

1. 主要特点

- 单片机USB到异步串行数据传输接口。
- 整个USB协议在芯片上处理-不需要USB特定的固件编程。
- UART接口支持7或8个数据位，1或2个停止位和奇数/偶数/标记/空间/无奇偶校验。
- 全辅助硬件或X-On/X-Off软件握手。
- 数据传输速率从300波特到3兆波（RS422/RS485和TTL水平）和300波特到1兆波（RS232）。
- 256字节接收缓冲区和128字节传输缓冲区利用缓冲区平滑技术，允许高数据吞吐量。
- 对事件字符和换行符条件的内置支持。
- 新的可配置的CBUSI/O引脚。
- 自动传输缓冲区控制为RS485应用程序。
- 传输和接收LED驱动信号。
- 新的48MHz，24MHz，12MHz，和6MHz时钟输出信号选项，用于驱动外部MCU或FPGA。
- FIFO接收和传输缓冲区，用于高数据吞吐量。
- 可调的接收缓冲区超时。
- 具有RD#和WR#频闪灯的同步和异步位爆炸模式接口选项。
- 新的CBUS位爆炸模式选项。
- 集成了1024位内部EEPROM，用于存储USBVID、PID、序列号和产品描述字符串，以及CBUSI/O配置。
- 支持USB挂起和恢复。
- 支持由总线供电、自供电和大功率总线供电的USB配置。
- 集成的3.3V电平转换器的USB I/O。
- UART和CBUS上的集成电平转换器，可连接到5V-1.8V逻辑。
- True5V/3.3V/2.8V/1.8V CMOS驱动器输出和TTL输入。
- 高输入/输出引脚输出驱动器选项。
- 集成USB电阻器。
- 集成的电源复位电路。
- 完全集成的时钟-不需要外部晶体，振荡器，或谐振器。
- 完全集成的AVCC电源过滤器-没有单独的AVCC引脚和不需要外部R-C过滤器。
- UART信号反转选项。
- USB批量传输模式。
- 3.3V至5.25V的单次电源操作。
- 低操作和USB暂停电流。
- USB带宽消耗低。
- UHCI/OHCI/EHCI主机控制器兼容的USB2.0全速兼容。
- 可在-40℃至85℃温度内工作。
- 使用SSOP-28封装（符合RoHS标准）

2. 应用领域

- USB到RS232/RS422/RS485转换器
- 正在将旧版外设升级到USB
- 蜂窝电话和无绳电话的USB数据传输电缆和接口
- 将基于MCU / PLD / FPGA的设计接口到USB
- USB音频和低带宽视频数据传输
- PDA到USB的数据传输
- USB智能卡读卡器
- USB仪表
- USB工业控制
- USB MP3播放器接口
- USB闪存卡读卡器/写入器
- 机顶盒PC - USB接口
- USB数码相机接口
- USB硬件调制解调器
- USB无线调制解调器
- USB条形码阅读器
- USB软件/硬件加密适配器

3. 设备输出和信号说明

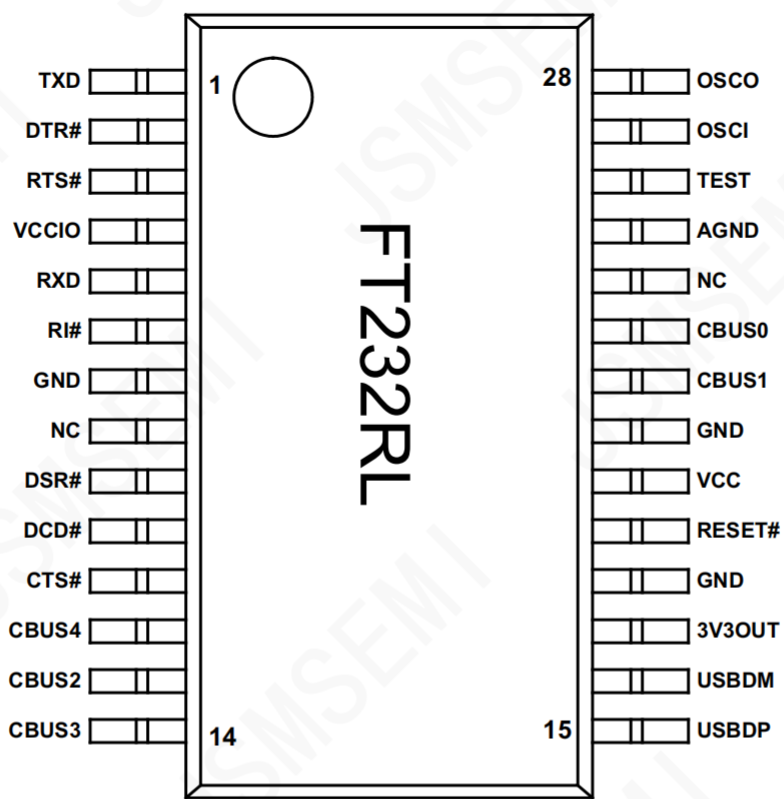


图1 SSOP28引脚输出

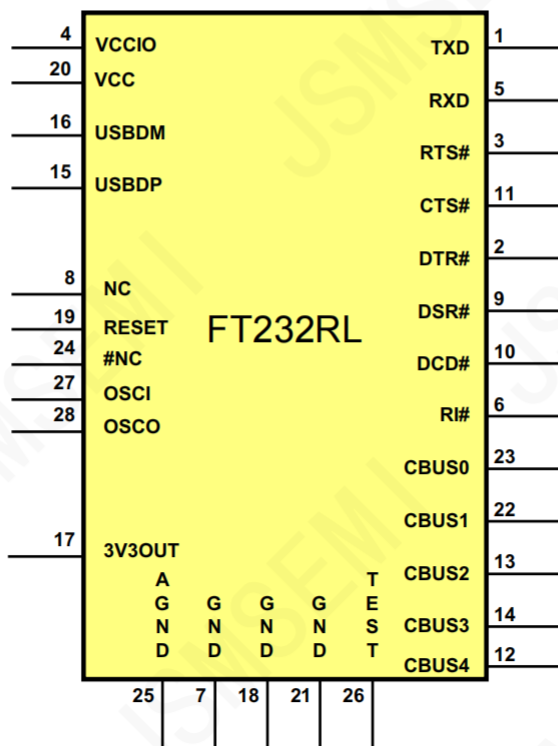


图2 SSOP-28引脚输出（示意图符号）

表1 - SSOP-28引脚说明

引脚	名称	类型	描述
USB接口组			
15	USBDP	I/O	USB数据信号+, 包括内部串联电阻和1.5k Ω 拉出电阻至3.3V
16	USBDM	I/O	USB数据信号减去, 包括内部串联电阻。
电源和接地组			
4	VCCIO	PWR	+1.8V至+5.25V电源供应至UART接口和CBUS组引脚 (1……3、5、6、9...14、22、23)。在由USB总线供电的设计中, 连接到3V3OUT以3.3V电平输出, 或连接到VCC以5V CMOS电平输出。该引脚也可以提供一个外部1.8V - 2.8V电源, 以驱动在较低的水平。需要注意的是, 在这种情况下, 该供应应该来自与对Vcc的供应相同的来源。这意味着在总线供电的设计中, 应该使用由USB总线上的5V提供的调节器。
7, 18, 21	GND	PWR	设备接地电源插脚
17	3V3OUT	Output	集成L的3.3V输出。D.O. 校准者这个引脚应该使用一个100nF的电容器解耦到地面。该引脚的主要目的是为USB收发器单元提供内部3.3V电源和USBDP上的内部1.5k Ω 上拉式电阻。如果需要, 可以从这个引脚中抽取多达50mA的电源来给外部逻辑供电。这个引脚也可以用来供应FT232R的VCCIO引脚。
20	VCC	PWR	3.3V到5.25V供电到设备核心。
25	AGND	PWR	内部时钟倍增器的设备模拟接地电源
杂项信号组			
8, 24	NC	NC	没有内部连接。
19	RESET#	Input	可由外部设备用来重置FT232R。如果不需要, 可以保持不连接, 或拉到VCCIO。
26	TEST	Input	把设备放入icc中。试验方法必须绑定到GND才能进行正常操作。
27	OSCI	Input	输入到12MHz振荡器单元。可选-可以保持不连接的正常操作。*
28	OSCO	Output	从12MHz振荡器单元发出的输出。可选-如果使用内部振荡器, 可以保持不连接。*
UART接口和CBUS Group **			
1	TXD	Output	传输异步数据输出。
2	DTR#	Output	数据终端已准备就绪的控制输出/握手信号。
3	RTS#	Output	请求发送控制输出/握手信号。
5	RXD	Input	接收异步数据输入。
6	RI#	Input	环指示器控制输入。当远程唤醒是启用在内部EEPROM采取RI#低可以用来恢复PC USB主机控制器从暂停。
9	DSR#	Input	数据准备就绪控制输入/握手信号。
10	DCD#	Input	数据载波检测控制输入。
11	CTS#	Input	清除以发送控制输入/握手信号。
12	CBUS4	I/O	可配置的CBUS I/O引脚。该引脚的功能已在设备内部EEPROM中配置。出厂默认功能为睡眠#。请参见CBUS信号选项, 表2。
13	CBUS2	I/O	可配置的CBUS I/O引脚。该引脚的功能已在设备内部EEPROM中配置。出厂默认功能是TXDEN。请参见CBUS信号选项, 表2。
14	CBUS3	I/O	可配置的CBUS I/O引脚。该引脚的功能已在设备内部EEPROM中配置。出厂默认函数是PWREN#。请参见CBUS信号选项, 表2。
22	CBUS1	I/O	可配置的CBUS I/O引脚。该引脚的功能已在设备内部EEPROM中配置。出厂默认函数是RXLED#。请参见CBUS信号选项, 表2。
23	CBUS0	I/O	可配置的CBUS I/O引脚。该引脚的功能已在设备内部EEPROM中配置。出厂默认函数是TXLED#。请参见CBUS信号选项, 表2。

**在输入模式下使用时, 这些引脚通过内部200k Ω 电阻被拉到VCCIO。这些引脚可以通过在内部EEPROM中设置一个选项, 被编程为在USB暂停期间 (PWREN# = “1”) 轻轻拉低。

CBUS信号选项

可以在CBUS I/O引脚上配置以下选项。CBUS信号选项对FT232R的两个软件包版本都是通用的。这些选项都在内部EEPROM中使用实用软件MPROG配置。

表2 - CBUS信号选项

CBUS信号选项	CBUS引脚	描述
TXDEN	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	启用RS485的传输数据
PWREN#	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	在设备被USB配置后变低，然后在USB挂起期间变高。可用于控制外部逻辑p通道逻辑级MOSFET开关。当以这种方式使用PWREN# pin时，请启用接口下拉选项。
TXLED#	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	数据通过USB传输时，传输数据LED驱动脉冲低。详情请参见第9节。
RXLED#	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	通过USB接收数据时，接收数据LED驱动脉冲较低。详情请参见第9节。
TX&RXLED#	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	当通过USB传输或接收数据时，LED驱动器脉冲较低。详情请参见第9节。
SLEEP#	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	在USB挂起模式下，电量下降。通常用于关闭外部TTL到RS232电平转换器I. C. 在USB到RS232转换器的设计。
CLK48	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	48MHz时钟输出。
CLK24	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	24MHz时钟输出。
CLK12	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	12MHz时钟输出。
CLK6	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3, CBUS4	6MHz时钟输出。
CBitBangI/O	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3	CBUS位爆炸模式选项。允许最多4个CBUS大头针用作通用I/O。在内部EEPROM中分别为CBUS0、CBUS1、CBUS2和CBUS3进行了配置。一个单独的应用程序说明将更详细地描述如何使用CBUS位爆炸模式。
BitBangWRn	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3	同步和异步位爆炸模式WR#频闪器输出
BitBangRDn	CBUS0, CBUS1, CBUS2, CBUS3	同步和异步位爆炸模式RD#频闪器输出

4. 功能特性

集成时钟电路-前几代、USBUART设备需要一个外部晶体或陶瓷谐振器。时钟电路现在已经集成到设备上，这意味着不需要晶体或陶瓷谐振器。如果需要则用一个外部的12MHz晶体可以使用作为时钟源。

集成EEPROM-USBUART设备内部EEPROM的一个用户区域可用于存储额外的数据。内部的EEPROM是可编程的电路，通过USB没有任何额外的电压要求。

集成USB电阻-上一代的USBUART设备需要在USBDP和USBDM线路上安装两个外部系列电阻，并在USBDP上安装一个1.5kΩ的拉上电阻。这三个电阻器现在已经集成到这个设备上了。

集成的AVCC过滤-前几代USBUART设备有一个单独的AVCCpin-供应到内部的PLL。这个引脚需要一个外部的R-C过滤器。单独的AVCC引脚现在内部连接到VCC，过滤器现在已经集成到芯片上。

更少的外部组件——晶体、EEPROM、USB电阻和AVCC滤波器的集成与FT232BM相比，将大大降低使用FT232R的USB接口设计的材料成本。

传输和接收缓冲区平滑-FT232R的256字节接收缓冲区和128字节传输缓冲区使用新的缓冲区平滑技术，以允许高数据吞吐量。

可配置的CBUS I/O选项-现在有5条可配置的控制总线（CBUS）线。选项是TXDEN-发射启用RS485设计，PWREN#-大功率控制，总线供电设计，TXLED#-脉冲LED传输数据，RXLED#-脉冲LED接收数据，TX&RXLED#-将脉冲LED传输或接收数据，睡眠#-表明设备进入USB暂停模式，CLK48/CLK24/CLK12/CLK6-48MHz，24MHz，12MHz和6MHz时钟输出信号选项。还有一个选项可以引入位爆炸模式读写频闪灯（见下文）。通过在内部EEPROM中设置位，CBUS行可以配置其中任何一个输出选项。

增强的异步位爆炸模式与RD#和WR#频闪灯-FT232R支持BM芯片位爆炸模式。在位bang模式下，8条UART线可以从常规接口模式切换到8位通用I/O端口。数据包可以被发送到设备，它们将以由内部计时器控制的速率（相当于波特率预计算器）按顺序发送到接口。使用FT232R设备，这种模式得到了增强，因此内部RD#和WR#频闪灯现在从设备中带出来，可以用来允许外部逻辑通过访问位bang I/O总线进行时钟。此选项将在单独的应用程序说明中更详细地描述。

同步位爆炸模式-同步位爆炸模式与异步位爆炸模式不同，因为接口引脚只在设备被写入时被读取。因此，当返回的数据与输出数据是同步的时，控制程序更容易测量对输出刺激的响应。

CBUS位爆炸模式-这种模式允许四个CBUS引脚单独配置为GPIO引脚，类似于异步位爆炸模式。在使用UART接口时，可以使用这种模式，从而提供多达四个在正常操作期间可用的通用I/O引脚。

降低电源电压-前几代芯片需要在VCC引脚上提供5V的电源。FT232R将与3.3V-5.25V范围内的Vcc电源一起工作。总线供电的设计仍然可以从USB总线上的5V上获得供电，但对于只有3.3V和没有5V电源的自供电设计，不再需要任何额外的外部调节器。

在UART接口和控制信号上的集成电平转换器-VCCIO引脚电源可以从1.8V到5V。将VCCIO引脚连接到1.8V、2.8V或3.3V，可以使设备直接连接到1.8V、2.8V或3.3V等逻辑家族，而不需要外部电平转换器I.C设备。

5V/3.3V/2.8V/1.8V逻辑接口-FT232R提供真正的CMOS驱动器输出和TTL电平输入。

集成电源复位（POR）电路该设备包含一个内部的POR功能。提供一个复位#引脚，以便允许外部逻辑在需要时重置FT232R。然而，对于许多应用程序，重置#引脚可以保持不连接，或拉到VCCIO。

降低操作和暂停电流-设备运行电源电流进一步降低到15mA，暂停电流降低到70μA左右。这允许外围设计更大的空间，以满足USB暂停当前限制的500μA。

低USB带宽消耗-到FT232R的USB接口的操作已被设计为尽可能少地使用从USB主机控制器中可用的总USB带宽。

高输出驱动选项-UART接口和CBUSI/O引脚可以以标准信号驱动水平的三倍驱动，从而允许驱动多个设备，或需要更大信号驱动强度的设备与FT232R接口。此选项已在内部EEPROM中启用。

USB总线电源管理控制PWREN#信号可用于直接驱动晶体管或p通道MOSFET，在需要外部电路的电源开关的应用中。

内部EEPROM中的一个选项可以使设备在电源关闭（PWREN#很高）时轻轻拉下其UART接口线。在此模式下，当将电源卸下时，外部电路上的任何剩余电压都会降至GND，从而确保当电源恢复时，由PWREN#控制的外部电路在恢复时可靠地复位。

UART引脚信号反转-每个8个UART信号的感觉都可以通过在内部EEPROM中设置选项来单独反转。因此，CTS#（活动低）可以更改为CTS（活动高），或者TXD可以更改为TXD#。

改进的EMI性能-降低的工作电流和改进的片上VCC解耦显著提高了PCB设计要求的便利性，以满足面心立方、CE和其他EMI相关规范。

可编程接收缓冲区超时-接收缓冲区超时用于刷新接收缓冲区中的剩余数据。这一次默认为16ms，但可以在USB上以1ms增量从1ms到255ms，从而允许设备针对需要短数据包快速响应时间的协议进行优化。

扩展工作温度范围-FT232R可在-40℃到+85℃的扩展温度范围内工作，从而允许该设备用于汽车和工业应用。

FT232R采用SSOP-28封装（FT232RL-REEL-S）。包装不含铅（Pb），并使用“环保”化合物。这个方案完全符合欧盟指令2002/95/EC。

The block diagram illustrates the internal architecture of the USB to UART bridge. Key components and their interconnections include:

- Power Management:** VCC is connected to a 3.3 Volt LDO Regulator, which outputs 3V3OUT. This output is connected to the USB Transceiver, USB DPLL, and the RESET GENERATOR.
- USB Interface:** The USB Transceiver (with integrated series resistors and 1.5K pull-up) connects to the USB DPLL and the Serial Interface Engine (SIE). The SIE is connected to the USB Protocol Engine.
- Serial Interface:** The SIE connects to the FIFO TX Buffer (128 bytes) and the FIFO RX Buffer (256 bytes).
- UART Interface:** The USB Protocol Engine connects to the UART FIFO Controller, which in turn connects to the UART Controller with Programmable Signal Inversion and High Drive.
- Memory and Control:** An Internal EEPROM is connected to the USB Protocol Engine. A Baud Rate Generator (receiving 48MHz) is connected to the UART Controller. The RESET GENERATOR (receiving 3V3OUT and RESET#) is connected to the UART Controller.
- External Connections:** The UART Controller has multiple pins for TXD, RXD, RTS#, CTS#, DTR#, DSR#, DCD#, RI#, and CBUS0 through CBUS4. The RESET GENERATOR also has a connection to the USB Transceiver Cell.
- Optional Features:** An Internal 12MHz Oscillator can be connected to the Clock Multiplier / Divider, which provides 48MHz, 24MHz, 12MHz, and 6MHz signals. The OSCIO pin is optional.

6.功能块描述

USB收发器-USB收发器单元提供USB1.1/USB2.0全速物理接口到USB电缆。输出驱动程序提供3.3V电平旋转率控制信号，同时一个差分接收器和两个单端接收器提供USB数据在，SEO和USB重置条件检测。该电池还在USB数据线上安装了内部的USB系列电阻，并在USBDP上安装了一个1.5kΩ的上拉电阻。

内部12MHz振荡器-内部12MHz振荡器单元产生一个12MHz参考时钟输入到x4时钟乘法器。12MHz振荡器也被用作SIE、USB协议引擎和UARTFIFO控制器块的参考时钟

时钟乘法器/分频器-时钟乘法器/分频器从振荡器单元接收12MHz的输入，并产生48MHz、24MHz、12MHz和6MHz的参考时钟信号。48Mhz时钟参考用于USB DPLL和波特率发生器块。

串行接口引擎（SIE）-串行接口引擎（SIE）块执行USB数据的串行并行转换和串行并行转换。根据USB2.0规范，它对USB数据流进行位填充/非填充和CRC5/CRC16的生成/检查。

USB协议引擎-USB协议引擎管理来自设备USB控制端点的数据流。它处理由USB主机控制器生成的低级USB协议（第9章）请求和用于控制UART的功能参数的命令。

FIFOTX缓冲区（128字节）-来自USB数据输出端点的数据存储在FIFOTX缓冲区中，并在UARTFIFO控制器的控制下从缓冲区移除到UART传输寄存器。

FIFORX缓冲区（256字节）-来自UART接收寄存器的数据在被USB请求删除之前存储在FIFORX缓冲区中。

UARTFIFO控制器-UARTFIFO控制器处理FIFORX和TX缓冲器和UART传输和接收寄存器之间的数据传输。

具有可编程信号反转和高驱动的UART控制器-与UARTFIFO控制器一起，UART控制器处理FIFORX和FIFOTX缓冲器和

UART传输和接收寄存器之间的数据传输。它在RS232（RS422和RS485）接口上对数据进行异步的7/8位并行到串行和串行到并行的转换。UART模式支持的控制信号包括RTS、CTS、DSR、DTR、DCD和RI。UART控制器还提供了一个发射机启用控制信号引脚选项（TXDEN），以协助与RS485收发器的接口。同时，您还支持RTS/CTS、DSR/DTR和X-On/X-

Off握手选项。如果需要，采用硬件处理，以确保快速响应时间。UART还支持RS232断裂设置和检测条件。一个新的功能，可编程的内部EEPROM允许UART信号，每个单独倒置。另一个新的EEPROM可编程特性允许在UART接口和C BUS引脚上启用高信号驱动强度。

波特率发生器——波特率发生器提供了一个x16时钟输入UART控制器从48MHz参考时钟和由一个14位预压器和3寄存器位提供微调的波特率（用于除以一个数字+一个分数或“子整数”）。这决定了UART的波特率，它可编程从183波特到300万波特。

FT232R支持所有的标准波特率和非标准波特率，从300波特到3兆波特。
可实现的非标准波特率的计算方法如下：

$$\text{波特率} = 3000000 / (n + x)$$

其中n可以是2到16384之间的任意整数（=2¹⁴），x可以是值0、0.125、0.25、0.375、0的子整数。5、0.625、0.75或0.875。当n=1，x=0时，即在1到2之间的波特率因子是不可能的。

这给出了183.1到3000000波特范围内的波特率。当需要一个非标准波特率时，只需将所需的波特率值正常传递给驱动程序，FTDI驱动程序将计算所需的除数，并设置波特率。

复位发生器-集成的复位发生器单元提供了一个可靠的电源复位到设备内部电路通电。提供了一个复位#输入引脚，以允许其他设备复位FT232R。重置#可以绑定到VCCIO或保持不连接，除非需要从外部逻辑或外部重置发生器I重置设备。C。

内部EEPROM-FT232R中的内部EEPROM可用于存储USB供应商ID（VID）、产品ID（PID）、设备序列号、产品描述字符串和其他各种USB配置描述符。内部EEPROM也用于配置CBUSpin功能。该设备提供了如第10节中所述的预编程的内部EEPROM设置。

7. 设备特性和额定值

绝对最大评级

FT232R设备的绝对最大额定值如下。这些都是符合绝对最大额定值系统（IEC60134）。超过这些值可能会对设备造成永久性损坏。

表3：绝对最大评级

参数	价值	单元
储存温度	-65℃至150℃	摄氏度
保存环境的寿命（袋） （30℃/60%相对湿度）	168小时 (IPC/JEDECJ-STD-033AM SL3级标准)*	小时数
环境温度（工作环境）	-40℃至85℃	摄氏度
V _{CC} 电源电压	0.5-0至+6.00	V
D.C.输入电压-USB _{DP} 和USB _{DM}	-0.5至+3.8	V
D.C.输入电压-高阻抗双向电压	-0.5至+（V _{CC} +0.5）	V
D.C.输入电压-所有其他输入电压	-0.5至+（V _{CC} +0.5）	V
D.C.输出电流输出	24	mA
直流输出电流-低阻抗双向电流	24	mA
功率耗电（V _{CC} =5.25V）	500	mW

*如果设备存储在包装外，超过了这个时间限制，则设备应在使用前进行烘烤。该设备的温度应提高到125℃，并烘烤17小时。

直流特性

直流特性（环境温度-40℃至85℃）

表4：工作电压和电流

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
V _{CC1}	V _{CC} 运行电源电压	3.3	-	5.25	V	
V _{CC2}	V _{CCIO} 运行电源电压	1.8	-	5.25	V	
I _{CC1}	运行电源电流	-	15	-	mA	正常运行
I _{CC2}	运行电源电流	50	70	100	μA	USB挂起

表5-UART和CBUSI/O引脚特性(V_{CCIO}=5.0V，标准驱动液位)

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
V _{OH}	输出电压过高	3.2	4.1	4.9	V	I _{source} = 2mA
V _{OL}	输出电压低	0.3	0.4	0.6	V	I _{sink} = 2mA
V _{IN}	输入开关阈值	1.3	1.6	1.9	V	**
V _{Hys}	输入开关滞后	50	55	60	mV	**

表6-UART和CBUSI/O引脚特性(V_{CCIO}=3.3V，标准驱动液位)

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
V _{OH}	输出电压过高	2.2	2.7	3.2	V	I _{source} = 1mA
V _{OL}	输出电压低	0.3	0.4	0.5	V	I _{sink} = 2mA
V _{IN}	输入开关阈值	1.0	1.2	1.5	V	**
V _{Hys}	输入开关滞后	20	25	30	mV	**

表7-UART和CBUSI/O引脚特性(VCCIO=2.8V, 标准驱动液位)

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
Voh	输出电压过高	2.1	2.6	3.1	V	I source = 1mA
Vol	输出电压低	0.3	0.4	0.5	V	I sink = 2mA
Vin	输入开关阈值	1.0	1.2	1.5	V	**
VHys	输入开关滞后	20	25	30	mV	**

表8 -UART和CBUSI/O引脚特性(VCCIO=5.0V, 高驱动电平)

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
Voh	输出电压过高	3.2	4.1	4.9	V	I source = 6mA
Vol	输出电压低	0.3	0.4	0.6	V	I sink = 6mA
Vin	输入开关阈值	1.3	1.6	1.9	V	**
VHys	输入开关滞后	50	55	60	mV	**

表9 -UART和CBUSI/O引脚特性(VCCIO=3.3V, 高驱动电平)

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
Voh	输出电压过高	2.2	2.8	3.2	V	I source = 3mA
Vol	输出电压低	0.3	0.4	0.6	V	I sink = 8mA
Vin	输入开关阈值	1.0	1.2	1.5	V	**
VHys	输入开关滞后	20	25	30	mV	**

表10 -UART和CBUSI/O引脚特性(VCCIO=2.8V, 高驱动电平)

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
Voh	输出电压过高	2.1	2.8	3.2	V	I source = 3mA
Vol	输出电压低	0.3	0.4	0.6	V	I sink = 8mA
Vin	输入开关阈值	1.0	1.2	1.5	V	**
VHys	输入开关滞后	20	25	30	mV	**

*输入有一个内部的200kΩ上拉电阻到VCCIO。

表11 -重位编号和测试引脚特征

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
Vin	输入开关阈值	1.3	1.6	1.9	V	
VHys	输入开关滞后	50	55	60	mV	

表12 -USB I/O引脚 (USBDP、USBDM) 特征

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
UVoh	输入输出大头针静态输出 (高)	2.8		3.6	V	RI = 1.5kΩ to 3V3Out (D+) RI = 15kΩ to GND (D-)
UVol	输入输出大头针静态输出 (低)	0		0.3	V	
UVse	单端Rx阈值	0.8		2.0	V	
UCom	差分共模	0.8		2.5	V	RI = 1.5kΩ to 3V3Out (D+) RI = 15kΩ to GND (D-)
UVDif	差分输入灵敏度	0.2			V	
UDrvZ	驱动器输出阻抗	26	29	44	Ohms	

**驱动程序输出阻抗包括在USBDP和USBDM引脚上的内部USB系列电阻。

EEPROM的可靠性特性

内部的1024位EEPROM具有以下可靠性特性-

表13-EEPROM特征

参数说明	数值	单元
数据保留	15	年
读写周期	100,000	周期

内部时钟特性

内部时钟振荡器具有以下特征。

表14 -内部时钟特性

参数	数值			单元
	最小	标准	最大	
操作频率	11.98	12.00	12.02	MHz****
时钟周期	83.19	83.33	83.47	ns
占空比	45	50	55	%

***相当于 ± 1667 ppm。

表15 -OSCI, OSCO引脚特性（可选-仅适用于使用*****外部振荡器时）

参数	描述	最小	标准	最大	单位	条件
Voh	输出电压过高	2.8	-	3.6	V	Fosc=12MHz
Vol	输出电压低	0.1	-	1.0	V	Fosc=12MHz
Vin	输入开关阈值	1.8	2.5	3.2	V	

*****当提供时，设备被配置为使用其内部时钟振荡器。

8. 设备配置

总线供电配置

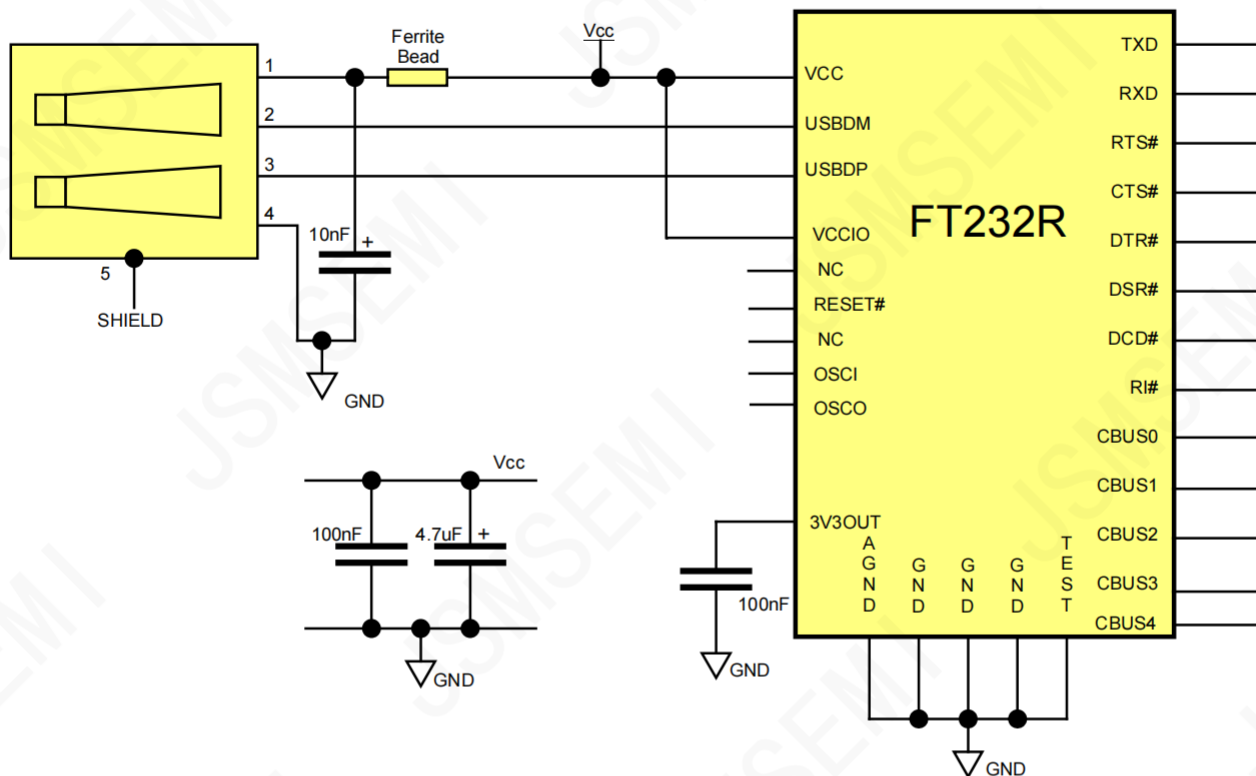


图4：由总线供电的配置

图4说明了一个典型的USB总线供电的设计配置中的FT232R。一个由USB总线驱动的设备通过USB总线供电。USB总线电源设备的基本规则如下：

- 1) 插件USB，设备必须不超过100mA。
- 2) 在USB暂停上，设备的图纸不得超过500μA。
- 3) 总线驱动的高功率USB设备（容量超过100 mA的设备）应该使用配置为PWREN#的CBUS引脚，在插件上保持电流在100 mA以下，在USB上保持500μA。
- 4) 消耗超过100 mA的设备不能插入USB总线驱动的集线器。
- 5) 没有设备可以从USB总线抽取500mA。

内部EEPROM中的电源描述符应被编程，以匹配设备的当前绘制。一个铁氧磁芯与USB电源串联连接，以防止来自设备和相关电路（EMI）的噪声通过USB电缆辐射到主机。铁氧磁芯的值取决于电路所需的总电流。

自供电配置

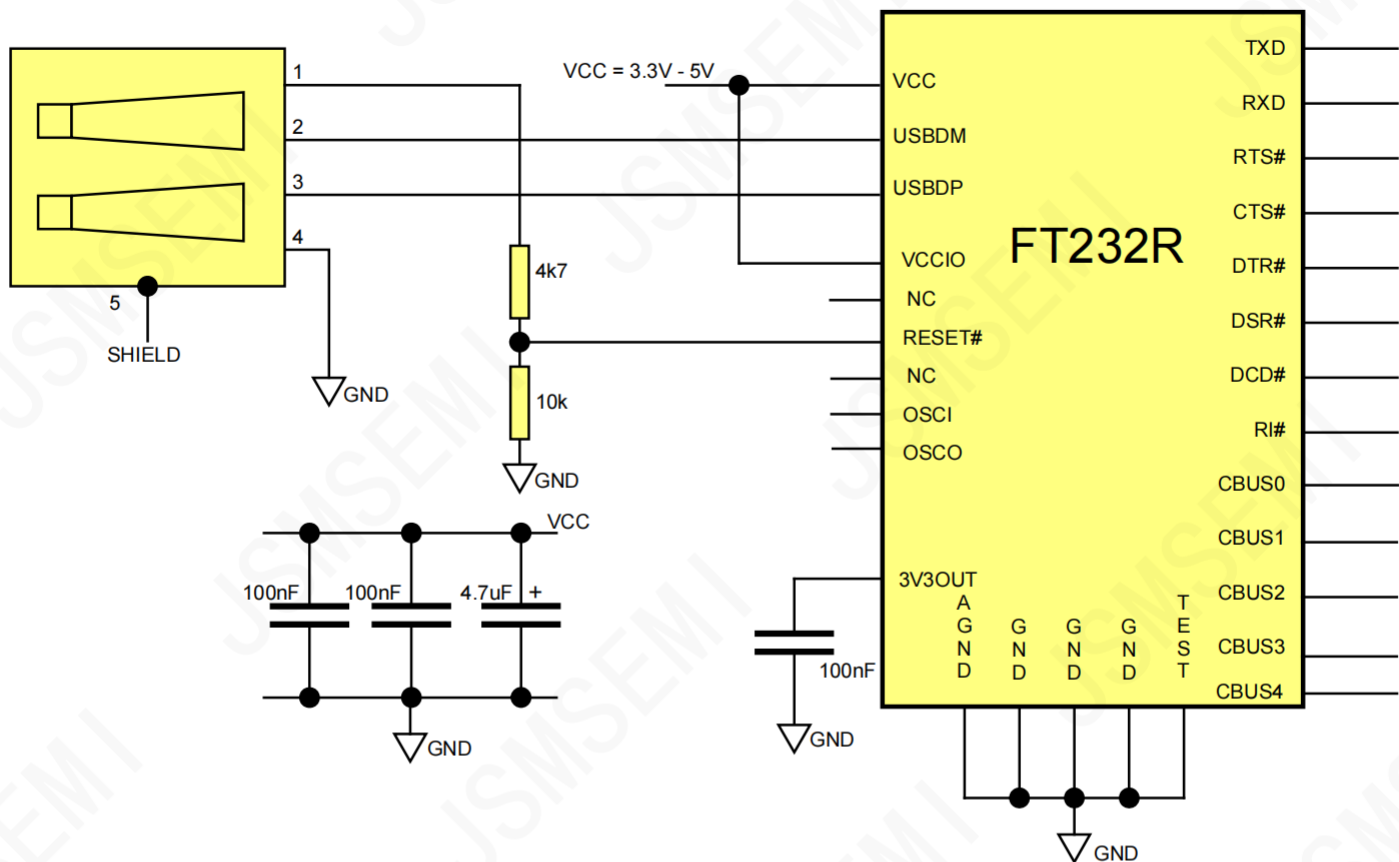


图5 自供电的配置

图5说明了一个典型的USB自供电配置中的FT232R。USB自供电设备的供电来自于自己的电源，而不从USB总线获取电流。USB自供电设备的基本规则如下：

- 1)当USB主机或集线器控制器断电时，自供电设备不应强制关闭USB总线的电流。
- 2)自供电设备可以使用正常运行时喜欢的电流，USB暂停，因为它有自己的电源。
- 3)自供电设备可与任何USB主机和总线和自供电USB集线器一起使用。内部EEPROM中的电源描述符应被编程为零（自供电）。

为了满足要求(1)使用USB总线电源来控制FT232R设备的复位#销。当USB主机或集线器通电时，USBDM上的内部1.5k Ω 电阻将被拉至3.3V，从而将该设备识别为对USB的全速设备。当USB主机或集线器电源关闭时，重置#将下降，设备将保持复位。由于复位#低，内部1.5k Ω 电阻将不会被拉到3.3V，因此当主机或集线器断电时，没有电流将通过1.5k Ω 上拉电阻强制下降USBDM。如果不这样做，可能会导致一些USB主机或集线器控制器不正常地通电。

注意:FT232R复位时，UART接口引脚全部进入三种状态。这些引脚有VCCIO的200k Ω 上拉电阻，所以它们会轻轻地拉高，除非由一些外部逻辑驱动。

USB总线供电与电源开关配置供电

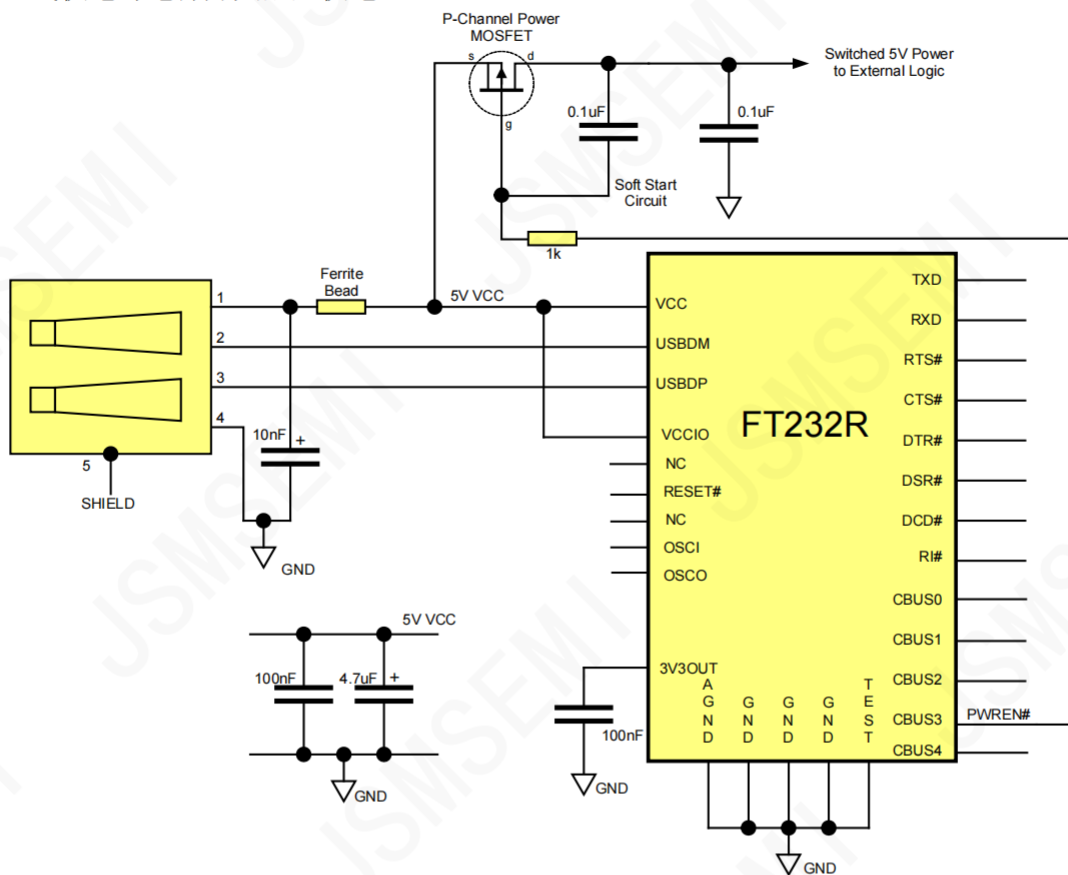


图6：带有电源开关配置的总线

USB总线供电的电路需要能够在USB挂起模式下断电，以满足 $\leq 500\mu\text{A}$ 的总USB挂起电流需求（包括外部逻辑）。一些外部逻辑可以通过监控PWREN#信号将自身断电到低电流状态。对于不能以这种方式自行断电的外部逻辑，FT232R提供了一种简单而有效的方式，在USB暂停期间关闭对外部电路的电源。

图6显示了如何使用一个P沟道MOSFET来控制到外部逻辑电路。推荐使用(www.jsmsemi.com)IRLML6402。建议使用由1k Ω 系列电阻和0.1 μF 电容器组成的“软启动”电路，在MOSFET开启时限制电流浪涌。如果没有软启动电路，MOSFET开启时的瞬态功率浪涌可能会重置FT232R，或USB主机/集线器控制器。这里使用的值允许附加电路以 $\sim 12.5\text{V}/\text{毫秒}$ 的旋转速率通电，换句话说，输出电压将在大约400微秒内从GND转换到5V。

或者用一个专用的电源开关IC.与内置的“软启动”可以用来代替MOSFET。对于这样的应用建议使用(www.micrel.com) MIC2025-2BM或同等的电源芯片。

请注意有关电源控制设计的以下几点：

- 1)要控制的逻辑必须有自己的复位电路，这样当电源重新通电时，它就会自动复位。
- 2)在内部EEPROM中设置“暂停”上的下拉菜单选项。
- 3)其中一个CBUS大头针应在内部EEPROM中配置为PWREN#，并应用于将电源切换到外部电路。
- 4)对于USB大功率总线供电的设备（消耗大于100mA，来自USB总线的电流高达500mA的设备），设备的功耗应设置在内部EEPROM的最大功率场。高功率总线供电的设备必须使用内部EEPROM中的此描述符来通知系统其功率要求。
- 5)对于3.3V电源控制电路，VCCIO引脚不能通过外部电路断电（PWREN#信号从VCCIO获取其VCC电源）。或连接3.3V调节器的输出和外部3.3V逻辑之间的电源开关，或从FT232R的3V3OUT引脚连接电源VCCIO。

USB总线供电，提供3.3V/5V电源和逻辑驱动/I/O电源电压

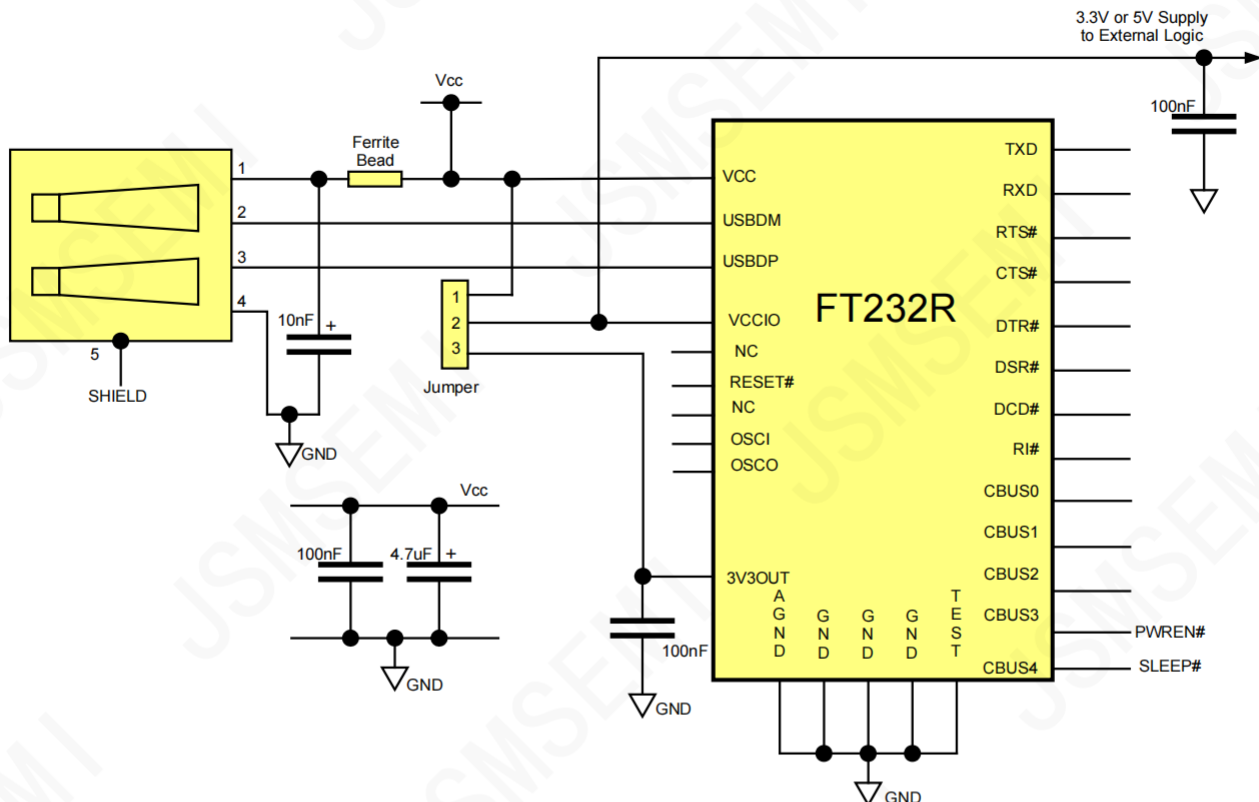


图7 -3.3V/5V电源和逻辑驱动

图7显示了一种配置，其中使用跳线开关允许FT232R与3.3V或5V逻辑设备接口。VCCIO引脚或从USB总线提供5V，或从3V3OUT引脚提供3.3V。提供给VCCIO的电源也被用于提供外部逻辑。

请注意以下关于此类型的总线动力设计-

1) 在USB暂停模式下，应使用PWREN#或休眠#信号来关闭外部逻辑，以符合500 μ A的限制。如果不可能实现，请使用第12页中所示的配置。

2) 在正常运行期间，来自USB总线的最大电流源不应超过100 mA，否则应采用带有电源开关的总线供电设计（第12页）。

另一种可能的配置是使用一个离散的低噪声调节器，它由USB总线上的5V提供，向VCCIO引脚和外部逻辑提供2.8V - 1.8V。VCC将从USB总线提供5V。如果VCCIO连接到低噪声调节器的输出，反过来会导致FT232R I/O引脚在2.8V - 1.8V逻辑电平下输出。

对于USB总线供电的电路，在选择调节器时必须考虑到一些因素-

3) 调节器必须能够在4.35V的输入电压下维持其输出电压。低跌落（LDO）必须选择调节器。

4) 调节器的静态电流必须较低，以满足USB暂停期间 $\leq 500 \mu$ A的USB暂停总电流要求。

满足这些要求的调节器系列的一个例子是微芯TC55系列（www.microchip.com）。这些设备可提供高达250 mA的电流，并具有在1 μ A以下的静态电流。

9. 接口配置的示例

9.1 USB到RS232转换器配置

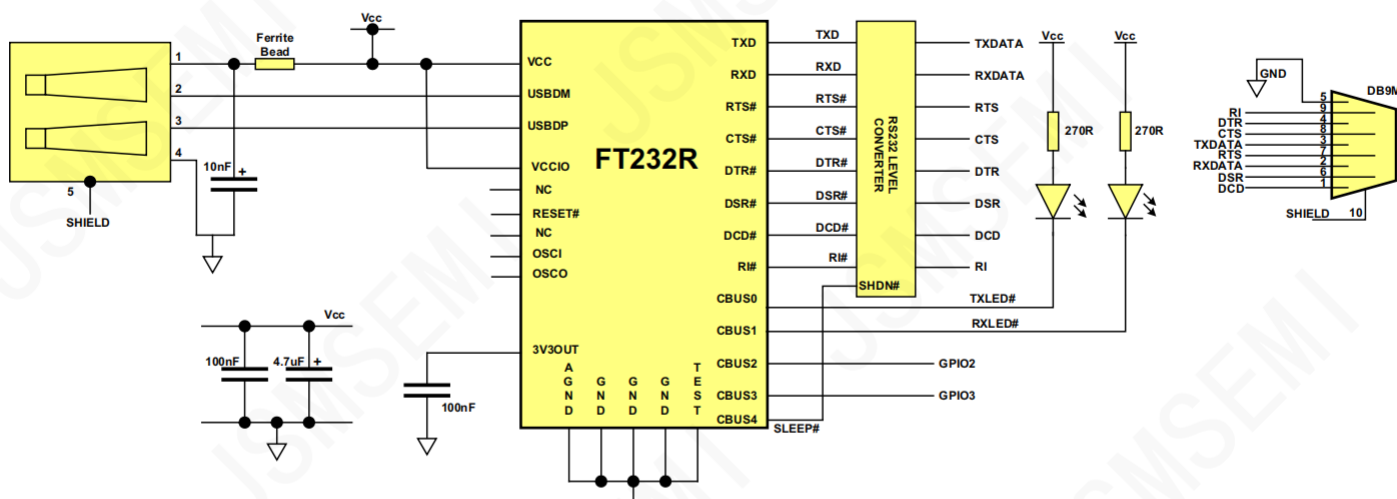


图8-USB到RS232转换器配置的示例

图8说明了如何将FT232R作为USB连接到RS232转换器。一个TTL-RS232电平转换器I.C. 用于FT232R的串行UART，进行RS232电平转换。例如，这可以使用流行的“213”系列的TTL到RS232级转换器来完成。这些设备有4个发射器和5个接收器，采用28-LD SSOP包，并具有内置电压转换器，将5V（标称）VCC转换为RS232所需的+/- 9伏。这些设备的一个重要特性是SHDN#引脚，它可以在USB暂停模式下将设备断电到一个较低的静止电流。

可用于此的设备的一个例子是Sipex SP213EHCA，它能够以高达500kΩ波特的RS232通信。如果可以接受较低的波特率，则有多种引脚兼容的替代方案

例如Sipex SP213ECA、Maxim MAX213CAI和模拟设备ADM213E，这些都适合于高达115,200波特的通信。如果需要更高的波特率，使用Maxim MAX3245CAI部分，该部件能够以高达1M波特的速率进行RS232通信。MAX3245的引脚与213系列设备不兼容，而且它的SHDN引脚的活性也很高，所以将它连接到PWREN#，而不是睡眠#。

在上面的示例中，CBUS0和CBUS1已被配置为TXLED#和RXLED#，并正被用于驱动两个LED。

9.2 USB到RS485转换器配置

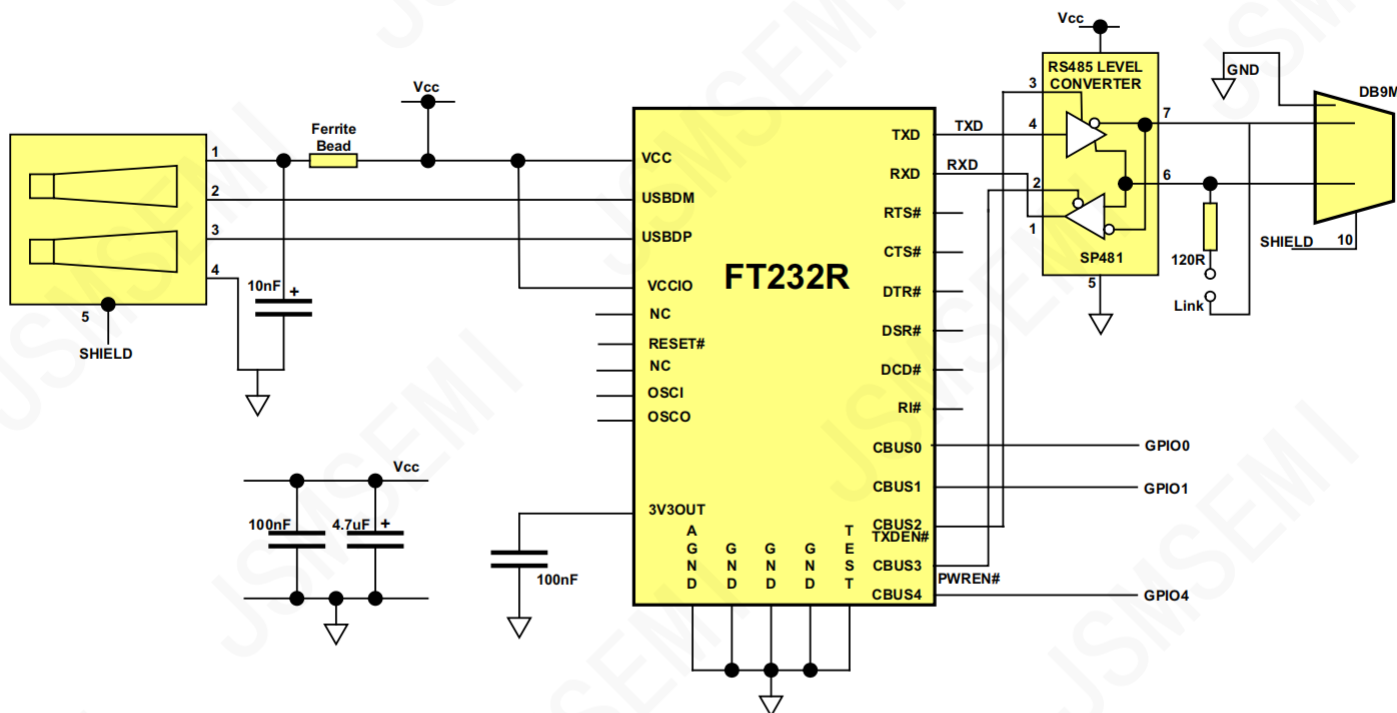


图9-USB到RS485转换器配置的示例

图9说明了如何将FT232R的UART接口连接到TTL-RS485液级转换器I。C. 制作一个USB到RS485转换器。本示例使用了Sipex SP481设备，但也有由Maxim和模拟设备公司等提供的类似部件。SP481是一个RS485设备在一个紧凑的8针SOP包。它在发射机和接收机上都有单独的启用功能。对于RS485，只有当从UART传输一个字符时，发射机才会被启用。FT232R上的TXDEN信号CBUS引脚选项正是为这个目的而提供的，因此发射器启用被连接到已配置为TXDEN的CBUS2。同样地，CBUS3也已被配置为PWREN#。该信号用于控制SP481的接收机启用。接收器启用是活动低，因此它被连接到PWREN#大头针，以在USB挂起模式时禁用接收器。CBUS2 = TXDEN和CBUS3 = PWREN#是这些引脚的默认设备配置。

RS485是一个多点网络-也就是说许多设备可以通过一条线电缆连接相互通信。RS485电缆需要端位于电缆的两端。如果设备物理上位于电缆的两端，则提供链路允许电缆终止。

在本例中，由FT232R传输的数据也被正在传输的设备接收。这是RS485的一个共同特性，并且要求应用软件从所接收的数据流中删除所传输的数据。使用FT232R，可以完全在硬件上完成这一点——只需修改原理图，使FT232R的RXD成为使用HC32或类似逻辑门的TXDEN的SP481接收机输出的逻辑OR。

9.3 USB到RS422转换器配置

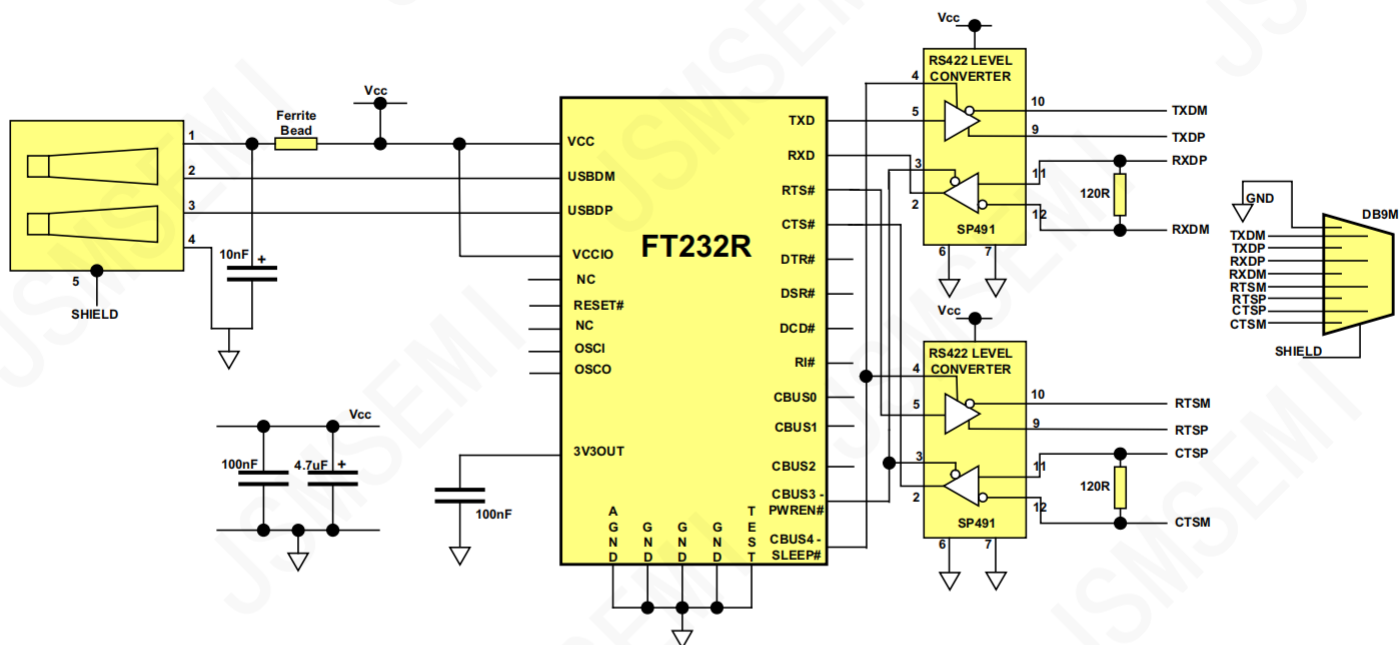


图10-USB到RS422转换器配置的示例

图10说明了如何将FT232R的UART接口连接到TTL-RS422液级转换器IC。制作一个USB到RS422转换器。有许多这样的电平转换器设备可用——本例使用Sipex SP491设备，它们在发射机和接收机上都有启用功能。因为发射器启用是活动的高，它被连接到一个在睡眠#配置的CBUS引脚。接收器启用是活动的低，因此是连接到一个CBUS引脚PWREN#配置。这确保了当设备处于活动状态时，发射机和接收器都被启用，而当设备处于USB挂起模式时，则被禁用。如果设计是USB总线供电，可能需要在SP491设备的VCC线中使用p通道逻辑级MOSFET（由PWREN#控制），以确保满足500 μ A的USB备用电流。

SP491适合以高达5兆波的速率发送和接收数据——在这种情况下，FT232R将最大速率限制在3兆波特。

9.4 USB到单片UART接口

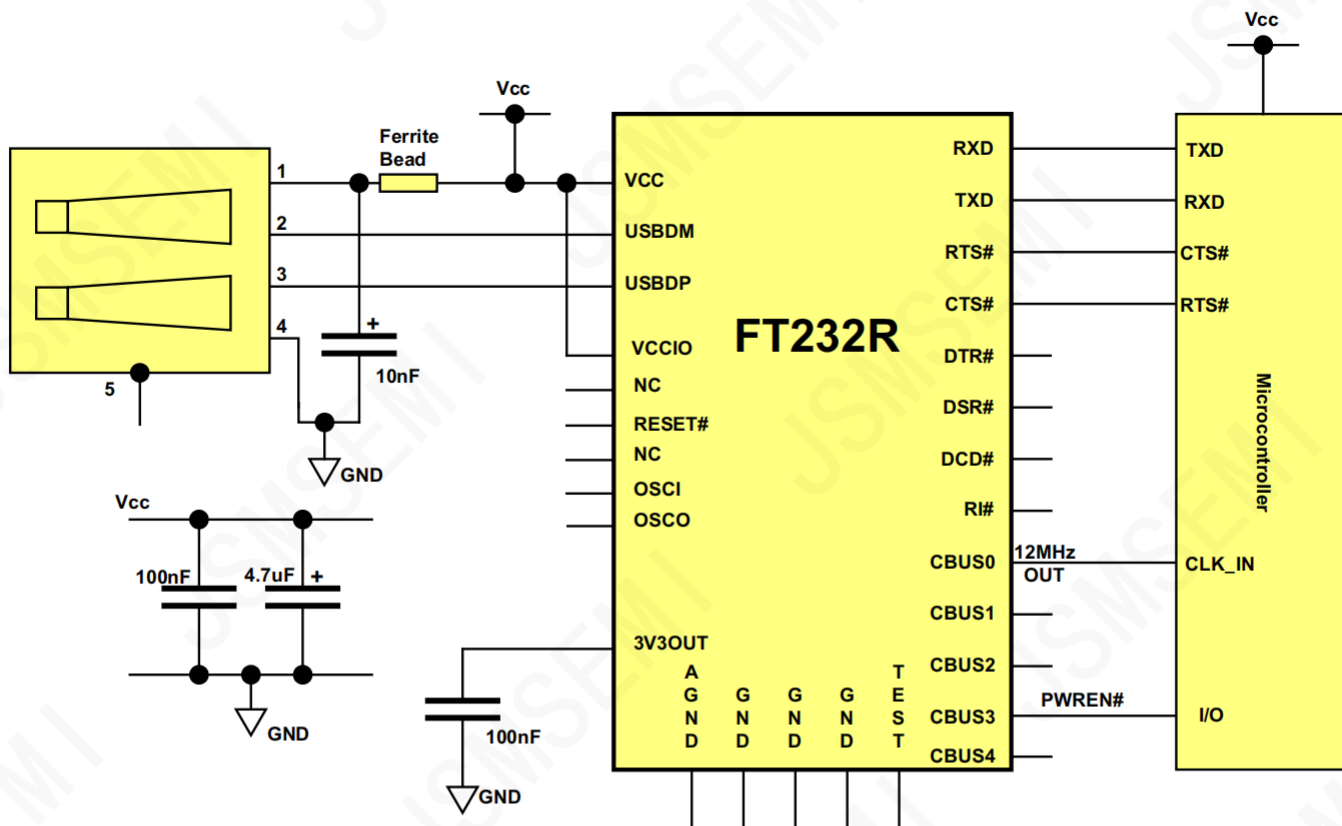


图11-USB到MCU UART接口示例

图11是将FT232R与微控制器（MCU）UART接口接口的示例。本示例使用TXD和RXD进行数据的传输和接收，以及RTS#/CTS#硬件握手。在本例中，CBUS0被配置为12MHz输出，用于时钟。

RI#也可以连接到单片机上的另一个I/O大头针，并可用于唤醒USB主机控制器从暂停模式。如果单片机正在处理电源管理功能，则CBUS引脚可以配置为PWREN#，并且还应该连接到单片机的I/O引脚。

10. LED接口

5个CBUS I/O引脚中的任何一个都可以配置为驱动一个LED。FT232R有3种驱动LED的选择——分别是TXLED#、RXLED#和TX&RXLED#。

图12-双LED配置

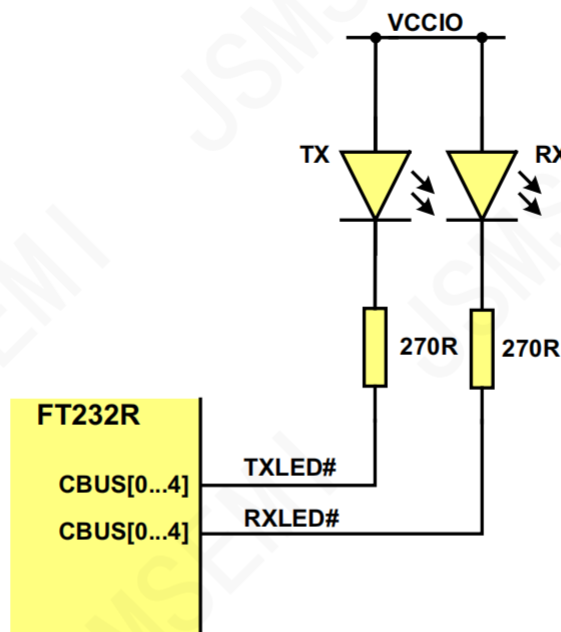


图12说明了一种配置，其中一个引脚用于表示数据的传输（TXLED#），另一个引脚用于表示接收数据（RXLED#）。当数据被传输或接收时，各自的引脚将从三态驱动到低态，以便提供数据传输的LED上的指示。使用数字一次性时间，以便最终用户可以看到哪怕是一小部分的数据传输。

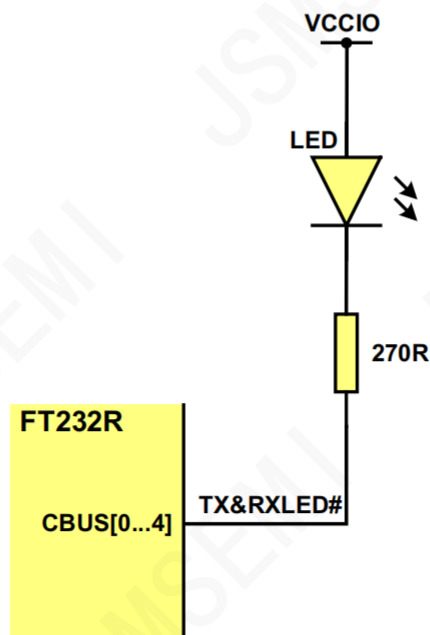


图13-单个LED配置

在图13中，使用了TX&RXLED CBUS选项。当设备传输或接收数据时，该选项将导致驱动单个LED。

Package Information

SSOP-28

