



CHINA MASTERS

第十二届中国技术精英年会

C12L06 USB

与PC通信：USB让一切变得简单！



中国技术精英年会

课程目标

- **完成本课程后，您将能够：**
 - 描述**USB**的基本知识，以及如何将其应用于嵌入式应用
 - 识别Microchip的**USB**解决方案、**USB**产品和**USB**软件框架
 - 了解可采用**MCP2200**的更多应用，分析**HID**设备类的功能和局限性，并掌握更多**USB**描述符和**HID**报告结构



中国技术精英年会

课程安排

- **第1部分：**
全速USB简介
- **第2部分：**
Microchip的USB解决方案
- **第3部分：**
MCP2200和Microchip CDC类设备框架
- **第4部分：**
USB HID类



中国技术精英年会

第1部分

全速USB简介



中国技术精英年会

第1部分 —— 课程安排

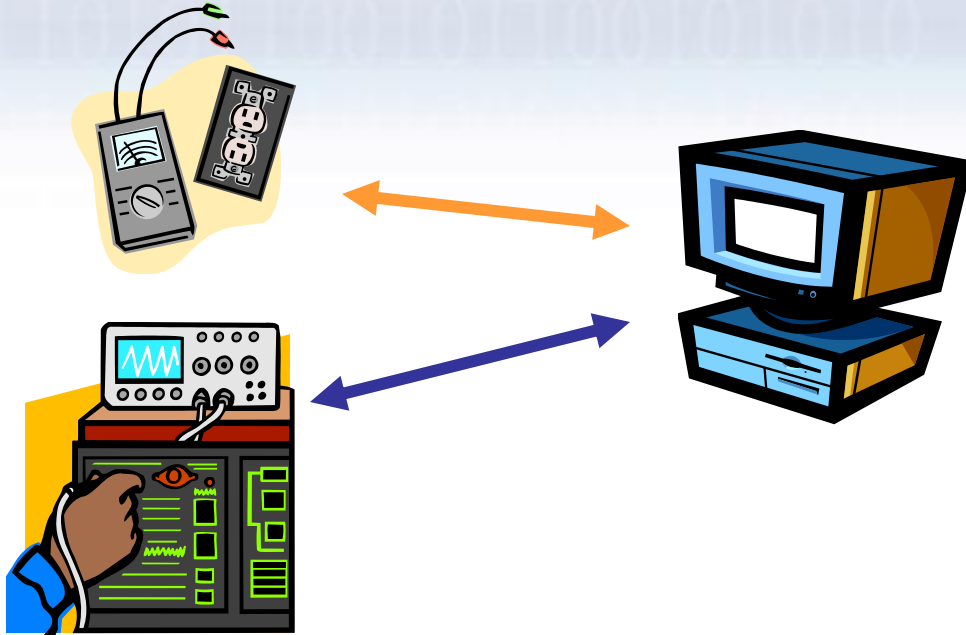
重要的内容

- 基本知识/速度
- 物理连接/拓扑
- 架构/编程模型
- **USB事务**
- **USB传输**
- 设备类
- 枚举
- 描述符
- 功耗规划
- **VID/PID和USB符合性**



中国技术精英年会

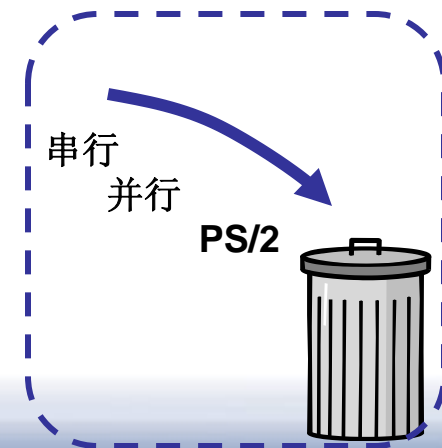
通用串行总线



扩展计算机的功能!

数据分析、
数据记录、
固件更新、
诊断、
嵌入式应用!

- 自动检测和配置 (即插即用)
- 可采用集线器轻松扩展
- 总线供电
- 数据受**CRC**保护, 重发损坏的数据包
- 四种速度:
低速 - 1.5、全速 - 12、高速 - 480和超高速 - 5000 Mbps





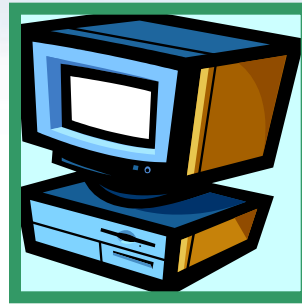
中国技术精英年会

USB设备类

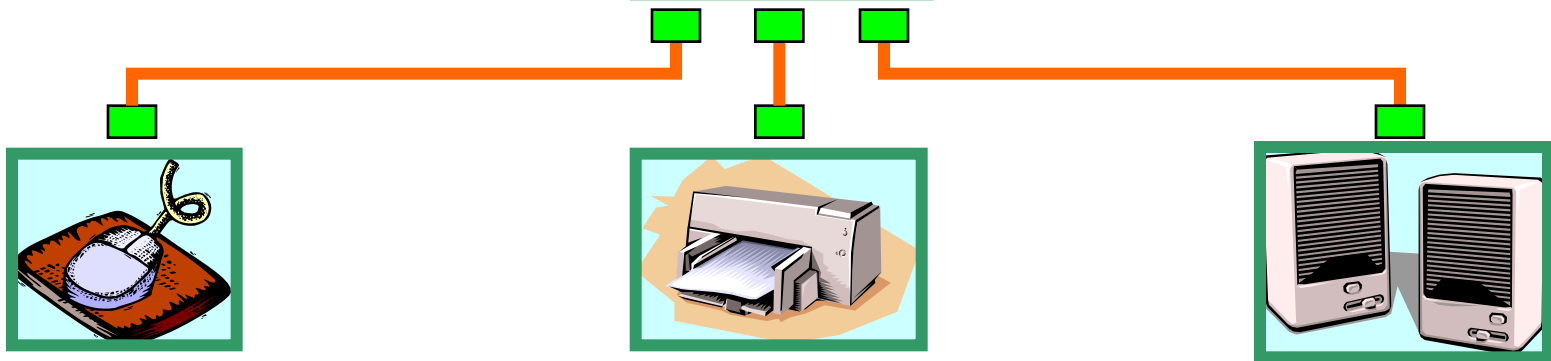
- **外设（也被称为“功能”）**
 - 向主机提供某种功能（能力）
 - 例如：数据获取
- **集线器**
 - 数据通信（双向）和管理功耗
- **复合（Compound）设备**
 - 包含一个集线器和1个以上外设
 - 主机分别处理集线器和外设功能
 - 例如：带有单端口集线器的**USB**键盘
- **组合（Composite）设备**
 - 同时有多个接口工作
 - 主机上要装载每个功能的驱动程序
 - 例如：摄像头（音频和视频接口均工作）

USB基本原理

- USB是一种“单主+多从”轮询式总线



USB主机控制器（主设备）
和根集线器



鼠标

打印机

扬声器

帧起始

鼠标数据包

扬声器数据包

打印机数据包



帧

帧

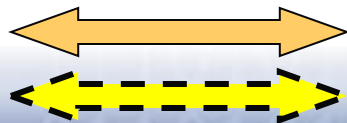
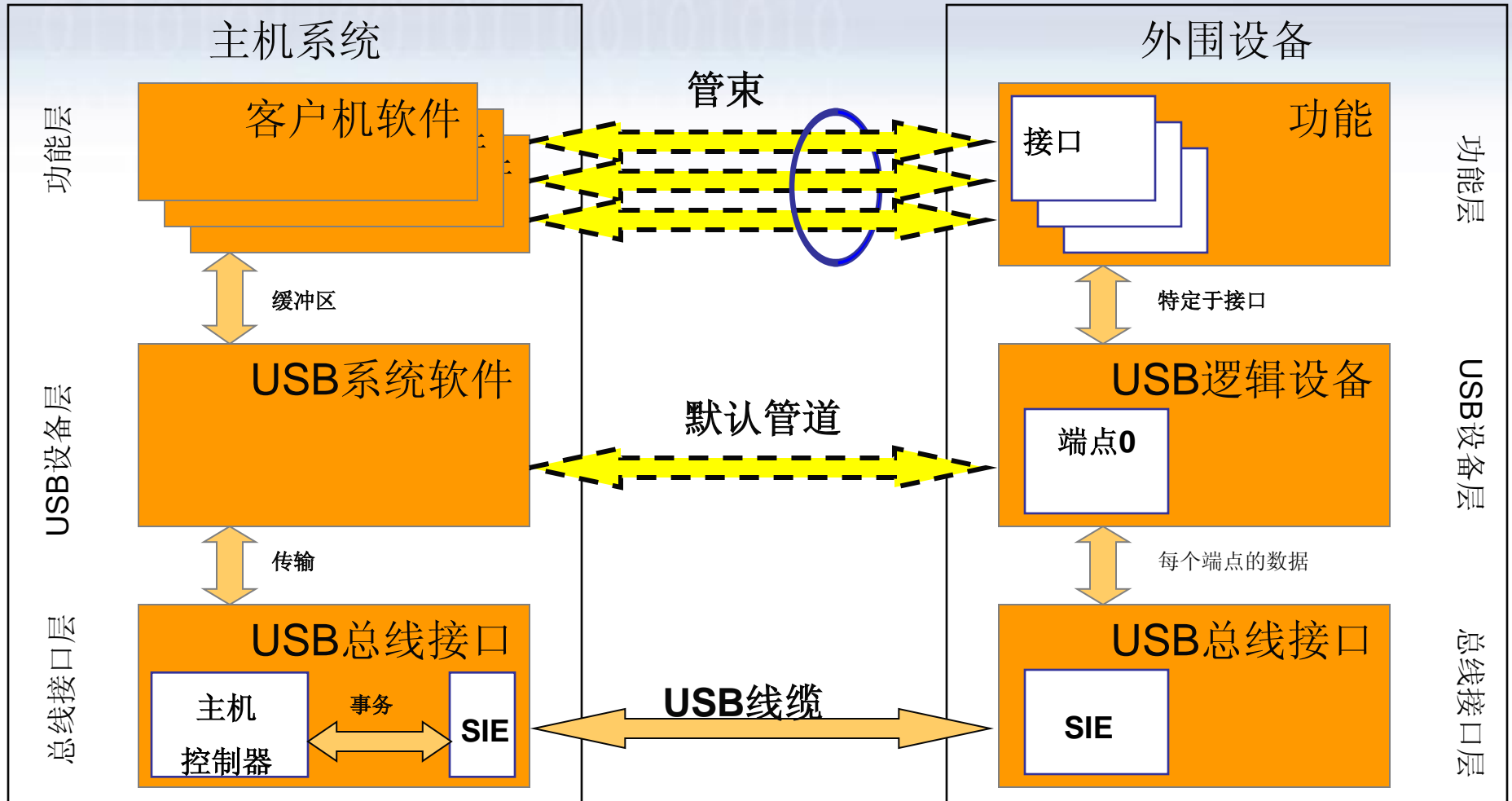
帧



中国技术精英年会

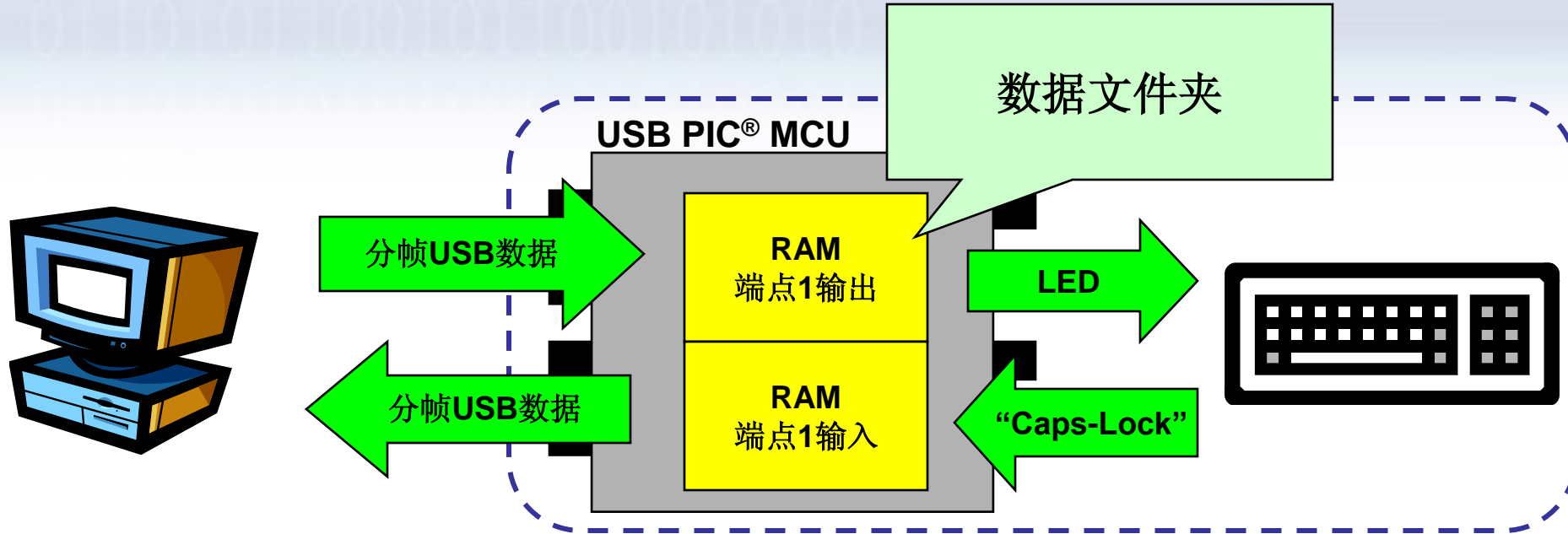
USB设备框架

- 从软件角度看硬件 -



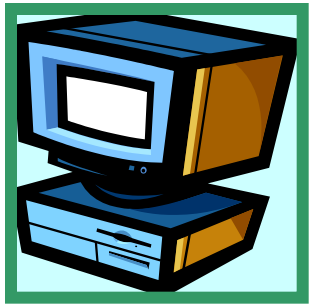
物理通信路径
逻辑通信路径 (管道)

端点：外设中USB数据的源和目标



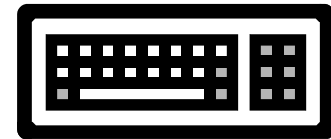
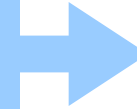
- 根据**USB**规范的规定，每个设备的最大端点数
 - 16个输出端点 + 16个输入端点 = 32个端点
 - PIC18F87J50、PIC18F4550、PIC24F和PIC32MX支持最多32个端点
 - PIC18F14K50支持最多16个端点
- EP0 = 默认通信管道

USB事务



USB事务

令牌 (Token) 数据包



SETUP和OUT令牌通知目标设备：主机想要发送数据。

IN令牌通知目标设备：主机想要接收数据。

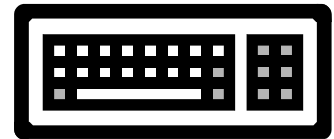
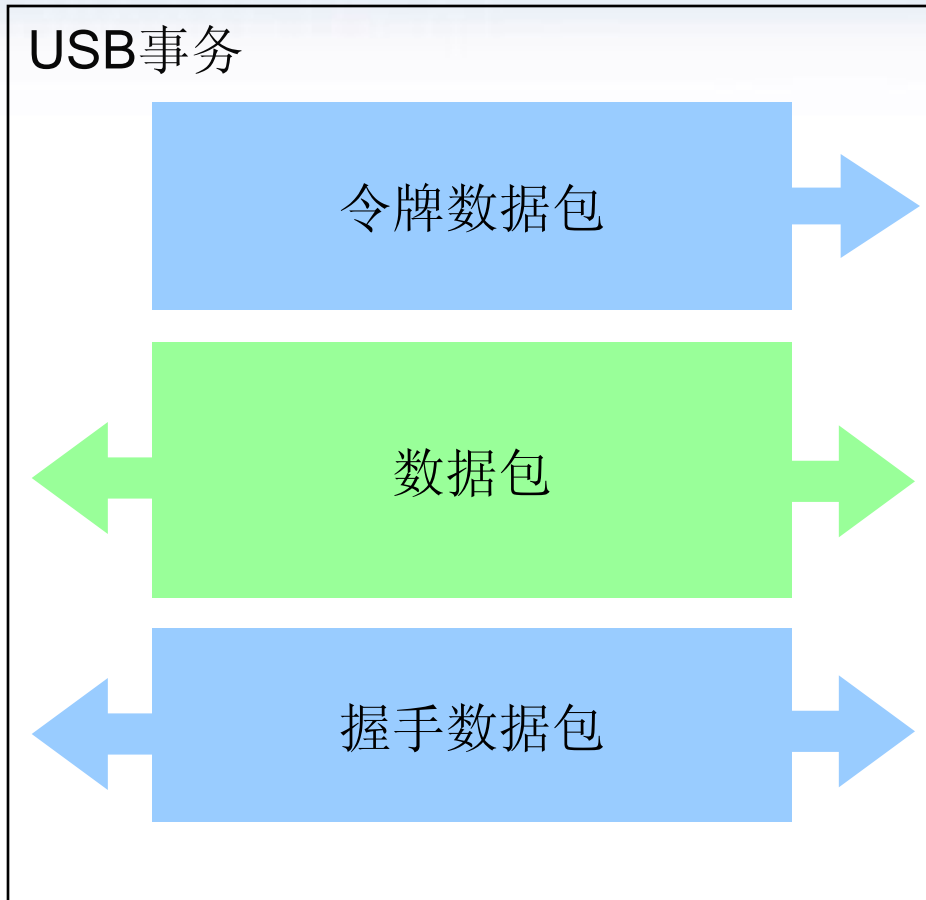
指定：

- 目标设备地址
- 端点号
- 数据传输的方向



中国技术精英年会

USB事务

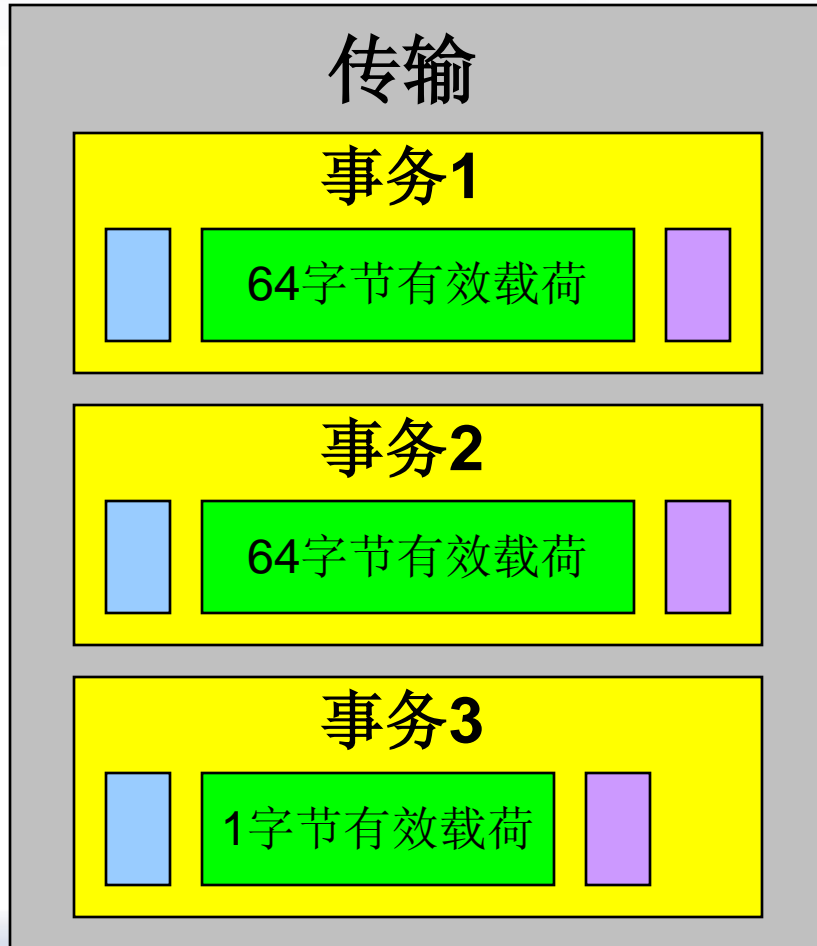




中国技术精英年会

传输：一组相关事务

MPUSBWrite (EP7, Pointer, Size = 129, Timeout)



注释：

-  OUT令牌数据包
-  数据包
-  ACK握手数据包



中国技术精英年会

数据传输类型

<u>传输/端点类型</u>	<u>轮询时间间隔</u>	<u>为此类型所有传输保留的带宽/帧的比例</u>	<u>最大数据字节/帧/端点数 (端点数最大时, 每帧的最大事务数) *</u>	<u>数据完整性</u>
中断	固定、周期性	90	64 (1 x 64)	是
同步	固定、周期性	90	1023 (1 x 1023)	否
批量	可变, 使用空闲带宽	0	1216 (19 x 64)	是
控制	可变	10	832 (13 x 64)	是

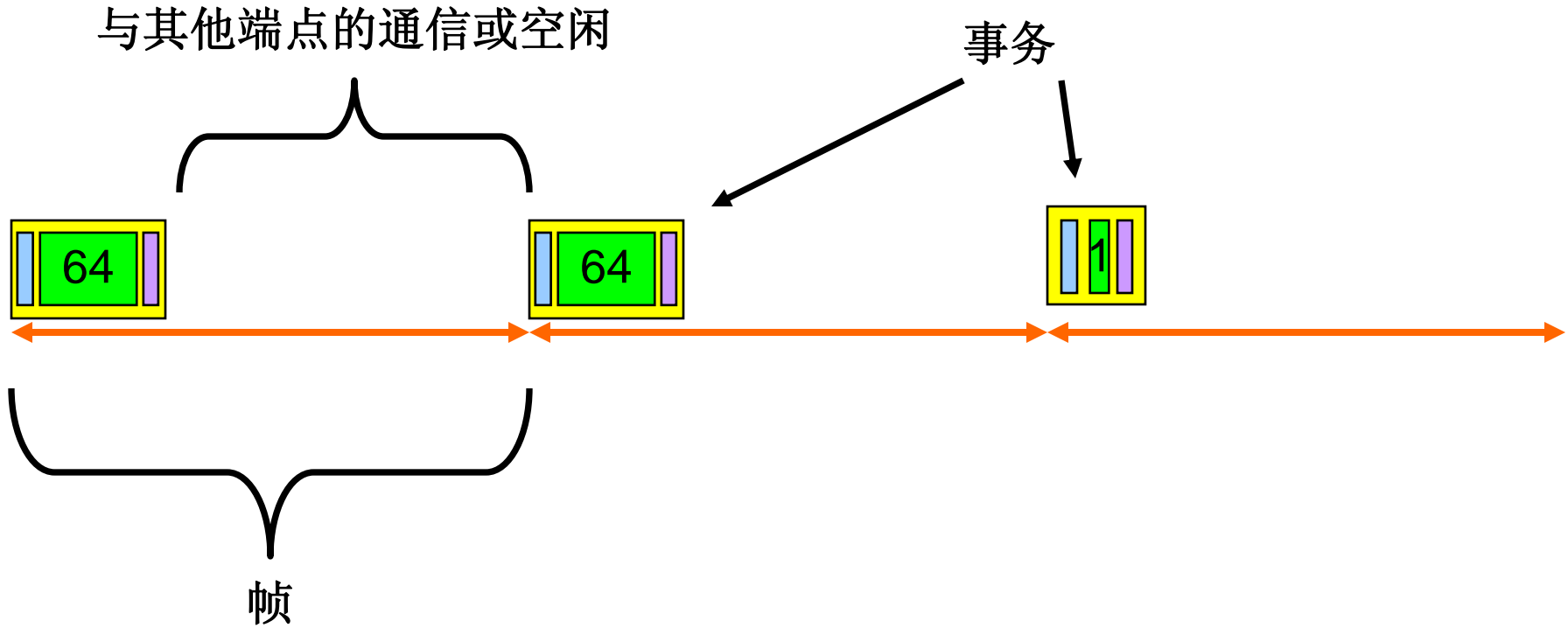
*假设传输的数据包的长度为每个端点类型所允许的最大长度



中国技术精英年会

中断传输示例

`MPUSBWrite (EP7, Pointer, Size = 129, Timeout)`





中国技术精英年会

批量传输示例

`MPUSBWrite (EP7, Pointer, Size = 129, Timeout)`

仅在没有更高优先级
通信的情况下，才发生
事务





中国技术精英年会

USB设备类

鼠标

数据手套

PICKit™ 3
入门工具包

游戏操纵杆

键盘

人机接口设备类 (HID)

软盘驱动器

外置式硬盘

海量存储设备类 (MSD)

以太网
适配器

调制解调器

通信设备类 (CDC)

MPLAB®
REAL ICE™
在线仿真器

定制类
(供应商类)

更多类...





中国技术精英年会

使用标准类的注意事项

- 逻辑**USB**设备已预定义
 - 最大带宽固定
- 设备数据通信协议已定义
 - 对于**CDC**类，**PIC[®] MCU**看似一个调制解调器或连接至**COM**端口的终端
- 主要优点：跨平台使用
 - 不需要定制**OS**驱动程序！



中国技术精英年会

USB驱动程序选择

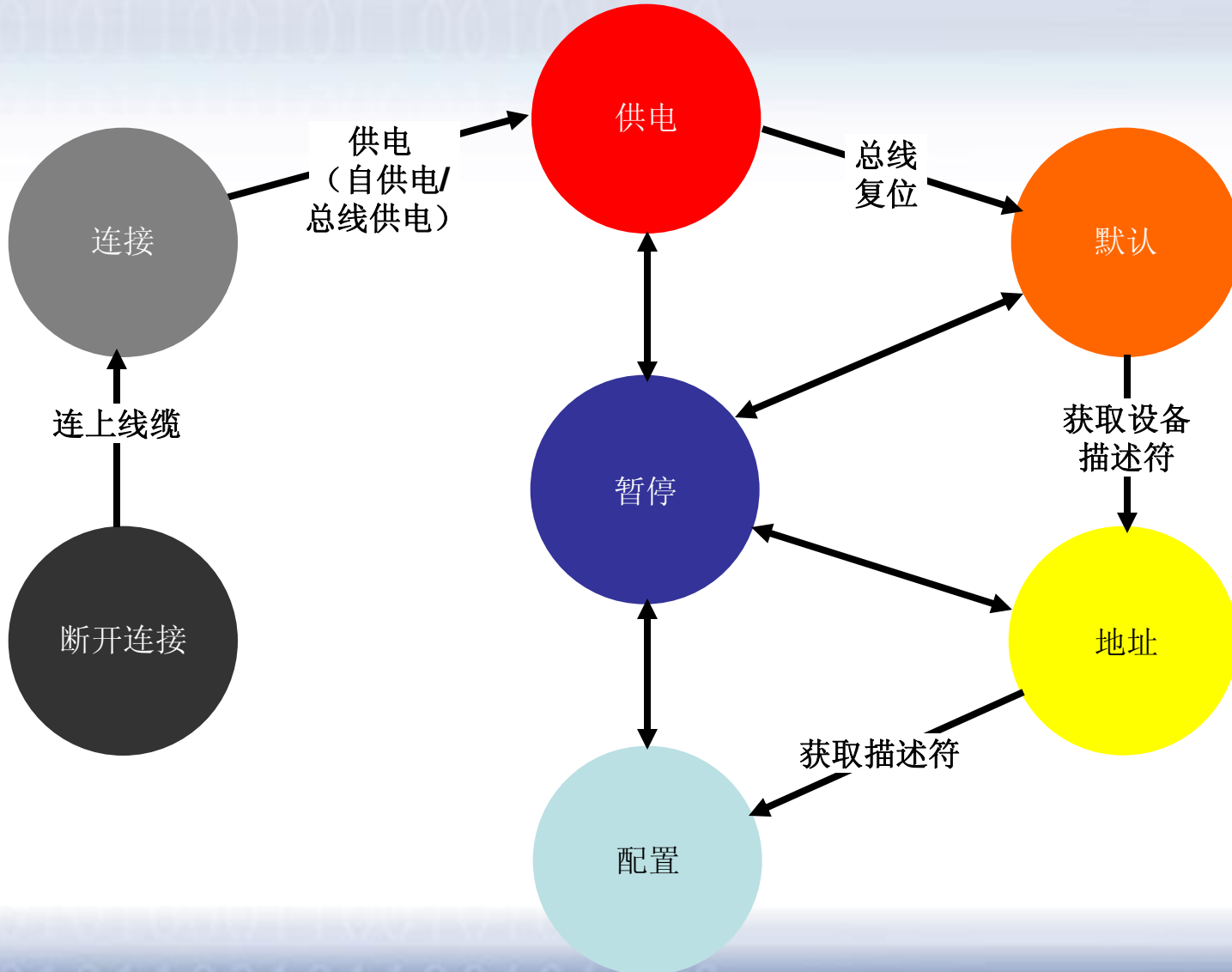
- Windows® PC主机 -

特性	HID	CDC	MCHPUSB	WinUSB	LibUSB
Windows内置驱动程序支持	是	需要.inf	否	需要.inf	否
64位PC支持	是	是	是	是	是
XP就绪	是	是	是	是	是
Win 7就绪	是	是	是	是	是
用户数据的传输类型					
控制	是	否	是	是	是
中断	是	否	是	是	是
同步	否	否	是	否	是
批量	否	是	是	是	是
最大速度	64 Kbps	~80 Kbps	~1.0 MBps	~1.0 MBps	~1.0 MBps



中国技术精英年会

枚举过程





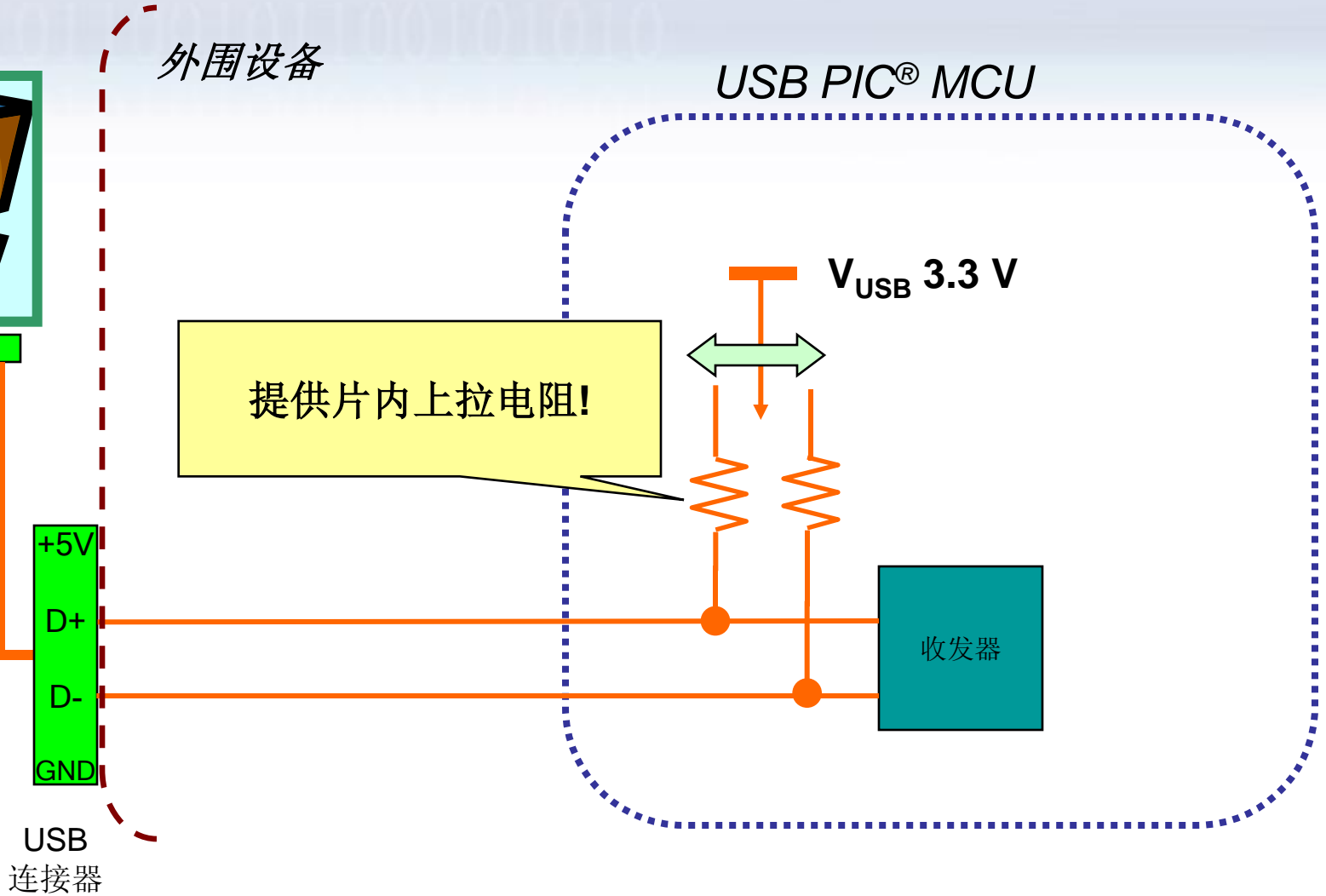
中国技术精英年会

片内上拉电阻



外围设备

USB PIC[®] MCU



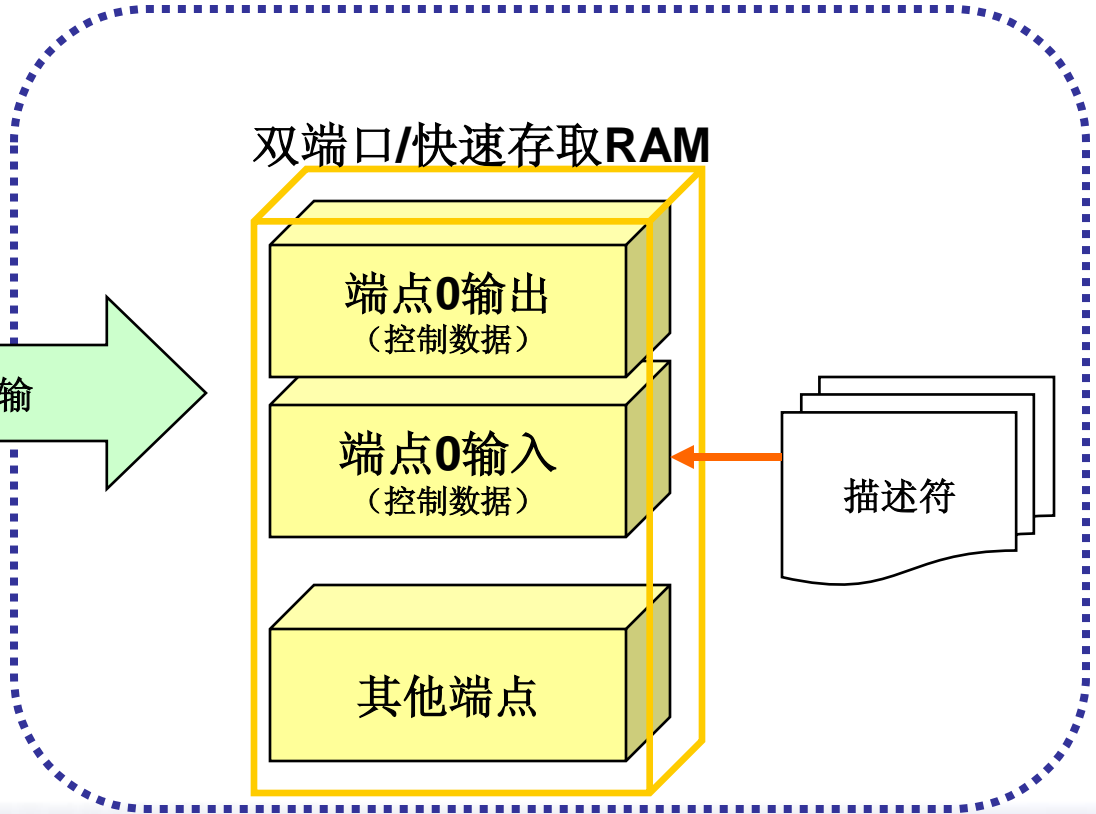
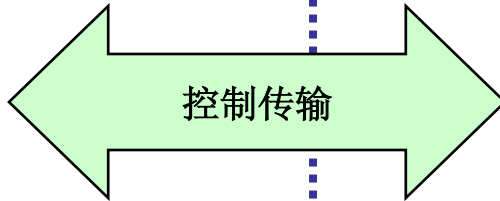


中国技术精英年会

地址和配置: EP0

- 更多信息, 请参见**USB 2.0**规范的第**9**章

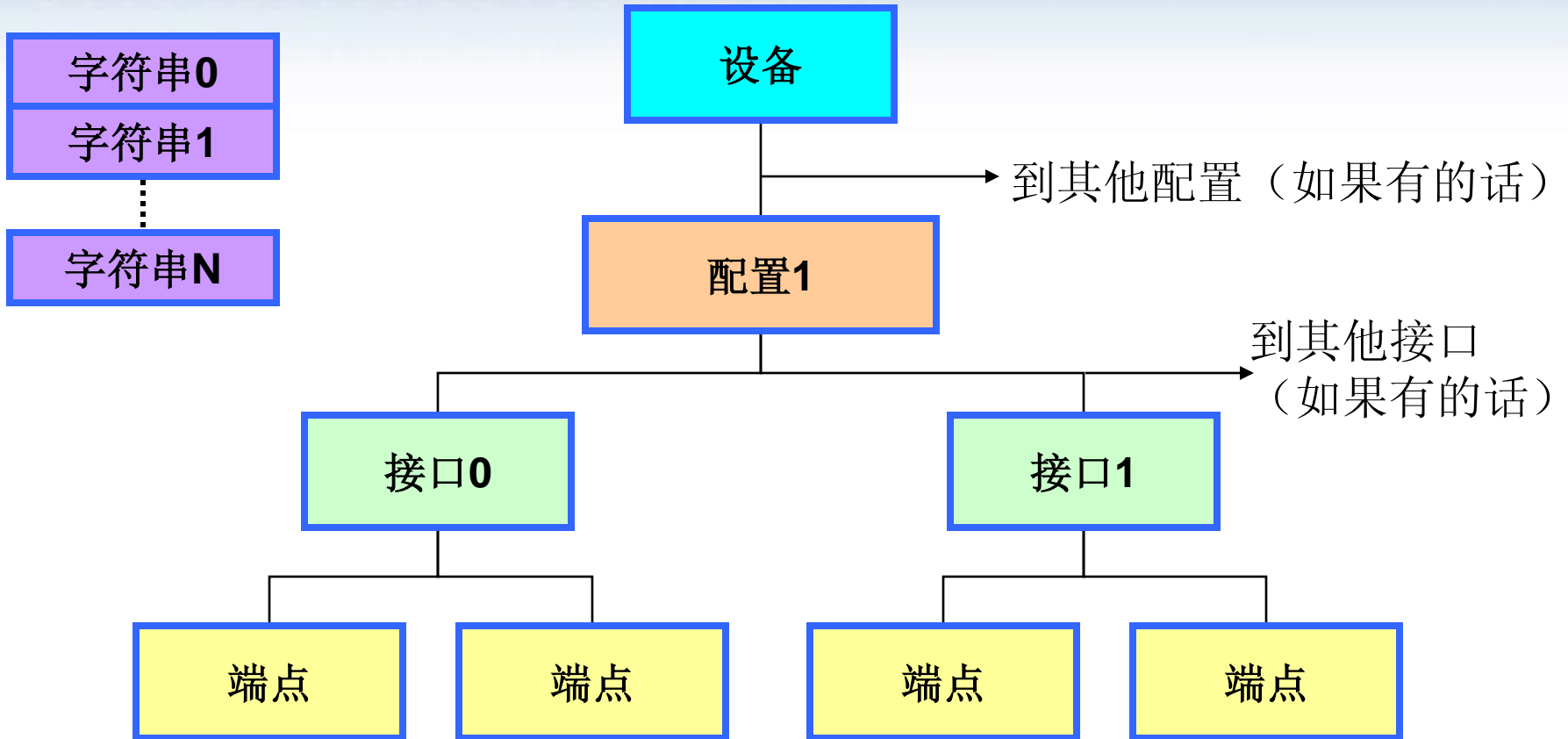
USB PIC[®] MCU





中国技术精英年会

描述符



- 描述符通常存储在非易失性/闪存存储器中



中国技术精英年会

描述符——示例

制造商字符串

Microchip

产品字符串

PICDEM™ USB

其他字符串

Go USB!

Unicode 字符

设备

USB 2.0, VID = 0x04D8,
PID = 0x0007, 配置数, 字符串?

配置1

配置1: 总线供电,
远程唤醒, 500 mA, 接口数

接口0

接口0: HID类, 端点数

端点

端口1输入, 中断传输类型,
64字节缓冲区, 每3 ms轮询一次



中国技术精英年会

VID和PID

- 供应商ID (VID) : 16位数字
 - 销售产品所必需的
 - <http://www.usb.org/developers/vendor>
 - **USD \$2,000**
 - 若未采用经核准的**VID**，在技术和法律上会有麻烦
- 产品ID (PID) : 16位数字
 - **Microchip**的附属授权计划
- 每条产品线都必需有一个惟一的**VID**和**PID**组合



中国技术精英年会

USB符合性

- 符合性测试
 - 要使用**USB**徽标，必须通过该测试
 - 测试费用：**USD ~ \$1,500**
- 用于测试设备是否符合**USB**设备框架和类标准控制请求的工具
 - **USB**协议分析器
 - “**USBCV**”**USB**命令校验器
 - www.usb.org/developers/tools
- 电信号质量
- 功耗管理





中国技术精英年会

第1部分 —— 总结

- 基本原理/架构
 - 最多有**126**个设备共享带宽
 - 主机为主设备
- 主机/设备通信
 - 事务
 - 传输
- 枚举
 - 描述符



中国技术精英年会

第2部分

Microchip的USB解决方案



中国技术精英年会

第2部分 —— 课程安排

- 带有**USB**接口的**Microchip MCU**
- **MCHP USB**框架
- 代码结构



可扩展的USB PIC[®] MCU 产品系列

中国技术精英年会

约40个USB PIC[®] MCU

业界最强大的可扩展
产品、系列和软件
移植路径

性能

PIC18
小型，低功耗和低成本
最高12 MIPS
18至80引脚封装
最大128 KB闪存
最大4 KB RAM
支持USB 2.0设备

PIC24F
中档，带有电容触摸传感功能
最高16 MIPS
64、80和100引脚封装
最大256 KB闪存
最大16 KB RAM
USB 2.0设备、嵌入式主机和OTG

PIC32
高性能，引脚与PIC24F系列兼容
80 MHz, 1.53 DMIPS/MHz
最高80 MIPS
64和100引脚封装
最大512 KB闪存
最大32 KB RAM
USB 2.0设备、嵌入式主机和OTG

- 32位
- 16位
- 8位

统一的MPLAB[®]
集成开发环境

FREE USB Software

- Host Stack
- OTG Stack
- Device Stack
- Class Drivers
- Source Code

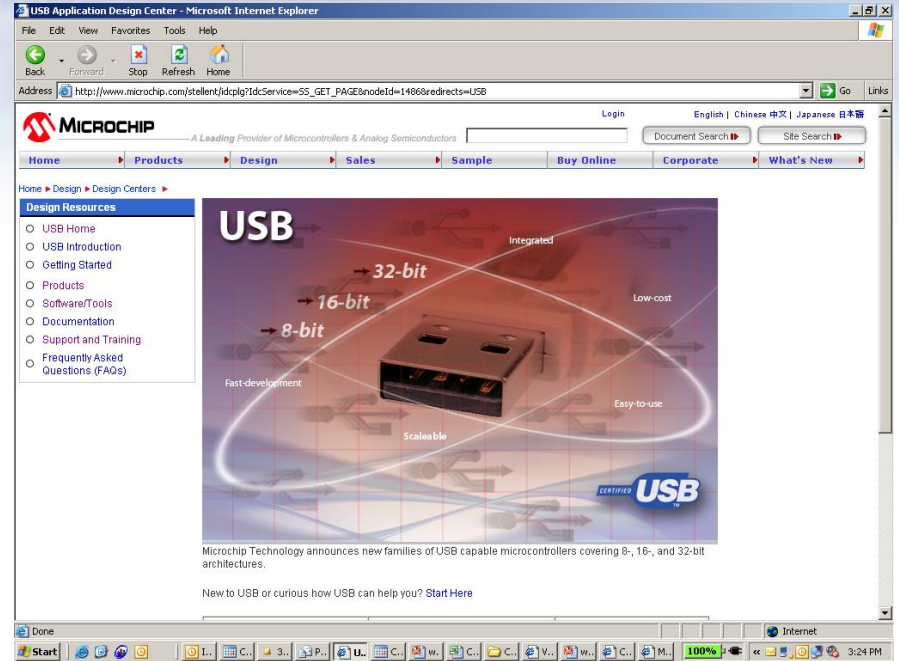
移植



中国技术精英年会

www.microchip.com/usb

● Microchip USB设计中心



- 详细产品信息位于以下网页：
 - www.microchip.com/pic32
 - www.microchip.com/pic24
 - www.microchip.com/pic18
- 从microchipDIRECT购买USB开发板和工具包
 - www.microchipdirect.com





中国技术精英年会

Microchip USB框架

- www.microchip.com/MAL -

● MCHPFSUSB框架

- PIC18F、PIC24F/E、dsPIC33E和PIC32 USB MCU
- 兼容C18/C30/C32编译器
- 以MPLAB® X IDE项目为中心

● 设备栈

- 音频、CCID、CDC、HID、MSD、PHDC和定制
- 轮询或中断驱动

● 嵌入式主机栈

- PIC24F/E、dsPIC33E和PIC32 USB MCU
- 轮询或事件驱动的机制
- 基本Android配件、CDC、充电器、定制、HID、MSD和打印机的客户机驱动程序

● On-The-Go (OTG) 支持

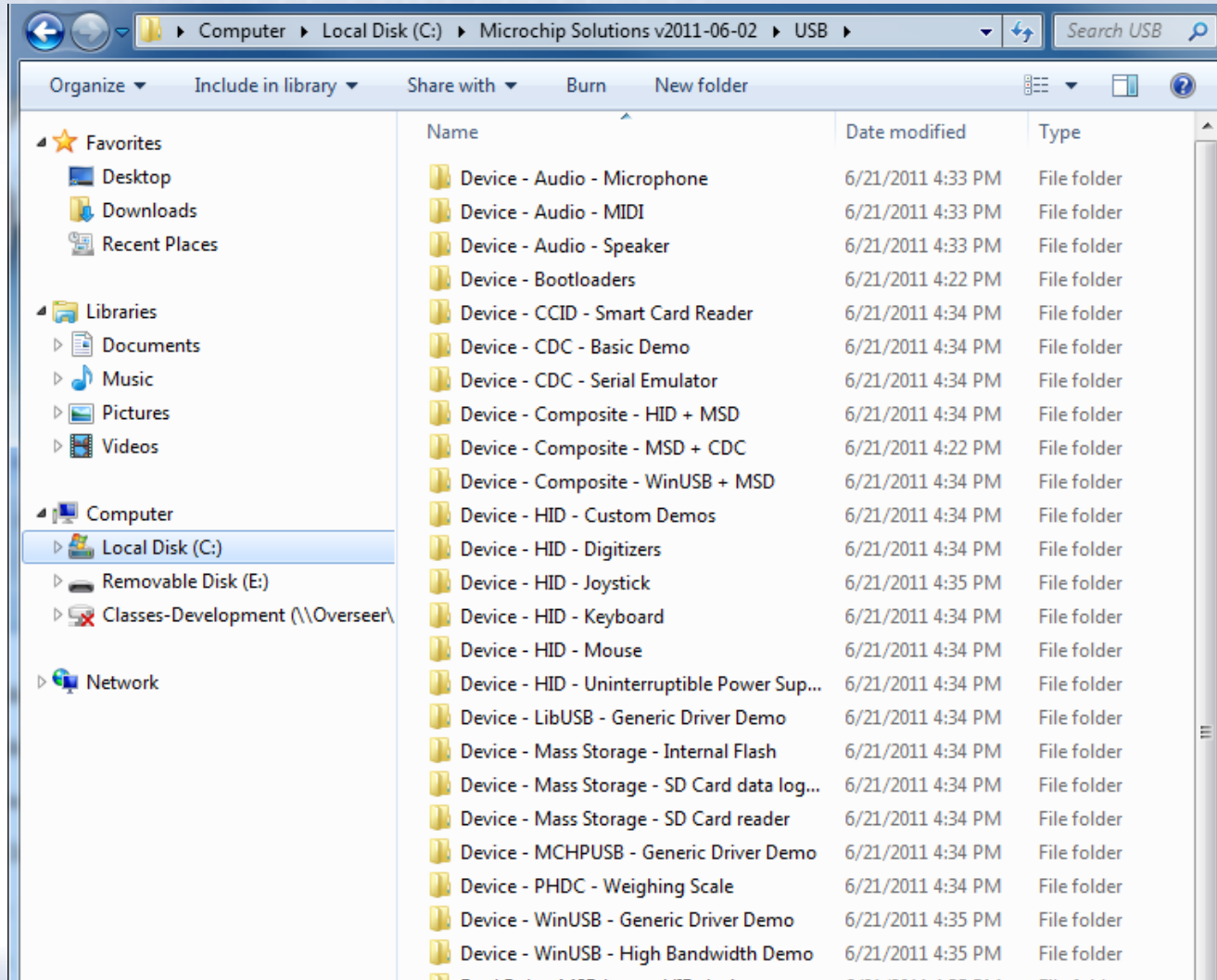
- PIC24F/E、dsPIC33E和PIC32 USB MCU



中国技术精英年会

默认安装目录

C:/Microchip Solutions YYYY-MM-DD/USB





中国技术精英年会

通用USB项目

● 一般结构

./USB/Your application

main.c

usb_descriptors.c

HardwareProfile.h

usb_config.h

} 可编辑的文件

./Microchip

/Include

/USB

/Common

/...



中国技术精英年会

MCHPFSUSB框架

- 可编辑的文件 -

- **HardwareProfile.h**

- 定义电路板及板上硬件的初始化程序

```
// #define USE_SELF_POWER_SENSE_IO
#define tris_self_power          TRISAbits.TRISA2          // Input
#if defined (USE_SELF_POWER_SENSE_IO)
    #define self_power          PORTAbits.RA2
#else
    #define self_power          1
#endif
//#define USE_USB_BUS_SENSE_IO
#define tris_usb_bus_sense      TRISAbits.TRISA1          // Input
#if defined (USE_USB_BUS_SENSE_IO)
    #define USB_BUS_SENSE      PORTAbits.RA1
#else
    #define USB_BUS_SENSE      1
#endif
```



中国技术精英年会

MCHPFSUSB框架

- 可编辑的文件 -

● usb_config.h

- 定义框架选项（使用配置工具）
 - USB定义
 - 设备类使用
 - 端点分配

```
/** DEFINITIONS *****/
#define USB_EP0_BUFF_SIZE 8 // Valid Options: 8,
                             // 16, 32, or 64 bytes.

//#define USB_POLLING
#define USB_INTERRUPT
//#define USB_SPEED_OPTION USB_LOW_SPEED //(not valid option
                                           // for PIC24F devices)

#define USB_SPEED_OPTION USB_FULL_SPEED
#define USB_SUPPORT_DEVICE
#define USB_NUM_STRING_DESCRIPTOR 3
...
/** DEVICE CLASS USAGE *****/
#define USB_USE_CDC
```



中国技术精英年会

MCHPFSUSB框架

- 可编辑的文件 -

● `main.c`

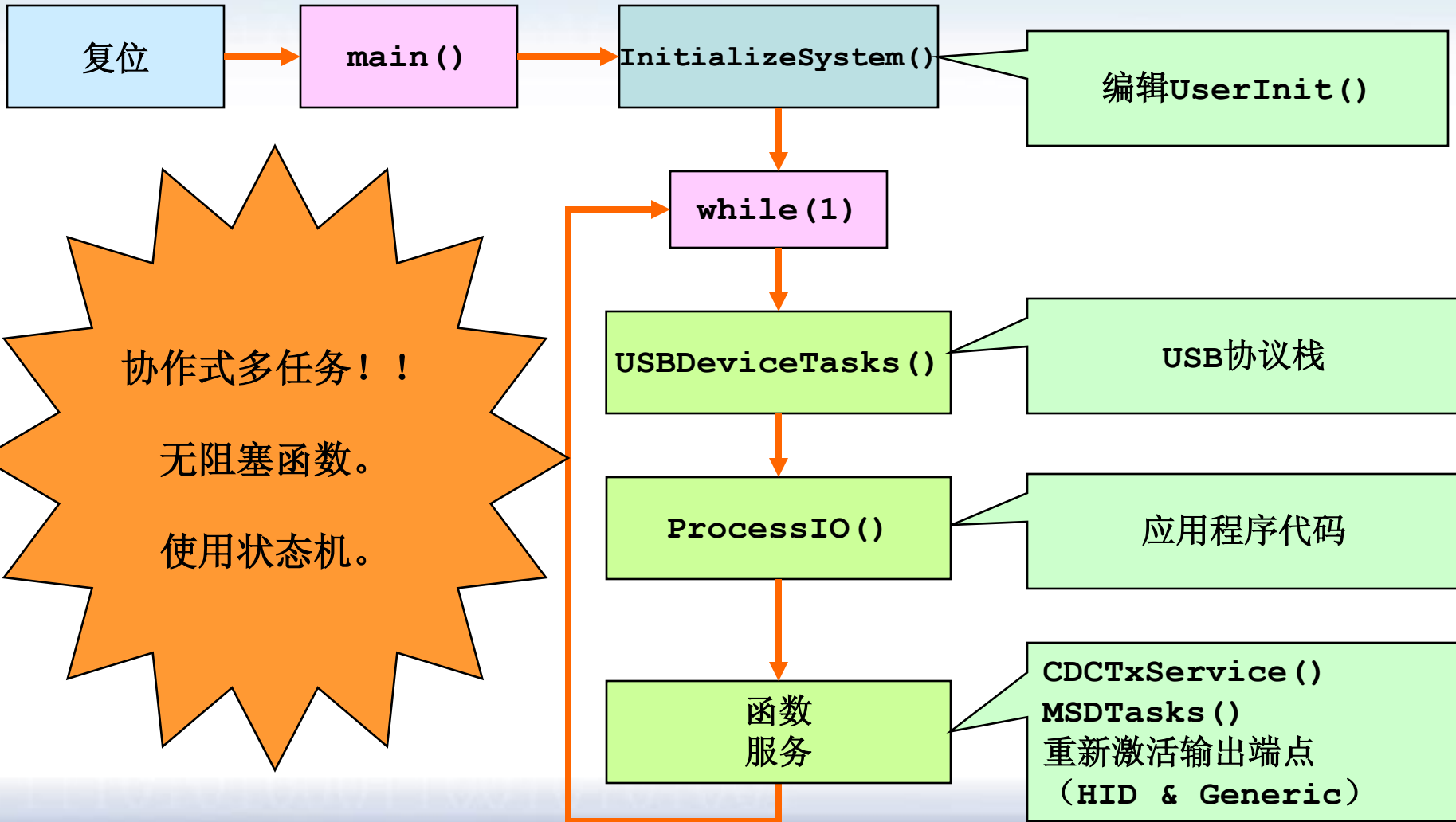
- 包含 `UserInit()`
- 主循环
 - **`USBDeviceTasks()`**
 - 轮询或中断驱动
 - **`ProcessIO()`**
- `Callback function()`



中国技术精英年会

MCHPFSUSB框架

- 轮询式程序流程 -

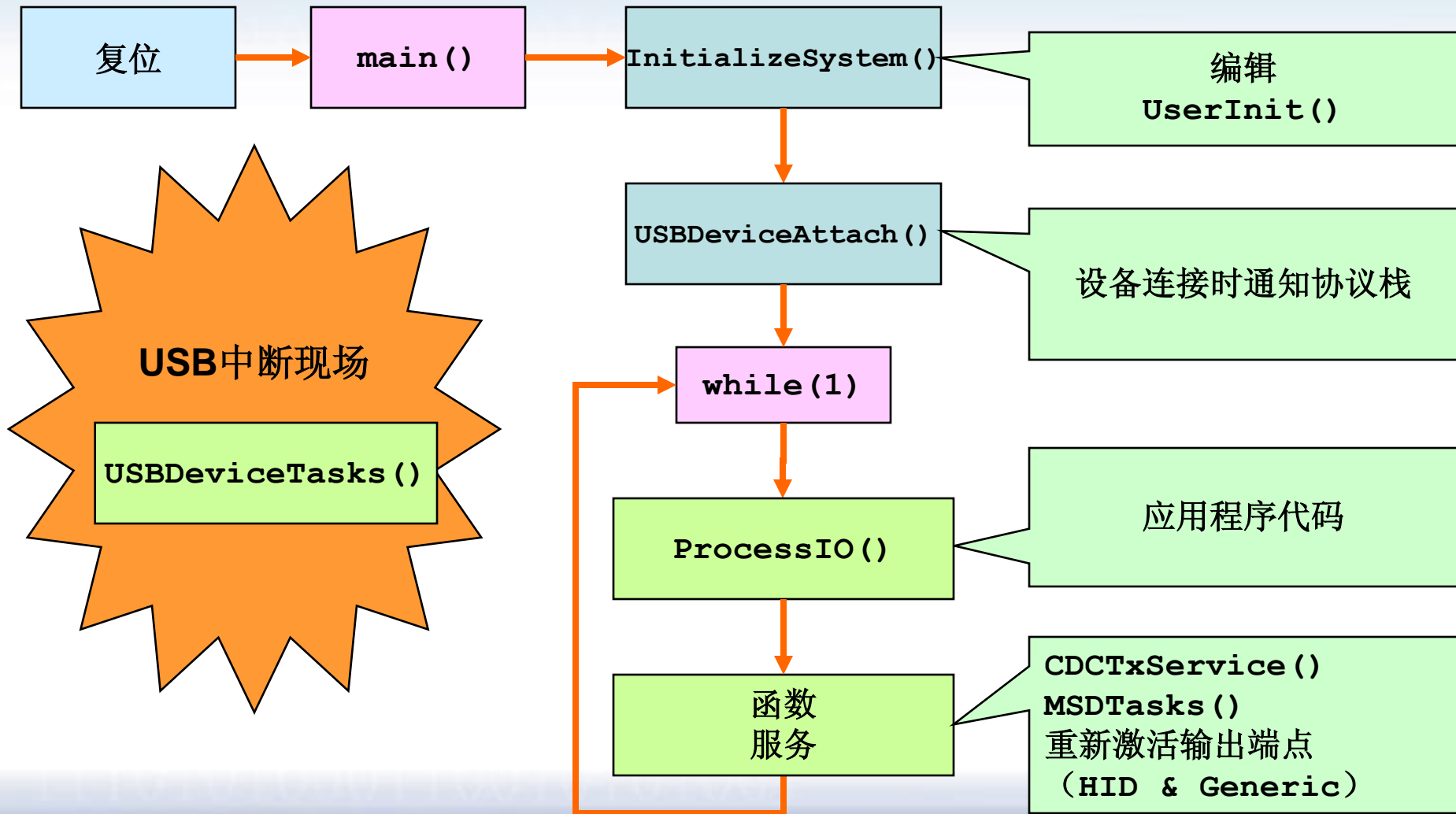




中国技术精英年会

MCHPFSUSB框架

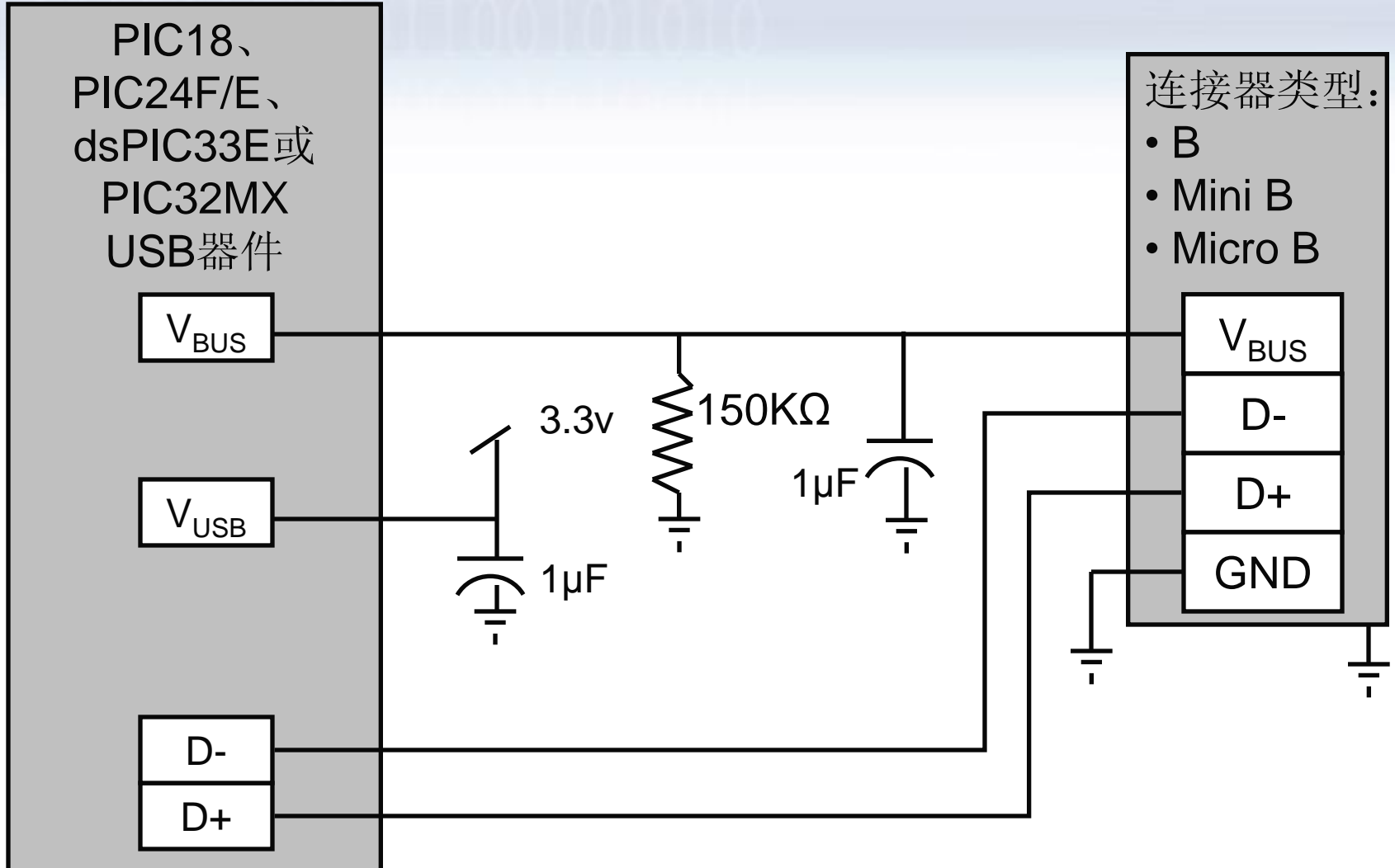
- 中断程序流程 -





中国技术精英年会

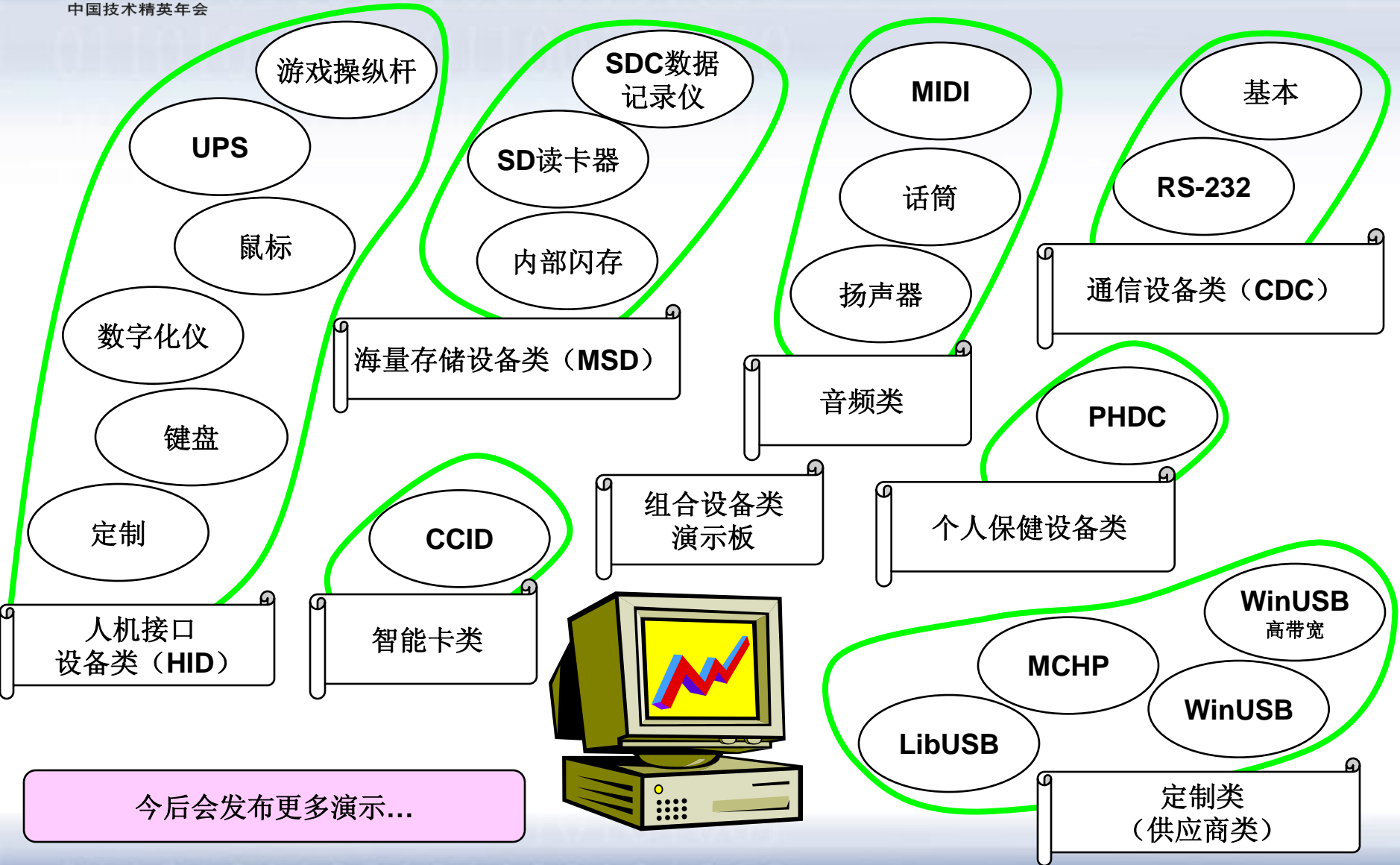
USB设备（外设） 示例电路





中国技术精英年会

可供使用的MCHPFSUSB设备类 框架演示





中国技术精英年会

CDC —— RS-232仿真

PIC[®]单片机

CDC

USB线缆

PC计算机

标准Windows驱动程序

超级终端

需要INF文件
(在MCHPSUSB中提供)

设计注意事项:

- 最大约为80 KBps
- 批量传输
- PC应用程序可以访问设备, 就好像设备连接到串行COM端口一样



中国技术精英年会

人机接口设备 (HID)

PIC[®]单片机

HID\鼠标

HID自举程序

USB线缆

PC计算机

标准Windows驱动程序

HID应用程序

设计注意事项:

- 最大为64 Kbps
- 中断传输类型
- 标准Windows驱动程序
- 定制PC应用程序可通过Win32 API访问HID数据



中国技术精英年会

海量存储设备 (MSD)

请参见AN1189: 采用Microchip USB设备固件框架实现海量存储设备

PIC®单片机

MSD

PC计算机

标准Windows驱动程序

Windows
资源管理器

USB线缆

设计注意事项:

- 类似磁盘驱动器
- 通过USB的快速数据传输
- 最高速度因物理介质接口而异
- 为了便于使用, Microchip应用程序库 (MDDFS) 中提供了一个文件系统



中国技术精英年会

定制类驱动程序

PIC®单片机

通用驱动程序演示

自举程序

PC计算机

MCHPUSB.sys

MPUSBAPI.dll

PDFSUSB.exe

仅二进制

源和二进制

其他C++示例

USB线缆

需要INF文件
(在MCHPFSUSB中提供)

源和二进制

设计注意事项:

- 最大约为1,088 KBps
- 非常灵活（可以是控制、批量和中断传输）
- 不是标准的Windows驱动程序
- 需要PC编程



中国技术精英年会

第2部分 —— 总结

- 如何获取**MCHPUSB**库
- 支持的**USB**类的数量
- **MCHPUSB**代码结构
- **USB**部分的原理图
- **USB**类特性



中国技术精英年会

第3部分

MCP2200和 Microchip CDC类设备框架 (可替代RS-232)



中国技术精英年会

第3部分 —— 课程安排

- **USB到UART转换器（MCP2200）**
- **抽象控制模型**
- **USB 2.0 CDC类概述**
- **Microchip CDC类API**
- **特定于CDC类的请求**
- **可替代RS-232**



中国技术精英年会

为什么要将USB转换为UART

- **挑战——构建两者间的桥梁：**
 - RS232（UART）在当今嵌入式领域仍然十分流行
 - USB —— PC上最流行的通用接口



中国技术精英年会

为什么要将USB转换为UART

- **Microchip提供USB-UART接口解决方案：**
 - 带有UART和USB的PIC[®] MCU
 - 独立解决方案——MCP2200



中国技术精英年会

MCP2200

- **UART到USB 2.0协议转换器**
 - 支持全速USB
 - 可配置，带8个通用I/O引脚
 - 符合USB 2.0规范（经过认证）
 - 使用12 MHz外部时钟
 - 唯一的序列号——在出厂前设定，用于防止COM端口混用



中国技术精英年会

MCP2200 USB特性

- 组合设备
 - HID接口
 - 芯片配置
 - **GPIO操作**
 - **EEPROM存储**
 - CDC接口
 - 仅用于**USB到UART转换**



中国技术精英年会

MCP2200 UART特性

- **UART特性:**
 - 支持的波特率范围（300 bps — 1 Mbps）
 - 硬件流控制信号（RTS/CTS）
 - 提供极性选择（Tx/Rx和RTS/CTS信号可配置为反相逻辑）



中国技术精英年会

MCP2200特性

● USB驱动程序和配置软件

- 虚拟通信端口（VCP）的标准Windows驱动程序——通过USB-CDC类驱动程序
 - Win. XP (SP3)、Vista和Win. 7
 - Linux Kernel 2.4.x、2.6.x及后续版本
- 器件配置实用工具软件
 - 针对不同用途的初始化器件配置
 - 开发
 - 生产



中国技术精英年会

MCP2200其他特性

- 除**USB-UART**转换外的其他特性：
 - 状态引脚
 - 总线活动（**Tx/Rx LED**输出）
 - **USB**暂停状态——引脚给出相关信号
 - **USB**配置状态——引脚给出相关信号
 - **GPIO**操作
 - 用户**EEPROM**为**256**字节，作为非易失性用户存储器



中国技术精英年会

MCP2200配置实用程序

VID和PID

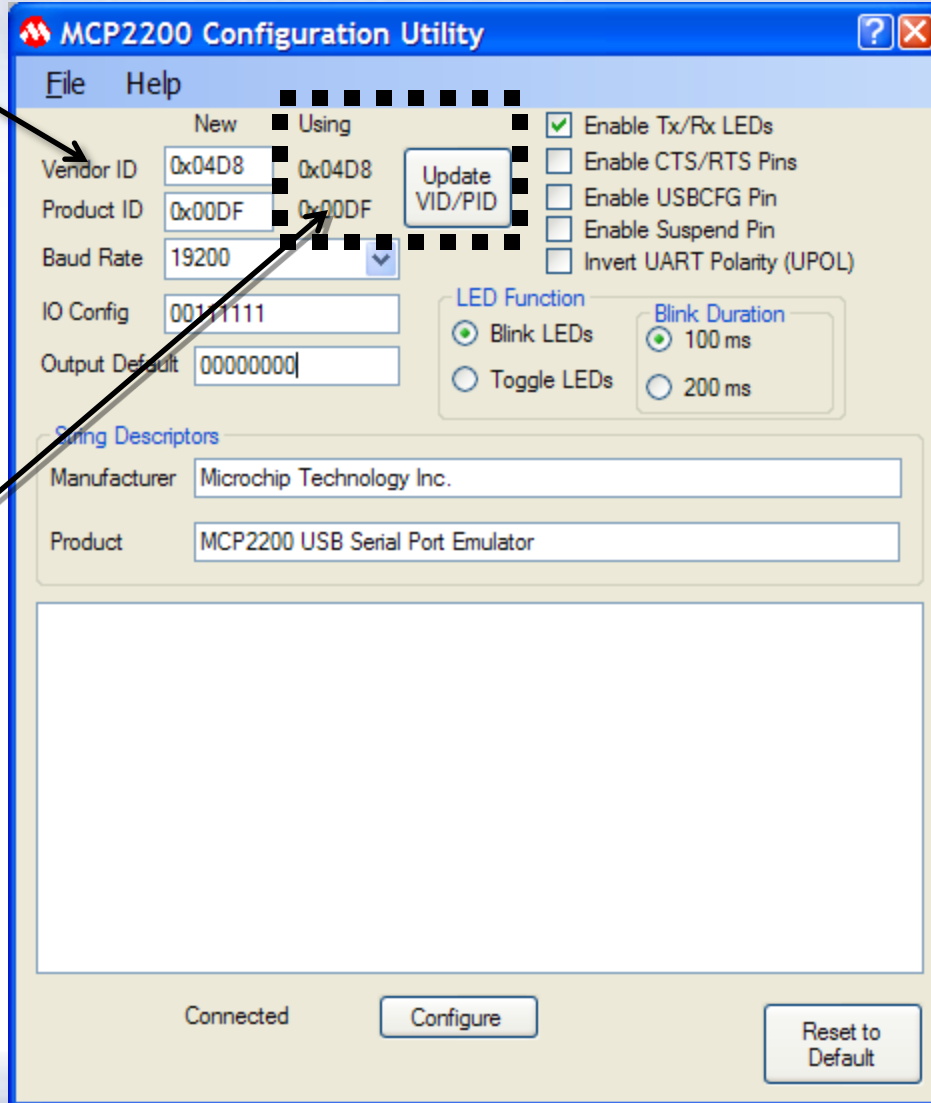
配置
器件



中国技术精英年会

MCP2200配置实用程序

VID和PID



更新GUI,
而不是设备



中国技术精英年会

MCP2200配置实用程序

默认UART

GPIO配置

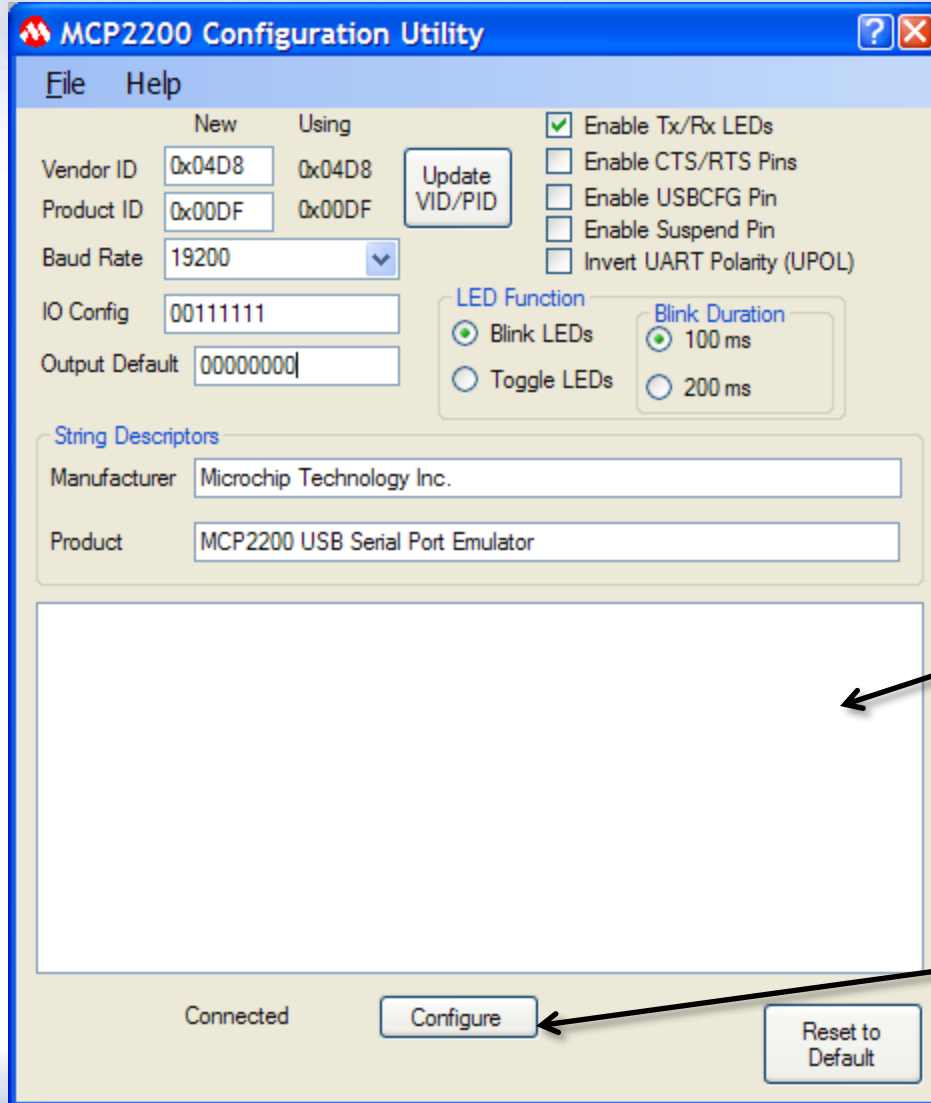
字符串描述符

备用引脚功能



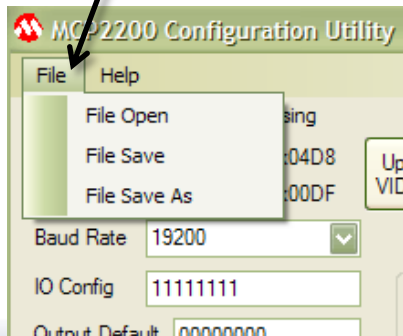
中国技术精英年会

MCP2200配置实用程序



状态窗口

配置设备





中国技术精英年会

USB到RS-232演示板

- 在**VCP**环境中演示**MCP2200**
- 提供**I/O**配置开发方法
- 特性：
 - 用于指示USB与UART间通信的发送和接收LED
 - DB9连接器用于连接到另一个RS-232设备/应用
 - Mini-USB连接器
 - 所有I/O引脚均有测试点
 - RS-232收发器
- 配置、控制软件和**DLL**位于



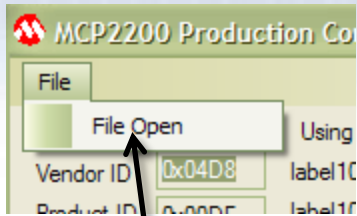
MCP2200EV-VCP

www.microchip.com/usb

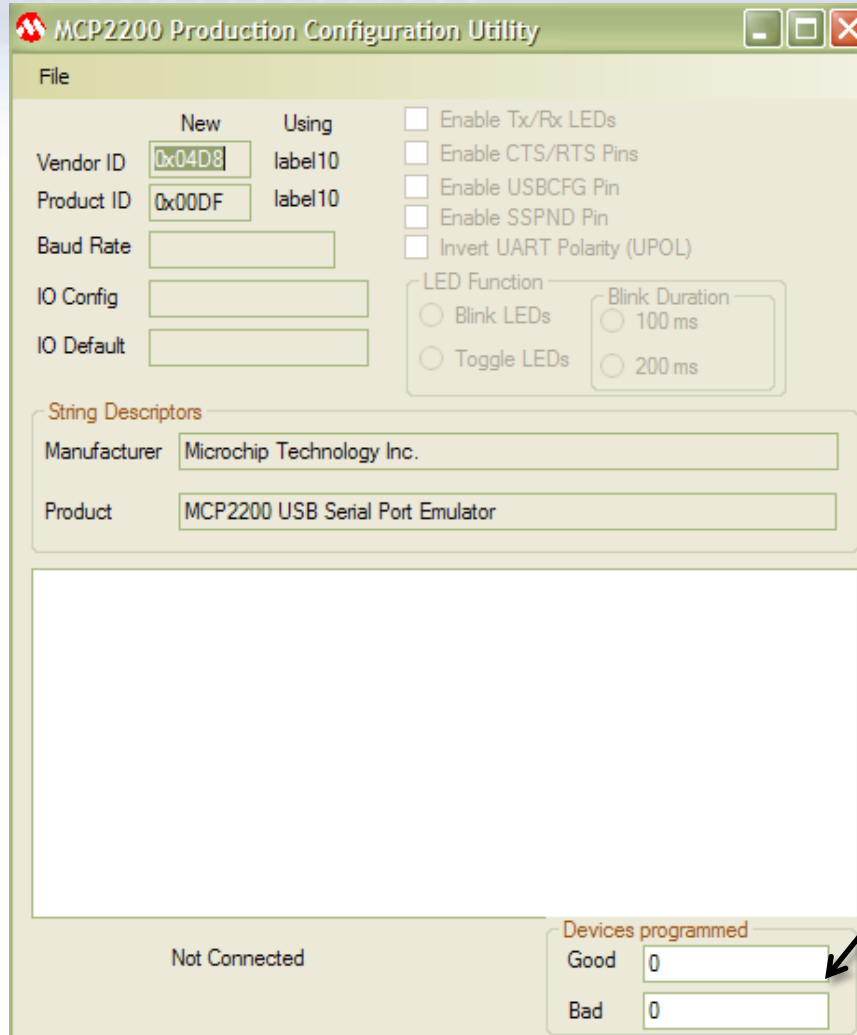


中国技术精英年会

MCP2200生产实用程序



装载生产配置

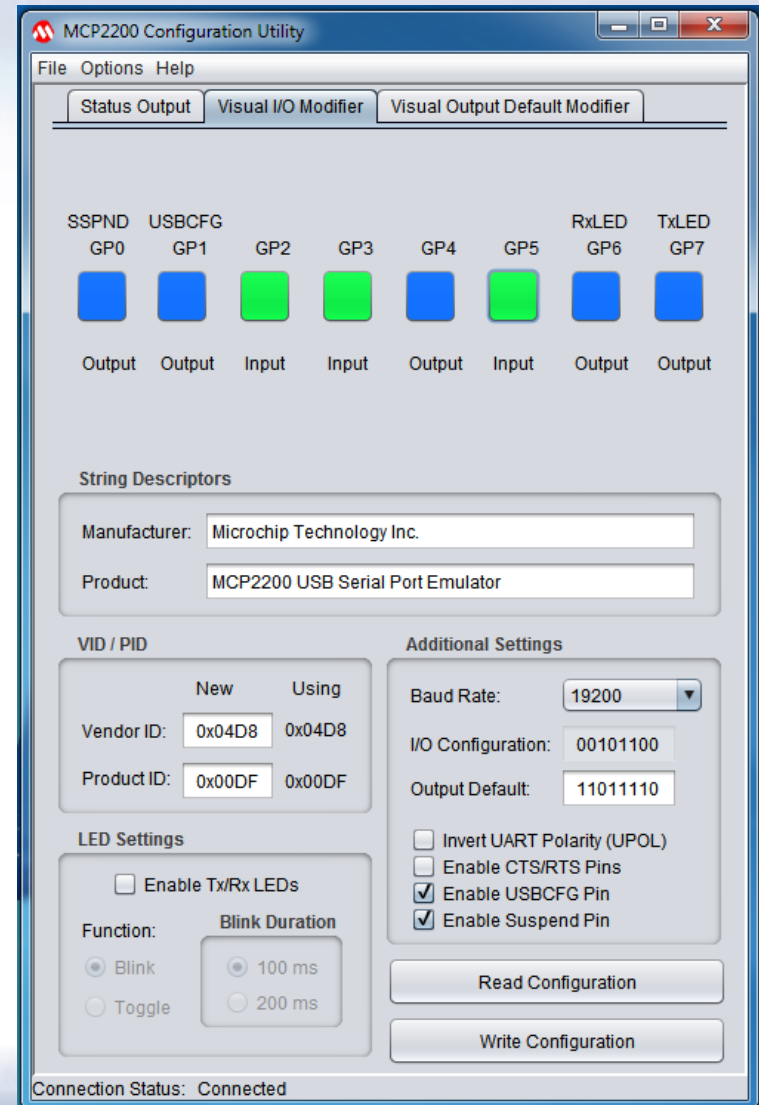
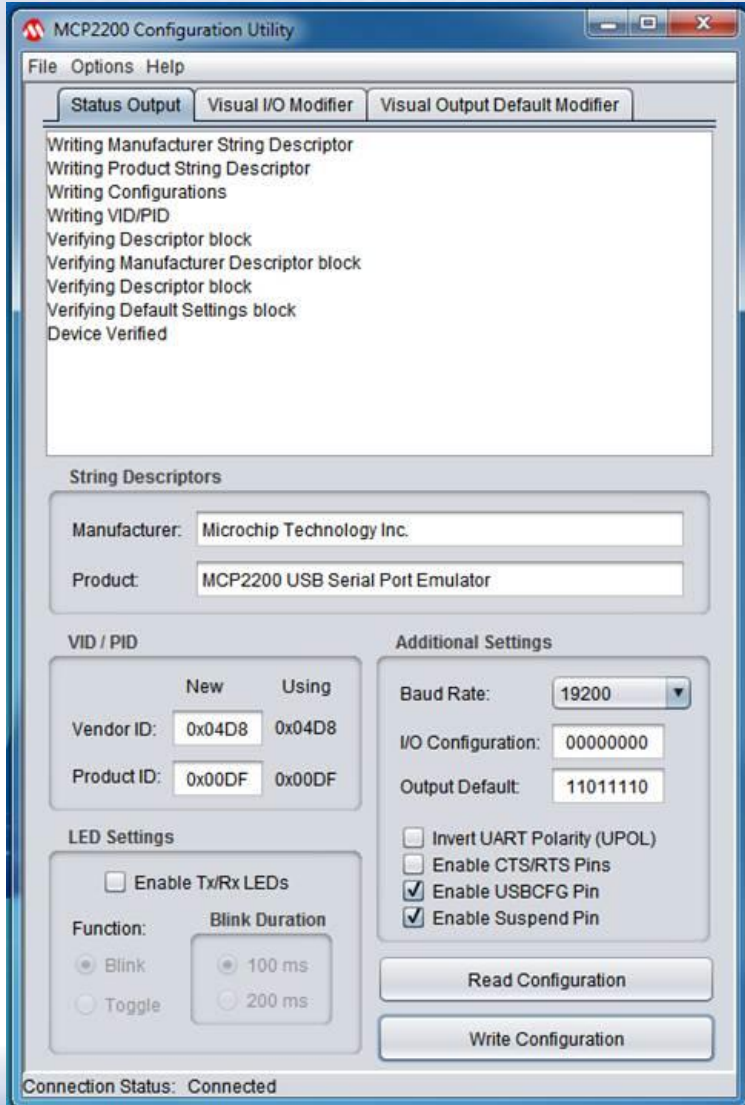


计数器



中国技术精英年会

MCP2200 —— 新的配置 实用程序





中国技术精英年会

MCP2200.INF文件更改

```

;-----
; Vendor and Product ID Definitions
;-----
; When developing your USB device, the VID and PID used in the PC side
; application program and the firmware on the microcontroller must match.
; Modify the below line to use your VID and PID. Use the format as shown below.
; Note: One INF file can be used for multiple devices with different VID and PIDs.
; For each supported device, append ",USB\VID_XXXX&PID_YYYY" to the end of the line.
;-----

```

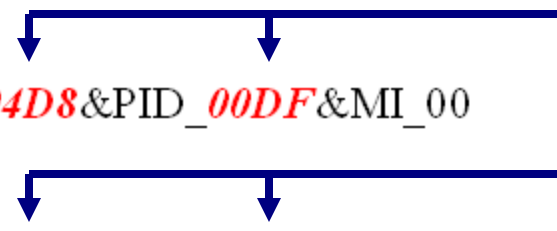
```

[SourceDisksFiles]
[SourceDisksNames]
[DeviceList]
%DESCRIPTION%=DriverInstall, USB\VID_04D8&PID_00DF&MI_00

[DeviceList.NTamd64]
%DESCRIPTION%=DriverInstall, USB\VID_04D8&PID_00DF&MI_00

```

相应输入新的
VID/PID对





中国技术精英年会

MCP2200.INF文件更改

```
[DeviceList]
%DESCRIPTION%=DriverInstall, USB\VID_04D8&PID_00DF&MI_00
```

```
[DeviceList.NTamd64]
%DESCRIPTION%=DriverInstall, USB\VID_04D8&PID_00DF&MI_00
```

```
;-----
; String Definitions
;-----
;Modify these strings to customize your device
;-----
```

根据您的需求更改字符串

```
[Strings]
MFGFILENAME="MCP2200"
DRIVERFILENAME = "usbser"
MFGNAME="Microchip Technology, Inc."
INSTDISK="Microchip Technology, Inc. Installation Disc"
DESCRIPTION="USB Serial Port"
SERVICE="USB RS-232 Emulation Driver"
```

← 仅这行保持不变!



中国技术精英年会

为什么要将USB转换为UART

- 带有**UART**和**USB**的**PIC[®] MCU**
 - 特性：
 - 完整的集成解决方案（包括**USB**和**UART**外设），仅需桥接固件
 - 目标**MCU**的用途不局限于**USB**到**UART**转换；其余的外设还可他用



中国技术精英年会

CDC-ACM管道

设备

(制造商: Microchip Technology)
(产品: CDC RS-232仿真演示板)
(VID_PID: 04d8_000a)

配置1

(主动)

接口0

(通信类接口)

端点2

(中断—输入)

接口1

(数据类接口)

端点3

(批量—输出)

端点3

(批量—输入)

端点0

(控制—输出)

端点0

(控制—输入)

usbser.sys

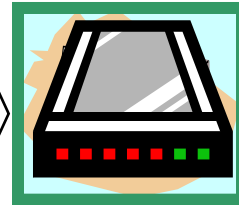
Windows中的通信管道

通知

通用数据

模拟/数字I/O

MCHPFSUSB
CDC TX/RX
功能

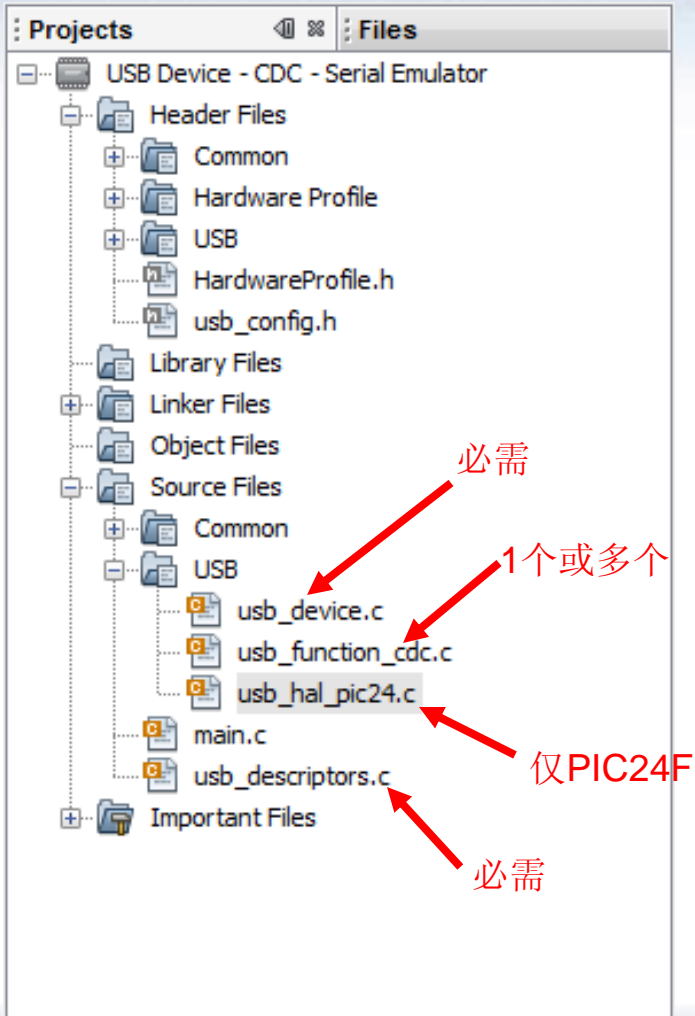


特定于ACM
类的请求
(设备管理)



中国技术精英年会

通用USB设备项目



- 必须有main()函数 (main.c)
- 必须包含：
usb_device.c
usb_descriptors.c
- 可包含一个或多个功能驱动程序
(组合设备)
- 编译选项的搜索路径中必须包含
“<user>\microchip\include”
路径



中国技术精英年会

示例 - CDC设备 -

```
BOOL USER_USB_CALLBACK_EVENT_HANDLER
(USB_EVENT event, void *pdata, WORD size)
{
    switch (event)
    {
        case EVENT_CONFIGURED:
            CDCInitEP();
            break;

        case EVENT_EP0_REQUEST:
            USBCheckCDCRequest();
            break;

        default:
            break;
    }
    return TRUE;
}
```



中国技术精英年会

MCHPFSUSB框架

- 可编辑的文件 -

- **usb_descriptors.c**
 - 定义您的设备描述符
 - VID和PID
 - 特定于类（可能不需要更改）
 - 字符串

```
/* Device Descriptor */  
ROM USB_DEVICE_DESCRIPTOR device_dsc=  
{ 0x12, // Size of this descriptor (byte)  
  USB_DESCRIPTOR_DEVICE, // DEVICE descriptor type  
  0x0200, // USB Spec Release Number  
  My_Class_code, // Class code  
  My_Subclass_code, // Subclass code  
  My_Protocol_code, // Protocol code  
  EP0_BUFF_SIZE, // Max packet size for EP0  
  My_VID, // Vendor ID  
  My_PID, // Product ID  
};
```

...



中国技术精英年会

MCHPFSUSB框架

- 可编辑的文件 -

- **HardwareProfile.h**
 - 定义您的电路板和硬件初始化程序

```
// #define USE_SELF_POWER_SENSE_IO
#define tris_self_power          TRISAbits.TRISA2          // Input
#if defined(USE_SELF_POWER_SENSE_IO)
    #define self_power          PORTAbits.RA2
#else
    #define self_power          1
#endif
//#define USE_USB_BUS_SENSE_IO
#define tris_usb_bus_sense      TRISAbits.TRISA1          // Input
#if defined(USE_USB_BUS_SENSE_IO)
    #define USB_BUS_SENSE      PORTAbits.RA1
#else
    #define USB_BUS_SENSE      1
#endif
```

...



中国技术精英年会

MCHPFSUSB 框架

- 可编辑的文件 -

● usb_config.h

- 定义框架选项（使用配置工具）
 - USB定义
 - 设备类使用
 - 端点分配

```
/** DEFINITIONS *****/
#define USB_EP0_BUFF_SIZE 8 // Valid Options: 8,
                             // 16, 32, or 64 bytes.

//#define USB_POLLING
#define USB_INTERRUPT
//#define USB_SPEED_OPTION USB_LOW_SPEED //(not valid option
                                           // for PIC24F devices)

#define USB_SPEED_OPTION USB_FULL_SPEED
#define USB_SUPPORT_DEVICE
...
/** DEVICE CLASS USAGE *****/
#define USB_USE_CDC
...
```



中国技术精英年会

代码示例

Main.c

```
#include "../USB/usb.h"
#include "../USB/usb_function_cdc.h"
#include "HardwareProfile.h"

void UserInit(void) {
    ...
}

void ProcessIO(void) {
    if((USBDeviceState < CONFIGURED_STATE) || (USBSuspendControl==1)) return;
    ...
    CDCTxService();
}

static void InitializeSystem(void) {
    #if define ...
    #endif
    UserInit();
    USBDeviceInit();
}

int main(void) {
    InitializeSystem();
    while(1) {
        USBDeviceTasks();
        ProcessIO();
    }
}
```

需要 (usb_config.h由usb.h调用)

在此输入初始化代码

在此输入应用程序代码 (状态机)

条件编译
(无需修改)

(无需修改)

USBDeviceTasks ()
在中断服务程序中执行
(高优先级PIC18,
_USB1Interrupt ()
PIC24和PIC32)



中国技术精英年会

MCHPFSUSB PC工具

- **Microchip通用USB驱动程序**
一款通用的Windows®驱动程序，可供Windows应用程序使用，以便与定制类USB设备接口
- **PICDEM™ FS USB演示工具**
一款安装在计算机上的程序，用于通过基于Windows GUI的应用程序演示使用Microchip定制类驱动程序的基本USB通信
- **USB CDC串行演示程序**
首次将CDC设备连接到PC时需要向Windows提供的简单.inf文件
- **Microchip USB OTG配置工具**
有助于生成USB协议栈所需配置文件的易用接口

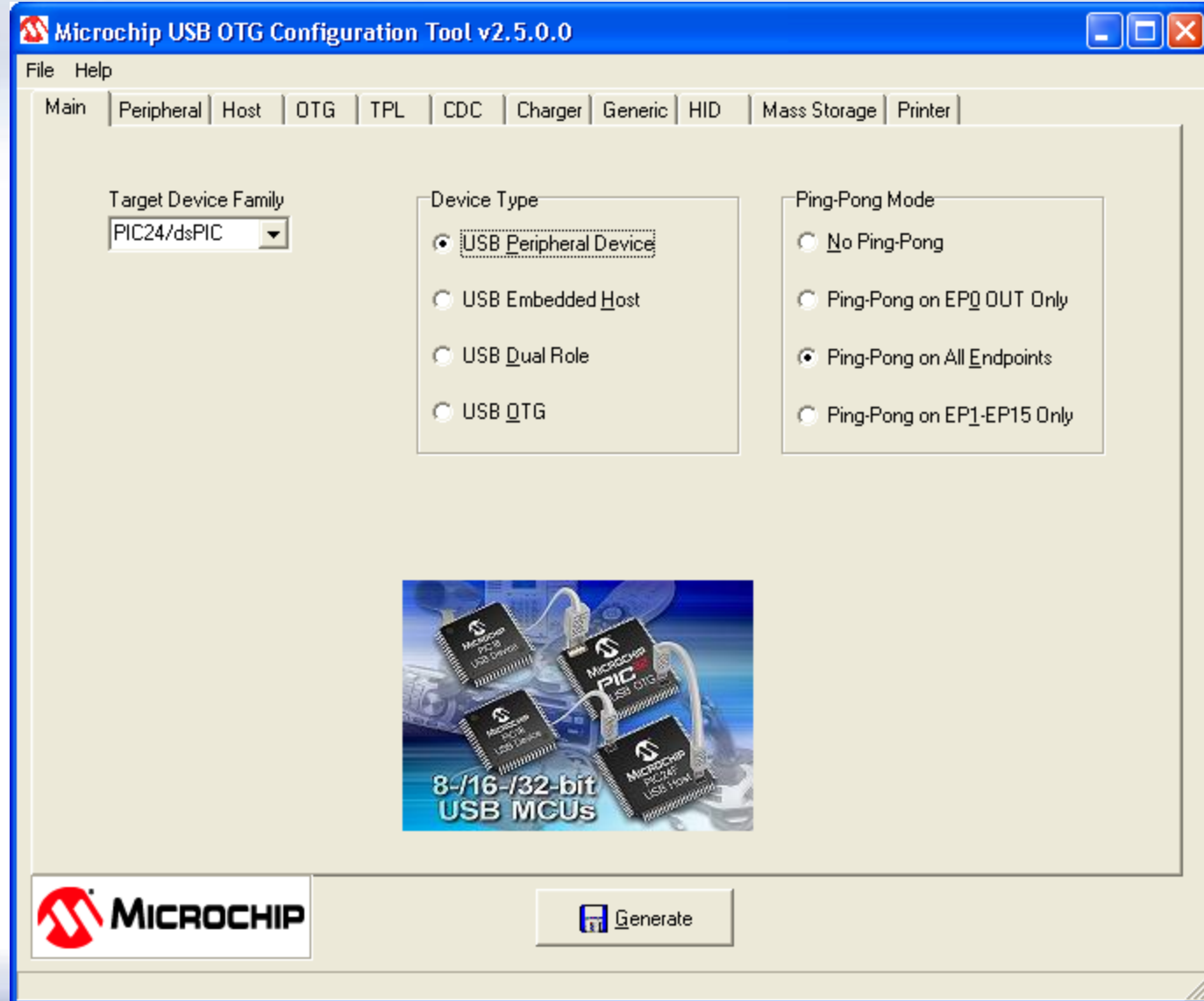


中国技术精英年会

USB配置工具

Main (主) 选项卡

- Target Device (目标设备)
- Device Type (设备类型)
- Ping-Pong Mode (乒乓模式)





中国技术精英年会

USB配置工具

Peripheral (外设)

选项卡:

- VID和PID
- 速度
- USB操作
- 收发器选项
- 设备和配置描述符指针
- 端点0缓冲区尺寸
- 接口数
- 字符串数

The screenshot shows the Microchip USB OTG Configuration Tool v2.5.0.0. The interface includes a menu bar (File, Help) and a tabbed menu (Main, Peripheral, Host, OTG, TPL, CDC, Charger, Generic, HID, Mass Storage, Printer). The 'Peripheral' tab is active, displaying a message: "Peripheral Mode must be configured for the application." Below this, there are several configuration sections:

- Peripheral Identification:** Vendor ID (VID): 0x04D8, Product ID (PID): 0x000A.
- USB Speed:** Radio buttons for Low Speed and Full Speed (selected).
- USB Operation:** Radio buttons for Polling and Interrupts (selected).
- Transceiver:** Radio buttons for Internal (selected) and External.
- Internal Pull-ups:** Radio buttons for Enabled (selected) and Disabled.
- Device Descriptor:** A checked checkbox for "Custom Device Descriptor Name and External Declaration". Below it are two text boxes: "&device_dsc" and "extern ROM USB_DEVICE_DESCRIPTOR device_dsc".
- Configuration Descriptor:** A checked checkbox for "Custom Configuration Descriptor Name and External Declaration". Below it are two text boxes: "USB_CD_Ptr" and "extern ROM BYTE *ROM USB_CD_Ptr[]".
- Right-side settings:** Four dropdown menus: EPO Buffer Size (8), Maximum Alternate Interfaces (1), Highest Endpoint Number Used (3), and Number of String Descriptors (3).

At the bottom, there is a Microchip logo and a "Generate" button.

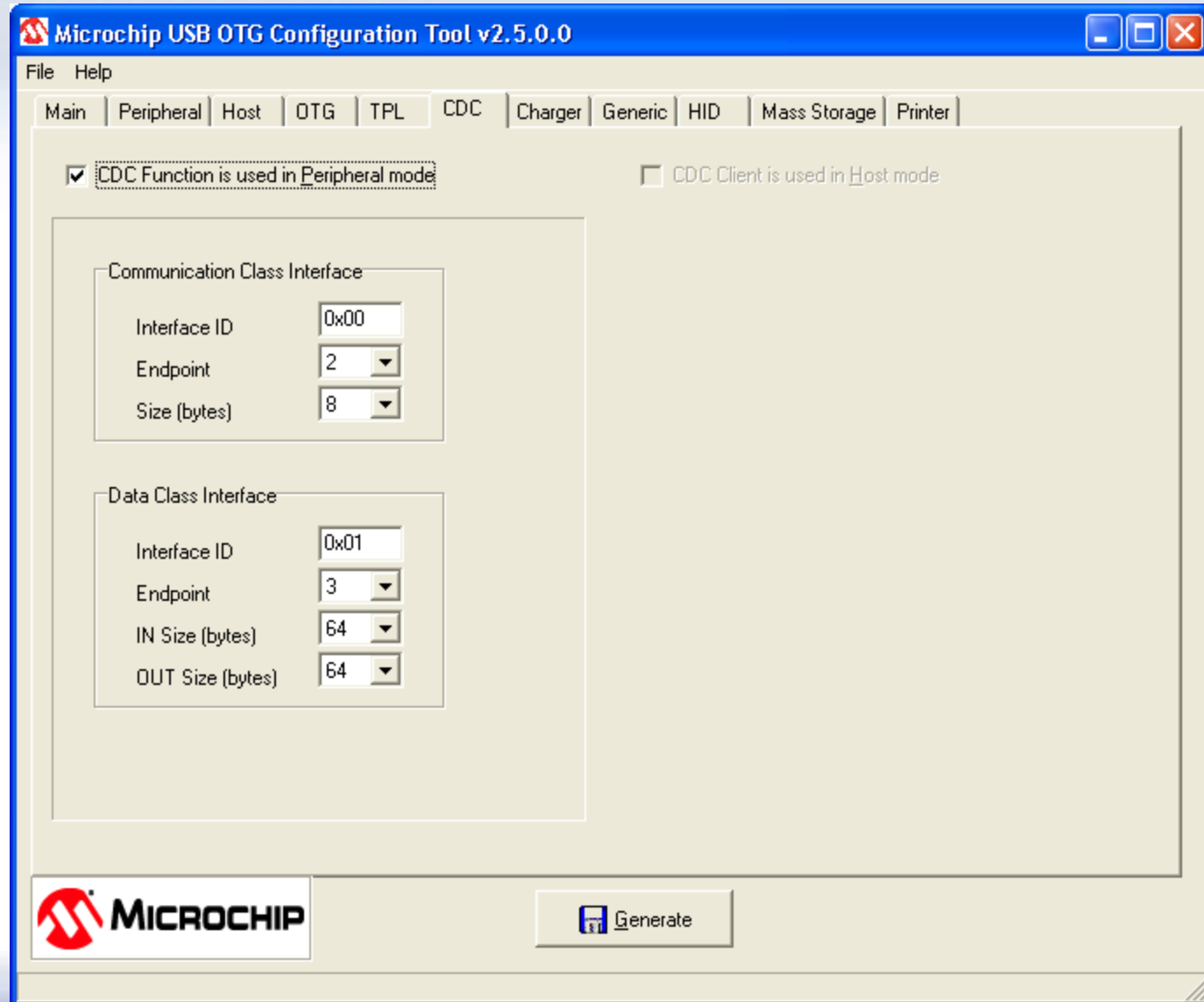


中国技术精英年会

USB配置工具

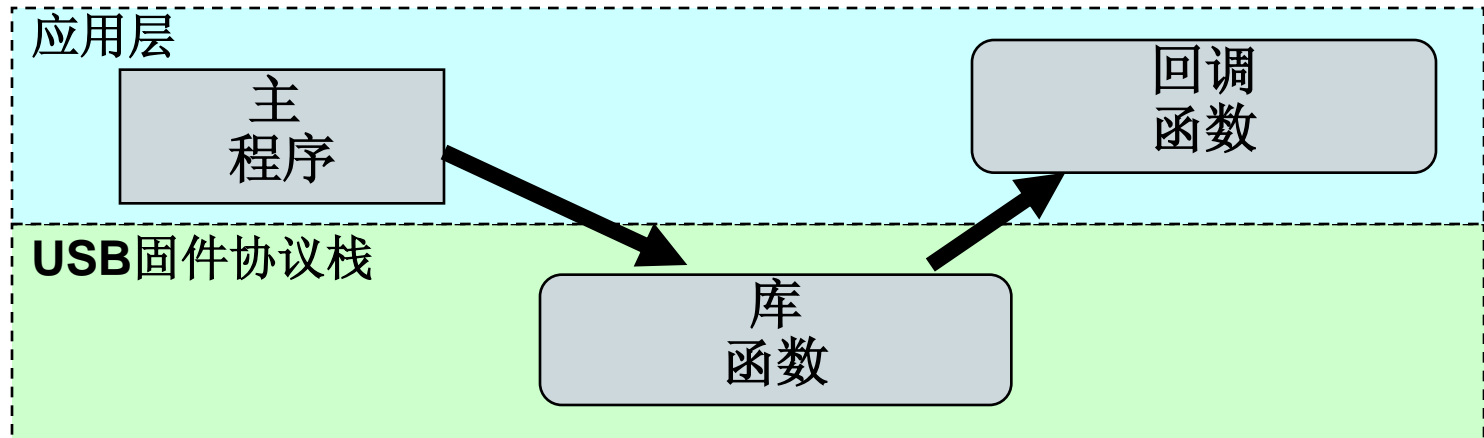
功能:

- 特定于类的接口选项
- 使用的端点
- 端点配置



回调函数

- **USB固件协议栈**将调用一个回调函数来响应特定的**USB事件**



- 您可修改回调函数，以便针对每种条件采取相应的操作



中国技术精英年会

事件处理函数

- **BOOL USER USB CALLBACK EVENT HANDLER
(USB EVENT event, void *pdata,
WORD size)**

参数:

- USB_EVENT event
事件的类型
- void *pdata
指向事件数据的指针
- WORD size
事件数据的尺寸

输出:

- 函数应返回TRUE（未使用）



中国技术精英年会

USB设备相关事件

- **EVENT_NONE** 未发生事件（无事件）。
- **EVENT_TRANSFER** USB传输已完成。
- **EVENT_SOF** 接收到USB起始帧令牌。
- **EVENT_RESUME** 接收到设备模式恢复。
- **EVENT_SUSPEND** 接收到设备模式暂停/空闲事件。
- **EVENT_RESET** 接收到设备模式总线复位。
- **EVENT_STALL** 发生停止事件。
- **EVENT_SETUP** 接收到建立数据包（数据：SETUP_PKT）。
- **EVENT_CONFIGURED** 通知接收到SET_CONFIGURATION()命令。
- **EVENT_SET_DESCRIPTOR** 接收到SET_DESCRIPTOR请求。
- **EVENT_EP0_REQUEST** 接收到协议栈不知如何处理的端点0请求。最常见的是请求一个类驱动程序。请参见类驱动程序文档，获取有关在接收到这类请求后，该如何操作的信息。
- **EVENT_BUS_ERROR** USB上发生传输错误。



中国技术精英年会

CDC RS-232 仿真API

● 公共API成员:

```
void putrsUSBUSART (const ROM char *data) ;
```

```
void putsUSBUSART (char *data) ;
```

```
void putUSBUSART (char *data, BYTE Length) ;
```

```
BYTE getsUSBUSART (char *buffer, BYTE len) ;
```

```
void CDCTxService (void) ;
```

```
void CDCInitEP (void) ;
```

```
void USBCheckCDCRequest (void) ;
```




中国技术精英年会

CDC和COM端口编号

- 防止不希望出现的“COM端口混用”
 - 包含序列号字符串的设备会保留分配的虚拟COM端口号，即便将该设备移至系统中的不同USB端口也是如此。



中国技术精英年会

CDC类

- 使用**CDC**类的优点：
 - 重用现有的**OS**驱动程序（**Windows**[®]、**Linux**和**MAC**）
 - 对于**Windows**系统，绝大多数设备均为即插即用（需要**.inf**文件）
- 速度：
 - **~640 Kbps = ~80 KBps**
 - 较**RS-232 (UART)** 快
 - 全速**USB**设备（低速**USB**设备不具备批量传输端点）
- 无硬件握手



中国技术精英年会

CDC类

- 占用程序存储容量：~ 6 KB
- 应用笔记
 - AN1164：嵌入式设备上的USB CDC类
- 在库帮助文件中对API进行了描述：
 - [C:/Microchip Solutions vYYYY-MM-DD/
Microchip/Help/MCHPFSUSB Library Help.chm](C:/Microchip Solutions vYYYY-MM-DD/Microchip/Help/MCHPFSUSB Library Help.chm)
- 若需要更快的数据传输速率，该怎么办？
 - 考虑使用现有的定制类驱动程序和供应商类功能驱动程序框架...



中国技术精英年会

第3部分 —— 总结

- **CDC类提供了一种替换RS232的简单选项**
- **不需更改PC软件**
- **序列号字符串防止“COM端口混用”**



中国技术精英年会

第4部分

USB HID类



中国技术精英年会

课程安排

- **HID设备类**
- **HID报告描述符**
- **使用HID功能驱动程序API**
- **MCHPHID DLL实现方式**
- **HID总结 —— 优缺点**



中国技术精英年会

HID局限性

- 仅可用于中断传输
- 每次事务的数据量最多**64字节 (FS)**
- 每帧不会超过一次事务。
- 每秒最多**1000帧**
 - 最大数据传输速率：**64 KBps**



中国技术精英年会

HID报告描述符

- “报告”传输的HID数据
- 报告描述符
 - 设备发送数据的详细描述
 - 告知主机如何解析数据
 - 主机在枚举期间发送获取报告描述符（**Get Report Descriptor**）的特定于类的请求



中国技术精英年会

usb_config.h

- 在创建HID描述符表后，需要更新这一字段，才能使用HID PC DLL功能

```
/* HID */  
#define HID_INTF_ID                0x00  
#define HID_EP                     1 ← Leave at 1  
#define HID_INT_OUT_EP_SIZE       3  
#define HID_INT_IN_EP_SIZE        3  
#define HID_NUM_OF_DSC             1  
#define HID_RPT01_SIZE             29
```



中国技术精英年会

MCHPFSUSB软件框架

- 设备描述符表 -

- **usb_descriptors.c**

- 描述符

- 设备描述符

```
/* Device Descriptor */  
ROM USB_DEVICE_DESCRIPTOR device_dsc=  
{ 0x12, // Size of this descriptor in bytes  
  USB_DESCRIPTOR_DEVICE, // DEVICE descriptor type  
  0x0200, // USB Spec Release Number  
  HID_DEVICE, // Class Code  
  0x00, // Subclass code  
  0x00, // Protocol code  
  EP0_BUFF_SIZE, // Max packet size for EP0,  
  0x04D8, // Vendor ID  
  0x000C, // Product ID
```

...



中国技术精英年会

MCHPFSUSB软件框架

- 设备描述符表 -

- **usb_descriptors.c**

- 描述符

- 配置描述符

...

```
/* Configuration Descriptor */
0x09, //sizeof(USB_CFG_DSC),      // Size of this descriptor in bytes
USB_DESCRIPTOR_CONFIGURATION, // CONFIGURATION descriptor type
0x29, 0x00,                      // Total length of data for this cfg
1,                                // Number of interfaces in this cfg
1,                                // Index value of this configuration
0,                                // Configuration string index
_DEFAULT | _SELF,               // Attributes, see usb_device.h
50,                              // Max power consumption (2X mA)
```

...



中国技术精英年会

MCHPFSUSB软件框架

- 设备描述符表 -

- **usb_descriptors.c**

- 描述符

- 接口描述符

```
...  
/* Interface Descriptor */  
    0x09, //sizeof(USB_INTF_DSC), // Size of this descriptor in bytes  
    USB_DESCRIPTOR_INTERFACE, // INTERFACE descriptor type  
    0, // Interface Number  
    0, // Alternate Setting Number  
    2, // Number of endpoints in this intf  
    HID_INTF, // Class code  
    0, // Subclass code  
    0, // Protocol code  
    0, // Interface string index  
...
```



中国技术精英年会

MCHPFSUSB软件框架

- 设备描述符表 -

- **usb_descriptors.c**

- 描述符

- 特定于HID类的描述符

```
/* HID Class-Specific Descriptor */
0x09, //sizeof(USB_HID_DSC)+3, // Size of this descriptor in bytes
DSC_HID, // HID descriptor type
0x11,0x01, // HID Spec Release Number in BCD format (1.11)
0x00, // Country Code (0x00 for Not supported)
HID_NUM_OF_DSC, // Number of class descriptors
DSC_RPT, // Report descriptor type
HID_RPT01_SIZE,0x00, // Size of the report descriptor
```



中国技术精英年会

MCHPFSUSB软件框架

- 设备描述符表 -

● usb_descriptors.c

● 描述符

● 端点描述符

```
/* Endpoint Descriptor */
0x07, /*sizeof(USB_EP_DSC)*/
USB_DESCRIPTOR_ENDPOINT, //Endpoint Descriptor
HID_EP | _EP_IN, //EndpointAddress
_INTERRUPT, //Attributes
0x40, 0x00, //size
0x01, //Interval
/* Endpoint Descriptor */
0x07, /*sizeof(USB_EP_DSC)*/
USB_DESCRIPTOR_ENDPOINT, //Endpoint Descriptor
HID_EP | _EP_OUT, //EndpointAddress
_INTERRUPT, //Attributes
0x40, 0x00, //size
0x01 //Interval
```



MCHPFSUSB软件框架

- 设备描述符表 -

中国技术精英年会

● usb_descriptors.c

● 描述符

● HID报告描述符

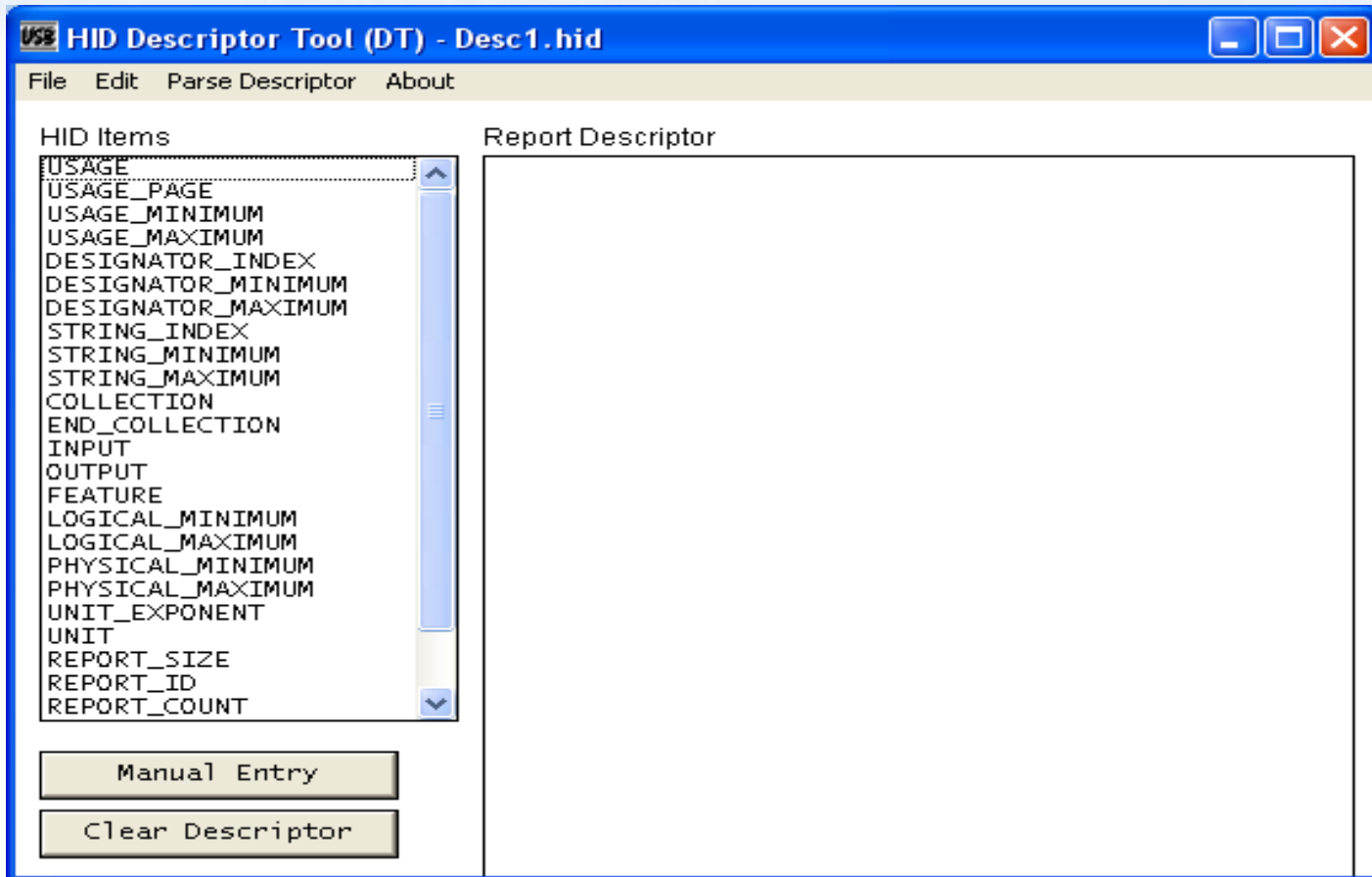
```
//Class specific descriptor - HID
ROM struct{BYTE report[HID_RPT01_SIZE];}hid_rpt01={
{
    0x06, 0x00, 0xFF,           // Usage Page = 0xFF00 (
    0x09, 0x01,                // Usage (Vendor Usage 1)
    0xA1, 0x01,                // Collection (Application)
    0x19, 0x01,                //      Usage Minimum
    0x29, 0x40,                //      Usage Maximum
    0x15, 0x01,                //      Logical Minimum
    0x25, 0x40,                //      Logical Maximum
    0x75, 0x08,                //      Report Size: 8-bit field size
    0x95, 0x40,                //      Report Count: Make sixty-four 8-bit fields
    0x81, 0x00,                //      Input (Data, Array, Abs):
    0x19, 0x01,                //      Usage Minimum
    0x29, 0x40,                //      Usage Maximum
    0x91, 0x00,                //      Output (Data, Array, Abs):
    0xC0}                      // End Collection
}
```



中国技术精英年会

MCHPFSUSB软件框架

- HID 描述符工具 -





中国技术精英年会

使用HID功能驱动程序API - 入站数据 -

- **HIDRxPacket (HID_EP, (BYTE*)
&ReceivedDataBuffer, 64) ;**
 - 配置端点，用于接收数据
 - 返回端点的句柄
 - 缓冲区必须位于USB双端口RAM中

- **HIDRxHandleBusy (USBOutHandle)**
 - 缓冲区包含数据时，返回0
 - 1 – 尚未接收到任何数据



中国技术精英年会

HID接收缓冲区的使用

```
void ProcessIO(void)
{
    ...
    if (!HIDRxHandleBusy (USBOutHandle)) {
        /* Process received buffer */

        //Re-arm the OUT endpoint for the next packet
        USBOutHandle =
        HIDRxPacket (HID_EP, (BYTE*)
                    &ReceivedDataBuffer, 64);
    }
}
```



中国技术精英年会

使用HID功能驱动程序API - 出站数据 -

- **HIDTxHandleBusy (USBInHandle**
 - 有可用的端点吗？
- **HIDTxPacket (HID_EP,**
(BYTE*) &ToSendDataBuffer, 64
);
 - 将数据放置到端点，待传输至主机



中国技术精英年会

HID发送缓冲区的使用

```
case 0x81: //Get push button state
    ToSendDataBuffer[0] = 0x81;
    if(sw2 == 1)
        ToSendDataBuffer[1] = 0x01;
    else
        ToSendDataBuffer[1] = 0x00;

    if(!HIDTxHandleBusy(USBInHandle))
        USBInHandle =
            HIDTxPacket(HID_EP, (BYTE*)&ToSendDataBuffer, 64);
    break;
```



中国技术精英年会

HID类DLL

- **.NET Assembly “HID class.dll”**
- **打包Win32 HID数据传输API**
- **名称空间 HIDClass::MCHPHIDClass**
- **4个基本函数:**
 - `void HIDClassInit(VID, PID, len);`
 - `bool HIDWriteReport(buffer, len);`
 - `bool HIDReadReport(buffer);`
 - `bool HIDIsConnected();` (可选)



中国技术精英年会

初始化方法

```
void HIDClassInit (VID, PID,  
len, timeout);
```

- VID – USBIF分配的供应商ID
- PID – VID拥有者分配的产品ID
- Len – 缓冲区长度（通常为64）
- Timeout – 默认1000 ms（可选）



中国技术精英年会

轮询式连接检测

```
bool HIDIsConnected();
```

- **检查是否枚举到HIDClassInit设定的VID和PID。**
- **返回true或false**
- **仅OS查询。不与设备通信。**



中国技术精英年会

编写报告

```
bool HIDWriteReport (buffer,  
len) ;
```

- 发送缓冲区
- **len** – 缓冲区中有效数据的长度。对缓冲区剩余空间进行填充，至实际HID缓冲区长度
- 返回**True**或**False**，指示传输成功/失败



中国技术精英年会

读取报告

```
bool HIDReadReport (buffer) ;
```

- **buffer** – 返回的数据
- 无阻塞函数
 - 如果在**1秒**内接收到数据则返回**true**

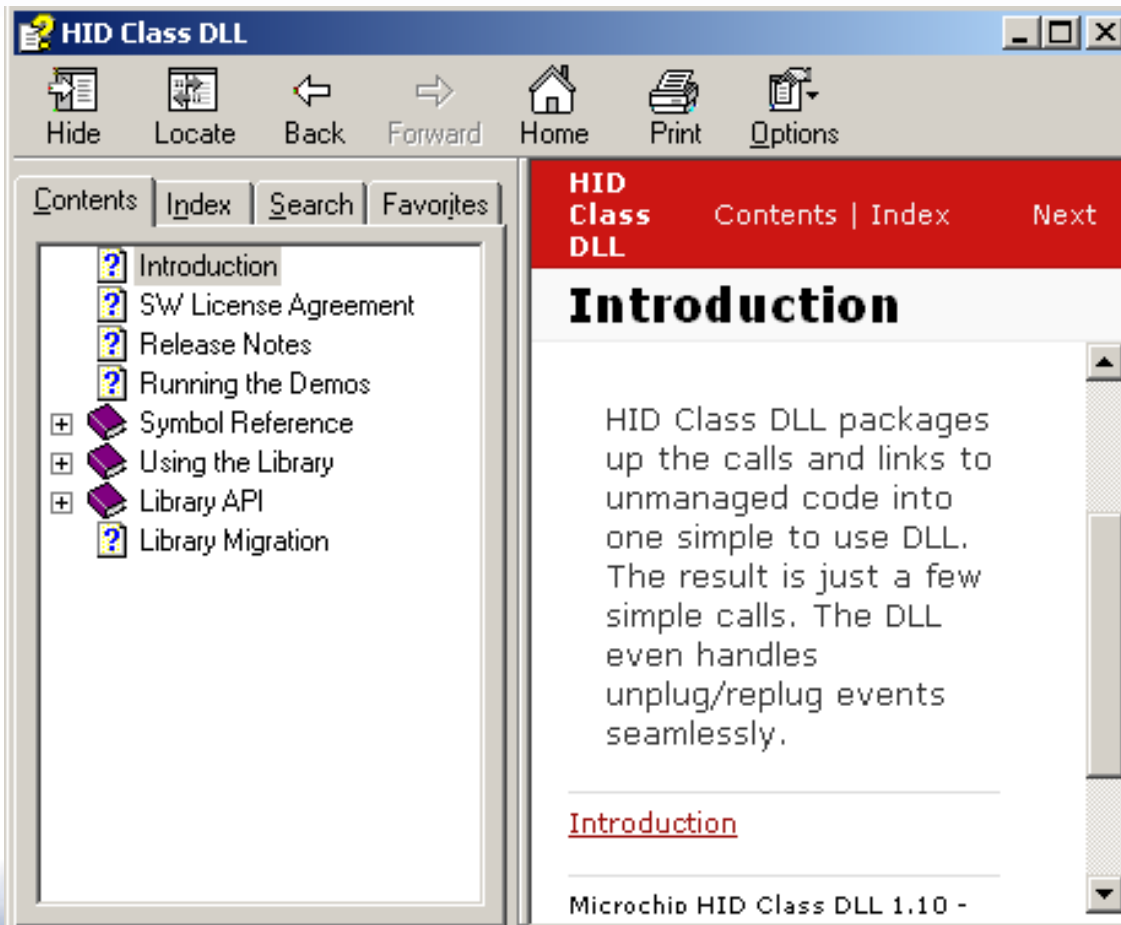
如前所述，设备固件必须实现一个“通用” HID报告描述符！



中国技术精英年会

文档

- C:\Microchip Solutions\Microchip\Help\HID Class DLL.chm





中国技术精英年会

第4部分 总结

- 优缺点 -

- 安装便捷
 - 无需 .inf 文件
 - 驱动程序内置于 OS
- 吞吐量限制在 **64 KBps** 内
- **HID class.dll** 提供轻松连接 **HID** 类设备的方法
- 必须采用“通用 **HID**”报告描述符来使用“**HID class.dll**”中的方法



中国技术精英年会

参考资料/资源

● 书籍

- “USB Complete, 4/E” – Jan Axelson
- “Serial Port Complete, 2/E” – Jan Axelson

● 网络链接

- www.usb.org (USB规范和类定义)
- www.lvr.com (USB示例)
- www.beyondlogic.org/usbnutshell/usb1.htm (教程)

● MCHPFSUSB库帮助文件

● 应用笔记

- AN1164: 嵌入式设备上的USB CDC类



CHINA MASTERS

第十二届中国技术精英年会

谢谢!

请填写课程评估表



中国技术精英年会

商标

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

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

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

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

©2011, Microchip Technology Inc.版权所有。



CHINA MASTERS

第十二届中国技术精英年会

附录

HID 自举程序



中国技术精英年会

本课程使用的开发工具

- **MCP2200 USB至RS232演示板**
 - MCP2200EV-VCP
- **MPLAB® REAL ICE™在线仿真器**
 - DV244005
- **PICDEM™ FS USB演示板**
 - DM163025
- **Explorer 16 USB**
 - Explorer 16: DM240001
 - USB PICtail™ Plus: AC164131
 - PIC24F USB PIM: MA240014
 - PIC32MX USB PIM: MA320002



中国技术精英年会

PIC18FXXJ50全速 USB接插模块 (PIM)

- 包含快速开始设计所需的一切
- 可插入PICDEM™ HPC Explorer板或PICDEM PIC18 Explorer板
- 可作为独立电路板工作
- 部件编号
 - MA180021 - PIC18F87J50 FS USB PIM
 - MA180024 - PIC18F46J50 FS USB PIM
 - MA180029 - PIC18F47J53 FS USB PIM
 - DM183022 - PICDEM HPC EXPLORER板
 - DM183032 - PICDEM PIC18 EXPLORER板
- 现已供货





中国技术精英年会

PIC18入门工具包

- 可用作**USB鼠标**、**游戏操纵杆**或**海量存储设备**，均可利用板上**电容触摸传感焊盘**
- 包含一个**MicroSD™**存储卡、**电位计**、**加速度传感器**和**OLED显示屏**
- 板上**调试器/编程器**
- 完全由**USB供电**
- 演示**PIC18系列**
 - **USB通信**
- **部件编号**
 - **DM180021**
- **现已供货**





中国技术精英年会

低引脚数 USB开发工具包

- 包含快速开始设计所需的一切
 - 采用新款**20引脚PIC18F USB**单片机 —— **PIC18F13K50**和**PIC18F14K50**
- 包含供自学的课程和实验资料
- 快速实现常见**USB**功能：
 - **RS-232**至串口
 - 键盘/鼠标，等等...
- 部件编号
 - **DV164126**（带**PICKit™ 2**）
 - **DM164127**
- 现已供货





中国技术精英年会

16/32位USB入门工具包

- **PIC24F入门工具包**
 - 部件编号: DM240011
 - PIC24FJ256GB110
- **PIC32 USB入门工具包II**
 - 部件编号: DM320003-2
 - PIC32MX795F512L
- **PIC32以太网入门工具包**
 - 部件编号: DM320004
 - PIC32MX795F512L
- 均已供货

