

AT32 USB-FS-Device Development Note

文档说明

“AT32 USB-FS-DEVICE Development Note”完成对 USB Demo 实现的说明，Demo 包含了所有的 USB 传输类型（Control，interrupt，Bulk，Isochronous）。

文档目标是让用户能够更快的使用 Artery AT32Fxx 系列的 USB 外设进行 USB 设备开发。

目前这个文档介绍如下 AT32Fxx USB 相关内容：

- AT32_USB-FS-Device_Driver: 关于USB协议层的库
- Composite_Device : interrupt和bulk复合使用，实现一个鼠标和一个虚拟串口共同工作
- Custom_HID : interrupt的使用，实现和上位机交互功能
- HID_IAP_Demo: interrupt的使用，实现通过HID进行设备升级
- MassStorage: bulk的使用，实现SD卡虚拟磁盘
- Mouse: interrupt 的使用，实现一个鼠标功能
- USB_Audio_Demo: isochronous的使用，实现USB Speaker 和 USB Microphone
- USB_VirtualComPort_Share_CAN: 实现了USB和CAN同时使用
- VirtualComPort_loopback: bulk的使用，实现一个虚拟串口
- VirtualMassStorage_IAP_Demo: bulk的使用，实现将FLASH虚拟成磁盘进行设备升级
- Wake_Up_PC: 实现虚拟鼠标，唤醒睡眠PC

支持型号列表 T1

支持型号	AT32F403xx
	AT32F413xx

目录

1	AT32 USB-FS-Device 协议库	7
1.1	AT32 USB 库文件	8
2	Composite_Device.....	9
2.1	功能描述	9
2.2	传输结构	9
2.3	使用说明	10
2.3.1	硬件资源	10
2.3.2	使用方法步骤	10
2.3.3	鼠标控制	11
2.3.4	串口通信	11
3	Custom_HID	12
3.1	功能描述	12
3.2	拓扑结构	12
3.3	Custom HID 详解	12
3.3.1	设备功能页	12
3.3.2	LED 控制	13
3.3.3	Push-button 控制	14
3.3.4	loopback 传输	14
3.4	使用说明	15
3.4.1	硬件资源	15
3.4.2	使用方法步骤	15
4	HID_IAP_Demo.....	16
4.1	功能描述	16
5	MassStorage.....	17

5.1	功能描述	17
5.2	MassStorage demo 概述	17
5.3	使用说明	18
5.3.1	硬件资源	18
5.3.2	使用方法步骤	18
6	Mouse.....	19
6.1	功能描述	19
6.2	使用说明	19
6.2.1	硬件资源	19
6.2.2	使用方法步骤	19
6.2.3	鼠标控制	20
7	USB_Audio_Demo	21
7.1	功能描述	21
8	USB_VirtualComPort_Share_CAN	22
8.1	功能描述	22
8.2	注意事项	22
8.3	使用说明	22
8.3.1	硬件资源	22
8.3.2	使用方法步骤	22
8.3.3	USB 和 CAN 功能使用	23
9	VirtualComPort_loopback.....	24
9.1	功能描述	24
9.2	使用说明	24
9.2.1	硬件资源	24
9.2.2	使用方法步骤	24
9.2.3	串口通信	25

10	VirtualMassStorage_IAP_Demo.....	26
10.1	功能描述.....	26
11	Wake_Up_PC.....	27
11.1	功能描述.....	27
11.2	使用说明.....	27
11.2.1	硬件资源.....	27
11.2.2	使用方法步骤.....	27
11.2.3	唤醒 PC	28
12	版本历史	29

表目录

表 1.USB 库包含的文件列表	8
表 2.USB 用户接口文件列表	8
表 3.文档版本历史	29

图目录

图 1.USB 应用结构.....	7
图 2.AT32 工程结构.....	7
图 3.带两接口的复合设备	9
图 4.HID CDC 复合结构	9
图 5.AT-START-F403 V1.2 实验板	10
图 6.PC 识别到串口和鼠标.....	11
图 7.串口助手收发数	11
图 8.Custom HID 拓扑结构	12
图 9.Custom HID 人机交互界面	13
图 10.Custom HID 上位机 LED 灯控制	13
图 11.LED 控制数据结构	14
图 12.Custom HID 上位机按键控制.....	14
图 13.按键控制数据结构.....	14
图 14.Custom HID loopback 控制	15
图 15.PC 识别到 HID-compliant device	15
图 16.PC 识别到可移动磁盘.....	17
图 17.设备管理器上查询到磁盘.....	17
图 18.鼠标传输格式.....	19
图 19.PC 识别到鼠标设备	20
图 20.PC 识别到虚拟串口设备	23
图 21.VirtualComPort loopback 通讯框图	24
图 22.PC 识别到虚拟串口设备	25
图 23.PC 识别到鼠标设备	27

1 AT32 USB-FS-Device 协议库

这部分主要介绍 AT32 USB 库的结构和库的使用方法，AT32 USB 是基于 USB2.0 全速设备，不支持 USB2.0 高速设备。这里库的作用是用来管理 USB 外设和实现 USB 的基本协议，使用户能够更快的上手开发。

图 1.USB 应用结构

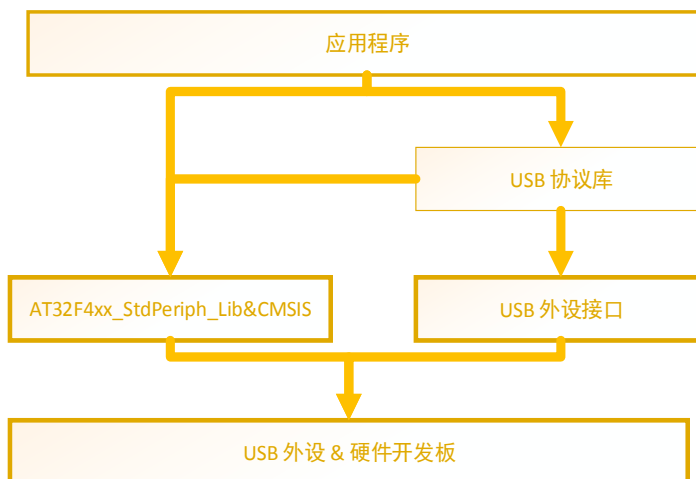
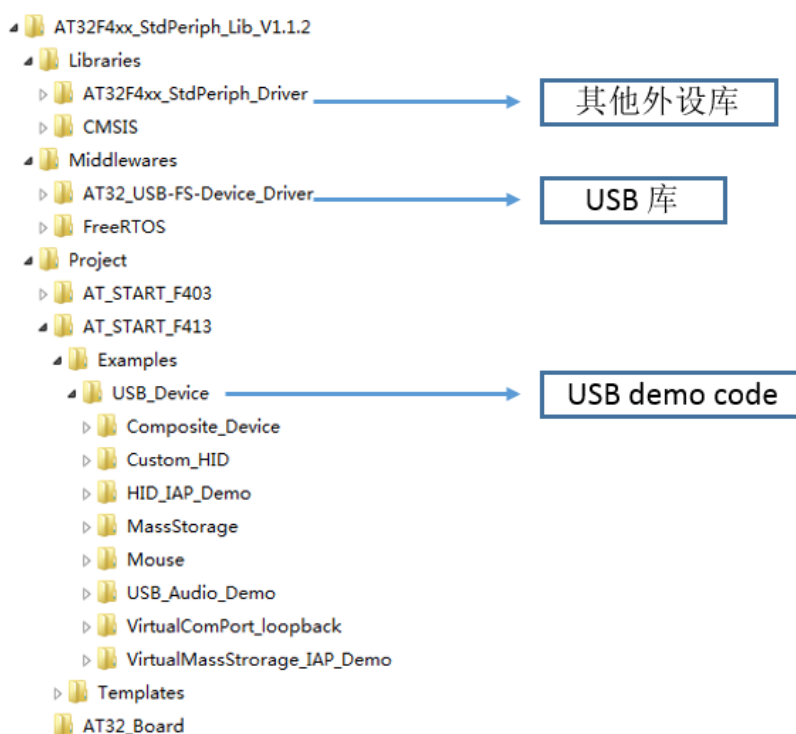


图 2.AT32 工程结构



1.1 AT32 USB 库文件

表 1.USB 库包含的文件列表

文件名	内容
usb_core	实现 USB Specification 协议
usb_init	初始化 USB 全局变量
usb_int	处理 USB 传输完成中断
usb_mem	用户缓冲区和 USB 缓冲区的数据交换
usb_regs	实现对 USB register 的操作
usb_sil	实现用户缓冲和 USB 缓冲数据交换的封装

表 2.USB 用户接口文件列表

文件名	内容
usb_desc	实现应用程序对 USB 设备的描述
usb_istr	获取 USB 中断并进行处理
usb_prop	实现 USB USER STANDARD REQUEST 请求
usb_pwr	管理 USB Power
hw_config	其它配置

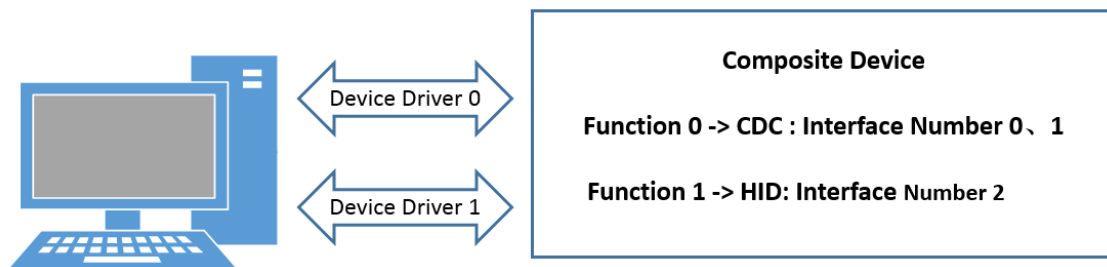
2 Composite_Device

2.1 功能描述

复合设备定义如下：拥有多个相互独立接口的设备被称为复合设备。

当使用该设备时，该设备上拥有多个组合的功能。例如，Composite Device demo 提供的复合设备包含 HID 和 CDC 功能（鼠标和串口通信）。

图 3.带两接口的复合设备

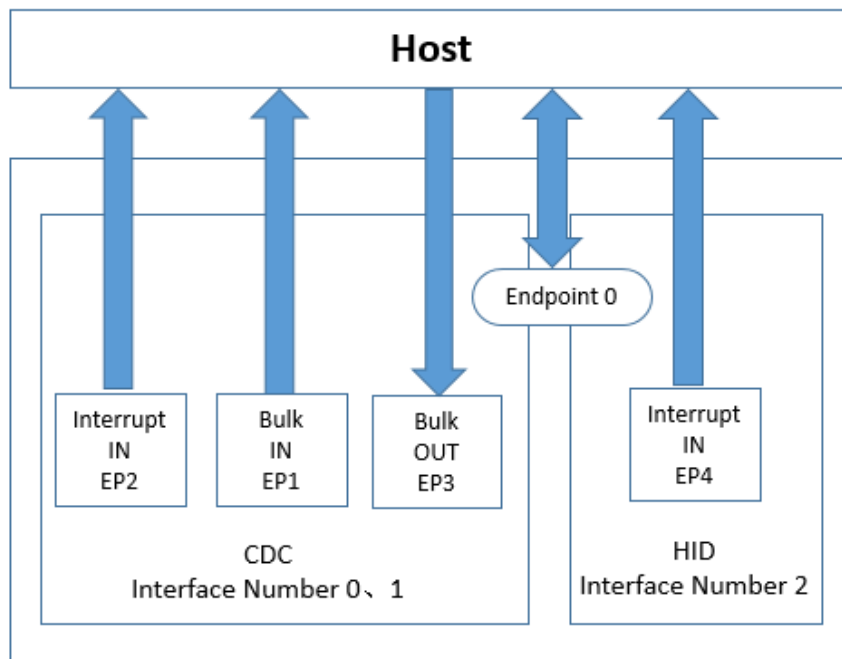


2.2 传输结构

该例子集成了 Mouse 和 VirtualComport_loopback 代码。

在 VirtualComport_loopback 例子上，增加了新的接口和端点 4 给鼠标，并且修改了相应的配置描述符和增加了鼠标的报告描述符。CDC 和 HID 复合设备如下：

图 4.HID CDC 复合结构



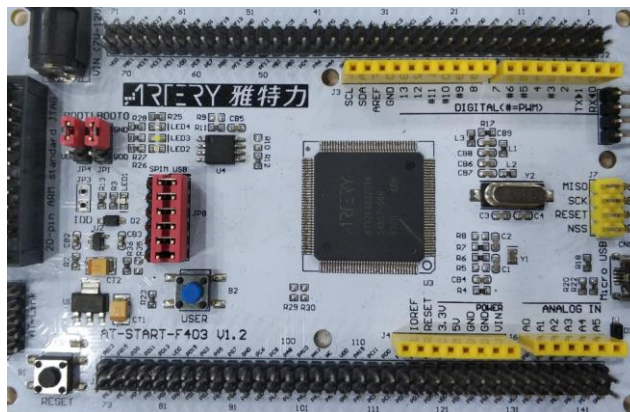
2.3 使用说明

本节介绍如何使用 Composite_Device 进行串口收发和鼠标控制。

2.3.1 硬件资源

- 指示灯 LED2/LED3/LED4
- USB(PA11/PA12)
- USER按键 (PA0)
- AT-START-F403 V1.2实验板(或AT-START-F413 V1.0实验板)

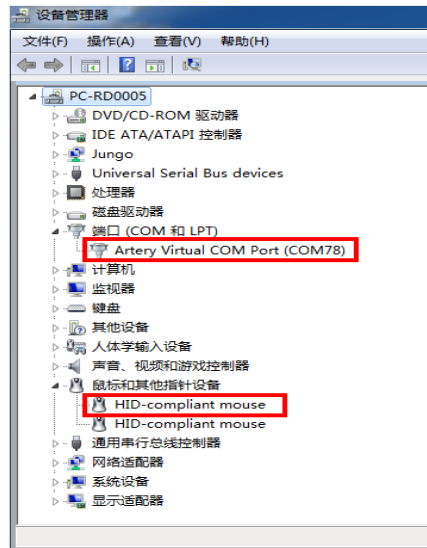
图 5.AT-START-F403 V1.2 实验板



2.3.2 使用方法步骤

- 下载Composite_Device到实验板（工程路径:）
Project\ AT_START_F403(或 AT_START_F413)\Examples\USB_Device\Composite_Device
- 连接USB到PC Host（目前测试在WIN7系统下）
- 如果PC成功识别到，主机设备管理器会同时识别到串口（需安装我们提供复合驱动 VirtualCOM_Composite_DriverInstall位置：雅特力官网\产品讯息\AT32F4xx系列\Tool）和鼠标设备。

图 6.PC 识别到串口和鼠标



2.3.3 鼠标控制

按下按键 USER key，会发现 PC 上鼠标点下右键

2.3.4 串口通信

打开串口助手，识别到 Artery Virtual COM Port，写下需要发送到 AT-START 的数据后，点击发送后，串口助手会收到刚刚发出的数据。（代码做的串口回环，会将收到的数据发送出去）

图 7.串口助手收发数



3 Custom_HID

3.1 功能描述

Custom_HID 实现 HID(human interface device)功能，完成和上位机（Artery USB HID Demo_v1.0.0）交互。1、可以通过按键来控制上位机 push-button 状态。2、可以通过勾选上位机 LED 发出指令控制 AT-START 板上相应 LED 亮灭。3、制作 HID 数据回环功能：可以通过上位机发送任意字节到下位机，下位机收到该数据后，又会将该数据完整传到上位机。

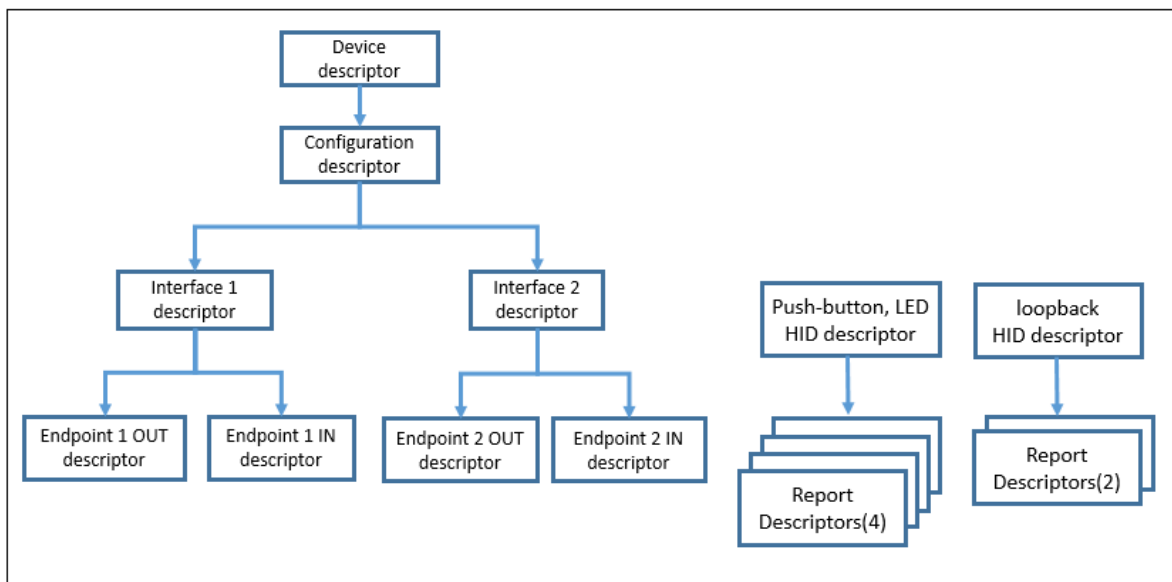
上位机路径：

雅特力官网\产品讯息\AT32F4xx 系列\Tool\ USB Custom HID Tool

3.2 拓扑结构

Custom_HID 基于两个接口，一个接口用于处理 push-button 和 LED 数据通讯，另一个接口用于实现 HID 数据回环功能。Custom HID 拓扑结构如下：

图 8.Custom HID 拓扑结构

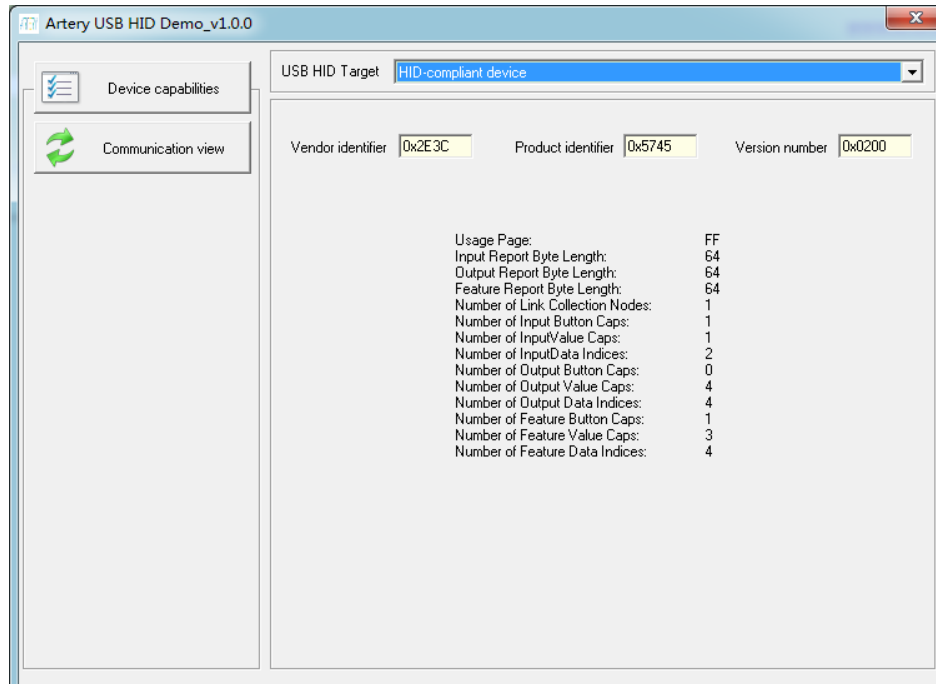


3.3 Custom HID 详解

3.3.1 设备功能页

在设备枚举完成后，设备信息将会显示出来见下图，包括 VID、PID、版本号、和列出了实现 HID 页的功能：

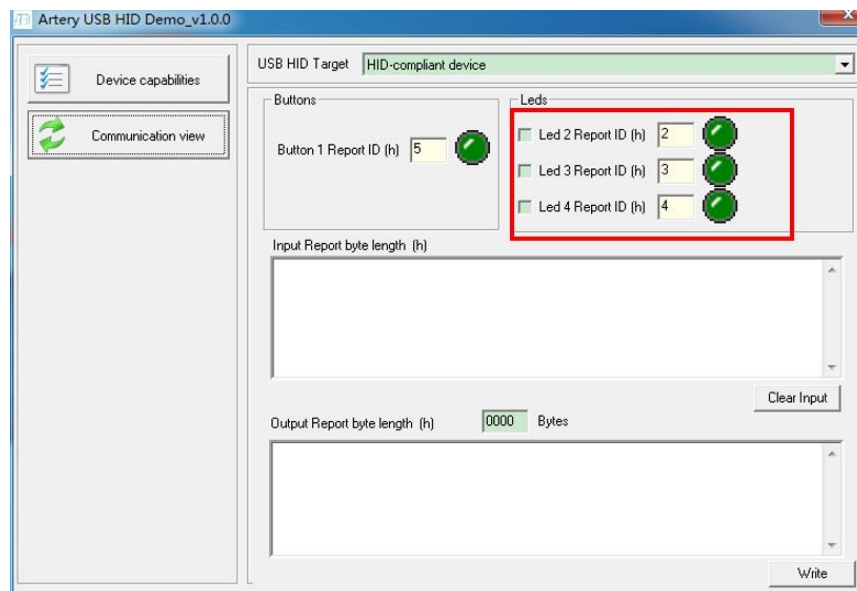
图 9.Custom HID 人机交互界面



3.3.2 LED 控制

AT-START 开发板上有三个 LED 灯，在 Custom HID 例子里，每个 LED 对应特别 report（report 2 to 4），并可以通过控制上位机 LED 灯状态（亮/灭），来控制板子相应 LED 灯亮灭。

图 10.Custom HID 上位机 LED 灯控制



- Report Num: 2 to 4

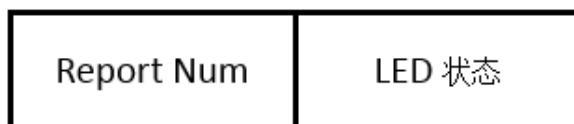
- LED 状态:

—0 ->LED 灭

—1 ->LED 亮

数据传输结构如下（前两个字节，其余的 62 字节是无效数据）:

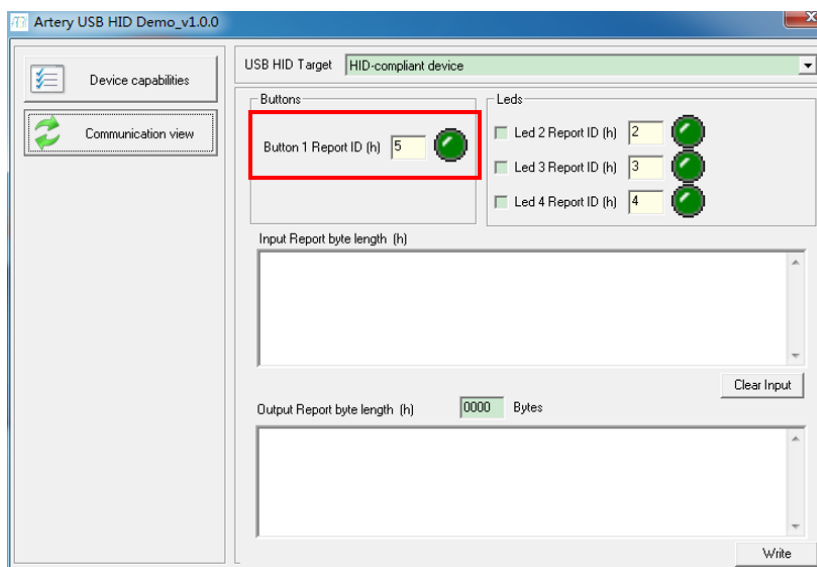
图 11.LED 控制数据结构



3.3.3 Push-button 控制

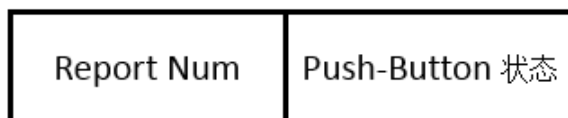
AT-START 开发板上有一个按键，在 Custom HID 例子里，该按键对应特别 report（report 5），并可以通过控制板上按键，来控制上位机 Push-button 灯翻转。

图 12.Custom HID 上位机按键控制



- Report Num: 5
 - 按键状态：按键按下翻转上位机Push-Button灯
- 数据传输结构如下（前两个字节，其余的 62 字节是无效数据）：

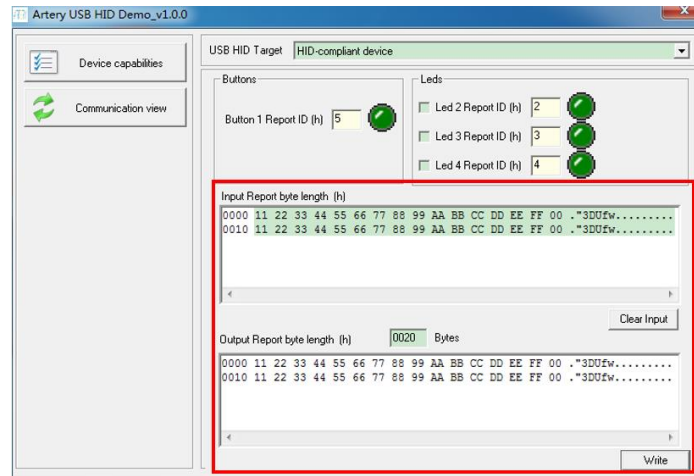
图 13.按键控制数据结构



3.3.4 loopback 传输

AT-START 开发板接上 PC 后，端点 2 即作为 loopback 传输。通过上位机发数给下位机，下位机收到数据后，再完整将该数据传输到上位机显示出来。数据包长小于等于 64 字节。

图 14. Custom HID loopback 控制



3.4 使用说明

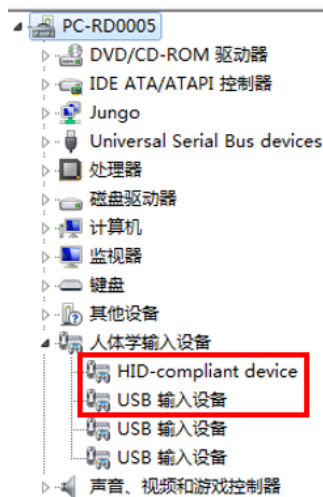
3.4.1 硬件资源

- 指示灯 LED2/LED3/LED4
- USB(PA11/PA12)
- USER按键 (PA0)
- AT-START-F403 V1.2 实验板(或AT-START-F413 V1.0实验板)

3.4.2 使用方法步骤

- 下载Custom_HID到实验板 (工程路径:)
Project\ AT_START_F403(或 AT_START_F413)\Examples\USB_Device\ Custom_HID
- 连接USB到PC Host (目前测试在WIN7系统下)
- 如果PC成功识别到, 主机设备管理器会识别HID-compliant device。

图 15. PC 识别到 HID-compliant device



4 HID_IAP_Demo

4.1 功能描述

HID_IAP_Demo，客户使用该代码实现通过 USB HID 协议在 IAP 阶段完成对 APP 升级。详情参考文档：《AT32 USB HID IAP 应用指南》。

文档地址：

Project\ AT_START_F403(或 AT_START_F413)\Examples\USB_Device\HID_IAP_Demo\Doc

Tool 地址：

雅特力官网\产品讯息\AT32F4xx 系列\Tool\ HID IAP Tool

5 MassStorage

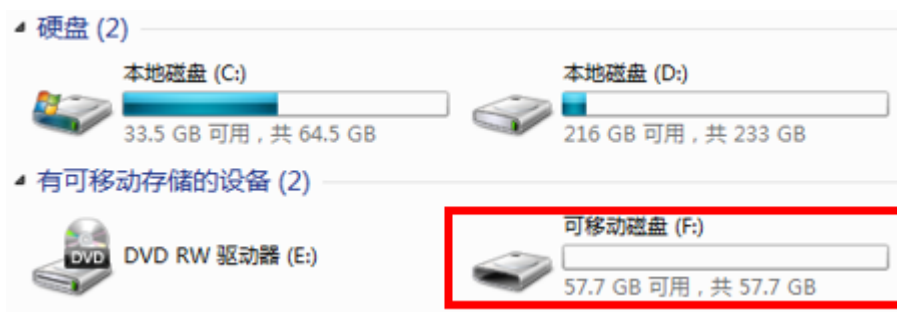
5.1 功能描述

这个 MassStorage 例程展示了如何通过 USB Bulk 传输，进行 PC 主机和 AT-START 开发板通信。该例程支持 BOT(Bulk only transfer)协议并且需要 SCSI (small computer system interface) 指令。

5.2 MassStorage demo 概述

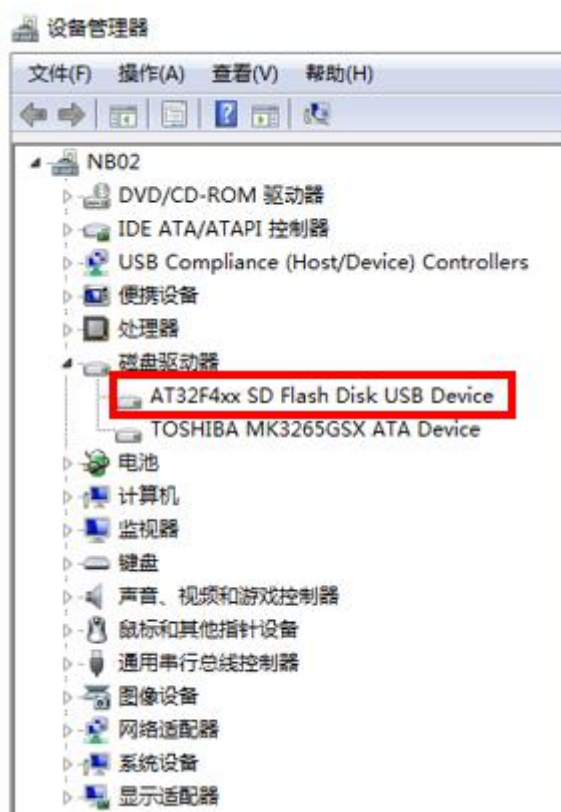
该 MassStorage demo 遵循 USB2.0 和 USB mass storage 协议。运行该应用后，使用 USB 连接上 PC 和 AT-START 开发板后，PC 主机自动侦测到（无效安装额外驱动）。一个可移动磁盘将会在计算机显现：

图 16.PC 识别到可移动磁盘



同时设备管理器上也可以查询到：

图 17.设备管理器上查询到磁盘



5.3 使用说明

本节介绍如何使用 MassStorage demo 和 PC 通信。

5.3.1 硬件资源

- USB(PA11/PA12)
- PC8 -> SDIO_D0(飞线外接SD卡)
- PC9 -> SDIO_D1
- PC10 -> SDIO_D2
- PC11 -> SDIO_D3
- PC12 -> SDIO_SCK
- PD2 ->SDIO_CMD
- AT-START-F403 V1.2 实验板(或AT-START-F413 V1.0实验板)

5.3.2 使用方法步骤

- 下载MassStorage到实验板（工程路径:）
Project\ AT_START_F403(或 AT_START_F413)\Examples\USB_Device\ MassStorage
- 按照上述接线，接好SD卡，连接USB到PC Host（目前测试在WIN7系统下）
- 如果PC成功识别后，主机设备管理器会识别到可移动磁盘
- 后续正常使用即可，将资料存储到该移动磁盘，或者从该移动磁盘读出数据。

6 Mouse

6.1 功能描述

鼠标（HID device）是一个简单的 USB 应用，鼠标仅使用一个中断端点（代码中是：工作在 IN 方向的端点 7）。在枚举过程中，主机将会请求鼠标的报告描述符，特定的报告描述符告诉主机该鼠标通信含义。鼠标传输的格式为：

图 18.鼠标传输格式



鼠标 demo 通常是通过设置 X 和 Y 值来控制 PC 鼠标移动，但是 AT-START 开发板上只有一个按键，所以该代码仅将 USER key 和鼠标右键进行了联系，按下 USER key 后，主机仅发出 (2,0,0,0)。

6.2 使用说明

本节介绍如何使用 Mouse 进行串口收发和鼠标控制。

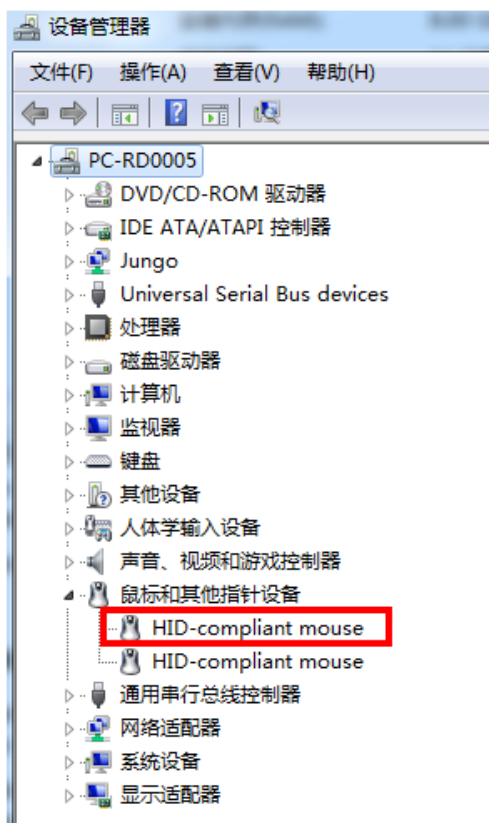
6.2.1 硬件资源

- 指示灯 LED2/LED3/LED4
- USB(PA11/PA12)
- USER按键（PA0）
- AT-START-F403 V1.2 实验板(或AT-START-F413 V1.0实验板)

6.2.2 使用方法步骤

- 下载Mouse到实验板（工程路径:）
Project\ AT_START_F403(或 AT_START_F413)\Examples\USB_Device\ Mouse
- 连接USB到PC Host（目前测试在WIN7系统下）
- 如果PC成功识别到，主机设备管理器会识别到鼠标设备。

图 19.PC 识别到鼠标设备



6.2.3 鼠标控制

按下按键 USER key，会发现 PC 上鼠标点下右键

7 USB_Audio_Demo

7.1 功能描述

实现一个 USB Audio 的复合设备，包含一个 Speaker 和一个 Microphone，可以同时进行播放声音和录制声音。USB_Audio_Demo 提供了 AT USB 设备如何使用 isochronous 传输模式和 PC 主机通信。该例程提供了正确配置 ISO 端点，以及和主机间收发数据的方法。代码中也呈现了在应用中如何处理实时数据。Audio 例程运行在 AT-START 评估板上，Audio Speaker 和 Microphone 是基于 Audio Arduino Demo Board 进行实现，实验过程中需要连接 AT-START 和 Audio Arduino Board。详情参考文档：《AT32 USB Audio Development_NoteV1.0.0》。

文档地址：

Project\AT_START_F403(或 AT_START_F413)\Examples\USB_Device\USB_Audio_Demo\Doc

8 USB_VirtualComPort_Share_CAN

8.1 功能描述

主要实现 USB 和 CAN1 同时使用，USB 实现虚拟串口功能，CAN1 使用 Loopback 模式自发自收。（注：仅在 AT32F403 系列，因 CAN/ USB 共用 buffer 无法同时使用 CAN & USB）
USB 和 CAN1 使用了不同的中断号，具体参考 USB_Interrupts_Config()里面的配置。
如果要使用 CAN2，按照 CAN2 的正常配置即可。

8.2 注意事项

一、USB 和 CAN1 同时使用主要问题

1. 使用 GPIO PA11 和 PA12 有冲突

解决方法：CAN1 的 TX 和 RX Remap 到另外一组 GPIO：PB8，PB9 上。

2. 中断号有冲突

解决方法：AT32F413 给 USB 分配了另外一组中断号，USB 使用新的中断号，CAN1 继续使用之前的中断号

二、USB 和 CAN2 同时使用不存在问题，按照正常使用即可

三、对于 USB 和 CAN 同时使用时 SRAM 的分配不需要软件配置

8.3 使用说明

8.3.1 硬件资源

- 指示灯 LED2/LED3/LED4
- USB(PA11/PA12)
- USER按键（PA0）
- AT-START-F403 V1.2 实验板(或AT-START-F413 V1.0实验板)

8.3.2 使用方法步骤

- 下载Mouse到实验板（工程路径:）
Project\ AT_START_F413\Examples\USB_Device\ USB_VirtualComPort_Share_CAN
- 连接USB到PC Host（目前测试在WIN7系统下）
- 如果PC成功识别到，主机设备管理器会识别到串口（需安装我们提供串口驱动 Artery_VirtualCOM_DriverInstall 地址：雅特力官网\产品讯息\AT32F4xx系列\Tool\Artery_VirtualCOM_DriverInstall）。

图 20.PC 识别到虚拟串口设备



8.3.3 USB 和 CAN 功能使用

USB 实现虚拟串口功能：打开串口助手，识别到 Artery Virtual COM Port，写下需要发送到 AT-START 的数据后，点击发送后，串口助手会收到刚刚发出的数据。（代码做的串口回环，会将收到的数据发送出去）

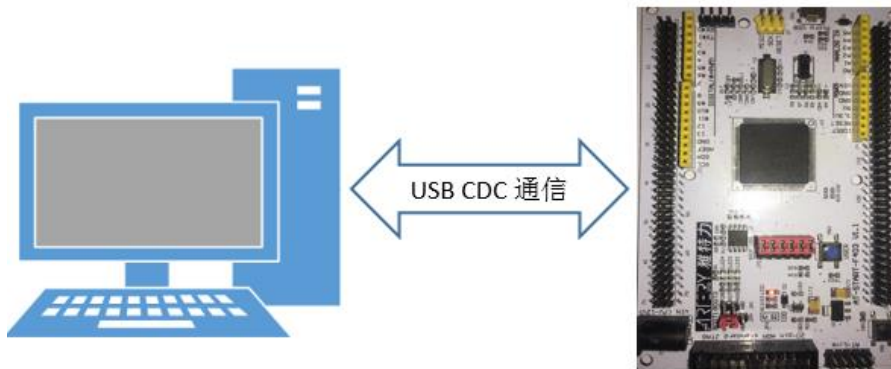
CAN1 使用 Loopback 模式自发自收。

9 VirtualComPort_loopback

9.1 功能描述

在现代 PC 中，USB 是和绝大部分外设通信的标准接口。尽管如此，大部分的工业软件依旧使用 COM 接口（UART）通信。VirtualComPort_loopback 例程提供使用 USB 设备模拟 COM 接口方法，解决了该问题。VirtualComPort_loopback 例程展示了如何通过 CDC 协议进行 USB 数据收发。通讯框图如下：

图 21.VirtualComPort loopback 通讯框图



9.2 使用说明

本节介绍如何使用 VirtualComPort_loopback 进行串口收发和鼠标控制。

9.2.1 硬件资源

- 指示灯 LED2/LED3/LED4
- USB(PA11/PA12)
- USER按键 (PA0)
- AT-START-F403 V1.2 实验板(或AT-START-F413 V1.0)

9.2.2 使用方法步骤

- 下载VirtualComPort_loopback到实验板（工程路径:）
Project\AT_START_F413\Examples\USB_Device\ VirtualComPort_loopback
- 连接USB到PC Host（目前测试在WIN7系统下）
- 如果PC成功识别到，主机设备管理器会识别到串口（需安装我们提供串口驱动 Artery_VirtualCOM_DriverInstall 地址：雅特力官网\产品讯息\AT32F4xx系列\Tool\Artery_VirtualCOM_DriverInstall）。

图 22.PC 识别到虚拟串口设备



9.2.3 串口通信

打开串口助手，识别到 Artery Virtual COM Port，写下需要发送到 AT-START 的数据后，点击发送后，串口助手会收到刚刚发出的数据。（代码做的串口回环，会将收到的数据发送出去）

10 VirtualMassStorage_IAP_Demo

10.1 功能描述

VirtualMassStorage_IAP_Demo 展示了 bulk 的使用，实现将 FLASH 虚拟成磁盘进行设备升级，不依赖于上位机工具，可以直接接入到 PC 或手机上进行设备的固件升级。

详情参考文档：《AT32 USB MSD IAP 应用指南》。

文档地址：

Project\AT_START_F413\Examples\USB_Device\VirtualMassStorage_IAP_Demo\Doc

11 Wake_Up_PC

11.1 功能描述

Wake Up PC 是一个简单的 USB 应用，代码虚拟 USB 设备为鼠标设备，当 PC 进入睡眠模式，USB 设备在挂起态时，USB 设备通过侦测按键按下发出 Resume 信号唤醒 PC。

11.2 使用说明

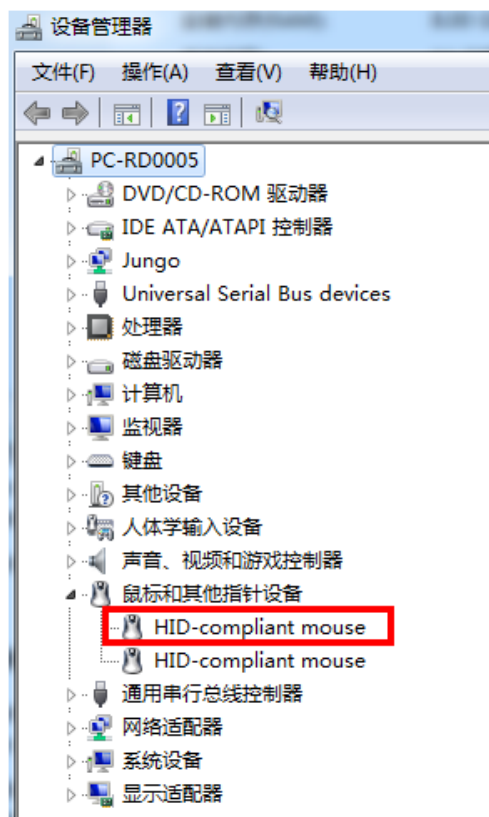
11.2.1 硬件资源

- 指示灯 LED2/LED3/LED4
- USB(PA11/PA12)
- USER按键 (PA0)
- AT-START-F403 V1.2 实验板(或AT-START-F413 V1.0实验板)

11.2.2 使用方法步骤

- 下载Mouse到实验板（工程路径:）
Project\ AT_START_F403(或 AT_START_F413)\Examples\USB_Device\ Wake_Up_PC
- 连接USB到PC Host（目前测试在WIN7系统下）
- 如果PC成功识别到，主机设备管理器会识别到鼠标设备。

图 23.PC 识别到鼠标设备



11.2.3 唤醒 PC

按下按键 USER key，会发现 PC 上鼠标点下右键。当点击 PC 进入睡眠模式时，按下按键 USER key 会唤醒 PC

12 版本历史

表 3.文档版本历史

日期	版本	变更
2019.07.17	1.00	最初版本

重要通知 - 请仔细阅读

买方自行负责对本文所述雅特力产品和服务的选择和使用，雅特力概不承担与选择或使用本文所述雅特力产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有过任何形式的表示，本文档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本文档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为雅特力授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在雅特力的销售条款中另有说明，否则，雅特力对雅特力产品的使用和/或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途(及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况)，或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

雅特力的产品不得应用于武器。此外，雅特力产品也不是为下列用途而设计并不得应用于下列用途：(A) 对安全性有特别要求的应用，例如：生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；(B) 航空应用；(C) 汽车应用或汽车环境，且/或(D) 航天应用或航天环境。如果雅特力产品不是为前述应用设计的，而采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向雅特力发出了书面通知，采购商仍将独自承担因此而导致的任何风险，雅特力的产品规格明确指定的汽车、汽车安全或医疗工业领域专用产品除外。根据相关政府主管部门的规定，ESCC、QML 或 JAN 正式认证产品适用于航天应用。

经销的雅特力产品如有不同于本文档中提出的声明和/或技术特点的规定，将立即导致雅特力针对本文所述雅特力产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大雅特力的任何责任。

© 2019 雅特力科技 (重庆) 有限公司 保留所有权利