第 51 章 带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB

本章包括下列主题：

51.1 简介 51-2
51.2 工作模式 51-4
51.3 控制寄存器 51-5
51.4 复位的影响 51-54
51.5 节能模式下的操作 51-54
51.6 相关应用笔记 51-55
51.7 版本历史 51-56

© 2015 Microchip Technology Inc.

> **注：** 本系列参考手册章节旨在用作对器件数据手册的补充。根据不同的器件型号，本手册章节可能并不适用于所有 PIC32 器件。
>
> 请参见当前器件数据手册中 **“带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB”** 章节开头部分的注，以检查本文档是否支持您所使用的器件。
>
> 器件数据手册和系列参考手册章节可从 Microchip 网站下载：http://www.microchip.com。

51.1 简介

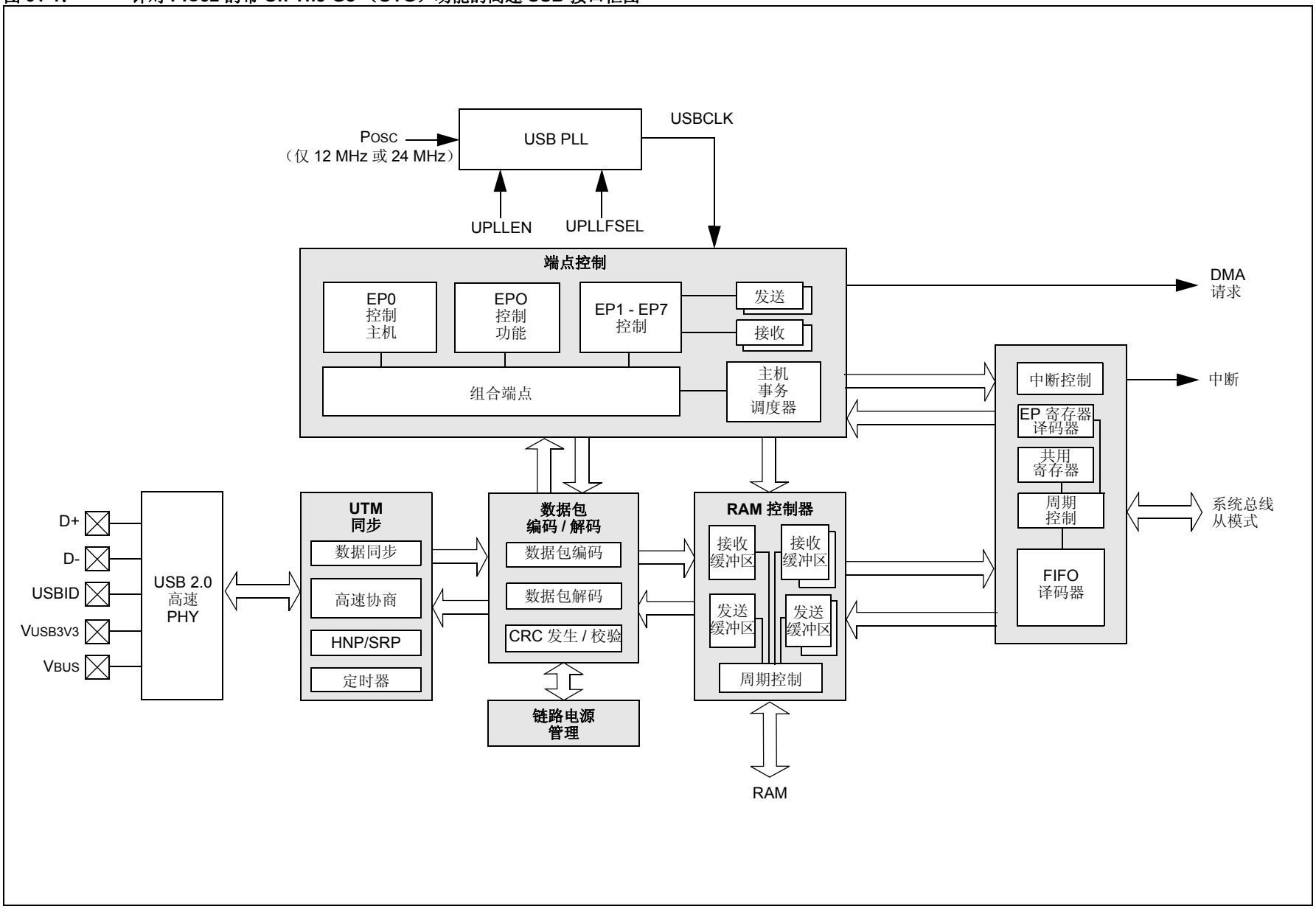
USB 模块具有以下特性：

- USB 高速、全速和低速支持主机和设备模式
- USB OTG 支持一个或多个高速、全速或低速设备
- 集成的信号传输电阻
- 集成的模拟比较器，用于 VBUS 监视
- 集成的 USB 收发器
- 硬件执行的事务握手
- 集成的 8 通道 DMA，用以访问系统 RAM 和闪存
- 除端点 0 之外，还具有 7 个发送端点和 7 个接收端点
- 支持会话请求协议（Session Request Protocol，SRP）和主机协商协议（Host Negotiation Protocol， HNP）
- 支持暂停和恢复信号
- 动态 FIFO 大小
- 用于 FIFO 的集成 RAM， FIFO 可以无需系统 RAM
- 支持链路电源管理

> **注 1：** USB 规范以及其他第三方规范或技术的实施和使用可能需要得到许可；包括但不限于 USB Implementers Forum, Inc.（简称 USB-IF）。用户对调查和满足任何适用许可义务负全部责任。
>
> **2：** 使用 USB 模块时，主振荡器 （POSC）的频率将被限制为 12 MHz 或 24 MHz。
>
> **3：** 在具有 L1 高速缓存的器件上，为了避免高速缓存一致性问题，必须仅从 KSEG1 段分配或访问 USB 缓冲区。

© 2015 Microchip Technology Inc.

图 51-1： 针对 PIC32 的带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB 接口框图



© 2015 Microchip Technology Inc.

51.2 工作模式

高速 USB OTG 模块具有两种主要工作模式：*设备*模式和*主机*模式。

在*设备*模式下，模块可以编码、解码、校验和定向所发送和接收的所有 USB 数据包。 IN 事务通过器件的发送 FIFO 进行处理， OUT 事务通过其接收 FIFO 进行处理。此外还支持控制、批量、同步和中断事务。

在*主机*模式下，高速 USB OTG 模块的行为方式取决于它是链接为与另一个 USB 功能进行点对点通信还是连接到一个集线器。当连接到另一个 USB 功能时，该模块将提供一系列功能，以在与该 USB 功能的点对点通信中作为主机工作。当连接到一个集线器时，它将提供作为多个设备（并行支持）的主机所需的功能。

在*主机*模式下工作，并用于与单个其他 USB 设备 （可以为高速、全速或低速）进行点对点通信时，高速 USB OTG 模块可以支持控制、批量、同步或中断事务。 IN 事务通过接收 FIFO 进行处理， OUT 事务通过发送 FIFO 进行处理。除了编码、解码和校验所发送和接收的 USB 数据包之外，模块还会自动调度同步端点和中断端点来每隔 n 个帧 / 微帧执行一个事务（或最多三个事务，如果选择了高带宽选项），其中的 n 代表为端点设定的查询间隔。剩余的总线带宽在控制和批量端点之间均等共用。

当连接到一个集线器时，高速 USB OTG 模块将继续提供先前提及的功能，但它需要进一步设定以下详细信息：

- 目标器件的功能地址
- 目标器件的工作速度 （从而可以执行相应的速度转换）
- 如果目标器件是通过高速集线器进行访问的全速或低速设备，则该端点另外还需要设定集线器的功能地址和端口号

作为连接的 “A” 器件 （电源和默认主机），该器件可能需要将 VBUS3V3 引脚上电至 5V，或作为 “B” 器件 （默认外设），需要能够通过将 VBUS3V3 引脚充电至 2V 来唤醒 “A” 器件。高速 USB OTG 模块的输出会指示何时需要这些充电选项。

高速 USB OTG 模块在初始时是以*主机*模式还是*设备*模式工作取决于它是用作 “A” 器件还是 “B” 器件，而这又取决于 USBID 输入引脚为低电平还是高电平。当该模块作为 “A” 器件工作时，它在初始时配置为在*主机*模式下工作。当作为 “B” 器件工作时，该模块在初始时配置为在*设备*模式下工作。但是，USBOTG 寄存器中提供了 HOSTREQ 位，CPU 可以通过该位请求 “B” 器件在下一次 USB 总线上没有任何活动时变为主机。

USBID 输入引脚将反映器件的 mini-AB 插座的 ID 引脚的状态， USBID 为低电平指示 “A” 插头（即，作为 “A” 器件工作）， USBID 为高电平指示 “B” 插头，即作为 “B” 器件工作。

关于高速 USB OTG 模块是用作 “A” 器件还是 “B” 器件的信息，以及关于它所连接的器件是高速、全速还是低速的信息还会被记录在 USBOTG 寄存器中，随同记录关于 VBUS3V3 引脚电平相对于用于指示会话开始和会话结束的高电压和低电压阈值的信息。

© 2015 Microchip Technology Inc.

51.3 控制寄存器

针对PIC32器件的带On-The-Go（OTG）功能的高速USB 模块包含以下特殊功能寄存器（Special Functions Register， SFR）：

- **USBCSR0：USB 控制状态寄存器 0**
- **USBCSR1：USB 控制状态寄存器 1**
- **USBCSR2：USB 控制状态寄存器 2**
- **USBCSR3：USB 控制状态寄存器 3**
- **USBIE0CSR0：USB 索引端点控制状态寄存器 0 （端点 0）**
- **USBIE0CSR2：USB 索引端点控制状态寄存器 2 （端点 0）**
- **USBIE0CSR3：USB 索引端点控制状态寄存器 3 （端点 0）**
- **USBIENCSR0：USB 索引端点控制状态寄存器 0 （端点 1-7）**
- **USBIENCSR1：USB 索引端点控制状态寄存器 1 （端点 1-7）**
- **USBIENCSR2：USB 索引端点控制状态寄存器 2 （端点 1-7）**
- **USBIENCSR3：USB 索引端点控制状态寄存器 3 （端点 1-7）**
- **USBFIFOx：USB FIFO 数据寄存器 x （x = 0-7）**
- **USBOTG：USB OTG 控制 / 状态寄存器**
- **USBFIFOA：USB FIFO 地址寄存器**
- **USBHWVER：USB 硬件版本寄存器**
- **USBINFO：USB 信息寄存器**
- **USBEOFRST：USB 帧结束 / 软复位控制寄存器**
- **USBExTXA：USB 端点 x 发送地址寄存器**
- **USBExRXA：USB 端点 x 接收地址寄存器**
- **USBDMAINT：USB DMA 中断寄存器**
- **USBDMAxC：USB DMA 通道 x 控制寄存器 （x = 1-8）**
- **USBDMAxA：USB DMA 通道 x 存储器地址寄存器 （x = 1-8）**
- **USBDMAxN：USB DMA 通道 x 计数寄存器 （x = 1-8）**
- **USBExRPC：USB 端点 x 请求数据包计数寄存器 （仅主机模式）（x = 1-7）**
- **USBDPBFD：USB 双数据包缓冲区禁止寄存器**
- **USBTMCON1：USB 时序控制寄存器 1**
- **USBTMCON2：USB 时序控制寄存器 2**
- **USBLPMR1：USB 链路电源管理控制寄存器 1**
- **USBLPMR2：USB 链路电源管理控制寄存器 2**

表 51-1 简要汇总了相关的寄存器。该汇总表之后列出了相应的寄存器表，其中包含了每个位的详细说明。

表 51-1： 带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB 特殊功能寄存器映射

寄存器名称	位范围	Bit 31/15	30/14	29/13	28/12	27/11	26/10	25/9	24/8	23/7	22/6	21/5	20/4	19/3	18/2	17/1	16/0
USBCSR0	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	EP7TXIF	EP6TXIF	EP5TXIF	EP4TXIF	EP3TXIF	EP2TXIF	EP1TXIF	EP0IF
	15:0	ISOUPD(1)	SOFT CONN(1)	HSEN	HSMODE	RESET	RESUME	SUSP MODE	SUSPEN	—	FUNC<6:0>(1)						
		—(2)	—(2)								—(2)	—(2)	—(2)	—(2)	—(2)	—(2)	—(2)
USBCSR1	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	EP7TXIE	EP6TXIE	EP5TXIE	EP4TXIE	EP3TXIE	EP2TXIE	EP1TXIE	EP0IE
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	EP7RXIF	EP6RXIF	EP5RXIF	EP4RXIF	EP3RXIF	EP2RXIF	EP1RXIF	—
USBCSR2	31:16	VBUSIE	SESSRQIE	DISCONIE	CONNIE	SOFIE	RESETIE	RESUMEIE	SUSPIE	VBUSIF	SESS REQIF	DISCONIF	CONNIF	SOFIF	RESETIF	RESUMEIF	SUSPIF
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	EP7RXIE	EP6RXIE	EP5RXIE	EP4RXIE	EP3RXIE	EP2RXIE	EP1RXIE	—
USBCSR3	31:16	FORCEHST	FIFOACC	FORCEFS	FORCEHS	PACKET	TESTK	TESTJ	NAK	—	—	—	—	ENDPOINT<3:0>			
	15:0	—	—	—	—	—	RFRMNUM<10:0>										
USB IE0CSR0(3)	31:16	—	—	—	—	—(1)	—(1)	—(1)	FLSHFIFO	SVC SETEND(1)	SVCRPR(1)	SEND STALL(1)	SETUP END(1)	DATAEND(1)	SENT STALL(1)	TXPKT RDY	RXPKT RDY
						DISPING(2)	DTWREN(2)	DATA TGGL(2)		NAK TMOUT(2)	STATPKT(2)	REQPKT(2)	ERROR(2)	SETUP PKT(2)	RXSTALL(2)		
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
USB IE0CSR2(3)	31:16	—	—	—	NAKLIM<4:0>(2)					SPEED<1:0>(2)		—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	RXCNT<6:0>						
USB IE0CSR3(3)	31:16	MPRXEN	MPTXEN	BIGEND	HBRXEN	HBTXEN	DYNFIFOS	SOFTCONE	UTMIDWID	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
USB IENCSR0(4)	31:16	AUTOSET	ISO(1)	MODE	DMA REQEN	FRC DATTG	DMA REQMD	—(1)	—(1)	INCOMP TX(1)	CLRDT	SENT STALL(1)	SEND STALL(1)	FLUSH	UNDER RUN(1)	FIFONE	TXPKT RDY
			—					DTWREN(2)	DATA TGGL(2)	NAK TMOUT(2)		RXSTALL(2)	SETUPPKT(2)		ERROR(2)		
	15:0	MULT<4:0>					TXMAXP<10:0>										
USB IENCSR1(4)	31:16	AUTOCLR	ISO(1)	DMA REQEN	DISNYET(1)	DMA REQMD	—(1)	—(1)	INCOM PRX	CLRDT	SENTSTALL(1)	SENDSTALL(1)	FLUSH	DATAERR(1)	OVERRUN(1)	FIFOFULL	RXPKT RDY
			AUTOREQ(2)		PIDERR(2)		DATA TWEN(2)	DATA TGGL(2)			RXSTALL(2)	REQPKT(2)		DERR NAKT(1)	ERROR(2)		
	15:0	MULT<4:0>					RXMAXP<10:0>										
USB IENCSR2(4)	31:16	TXINTERV<7:0>(2)								SPEED<1:0>(2)		PROTOCOL<1:0>		TEP<3:0>			
	15:0	—	—	RXCNT<13:0>													
USB IENCSR3(1,3)	31:16	RXFIFOSZ<3:0>				TXFIFOSZ<3:0>				—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RXINTERV<7:0>								SPEED<1:0>		PROTOCOL<1:0>		TEP<3:0>			
USB FIFO0	31:16	DATA<31:16>															
	15:0	DATA<15:0>															

图注： x = 复位时的未知值； — = 未实现，读为 0。复位值以十六进制显示。

注 1： *设备*模式。

2： *主机*模式。

3： 端点 0 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 0）。

4： 端点 1-7 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 1 至 7）。

5： 该寄存器并非在所有器件上都可用。要确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO （OTG）”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表 51-1：　带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB 特殊功能寄存器映射 （续）

寄存器名称	位范围	Bit 31/15	30/14	29/13	28/12	27/11	26/10	25/9	24/8	23/7	22/6	21/5	20/4	19/3	18/2	17/1	16/0
USB FIFO1	31:16	DATA<31:16>															
	15:0	DATA<15:0>															
USB FIFO2	31:16	DATA<31:16>															
	15:0	DATA<15:0>															
USB FIFO3	31:16	DATA<31:16>															
	15:0	DATA<15:0>															
USB FIFO4	31:16	DATA<31:16>															
	15:0	DATA<15:0>															
USB FIFO5	31:16	DATA<31:16>															
	15:0	DATA<15:0>															
USB FIFO6	31:16	DATA<31:16>															
	15:0	DATA<15:0>															
USB FIFO7	31:16	DATA<31:16>															
	15:0	DATA<15:0>															
USBOTG	31:16	—	—	—	RXDPB	RXFIFOSZ<3:0>				—	—	—	TXDPB	TXFIFOSZ<3:0>			
	15:0	—	—	—	—	—	—	TXEDMA	RXEDMA	BDEV	FSDEV	LSDEV	VBUS<1:0>		HOSTMODE	HOSTREQ	SESSION
USB FIFOA	31:16	—	—	—	RXFIFOAD<12:0>												
	15:0	—	—	—	TXFIFOAD<12:0>												
USB HWVER	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RC	VERMAJOR<4:0>					VERMINOR<9:0>									
USB INFO	31:16	VPLEN<7:0>								WTCON<3:0>				WTID<3:0>			
	15:0	DMACHANS<3:0>				RAMBITS<3:0>				RXENDPTS<3:0>				TXENDPTS<3:0>			
USB EOFRST	31:16	—	—	—	—	—	—	NRSTX	NRST	LSEOF<7:0>							
	15:0	FSEOF<7:0>								HSEOF<7:0>							
USB E0TXA	31:16	—	TXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TXFADDR<6:0>						
USB E0RXA	31:16	—	RXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
USB E1TXA	31:16	—	TXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TXFADDR<6:0>						
USB E1RXA	31:16	—	RXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	RXFADDR<6:0>						
USB E2TXA	31:16	—	TXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TXFADDR<6:0>						
USB E2RXA	31:16	—	RXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	RXFADDR<6:0>						

图注：　x = 复位时的未知值；— = 未实现，读为 0。复位值以十六进制显示。

注 1：　*设备*模式。
2：　*主机*模式。
3：　端点 0 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 0）。
4：　端点 1-7 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 1 至 7）。
5：　该寄存器并非在所有器件上都可用。要确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO （OTG）”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表 51-1： 带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB 特殊功能寄存器映射 （续）

寄存器名称	位范围	Bit 31/15	30/14	29/13	28/12	27/11	26/10	25/9	24/8	23/7	22/6	21/5	20/4	19/3	18/2	17/1	16/0
USB E3TXA	31:16	—	TXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TXFADDR<6:0>						
USB E3RXA	31:16	—	RXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	RXFADDR<6:0>						
US BE4TXA	31:16	—	TXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TXFADDR<6:0>						
USB E4RXA	31:16	—	RXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	RXFADDR<6:0>						
USB E5TXA	31:16	—	TXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TXFADDR<6:0>						
USB E5RXA	31:16	—	RXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	RXFADDR<6:0>						
USB E6TXA	31:16	—	TXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TXFADDR<6:0>						
USB E6RXA	31:16	—	RXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	RXFADDR<6:0>						
USB E7TXA	31:16	—	TXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TXFADDR<6:0>						
USB E7RXA	31:16	—	RXHUBPRT<6:0>							MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	RXFADDR<6:0>						
USB E0CSR0	31:16	通过 USBIE0CSR0 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E0CSR2	31:16	通过 USBIE0CSR2 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E0CSR3	31:16	通过 USBIE0CSR3 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E1CSR0	31:16	通过 USBIE1CSR0 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E1CSR1	31:16	通过 USBIE1CSR1 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E1CSR2	31:16	通过 USBIE1CSR2 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E1CSR3	31:16	通过 USBIE1CSR3 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E2CSR0	31:16	通过 USBIE2CSR0 中的相同位进行索引															
	15:0																

图注： x = 复位时的未知值； — = 未实现，读为 0。复位值以十六进制显示。

注 1： *设备*模式。

2： *主机*模式。

3： 端点 0 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 0）。

4： 端点 1-7 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 1 至 7）。

5： 该寄存器并非在所有器件上都可用。要确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO （OTG）”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表 51-1： 带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB 特殊功能寄存器映射 （续）

寄存器名称	位范围	Bit 31/15	30/14	29/13	28/12	27/11	26/10	25/9	24/8	23/7	22/6	21/5	20/4	19/3	18/2	17/1	16/0
USB E2CSR1	31:16	通过 USBIE2CSR1 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E2CSR2	31:16	通过 USBIE2CSR2 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E2CSR3	31:16	通过 USBIE2CSR3 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E3CSR0	31:16	通过 USBIE3CSR0 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E3CSR1	31:16	通过 USBIE3CSR1 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E3CSR2	31:16	通过 USBIE3CSR2 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E3CSR3	31:16	通过 USBIE3CSR3 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E4CSR0	31:16	通过 USBIE4CSR0 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E4CSR1	31:16	通过 USBIE4CSR1 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E4CSR2	31:16	通过 USBIE4CSR2 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E4CSR3	31:16	通过 USBIE4CSR3 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E5CSR0	31:16	通过 USBIE5CSR0 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E5CSR1	31:16	通过 USBIE5CSR1 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E5CSR2	31:16	通过 USBIE5CSR2 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E5CSR3	31:16	通过 USBIE5CSR3 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E6CSR0	31:16	通过 USBIE6CSR0 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E6CSR1	31:16	通过 USBIE6CSR1 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E6CSR2	31:16	通过 USBIE6CSR2 中的相同位进行索引															
	15:0																

图注： x = 复位时的未知值； — = 未实现，读为 0。复位值以十六进制显示。

注 1： *设备*模式。

2： *主机*模式。

3： 端点 0 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 0）。

4： 端点 1-7 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 1 至 7）。

5： 该寄存器并非在所有器件上都可用。要确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO （OTG）”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表 51-1： 带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB 特殊功能寄存器映射 （续）

寄存器名称	位范围	Bit 31/15	30/14	29/13	28/12	27/11	26/10	25/9	24/8	23/7	22/6	21/5	20/4	19/3	18/2	17/1	16/0
USB E6CSR3	31:16	通过 USBIE6CSR3 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E7CSR0	31:16	通过 USBIE7CSR0 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E7CSR1	31:16	通过 USBIE7CSR1 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E7CSR2	31:16	通过 USBIE7CSR2 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB E7CSR3	31:16	通过 USBIE7CSR3 中的相同位进行索引															
	15:0																
USB DMAINT	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	DMA8IF	DMA7IF	DMA6IF	DMA5IF	DMA4IF	DMA3IF	DMA2IF	DMA1IF
USB DMA1C	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN
USB DMA1A	31:16	DMAADDR<31:16>															
	15:0	DMAADDR<15:0>															
USB DMA1N	31:16	DMACOUNT<31:16>															
	15:0	DMACOUNT<15:0>															
USB DMA2C	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN
USB DMA2A	31:16	DMAADDR<31:16>															
	15:0	DMAADDR<15:0>															
USB DMA2N	31:16	DMACOUNT<31:16>															
	15:0	DMACOUNT<15:0>															
USB DMA3C	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN
USB DMA3A	31:16	DMAADDR<31:16>															
	15:0	DMAADDR<15:0>															
USB DMA3N	31:16	DMACOUNT<31:16>															
	15:0	DMACOUNT<15:0>															
USB DMA4C	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN
USB DMA4A	31:16	DMAADDR<31:16>															
	15:0	DMAADDR<15:0>															
USB DMA4N	31:16	DMACOUNT<31:16>															
	15:0	DMACOUNT<15:0>															

图注： x = 复位时的未知值； — = 未实现，读为 0。复位值以十六进制显示。

注
1： *设备*模式。
2： *主机*模式。
3： 端点 0 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 0）。
4： 端点 1-7 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 1 至 7）。
5： 该寄存器并非在所有器件上都可用。要确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO （OTG）”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表 51-1： 带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB 特殊功能寄存器映射 （续）

寄存器名称	位范围	Bit 31/15	30/14	29/13	28/12	27/11	26/10	25/9	24/8	23/7	22/6	21/5	20/4	19/3	18/2	17/1	16/0
USB DMA5C	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN
USB DMA5A	31:16	DMAADDR<31:16>															
	15:0	DMAADDR<15:0>															
USB DMA5N	31:16	DMACOUNT<31:16>															
	15:0	DMACOUNT<15:0>															
USB DMA6C	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN
USB DMA6A	31:16	DMAADDR<31:16>															
	15:0	DMAADDR<15:0>															
USB DMA6N	31:16	DMACOUNT<31:16>															
	15:0	DMACOUNT<15:0>															
USB DMA7C	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN
USB DMA7A	31:16	DMAADDR<31:16>															
	15:0	DMAADDR<15:0>															
USB DMA7N	31:16	DMACOUNT<31:16>															
	15:0	DMACOUNT<15:0>															
USB DMA8C	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN
USB DMA8A	31:16	DMAADDR<31:16>															
	15:0	DMAADDR<15:0>															
USB DMA8N	31:16	DMACOUNT<31:16>															
	15:0	DMACOUNT<15:0>															
USB E1RPC	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RQPKTCNT<15:0>															
USB E2RPC	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RQPKTCNT<15:0>															
USB E3RPC	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RQPKTCNT<15:0>															
USB E4RPC	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RQPKTCNT<15:0>															
USB E5RPC	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RQPKTCNT<15:0>															
USB E6RPC	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RQPKTCNT<15:0>															

图注： x = 复位时的未知值； — = 未实现，读为 0。复位值以十六进制显示。

注
1： *设备*模式。
2： *主机*模式。
3： 端点 0 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 0）。
4： 端点 1-7 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 1 至 7）。
5： 该寄存器并非在所有器件上都可用。要确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO （OTG）”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表 51-1： 带 On-The-Go （OTG）功能的高速 USB 特殊功能寄存器映射 （续）

寄存器名称	位范围	Bit 31/15	30/14	29/13	28/12	27/11	26/10	25/9	24/8	23/7	22/6	21/5	20/4	19/3	18/2	17/1	16/0
USB E7RPC	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	RQPKTCNT<15:0>															
USB DPBFD	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	EP7TXD	EP6TXD	EP5TXD	EP4TXD	EP3TXD	EP2TXD	EP1TXD	—
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	EP7RXD	EP6RXD	EP5RXD	EP4RXD	EP3RXD	EP2RXD	EP1RXD	—
USB TMCON1	31:16	THHSRTN<15:0>															
	15:0	TUCH<15:0>															
USB TMCON2	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	THSBT<3:0>			
USB LPMR1	31:16	—	—	LPM ERRIE	LPM RESIE	LPMACKIE	LPMNYIE	LPMSTIE	LPMTOIE	—	—	—	LPMNAK(1)	LPMEN<1:0>		LPMRES	LPMXMT
													__(2)	__(2)	__(2)		
	15:0	ENDPOINT<3:0>				—	—	—	RMTWAK	HIRD<3:0>				LNKSTATE<3:0>			
USB LMPR2	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	LPMFADDR<6:0>							—	—	LPMERR(1)	LPMRES	LPMNC	LPMACK	LPMNY	LPMST
												__(2)					
USB CRCON(5)	31:16	—	—	—	—	—	USBIF	USBRF	USBWKUP	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	—	USB IDOVEN	USB IDVAL	PHYIDEN	VBUS MONEN	ASVAL MONEN	BSVAL MONEN	SEND MONEN	USBIE	USBRIE	USB WKUPEN

图注： x = 复位时的未知值； — = 未实现，读为 0。复位值以十六进制显示。

注 1： *设备*模式。

2： *主机*模式。

3： 端点 0 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 0）。

4： 端点 1-7 的定义 （ENDPOINT<3:0> （USBCSR<19:16>） = 1 至 7）。

5： 该寄存器并非在所有器件上都可用。要确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO （OTG）”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-1： USBCSR0：USB 控制状态寄存器 0

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS
	EP7TXIF	EP6TXIF	EP5TXIF	EP4TXIF	EP3TXIF	EP2TXIF	EP1TXIF	EP0IF
15:8	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R-0, HS	R-0	R/W-0	R-0, HC	R/W-0
	ISOUPD	SOFTCONN	HSEN	HSMODE	RESET	RESUME	SUSPMODE	SUSPEN
	—	—						
7:0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	FUNC<6:0>						
		—	—	—	—	—	—	—

图注：	HS = 可由硬件置 1 的位	HC = 可由硬件清零的位	
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 31-24 **未实现：**读为 0

bit 23-17 **EP7TXIF:EP1TXIF：**端点 n 发送中断标志位
1 = 端点具有待处理的发送中断
0 = 无中断事件

bit 16 **EP0IF：**端点 0 中断位
1 = 端点 0 具有待处理的中断
0 = 无中断事件

读取字节时，将清零所有 EPxTX 和 EP0 位。因此，这些位必须与该寄存器中的其他位分开读取，以避免意外清零。

bit 15 **ISOUPD：**ISO 更新位 （仅*设备*模式；在*主机*模式下未实现）
1 = 在发送数据包之前， USB 模块将从 TXPKTRDY 置 1 时开始等待 SOF 令牌
0 = 行为不改变

该位仅在*设备*模式下对端点执行同步传输时有效。该位在*主机*模式下未实现。

bit 14 **SOFTCONN：**软连接 / 断开功能选择位
1 = USB D+/D- 线使能且处于活动状态
0 = USB D+/D- 线禁止且处于三态

该位仅在*设备*模式下可用。

bit 13 **HSEN：**高速使能位
1 = 当器件被集线器复位时， USB 模块将协商为使用高速模式
0 = USB 模块仅在全速模式下工作

bit 12 **HSMODE：**高速模式状态位
1 = USB 复位期间成功协商高速模式
0 = USB 模块不处于高速模式

在*设备*模式下，该位在 USB 复位完成时变为有效。在*主机*模式下，它在 RESET 位清零时变为有效。

bit 11 **RESET：**模块复位状态位
1 = 总线上存在复位信号
0 = 模块正常工作

在*设备*模式下，该位是只读的。在*主机*模式下，该位是可读 / 写的。

寄存器 51-1： USBCSR0：USB 控制状态寄存器 0 （续）

bit 10 **RESUME**：从暂停中恢复控制位
1 = 在器件处于暂停模式时产生恢复信号
0 = 停止恢复信号

在*设备*模式下，软件应在 10 ms （最长 15 ms）之后清零该位，以结束恢复信号。在*主机*模式下，软件应在 20 ms 之后清零该位。

bit 9 **SUSPMODE**：暂停模式状态位
1 = USB 模块处于暂停模式
0 = USB 模块在正常工作

在*设备*模式下，该位是只读的。在*主机*模式下，它可以由软件置 1，由硬件清零。

bit 8 **SUSPEN**：暂停模式使能位
1 = 使能暂停模式
0 = 禁止暂停模式

bit 7 未实现：读为 0

bit 6-0 **FUNC<6:0>**：器件功能地址位

这些位仅在*设备*模式下可用。这些位会被写入通过 SET_ADDRESS 命令接收到的地址，然后用于解码后续令牌数据包中的功能地址。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-2： USBCSR1：USB 控制状态寄存器 1

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-0
	EP7TXIE	EP6TXIE	EP5TXIE	EP4TXIE	EP3TXIE	EP2TXIE	EP1TXIE	EP0IE
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	U-0
	EP7RXIF	EP6RXIF	EP5RXIF	EP4RXIF	EP3RXIF	EP2RXIF	EP1RXIF	—

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 31-24 **未实现：**读为 0

bit 23-17 **EP7TXIE:EP1TXIE：**端点 n 发送中断允许位
1 = 允许端点发送中断事件
0 = 禁止端点发送中断事件

bit 16 **EP0IE：**端点 0 中断允许位
1 = 允许端点 0 中断事件
0 = 禁止端点 0 中断事件

bit 15-8 **未实现：**读为 0

bit 7-1 **EP7RXIF:EP1RXIF：**端点 n 接收中断位
1 = 端点具有待处理的接收事件
0 = 无中断事件

bit 0 **未实现：**读为 0

寄存器 51-3： USBCSR2：USB 控制状态寄存器 2

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-0
	VBUSIE	SESSRQIE	DISCONIE	CONNIE	SOFIE	RESETIE	RESUMEIE	SUSPIE
23:16	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS
	VBUSIF	SESSRQIF	DISCONIF	CONNIF	SOFIF	RESETIF	RESUMEIF	SUSPIF
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	U-0
	EP7RXIE	EP6RXIE	EP5RXIE	EP4RXIE	EP3RXIE	EP2RXIE	EP1RXIE	—

图注：	HS = 可由硬件置 1 的位		
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 31 **VBUSIE**：VBUS 错误中断允许位
1 = 允许 VBUS 错误中断
0 = 禁止 VBUS 错误中断

bit 30 **SESSRQIE**：会话请求中断允许位
1 = 允许会话请求中断
0 = 禁止会话请求中断

bit 29 **DISCONIE**：器件断开中断允许位
1 = 允许器件断开中断
0 = 禁止器件断开中断

bit 28 **CONNIE**：器件连接中断允许位
1 = 允许器件连接中断
0 = 禁止器件连接中断

bit 27 **SOFIE**：帧起始中断允许位
1 = 允许帧起始事件中断
0 = 禁止帧起始事件中断

bit 26 **RESETIE**：复位 / 干扰中断允许位
1 = 允许在发生复位 （*设备*模式）或干扰 （*主机*模式）时产生中断
0 = 禁止复位 / 干扰中断

bit 25 **RESUMEIE**：恢复中断允许位
1 = 允许恢复信号中断
0 = 禁止恢复信号中断

bit 24 **SUSPIE**：暂停中断允许位
1 = 允许暂停信号中断
0 = 禁止暂停信号中断

bit 23 **VBUSIF**：VBUS 错误中断位
1 = 在会话期间， VBUS 已降至低于 VBUS 有效阈值
0 = 无中断

bit 22 **SESSRQIF**：会话请求中断位
1 = 已检测到会话请求信号
0 = 未检测到会话请求信号

bit 21 **DISCONIF**：器件断开连接中断位
1 = 在*主机*模式下，在检测到器件断开连接时进行指示。在*设备*模式下，指示会话结束。
0 = 未检测到器件断开

bit 20 **CONNIF**：器件连接中断位
1 = 在*主机*模式下，在检测到器件连接时进行指示。
0 = 未检测到器件连接

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-3： USBCSR2：USB 控制状态寄存器 2 （续）

bit 19 **SOFIF**：帧起始中断位
1 = 已开始新的帧
0 = 未检测到帧起始

bit 18 **RESETIF**：复位 / 干扰中断位
1 = 在*主机*模式下，指示已检测到干扰信号。在*设备*模式下，指示在总线上检测到复位信号。
0 = 未检测到复位 / 干扰信号

bit 17 **RESUMEIF**：恢复中断位
1 = 在 USB 模块处于暂停模式时，在总线上检测到恢复信号
0 = 未检测到恢复信号

bit 16 **SUSPIF**：暂停中断位
1 = 在总线上检测到暂停信号 （*设备*模式）
0 = 未检测到暂停信号

bit 15-8 **未实现**：读为 0

bit 7-1 **EP7RXIE:EP1RXIE**：端点 n 接收中断允许位
1 = 允许该端点的接收中断
0 = 禁止接收中断

bit 0 **未实现**：读为 0

寄存器 51-4： USBCSR3：USB 控制状态寄存器 3

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0, HC	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	FORCEHST	FIFOACC	FORCEFS	FORCEHS	PACKET	TESTK	TESTJ	NAK
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	—	ENDPOINT<3:0>			
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R-0	R-0	R-0
	—	—	—	—	—	RFRMNUM<10:8>		
7:0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
	RFRMNUM<7:0>							

图注：	HC = 可由硬件清零的位		
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 31 **FORCEHST**：测试模式强制主机选择位
1 = 强制 USB 模块进入*主机*模式，无论它是否连接到任何外设
0 = 正常工作

bit 30 **FIFOACC**：测试模式端点 0 FIFO 传输强制位
1 = 将端点 0 发送 FIFO 中的数据包传输到端点 0 接收 FIFO
0 = 无传输

bit 29 **FORCEFS**：测试模式强制全速模式选择位
1 = 强制 USB 模块进入全速模式。如果 FORCEHS = 1，则产生未定义的行为。
0 = 如果 FORCEHS = 0，则将 USB 模块置为低速模式

该位仅在 FORCEHST = 1 时有效。

bit 28 **FORCEHS**：测试模式强制高速模式选择位
1 = 强制 USB 模块进入高速模式。如果 FORCEFS = 1，则产生未定义的行为。
0 = 如果 FORCEFS = 0，则将 USB 模块置为低速模式

该位仅在 FORCEHST = 1 时有效。

bit 27 **PACKET**：Test_Packet 测试模式选择位
1 = USB 模块在总线上重复发送 53 字节的测试数据包。必须在进入测试模式之前，向端点 0 FIFO 中装入测试数据包。
0 = 正常工作

该位仅在 USB 模块处于高速模式时有效。

bit 26 **TESTK**：Test_K 测试模式选择位
1 = 进入 Test_K 测试模式。 USB 模块在总线上发送连续的 K。
0 = 正常工作

该位仅在 USB 模块处于高速模式时有效。

bit 25 **TESTJ**：Test_J 测试模式选择位
1 = 进入 Test_J 测试模式。 USB 模块在总线上发送连续的 J。
0 = 正常工作

该位仅在 USB 模块处于高速模式时有效。

bit 24 **NAK**：Test_SE0_NAK 测试模式选择位
1 = 进入 Test_SE0_NAK 测试模式。 USB 模块保持处于高速模式，但以 NAK 响应任何有效的 IN 令牌
0 = 正常工作

该模式仅在 USB 模块处于高速模式时有效。

bit 23-20 **未实现**：读为 0

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-4： USBCSR3：USB 控制状态寄存器 3 （续）

bit 19-16 **ENDPOINT<3:0>**：端点寄存器选择位

1111 = 保留

•

•

•

1000 = 保留

0111 = 端点 7

•

•

•

0000 = 端点 0

这些位通过地址 0x3010-0x301F 选择要访问的端点寄存器。

bit 15-11 **未实现**：读为 0

bit 10-0 **RFRMNUM<10:0>**：上次接收到的帧编号位

寄存器 51-5： USBIE0CSR0：USB 索引端点控制状态寄存器 0 （端点 0）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0, HC	R/W-0	R/W-0, HC
	—	—	—	—	—	—	—	FLSHFIFO
					DISPING	DTWREN	DATATGGL	
23:16	R/W-0, HC	R/W-0, HC	R/W-0, HC	R/C-0, HS	R/W-0, HS	R-0, HS	R-0	R-0
	SVCSETEND	SVCRPR	SENDSTALL	SETUPEND	DATAEND	SENTSTALL	TXPKTRDY	RXPKTRDY
	NAKTMOUT	STATPKT	REQPKT	ERROR	SETUPPKT	RXSTALL		
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—

图注：	HC = 可由硬件清零的位	HS = 可由软件清零的位	
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 31-28 **未实现：**读为 0

bit 27 **DISPING：**禁止 Ping 令牌控制位 （*主机*模式）
1 = USB 模块将不会在高速控制传输的数据和状态阶段发出 Ping 令牌
0 = 发出 Ping 令牌

bit 26 **DTWREN：**数据翻转写入使能位 （*主机*模式）
1 = 允许写入端点 0 数据翻转的当前状态。该位自动清零。
0 = 禁止数据翻转写入

bit 25 **DATATGGL：**数据翻转位 （*主机*模式）
在读取时，该位指示端点 0 数据翻转的当前状态。
如果 DTWREN = 1，该位可写入所需的设置
如果 DTWREN = 0，该位是只读的

bit 24 **FLSHFIFO：**清除 FIFO 控制位
1 = 清除要从端点 0 FIFO 发送 / 读取的下一个数据包。复位 FIFO 指针，且清零 TXPKTRDY/RXPKTRDY 位。在操作完成时自动清零。应仅在 TXPKTRDY/RXPKTRDY = 1 时使用。
0 = 不执行清除操作

bit 23 **SVCSETEND：**清零 SETUPEND 控制位 （*设备*模式）
1 = 清零该寄存器中的 SETUPEND 位。该位会自动清零。
0 = 不清零

NAKTMOUT：NAK 超时控制位 （*主机*模式）
1 = 在接收到 NAK 响应之后，暂停端点 0 的时间大于 NAKLIM<4:0> 位 （USBICSR<28:24>）设置的时间
0 = 允许端点继续

bit 22 **SVCRPR：**已处理 RXPKTRDY 清零控制位 （*设备*模式）
1 = 清零该寄存器中的 RXPKTRDY 位。该位会自动清零。
0 = 不清零

STATPKT：状态阶段事务控制位 （*主机*模式）
1 = 当与 TXPKTRDY 或 REQPKT 位同时置 1 时，执行状态阶段事务
0 = 不执行状态阶段事务

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-5： USBIE0CSR0：USB 索引端点控制状态寄存器 0 （端点 0）（续）

bit 21 **SENDSTALL：**发送停顿控制位 （*设备*模式）
1 = 终止当前事务并发送 STALL 握手。该位会自动清零。
0 = 不发送 STALL 握手。

REQPKT：IN 事务请求控制位 （*主机*模式）
1 = 请求 IN 事务。当 RXPKTRDY 位置 1 时清零该位。
0 = 不请求 IN 事务

bit 20 **SETUPEND：**提前控制事务结束状态位 （*设备*模式）
1 = 控制事务在 DATAEND 位置 1 之前结束。此时将产生中断并清除 FIFO。
0 = 正常工作

该位通过向该寄存器中的 SVCSETEND 位写入 1 来清零。

ERROR：无响应错误状态位 （*主机*模式）
1 = 已尝试执行某个事务 3 次，外设均无响应。将产生中断。
0 = 清零该标志。软件必须通过向该位写入 0 来清零它。

bit 19 **DATAEND：**数据结束控制位 （*设备*模式）
在以下情况下，软件会置 1 该位：
- 对于最后一个数据包， TXPKTRDY 置 1
- 卸载最后一个数据包之后清零 RXPKTRDY
- 对于零长度数据包， TXPKTRDY 置 1

硬件会清零该位。

SETUPPKT：发送 SETUP 令牌控制位 （*主机*模式）
1 = 当与 TXPKTRDY 位同时置 1 时，模块将对于事务发送 SETUP 令牌而不是 OUT 令牌
0 = 正常 OUT 令牌操作

置 1 该位还会清零数据翻转。

bit 18 **SENTSTALL：**STALL 发送状态位 （*设备*模式）
1 = 已发送 STALL 握手
0 = 软件清零位

RXSTALL：STALL 握手接收状态位 （*主机*模式）
1 = 已接收到 STALL 握手
0 = 软件清零位

bit 17 **TXPKTRDY：**发送数据包就绪控制位
1 = 数据包已装入 FIFO。该位会自动清零。
0 = 没有准备好进行发送的数据包

bit 16 **RXPKTRDY：**接收数据包就绪状态位
1 = 已接收到数据包。该位置 1 时产生中断 （当允许时）。
0 = 未接收到数据包

通过将 SVCRPR 位置 1 来清零该位。

bit 15-0 **未实现：**读为 0

寄存器 51-6： USBIE0CSR2：USB 索引端点控制状态寄存器 2 （端点 0）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	NAKLIM<4:0>				
23:16	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	SPEED<1:0>		—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
	—	RXCNT<6:0>						

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 31-29 **未实现：**读为 0

bit 28-24 **NAKLIM<4:0>：**端点 0 NAK 限制位

帧 / 微帧 （高速传输）的数量，在达到该数量之后，端点 0 应在接收到一连串 NAK 响应时发生超时。

bit 23-22 **SPEED<1:0>：**工作速度控制位

11 = 低速
10 = 全速
01 = 高速
00 = 保留

bit 21-7 **未实现：**读为 0

bit 6-0 **RXCNT<6:0>：**接收计数位

端点 0 FIFO 中的接收数据字节数。返回的值会随 FIFO 内容变化而变化，并仅在 RXPKTRDY 置 1 时有效。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-7： USBIE0CSR3：USB 索引端点控制状态寄存器 3 （端点 0）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R-x	R-x	R-0	R-x	R-x	R-x	R-1	R-0
	MPRXEN	MPTXEN	BIGEND	HBRXEN	HBTXEN	DYNFIFOS	SOFTCONE	UTMIDWID
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-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 31 **MPRXEN**：自动合并选项位
1 = 完成批量数据包的自动合并
0 = 不进行自动合并

bit 30 **MPTXEN**：自动拆分选项位
1 = 完成批量数据包的自动拆分
0 = 不进行自动拆分

bit 29 **BIGEND**：字节顺序选项位
1 = 大尾数顺序
0 = 小尾数顺序

bit 28 **HBRXEN**：高带宽接收 ISO 选项位
1 = 选择高带宽接收 ISO 端点支持
0 = 无高带宽接收 ISO 端点支持

bit 27 **HBTXEN**：高带宽发送 ISO 选项位
1 = 选择高带宽发送 ISO 端点支持
0 = 无高带宽发送 ISO 端点支持

bit 26 **DYNFIFOS**：动态 FIFO 大小选项位
1 = 支持动态 FIFO 大小
0 = 不支持动态 FIFO 大小

bit 25 **SOFTCONE**：软连接 / 断开选项位
1 = 支持软连接 / 断开
0 = 不支持软连接 / 断开

bit 24 **UTMIDWID**：UTMI+ 数据宽度选项位
该位总是为 0，表示 8 位 UTMI+ 数据宽度。

bit 23-0 未实现：读为 0

寄存器 51-8： USBIENCSR0：USB 索引端点控制状态寄存器 0 （端点 1-7）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	AUTOSET	ISO / —	MODE	DMAREQEN	FRCDATTG	DMAREQMD	— / DATAWEN	— / DATATGGL
23:16	R/W-0, HS	R/W-0, HC	R/W-0, HS	R/W-0	R/W-0	R/W-0, HS	R/W-0	R/W-0, HC
	INCOMPTX / NAKTMOUT	CLRDT	SENTSTALL / RXSTALL	SENDSTALL / SETUPPKT	FLUSH	UNDERRUN / ERROR	FIFONE	TXPKTRDY
15:8	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	MULT<4:0>					TXMAXP<10:8>		
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	TXMAXP<7:0>							

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 31 **AUTOSET**：自动置 1 控制位

1 = 当最大数据包大小 （TXMAXP 的值）的数据装入发送 FIFO 时， TXPKTRDY 将自动置 1。如果装入的数据包小于最大数据包大小，那么 TXPKTRDY 将必须手动置 1。

0 = 对于所有数据包大小， TXPKTRDY 必须手动置 1。

bit 30 **ISO**：同步发送端点使能位 （*设备*模式）

1 = 使能端点进行同步传输

0 = 禁止端点进行同步传输，并使能它进行批量或中断传输。

该位仅在*设备*模式下起作用。在*主机*模式下，它总是返回 0。

bit 29 **MODE**：端点方向控制位

1 = 端点传输方向为发送

0 = 端点传输方向为接收

该位仅在使用同一个端点 FIFO 进行发送和接收事务时有效。

bit 28 **DMAREQEN**：端点 DMA 请求使能位

1 = 使能该端点的 DMA 请求

0 = 禁止该端点的 DMA 请求

bit 27 **FRCDATTG**：强制端点数据翻转控制位

1 = 强制端点数据翻转进行切换，并清除来自 FIFO 的数据包，无论是否接收到 ACK。

0 = 不产生强制行为

bit 26 **DMAREQMD**：端点 DMA 请求模式控制位

1 = DMA 请求模式 1

0 = DMA 请求模式 0

在上述 DMAREQEN 位清零之前或同一个周期中，不能清零该位。

bit 25 **DATAWEN**：数据翻转写入使能位 （*主机*模式）

1 = 允许写入发送端点数据翻转 （DATATGGL）的当前状态

0 = 禁止写入 DATATGGL 位

bit 24 **DATATGGL**：数据翻转控制位 （*主机*模式）

在读取时，该位指示发送端点数据翻转的当前状态。

如果 DATAWEN = 1，该位可以写入所需的数据翻转设置。

如果 DATAWEN = 0，忽略写入该位的任何值。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-8： USBIENCSR0：USB 索引端点控制状态寄存器 0 （端点 1-7）（续）

bit 23 **INCOMPTX：**不完整发送状态位 （*设备*模式）

1 = 对于高带宽同步端点，一个大型数据包被拆分为两个或三个数据包进行发送，但已接收到的 IN 令牌不足以发送所有数据包

0 = 正常工作

在同步传输之外的任何其他情况下，该位始终返回 0。

NAKTMOUT：NAK 超时状态位 （*主机*模式）

1 = 接收到长于 NAKLIM 设置的 NAK 响应后，发送端点暂停

0 = 通过软件写入来清零该位

bit 22 **CLRDT：**清零数据翻转控制位

1 = 将端点数据翻转复位为 0

0 = 不清零数据翻转

bit 21 **SENTSTALL：**STALL 握手发送状态位 （*设备*模式）

1 = 已发送 STALL 握手。清除 FIFO 且清零 TXPKTRDY 位。

0 = 通过软件写入来清零该位

RXSTALL：STALL 接收位 （*主机*模式）

1 = 已接收到 STALL 握手。停止正在进行的所有 DMA 请求，完全清除 FIFO，且清零 TXPKTRDY 位会清零。

0 = 通过软件写入来清零该位

bit 20 **SENDSTALL：**STALL 握手发送控制位 （*设备*模式）

1 = 向 IN 令牌发出 STALL 握手

0 = 终止停止状态

当端点用于同步传输时，该位无效。

SETUPPKT：定义位 （*主机*模式）

1 = 当与 TXPKTRDY 位同时置 1 时，将对于事务发送 SETUP 令牌而不是 OUT 令牌。这还会清零数据翻转。

0 = 对于事务发送正常 OUT 令牌

bit 19 **FLUSH：**FIFO 清除控制位

1 = 清除来自端点发送 FIFO 的最新数据包。复位 FIFO 指针，清零 TXPKTRDY，并产生中断。

0 = 不清除 FIFO

bit 18 **UNDERRUN：**数据不足状态位 （*设备*模式）

1 = 在 TXPKTRDY 未置 1 时接收到 IN 令牌。

0 = 通过软件写入来清零该位

ERROR：握手失败状态位 （*主机*模式）

1 = 已尝试发送数据包 3 次，但未接收到握手数据包

0 = 通过软件写入来清零该位

bit 17 **FIFONE：**FIFO 非空状态位

1 = 发送 FIFO 中至少有一个数据包

0 = 发送 FIFO 为空

bit 16 **TXPKTRDY：**发送数据包就绪控制位

软件在将一个数据包装入 FIFO 之后置 1 该位。它在发送数据包时自动清零。该位也会在向双缓冲 FIFO 中装入第二个数据包之前自动清零。

寄存器 51-8： USBIENCSR0：USB 索引端点控制状态寄存器 0 （端点 1-7）（续）

bit 15-11 **MULT<4:0>：**乘法控制位

对于同步 / 中断端点或具有拆分数据包的批量端点，有效载荷大小为 TXMAXP 乘以 MULT+1。

对于批量端点，MULT 最高可以为 32，并定义指定有效载荷大小的“USB”数据包数量，这是置于 FIFO 中的单个数据包在传输之前应拆分为的数量。要求数据包正好为 TXMAXP 指定的有效载荷的整数倍。

对于以高速模式工作的同步 / 中断端点， MULT 的值可以为 2 或 3，它指定可以在单个微帧中发生的此类事务的最大数量。

bit 10-0 **TXMAXP<10:0>：**每个事务的最大发送有效载荷控制位

这些位设置在单个事务中发送的最大有效载荷 （以字节为单位）。该值受 USB 规范对于全速和高速操作下的批量、中断和同步传输的数据包大小所规定的约束制约。

在 DMA 模式 1 下，为了正确产生中断， TXMAXP 必须设置为偶数个字节数。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-9： USBIENCSR1：USB 索引端点控制状态寄存器 1 （端点 1-7）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0, HC	R-0	R/W-0
	AUTOCLR	ISO	DMAREQEN	DISNYET	DMAREQMD	—	—	INCOMPRX
		AUTOREQ		PIDERR		DATATWEN	DATATGGL	
23:16	R/W-0, HC	R/W-0, HS	R/W-0	R/W-0, HC	R-0, HS	R/W-0, HS	R-0, HSC	R/W-0, HS
	CLRDT	SENTSTALL	SENDSTALL	FLUSH	DATAERR	OVERRUN	FIFOFULL	RXPKTRDY
		RXSTALL	REQPKT		DERRNAKT	ERROR		
15:8	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	MULT<4:0>					RXMAXP<10:8>		
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	RXMAXP<7:0>							

图注：	HC = 可由硬件清零的位	HS = 可由硬件置 1 的位	
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 31 **AUTOCLR**：RXPKTRDY 自动清零控制位

1 = 当从接收 FIFO 中卸载 RXMAXP 字节的数据包时，RXPKTRDY 将自动清零。当卸载的数据包小于最大数据包大小时， RXPKTRDY 必须手动清零。当使用 DMA 来卸载接收 FIFO 时，将以 4 字节块的形式从接收 FIFO 读取数据，与 RXMAXP 无关。

0 = 不自动清零 RXPKTRDY

对于高带宽同步端点，该位不应置 1。

bit 30 **ISO**：同步端点控制位 （*设备*模式）

1 = 使能接收端点进行同步传输

0 = 使能接收端点进行批量 / 中断传输

AUTOREQ：自动数据包请求控制位 （*主机*模式）

1 = 当 RXPKTRDY 位清零时， REQPKT 将自动置 1

0 = 不自动产生数据包请求

当接收到短数据包时，该位将自动清零。

bit 29 **DMAREQEN**：DMA 请求使能控制位

1 = 使能接收端点的 DMA 请求

0 = 禁止接收端点的 DMA 请求

bit 28 **DISNYET**：禁止 NYET 握手控制 /PID 错误状态位 （*设备*模式）

1 = 在批量 / 中断事务中，禁止发送 NYET 握手。所有成功接收到的接收数据包均以 ACK 进行响应，包括在 FIFO 变满时

0 = 正常工作

在批量 / 中断事务中，该位仅在高速模式下起作用，在该模式下对于所有中断端点该位均置 1。

PIDERR：PID 错误状态位 （*主机*模式）

1 = 在 ISO 事务中，这表示在所接收的数据包中存在 PID 错误

0 = 无错误

bit 27 **DMAREQMD**：DMA 请求模式选择位

1 = DMA 请求模式 1

0 = DMA 请求模式 0

bit 26 **DATATWEN**：数据翻转写入使能控制位 （*主机*模式）

1 = DATATGGL 可写

0 = DATATGGL 不可写

寄存器 51-9： USBIENCSR1：USB 索引端点控制状态寄存器 1 （端点 1-7）（续）

bit 25 **DATATGGL：**数据翻转位 （*主机*模式）

在读取时，该位指示端点数据翻转的当前状态。

如果 DATATWEN = 1，可以向该位写入所需的数据翻转设置。

如果 DATATWEN = 0，写入该位的所有值都会被忽略。

bit 24 **INCOMPRX：**不完整数据包状态位

1 = 在高带宽同步 / 中断传输过程中，由于部分数据未接收到，接收 FIFO 中的数据包是不完整的
0 = 通过软件写入来清零该位

在同步传输之外的任何其他情况下，该位将总是返回 0。

bit 23 **CLRDT：**清零数据翻转控制位

1 = 将端点数据翻转复位为 0
0 = 端点数据翻转保留不变

bit 22 **SENTSTALL：**STALL 握手状态位 （*设备*模式）

1 = 已发送 STALL 握手
0 = 通过软件写入来清零该位

RXSTALL：STALL 握手接收状态位 （*主机*模式）

1 = 已接收到 STALL 握手。将产生中断。
0 = 通过软件写入来清零该位

bit 21 **SENDSTALL：**STALL 握手控制位 （*设备*模式）

1 = 发出 STALL 握手
0 = 终止停顿条件

REQPKT：IN 事务请求控制位 （*主机*模式）

1 = 请求 IN 事务
0 = 不请求

当 RXPKTRDY 置 1 时清零该位。

bit 20 **FLUSH：**清除 FIFO 控制位

1 = 清除要从端点接收 FIFO 读取的下一个数据包。复位 FIFO 指针，且清零 RXPKTRDY 位。应当仅在 RXPKTRDY 置 1 时使用该位。如果 FIFO 进行双缓冲，可能需要将 FLUSH 置 1 两次才能完全清除 FIFO。
0 = 正常 FIFO 操作

该位会自动清零。

bit 19 **DATAERR：**数据包错误状态位 （*设备*模式）

1 = 数据包具有 CRC 或位填充错误
0 = 无数据错误

当 RXPKTRDY 清零时清零该位。只有端点在 ISO 模式下工作时，该位才有效。在批量模式下，它总是返回 0。

DERRNAKT：数据错误 /NAK 超时状态位 （*主机*模式）

1 = 数据包具有 CRC 或位填充错误。在批量模式下，在接收到 NAK 响应之后，接收端点暂停的时间大于设置为 NAK 限制的时间。
0 = 无数据或 NAK 超时错误

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-9： USBIENCSR1：USB 索引端点控制状态寄存器 1 （端点 1-7）（续）

bit 18 **OVERRUN：**数据溢出状态位 （*设备*模式）

1 = OUT 数据包无法装入接收 FIFO
0 = 通过软件写入来清零该位

只有端点在 ISO 模式下工作时，该位才有效。在批量模式下，它总是返回 0。

ERROR：未接收到数据包状态位 （*主机*模式）

1 = 已尝试接收数据包 3 次，但未接收到任何数据包。将产生中断

0 = 通过软件写入来清零该位

只有接收端点在批量或中断模式下工作时，该位才有效。在 ISO 模式下，它总是返回 0。

bit 17 **FIFOFULL：**FIFO 满状态位

1 = 无法再向接收 FIFO 装入任何数据包
0 = 接收 FIFO 具有至少一个可用空间

bit 16 **RXPKTRDY：**数据包接收状态位

1 = 已接收到数据包。将产生中断
0 = 从接收 FIFO 中卸载数据包之后，通过软件写入来清零该位

bit 15-11 **MULT<4:0>：**乘法控制位

对于同步 / 中断的端点或具有拆分数据包的批量端点，有效载荷大小为 TXMAXP 乘以 MULT+1。

对于批量端点， MULT 最高可以为 32，并定义指定有效载荷大小的 “USB” 数据包数量，这是置于 FIFO 中的单个数据包在传输之前应拆分的数量。要求数据包正好为 TXMAXP 指定的有效载荷的整数倍。

对于以高速模式工作的同步 / 中断端点， MULT 的值可以为 2 或 3，它指定可以在单个微帧中发生的此类事务的最大数量。

bit 10-0 **RXMAXP<10:0>：**每个事务的最大接收有效载荷控制位

这些位设置在单个事务中发送的最大有效载荷 （以字节为单位）。该值受 USB 规范对于全速和高速操作下的批量、中断和同步传输的数据包大小所规定的约束制约。

在 DMA 模式 1 下，为了正确产生中断， RXMAXP 必须设置为偶数个字节数。

寄存器 51-10： USBIENCSR2：USB 索引端点控制状态寄存器 2 （端点 1-7）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	TXINTERV<7:0>							
23:16	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	SPEED<1:0>		PROTOCOL<1:0>		TEP<3:0>			
15:8	U-0	U-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
	—	—	RXCNT<13:8>					
7:0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
	RXCNT<7:0>							

图注：	HC = 可由硬件清零的位	HS = 可由硬件置 1 的位	
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 31-24 **TXINTERV<7:0>**：端点发送查询间隔 /NAK 限制位 （*主机*模式）

对于中断和同步传输，这些位定义端点的查询间隔。对于批量端点，这些位设置帧 / 微帧的数量，在达到该数量之后，端点应在接收到一连串 NAK 响应时发生超时。

下表列出了这些位的有效值和说明：

传输类型	速度	有效值 （m）	说明
中断	低速 / 全速	0x01 至 0xFF	查询间隔为 “m”个帧。
	高速	0x01 至 0x10	查询间隔为 $2^{(m-1)}$ 个帧。
同步	全速或高速	0x01 至 0x10	查询间隔为 $2^{(m-1)}$ 个帧 / 微帧。
批量	全速或高速	0x02 至 0x10	NAK 限制为 $2^{(m-1)}$ 个帧 / 微帧。值为 0 或 1 将禁止 NAK 超时功能。

bit 23-22 **SPEED<1:0>**：发送端点工作速度控制位 （*主机*模式）
11 = 低速
10 = 全速
01 = 高速
00 = 保留

bit 21-20 **PROTOCOL<1:0>**：发送端点协议控制位
11 = 中断
10 = 批量
01 = 同步
00 = 控制

bit 19-16 **TEP<3:0>**：发送目标端点数量位

该值是在器件枚举期间返回至 USB 模块的发送端点描述符中的端点数量。

bit 15-14 未实现：读为 0

bit 13-0 **RXCNT<13:0>**：接收计数位

接收 FIFO 端点中的接收数据字节数。返回的值会随 FIFO 内容变化而变化，并仅在 RXPKTRDY 置 1 时有效。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-11： USBIENCSR3：USB 索引端点控制状态寄存器 3 （端点 1-7）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R-x	R-x	R-x	R-x	R-x	R-x	R-x	R-x
	RXFIFOSZ<3:0>				TXFIFOSZ<3:0>			
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	RXINTERV<7:0>							
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	SPEED<1:0>		PROTOCOL<1:0>		TEP<3:0>			

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 31-28 **RXFIFOSZ<3:0>：**接收 FIFO 大小位
1111 = 保留
1110 = 保留
1101 = 8192 字节
1100 = 4096 字节
•
•
•
0011 = 8 字节
0010 =保留
0001 =保留
0000 =保留或尚未配置端点

该寄存器仅在未选择动态大小时有此说明。在使用动态 FIFO 大小时无效。

bit 27-24 **TXFIFOSZ<3:0>：**发送 FIFO 大小位
1111 = 保留
1110 = 保留
1101 = 8192 字节
1100 = 4096 字节
•
•
•
0011 = 8 字节
0010 =保留
0001 =保留
0000 =保留或尚未配置端点

该寄存器仅在未选择动态大小时有此说明。在使用动态 FIFO 大小时无效。

bit 23-16 **未实现：**读为 0

寄存器 51-11： USBIENCSR3：USB 索引端点控制状态寄存器 3 （端点 1-7）（续）

bit 15-8 **RXINTERV<7:0>**：端点接收查询间隔 /NAK 限制位

对于中断和同步传输，这些位定义端点的查询间隔。对于批量端点，这些位设置帧 / 微帧的数量，在达到该数量之后，端点应在接收到一连串 NAK 响应时发生超时。

下表列出了这些位的有效值和含义：

传输类型	速度	有效值 （m）	说明
中断	低速 / 全速	0x01 至 0xFF	查询间隔为 “m”个帧。
	高速	0x01 至 0x10	查询间隔为 $2^{(m-1)}$ 个帧。
同步	全速或高速	0x01 至 0x10	查询间隔为 $2^{(m-1)}$ 个帧 / 微帧。
批量	全速或高速	0x02 至 0x10	NAK 限制为 $2^{(m-1)}$ 个帧 / 微帧。值为 0 或 1 将禁止 NAK 超时功能。

bit 7-6 **SPEED<1:0>**：接收端点工作速度控制位
11 = 低速
10 = 全速
01 = 高速
00 = 保留

bit 5-4 **PROTOCOL<1:0>**：接收端点协议控制位
11 = 中断
10 = 批量
01 = 同步
00 = 控制

bit 3-0 **TEP<3:0>**：接收目标端点数量位

该值是在器件枚举期间返回给 USB 模块的发送端点描述符中包含的端点数量。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-12： USBFIFOx：USB FIFO 数据寄存器 x （x = 0-7）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DATA<31:24>							
23:16	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DATA<23:16>							
15:8	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DATA<15:8>							
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DATA<7:0>							

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

bit 31-0 **DATA<31:0>**：USB 发送 / 接收 FIFO 数据位

写入该寄存器会将数据装入相应端点的发送 FIFO。读取该寄存器会从相应端点的接收 FIFO 中卸载数据。

传输可以根据需要设为 8 位、 16 位或 32 位，并且允许任意访问组合，前提是所访问的数据是连续的。但是，与一个数据包关联的所有传输必须具有相同宽度，以便使数据一致地按字节、字或双字对齐。为了完成奇数字节或奇数字的传输，最后一次传输包含的字节数可以少于先前传输包含的字节数。

寄存器 51-13： USBOTG：USB OTG 控制 / 状态寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	RXDPB	RXFIFOSZ<3:0>			
23:16	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	TXDPB	TXFIFOSZ<3:0>			
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	—	—	—	TXEDMA	RXEDMA
7:0	R-1	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R/W-0, HC	R/W-0
	BDEV	FSDEV	LSDEV	VBUS<1:0>		HOSTMODE	HOSTREQ	SESSION

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 31-29 未实现：读为 0

bit 28 **RXDPB**：接收端点双数据包缓冲控制位
1 = 支持双数据包缓冲区。这会使在 RXFIFOSZ 中设置的大小增加一倍。
0 = 不支持双数据包缓冲区

bit 27-24 **RXFIFOSZ<3:0>**：接收端点 FIFO 数据包大小位

允许的最大数据包大小 （在发送之前，在批量 / 高带宽数据包的 FIFO 中进行任何拆分之前）

1111 = 保留
•
•
•
1010 = 保留
1001 = 4096 字节
1000 = 2048 字节
0111 =1024 字节
0110 =512 字节
0101 =256 字节
0100 =128 字节
0011 = 64 字节
0010 =32 字节
0001 =16 字节
0000 =8 字节

bit 23-21 未实现：读为 0

bit 20 **TXDPB**：发送端点双数据包缓冲控制位
1 = 支持双数据包缓冲区。这会使在 TXFIFOSZ 中设置的大小增加一倍。
0 = 不支持双数据包缓冲区

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-13： USBOTG：USB OTG 控制 / 状态寄存器 （续）

bit 19-16 **TXFIFOSZ<3:0>**：发送端点 FIFO 数据包大小位

允许的最大数据包大小 （在发送之前，在批量 / 高带宽数据包的 FIFO 中进行任何拆分之前）

1111 = 保留
•
•
•
1010 = 保留
1001 = 4096 字节
1000 = 2048 字节
0111 =1024 字节
0110 =512 字节
0101 =256 字节
0100 =128 字节
0011 = 64 字节
0010 =32 字节
0001 =16 字节
0000 =8 字节

bit 15-10 未实现：读为 0

bit 9 **TXEDMA**：发送端点 DMA 置为有效控制位
1 = 当向端点写入 MAXP-8 个字节时，所有 IN 端点的 DMA_REQ 信号均置为无效。这是提前模式。
0 = 当向端点写入 MAXP 个字节时，所有 IN 端点的 DMA_REQ 信号均置为无效。这是推迟模式。

bit 8 **RXEDMA**：接收端点 DMA 置为有效控制位
1 = 当向端点写入 MAXP-8 个字节时，所有 OUT 端点的 DMA_REQ 信号均置为无效。这是提前模式。
0 = 当向端点写入 MAXP 个字节时，所有 OUT 端点的 DMA_REQ 信号均置为无效。这是推迟模式。

bit 7 **BDEV**：USB 设备类型位
1 = USB 作为 “B” 器件工作
0 = USB 作为 “A” 器件工作

bit 6 **FSDEV**：全速 / 高速器件检测位 （*主机*模式）
1 = 检测到有全速或高速器件连接到端口
0 = 未检测到全速或高速器件

bit 5 **LSDEV**：低速器件检测位 （*主机*模式）
1 = 检测到有低速器件连接到端口
0 = 未检测到低速器件

bit 4-3 **VBUS<1:0>**：VBUS 电平检测位
11 = 高于 VBUS 有效电平
10 = 高于 AValid，低于 VBUS 有效电平
11 = 高于会话结束电平，低于 AValid
00 = 低于会话结束电平

bit 2 **HOSTMODE**：主机模式位
1 = USB 模块作为主机
0 = USB 模块不作为主机

bit 1 **HOSTREQ**：主机请求控制位
仅对于 “B” 器件：
1 = 在进入暂停模式时， USB 模块启动主机协商。当主机协商完成时清零该位。
0 = 不进行主机协商

寄存器 51-13： USBOTG：USB OTG 控制 / 状态寄存器 （续）

bit 0 **SESSION**：活动会话控制 / 状态位

“A”器件：

1 = 启动会话

0 = 结束会话

“B”器件：

1 = （读取）会话已启动或正在进行中，（写入）启动会话请求协议

0 = 当 USB 模块处于暂停模式时，清零该位将导致软件断开

在 USB 模块未被暂停时清零该位将导致未定义的行为。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-14： USBFIFOA：USB FIFO 地址寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	RXFIFOAD<12:8>				
23:16	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	RXFIFOAD<7:0>							
15:8	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	TXFIFOAD<12:8>				
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	TXFIFOAD<7:0>							

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 31-29 未实现：读为 0

bit 28-16 **RXFIFOAD<12:0>**：接收端点 FIFO 地址位

端点 FIFO 的起始地址，以 8 字节为单位，如下所示：

1111111111111 = 0xFFF8

•

•

•

0000000000010 = 0x0010
0000000000001 = 0x0008
0000000000000 = 0x0000

bit 15-13 未实现：读为 0

bit 12-0 **TXFIFOAD<12:0>**：发送端点 FIFO 地址位

端点 FIFO 的起始地址，以 8 字节为单位，如下所示：

1111111111111 = 0xFFF8

•

•

•

0000000000010 = 0x0010
0000000000001 = 0x0008
0000000000000 = 0x0000

寄存器 51-15： USBHWVER：USB 硬件版本寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	R-0	R-0	R-0	R-0	R-1	R-0	R-0	R-0
	RC	VERMAJOR<4:0>					VERMINOR<9:8>	
7:0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
	VERMINOR<7:0>							

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 31-16 **未实现：**读为 0

bit 15 **RC：**候选版本位
1 = 使用候选版本创建 USB 模块
0 = 使用完整发布版创建 USB 模块

bit 14-10 **VERMAJOR<4:0>：**USB 模块主版本号位
该只读数字是 USB 模块的主版本号。

bit 9-0 **VERMINOR<9:0>：**USB 模块子版本号位
该只读数字是 USB 模块的子版本号。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-16： USBINFO：USB 信息寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-0	R/W-0
	VPLEN<7:0>							
23:16	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-0	R/W-0
	WTCON<3:0>				WTID<3:0>			
15:8	R-1	R-0	R-0	R-0	R-1	R-1	R-0	R-0
	DMACHANS<3:0>				RAMBITS<3:0>			
7:0	R-0	R-1	R-1	R-1	R-0	R-1	R-1	R-1
	RXENDPTS<3:0>				TXENDPTS<3:0>			

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 31-24 **VPLEN<7:0>**：VBUS 脉冲充电长度位
以 546.1 μs 为单位设置 VBUS 脉冲充电的持续时间。默认设置对应于 32.77 ms。

bit 23-20 **WTCON<3:0>**：连接 / 断开滤波器控制位
以 533.3 ns 为单位设置用于连接 / 断开滤波器的等待时间。默认设置对应于 2.667 μs。

bit 19-6 **WTID<3:0>**：ID 延时有效控制位
以 4.369 ms 为单位设置从 IDPULLUP 置为有效到 IDDIG 被视为有效所应用的延时。默认设置对应于 52.43 ms。

bit 15-12 **DMACHANS<3:0>**：DMA 通道位
这些只读位提供 USB 模块中的 DMA 通道数。对于 PIC32MZ EC 系列，该数量为 8。

bit 11-8 **RAMBITS<3:0>**：RAM 地址总线宽度位
这些只读位提供 RAM 地址总线的宽度。对于 PIC32MZ EC 系列，该数量为 12。

bit 7-4 **RXENDPTS<3:0>**：包含的接收端点位
这些只读寄存器给出设计中的接收端点数量。对于 PIC32MZ EC 系列，该数量为 7。

bit 3-0 **TXENDPTS<3:0>**：包含的发送端点位
这些只读位提供设计中的发送端点数量。对于 PIC32MZ EC 系列，该数量为 7。

寄存器 51-17： USBEOFRST：USB 帧结束 / 软复位控制寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	—	—	—	NRSTX	NRST
23:16	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-0	R.W-0	R/W-1	R/W-0
	LSEOF<7:0>							
15:8	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-0	R.W-1	R/W-1	R/W-1
	FSEOF<7:0>							
7:0	R/W-1	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R.W-0	R/W-0	R/W-0
	HSEOF<7:0>							

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 31-26 未实现：读为 0

bit 25 **NRSTX**：XCLK 域复位位
1 = 复位 XCLK 域，它是 PHY 基于所接收到的数据恢复的时钟
0 = 正常工作

bit 24 **NRST**：CLK 域复位位
1 = 复位 CLK 域，它是通过外设总线恢复的时钟
0 = 正常工作

bit 23-16 **LSEOF<7:0>**：低速 EOF 位
这些位以 1.067 μs 为单位设置 EOF 之前的低速事务 （默认设置为 121.6 μs）以阻止开始新的事务。

bit 15-8 **FSEOF<7:0>**：全速 EOF 位
这些位以 533.3 μs 为单位设置 EOF 之前的全速事务 （默认设置为 63.46 μs）以阻止开始新的事务。

bit 7-0 **HSEOF<7:0>**：高速 EOF 位
这些位以 133.3 μs 为单位设置 EOF 之前的高速事务 （默认设置为 17.07 μs）以阻止开始新的事务。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-18： USBExTXA：USB 端点 x 发送地址寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	TXHUBPRT<6:0>						
23:16	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	MULTTRAN	TXHUBADD<6:0>						
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	TXFADDR<6:0>						

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 31 **未实现：**读为 0

bit 30-24 **TXHUBPRT<6:0>：**发送集线器端口位 （*主机*模式）
当低速或全速器件通过某个高速USB 2.0集线器连接到该端点时，这些位会记录该USB 2.0集线器的端口号。

bit 23 **MULTTRAN：**发送集线器多个转换器位 （*主机*模式）
1 = USB 2.0 集线器具有多个事务转换器
0 = USB 2.0 集线器具有单个事务转换器

bit 22-16 **TXHUBADD<6:0>：**发送集线器地址位 （*主机*模式）
当低速或全速器件通过某个高速 USB 2.0 集线器连接到该端点时，这些位会记录该 USB 2.0 集线器的地址。

bit 15-7 **未实现：**读为 0

bit 6-0 **TXFADDR<6:0>：**发送功能地址位 （*主机*模式）
指定要通过关联端点访问的目标功能的地址，必须为每个使用的发送端点定义该地址。

寄存器 51-19： USBExRXA：USB 端点 x 接收地址寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	RXHUBPRT<6:0>						
23:16	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	MULTTRAN	RXHUBADD<6:0>						
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	RXFADDR<6:0>						

图注：	HC = 可由硬件清零的位	HS = 可由硬件置 1 的位	
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 31 **未实现：**读为 0

bit 30-24 **RXHUBPRT<6:0>：**接收集线器端口位 （*主机*模式）
当低速或全速设备通过某个高速USB 2.0集线器连接到该端点时，这些位会记录该USB 2.0集线器的端口号。

bit 23 **MULTTRAN：**接收集线器多个转换器位 （*主机*模式）
1 = USB 2.0 集线器具有多个事务转换器
0 = USB 2.0 集线器具有单个事务转换器

bit 22-16 **TXHUBADD<6:0>：**接收集线器地址位 （*主机*模式）
当低速或全速设备通过某个高速 USB 2.0 集线器连接到该端点时，这些位会记录该 USB 2.0 集线器的地址。

bit 15-7 **未实现：**读为 0

bit 6-0 **RXFADDR<6:0>：**接收功能地址位 （*主机*模式）
指定要通过关联端点访问的目标功能的地址，必须为每个使用的接收端点定义该地址。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-20： USBDMAINT：USB DMA 中断寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	R/W-0, HS	R/W-0, HS	R/W-0, HS	R/W-0, HS	R/W-0, HS	R/W-0, HS	R/W-0, HS	R/W-0, HS
	DMA8IF	DMA7IF	DMA6IF	DMA5IF	DMA4IF	DMA3IF	DMA2IF	DMA1IF

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 31-8 **未实现：**读为 0

bit 7-0 **DMA8IF:DMA1IF：**DMA 通道 x 中断位

1 = DMA 通道具有中断事件

0 = 无中断事件

读取寄存器会清零所有位。

寄存器 51-21： USBDMAxC：USB DMA 通道 x 控制寄存器 （x = 1-8）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	—	—	DMABRSTM<1:0>		DMAERR
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DMAEP<3:0>				DMAIE	DMAMODE	DMADIR	DMAEN

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 31-11 未实现：读为 0

bit 10-9 **DMABRSTM<1:0>**：DMA 突发模式选择位
11 = 突发模式 3：INCR16、 INCR8、 INCR4 或未指定长度
10 = 突发模式 2：INCR8、 INCR4 或未指定长度
01 = 突发模式 1：INCR4 或未指定长度
00 = 突发模式 0：未指定突发长度

bit 8 **DMAERR**：总线错误位
1 = 在输入上检测到总线错误
0 = 软件通过写入该位来清除错误

bit 7-4 **DMAEP<3:0>**：DMA 端点分配位
这些位存放 DMA 通道所分配到的端点。有效值为 0-7。

bit 3 **DMAIE**：DMA 中断允许位
1 = 允许该通道的中断
0 = 禁止该通道的中断

bit 2 **DMAMODE**：DMA 传输模式位
1 = DMA 模式 1 传输
0 = DMA 模式 0 传输

bit 1 **DMADIR**：DMA 传输方向位
1 = DMA 读 （发送端点）
0 = DMA 写 （接收端点）

bit 0 **DMAEN**：DMA 使能位
1 = 使能 DMA 传输并开始传输
0 = 禁止 DMA 传输

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-22： USBDMAxA：USB DMA 通道 x 存储器地址寄存器 （x = 1-8）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DMAADDR<31:24>							
23:16	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DMAADDR<23:16>							
15:8	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DMAADDR<15:8>							
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-0	R-0
	DMAADDR<7:0>							

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 31-0 **DMAADDR<31:0>**：DMA 存储器地址位

该寄存器标识相应 DMA 通道的当前存储器地址。对于在初始化过程中写入该寄存器的初始存储器地址，其模 4 值必须等于 0。该寄存器的低两位是只读的，不能用软件设置。在进行 DMA 传输时，存储器地址将随着字节的传输而递增。

寄存器 51-23： USBDMAxN：USB DMA 通道 x 计数寄存器 （x = 1-8）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DMACOUNT<31:24>							
23:16	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DMACOUNT<23:16>							
15:8	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DMACOUNT<15:8>							
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	DMACOUNT<7:0>							

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 31-0 **DMACOUNT<31:0>**：DMA 传输计数位

该寄存器标识传输的当前 DMA 计数。软件将设置传输的初始计数，即，整个传输长度。在计数进行时，该计数随着传输的字节递减。

寄存器 51-24： USBExRPC：USB 端点 x 请求数据包计数寄存器 （仅主机模式）（x = 1-7）

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	RQPKTCNT<15:8>							
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	RQPKTCNT<7:0>							

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 31-16 未实现：读为 0

bit 15-0 **RQPKTCNT<15:0>**：请求数据包计数位
设置要在块传输中传输的 MAXP 大小的数据包数量。该寄存器仅在*主机*模式下当 AUTOREQ 位（USBIENCSR1<14>）置 1 时可用。

寄存器 51-25： USBDPBFD：USB 双数据包缓冲区禁止寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0
	EP7TXD	EP6TXD	EP5TXD	EP4TXD	EP3TXD	EP2TXD	EP1TXD	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0
	EP7RXD	EP6RXD	EP5RXD	EP4RXD	EP3RXD	EP2RXD	EP1RXD	—

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 31-24 未实现：读为 0

bit 23-17 **EP7TXD:EP1TXD**：发送端点 x 双数据包缓冲区禁止位
1 = 对于端点 x 禁止发送双数据包缓冲
0 = 对于端点 x 使能发送双数据包缓冲

bit 16 未实现：读为 0

bit 15-1 **EP7RXD:EP1RXD**：接收端点 x 双数据包缓冲区禁止位
1 = 对于端点 x 禁止接收双数据包缓冲
0 = 对于端点 x 使能接收双数据包缓冲

bit 0 未实现：读为 0

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-26： USBTMCON1：USB 时序控制寄存器 1

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-1
	THHSRTN<15:8>							
23:16	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-0
	THHSRTN<7:0>							
15:8	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	TUCH<15:8>							
7:0	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-0
	TUCH<7:0>							

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 31-16 **THHSRTN:<15:0>**：高速恢复信号延时位

这些位设置从高速恢复信号结束 （作为主机）到使能 UTM 正常工作模式的延时。

bit 15-0 **TUCH<15:0>**：蜂鸣信号超时位

这些位设置蜂鸣信号超时。该数乘以 4 得出的值为超时发生前 USB 模块时钟周期的数量。

注： 使用该寄存器将允许高速超时设置为大于 USB 2.0 规范中指定的最大值，使 USB 模块不遵从该规范。

寄存器 51-27： USBTMCON2：USB 时序控制寄存器 2

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	—	THBST<3:0>			

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 31-4 未实现：读为 0

bit 3-0 **THBST<3:0>**：高速超时加法位

这些位表示要加到 736 位时间最小高速超时周期的值。超时周期可以 64 高速位时间（133 ns）的增量递增。

注： 使用该寄存器将允许高速超时设置为大于 USB 2.0 规范中指定的最大值，使 USB 模块不遵从该规范。

寄存器 51-28： USBLPMR1：USB 链路电源管理控制寄存器 1

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	LPMERRIE	LPMRESIE	LPMACKIE	LPMNYIE	LPMSTIE	LPMTOIE
23:16	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0, HC	R/W-0, HC
	—	—	—	LPMNAK	LPMEN<1:0>		LPMRES	LPMXMT
15:8	R-0	R-0	R-0	R-0	U-0	U-0	U-0	R-0
	ENDPOINT<3:0>				—	—	—	RMTWAK
7:0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
	HIRD<3:0>				LNKSTATE<3:0>			

图注：	HC = 可由硬件清零的位		
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 31-30 未实现：读为 0

bit 29 **LPMERRIE**：LPM 错误中断允许位
1 = 允许 LPMERR 中断
0 = 禁止 LPMERR 中断

bit 28 **LPMRESIE**：LPM 恢复中断允许位
1 = 允许 LPMRES 中断
0 = 禁止 LPMRES 中断

bit 27 **LPMACKIE**：LPM 应答中断允许位
1 = 允许 LPMACK 中断
0 = 禁止 LPMACK 中断

bit 26 **LPMNYIE**：LPM NYET 中断允许位
1 = 允许 LPMNYET 中断
0 = 禁止 LPMNYET 中断

bit 25 **LPMSTIE**：LPM STALL 中断允许位
1 = 允许 LPMST 中断
0 = 禁止 LPMST 中断

bit 24 **LPMTOIE**：LPM 超时中断允许位
1 = 允许 LPMTO 中断
0 = 禁止 LPMTO 中断

bit 23-21 未实现：读为 0

bit 20 **LPMNAK**：仅 LPM 事务设置位
1 = 所有端点将使用 NAK 响应 LPM 事务之外的所有事务
0 = 正常事务操作
将该位设置为 1 将仅在 USB 模块因 LPM 暂停后才会有效。

bit 19-18 **LPMEN<1:0>**：LPM 使能位 （*设备*模式）
11 = 支持 LPM 和扩展事务
10 = 不支持 LPM 和扩展事务
01 = 不支持 LPM 模式，但支持扩展事务
00 = 支持 LPM 和扩展事务

bit 17 **LPMRES**：LPM 恢复位
1 = 启动恢复 （远程唤醒）。恢复信号置为有效 50 μs。
0 = 不执行恢复操作
该位自清零。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-28： USBLPMR1：USB 链路电源管理控制寄存器 1 （续）

bit 16 **LPMXMT**：LPM 变化至 L1 状态位

当处于*设备*模式时：

1 = USB 模块将在接收到下一个 LPM 事务时变化至 L1 状态。 LPMEN 必须设置为 `0b11。 LPMXMT 和 LPMEN 必须在同一个周期中置1。

0 = 保持当前状态

当 LPMXMT 和 LPMEN 均置 1 时， USB 模块可能通过以下方式响应：

- 如果没有数据待处理 （所有发送 FIFO 为空）， USB 模块将以 ACK 响应。该位将自清零，并且将产生软件中断。
- 如果有数据待处理 （至少一个发送 FIFO 中有数据）， USB 模块将以 NYET 响应。在该情况下，该位不会自清零，但会产生软件中断。

当处于*主机*模式时：

1 = USB 模块将发送 LPM 事务。该位自清零，并且会在接收到任何令牌或发生三次超时后立即清零。

0 = 保持当前状态

bit 15-12 **ENDPOINT<3:0>**：LPM 令牌数据包端点位

这是 LPM 事务令牌数据包中的端点。

bit 11-9 **未实现**：读为 0

bit 8 **RMTWAK**：远程唤醒使能位

仅临时应用该位，且仅应用于当前暂停状态。

1 = 使能远程唤醒

0 = 禁止远程唤醒

bit 7-4 **HIRD<3:0>**：主机启动恢复持续时间位

主机在总线上驱动恢复的最小时间。该寄存器中的值对应于实际恢复时间：

恢复时间 = 50 µs + HIRD * 75 µs。由此得出的范围是 50 至 1200 µs。

bit 3-0 **LNKSTATE<3:0>**：链路状态位

该值由主机提供给外设，指示外设在接收到并接受 LPM 事务后必须变换至哪个状态。该寄存器的唯一有效值为 1 （休眠状态 （L1））。所有其他值均保留。

寄存器 51-29： USBLPMR2：USB 链路电源管理控制寄存器 2

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	—	LPMFADDR<6:0>						
7:0	U-0	U-0	R-0	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS	R-0, HS
	—	—	LPMERRIF	LPMRESIF	LPMNCIF	LPMACKIF	LPMNYIF	LPMSTIF

图注：	HS = 可由硬件置 1 的位		
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 31-15 **未实现：**读为 0

bit 14-8 **LPMFADDR<6:0>：**LPM 有效载荷功能地址位
这些位包含 LPM 有效载荷功能地址。

bit 7-6 **未实现：**读为 0

bit 5 **LPMERRIF：**LPM 错误中断标志位 （*设备*模式）
1 = 已接收到具有不受支持的 LINKSTATE 字段的 LPM 事务。响应将为 STALL。
0 = 无错误条件

bit 4 **LPMRESIF：**LPM 恢复中断标志位
1 = USB 模块已恢复 （由于任何原因）
0 = 无恢复条件

bit 3 **LPMNCIF：**LPM NC 中断标志位
当处于*设备*模式时：
1 = USB 模块接收到 LPM 事务并以 NYET 响应 （由于接收 FIFO 有待处理数据）。
0 = 无 NC 中断条件

当处于*主机*模式时：
1 = 已发送 LPM 事务，器件以 ACK 响应
0 = 无 NC 中断条件

bit 2 **LPMACKIF：**LPM ACK 中断标志位
当处于*设备*模式时：
1 = 已接收到 LPM 事务， USB 模块以 ACK 响应
0 = 无 ACK 中断条件

当处于*主机*模式时：
1 = 已发送 LPM 事务，器件以 ACK 响应
0 = 无 ACK 中断条件

bit 1 **LPMNYIF：**LPM NYET 中断标志位
当处于*设备*模式时：
1 = 已接收到 LPM 事务， USB 模块以 NYET 响应
0 = 无 NYET 中断标志

当处于*主机*模式时：
1 = 已发送 LPM 事务，器件以 NYET 响应
0 = 无 NYET 中断标志

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-29： USBLPMR2：USB 链路电源管理控制寄存器 2 （续）

bit 0 **LPMSTIF**：LPM STALL 中断标志位

当处于*设备*模式时：

1 = 已接收到 LPM 事务， USB 模块以 STALL 响应

0 = 无停顿条件

当处于*主机*模式时：

1 = 已发送 LPM 事务，器件以 STALL 响应

0 = 无停顿条件

寄存器 51-30： USBCRCON：USB 时钟 / 复位控制寄存器

位范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R-0, HS, HC	R-0, HS, HC	R/W-0, HS
	—	—	—	—	—	USBIF	USBRF	USBWKUP
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	r-1	U-0	r-1	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0
	—	—	—	—	—	—	USB IDOVEN	USB IDVAL
7:0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	PHYIDEN	VBUS MONEN	ASVAL MONEN	BSVAL MONEN	SEND MONEN	USBIE	USBRIE	USB WKUPEN

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 31-27 未实现：读为 0

bit 26 **USBIF**：USB 通用中断标志位
1 = USB 总线上发生了事件
0 = 没有来自 USB 模块的中断或尚未允许中断

bit 25 **USBRF**：USB 恢复标志位
1 = 从暂停状态恢复。可以启动器件唤醒活动。
0 = 在暂停期间未检测到恢复获得，或未处于暂停状态

bit 24 **USBWKUP**：USB 活动状态位
1 = 自上次清零以来在 USB 上检测到连接、断开或其他活动
0 = 未在 USB 上检测到任何活动

注： 应在正要进入休眠模式之前清零该位，但在实际进入休眠之前，应检查 USB 上未发生任何活动。

bit 23-16 未实现：读为 0

bit 15 保留：读为 1

bit 14 未实现：读为 0

bit 13 保留：读为 1

bit 12-10 未实现：读为 0

bit 9 **USBIDOVEN**：USB ID 改写使能位
1 = 使能使用 USBIDVAL 位
0 = 禁止使用 USBIDVAL，改为使用 PHY 值

bit 8 **USBIDVAL**：USB ID 值位
1 = ID 改写值为 1
0 = ID 改写值为 0

bit 7 **PHYIDEN**：PHY ID 监视使能位
1 = 使能监测 USB PHY 的 ID 位
0 = 禁止监测 USB PHY 的 ID 位

bit 6 **VBUSMONEN**：OTG 的 VBUS 监视使能位
1 = 使能监视 VBUS 是否处于 VBUS 有效范围内 （介于 4.4V 和 4.75V 之间）
0 = 禁止监视 VBUS 是否处于 VBUS 有效范围内

注： 该寄存器并非在所有器件上都可用。确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO（OTG）”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

寄存器 51-30： USBCRCON：USB 时钟 / 复位控制寄存器 （续）

bit 5 **ASVALMONEN**：OTG 的 A 器件 VBUS 监视使能位
1 = 使能监视 VBUS 是否处于 A 器件的会话有效范围内 （介于 0.8V 和 2.0V 之间）
0 = 禁止监视 VBUS 是否处于 A 器件的会话有效范围内

bit 4 **BSVALMONEN**：OTG 的 B 器件 VBUS 监视使能位
1 = 使能监视 VBUS 是否处于 B 器件的会话有效范围内 （介于 0.8V 和 4.0V 之间）
0 = 禁止监视 VBUS 是否处于 B 器件的会话有效范围内

bit 3 **SENDMONEN**：OTG 的会话结束 VBUS 监视使能位
1 = 使能监视 VBUS 是否处于会话结束范围内 （介于 0.2V 和 0.8V 之间）
0 = 禁止监视 VBUS 是否处于会话结束范围内

bit 2 **USBIE**：USB 通用中断允许位
1 = 允许来自 USB 模块的通用中断
0 = 禁止来自 USB 模块的通用中断

bit 1 **USBRIE**：USB 恢复中断允许位
1 = 允许从暂停中远程恢复中断
0 = 禁止对远程器件 USB 恢复信号产生中断

bit 0 **USBWKUPEN**：USB 活动检测中断允许位
1 = 允许在休眠模式下在 USB 总线上检测到活动时产生中断
0 = 禁止在休眠模式下在 USB 总线上检测到活动时产生中断

注：	该寄存器并非在所有器件上都可用。确定可用性，请参见具体器件数据手册中的 **“USB On-The-GO（OTG）”** 章节。

51.4 复位的影响

所有形式的复位都会强制高速 USB OTG 模块寄存器进入默认状态。

51.4.1 器件复位 （$\overline{\text{MCLR}}$）

器件复位会强制所有高速 USB OTG 模块寄存器进入其复位状态，并关闭 USB 模块。

51.4.2 上电复位 （Power-on Reset， POR）

POR 会强制所有高速 USB OTG 模块寄存器进入其复位状态，并关闭 USB 模块。

51.4.3 看门狗定时器复位 （WDT）

WDT 复位会强制所有高速 USB OTG 模块寄存器进入其复位状态，并关闭 USB 模块。

51.5 节能模式下的操作

51.5.1 休眠模式

在高速 USB OTG 模块处于活动状态时将 PIC32 器件置为休眠模式会导致违反 USB 协议。

当器件进入休眠模式时，为模块提供的时钟依然维持。对于 CPU 时钟源的影响取决于 USB 和 CPU 时钟配置。

- 如果 CPU 和高速 USB OTG 模块使用的是主振荡器 （POSC）源，则在进入休眠模式时，CPU 会从时钟源断开，而振荡器用于该模块时保持使能状态。
- 如果 CPU 使用的是不同的时钟源，则在进入休眠模式时，该时钟源会被禁止， USB 时钟源保持使能。

要进一步降低功耗，可将高速 USB OTG 模块置于暂停模式。这可以通过在将 CPU 置为休眠模式之前使用 SUSPEN 位 （USBCSR0<8>）来完成。

51.5.2 空闲模式

当器件进入空闲模式时， CPU 时钟会被关闭，但在空闲模式下会保持高速 USB OTG 模块的时钟。因此，在 CPU 处于空闲模式时，该模块可以继续工作。当产生 USB 中断时， CPU 会退出空闲模式。

© 2015 Microchip Technology Inc.

51.6 相关应用笔记

本节列出了与手册本章内容相关的应用笔记。这些应用笔记可能并不是专为 PIC32 器件系列而编写的，但其概念是相近的，通过适当修改并受到一定限制即可使用。当前与带On-The-Go（OTG）功能的高速 USB 模块相关的应用笔记有：

标题	应用笔记编号
目前没有相关的应用笔记	N/A

> **注：** 如需获取更多 PIC32 系列器件的应用笔记和代码示例，请访问 Microchip 网站（www.microchip.com）。

51.7 版本历史

版本 A （2013 年 11 月）

这是本文档的初始版本。

版本 B （2015 年 6 月）

该版本包括以下更新：

- 文档控制编号从 DS60001232 更改为 DS60001326
- 增加了 USBCRCON 寄存器 （见表 51-1 和寄存器 51-30）
- 此外，对整篇文档的文字和格式进行了少量更新

© 2015 Microchip Technology Inc.

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

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

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

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

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。** Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中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、 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：978-1-63277-691-4

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、非易失性存储器和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

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

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

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 - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

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

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

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

07/14/15

© 2015 Microchip Technology Inc.