

---

---

## Microchip USB70xx集线器中的USB转GPIO桥接功能

---

---

作者: Josh Averyt和Andrew Rogers  
Microchip Technology Inc.

### 简介

Microchip的USB70xx集线器系列的USB转GPIO桥接功能为系统设计人员提供更多系统控制，还能降低BOM。通用输入/输出（General Purpose Input/Outputs, GPIO）可用于任何常见的3.3V的数字控制和输入功能。

可从USB主机将命令发送至Microchip集线器的内部集线器功能控制器（Hub Feature Controller, HFC）设备，以执行以下功能：

- 设置GPIO的方向（输入或输出）
- 使能上拉电阻
- 使能下拉电阻
- 读取状态
- 设置状态

### 章节

[一般信息](#)

[部件编号特定信息](#)

[SDK实现](#)

[手动实现](#)

[示例](#)

### 参考资料

有关本应用笔记中提及的特定器件的详细信息，请查阅以下文档：

- *Microchip USB7002 Data Sheet*
- *Microchip USB7050 Data Sheet*
- *Microchip USB7051 Data Sheet*
- *Microchip USB7052 Data Sheet*
- *Microchip USB7056 Data Sheet*
- *Microchip Configuration Options for the USB70xx*

# AN2750

## 一般信息

Microchip集线器通过向内嵌的集线器功能控制器（位于额外的内部USB端口上）发送主机命令来实现USB桥接功能。为确保桥接功能正常，此内部集线器功能控制器必须默认使能。表1提供了每个器件的集线器功能控制器默认设置的详细信息。

表1: 集线器功能控制器的默认使能设置

部件编号	部件摘要	集线器功能控制器默认设置
USB7002	4端口USB3.1 Gen1集线器	默认在端口6上使能
USB7050	4端口USB3.1 Gen1集线器, 3个端口提供USB PD功能	默认在端口6上使能
USB7051	4端口USB3.1 Gen1集线器, 2个端口提供USB PD功能	默认在端口6上使能
USB7052	4端口USB3.1 Gen1集线器, 1个端口提供USB PD功能	默认在端口6上使能
USB7056	6端口USB3.1 Gen1集线器, 1个端口提供USB PD功能	默认在端口8上使能

集线器功能控制器连接到集线器内一个额外的内部端口。默认情况下，它将映射到集线器内编号最高的端口。

USB7002的集线器功能控制器如图1所示，USB7050、USB7051和USB7052的集线器功能控制器如图2所示，USB7056的集线器功能控制器如图3所示。

图1: USB7002集线器功能控制器示例

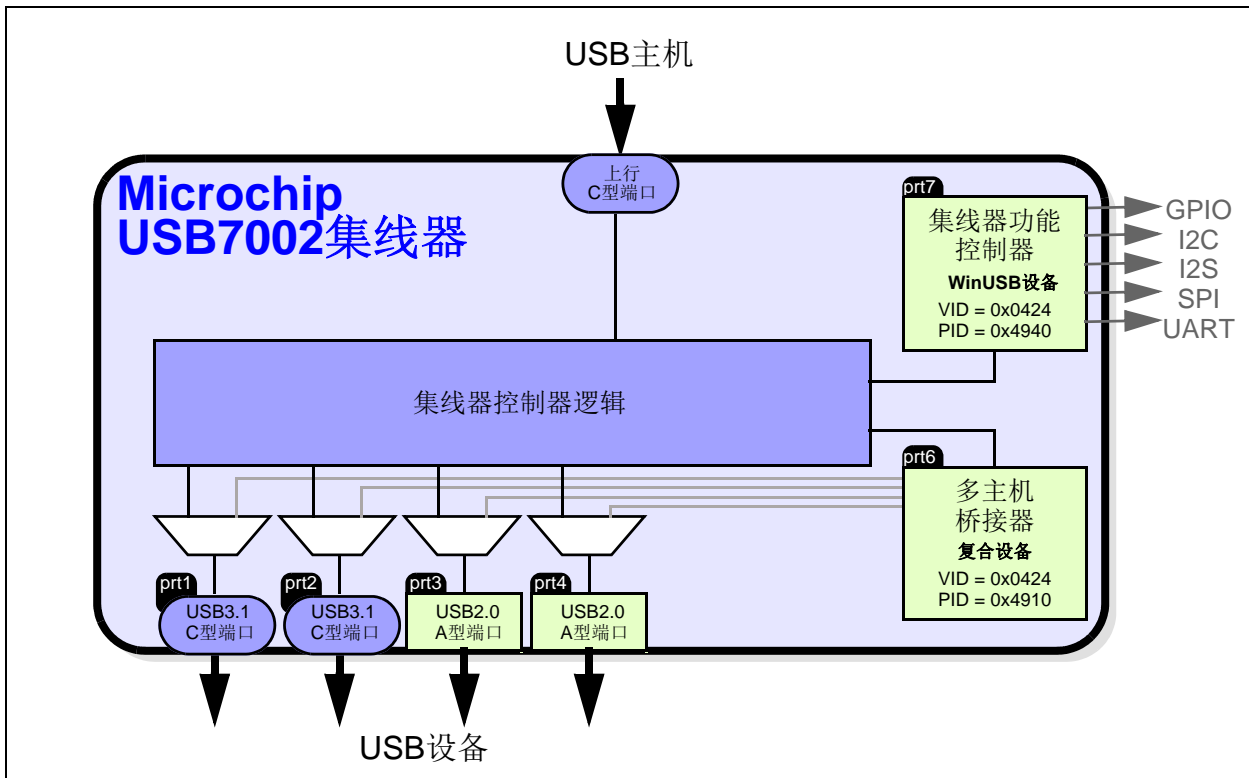


图2: USB7050、USB7051和USB7052集线器功能控制器示例

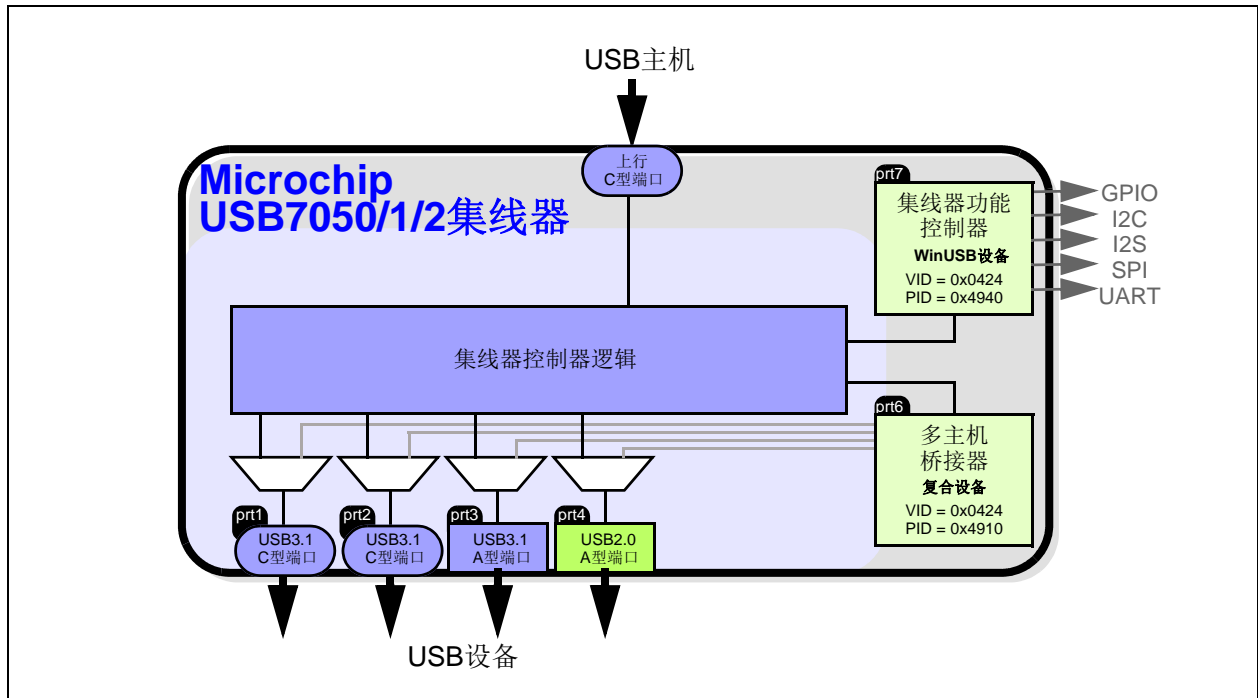
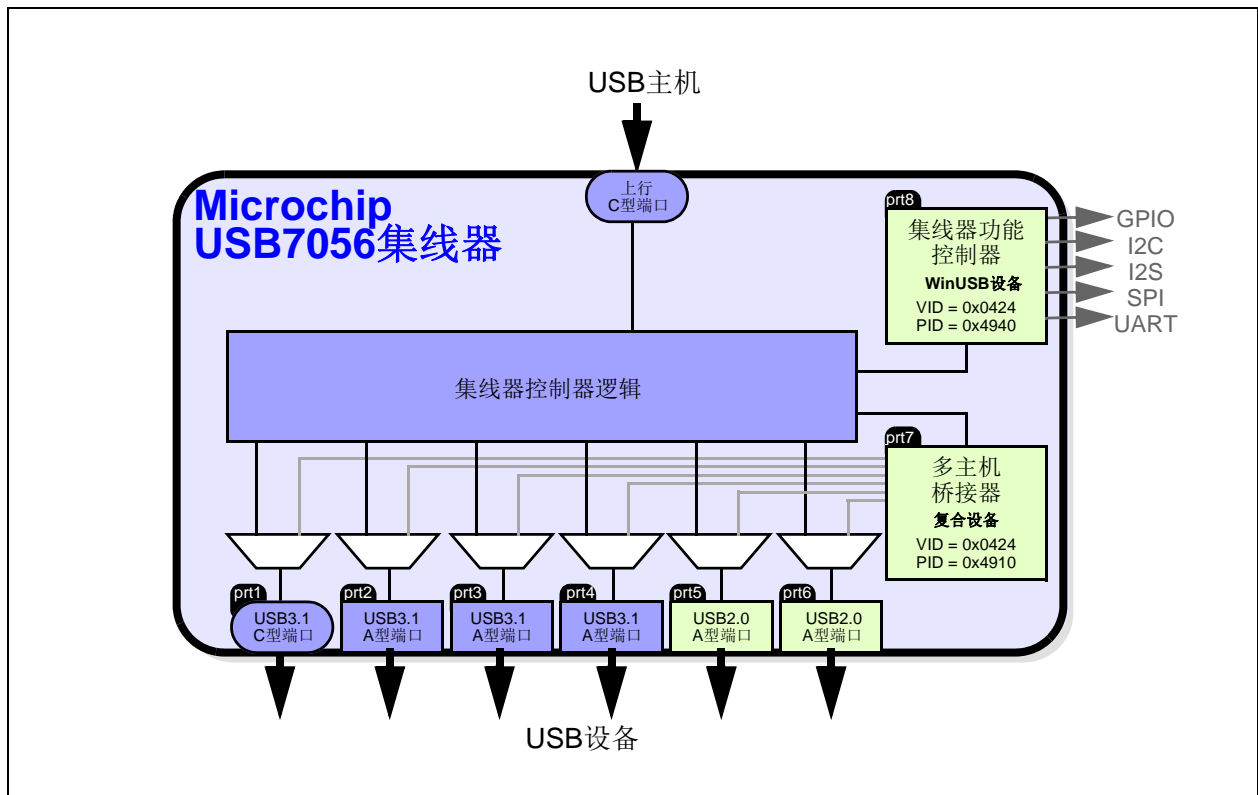


图3: USB7056集线器功能控制器示例



# AN2750

---

支持下列GPIO功能：

- 设置GPIO方向（输入或输出）
- 使能GPIO内部上拉电阻
- 使能GPIO内部下拉电阻
- GPIO读取状态（输入模式）
- GPIO设置状态（输出模式）

## 设置GPIO方向（输入或输出）

每个GPIO可以配置为灌电流/拉电流为8 mA的施密特触发输入或输出。

## 使能GPIO内部上拉电阻

每个GPIO都可以使能50 uA（典型值）的内部上拉电阻。内部上拉电阻可防止未连接的输入悬空。上拉电阻仅为67k，因此可能不足以驱动小于100k的负载。当连接到必须上拉为高电平的负载时，必须添加外部电阻。

## 使能GPIO内部下拉电阻

每个GPIO都可以使能50 uA（典型值）的内部下拉电阻。内部下拉电阻可防止未连接的输入悬空。下拉电阻仅为67k，因此可能不足以驱动小于100k的负载。当连接到必须下拉为低电平的负载时，必须添加外部电阻。

## GPIO读取状态（输入模式）

读数为0：GPIO低于0.9V。

读数为1：GPIO高于1.9V。

<b>注：</b> GPIO配置为输入时，是数字施密特触发输入。0.8V到2.0V的范围是不确定的输入状态，因此支持3.3V到2.5V的信号。
---

## GPIO设置状态（输出模式）

设置为0：GPIO驱动为0.0V电压。驱动为低电平时，将使能8 mA的灌电流，从而将引脚驱动为0.4V或更低的电压。

设置为1：GPIO驱动为3.3V电压。驱动为高电平时，将使能8 mA的拉电流，从而将引脚VDD33驱动为0.4V或更高的电压。

## 部件编号特定信息

### 部件汇总

表2按部件编号汇总了可用GPIO的总数。集线器中的许多GPIO在配置后才可用。可以使用以下方法配置集线器：

- **ProTouch:** 通过内部一次性编程（One-Time Programmable, OTP）存储器或带有基础固件的SPI EEPROM进行配置
- **SMBus/I<sup>2</sup>C配置:** 每次启动/复位时使用嵌入式SoC/I<sup>2</sup>C EEPROM配置集线器
- **引脚配置:** 很多GPIO都可通过配置特定引脚，或仅仅依靠不填充SPI EEPROM器件来实现。

表2: GPIO可用性汇总

	USB7002	USB7050	USB7051	USB7052	USB7056
<b>GPIO最小可用数量</b>	4个 (CONFIG2)	8个 (CONFIG1)	4个 (CONFIG3)	1个 (CONFIG3)	1个 (CONFIG2)
<b>GPIO最大可用数量</b>	12个 (CONFIG4)	14个 (CONFIG4)	11个 (CONFIG4)	8个 (CONFIG4)	2个 (CONFIG1)

表3: USB7002 GPIO

	CONFIG1 (I <sup>2</sup> C)	CONFIG2 (I <sup>2</sup> S)	CONFIG3 (UART)	CONFIG4 (FLEX)
<b>PF6</b>	GPIO70	GPIO70	UART_RX	GPIO70
<b>PF7</b>	GPIO71	MIC_DET	UART_TX	GPIO71
<b>PF12</b>	GPIO76	—	—	GPIO76
<b>PF14</b>	GPIO78	I2S_SDI	UART_nCTS	GPIO78
<b>PF18</b>	MSTR_I2C_CLK	I2S_LRCK	UART_nDCD	GPIO82
<b>PF19</b>	MSTR_I2C_DATA	I2S_SDO	UART_nRTS	GPIO83
<b>PF26</b>	SLV_I2C_CLK	I2S_SCK	UART_nDSR	GPIO90
<b>PF27</b>	SLV_I2C_DATA	I2S_MCLK	UART_nDTR	GPIO91
<b>PF28</b>	GPIO92	GPIO92	GPIO92	GPIO92
<b>PF29</b>	GPIO93	GPIO93	GPIO93	GPIO93
<b>PF30</b>	GPIO94	MSTR_I2C_CLK	GPIO94	GPIO94
<b>PF31</b>	GPIO95	MSTR_I2C_DATA	GPIO95	GPIO95

# AN2750

表4: USB7050 GPIO

	CONFIG1 (I <sup>2</sup> C)	CONFIG2 (I <sup>2</sup> S)	CONFIG3 (UART)	CONFIG4 (FLEX)	CONFIG5
PF2	GPIO66	GPIO66	UART_nCTS	GPIO66	GPIO66
PF3	GPIO67	I2S_SDI	UART_nRTS	GPIO67	GPIO67
PF4	PD_SPI_CE_N2	I2S_SDO	UART_nDSR	GPIO68	GPIO68
PF5	PD_SPI_CE_N1	I2S_SCK	UART_nDTR	GPIO69	GPIO69
PF6	PD_SPI_CE_N0	I2S_LRCK	UART_RX	GPIO70	GPIO70
PF7	PD_SPI_CLK	I2S_MCLK	UART_TX	GPIO71	GPIO71
PF14	GPIO78	GPIO78	GPIO78	GPIO78	GPIO78
PF19	SLV_I2C_DATA	SLV_I2C_DATA	SLV_I2C_DATA	GPIO83	SLV_I2C_DATA
PF26	SLV_I2C_CLK	SLV_I2C_CLK	SLV_I2C_CLK	GPIO90	SLV_I2C_CLK
PF27	GPIO91	MIC_DET	GPIO91	GPIO91	GPIO91
PF28	GPIO92	GPIO92	GPIO92	GPIO92	GPIO92
PF29	GPIO93	GPIO93	GPIO93	GPIO93	GPIO93
PF30	GPIO94	GPIO94	GPIO94	GPIO94	GPIO94
PF31	GPIO95	GPIO95	GPIO95	GPIO95	GPIO95

表5: USB7051 GPIO

	CONFIG1 (I <sup>2</sup> C)	CONFIG2 (I <sup>2</sup> S)	CONFIG3 (UART)	CONFIG4 (FLEX)
PF4	GPIO68	GPIO68	GPIO68	GPIO68
PF6	GPIO70	GPIO70	UART_RX	GPIO70
PF7	GPIO71	MIC_DET	UART_TX	GPIO71
PF14	GPIO78	I2S_SDI	UART_nCTS	GPIO78
PF19	SLV_I2C_DATA	I2S_SDO	UART_nRTS	GPIO83
PF26	SLV_I2C_CLK	I2S_SCK	UART_nDSR	GPIO90
PF27	GPIO91	I2S_MCLK	UART_nDTR	GPIO91
PF28	GPIO92	I2S_LRCK	UART_nDCD	GPIO92
PF29	GPIO93	GPIO93	GPIO93	GPIO93
PF30	GPIO94	GPIO94	GPIO94	GPIO94
PF31	GPIO95	GPIO95	GPIO95	GPIO95

表6: USB7052 GPIO

	CONFIG1 (I <sup>2</sup> C)	CONFIG2 (I <sup>2</sup> S)	CONFIG3 (UART)	CONFIG4 (FLEX)
PF6	GPIO70	GPIO70	UART_RX	GPIO70
PF7	GPIO71	MIC_DET	UART_TX	GPIO71
PF14	GPIO78	I2S_SDI	UART_nCTS	GPIO78
PF19	SLV_I2C_DATA	I2S_SDO	UART_nRTS	GPIO83
PF26	SLV_I2C_CLK	I2S_SCK	UART_nDSR	GPIO90
PF27	GPIO91	I2S_MCLK	UART_nDTR	GPIO91
PF28	GPIO92	I2S_LRCK	UART_nDCD	GPIO92
PF29	GPIO93	GPIO93	GPIO93	GPIO93

表7: USB7056 GPIO

	CONFIG1 (I <sup>2</sup> C)	CONFIG2 (I <sup>2</sup> S)
PF6	GPIO70	GPIO70
PF7	GPIO71	MIC_DET

## SDK实现

实现USB转GPIO桥接功能最简单的方法是使用MPLAB® Connect Configurator工具公开发行的DLL。DLL与Windows操作系统兼容。请访问microchip.com上的USB705xx产品页面下载带DLL包的MPLAB Connect。借助DLL中提供的库，可使用C代码实现桥接功能。

DLL包中含有以下内容：

- 用户指南（*MPLAB Connect DLL User's Guide*），其中详细介绍了如何使用DLL和调用每个函数
- 发行说明
- 库文件：
  - 对于Windows：“.dll”和“.lib”文件
  - 对于Linux：可以编译为“.a”文件的“.cpp”文件
- 示例代码

## SDK中包含的命令

- **libMchpUsbGpioConfigureGPIO**：将引脚配置为GPIO
  - **libMchpUsbGpioGet**：将查询的GPIO设置为输入（如果未进行此设置），然后读取输入状态
  - **libMchpUsbGpioSet**：将查询的GPIO设置为输出（如果未进行此设置），然后设置输出状态
- 有关如何使用SDK实现USB转GPIO的桥接功能的其他详细信息，请下载SDK包并参见用户指南。



## 手动实现

如果能够编译USB数据包，就能在最低级别实现USB转GPIO桥接功能。如果不使用Windows或Linux主机系统且不能使用SDK，就需要使用此方法。

所有USB转GPIO桥接命令都通过内部寄存器读写操作来实现。有关更多详细信息，请参见Microchip应用笔记*Configuration Options for the USB70xx*。所有USB转GPIO桥接命令都必须直接发送至与Microchip集线器的最后一个下行端口相连的集线器功能控制器的端点0。

有关寄存器读写USB SETUP数据包的详细信息，请分别参见[寄存器读](#)和[寄存器写](#)。有关配置寄存器的地址和内容的详细说明，请参见[GPIO配置寄存器映射](#)和[寄存器定义](#)。

## 寄存器读

要读取GPIO的状态，必须结合使用表8中的寄存器读命令和USB SETUP数据包：

**表8： 寄存器读USB SETUP命令**

SETUP参数	值	说明
bmRequestType	0xC0	设备到主机，供应商类别，以接口为目标
bRequest	0x04	寄存器读取命令：CMD_REG_READ
wValue	寄存器地址LSB	有效的地址范围：<0x0000>到<0xFFFF> [64KB]
wIndex	寄存器地址MSB	有效的地址范围：<0x0000>到<0xFFFF> [64KB]
wLength	数据长度	要检索的数据字节的长度

### 寄存器读USB事务序列

**命令阶段：**集线器功能控制器接收带有表8中指定参数的SETUP数据包。

**数据阶段：**集线器功能控制器从指定地址发送字节长度为wLength的数据。

**状态阶段：**集线器功能控制器在成功完成寄存器读操作后发送ACK。

## 寄存器写

要配置GPIO的方向、上拉/下拉寄存器电阻设置或设置GPIO的输出状态，必须结合使用表9中的寄存器写命令和USB SETUP数据包：

**表9： 寄存器写入USB SETUP命令**

SETUP参数	值	说明
bmRequestType	0x40	主机到设备，供应商类别，以接口为目标
bRequest	0x03	寄存器读取命令：CMD_REG_WRITE
wValue	寄存器地址LSB	32位寄存器地址的最后四个字节
wIndex	寄存器地址MSB	32位寄存器地址的前四个字节
wLength	数据长度	要写入的数据字节的长度

### 寄存器写入USB事务序列

**命令阶段：**集线器功能控制器接收带有表9中指定参数的SETUP数据包。

**数据阶段：**集线器功能控制器接收字节长度为wLength的数据，并从指定地址开始写入寄存器。

**状态阶段：**集线器功能控制器在成功完成寄存器写操作后发送ACK。

# AN2750

## GPIO配置寄存器映射

表10: 配置寄存器存储器映射

地址	名称	R/W	功能	默认值
BF80 0908	PIO96_OEN	R/W	<a href="#">PIO[95:64]输出使能寄存器</a>	00h
BF80 0918	PIO96_IEN	R/W	<a href="#">PIO[95:64]输入使能寄存器</a>	00h
BF80 0928	PIO96_OUT	R/W	<a href="#">PIO[95:64]输出状态寄存器</a>	00h
BF80 0938	PIO96_IN	R	<a href="#">PIO[95:64]输入状态寄存器</a>	00h
BF80 0948	PIO96_PUE	R/W	<a href="#">PIO[95:64]上拉使能寄存器</a>	00h
BF80 0958	PIO96_PDE	R/W	<a href="#">PIO[95:64]下拉使能寄存器</a>	00h

## 寄存器定义

表11: PIO[95:64]输出使能寄存器

PIO96_OEN (BF80 0908h)			PIO[95:64]输出使能寄存器
Bit	名称	R/W	说明
31	GPIO_95_OE	R/W	将该位置1可将GPIO95使能为输出。
30	GPIO_94_OE	R/W	将该位置1可将GPIO94使能为输出。
29	GPIO_93_OE	R/W	将该位置1可将GPIO93使能为输出。
28	GPIO_92_OE	R/W	将该位置1可将GPIO92使能为输出。
27	GPIO_91_OE	R/W	将该位置1可将GPIO91使能为输出。
26	GPIO_90_OE	R/W	将该位置1可将GPIO90使能为输出。
25:20	保留	R	保留
19	GPIO_83_OE	R/W	将该位置1可将GPIO83使能为输出。
18	GPIO_82_OE	R/W	将该位置1可将GPIO82使能为输出。
17:15	保留	R	保留
14	GPIO_78_OE	R/W	将该位置1可将GPIO78使能为输出。
13	保留	R	保留
12	GPIO_76_OE	R/W	将该位置1可将GPIO76使能为输出。
11:8	保留	R	保留
7	GPIO_71_OE	R/W	将该位置1可将GPIO71使能为输出。
6	GPIO_70_OE	R/W	将该位置1可将GPIO70使能为输出。
5	GPIO_69_OE	R/W	将该位置1可将GPIO69使能为输出。
4	GPIO_68_OE	R/W	将该位置1可将GPIO68使能为输出。
3	GPIO_67_OE	R/W	将该位置1可将GPIO67使能为输出。
2	GPIO_66_OE	R/W	将该位置1可将GPIO66使能为输出。
1:0	保留	R	保留

注: BF80\_0908h: GPIO66-71; BF80\_0909h: GPIO76-78; BF80\_090Ah: GPIO82-83; BF80\_090Bh: GPIO 90-92

表12: PIO[95:64]输入使能寄存器

PIO96_IEN (BF80_0918h)			PIO[95:64]输入使能寄存器
Bit	名称	R/W	说明
31	GPIO_95_IE	R/W	将该位置1可将GPIO95使能为输入。
30	GPIO_94_IE	R/W	将该位置1可将GPIO94使能为输入。
29	GPIO_93_IE	R/W	将该位置1可将GPIO93使能为输入。
28	GPIO_92_IE	R/W	将该位置1可将GPIO92使能为输入。
27	GPIO_91_IE	R/W	将该位置1可将GPIO91使能为输入。
26	GPIO_90_IE	R/W	将该位置1可将GPIO90使能为输入。
25:20	保留	R	保留
19	GPIO_83_IE	R/W	将该位置1可将GPIO83使能为输入。
18	GPIO_82_IE	R/W	将该位置1可将GPIO82使能为输入。
17:15	保留	R	保留
14	GPIO_78_IE	R/W	将该位置1可将GPIO78使能为输入。
13	保留	R	保留
12	GPIO_76_IE	R/W	将该位置1可将GPIO76使能为输入。
11:8	保留	R	保留
7	GPIO_71_IE	R/W	将该位置1可将GPIO71使能为输入。
6	GPIO_70_IE	R/W	将该位置1可将GPIO70使能为输入。
5	GPIO_69_IE	R/W	将该位置1可将GPIO69使能为输入。
4	GPIO_68_IE	R/W	将该位置1可将GPIO68使能为输入。
3	GPIO_67_IE	R/W	将该位置1可将GPIO67使能为输入。
2	GPIO_66_IE	R/W	将该位置1可将GPIO66使能为输入。
1:0	保留	R	保留
注: BF80_0918h: GPIO66-71; BF80_0919h: GPIO76-78; BF80_091Ah: GPIO82-83; BF80_091Bh: GPIO 90-92			

表13: PIO[95:64]输出状态寄存器

PIO96_OUT (BF80 0928h)			PIO[95:64]输出状态寄存器
Bit	名称	R/W	说明
31	GPIO_95_OS	R/W	将该位置1可将GPIO95驱动为高电平。将该位清零可将GPIO95驱动为低电平。
30	GPIO_94_OS	R/W	将该位置1可将GPIO94驱动为高电平。将该位清零可将GPIO94驱动为低电平。
29	GPIO_93_OS	R/W	将该位置1可将GPIO93驱动为高电平。将该位清零可将GPIO93驱动为低电平。
28	GPIO_92_OS	R/W	将该位置1可将GPIO92驱动为高电平。将该位清零可将GPIO92驱动为低电平。
27	GPIO_91_OS	R/W	将该位置1可将GPIO91驱动为高电平。将该位清零可将GPIO91驱动为低电平。
26	GPIO_90_OS	R/W	将该位置1可将GPIO90驱动为高电平。将该位清零可将GPIO90驱动为低电平。
25:20	保留	R	保留
19	GPIO_83_OS	R/W	将该位置1可将GPIO83驱动为高电平。将该位清零可将GPIO83驱动为低电平。
18	GPIO_82_OS	R/W	将该位置1可将GPIO82驱动为高电平。将该位清零可将GPIO82驱动为低电平。
17:15	保留	R	保留
14	GPIO_78_OS	R/W	将该位置1可将GPIO78驱动为高电平。将该位清零可将GPIO78驱动为低电平。
13	保留	R	保留
12	GPIO_76_OS	R/W	将该位置1可将GPIO76驱动为高电平。将该位清零可将GPIO76驱动为低电平。
11:8	保留	R	保留
7	GPIO_71_OS	R/W	将该位置1可将GPIO71驱动为高电平。将该位清零可将GPIO71驱动为低电平。
6	GPIO_70_OS	R/W	将该位置1可将GPIO70驱动为高电平。将该位清零可将GPIO70驱动为低电平。
5	GPIO_69_OS	R/W	将该位置1可将GPIO69驱动为高电平。将该位清零可将GPIO69驱动为低电平。
4	GPIO_68_OS	R/W	将该位置1可将GPIO68驱动为高电平。将该位清零可将GPIO68驱动为低电平。
3	GPIO_67_OS	R/W	将该位置1可将GPIO67驱动为高电平。将该位清零可将GPIO67驱动为低电平。
2	GPIO_66_OS	R/W	将该位置1可将GPIO66驱动为高电平。将该位清零可将GPIO66驱动为低电平。
1:0	保留	R	保留
注: BF80_0928h: GPIO66-71; BF80_0929h: GPIO76-78; BF80_092Ah: GPIO82-83; BF80_092Bh: GPIO 90-92			

表14: PIO[95:64]输入状态寄存器

PIO96_IN (BF80 0938h)			PIO[95:64]输入状态寄存器
Bit	名称	R/W	说明
31	GPIO_95_IS	R/W	读取该位可确定GPIO95的输入状态。
30	GPIO_94_IS	R/W	读取该位可确定GPIO94的输入状态。
29	GPIO_93_IS	R/W	读取该位可确定GPIO93的输入状态。
28	GPIO_92_IS	R/W	读取该位可确定GPIO92的输入状态。
27	GPIO_91_IS	R/W	读取该位可确定GPIO91的输入状态。
26	GPIO_90_IS	R/W	读取该位可确定GPIO90的输入状态。
25:20	保留	R	保留
19	GPIO_83_IS	R/W	读取该位可确定GPIO83的输入状态。
18	GPIO_82_IS	R/W	读取该位可确定GPIO82的输入状态。
17:15	保留	R	保留
14	GPIO_78_IS	R/W	读取该位可确定GPIO78的输入状态。
13	保留	R	保留
12	GPIO_76_IS	R/W	读取该位可确定GPIO76的输入状态。
11:8	保留	R	保留
7	GPIO_71_IS	R/W	读取该位可确定GPIO71的输入状态。
6	GPIO_70_IS	R/W	读取该位可确定GPIO70的输入状态。
5	GPIO_69_IS	R/W	读取该位可确定GPIO69的输入状态。
4	GPIO_68_IS	R/W	读取该位可确定GPIO68的输入状态。
3	GPIO_67_IS	R/W	读取该位可确定GPIO67的输入状态。
2	GPIO_66_IS	R/W	读取该位可确定GPIO66的输入状态。
1:0	保留	R	保留
注: <b>BF80_0938h</b> : GPIO66-71; <b>BF80_0939h</b> : GPIO76-78; <b>BF80_093Ah</b> : GPIO82-83; <b>BF80_093Bh</b> : GPIO 90-92			

表15: PIO[95:64]上拉使能寄存器

PIO96_PUE (BF80 0948h)			PIO[95:64]上拉电阻寄存器
Bit	名称	R/W	说明
31	GPIO_95_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO95上使能约62k的上拉电阻。
30	GPIO_94_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO94上使能约62k的上拉电阻。
29	GPIO_93_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO93上使能约62k的上拉电阻。
28	GPIO_92_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO92上使能约62k的上拉电阻。
27	GPIO_91_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO91上使能约62k的上拉电阻。
26	GPIO_90_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO90上使能约62k的上拉电阻。
25:20	保留	R	保留
19	GPIO_83_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO83上使能约62k的上拉电阻。
18	GPIO_82_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO82上使能约62k的上拉电阻。
17:15	保留	R	保留
14	GPIO_78_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO78上使能约62k的上拉电阻。
13	保留	R	保留
12	GPIO_76_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO76上使能约62k的上拉电阻。
11:8	保留	R	保留
7	GPIO_71_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO71上使能约62k的上拉电阻。
6	GPIO_70_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO70上使能约62k的上拉电阻。
5	GPIO_69_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO69上使能约62k的上拉电阻。
4	GPIO_68_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO68上使能约62k的上拉电阻。
3	GPIO_67_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO67上使能约62k的上拉电阻。
2	GPIO_66_PUE	R/W	将该位置1可在GPIO66上使能约62k的上拉电阻。
1:0	保留	R	保留
注: BF80_0948h: GPIO66-71; BF80_0949h: GPIO76-78; BF80_094Ah: GPIO82-83; BF80_094Bh: GPIO 90-92			

表16: PIO[95:64]下拉使能寄存器

PIO96_PDE (BF80 0958h)			PIO[95:64]下拉电阻寄存器
BIT	名称	R/W	说明
31	GPIO_95_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO95上使能约62k的下拉电阻。
30	GPIO_94_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO94上使能约62k的下拉电阻。
29	GPIO_93_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO93上使能约62k的下拉电阻。
28	GPIO_92_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO92上使能约62k的下拉电阻。
27	GPIO_91_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO91上使能约62k的下拉电阻。
26	GPIO_90_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO90上使能约62k的下拉电阻。
25:20	保留	R	保留
19	GPIO_83_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO83上使能约62k的下拉电阻。
18	GPIO_82_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO82上使能约62k的下拉电阻。
17:15	保留	R	保留
14	GPIO_78_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO78上使能约62k的下拉电阻。
13	保留	R	保留
12	GPIO_76_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO76上使能约62k的下拉电阻。
11:8	保留	R	保留
7	GPIO_71_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO71上使能约62k的下拉电阻。
6	GPIO_70_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO70上使能约62k的下拉电阻。
5	GPIO_69_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO69上使能约62k的下拉电阻。
4	GPIO_68_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO68上使能约62k的下拉电阻。
3	GPIO_67_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO67上使能约62k的下拉电阻。
2	GPIO_66_PDE	R/W	将该位置1可在GPIO66上使能约62k的下拉电阻。
1:0	保留	R	保留
注: <b>BF80_0958h</b> : GPIO66-71; <b>BF80_0959h</b> : GPIO76-78; <b>BF80_095Ah</b> : GPIO82-83; <b>BF80_095Bh</b> : GPIO 90-92			

## 示例

### 读取PF7/GPIO71的输入状态

1. **命令阶段（SETUP事务）**：将以下SETUP寄存器读命令发送至集线器功能控制器的端点0，以读取寄存器0xBF80\_0938（PIO[95:64]输入状态寄存器）的内容，其中包含PF7/GPIO71的输入状态信息（假设已在前一个命令中将GPIO配置为输入）。请参见表17和图4。

表17: 寄存器读取SETUP命令示例

SETUP参数	值	注
bmRequestType	0xC0	—
bRequest	0x04	—
wValue	0x0938	寄存器地址的最后四个字节
wIndex	0xBF80	寄存器地址的前四个字节
wLength	0x0001	将读取一个寄存器

图4: 寄存器读取SETUP事务示例

Transaction	H	SETUP	ADDR	ENDP	T	D	TP	R	bRequest	wValue	wIndex	wLength	ACK	Time Stamp
653	S	0xB4	6	0	0	D→H	V	D	0x04	0x0938	0xBF80	1	0x4B	2.649.476.716
Packet	H	SETUP	ADDR	ENDP	CRC5	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp					
22218	S	0xB4	6	0	0x09	8	133.333 ns	200.660 ns	2.649.476.716					
Packet	H	DATA0	Data	CRC16	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp						
22219	S	0xC3	C0 04 38 09 80 BF 01 00	0xEC96	16	266.667 ns	333.330 ns	2.649.477.050						
Packet	H	ACK	Pkt Len	Duration	Time	Time Stamp								
22220	S	0x4B	6	100.000 ns	1.600 us	2.649.477.650								

2. **数据阶段（IN事务）**：集线器功能控制器在接收IN数据包后，将从指定地址发送字节长度为wLength的数据。返回的值为0x80，指示PF7/GPIO71为高电平。请参见图5。

图5: 寄存器读取IN事务示例

Transaction	H	IN	ADDR	ENDP	T	Data	ACK	Time Stamp						
656	S	0x96	6	0	1	1 byte	0x4B	2.649.521.650						
Packet	H	IN	ADDR	ENDP	CRC5	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp					
22225	S	0x96	6	0	0x09	8	133.333 ns	366.660 ns	2.649.521.650					
Packet	H	DATA1	Data	CRC16	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp						
22226	S	0xD2	80	0x82F8	10	166.667 ns	333.330 ns	2.649.522.150						
Packet	H	ACK	Pkt Len	Duration	Time	Time Stamp								
22227	S	0x4B	8	133.333 ns	11.166 us	2.649.522.650								

3. **状态阶段（OUT事务）**：主机发送OUT数据包以完成USB传输。集线器功能控制器以长度为零的数据包作为响应。请参见图6。

图6: 寄存器读取OUT事务示例

Transaction	H	OUT	ADDR	ENDP	T	Data	ACK	Time Stamp						
657	S	0x87	6	0	1	0 bytes	0x4B	2.649.533.816						
Packet	H	OUT	ADDR	ENDP	CRC5	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp					
22228	S	0x87	6	0	0x09	8	133.333 ns	200.660 ns	2.649.533.816					
Packet	H	DATA1	Data	CRC16	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp						
22229	S	0xD2	0 bytes	0x0000	8	133.333 ns	332.660 ns	2.649.534.150						
Packet	H	ACK	Pkt Len	Duration	Time	Time Stamp								
22230	S	0x4B	8	133.333 ns		2.649.534.616								



## 写入寄存器以将PF7/GPIO71输出状态设置为高电平

1. **命令阶段（SETUP事务）**：将以下SETUP寄存器写入命令发送至集线器功能控制器的端点0，以写入寄存器0xBF80\_0928（PIO[95:64]输出状态寄存器）的内容。在该示例中，PF7/GPIO71设置为高电平（假设已在前一个命令中将GPIO配置为输出）。请参见表18和图7。

表18: 寄存器写入SETUP命令示例

SETUP参数	值	注
bmRequestType	0x40	—
bRequest	0x03	—
wValue	0x0928	寄存器地址的最后四位字节
wIndex	0xBF80	寄存器地址的前面四位字节
wLength	0x0001	将读取一个寄存器

图7: 寄存器写入SETUP事务示例

Transaction	H	SETUP	ADDR	ENDP	T	D	TP	R	bRequest	wValue	wIndex	wLength	ACK	Time Stamp		
572	S		0xB4	6	0	0	H->D	V	D	0x03	0x0928	0xBF80	1	0x4B	2 . 322 723 832	
Packet	H	SETUP	ADDR	ENDP	CRC5	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp							
19445	S		0xB4	6	0	0x09	8	133.333 ns	200.660 ns	2 . 322 723 832						
Packet	H	DATA0	Data	CRC16	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp								
19446	S		0xC3	40	03	28	09	80	BF	01	00	0x329C	16	266.667 ns	333.330 ns	2 . 322 724 166
Packet	H	ACK	Pkt Len	Duration	Time	Time Stamp										
19447	S		0x4B	6	100.000 ns	1.766 us	2 . 322 724 766									

2. **数据阶段（OUT事务）**：主机先发送OUT数据包将PF7/GPIO71输出设置为高电平，然后发送数据字节，从指定地址开始将0xBF80\_0928设置为0x80。请参见图8。

图8: 寄存器写入OUT事务示例

Transaction	H	OUT	ADDR	ENDP	T	Data	NAK	NAK	Time Stamp						
573-574	S		0x87	6	0	1 1 byte	0x5A	NAK	2 . 322 726 532						
Packet	H	OUT	ADDR	ENDP	CRC5	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp						
19448	S		0x87	6	0	0x09	8	133.333 ns	200.660 ns	2 . 322 726 532					
Packet	H	DATA1	Data	CRC16	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp							
19449	S		0xD2	80	0x82F8	10	166.667 ns	333.330 ns	2 . 322 726 866						
Packet	H	NAK	Pkt Len	Duration	Time	Time Stamp									
19450	S		0x5A	6	100.000 ns	41.800 us	2 . 322 727 366								

3. **状态阶段（OUT事务）**：主机发送IN数据包以完成USB传输。集线器功能控制器以长度为零的数据包作为响应。请参见图9。

图9: 寄存器写入IN事务示例

Transaction	H	IN	ADDR	ENDP	NAK	Time Stamp									
577	S		0x96	6	0	0x5A	2 . 322 803 500								
Packet	H	IN	ADDR	ENDP	CRC5	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp						
19458	S		0x96	6	0	0x09	10	166.667 ns	333.330 ns	2 . 322 803 500					
Packet	H	NAK	Pkt Len	Duration	Time	Time Stamp									
19459	S		0x5A	8	133.333 ns	22.900 us	2 . 322 804 000								

# AN2750

---

注:

## 附录A: 应用笔记版本历史

表A-1: 版本历史

版本和日期	节/图/条目	修正
DS00002750A (07-13-18)	所有	初始版本

## MICROCHIP网站

Microchip 网站 ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问。网站提供以下信息：

- **产品支持** —— 数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持** —— 常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务** —— 产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

## 变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 [www.microchip.com](http://www.microchip.com)。在“支持” (Support) 下，点击“变更通知客户” (Customer Change Notification) 服务后按照注册说明完成注册。

## 客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 (FAE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师 (FAE) 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 <http://microchip.com/support> 获得网上技术支持。

**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。除非另外声明，在Microchip知识产权保护下，不得暗或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、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKIT徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maxStylus、maxTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi徽标、MOST、MOST徽标、MPLAB、OptoLyzer、PacTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TempTrackr、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron及XMEGA均为Microchip Technology Inc.在美国和其他国家或地区的注册商标。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Liberio、motorBench、mTouch、Powermite 3、PrecisionEdge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath和ZL均为Microchip Technology Inc.在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet徽标、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICTail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、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。

Adaptec徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology和Symmcom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。

© 2019, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-4766-5

有关Microchip质量管理体系的更多信息，请访问 [www.microchip.com/quality](http://www.microchip.com/quality)。



## 全球销售及及服务网点

### 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](http://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

**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  
Tel: 1-317-536-2380

**洛杉矶 Los Angeles**  
Mission Viejo, CA  
Tel: 1-949-462-9523  
Fax: 1-949-462-9608  
Tel: 1-951-273-7800

**罗利 Raleigh, NC**  
Tel: 1-919-844-7510

**纽约 New York, NY**  
Tel: 1-631-435-6000

**圣何塞 San Jose, CA**  
Tel: 1-408-735-9110  
Tel: 1-408-436-4270

**加拿大多伦多 Toronto**  
Tel: 1-905-695-1980  
Fax: 1-905-695-2078

### 亚太地区

**中国-北京**  
Tel: 86-10-8569-7000

**中国-成都**  
Tel: 86-28-8665-5511

**中国-重庆**  
Tel: 86-23-8980-9588

**中国-东莞**  
Tel: 86-769-8702-9880

**中国-广州**  
Tel: 86-20-8755-8029

**中国-杭州**  
Tel: 86-571-8792-8115

**中国-南京**  
Tel: 86-25-8473-2460

**中国-青岛**  
Tel: 86-532-8502-7355

**中国-上海**  
Tel: 86-21-3326-8000

**中国-沈阳**  
Tel: 86-24-2334-2829

**中国-深圳**  
Tel: 86-755-8864-2200

**中国-苏州**  
Tel: 86-186-6233-1526

**中国-武汉**  
Tel: 86-27-5980-5300

**中国-西安**  
Tel: 86-29-8833-7252

**中国-厦门**  
Tel: 86-592-238-8138

**中国-香港特别行政区**  
Tel: 852-2943-5100

**中国-珠海**  
Tel: 86-756-321-0040

**台湾地区-高雄**  
Tel: 886-7-213-7830

**台湾地区-台北**  
Tel: 886-2-2508-8600

**台湾地区-新竹**  
Tel: 886-3-577-8366

### 亚太地区

**澳大利亚 Australia - Sydney**  
Tel: 61-2-9868-6733

**印度 India - Bangalore**  
Tel: 91-80-3090-4444

**印度 India - New Delhi**  
Tel: 91-11-4160-8631

**印度 India - Pune**  
Tel: 91-20-4121-0141

**日本 Japan - Osaka**  
Tel: 81-6-6152-7160

**日本 Japan - Tokyo**  
Tel: 81-3-6880-3770

**韩国 Korea - Daegu**  
Tel: 82-53-744-4301

**韩国 Korea - Seoul**  
Tel: 82-2-554-7200

**马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur**  
Tel: 60-3-7651-7906

**马来西亚 Malaysia - Penang**  
Tel: 60-4-227-8870

**菲律宾 Philippines - Manila**  
Tel: 63-2-634-9065

**新加坡 Singapore**  
Tel: 65-6334-8870

**泰国 Thailand - Bangkok**  
Tel: 66-2-694-1351

**越南 Vietnam - Ho Chi Minh**  
Tel: 84-28-5448-2100

### 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

**芬兰 Finland - Espoo**  
Tel: 358-9-4520-820

**法国 France - Paris**  
Tel: 33-1-69-53-63-20  
Fax: 33-1-69-30-90-79

**德国 Germany - Garching**  
Tel: 49-8931-9700  
**德国 Germany - Haan**  
Tel: 49-2129-3766400

**德国 Germany - Heilbronn**  
Tel: 49-7131-72400

**德国 Germany - Karlsruhe**  
Tel: 49-721-625370

**德国 Germany - Munich**  
Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

**德国 Germany - Rosenheim**  
Tel: 49-8031-354-560

**以色列 Israel - Ra'anana**  
Tel: 972-9-744-7705

**意大利 Italy - Milan**  
Tel: 39-0331-742611  
Fax: 39-0331-466781

**意大利 Italy - Padova**  
Tel: 39-049-7625286

**荷兰 Netherlands - Drunen**  
Tel: 31-416-690399  
Fax: 31-416-690340

**挪威 Norway - Trondheim**  
Tel: 47-7288-4388

**波兰 Poland - Warsaw**  
Tel: 48-22-3325737

**罗马尼亚 Romania - Bucharest**  
Tel: 40-21-407-87-50

**西班牙 Spain - Madrid**  
Tel: 34-91-708-08-90  
Fax: 34-91-708-08-91

**瑞典 Sweden - Gothenberg**  
Tel: 46-31-704-60-40

**瑞典 Sweden - Stockholm**  
Tel: 46-8-5090-4654

**英国 UK - Wokingham**  
Tel: 44-118-921-5800  
Fax: 44-118-921-5820