 设置完全复制到 SRAM 中，用户可在运行时完全更改 GP 指派。

可在运行时更改 SRAM 中设置的副本以更改 GP 指派（除上电时指定的操作类型外，还可为 GP 重新分配不同操作类型）和特殊参数（DAC 值、ADC/DAC 参考电压和时钟输出值）等特定器件行为。

图 1-1: 芯片设置运行时管理



SRAM 设置（GP 和部分芯片设置）可通过 USB HID 命令修改，它们将影响以下器件功能：

- GP 引脚指派（在 GPIO 模式、专用功能模式或特殊功能模式间切换）
- GPIO 方向和输出值（仅用于 GPIO 输出）——针对指定在 GPIO 模式下工作的 GP
- 时钟输出占空比和时钟输出值——如果 GP1 分配为 CLKR 模式（时钟参考输出模式），则可通过修改 SRAM 设置在运行时更改时钟频率和占空比
- DAC 值和使用的参考电压——DAC 值设置及用于 DAC 的参考电压存储在 SRAM 设置中，可在运行时进行更改。凭借该机制，用户也可在运行时更改 DAC 值及参考电压
- ADC 参考电压值——用于 ADC 转换的参考电压可通过修改相应的 SRAM 设置进行更改
- 电平变化中断检测器设置——如果 GP1 分配为 IOC（电平变化中断）模式，则 SRAM 设置用于设置外部中断检测（上升沿检测、下降沿检测或这两种边沿的检测）使用的触发信号

MCP2221

1.4.2 芯片设置映射

芯片设置区域保存在闪存中，并在运行时复制到SRAM中。并非所有器件设置均可在运行时修改。闪存设置中的所用字段均可由用户修改。

表1-3: 芯片设置映射

字节索引	寄存器名称	备注
0	CHIPSETTING0	控制USB CDC序列号枚举、GP LED指派的默认状态、GP专用功能引脚的默认状态和芯片设置保护级别
1	CHIPSETTING1	默认时钟输出分频器和占空比
2	CHIPSETTING2	DAC参考选项和默认DAC值
3	CHIPSETTING3	ADC参考和中断检测设置
4	USBVIDL	USB VID低字节
5	USBVIDH	USB VID高字节
6	USBPIDL	USB PID低字节
7	USBPIDH	USB VID高字节
8	USBPWRATTR	USB电源属性
9	USBREQCRT	USB所需电流
10	PASS0	密码字节0
11	PASS1	密码字节1
12	PASS2	密码字节2
13	PASS3	密码字节3
14	PASS4	密码字节4
15	PASS5	密码字节5
16	PASS6	密码字节6
17	PASS7	密码字节7

寄存器 1-1: CHIPSETTING0 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
CDCSNEN	LEDURX-INST	LEDUTX-INST	LEDI2CINST	SSPNDINST	USBCFGINST	CHIPPROT1	CHIPPROT0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为0

-n = POR时的值

1 = 置1

0 = 清零

x = 未知

- bit 7 **CDCSNEN:** USB CDC 序列号使能
 1 = 枚举 USB CDC 序列号
 0 = 不枚举 USB CDC 序列号 (出厂默认值)
- bit 6 **LEDURXINST:** LED UART Rx 无效状态
 1 = LED UART Rx 高电平无效, 低电平有效 (出厂默认值)
 0 = LED UART Rx 低电平无效, 高电平有效
- bit 5 **LEDUTXINST:** LED UART Tx 无效状态
 1 = LED UART Tx 高电平无效, 低电平有效 (出厂默认值)
 0 = LED UART Tx 低电平无效, 高电平有效
- bit 4 **LEDI2CINST:** LED I²C 无效状态
 1 = LED I²C 高电平无效, 低电平有效 (出厂默认值)
 0 = LED I²C 低电平无效, 高电平有效
- bit 3 **SSPNDINST:** SSPND 无效状态
 1 = SSPND 高电平无效, 低电平有效 (出厂默认值)
 0 = SSPND 低电平无效, 高电平有效
- bit 2 **USBCFGINST:** USBCFG 无效状态
 1 = USBCFG 高电平无效, 低电平有效 (出厂默认值)
 0 = USBCFG 低电平无效, 高电平有效
- bit 1-0 **CHIPPROT<1:0>:** 芯片设置保护级别
 11 = 保留
 10 = 永久锁定
 01 = 密码保护
 00 = 芯片设置不受保护 (出厂默认值)

MCP2221

寄存器 1-2: CHIPSETTING1 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	CLKDC1	CLKDC0	CLKDIV2	CLKDIV1	CLKDIV0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
-n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

bit 7-5 **保留:** 设置为0

bit 4-3 **CLKDC<1:0>:** 时钟输出占空比

11 = 占空比为75% (1个时钟周期的75%为逻辑1, 1个时钟周期的25%为逻辑0)

10 = 占空比为50% (1个时钟周期的50%为逻辑1, 1个时钟周期的50%为逻辑0)
(出厂默认值)

01 = 占空比为25% (1个时钟周期的25%为逻辑1, 1个时钟周期的75%为逻辑0)

00 = 占空比为0% (1个时钟周期的100%为逻辑0)

bit 2-0 **CLKDIV<2:0>:** 时钟输出分频器输出

111 = 375 kHz 时钟输出

110 = 750 kHz 时钟输出

101 = 1.5 MHz 时钟输出

100 = 3 MHz 时钟输出

011 = 6 MHz 时钟输出

010 = 12 MHz 时钟输出 (出厂默认值)

001 = 24 MHz 时钟输出

000 = 保留

寄存器 1-3: CHIPSETTING2 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
DACVRM1	DACVRM0	DACREF	DACVAL4	DACVAL3	DACVAL2	DACVAL1	DACVAL0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
-n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

bit 7-6 **DACVRM<1:0>:** DAC 内部参考电压 (DAC VRM) 选择

11 = VRM 电压为4.096V (仅当VDD高于此电压时)

10 = VRM 电压为2.048V (出厂默认值)

01 = VRM 电压为1.024V

00 = VRM 关闭

bit 5 **DACREF:** DAC 参考输出选择

1 = DAC 参考输出为所选DAC VRM 电压

0 = DAC 参考输出为VDD (出厂默认值)

bit 4-0 **DACVAL<4:0>:** 初始DAC输出值

5位DAC输出值 (出厂默认值为十进制数8)

寄存器 1-4: CHIPSETTING3 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	INTDETFEEN	INTDETREEEN	ADCVRM1	ADCVRM0	ADCREF	—	—
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
 -n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

- bit 7 **保留:** 保留——设置为0
- bit 6 **INTDETFEEN:** 下降沿检测中断允许
 1 = 中断检测器将在检测到下降沿时触发
 0 = 下降沿将不会触发检测器
- bit 5 **INTDETREEEN:** 上升沿检测中断允许
 1 = 中断检测器将在检测到上升沿时触发
 0 = 上升沿将不会触发检测器
- bit 4-3 **ADCVRM<1:0>:** ADC内部参考电压 (ADC VRM) 选择
 11 = VRM 电压为4.096V (仅当VDD高于此电压时)
 10 = VRM 电压为2.048V
 01 = VRM 电压为1.024V (出厂默认值)
 00 = VRM 关闭
- bit 2 **ADCREF:** ADC参考输出选择
 1 = ADC参考输出为所选ADC VRM电压 (出厂默认值)
 0 = ADC参考输出为VDD
- bit 1-0 **保留:** 设置为0

寄存器 1-5: USBVIDL 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
USBVIDL7	USBVIDL6	USBVIDL5	USBVIDL4	USBVIDL3	USBVIDL2	USBVIDL1	USBVIDL0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
 -n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

- bit 7-0 **USBVIDL<7:0>:** USB VID低字节 (出厂默认值: 0xD8 (十六进制))

寄存器 1-6: USBVIDH 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
USBVIDH7	USBVIDH6	USBVIDH5	USBVIDH4	USBVIDH3	USBVIDH2	USBVIDH1	USBVIDH0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
 -n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

- bit 7-0 **USBVIDH<7:0>:** USB VID高字节 (出厂默认值: 0x04 (十六进制))

MCP2221

寄存器 1-7: USBPIDL 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
USBPIDL7	USBPIDL6	USBPIDL5	USBPIDL4	USBPIDL3	USBPIDL2	USBPIDL1	USBPIDL0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
-n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

bit 7-0 **USBPIDL<7:0>**: USB PID 低字节 (出厂默认值: 0xDD (十六进制))

寄存器 1-8: USBPIDH 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
USBPIDH7	USBPIDH6	USBPIDH5	USBPIDH4	USBPIDH3	USBPIDH2	USBPIDH1	USBPIDH0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
-n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

bit 7-0 **USBPIDH<7:0>**: USB PID 高字节 (出厂默认值: 0x00 (十六进制))

寄存器 1-9: USBPWRATTR 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	SELPWR	REMWKUP	—	—	—	—	—
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
-n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

bit 7 **保留**: 保留——设置为1 (出厂默认值)

bit 6 **SELPWR**: USB 自供电属性
1 = USB 总线上的芯片将枚举为自供电
0 = USB 总线上的芯片将枚举为USB 总线供电 (出厂默认值)

bit 5 **REMWKUP**: USB 远程唤醒功能
1 = USB 总线上的芯片将枚举为可唤醒USB 主机
0 = 芯片将枚举为不能远程唤醒USB 主机 (出厂默认值)

bit 4-0 **保留**: 将所有位设置为0 (出厂默认值)

寄存器 1-10: USBREQCRT 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
USBRE-QCRT7	USBRE-QCRT6	USBRE-QCRT5	USBRE-QCRT4	USBRE-QCRT3	USBRE-QCRT2	USBRE-QCRT1	USBRE-QCRT0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
 -n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

bit 7-0 **USBREQCRT<7:0>**: USB总线供电时所需的电流大小 (以2 mA为单位)
 出厂默认值为50 (十进制); USB枚举会将该值解析为100 mA的电流。

寄存器 1-11: PASS0-PASS7 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
PASSx7	PASSx6	PASSx5	PASSx4	PASSx3	PASSx2	PASSx1	PASSx0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
 -n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

bit 7-0 **PASSx<7:0>**: 密码字节X值 (出厂默认值为0)

MCP2221

1.4.3 GP 设置映射

GP 设置区域保存在闪存中，并在运行时复制到 SRAM 中。用户可以修改闪存和 SRAM GP 设置。对复制到 SRAM 中的 GP 设置所做的任何修改都将直接生效。GP 引脚指派根据 SRAM 设置的新内容相应更改。存储设置的闪存类型将影响 GP 引脚的上电行为。

表 1-4: GP 设置映射

字节索引	寄存器名称	备注
0	GPSETTING0	当 GP 设置为进行 GPIO 输出操作时的 GP0 引脚指派和 GPIO 默认输出值
1	GPSETTING1	当 GP 设置为进行 GPIO 输出操作时的 GP1 引脚指派和 GPIO 默认输出值
2	GPSETTING2	当 GP 设置为进行 GPIO 输出操作时的 GP2 引脚指派和 GPIO 默认输出值
3	GPSETTING3	当 GP 设置为进行 GPIO 输出操作时的 GP3 引脚指派和 GPIO 默认输出值

寄存器 1-12: GPSETTING0 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	GPIOOUTVAL	GPIODIR	GPDES2	GPDES1	GPDES0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位，读为 0
-n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

- bit 7-5 **保留:** 设置为 0
- bit 4 **GPIOOUTVAL:** GPIO 输出值（仅在 GP0 设置为进行 GPIO 输出操作时有效）
 - 1 = 默认输出值为逻辑 1
 - 0 = 默认输出值为逻辑 0
- bit 3 **GPIODIR:** GPIO 方向（输入或输出；仅在 GP0 设置为进行 GPIO 操作时有效）
 - 1 = GPIO 输入
 - 0 = GPIO 输出
- bit 2-0 **GPDES<2:0>:** GP0 指派
 - 111 = 保留
 - 110 = 保留
 - 101 = 保留
 - 100 = 保留
 - 011 = 保留
 - 010 = 备用功能 1（LED UART Rx——LEDURX）
 - 001 = 专用功能操作（SSPND）
 - 000 = GPIO 操作（GPIO0）

寄存器 1-13: GPSETTING1 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	GPIOOUTVAL	GPDIR	GPDES2	GPDES1	GPDES0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
 -n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

- bit 7-5 **保留:** 设置为0
- bit 4 **GPIOOUTVAL:** GPIO 输出值 (仅在GP1 设置为进行GPIO 输出操作时有效)
 - 1 = 默认输出值为逻辑1
 - 0 = 默认输出值为逻辑0
- bit 3 **GPDIR:** GPIO 方向 (输入或输出; 仅在GP1 设置为进行GPIO 操作时有效)
 - 1 = GPIO 输入
 - 0 = GPIO 输出
- bit 2-0 **GPDES<2:0>:** GP1 指派
 - 111 = 保留
 - 110 = 保留
 - 101 = 保留
 - 100 = 备用功能3 (中断检测器)
 - 011 = 备用功能2 (LED UART Tx——LEDUTX)
 - 010 = 备用功能1 (ADC1)
 - 001 = 专用功能操作 (时钟输出)
 - 000 = GPIO 操作 (GPIO1)

MCP2221

寄存器 1-14: GPSETTING2 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	GPIOOUTVAL	GPDIR	GPDES2	GPDES1	GPDES0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未实现位, 读为0
-n = POR时的值 1 = 置1 0 = 清零 x = 未知

- bit 7-5 **保留:** 设置为0
- bit 4 **GPIOOUTVAL:** GPIO 输出值 (仅在 GP2 设置为进行 GPIO 输出操作时有效)
1 = 默认输出值为逻辑1
0 = 默认输出值为逻辑0
- bit 3 **GPDIR:** GPIO 方向 (输入或输出; 仅在 GP2 设置为进行 GPIO 操作时有效)
1 = GPIO 输入
0 = GPIO 输出
- bit 2-0 **GPDES<2:0>:** GP2 指派
111 = 保留
110 = 保留
101 = 保留
100 = 保留
011 = 备用功能2 (DAC1)
010 = 备用功能1 (ADC2)
001 = 专用功能操作 (USBCFG)
000 = GPIO 操作 (GPIO2)

寄存器 1-15: GPSETTING3 寄存器

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	GPIOOUTVAL	GPDIR	GPDES2	GPDES1	GPDES0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为0

-n = POR时的值

1 = 置1

0 = 清零

x = 未知

bit 7-5 **保留:** 设置为0

bit 4 **GPIOOUTVAL:** GPIO 输出值 (仅在 GP3 设置为进行 GPIO 输出操作时有效)

1 = 默认输出值为逻辑1

0 = 默认输出值为逻辑0

bit 3 **GPDIR:** GPIO 方向 (输入或输出; 仅在 GP3 设置为进行 GPIO 操作时有效)

1 = GPIO 输入

0 = GPIO 输出

bit 2-0 **GPDES<2:0>:** GP3 指派

111 = 保留

110 = 保留

101 = 保留

100 = 保留

011 = 备用功能2 (DAC2)

010 = 备用功能1 (ADC3)

001 = 专用功能操作 (LED12C)

000 = GPIO 操作 (GPIO3)

MCP2221

1.5 USB 模块（HID、CDC 和收发器模块）

MCP2221 中的 USB HID 和 CDC 模块符合全速 USB 2.0 标准。

- 复合设备（CDC + HID）：
 - CDC: USB 至 UART 通信
 - HID: I²C 事务、GPIO 控制、配置和其他操作（ADC、DAC 和时钟输出）
- 128 字节缓冲区，用于以任意 UART 波特率处理数据吞吐量：
 - 64 字节发送
 - 64 字节接收
- 可完全配置的 VID 和 PID 分配以及描述符（存储在片上）
- 总线供电或自供电

1.5.1 描述符

配置期间，提供的 PC 接口用于存储 MCP2221 中的描述符。

1.5.2 挂起和继续

MCP2221 的电源管理支持 USB 挂起和继续信号。当总线上检测到“挂起信号”时，器件将进入挂起模式。

当发生以下任意事件时，MCP2221 将退出挂起模式：

- 检测到或生成“继续信号”
- 检测到 USB “复位”信号
- 发生器件复位

1.6 USB 收发器

MCP2221 具有一个内部连接到 USB 模块的内置 USB 2.0 全速收发器。

USB 收发器通过 V_{USB} 引脚供电，该引脚内部连接到 3.3V 稳压器。当通过高品质陶瓷电容对 V_{USB} 进行本地旁路时，将获得最佳的电气信号质量。

1.6.1 内部上拉电阻

MCP2221 器件具有内置上拉电阻，旨在满足全速 USB 的要求。

1.6.2 MCP2221 电源选项

下面是 MCP2221 的主要电源选项：

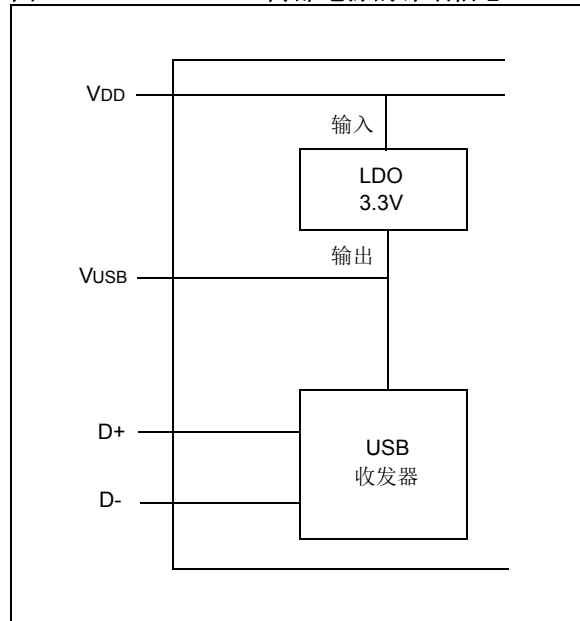
- USB 总线供电（5V）
- 3.3V 自供电

1.6.2.1 内部电源的详细信息

MCP2221 提供多种电源选项。为满足所需 USB 信号电平的要求，MCP2221 器件集成了仅供 USB 收发器使用的内部 LDO，以便产生正确的 D+/D 电压。

图 1-2 显示了 USB 收发器 LDO 对应于 V_{DD} 电源轨的内部连接。USB 收发器 LDO 的输出连接到 V_{USB} 线。如果 USB 收发器 LDO 为收发器提供 3.3V 电源，则 V_{USB} 引脚需要连接一个电容。

图 1-2: MCP2221 内部电源的详细信息



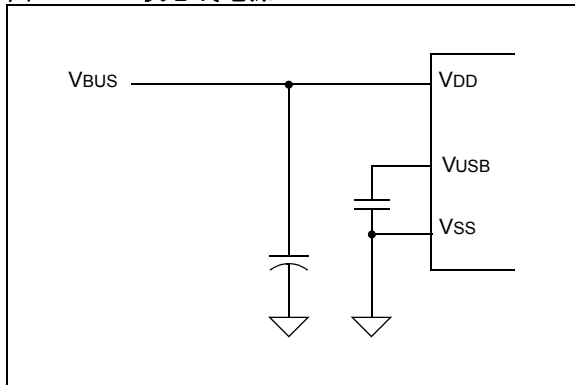
所提供的VDD电压会直接影响GPIO和UART Tx/Rx引脚上的电压。当VDD为5V时，所有这些引脚均为逻辑1，电压约为5V（第4.1节“直流特性”中规定了其变化范围）。

对于需要3.3V逻辑1电平的应用，VDD必须连接到提供3.3V电压的电源。在这种情况下，内部USB收发器LDO无法提供所需的3.3V电源。因此，还需要将MCP2221的VUSB引脚连接到3.3V电源轨。通过这种方式，USB收发器将直接由3.3V电源供电。

1.6.2.2 USB总线供电（5V）

在仅总线电源模式下，应用的所有电源都获取自USB（图1-3）。这对器件而言是最简单高效的供电方式。

图1-3: 仅总线电源



为满足USB 2.0规范的浪涌电流要求，VUSB和地之间的总有效电容不得超过10 μF 。如果超过10 μF ，则需要采取某种浪涌电流限制措施。关于浪涌电流限制的更多详细信息，请在最新的“通用串行总线规范”中搜索相关主题。

根据USB 2.0规范，所有USB设备还必须支持低功耗挂起模式。在USB挂起模式下，设备从USB电缆的5V Vbus线消耗的电流不得超过500 μA （或者，对于具有远程唤醒功能的高功耗设备，不得超过2.5 mA）。

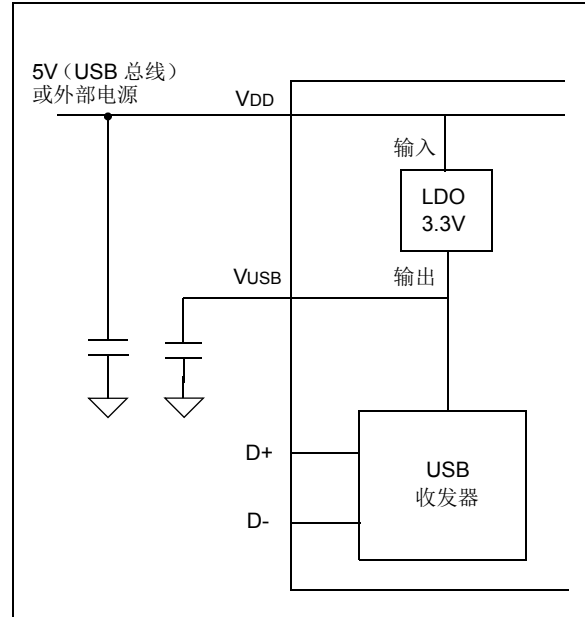
通过停止与相应设备的所有USB通信并持续3 ms以上，主机可令USB设备进入挂起模式。

USB总线提供5V电压。但是，USB收发器需要3.3V电压来发送信号（在D+和D-线上）。

在USB挂起模式下，D+或D-上拉电阻必须保持有效，这会消耗一些允许的模式电流预算（500 μA /2.5 mA）。VUSB引脚需要外接一个容值介于0.22 μF 和0.47 μF 之间的旁路电容（陶瓷电容）。

图1-4显示了使用MCP2221的内部LDO为USB收发器提供3.3V电压的电路。VDD上的电压会影响送入UART和GPIO引脚的电压。当VDD为5V时，这些引脚均为逻辑1，电压为5V（第4.1节“直流特性”中规定了其变化范围）。

图1-4: 使用USB提供的5V电压时的典型电源选项



MCP2221

1.6.2.3 3.3V自供电

通常情况下，许多嵌入式应用都使用3.3V电源。当目标系统中提供这种选项时，MCP2221可以通过现有的3.3V电源轨供电。图1-5显示了MCP2221的典型连接。

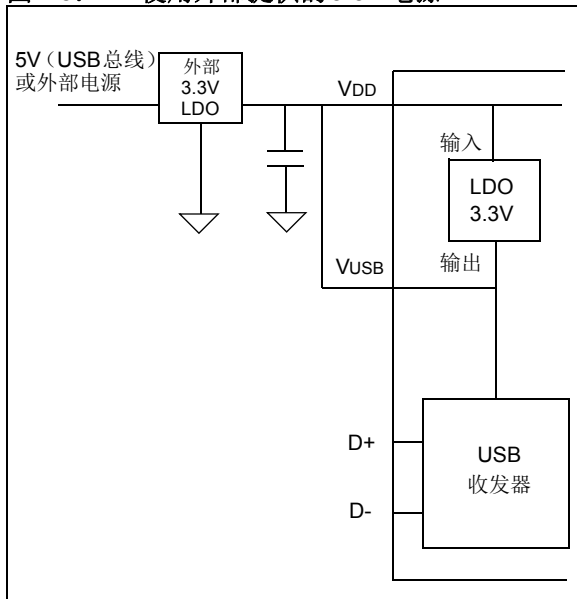
在该示例中，MCP2221的VDD和VUSB线都连接到3.3V电源轨。这些连接会禁止MCP2221的内部USB收发器LDO对VUSB引脚上的电源进行稳压。产生的另一个结果是，GPIO引脚上的逻辑电平1将为3.3V电平（遵从第4.1节“直流特性”中规定的变化范围）。

1.6.2.4 远程唤醒功能

MCP2221提供了一种针对USB主机触发远程唤醒事件的机制。仅在使用外部中断检测器时，远程唤醒触发才有效。

为使用该功能，GP1必须指定为进行中断检测操作。USB主机进入休眠/待机模式前，中断检测器必须设置为检测上升沿、下降沿或这两种边沿；还必须将检测器标志清零。满足这些条件后，USB主机可进入休眠/待机模式，并将在GP1上的外部信号触发中断检测器时唤醒。

图1-5: 使用外部提供的3.3V电源



1.7 引脚复用模块

引脚复用模块为GP引脚提供多个功能。

1.7.1 可配置的引脚功能

引脚可配置为：

- GPIO——可单独配置的通用输入或输出
- SSPND——USB挂起状态
- USBCFG——指示USB配置状态
- LED_URX——指示UART接收通信（从MCP2221的角度观察时）
- LED_UTX——指示UART发送通信（从MCP2221的角度观察时）
- LED_I2C——指示I²C通信
- ADC1/2/3——连接到内部10位ADC的模拟输入
- DAC1/2——连接到同一个5位DAC的模拟输出
- CLKR——数字时钟输出（标称值为12 MHz，但也可能是其他值）
- IOC——外部中断检测器

1.7.1.1 GPIO引脚功能

当为给定的GP(n)引脚使能了GPIO引脚功能时，该引脚将用作数字输入或输出引脚。当配置为数字输出时，其值通过USB HID命令控制。当配置为数字输入时，其逻辑值通过USB HID命令读取。

1.7.1.2 SSPND引脚功能

SSPND引脚（如果使能）反映USB状态（挂起/恢复）。当USB主机发出挂起状态时，该引脚为低电平有效（出厂默认设置，有关更多详细信息，请参见CHIPSETTING0寄存器）。类似地，在达到恢复状态后，该引脚将驱动为高电平。

该引脚可使应用在USB通信挂起时进入低功耗模式，在恢复USB活动时切换到完全工作状态。

1.7.1.3 USBCFG引脚功能

在上电期间或复位之后，USBCFG引脚（如果使能）开始时为低电平（出厂默认设置，有关更多详细信息，请参见CHIPSETTING0寄存器）；在器件成功配置为USB模式之后，它会变为高电平。处于挂起模式时，该引脚会变为低电平；当USB恢复时，它会变为高电平。

1.7.1.4 LED_URX

此引脚名称中的Rx指MCP2221的UART。LED_URX引脚用于指示正在接收的UART Rx字符。

该引脚将在一段时间（几毫秒）内脉冲为低电平或高电平（具体取决于芯片配置设置，有关详细信息，请参见CHIPSETTING0寄存器）。这允许应用提供UART Rx通信的直观指示。

1.7.1.5 LED_UTX

引脚名称中的Tx指MCP2221的UART。LED_UTX引脚用于指示正在发送的UART Tx字符。

该引脚将在一段时间（几毫秒）内脉冲为低电平或高电平（具体取决于芯片配置设置，有关详细信息，请参见CHIPSETTING0寄存器）。这允许应用提供UART Tx通信的直观指示。

1.7.1.6 LED_I2C

引脚名称中的I2C指MCP2221中的I²C模块。LED_I2C用于指示I²C活动。

该引脚将在一段时间（几毫秒）内脉冲为低电平或高电平（具体取决于芯片配置设置，有关详细信息，请参见CHIPSETTING0寄存器）。这允许应用提供I²C通信的直观指示。

1.7.1.7 ADC1/2/3

当GP1/2/3配置为进行ADC操作时，它们将用作模拟输入引脚，并且与MCP2221中的10位ADC的前三个通道相连。

1.7.1.8 DAC1/2

当GP2/3配置为进行DAC操作时，它们将用作模拟输出引脚，并且与MCP2221的5位DAC的输出相连。

表1-5: GP指派表

GP指派位 <2:0>	分配	GP0	GP1	GP2	GP3
000	GPIO	GPIO	GPIO	GPIO	GPIO
001	DEDICATED_FUNC	SSPND	CLK OUT	USBCFG	LED_I2C
010	ALT_FUNC_0	LED_URX	ADC1	ADC2	ADC3
011	ALT_FUNC_1	—	LED_UTX	DAC1	DAC2
100	ALT_FUNC_2	—	IOC	—	—

MCP2221

1.8 GPIO/ADC/DAC 模块

该模块通过总线矩阵模块与USB HID子模块通信。通过该模块可管理GPIO、检索ADC数据和设置DAC值。

1.8.1 GPIO

当GP配置为进行GPIO操作时，这些已配置的GP可用作数字输入或输出。

当用作输出时，这些GP输出逻辑电平（逻辑0或1）。

1.8.1.1 VRM

ADC和DAC子模块各自均有一个参考电压模块（VRM）。每个VRM可配置（上电时和运行时）为输出提供的四种电压之一。

VRM可提供以下电压作为参考电压：

- VDD——VRM输出就是MCP2221的VDD引脚上的电压。该电压可以是3.3V到5V之间的任意值
- 1.024V——1.024V的VRM输出由内部参考电压提供
- 2.048V——2.048V的VRM输出由内部参考电压提供
- 4.096V——4.096V的VRM输出由内部参考电压提供。如果VDD低于4.096V，VRM输出将采用VDD的值。

1.8.2 ADC转换器

ADC转换器生成10位值，它使用其自身的VRM模块。

ADC转换器具有三个外部通道（如果配置为进行ADC操作，则连接到GP1/2/3）。

ADC的采样速率约为1000 sps。

1.8.3 DAC转换器

DAC为5位宽，有一个模拟输出，且使用自己的VRM模块。

DAC输出电压可连接到GP2/3（如果GP2/3配置为进行DAC操作）。

如果GP2和GP3配置为进行DAC操作，则由于它们连接到同一个DAC输出，因此将具有相同的模拟电压值。

图1-7: DAC子模块的详细信息

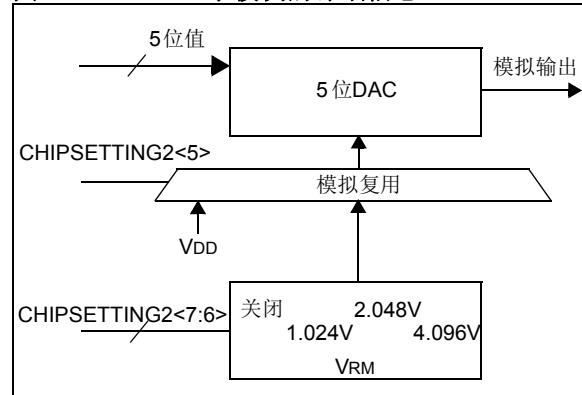
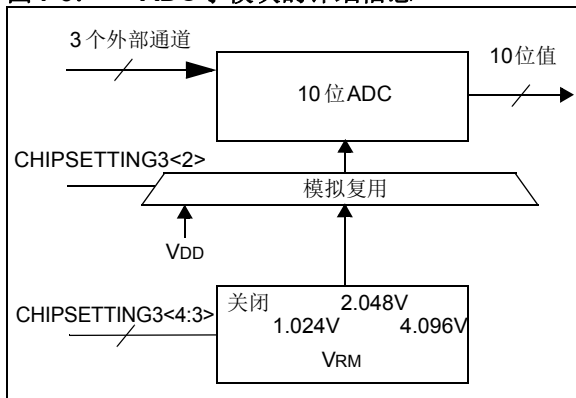


图1-6: ADC子模块的详细信息



1.9 CLKR

当GP1配置为进行时钟输出操作时，GP1引脚将用作数字输出，提供来自器件内部时钟的时钟信号。时钟的标称频率为12 MHz \pm 0.25%。也可通过设置与该操作模式相关的不同值来使用其他时钟值和占空比。

1.10 IOC

当GP1配置为进行电平变化中断（IOC）操作时，GP1将用作对上升沿和下降沿敏感的数字输入。根据与该操作模式相关的设置，GP1可检测上升沿、下降沿或这两种边沿。

1.11 复位/POR

1.11.1 复位引脚

$\overline{\text{RST}}$ 引脚提供了触发器件外部复位的方法。复位通过将引脚保持低电平来产生。这些器件在复位路径上有一个用于检测并滤除小脉冲的噪声滤波器。

1.11.2 POR

只要VDD升至某个阈值以上，就会在片上产生上电复位（POR）脉冲。这样，当VDD达到正常工作的值时，器件将以初始化状态启动。

要利用POR电路，需将 $\overline{\text{RST}}$ 引脚通过一个电阻（1 k Ω -10 k Ω ）连接到VDD。这样可以省去产生POR延时通常所需的外部RC元件。

当器件开始正常工作（即退出复位状态）时，器件的工作参数（电压、频率和温度等）必须得到满足，以确保其正常工作。如果不满足这些条件，那么器件必须保持在复位状态，直到满足工作条件为止。

1.12 内部振荡器

MCP2221具有一个内部振荡器，能够提供USB模块（HID和CDC）所需的12 MHz时钟。

全速USB的标称速率为12 Mbps。时钟信号的精度随温度变化（最大2,500 ppm）。

MCP2221的内部时钟馈送到CLKR模块，以在器件之外提供时钟信号。

GP1可配置为时钟输出引脚，它可为系统的其余部分提供12 MHz时钟。若为该模块应用不同的设置，也可以使用其他时钟值和占空比值。

1.13 I²C™ 主模块

I²C主模块负责生成I²C通信。该模块通过总线矩阵模块由USB HID控制。

I²C模块仅实现I²C/SMBus主器件的功能。

1.13.1 I²C/SMBus主器件

I²C主器件启动总线上的所有I²C/SMBus事务（读写操作）。

I²C/SMBus主模块具有以下功能：

- 以多种位速率（最高400 kbps）发送/接收数据
- 7位寻址模式
- 单次数据传输最多达65,535字节
- 时钟延长（该功能允许较慢的I²C从器件进行通信）

要通过I²C总线发送/传送的所有用户数据仅通过USB HID接口传送到USB主机。

1.14 总线矩阵模块

总线矩阵模块管理不同功能模块间的通信，这些模块包括：USB（HID和CDC）、I²C、UART、GPIO/ADC/DAC、配置、IOC、CLKR和引脚复用。

1.15 配置模块

配置模块负责存储和管理器件设置（装载/修改/访问保护）。该模块使用非易失性存储器来存储上电时的器件设置。

上电时，该模块将非易失性存储区域中的设置装载到SRAM存储单元（易失性设置）。这些设置与其他关键参数（例如，描述符字符串和VID/PID等）一同来表示器件的配置。设置装载到SRAM（易失性设置）中后，可通过USB HID接口进行更改。

用户可以通过相同的接口（USB HID）读取/修改/更改任一设置（非易失性或易失性）。

配置模块包含MCP2221使用的相关上电设置。其中一些设置示例包括：USB描述符、GP设置、ADC、DAC和CLKR。

2.0 USB枚举过程

MCP2221通过实施CDC类来支持USB至UART协议转换器功能。USB至UART（CDC类）适配器与运行Windows操作系统（Operating System, OS）的计算机配合使用时，由于Windows操作系统对二者间连接的响应方式，因此需要考虑一些问题。

当USB至UART（CDC类）适配器连接到PC的USB端口时，Windows将搜索驱动程序。找到合适的驱动程序后，系统会在注册表中创建一个条目。该条目存储有关USB至UART适配器、其驱动程序和相关COM端口的信息。

COM端口及其编号属于传统类型的适配器，而传统适配器仍受Windows OS支持。从历史上看，计算机的COM端口是计算机主板的一部分，分配有不同的索引号。随着USB至UART适配器的问世，Windows OS保留了COM端口的概念，并对其进行扩展以支持USB适配器。

USB至UART适配器首次连接到PC时，系统会搜索注册表来查找适合所连接适配器的条目。如果未找到相应条目，系统会请求合适的驱动程序。此步骤完成后，系统会创建一个注册表条目并分配一个COM端口号。之后，只要USB至UART适配器连接到该PC，系统便会检查注册表条目、装载指定的驱动程序并分配给定的COM端口号（按照注册表条目中找到的信息）。

枚举过程期间，设备可指定序列号。如果设备指定了序列号，则该序列号存储在注册表条目中，用于为相关适配器分配相同的COM端口号，无论适配器连接到哪个USB端口。

USB至UART适配器可选择在USB枚举期间不显示序列号。在这种情况下，如果两个相同的设备均不提供各自的序列号，则操作系统将无法加以区分。每当这两个设备（枚举期间不提供序列号）中的一个连接到相同的USB端口时，系统将为其分配相同的COM端口号。

两种功能（提供或不提供序列号）分别适用于不同的应用。

提供序列号时，使用MCP2221解决方案的适配器会从Windows计算机上接收到相同的COM端口号，无论其连接到哪个USB端口。

不提供序列号的情况非常适合通过MCP2221来测试/验证产品。所有已测试的电路板均不提供序列号，这将使Windows为它们分配相同的COM端口号（但仅限连接到相同的USB端口时）。

MCP2221出厂时设置为不使用序列号。在随后的过程中，如果客户想利用序列号带来的好处，也可使用Microchip提供的配置实用程序来使能MCP2221枚举其序列号。

MCP2221提供将在USB枚举过程中使用的唯一序列号，但用户可在配置实用程序中进行更改。

同样地，序列号枚举使能/禁止也可通过配置实用程序进行更改。

上述与USB相关的所有设置均为器件配置（芯片设置区域）的一部分，并且仅存放在闪存中。将芯片设置区域（第1个区域）复制到SRAM中时（上电时），USB设置将被跳过（不会复制到SRAM中）。

3.0 USB HID通信

除USB CDC和UART模块外，MCP2221中的所有其他模块均使用USB HID协议进行通信。

USB HID协议使用64字节的报告。

典型的命令交换以64字节数据包开始，该数据包由USB主机（即PC）写入。之后，USB主机从设备读取64字节的响应数据包。

3.1 USB HID命令/响应

3.1.1 STATUS/SET参数

该命令为此器件提供许多选项。它用于轮询器件的状态，还用于建立某些I²C总线参数/条件。

表3-1: 命令结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0x10	Status/Set参数——命令代码
1	无关	任何值	
2	取消当前的I ² C™/SMBus传输（子命令）。	0x10	当该值放入此字段时，器件将取消当前的I ² C/SMBus传输并尝试释放I ² C总线。 该命令非常有用，因为它能够取消传输并释放总线。举例来说，如果尝试使用错误地址与器件通信，则将导致超时。此时，可利用“Status/Set参数”读取这种超时情况，并通过该子命令取消I ² C/SMBus传输。
		任何其他值	无影响。
3	设置I ² C/SMBus通信速度（子命令）	0x20	当该值放入此字段时，器件将执行下一个命令字段并将其解释为提供I ² C/SMBus通信时钟的系统时钟分频器。
		任何其他值	无影响。
4	将用于建立通信速度的I ² C/SMBus系统时钟分频器		仅当字节索引3中包含用于建立新通信速度的代码时，才会考虑此字段中的值。在所有其他情况下，此字段的值没有任何影响。
5-63	无关	任何值	

MCP2221

3.1.1.1 响应

表 3-2: 响应 1 的结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0x10	Status/Set 参数——命令代码回显
1		0x00	命令成功完成。
2	取消传输	0x00	无特殊操作（即，取消当前的 I ² C™/SMBus 传输）
		0x10	当前的 I ² C/SMBus 传输已标记为取消。实际的 I ² C/SMBus 传输取消操作和总线释放操作将需要一些时间（几百微秒，具体取决于为所取消传输操作最初选择的通信速度）
		0x11	I ² C 引擎（在 MCP2221 内部）已处于空闲模式。取消命令没有任何作用
3		0x00	未发出设置 I ² C/SMBus 通信速度的命令。
		0x20	现在考虑新的 I ² C/SMBus 通信速度。
		0x21	未设置 I ² C/SMBus 通信速度（例如，I ² C 传输正在进行）。
4		命令字段中相同索引处给定的分频值	仅限字节索引 3 处给定用于建立新通信速度的代码的情况。
		0x00	当前未在设置通信速度时
5-7	无关	任何值	
8	内部 I ² C 状态机的状态值		
9	所请求的 I ² C 传输长度的低字节（16 位值）		
10	所请求的 I ² C 传输长度的高字节（16 位值）		
11	已传输（通过 I ² C）字节数的低字节（16 位值）		
12	已传输（通过 I ² C）字节数的高字节（16 位值）		
13	内部 I ² C 数据缓冲区计数器		
14	当前 I ² C 通信速度分频值		
15	当前 I ² C 超时值		
16	正在使用的 I ² C 地址的低字节（16 位值）		
17	正在使用的 I ² C 地址的高字节（16 位值）		
18-21	无关	任何值	
22	SCL 线的值——从引脚读取的值		

表 3-2: 响应 1 的结构 (续)

字节索引	功能说明	值	作用
23	SDA 线的值——从引脚读取的值		
24	中断边沿检测器状态	0 或 1	
25	I ² C 读等待值	0、1 或 2	USB 主机使用此字段来获知 MCP2221 是否仍必须从设备读取数据。
26-45	无关	任何值	
46	MCP2221 硬件主要修订 (“A”)		
47	MCP2221 硬件次要修订 (“6”)		
48	MCP2221 固件主要修订 (“1”)		
49	MCP2221 固件次要修订 (“1”)		
50-55	ADC 数据 (16 位) 值。		3 x (16 位) 小尾数法 ADC 通道值。
56-63	无关	任何值	

MCP2221

3.1.2 读取闪存数据

该命令用于读取存储在MCP2221闪存中的各种重要数据结构 and 字符串。

表3-3: 命令结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0xB0	读取闪存数据——命令代码
1	读取闪存数据子代码。 此字段中的值将指示MCP2221 读取哪些闪存数据	0x00	读取芯片设置——它将读取MCP2221 NVRAM设置。
		0x01	读取GP设置——它将读取MCP2221 NVRAM GP设置。
		0x02	读取USB制造商描述符字符串——读取USB枚举期间使用的USB制造商描述符字符串。
		0x03	读取USB产品描述符字符串——读取USB枚举期间使用的USB产品描述符字符串。
		0x04	读取USB序列号描述符字符串——读取USB枚举期间使用的USB序列号描述符字符串。用户可通过特定的USB HID命令更改该序列号。
		0x05	读取芯片出厂序列号——读取出厂时设置的序列号。该序列号无法更改。
		任何其他值	无意义。器件将在响应报告中的字节索引1处针对不支持的命令回复一个代码。
2-63	保留	0x00	

3.1.2.1 响应

表3-4: 响应结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0xB0	读取闪存数据——命令代码
1		0x00	命令成功完成
		0x01	命令不受支持
2	数据结构长度或无关		
3-63	数据或无关		取决于发出的子命令或字节索引1处的返回代码。

表 3-5: 响应结构——读取芯片设置子命令

字节索引	功能说明	值	作用
0		0xB0	读取闪存数据——命令代码回显
1		0x00	命令成功完成
2	结构长度		
3	无关		
4	Bit 7: CDC 序列号枚举使能	1	USB 序列号将在 CDC 接口的 USB 枚举期间使用。
		0	USB 枚举期间将不显示序列号描述符。
	Bit 6: LEDUARTRX 引脚选项的初始值		该值表示没有 UART RX 活动时发出的逻辑电平信号。当 MCP2221 的 UART RX 接收数据时, LEDUARTRX 引脚将采用该位的取反值。
	Bit 5: LEDUARTTX 引脚选项的初始值		该值表示没有 UART TX 发送活动时发出的逻辑电平信号。当 MCP2221 的 UART TX 发送数据时, LEDUARTTX 引脚将采用该位的取反值。
	Bit 4: LEDI2C 引脚选项的初始值		该值表示没有 I ² C 通信时发出的逻辑电平信号。当 I ² C 通信处于活动状态时, LEDI2C 引脚 (如果使能) 将采用该位的取反值。
	Bit 3: SSPND 引脚选项的初始值		该值表示器件未处于挂起模式时发出的逻辑电平信号。进入挂起模式后, SSPND 引脚 (如果使能) 将采用该位的取反值。
	Bit 2: USBCFG 引脚选项的初始值		该值表示器件未进行 USB 配置时发出的逻辑电平信号。当器件将进行 USB 配置时, USBCFG 引脚 (如果使能) 将采用该位的取反值。
Bit 1-0: 芯片配置安全选项	11-10	永久锁定	
	01	密码保护	
	00	未加密	
5	Bit 7-3	无关	
	Bit 4-0: 时钟输出分频值		如果 GP 引脚 (显示时钟输出) 使能为进行时钟输出操作, 则该分频值将在 48 MHz USB 内部时钟上使用, 且相应的分频输出将发送到该引脚。
6	Bit 7-6: DAC 参考电压选项	11	参考电压为 4.096V (仅当 VDD 高于此电压时)
		10	参考电压为 2.048V
		01	参考电压为 1.024V
		00	参考电压关闭 (这在 DAC 使用 V _{RM} DAC 以外的其他参考电压 (例如 VDD) 时非常有用)。
	Bit 5: DAC 参考选项	1	DAC 参考电压为 V _{RM} DAC 电压
		0	DAC 参考电压为 VDD
Bit 4-0: 上电时的 DAC 值			

MCP2221

表3-5: 响应结构——读取芯片设置子命令（续）

字节索引	功能说明	值	作用
7	Bit 7	无关	
	Bit 6: 中断检测——下降沿		如果置1, 中断检测标志将在出现下降沿时置1。
	Bit 5: 中断检测——上升沿		如果置1, 中断检测标志将在出现上升沿时置1。
	Bit 4-3: ADC 参考电压	11	参考电压为4.096V (仅当VDD高于此电压时)
		10	参考电压为2.048V
		01	参考电压为1.024V
		00	参考电压关闭 (这在ADC使用VRM ADC以外的其他参考电压 (例如VDD) 时非常有用)。
	Bit 2	1	ADC参考电压为VDD ADC电压
		0	ADC参考电压为VRM
Bit 1	无关		
Bit 0	无关		
8	16位USB VID值的低字节		
9	16位USB VID值的高字节		
10	16位USB PID值的低字节		
11	16位USB PID值的高字节		
12	USB 电源属性		MCP2221的USB配置描述符 (电源属性值) 将在USB枚举期间使用该值。
13	USB请求的mA数		USB枚举期间请求的mA值将表示该索引处的值乘以2得到的结果。
14-63	无关		

表 3-6: 响应结构——读取 GP 设置子命令

字节索引	功能说明	值	作用
0		0xB0	读取闪存数据——命令代码回显
1		0x00	命令成功完成
2			结构长度
3		无关	
4	GP0 上电设置		
	Bit 7-5:	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP0 设置为输出 GPIO 时, GP0 引脚将在上电/复位时呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出) —— 仅在 GP0 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP0 指派	111-011	无关
		010	备用功能 1 (LED UART RX)
001		专用功能操作 (SSPND)	
000		GPIO 操作	
5	GP1 上电设置		
	Bit 7-5:	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP1 设置为输出 GPIO 时, GP1 引脚将在上电/复位时呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出) —— 仅在 GP0 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP1 指派	111-101	无关
		001	专用功能操作 (时钟输出)
		100	备用功能 3 (中断检测)
		011	备用功能 2 (LED UART TX)
		010	备用功能 1 (ADC 1)
000		GPIO 操作	
6	GP2 上电设置		
	Bit 7-5:	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP2 设置为输出 GPIO 时, GP2 引脚将在上电/复位时呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出)。 仅在 GP2 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP2 指派	111-100	无关
		011	备用功能 2 (DAC1)
		010	备用功能 1 (ADC2)
001		专用功能操作 (USB)	
000		GPIO 操作	

MCP2221

表3-6: 响应结构——读取GP设置子命令（续）

字节索引	功能说明	值	作用
7	GP3上电设置		
	Bit 7-5:	无关	
	Bit 4: GPIO输出值		当GP3设置为输出GPIO时，GP3引脚将在上电/复位时呈现该值。
	Bit 3: GPIO方向（输入/输出）。 仅在GP3设置为进行GPIO操作时有效	1	GPIO输入模式
		0	GPIO输出模式
	Bit 2-0: GP3指派	111-100	无关
		011	备用功能2（DAC2）
010		备用功能1（ADC3）	
001		专用功能操作（LED I2C）	
	000	GPIO操作	
8-63		无关	

表3-7: 响应结构——读取USB制造商描述符字符串子命令

字节索引	值	作用
0	0xB0	读取闪存数据——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
2	(2)	提供的USB制造商描述符字符串中的字节数 + 2。实际字符串从字节索引4处开始。
3	0x03	此索引处的值必须始终为0x03。
$4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 0^{(1)}$		16位Unicode字符的低字节
$4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 1^{(1)}$		16位Unicode字符的高字节
$(4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 2) - 63^{(1)}$		无关。仅当USB描述符字符串的总长度小于60字节时。

注 1: “Unicode_char_number”值的范围是0至最大值30（包含在内）。

注 2: 字节索引2处的值必须为 $2 + 2 \times$ （字符串中的Unicode字符数）。

表3-8: 响应结构——读取USB产品描述符字符串子命令

字节索引	值	作用
0	0xB0	读取闪存数据——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
2	(2)	提供的USB产品描述符字符串中的字节数 + 2。实际字符串从字节索引4处开始。
3	0x03	此索引处的值必须始终为0x03
$4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 0^{(1)}$		16位Unicode字符的低字节
$4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 1^{(1)}$		16位Unicode字符的高字节
$(4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 2) - 63^{(1)}$		无关。仅当USB描述符字符串的总长度小于60字节时。

注 1: “Unicode_char_number”值的范围是0至最大值30（包含在内）。

注 2: 字节索引2处的值必须为 $2 + 2 \times$ （字符串中的Unicode字符数）。

表 3-9: 响应结构——读取 USB 序列号描述符字符串子命令

字节索引	值	作用
0	0xB0	读取闪存数据——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
2	(2)	提供的 USB 序列号描述符字符串中的字节数 + 2。 实际字符串从字节索引 4 处开始。
3	0x03	此索引处的值必须始终为 0x03
$4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 0^{(1)}$		16 位 Unicode 字符的低字节
$4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 1^{(1)}$		16 位 Unicode 字符的高字节
$(4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 2) - 63^{(1)}$		无关。仅当 USB 描述符字符串的总长度小于 60 字节时。

注 1: “Unicode_char_number” 值的范围是 0 至最大值 30 (包含在内)。

注 2: 字节索引 2 处的值必须为 $2 + 2 \times$ (字符串中的 Unicode 字符数)。

表 3-10: 响应结构——读取芯片出厂序列号子命令⁽¹⁾

字节索引	值	作用
0	0xB0	读取闪存数据——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
2		结构长度
3	无关	
$4 - (4 + \text{结构长度} - 1)$		结构数据——出厂序列号字符串
$(4 + \text{结构长度}) - 63$	无关	

注 1: 芯片序列号的长度通常为 8 字节。

MCP2221

3.1.3 写入闪存数据

该命令用于向器件的闪存中写入各种重要数据结构和字符串。

表3-11: 命令结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0xB1	写入闪存数据——命令代码
1	写入闪存数据子代码。此字段中的值将指示MCP2221更改哪些特定的闪存设置	0x00	写入芯片设置——它将写入MCP2221 NVRAM设置
		0x01	写入GP设置——它将写入MCP2221 NVRAM GP设置。
		0x02	写入USB制造商描述符字符串——写入USB枚举期间使用的USB制造商描述符字符串。
		0x03	写入USB产品描述符字符串——写入USB枚举期间使用的USB产品描述符字符串。
		0x04	写入USB序列号描述符字符串——写入USB枚举期间使用的USB序列号描述符字符串。
		任何其他值	无意义。器件将在响应报告中的字节索引1处针对不支持的命令回复一个代码。
2-63	待写入的数据		数据格式取决于写入闪存数据子代码（字节索引1处）。

表3-12: 子命令结构——写入芯片设置子命令

字节索引	功能说明	值	作用
0		0xB1	写入闪存数据——命令代码。
1		0x00	写入芯片设置——它将写入MCP2221 NVRAM器件设置。
2	Bit 7: CDC序列号枚举使能。	1	USB序列号将在CDC接口的USB枚举期间使用。
		0	USB枚举期间将不显示序列号描述符。
	Bit 6: LEDUARTRX引脚选项的初始值		该值表示没有UART RX活动时发出的逻辑电平信号。当MCP2221的UART RX接收数据时, LEDUARTRX引脚将采用该位的取反值。
	Bit 5: LEDUARTTX引脚选项的初始值		该值表示没有UART TX发送活动时发出的逻辑电平信号。当MCP2221的UART TX发送数据时, LEDUARTTX引脚将采用该位的取反值。
	Bit 4: LEDI2C引脚选项的初始值		该值表示没有I ² C™通信时发出的逻辑电平信号。当I ² C通信处于活动状态时, LEDI2C引脚(如果使能)将采用该位的取反值。
	Bit 3: SSPND引脚选项的初始值		该值表示器件未处于挂起模式时发出的逻辑电平信号。进入挂起模式后, SSPND引脚(如果使能)将采用该位的取反值。
	Bit 2: USBCFG引脚选项的初始值		该值表示器件未进行USB配置时发出的逻辑电平信号。当器件将进行USB配置时, USBCFG引脚(如果使能)将采用该位的取反值。
2	Bit 1-0: 芯片配置安全选项	11-10	永久锁定
		01	密码保护
		00	未加密
3	Bit 7-5	无关	
	Bit 4-0: 时钟输出分频值		如果GP引脚(显示时钟输出)使能为进行时钟输出操作, 则该分频值将在48 MHz USB内部时钟上使用, 且相应的分频输出将发送到该引脚。
4	Bit 7-6: DAC参考电压选项	11	参考电压为4.096V(仅当V _{DD} 高于此电压时)。
		10	参考电压为2.048V
		01	参考电压为1.024V。
		00	参考电压关闭(这在DAC使用V _{RM} DAC以外的其他参考电压(即V _{DD})时非常有用)。
	Bit 5: DAC参考选项	1	DAC参考电压为V _{DD}
		0	DAC参考电压为V _{RM} DAC电压。
4	Bit 4-0: 上电时的DAC值		

MCP2221

表3-12: 子命令结构——写入芯片设置子命令 (续)

字节索引	功能说明	值	作用
5	Bit 7	无关	
	Bit 6: 中断检测——下降沿		如果置1, 中断检测标志将在出现下降沿时置1。
	Bit 5: 中断检测——上升沿		如果置1, 中断检测标志位将在出现上升沿时置1。
	Bit 4-3: ADC 参考电压	11	参考电压为4.096V (仅当VDD高于此电压时)。
		10	参考电压为2.048V
		01	参考电压为1.024V
		00	参考电压关闭 (这在ADC使用V _{RM} ADC以外的其他参考电压 (例如VDD) 时非常有用)。
	Bit 2: ADC 参考电压选项	1	ADC参考电压为V _{RM} ADC
		0	ADC参考电压为VDD
Bit 1	无关		
Bit 0	无关		
6	16位USB VID值的低字节。		
7	16位USB VID值的高字节。		
8	16位USB PID值的低字节。		
9	16位USB PID值的高字节。		
10	USB 电源属性		MCP2221的USB配置描述符 (电源属性值) 将在USB枚举期间使用该值。
11	USB 请求的mA数		USB 枚举期间请求的mA值将表示该索引处的值乘以2得到的结果。
12-19	8字节密码 (用于闪存修改保护)		
20-63		无关	

表3-13: 子命令结构——写入GP设置子命令

字节索引	功能说明	值	作用
0		0xB1	写入闪存数据——命令代码
1		0x00	写入芯片设置——它将写入MCP2221 NVRAM器件设置
2	GP0 上电设置		
	Bit 7-5:	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当GP0 设置为输出GPIO时, GP0 引脚将在上电/复位时呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出)。 仅在GP0 设置为进行GPIO操作时有效。	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP0 指派	111-011	无关
		010	专用功能操作 (SSPND)
		001	备用功能 1 (LED UART RX)
000		GPIO 操作	
3	GP1 上电设置		
	Bit 7-5:	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当GP1 设置为输出GPIO时, GP1 引脚将在上电/复位时呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出)。 仅在GP1 设置为进行GPIO操作时有效。	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP1 指派	111-101	无关
		100	备用功能 3 (中断检测)
		011	备用功能 2 (LED UART TX)
		010	备用功能 1 (ADC 1)
		001	专用功能操作 (时钟输出)
		000	GPIO 操作
	4	GP2 上电设置	
Bit 7-5:		无关	
Bit 4: GPIO 输出值			当GP2 设置为输出GPIO时, GP2 引脚将在上电/复位时呈现该值。
Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出)。 仅在GP2 设置为进行GPIO操作时有效。		1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
Bit 2-0: GP2 指派		111-100	无关
		011	备用功能 2 (DAC1)
		010	备用功能 1 (ADC2)
	001	专用功能操作 (USBCFG)	
	000	GPIO 操作	

MCP2221

表3-13: 子命令结构——写入GP设置子命令 (续)

字节索引	功能说明	值	作用
5	GP3上电设置		
	Bit 7-5:	无关	
	Bit 4: GPIO输出值		当GP3设置为输出GPIO时, GP3引脚将在上电/复位时呈现该值。
	Bit 3: GPIO方向 (输入/输出)。仅在GP3设置为进行GPIO操作时有效。	1	GPIO输入模式
		0	GPIO输出模式
	Bit 2-0: GP3指派	111-100	无关
		011	备用功能2 (DAC2)
010		备用功能1 (ADC3)	
001		专用功能操作 (LED I2C)	
	000	GPIO操作	
6-63		无关	

表3-14: 子命令结构——写入USB制造商描述符字符串子命令

字节索引	值	作用
0	0xB1	写入闪存数据——命令代码
1	0x02	写入USB制造商描述符字符串——写入USB枚举期间使用的USB制造商描述符字符串
2	(2)	提供的USB序列号描述符字符串中的字节数 + 2。
3	0x03	此索引处的值必须始终为0x03。
4 + 2 x Unicode_char_number + 0(1)		16位Unicode字符的低字节
4 + 2 x Unicode_char_number + 1(1)		16位Unicode字符的高字节

注 1: “Unicode_char_number”值的范围是至最大值30 (包含在内)。

注 2: 字节索引2处的值必须为2 + 2 x (字符串中的Unicode字符数)。

表3-15: 子命令结构——写入USB产品描述符字符串子命令

字节索引	值	作用
0	0xB1	写入闪存数据——命令代码
1	0x03	写入USB产品描述符字符串——写入USB枚举期间使用的USB产品描述符字符串
2	(2)	提供的USB序列号描述符字符串中的字节数 + 2。实际字符串从字节索引4处开始。
3	0x03	此索引处的值必须始终为0x03。
4 + 2 x Unicode_char_number + 0(1)		16位Unicode字符的低字节
4 + 2 x Unicode_char_number + 1(1)		16位Unicode字符的高字节

注 1: “Unicode_char_number”值的范围是至最大值30 (包含在内)。

注 2: 字节索引2处的值必须为2 + 2 x (字符串中的Unicode字符数)。

表 3-16: 子命令结构——写入USB序列号描述符字符串子命令

字节索引	值	作用
0	0xB1	写入闪存数据——命令代码
1	0x04	写入USB序列号描述符字符串——写入USB枚举期间使用的USB序列号描述符字符串
2	(2)	提供的USB序列号描述符字符串中的字节数 + 2。实际字符串从字节索引 4 处开始。
3	0x03	此索引处的值必须始终为0x03。
$4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 0^{(1)}$		16位Unicode字符的低字节
$4 + 2 \times \text{Unicode_char_number} + 1^{(1)}$		16位Unicode字符的高字节

注 1: “Unicode_char_number”值的范围是至最大值30（包含在内）。

2: 字节索引 2 处的值必须为 $2 + 2 \times$ (字符串中的Unicode字符数)。

3.1.3.1 响应

表 3-17: 响应结构——读取芯片出厂序列号子命令

字节索引	值	作用
0	0xB1	写入闪存数据——命令代码
1	0x00	命令成功完成
	0x02	命令不受支持
	0x03	命令不被允许
2-63	无关	

MCP2221

3.1.4 发送闪存访问密码

该命令用于在需要闪存更新以及闪存数据受密码保护时发送用户提供的密码，此密码将与器件闪存中存储的密码进行比较。

在不存在任何保护机制或闪存数据已被永久锁定的情况下，该命令无意义。

表3-18: 命令结构

字节索引	值	作用
0	0xB2	发送闪存访问密码——命令代码
1	无关	
2		密码字节1
3		密码字节2
4		密码字节3
5		密码字节4
6		密码字节5
7		密码字节6
8		密码字节7
9		密码字节8
10-63		无关

3.1.4.1 响应

表3-19: 响应1的结构

字节索引	值	作用
0	0xB2	发送闪存访问密码——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成。
	0x03	命令不被允许（闪存更新失败达到一定次数后，将不接受任何密码）。
2-63	无关	

3.1.5 I²C™ 写入数据

该命令用于向I²C从器件（其地址和速度由STATUS/SET参数命令指定）写入用户给定的数据。

该命令具有以下作用：

- I²C引擎将发送“启动”条件。
- 接下来发送选定的I²C从器件地址，I²C引擎将等待从器件发送应答位。

- 随后发送用户数据，I²C引擎等待来自从器件的应答位。
- 如果所请求的长度超过60字节，将在总线上发送后续用户字节。
- 当用户数据长度（正在总线上发送）达到所请求的长度时，I²C引擎将在总线上发送“停止”条件。

表3-20: 命令结构⁽¹⁾

字节索引	值	作用
0	0x90	I ² C™ 写入数据——命令代码
1	0x00	请求的I ² C传输长度——16位值——低字节
2	0x03	请求的I ² C传输长度——16位值——高字节
3	无关	
4-63		待发送到所选I ² C从器件的用户数据

注 1: 当所请求的传输长度超过60字节时，后续“I²C写入数据”命令将传输用户数据的其余部分（直至请求的长度）。

3.1.5.1 响应

表3-21: 响应1的结构

字节索引	值	作用
0	0x90	I ² C™ 写入数据——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
	0x01	I ² C引擎忙（命令未完成）
2	0x03	内部I ² C引擎的状态（发出命令时）——对于监视I ² C引擎的状态十分有用
3-63	无关	

MCP2221

3.1.6 I²C™ 写入数据重复启动

该命令用于向 I²C 从器件（其地址和速度由 STATUS/SET 参数命令指定）写入用户给定的数据。

该命令具有以下作用：

- I²C 引擎将发送“重复启动”条件。
- 接下来发送选定的 I²C 从器件地址，I²C 引擎将等待从器件发送应答位。
- 随后发送用户数据，I²C 引擎等待来自从器件的应答位。
- 如果所请求的长度超过 60 字节，将在总线上发送后续用户字节。
- 当用户数据长度（正在总线上发送）达到所请求的长度时，I²C 引擎将在总线上发送“停止”条件。

表 3-22: 命令结构⁽¹⁾

字节索引	值	作用
0	0x92	I ² C™ 写入数据重复启动——命令代码 (ci2C_CMD_RSTART_WRDATA7)
1	0x00	请求的 I ² C 传输长度——16 位值——低字节
2	0x03	请求的 I ² C 传输长度——16 位值——高字节
3	无关	
4-63		待发送到所选 I ² C 从器件的用户数据

注 1: 当所请求的传输长度超过 60 字节时，后续“I²C 写入数据重复启动”命令将传输用户数据的其余部分（直至请求的长度）。

3.1.6.1 响应

表 3-23: 响应 1 的结构

字节索引	值	作用
0	0x92	I ² C™ 写入数据重复启动——命令代码回显 (ci2C_CMD_RSTART_WRDATA7)
1	0x00	命令成功完成
	0x01	I ² C 引擎忙（命令未完成）
2	0x03	内部 I ² C 引擎的状态（发出命令时）——对于监视 I ² C 引擎的状态十分有用
3-63	无关	

3.1.7 I²C™ 写入数据不停止

该命令用于向I²C从器件（其地址和速度由STATUS/SET参数命令指定）写入用户给定的数据。

该命令具有以下作用：

- I²C引擎将发送“启动”条件。
- 接下来发送选定的I²C从器件地址，I²C引擎将等待从器件发送应答位。
- 随后发送用户数据，I²C引擎等待来自从器件的应答位。
- 如果所请求的长度超过60字节，将在总线上发送后续用户字节。
- 当用户数据的长度（正在总线上发送）达到所请求的长度时，I²C引擎将不在总线上发送“停止”条件。

表3-24： 命令结构⁽¹⁾

字节索引	值	作用
0	0x94	I ² C™ 写入数据不停止——命令代码
1	0x00	请求的I ² C传输长度——16位值——低字节
2	0x03	请求的I ² C传输长度——16位值——高字节
3	无关	
4-63		待发送到所选I ² C从器件的用户数据

注 1： 当所请求的传输长度超过60字节时，后续“I²C写入数据不停止”命令将传输用户数据的其余部分（直至请求的长度）。

3.1.7.1 响应

表3-25： 响应1的结构

字节索引	值	作用
0	0x94	I ² C™ 写入数据不停止——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
	0x01	I ² C引擎忙（命令未完成）
2	0x03	内部I ² C引擎的状态（发出命令时）——对于监视I ² C引擎的状态十分有用
3-63	无关	

MCP2221

3.1.8 I²C™ 读取数据

该命令用于从 I²C 从器件（其地址和速度由 STATUS/SET 参数命令指定）读取用户给定的数据。

该命令具有以下作用：

- I²C 引擎将发送“启动”条件。
- 接下来发送选定的 I²C 从器件地址，I²C 引擎将等待从器件发送应答位。

- 随后读取用户数据，I²C 引擎向从器件发送应答位。
- 如果所请求的长度超过 60 字节，将从总线上的 I²C 从器件读取后续用户字节。
- 当用户数据长度（正在总线上发送）达到所请求的长度时，I²C 引擎将在总线上发送“停止”条件。

表 3-26: 命令结构

字节索引	值	作用
0	0x91	I ² C™ 读取数据——命令代码
1	0x00	请求的 I ² C 传输长度——16 位值——低字节
2	0x03	请求的 I ² C 传输长度——16 位值——高字节
3-63	无关	

3.1.8.1 响应

表 3-27: 响应 1 的结构

字节索引	值	作用
0	0x91	I ² C™ 读取数据——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
	0x01	I ² C 引擎忙（命令未完成）
2	0x03	内部 I ² C 引擎的状态（发出命令时）——对于监视 I ² C 引擎的状态十分有用
3-63	无关	

3.1.9 I²C™ 读取数据重复启动

该命令用于从I²C从器件（其地址和速度由STATUS/SET参数命令指定）读取用户给定的数据。

该命令具有以下作用：

- I²C引擎将发送“重复启动”条件。
- 接下来发送选定的I²C从器件地址，I²C引擎将等待从器件发送应答位。

- 随后读取用户数据，I²C引擎向从器件发送应答位。
- 如果所请求的长度超过60字节，将从总线上的I²C从器件读取后续用户字节。
- 当用户数据长度（正在总线上发送）达到所请求的长度时，I²C引擎将在总线上发送“停止”条件。

表3-28： 命令结构

字节索引	值	作用
0	0x93	I ² C™ 读取数据重复启动——命令代码
1	0x00	请求的I ² C传输长度——16位值——低字节
2	0x03	请求的I ² C传输长度——16位值——高字节
3-63	无关	

3.1.9.1 响应

表3-29： 响应1的结构

字节索引	值	作用
0	0x93	I ² C™ 读取数据重复启动——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
	0x01	I ² C引擎忙（命令未完成）
2	0x03	内部I ² C引擎的状态（发出命令时）——对于监视I ² C引擎的状态十分有用
3-63	无关	

MCP2221

3.1.10 I²C 读取数据 —— 获取 I²C 数据

该命令用于从 I²C 从器件（其地址和速度由 STATUS/SET 参数命令指定）回读数据。

表 3-30: 命令结构

字节索引	值	作用
0	0x40	I ² C™ 读取数据 —— 获取 I ² C 数据 —— 命令代码
1	0x00	请求的 I ² C 传输长度 —— 16 位值 —— 低字节
2	0x03	请求的 I ² C 传输长度 —— 16 位值 —— 高字节
3-63	无关	

3.1.10.1 响应

表 3-31: 响应 1 的结构

字节索引	值	作用
0	0x40	I ² C™ 读取数据 —— 获取 I ² C 数据 —— 命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
	0x41	从 I ² C 引擎读取 I ² C 从器件数据时出错
2	0x03	内部 I ² C 引擎的状态（发出命令时） —— 对于监视 I ² C 引擎的状态十分有用
3	0-60	此数据包中采用的回读数据字节数：0 至最大值 60 个回读字节
	127	发生错误时将发出该值，并且不应考虑后续数据
4-63		用户数据或无关

3.1.11 设置GPIO输出值

该命令用于为分配为进行GPIO操作（GPIO输出）的GP引脚更改GPIO输出值。

表3-32: 命令结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0x50	设置GPIO输出值——命令代码。
1		无关	
2	修改GP0输出 (使能/禁止)	0x00	不修改GP0输出（当GP0设置为GPIO输出时）。
		任何其他值	下一个字节（索引3）将为用于设置GP0输出的值（仅当GP0设置为GPIO输出时）。
3	GP0输出值	0x00	GP0（设置为进行GPIO输出操作时）将采用逻辑值0。
		任何其他值	GP0（设置为进行GPIO输出操作时）将采用逻辑值1。
4	更改GP0引脚方向 (使能/禁止)	0x00	保持GP0 GPIO指派不变（输入或输出）。
		任何其他值	下一个字节（索引5）将为用于设置GP0引脚方向的值（仅当GP0设置为进行GPIO操作时）。
5	GP0引脚方向 (输入或输出)	0x00	将GP0 GPIO设置为输出。
		任何其他值	GP0（设置为进行GPIO操作时）将设置为数字输入。
6	修改GP1输出 (使能/禁止)	0x00	不修改GP1输出（当GP1设置为GPIO输出时）。
		任何其他值	下一个字节（索引7）将为用于设置GP1输出的值（仅当GP1设置为GPIO输出时）。
7	GP1输出值	0x00	GP1（设置为进行GPIO输出操作时）将采用逻辑值0。
		任何其他值	GP1（设置为进行GPIO输出操作时）将采用逻辑值1。
8	修改GP1引脚方向 (使能/禁止)	0x00	保持GP1 GPIO指派不变（输入或输出）。
		任何其他值	下一个字节（索引9）将为用于设置GP1引脚方向的值（仅当GP1设置为进行GPIO操作时）。
9	GP1引脚方向 (输入或输出)	0x00	将GP1 GPIO设置为输出。
		任何其他值	GP1（设置为进行GPIO操作时）将设置为数字输入。
10	修改GP2输出 (使能/禁止)	0x00	不修改GP2输出（当GP2设置为GPIO输出时）。
		任何其他值	下一个字节（索引11）将为用于设置GP2输出的值（仅当GP2设置为GPIO输出时）。
11	GP2输出值	0x00	GP2（当GP2设置为进行GPIO输出操作时）将采用逻辑值0。
		任何其他值	GP2（当GP2设置为进行GPIO输出操作时）将采用逻辑值1。
12	修改GP2引脚方向 (使能/禁止)	0x00	保持GP2 GPIO指派不变（输入或输出）。
		任何其他值	下一个字节（索引13）将为用于设置GP2引脚方向的值（仅当GP2设置为进行GPIO操作时）。
13	GP2引脚方向 (输入或输出)	0x00	将GP2 GPIO设置为输出。
		任何其他值	GP2（设置为进行GPIO操作时）将设置为数字输入。
14	修改GP3输出 (使能/禁止)	0x00	不修改GP3输出（当GP3设置为GPIO输出时）。
		任何其他值	下一个字节（索引11）将为用于设置GP3输出的值（仅当GP3设置为GPIO输出时）。

MCP2221

表3-32: 命令结构 (续)

字节索引	功能说明	值	作用
15	GP3 输出值	0x00	GP3 (设置为进行 GPIO 输出操作时) 将采用逻辑值 0。
		任何其他值	GP3 (设置为进行 GPIO 输出操作时) 将采用逻辑值 1。
16	修改 GP3 引脚方向 (使能/禁止)	0x00	保持 GP3 GPIO 指派不变 (输入或输出)。
		任何其他值	下一个字节 (索引 17) 将为用于设置 GP3 引脚方向的值 (仅当 GP3 设置为进行 GPIO 操作时)。
17	GP3 引脚方向 (输入或输出)	0x00	将 GP3 GPIO 设置为输出。
		任何其他值	GP3 (设置为进行 GPIO 操作时) 将设置为数字输入。
18-63	保留	0x00	

3.1.11.1 响应

表3-33: 响应 1 的结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0x50	设置 GPIO 输出值 —— 命令代码
1		0x00	命令成功完成
2	修改 GP0 输出 (使能/禁止) 状态	0xEE	如果 GP0 未设置为进行 GPIO 操作
		任何其他值	如果 GP0 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
3	GP0 输出值状态	0xEE	如果 GP0 未设置为进行 GPIO 操作。
		任何其他值	如果 GP0 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
4	更改 GP0 引脚方向 (使能/禁止)	0xEE	如果 GP0 未设置为进行 GPIO 操作。
		任何其他值	如果 GP0 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
5	GP1 引脚方向 (输入或输出)	0xEE	如果 GP1 未设置为进行 GPIO 操作。
		任何其他值	如果 GP1 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
6	修改 GP1 输出 (使能/禁止) 状态	0xEE	如果 GP1 未设置为进行 GPIO 操作。
		任何其他值	如果 GP1 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
7	GP1 输出值状态	0xEE	如果 GP1 未设置为进行 GPIO 操作。
		任何其他值	如果 GP1 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
8	修改 GP1 引脚方向 (使能/禁止)	0xEE	如果 GP1 未设置为进行 GPIO 操作。
		任何其他值	如果 GP1 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
9	GP1 引脚方向 (输入或输出)	0xEE	如果 GP1 未设置为进行 GPIO 操作。
		任何其他值	如果 GP1 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
10	修改 GP2 输出 (使能/禁止) 状态	0xEE	如果 GP2 未设置为进行 GPIO 操作。
		任何其他值	如果 GP2 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。

表 3-33: 响应 1 的结构 (续)

字节索引	功能说明	值	作用
11	GP2 输出值状态	0xEE	如果 GP2 未设置为进行 GPIO 操作
		任何其他值	如果 GP2 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
12	修改 GP2 引脚方向 (使能/禁止)	0xEE	如果 GP2 未设置为进行 GPIO 操作
		任何其他值	如果 GP2 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
13	GP2 引脚方向 (输入或输出)	0xEE	如果 GP2 未设置为进行 GPIO 操作
		任何其他值	如果 GP2 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
14	修改 GP3 输出 (使能/禁止) 状态	0xEE	如果 GP3 未设置为进行 GPIO 操作
		任何其他值	如果 GP3 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
15	GP3 输出值状态	0xEE	如果 GP3 未设置为进行 GPIO 操作
		任何其他值	如果 GP3 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
16	修改 GP3 引脚方向 (使能/禁止)	0xEE	如果 GP3 未设置为进行 GPIO 操作
		任何其他值	如果 GP3 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
17	GP3 引脚方向 (输入或输出)	0xEE	如果 GP3 未设置为进行 GPIO 操作
		任何其他值	如果 GP3 已设置为进行 GPIO 操作, 将从命令结构中的相同字节索引处复制该值。
18-63		无关	

MCP2221

3.1.12 获取 GPIO 值

该命令用于为分配为进行 GPIO 操作（GPIO 输入或输出）的 GP 引脚获取 GPIO 方向和引脚值。

表 3-34: 命令结构

字节索引	值	作用
0	0x51	获取 GPIO 值——命令代码
1-63	无关	

3.1.12.1 响应

表 3-35: 响应 1 的结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0x51	获取 GPIO 值——命令代码
1		0x00	命令成功完成
2	GP0 引脚值	0xEE	如果 GP0 未设置为进行 GPIO 操作
		其他值 (0x00 或 0x01)	如果 GP0 已设置为进行 GPIO 操作, 该值表示 GP0 逻辑引脚值。
3	GP0 方向值	0xEF	如果 GP0 未设置为进行 GPIO 操作
		其他值 (0x00 或 0x01)	如果 GP0 已设置为进行 GPIO 操作, 该值表示 GP0 引脚指派 (0x00 为输出, 0x01 为输入)。
4	GP1 引脚值	0xEE	如果 GP1 未设置为进行 GPIO 操作
		其他值 (0x00 或 0x01)	如果 GP1 已设置为进行 GPIO 操作, 该值表示 GP1 逻辑引脚值。
5	GP1 方向值	0xEF	如果 GP1 未设置为进行 GPIO 操作
		其他值 (0x00 或 0x01)	如果 GP1 已设置为进行 GPIO 操作, 该值表示 GP1 引脚指派 (0x00 为输出, 0x01 为输入)。
6	GP2 引脚值	0xEE	如果 GP2 未设置为进行 GPIO 操作
		其他值 (0x00 或 0x01)	如果 GP2 已设置为进行 GPIO 操作, 该值表示 GP2 逻辑引脚值。
7	GP2 方向值	0xEF	如果 GP2 未设置为进行 GPIO 操作
		其他值 (0x00 或 0x01)	如果 GP2 已设置为进行 GPIO 操作, 该值表示 GP2 引脚指派 (0x00 为输出, 0x01 为输入)。
8	GP3 引脚值	0xEE	如果 GP3 未设置为进行 GPIO 操作
		其他值 (0x00 或 0x01)	如果 GP3 已设置为进行 GPIO 操作, 该值表示 GP3 逻辑引脚值。
9	GP3 方向值	0xEF	如果 GP3 未设置为进行 GPIO 操作
		其他值 (0x00 或 0x01)	如果 GP3 已设置为进行 GPIO 操作, 该值表示 GP3 引脚指派 (0x00 为输出, 0x01 为输入)。
10-63		无关	

3.1.13 设置SRAM设置

该命令用于修改运行时的各种芯片设置。修改后的设置存放在SRAM存储器中，不会影响芯片上电/复位时的默认设置。这些已修改的设置将保持有效，直至下次芯片上电/复位。

表3-36: 命令结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0x60	设置SRAM设置——命令代码
1		无关	
2	时钟输出分频值 ——允许用户在运行时即时修改时钟输出值		
	Bit 7: 使能装载新的时钟分频器	1	Bit 4-0将装载到时钟分频器中
		0	不会修改时钟分频值
	Bit 6-5	无关	
	Bit 4-3: 占空比	11	0% 占空比
		10	25% 占空比
		01	50% 占空比
00		75% 占空比	
Bit 2-0: 时钟分频值			
3	DAC参考电压 ——允许用户修改DAC参考电压		
	Bit 7: 使能装载新的DAC参考电压	1	Bit 2-0将用于选择DAC参考电压
		0	DAC参考电压将保持不变
	Bit 6-3	无关	
	Bit 2-1: DAC VRM电压选择。这些位用于更改DAC VRM电压	11	VRM电压为4.096V（仅当VDD高于该值时）
		10	VRM电压为2.048V
		01	VRM电压为1.024V
00		VRM电压关闭	
Bit 0: 该位用于更改DAC参考电压	1	DAC参考电压来自内部DAC参考电压模块（DAC VRM）。	
	0	DAC参考电压为VDD	
4	设置DAC输出值		
	Bit 7: 使能装载新的DAC值	1	Bit 4-0将用于选择DAC参考电压
		0	当前DAC值将保持不变
	Bit 6-5	无关	
Bit 4-0: 新的DAC值			

MCP2221

表3-36: 命令结构 (续)

字节索引	功能说明	值	作用
5	ADC参考电压 ——允许用户修改ADC参考电压		
	Bit 7: 使能装载新的ADC参考电压	1	Bit 2-0将用于选择ADC参考电压
		0	ADC参考电压将保持不变
	Bit 6-3	无关	
	Bit 2-1: 这些位用于更改ADC VRM电压	11	VRM电压为4.096V (仅当VDD高于该值时)
		10	VRM电压为2.048V
		01	VRM电压为1.024V
		00	VRM电压关闭
Bit 0: 该位用于更改ADC参考电压	1	VDD ADC参考电压来自内部ADC参考电压模块 (ADC VRM)	
	0	ADC参考电压为VDD	
6	设置中断检测机制并清除检测标志 ——用于准备中断检测模块以检测新的中断条件		
	Bit 7: 使能修改中断检测条件	1	中断检测设置和标志将更改
		0	中断检测设置和标志将保持不变
	Bit 6-5	无关	
	Bit 4		使能修改上升沿检测
	Bit 3: 上升沿检测器的新值	1	中断检测将在上升沿触发
		0	中断检测不会在上升沿触发
	Bit 2		使能修改下降沿检测
	Bit 1: 下降沿检测器的新值	1	中断检测将在下降沿触发
		0	中断检测不会在下降沿触发
Bit 0: 清除中断检测标志	1	清除中断检测标志	
	0	保持中断检测标志不变	
7	修改GPIO配置: 修改当前GP指派。	1	修改GP指派。字节索引8中的值将用于向SRAM GP设置中装载一组新值。
		0	不修改当前GP指派
8	GP0设置		
	Bit 7-5	无关	
	Bit 4: GPIO输出值		当GP0设置为输出GPIO时, GP0引脚将呈现该值。
	Bit 3: GPIO方向 (输入/输出)。仅在GP0设置为进行GPIO操作时有效	1	GPIO输入模式
		0	GPIO输出模式
	Bit 2-0: GP0指派	111-011	无关
		010	备用功能1 (LED UART RX)
001		专用功能操作 (SSPND)	
000		GPIO操作	

表3-36: 命令结构 (续)

字节索引	功能说明	值	作用
9	GP1 设置		
	Bit 7-5	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP1 设置为输出 GPIO 时, GP1 引脚将呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出)。仅在 GP1 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP1 指派	111-101	无关
		100	备用功能3 (中断检测)
		011	备用功能2 (LED UART TX)
		010	备用功能1 (ADC 1)
001		专用功能操作 (时钟输出)	
000	GPIO 操作		
10	GP2 设置		
	Bit 7-5	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP2 设置为输出 GPIO 时, GP2 引脚将呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出)。仅在 GP2 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP2 指派	111-100	无关
		011	备用功能2 (DAC1)
		010	备用功能1 (ADC2)
		001	专用功能操作 (USBCFG)
000	GPIO 操作		
11	GP3 设置		
	Bit 7-5	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP3 设置为输出 GPIO 时, GP3 引脚将呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出)。仅在 GP3 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP3 指派	111-100	无关
		011	备用功能2 (DAC2)
		010	备用功能1 (ADC3)
		001	专用功能操作 (LED I2C)
000	GPIO 操作		
12-63	保留	0x00	

MCP2221

3.1.13.1 响应

表 3-37: 响应 1 的结构

字节索引	值	作用
0	0x60	设置 SRAM 设置——命令代码回显
1	0x00	命令成功完成
2-63	无关	

3.1.14 获取SRAM设置

该命令用于获取运行时的芯片设置和GP设置。

表3-38: 命令结构

字节索引	值	作用
0	0x61	获取SRAM设置——命令代码回显
1-63	0x00	命令成功完成

3.1.14.1 响应

表3-39: 响应1的结构

字节索引	功能说明	值	作用
0		0x61	获取SRAM设置——命令代码回显
1		0x00	命令成功完成
2	SRAM芯片设置区域的长度（以字节为单位）。		
3	SRAM GP设置区域的长度（以字节为单位）。		
4	Bit 7: CDC序列号枚举使能	1	USB序列号将在CDC接口的USB枚举期间使用
		0	USB枚举期间将不显示序列号描述符
	Bit 6: LEDUARTRX引脚选项的初始值		该值表示没有UART RX活动时发出的逻辑电平信号。当MCP2221的UART RX接收数据时，LEDUARTRX引脚将采用该位的取反值。
	Bit 5: LEDUARTTX引脚选项的初始值		该值表示没有UART TX发送时发出的逻辑电平信号。当MCP2221的UART TX发送数据时，LEDUARTTX引脚将采用该位的取反值。
	Bit 4: LEDI2C引脚选项的初始值		该值表示没有I ² C通信时发出的逻辑电平信号。当I ² C通信处于活动状态时，LEDI2C引脚（如果使能）将采用该位的取反值。
	Bit 3: SSPND引脚选项的初始值		该值表示器件未处于挂起模式时发出的逻辑电平信号。进入挂起模式后，SSPND引脚（如果使能）将采用该位的取反值。
	Bit 2: USBCFG引脚选项的初始值		该值表示器件未进行USB配置时发出的逻辑电平信号。当器件将进行USB配置时，USBCFG引脚（如果使能）将采用该位的取反值。
	Bit 1-0: 芯片配置安全选项	10	永久锁定
		01	密码保护
		00	未加密
5	Bit 7-5	无关	
	Bit 4-0: 时钟输出分频值		如果GP引脚（显示时钟输出）使能为进行时钟输出操作，则该分频值将在48 MHz USB内部时钟上使用，且相应的分频输出将发送到该引脚。

MCP2221

表3-39: 响应1的结构(续)

字节索引	功能说明	值	作用
6	Bit 7-6: DAC 参考电压选项	11	
		10	参考电压为2.048V
		01	参考电压为1.024V
		00	参考电压关闭(这在DAC使用V _{RM} DAC以外的其他参考电压(例如V _{DD})时非常有用)
	Bit 5: DAC 参考选项	1	DAC 参考电压为V _{RM} DAC 电压
		0	DAC 参考电压为V _{DD}
Bit 4-0: 上电时的DAC 值			
7	Bit 7	无关	
	Bit 6: 中断检测——下降沿		如果置1, 中断检测标志将在出现下降沿时置1。
	Bit 5: 中断检测——上升沿		如果置1, 中断检测标志位将在出现上升沿时置1。
	Bit 4-3: ADC 参考电压	11	参考电压为4.096V(仅当V _{DD} 高于此电压时)
		10	参考电压为2.048V
		01	参考电压为1.024V
		00	参考电压关闭(这在ADC使用V _{RM} ADC以外的其他参考电压(例如V _{DD})时非常有用)
	Bit 2: ADC 参考电压选项	1	ADC 参考电压为V _{RM} ADC
		0	ADC 参考电压为V _{DD}
Bit 1	无关		
Bit 2	无关		
8	16位USB VID值的低字节		
9	16位USB VID值的高字节		
10	16位USB PID值的低字节		
11	16位USB PID值的高字节		
12	USB 电源属性		MCP2221的USB配置描述符(电源属性值)将在USB枚举期间使用该值。
13	USB 请求的mA数		USB 枚举期间请求的mA值将表示该索引处的值乘以2得到的结果
14	当前提供的密码字节1		
15	当前提供的密码字节2		
16	当前提供的密码字节3		
17	当前提供的密码字节4		
18	当前提供的密码字节5		
19	当前提供的密码字节6		
20	当前提供的密码字节7		
21	当前提供的密码字节8		

表 3-39: 响应 1 的结构 (续)

字节索引	功能说明	值	作用
22	GP0 设置		
	Bit 7-5	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP0 设置为输出 GPIO 时, GP0 引脚将呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出) —— 仅在 GP0 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP0 指派	111-011	无关
		010	备用功能 1 (LED UART RX)
001		专用功能操作 (SSPND)	
000		GPIO 操作	
23	GP1 设置		
	Bit 7-5	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP1 设置为输出 GPIO 时, GP1 引脚将呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出) —— 仅在 GP1 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP1 指派	111-101	无关
		100	备用功能 3 (中断检测)
		011	备用功能 2 (LED UART TX)
		010	备用功能 1 (ADC 1)
		001	专用功能操作 (时钟输出)
		000	GPIO 操作
24	GP2 设置		
	Bit 7-5	无关	
	Bit 4: GPIO 输出值		当 GP2 设置为输出 GPIO 时, GP2 引脚将呈现该值。
	Bit 3: GPIO 方向 (输入/输出) —— 仅在 GP2 设置为进行 GPIO 操作时有效	1	GPIO 输入模式
		0	GPIO 输出模式
	Bit 2-0: GP2 指派	111-100	无关
		011	备用功能 2 (DAC1)
		010	备用功能 1 (ADC2)
		001	专用功能操作 (USBCFG)
000		GPIO 操作	

MCP2221

表3-39: 响应1的结构(续)

字节索引	功能说明	值	作用
25	GP3设置		
	Bit 7-5	无关	
	Bit 4: GPIO输出值		当GP3设置为输出GPIO时, GP3引脚将呈现该值。
	Bit 3: GPIO方向(输入/输出)。仅在GP3设置为进行GPIO操作时有效	1	GPIO输入模式
		0	GPIO输出模式
	Bit 2-0: GP3指派	111-100	无关
		011	备用功能2(DAC2)
		010	备用功能1(ADC3)
001		专用功能操作(LED I2C)	
	000	GPIO操作	
26-63		无关	

3.1.15 复位芯片

该命令用于强制复位MCP2221器件。该命令在使用新数据更新闪存时十分有用。MCP2221需要进行重新枚举才能看到新数据。

注： 该命令是惟一不需要响应的命令。

表 3-40: 命令结构

字节索引	值	作用
0	0x70	复位芯片——命令代码
1	0xAB	
2	0xCD	
3	0xEF	
4-63	0x00	保留

MCP2221

注:

4.0 电气特性

绝对最大值 (†)(1)

环境温度.....	-40°C 至 +85°C
存储温度.....	-65°C 至 +150°C
VDD 引脚相对于 VSS 的电压.....	-0.3V 至 +6.0V
$\overline{\text{RST}}$ 引脚相对于 VSS 的电压.....	-0.3V 至 +9.0V
VUSB 引脚相对于 VSS 的电压.....	-0.3V 至 +4.0V
D+ 和 D- 引脚相对于 VSS 的电压.....	-0.3V 至 (VUSB + 0.3V)
所有其他引脚相对于 VSS 的电压.....	-0.3V 至 (VDD + 0.3V)
总功耗 (2).....	800 mW
流出 VSS 引脚的最大电流.....	95 mA
流入 VDD 引脚的最大电流.....	95 mA
钳位电流 I _K (V _{PIN} < 0 或 V _{PIN} > VDD).....	± 20 mA
任一 I/O 引脚的最大输出灌电流.....	25 mA
任一 I/O 引脚的最大输出拉电流.....	25 mA
所有端口的最大灌电流.....	90 mA
所有端口的最大拉电流.....	90 mA

† 注意: 如果器件工作条件超过上述“绝对最大值”，可能对器件造成永久性损坏。上述数值仅是工作条件最大值，我们建议不要使器件工作在最大值甚至超过最大值的条件下。器件长时间工作在最大值条件下，其可靠性可能受到影响。

注 1: VUSB 必须始终 \leq VDD + 0.3V。

2: 功耗计算公式为: $P_{DIS} = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$ 。

MCP2221

4.1 直流特性

直流特性		工作条件（除非另外说明）： $3.0V \leq V_{DD} \leq 5.5V$, $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$ （工业级温度）					
参数编号	特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
D001	电源电压	V_{DD}	3.0	—	5.5	V	
	上电复位释放电压	V_{POR}		1.6		V	
	上电复位重新激活电压			0.8		V	
D003	确保上电复位信号的 V_{DD} 上升率	SV_{DD}	0.05	—	—	V/ms	仅供设计参考 未经测试
D004	电源电流	I_{DD}					
	$V_{DD} = 3.0V$		—	10	12	mA	$F_{osc} = 12\text{ MHz}$, (V_{USB} 上为330 nF)
	$V_{DD} = 5.0V$		—	13	15	mA	
D005	待机电流	I_{DDs}	—	46	—	μA	
输入低电压							
D031	施密特触发器（URX）	V_{IL}	—	—	$0.2 V_{DD}$	V	$3.0V \leq V_{DD} \leq 5.5V$
	TTL（GP引脚）		—	—	0.8		$4.5V \leq V_{DD} \leq 5.5V$
输入高电压							
D041	施密特触发器（URX）	V_{IH}	$0.8 V_{DD}$	—	V_{DD}	V	$3.0V \leq V_{DD} \leq 5.5V$
	TTL（GP引脚）		2.0	—	V_{DD}		$4.5V \leq V_{DD} \leq 5.5V$
输入泄漏电流							
D060	GP和URX	I_{IL}	—	± 50	± 100	nA	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$, 引脚处于高阻态
输出低电压							
D080	GP和UTX	V_{OL}	—	—	0.6	V	$I_{OL} = 8.0\text{ mA}$, $V_{DD} = 5.0V$
			—	—	0.6		$I_{OL} = 6.0\text{ mA}$, $V_{DD} = 3.3V$
输出高电压							
D090	GP和UTX	V_{OH}	$V_{DD} - 0.7$	—	—	V	$I_{OH} = -3.5\text{ mA}$, $V_{DD} = 5.0V$
			$V_{DD} - 0.7$	—	—		$I_{OH} = -3.0\text{ mA}$, $V_{DD} = 3.3V$
输出引脚上的容性负载规范							
D102	GPIO	C_{IO}	—	—	50	pF	(1)

注 1： 仅为特性值，未经完全测试。

图4-1: VDD缓慢上升时的POR和POR重新激活

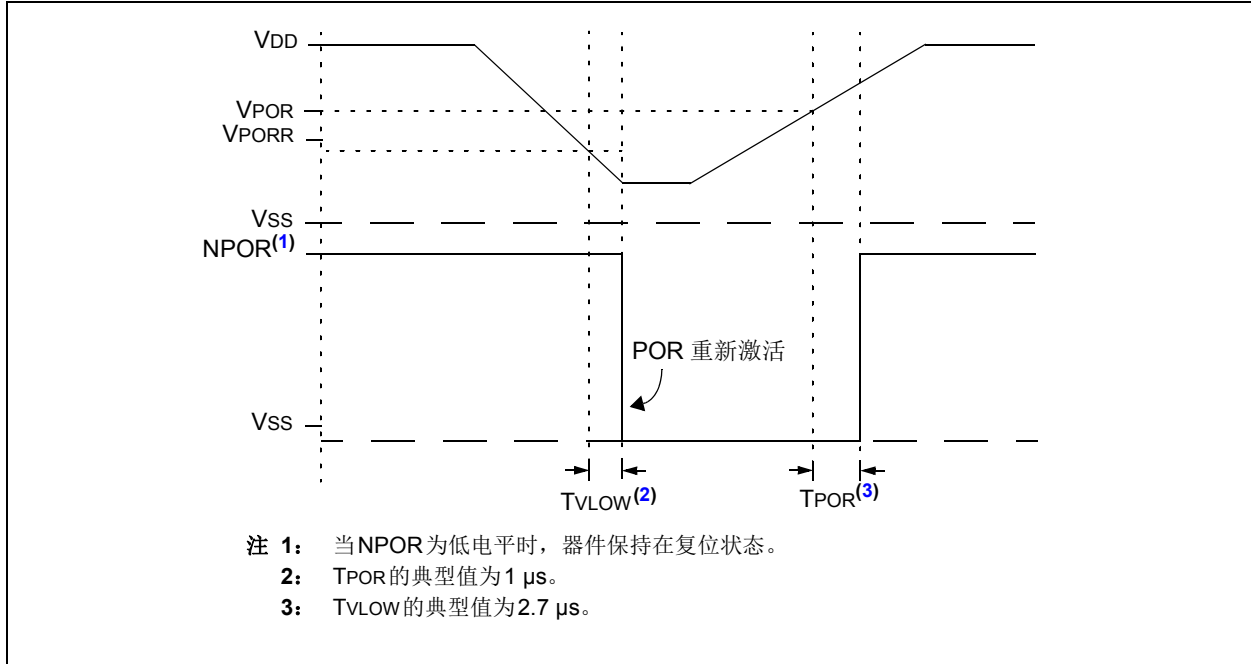


表4-1: USB 模块规范

直流特性		工作条件 (除非另外说明): 3.0V ≤ VDD ≤ 5.5V, -40°C ≤ TA ≤ +85°C (工业级温度)					
参数编号	特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
D313	USB 电压	Vusb	3.0	—	3.6	V	Vusb 引脚上的电压必须在此范围内以确保 USB 正常工作
D314	引脚上的输入泄漏电流	Iil	—	—	± 1	μA	VSS ≤ VPIN ≤ VDD, 引脚处于高阻态
D315	USB 缓冲器的输入低电压	Vilusb	—	—	0.8	V	用于 VUSB 范围
D316	用于 USB 缓冲器的输入高电压	Vihusb	2.0	—	—	V	用于 VUSB 范围
D318	差分输入灵敏度	Vdifs	—	—	0.2	V	当达到 Vcm 时, D+ 和 D- 之间的压差必须大于此值
D319	差分共模范围	Vcm	0.8	—	2.5	V	
D320	驱动器输出阻抗 ⁽¹⁾	Zout	28	—	44	Ω	
D321	输出低电压	Vol	0.0	—	0.3	V	1.5 kΩ 负载连接到 3.6V
D322	输出高电压	Voh	2.8	—	3.6	V	1.5 kΩ 负载接地

注 1: D+ 和 D- 信号线路具有内置的阻抗匹配电阻。MCP2221 系列器件与 USB 电缆之间无需任何外部电阻、电容或磁性元件。

MCP2221

表4-2: 散热考虑

标准工作条件（除非另外声明） 工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ （工业级温度）					
参数编号	符号	特性	典型值	单位	条件
TH01	θ_{JA}	结点至环境热阻	70	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	14 引脚 PDIP 封装
			95.3	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	14 引脚 SOIC 封装
			100	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	14 引脚 TSSOP 封装
			45.7	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	16 引脚 QFN 4 x 4 mm 封装
TH02	θ_{JC}	结点至外壳热阻	32	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	14 引脚 PDIP 封装
			31	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	14 引脚 SOIC 封装
			24.4	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	14 引脚 TSSOP 封装
			6.3	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	16 引脚 QFN 4 x 4 mm 封装
TH03	T_{JMAX}	最高结温	+150	$^{\circ}\text{C}$	
TH04	PD	功耗	—	W	$PD = P_{INTERNAL} + P_{I/O}$
TH05	$P_{INTERNAL}$	内部功耗	—	W	$P_{INTERNAL} = I_{DD} \times V_{DD}^{(1)}$
TH06	$P_{I/O}$	I/O 功耗	—	W	$P_{I/O} = \sum(I_{OL} \times V_{OL}) + \sum(I_{OH} \times (V_{DD} - V_{OH}))$
TH07	P_{DER}	降额功耗	—	W	$P_{DER} = P_{D_{MAX}} (T_J - T_A) / \theta_{JA}^{(2,3)}$

注 1: I_{DD} 为单独运行器件而不驱动输出引脚上的任何负载时的电流。

2: T_A = 环境温度。

3: T_J = 结温。

4.2 交流特性

4.2.1 时序参数符号

可根据以下一种格式来创建时序参数符号：

1. TppS2ppS

T			
F	频率	T	时间
E	误差		

2. TppS

小写字母 (pp) 及其含义：

pp		osc	振荡器
io	输入或输出引脚	tx	发送
rx	接收	RST	复位
bitclk	RX/TX BITCLK		
drt	器件复位定时器		

大写字母及其含义：

S		P	周期
F	下降	R	上升
H	高	V	有效
I	无效 (高阻态)	Z	高阻态
L	低		

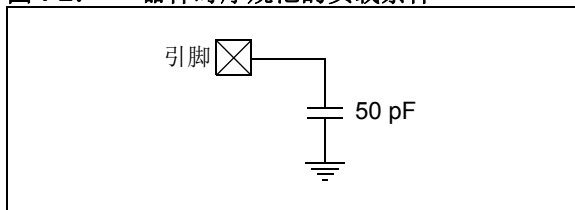
4.2.2 时序条件

除非另外说明，否则表 4-3 中规定的工作温度和电压适用于所有时序条件。图 4-2 规定了时序规范的负载条件。

表 4-3: 温度和电压规范——交流

交流特性	标准工作条件 (除非另外声明)
	工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$
	工作电压 VDD 范围如直流规范，第 4.1 节“直流特性”中所述。

图 4-2: 器件时序规范的负载条件



MCP2221

4.2.3 时序图和规范

表 4-4: 复位、振荡器起振定时器和上电延时定时器的参数

标准工作条件（除非另外声明） 工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$							
参数编号	符号	特性	最小值	典型值 [†]	最大值	单位	条件
30	TRST	$\overline{\text{RST}}$ 脉冲宽度（低电平）	2	—	—	μs	
31	TPWRT	上电延时定时器	40	65	140	ms	
32	TOST	振荡器起振时间	—	1024	—	TOST	

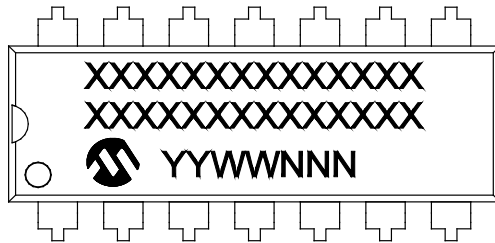
* 这些参数为特性值，未经测试。

† 除非另外声明，否则“典型值”栏中的数据均为 5V 和 $+25^{\circ}\text{C}$ 条件下的值。这些参数仅作为设计参考，未经测试。

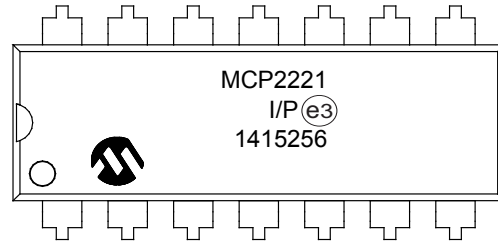
5.0 封装信息

5.1 封装标识信息

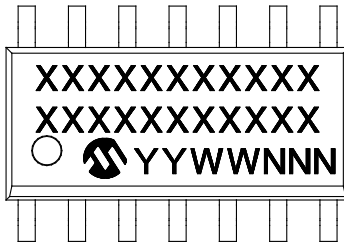
14 引脚 PDIP (300 mil)



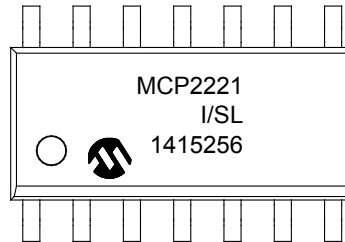
示例



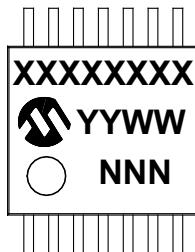
14 引脚 SOIC (3.90 mm)



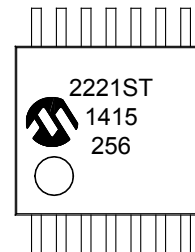
示例



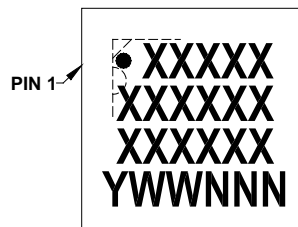
14 引脚 TSSOP (4.4 mm)



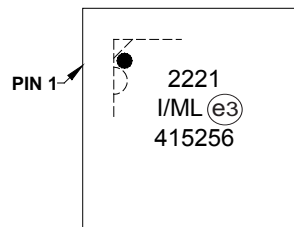
示例



16 引脚 QFN (4x4x0.9 mm)



示例



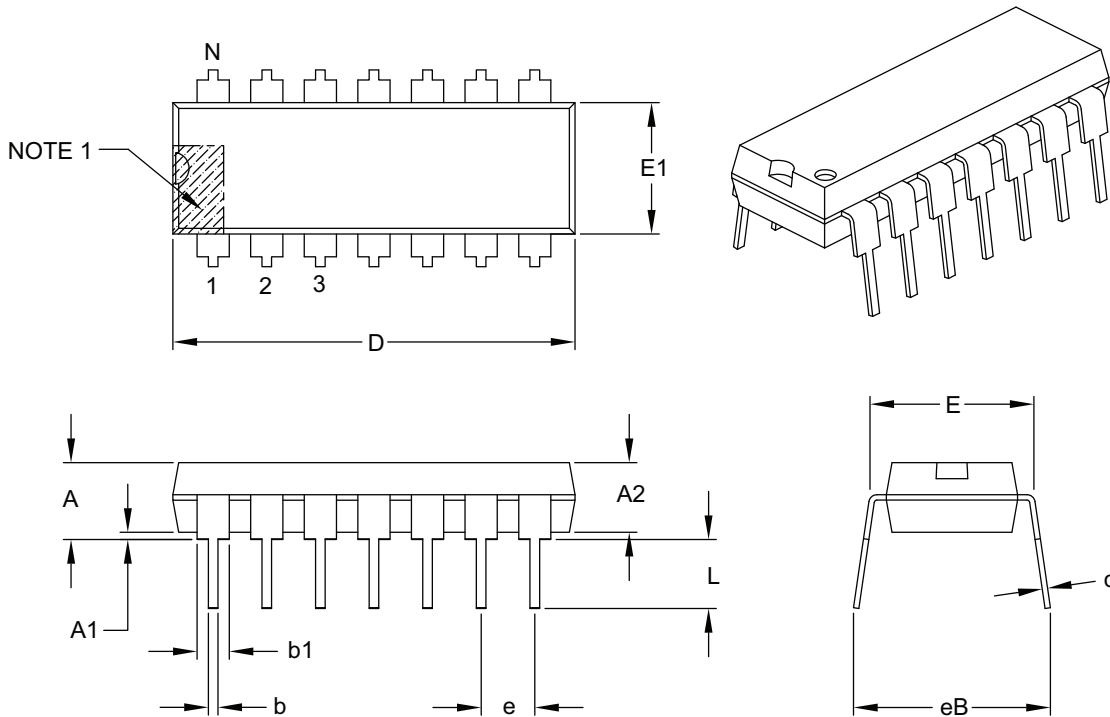
图注: XX...X 客户指定信息
 Y 年份代码 (日历年的最后一位数字)
 YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)
 WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
 NNN 以字母数字排序的追踪代码
 (e3) 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC 无铅标志
 * 表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 ((e3)) 标示于此种封装的外包装上。

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。

MCP2221

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:

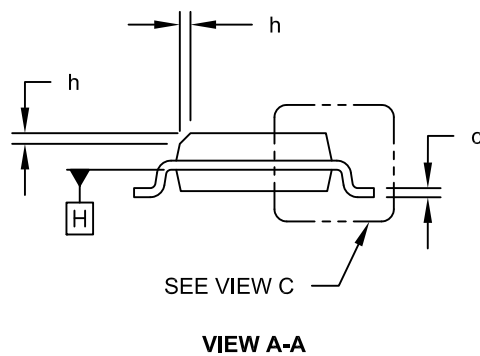
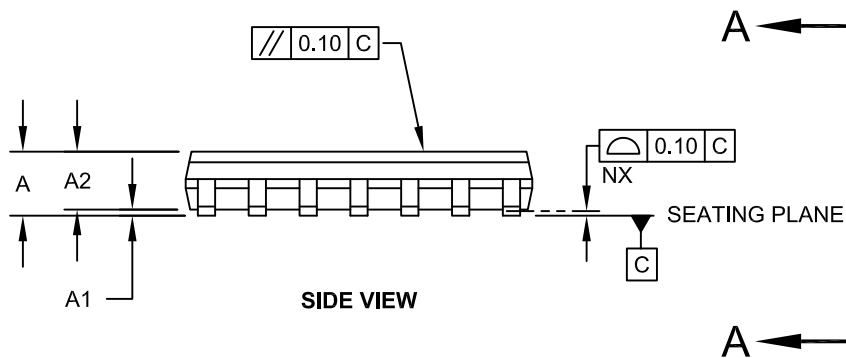
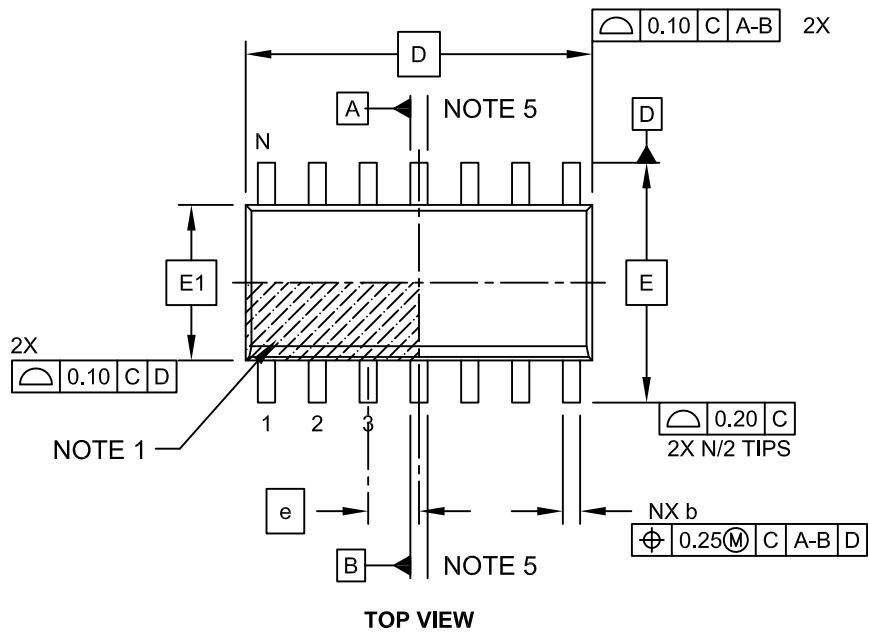
- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located with the hatched area.
- § Significant Characteristic.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

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。

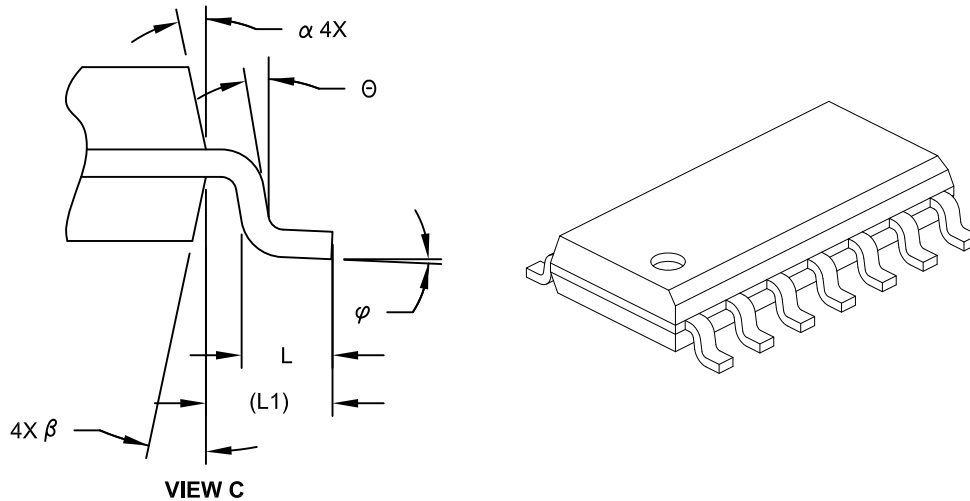


Microchip Technology Drawing No. C04-065C Sheet 1 of 2

MCP2221

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。



		MILLIMETERS		
Units		MIN	NOM	MAX
Dimension Limits				
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°

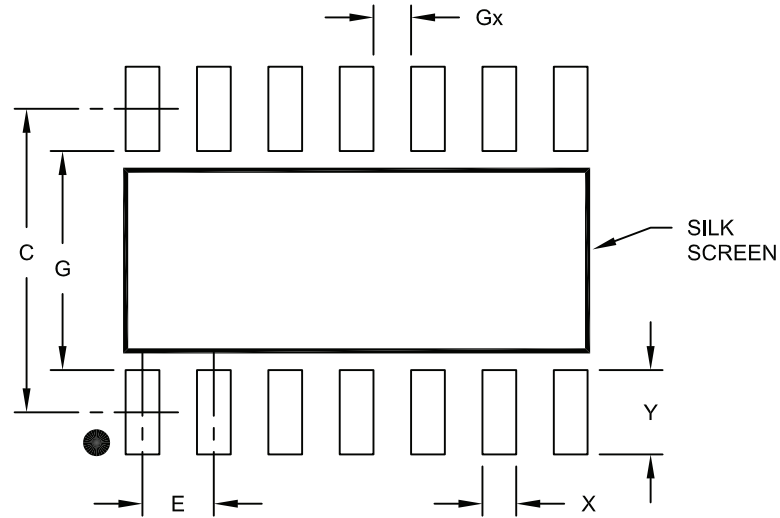
Notes:

- 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

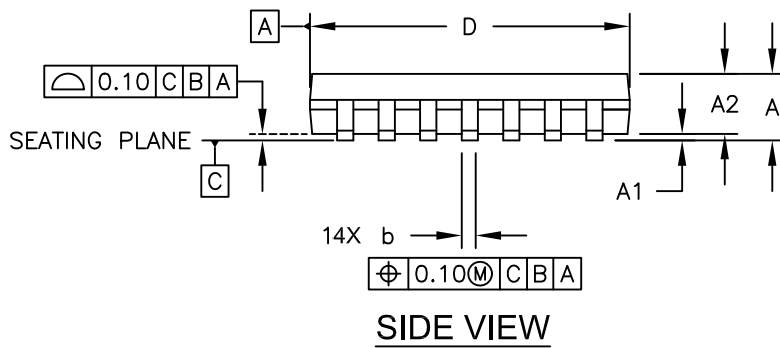
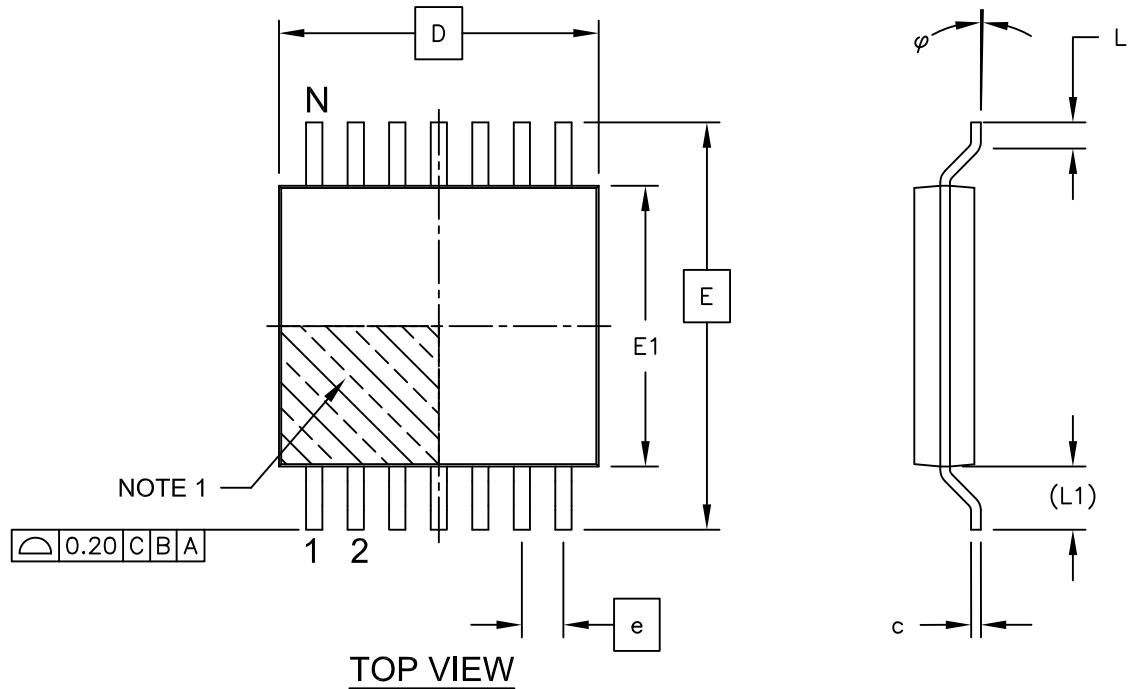
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2065A

MCP2221

14引脚塑封薄型紧缩小外形封装（ST）——主体4.4 mm [TSSOP]

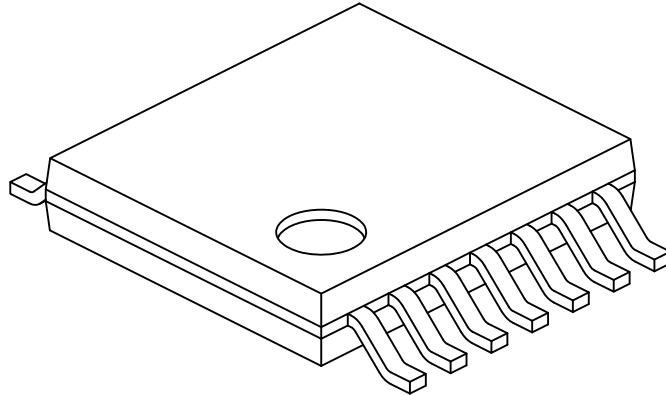
注：最新封装图请至<http://www.microchip.com/packaging>查看Microchip封装规范。



Microchip Technology Drawing C04-087C Sheet 1 of 2

14引脚塑封薄型紧缩小外形封装（ST）——主体4.4 mm [TSSOP]

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	0.65 BSC		
Overall Height	A	-	-	1.20
Molded Package Thickness	A2	0.80	1.00	1.05
Standoff	A1	0.05	-	0.15
Overall Width	E	6.40 BSC		
Molded Package Width	E1	4.30	4.40	4.50
Molded Package Length	D	4.90	5.00	5.10
Foot Length	L	0.45	0.60	0.75
Footprint	(L1)	1.00 REF		
Foot Angle	φ	0°	-	8°
Lead Thickness	c	0.09	-	0.20
Lead Width	b	0.19	-	0.30

Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

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

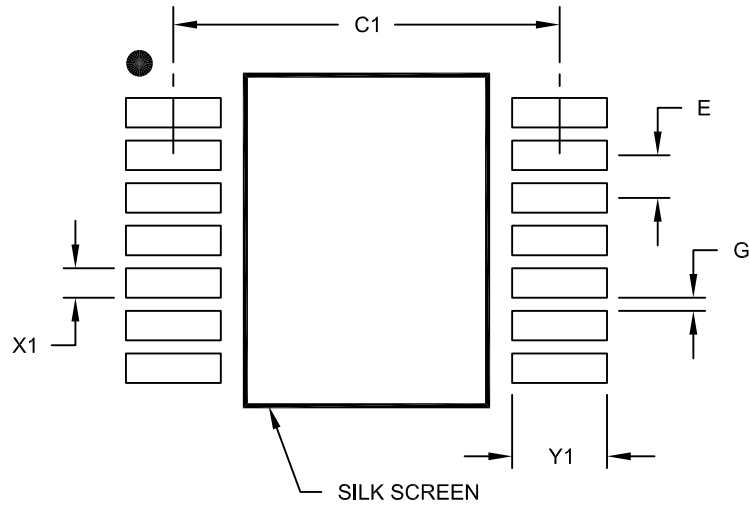
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing No. C04-087C Sheet 2 of 2

MCP2221

14 引脚塑封薄型紧缩小外形封装 (ST) —— 主体 4.4 mm [TSSOP]

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		
Contact Pad Spacing	C1		5.90	
Contact Pad Width (X14)	X1			0.45
Contact Pad Length (X14)	Y1			1.45
Distance Between Pads	G	0.20		

Notes:

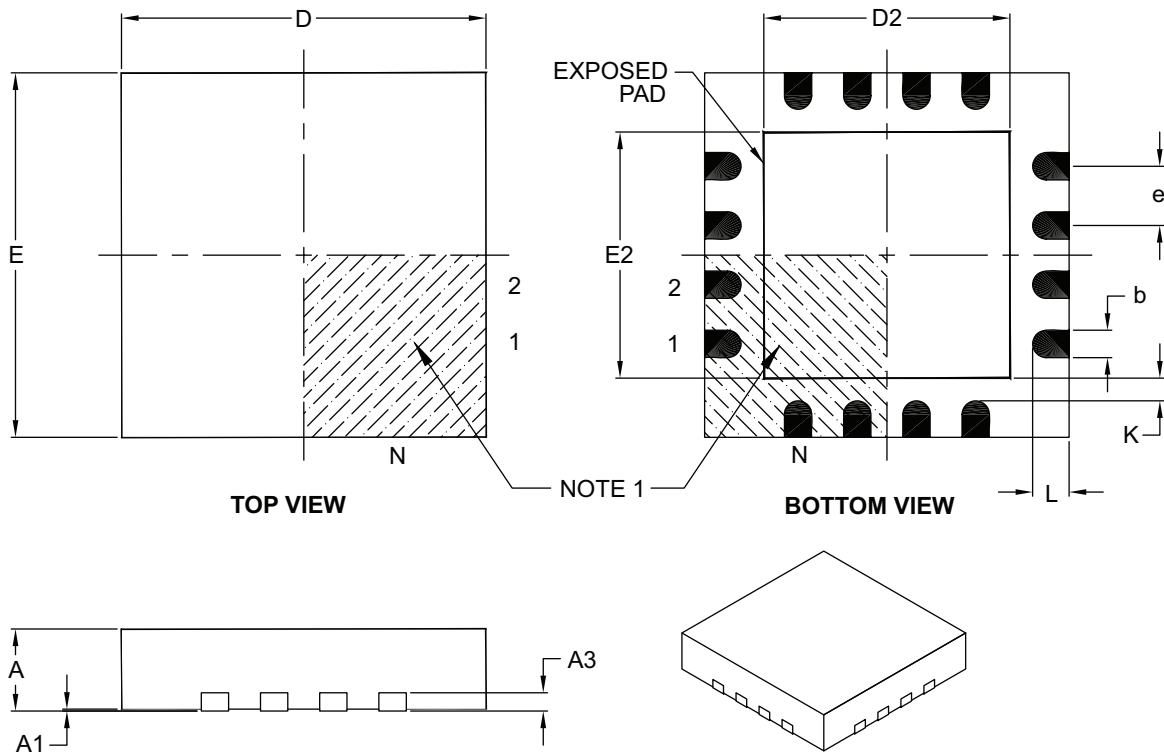
1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

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

Microchip Technology Drawing No. C04-2087A

16引脚塑封正方扁平无脚封装（ML）——主体4x4x0.9 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	16		
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	4.00 BSC		
Exposed Pad Width	E2	2.50	2.65	2.80
Overall Length	D	4.00 BSC		
Exposed Pad Length	D2	2.50	2.65	2.80
Contact Width	b	0.25	0.30	0.35
Contact Length	L	0.30	0.40	0.50
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.

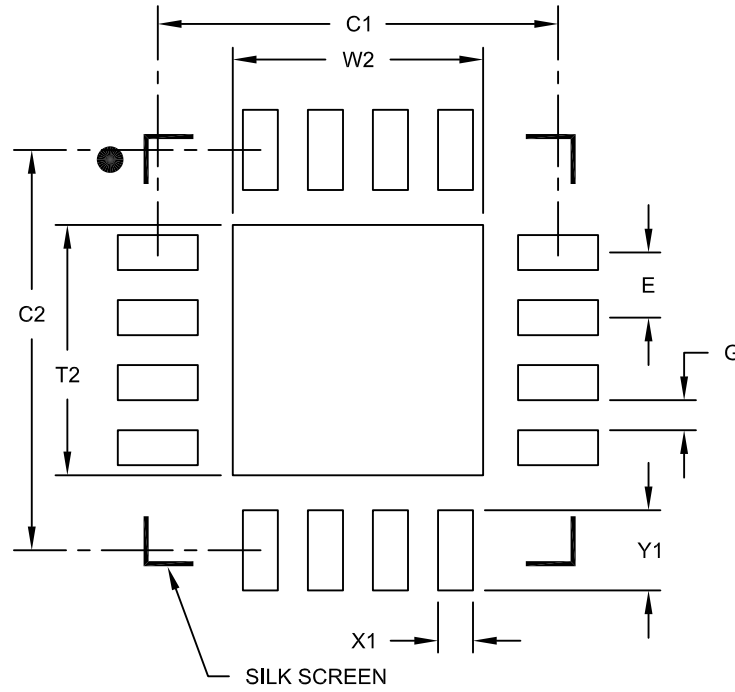
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-127B

MCP2221

16 引脚塑封正方扁平无脚封装 (ML) —— 主体 4x4x0.9 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			2.50
Optional Center Pad Length	T2			2.50
Contact Pad Spacing	C1		4.00	
Contact Pad Spacing	C2		4.00	
Contact Pad Width (X16)	X1			0.35
Contact Pad Length (X16)	Y1			0.80
Distance Between Pads	G	0.30		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

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

Microchip Technology Drawing No. C04-2127A

附录 A: 版本历史

版本 A (2014年5月)

本文档的初始版本。

MCP2221

注:

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请联系您当地的Microchip销售办事处。

器件编号	[X] ⁽¹⁾	X	/XX
器件	卷带式选项	温度范围	封装
<p>器件: MCP2221: USB至I²C/UART协议转换器 MCP2221T: USB至I²C/UART协议转换器 (卷带式)</p> <p>温度范围: I = -40°C 至 +85°C (工业级)</p> <p>封装:</p> <ul style="list-style-type: none"> ML = 16引脚塑封正方扁平无脚封装——主体4x4x0.9 mm (QFN) P = 14引脚塑封双列直插式封装——主体300 mil (PDIP) SN = 14引脚塑封窄条小外形封装——主体3.90 mm (SOIC) ST = 14引脚塑封薄型紧缩小外形封装——主体4.4 mm (TSSOP) 			
<p>注 1: 卷带式标识符仅出现在产品目录的部件编号描述中。该标识符用于订货目的，不会印刷在器件封装上。关于包装是否提供卷带式选项的信息，请咨询当地的Microchip销售办事处。</p>			
<p>示例:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) MCP2221- I/P: 工业级温度, 14引脚PDIP封装 a) MCP2221- I/SL: 工业级温度, 14引脚SOIC封装 b) MCP2221T- I/SL: 卷带式, 工业级温度, 14引脚SOIC封装 a) MCP2221- I/ST: 工业级温度, 14引脚TSSOP封装 b) MCP2221T- I/ST: 卷带式, 工业级温度, 14引脚TSSOP封装 a) MCP2221- I/ML: 工业级温度, 16引脚4x4 QFN封装 b) MCP2221T- I/ML: 卷带式, 工业级温度, 16引脚4x4 QFN封装 			

MCP2221

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、FlashFlex、flexPWR、JukeBlox、KEELOQ、KEELOQ 徽标、Kleer、LANCheck、MediaLB、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、PICSTART、PIC³² 徽标、RightTouch、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash 及 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

The Embedded Control Solutions Company 和 mTouch 为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、ECAN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、KleerNet、KleerNet 徽标、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICtail、RightTouch 徽标、REAL ICE、SQI、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2015, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-63277-147-6

**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

奥斯汀 Austin, TX

Tel: 1-512-257-3370

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

Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX

Tel: 1-281-894-5983

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

纽约 New York, NY

Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA

Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto

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: 852-2943-5100
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 - 东莞

Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 杭州

Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 香港特别行政区

Tel: 852-2943-5100
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: 86-755-8864-2200
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: 886-7-213-7828

台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-5778-3666
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: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka

Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo

Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

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 - Dusseldorf

Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Munich

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

德国 Germany - Pforzheim

Tel: 49-7231-424750

意大利 Italy - Milan

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

意大利 Italy - Venice

Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen

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

波兰 Poland - Warsaw

Tel: 48-22-3325737

西班牙 Spain - Madrid

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

瑞典 Sweden - Stockholm

Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham

Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820