

## iTOP-4412-驱动-usb 文档 01-硬件基础和基本概念

大家对 USB 设备肯定不会陌生，PC 机标配的鼠标和键盘一般都是 USB 接口，还有 USB 接口的 WIFI、3G/4G 流量上网卡、网卡等等。可以说 USB 设备是数不胜数，成千上万。

USB 设备应用广泛，对于 Linux 驱动工程师来说，学习 USB 驱动是不可避免的，从本文档开始，迅为将编写一系列的文档，来给大家介绍 USB 设备的开发。

### 1 USB 驱动学习的方法

在学习 USB 驱动前，作者想先介绍一点“学习的方法”。

在高中或者大学学习过程中，我们使用的课本上，通常会在每一章节前介绍“**学习目标**”。然后针对具体的内容，会提出教学要求，教学要求一般分为“**了解，熟悉，掌握，熟练掌握**”这几个层次。

假如大家直接通过网上的文章学习“USB 驱动”，首先无法明晰“学习目标”，其次也会因为分不清楚各个知识点属于“了解，熟悉，掌握，熟练掌握”哪个层次，而在不必要的知识点上耗费大量的时间。

#### 1.1 USB 驱动移植

在学习 USB 驱动前，我们先设定一下学习目标“**能够移植 USB 驱动**”，请注意，我们所说的“USB 驱动移植”，一般是指 **USB 外部驱动的移植**，例如：鼠标、键盘、USB-wifi、USB-3G/4G、网卡等等。

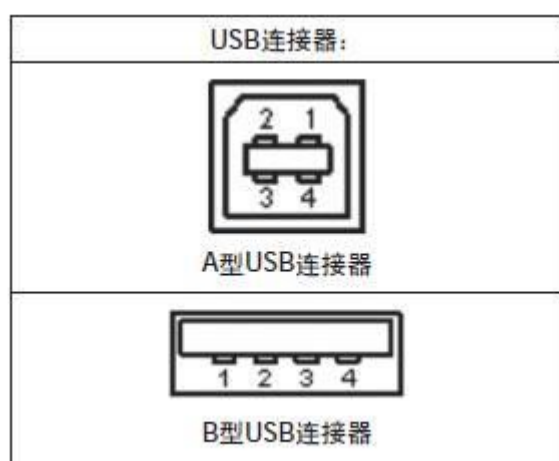
首先必须搞清楚，什么叫移植！移植的意思**不是要我们完全让我们从 0 开始写驱动，而是使用现成的 USB 驱动代码，移植到对应的 MCU（例如：exynos4412）上。**

这里举例说明，假如我们想移植一个 USB 的 WIFI，选完型之后，那么首先要搞清楚这颗 WIFI 芯片的型号，然后去找对应芯片 linux 驱动，找到对应驱动之后，将其编译加载到内核中，然后测试 WIFI 是否能够正常使用。假如找不到这颗芯片的 linux 驱动，那么我们是无法移植的！哪怕我们找到芯片的 datasheet，没有 WIFI 驱动，也是不能进行移植的，需要重新

选型，重复找新的芯片的 linux 驱动源码。在这个过程中，选型、驱动编译、驱动 debug 调试都是比较耗费时间的，但是这三个步骤，一步都不能跳过，必须按部就班的一步一步严格执行。

## 2 USB 接口定义

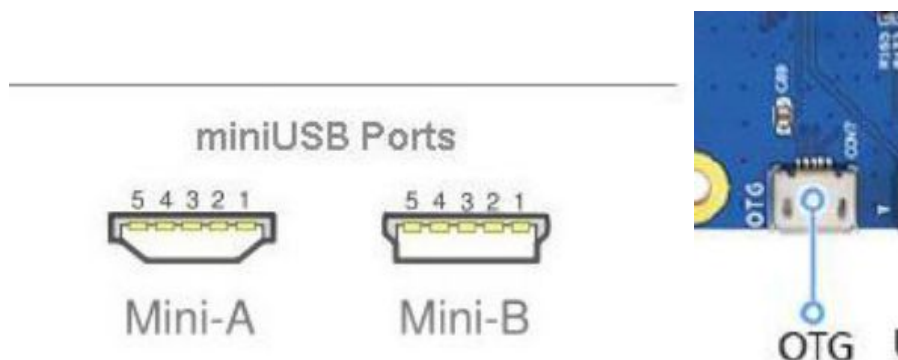
USB 接口支持拔插，所以它分为公口和母口，如下图所示，这是母口的定义。USB 分为 A 型和 B 型接口，从图片上可以看出，A 型是正方形口，B 型是长方形口。



USB 引脚定义如下表所示。USB 接口需要给外围器件（例如鼠标键盘）提供电源，所以必须要有供电接口，有电源就一定有地;USB 需要提供数据传输的功能，Data+/-这一组差分对，用于数据传输。

引脚	功能	颜色	备注
1	V Bus	红	电源正 5v
2	Data-	白	数据-
3	Data+	绿	数据+
4	GND	黑	地

我们可从手机或者开发板的 OTG 接口看出，手机上的接口是非常小的，而且手机充电数据传输都需要用到 OTG 接口，这种接口是属于 mini-USB。mini-USB 是 5 个管脚，如下图所示。



mini-USB 的引脚定义如下表所示。

引脚	功能	颜色	备注
1	V Bus	红	电源正 5v
2	Data-	白	数据-
3	Data+	绿	数据+
4	ID	无	A 型：与地相连 B 型：空置
5	GND	黑	地

mini-USB 一般用于 OTG 接口。

### 3 USB 协议

USB 是英特尔、康柏、IBM、Microsoft 等多家公司联合提出的。USB 协议中规定了 USB 的软件结构、硬件结构、数据传输等等。但是我们在提到 USB 协议的时候，通常只是关注它是 USB2.0 还是 USB3.0 接口，它的传输速率、以及兼容性（例如 USB3.0 接口是否兼容 USB2.0 之类）。

USB 传输速率如下所示：

USB1.0：1.5Mbps(192KB/s)低速(Low-Speed)500mA；

USB1.1：12Mbps(1.5MB/s)全速(Full-Speed)500mA；

USB2.0：480Mbps(60MB/s)高速(High-Speed)500mA；

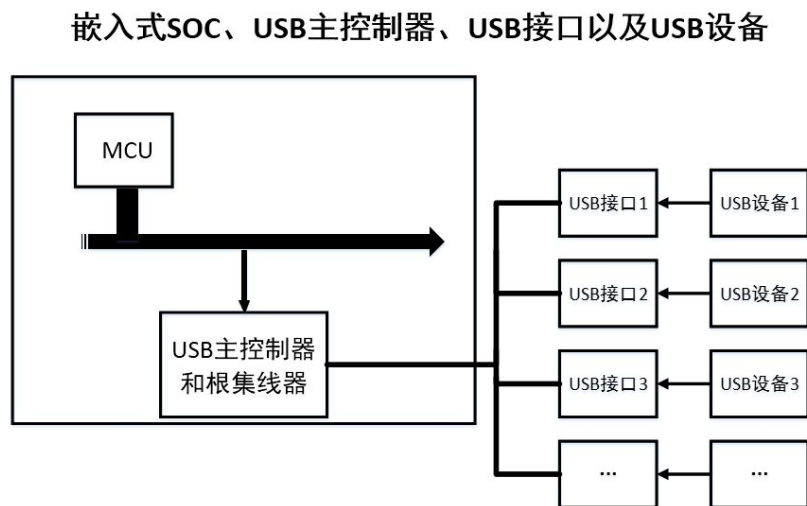
USB3.0：5Gbps(640MB/s)超速(Super-Speed)900mA。

在嵌入式中，目前使用的较多的仍旧是 USB2.0。

## 4 USB 主控制器

首先要明确的是，USB 主控制器驱动是不需要我们去写的，也不需要我们去移植。嵌入式的 USB 主控制器都是集成到 SOC 内部，所以厂商会提供驱动。

MCU 通过 AHB 总线，和 USB 主控制器通信，然后通过 USB 总线和 USB 设备通信。在 USB 主控制器中还集成了根集线器 root hub，在下一节中介绍 usb hub 的拓扑结构的时候会讲到它的作用。



USB 的主控制器，分为以下几种：

UHCI：UHCI ( Universal Host Controller Interface )，是 Intel 主导的对 USB1.0、1.1 的接口标准，与 OHCI 不兼容。UHCI 的软件驱动的任务重，需要做得比较复杂，但可以使用较便宜、较简单的硬件的 USB 控制器。Intel 和 VIA 使用 UHCI，而其余的硬件提供商使用 OHCI。

OHCI：OHCI ( Open Host Controller Interface ) 是支持 USB1.1 的标准与 UHCI 相比，OHCI 的硬件复杂，硬件做的事情更多，所以实现对应的软件驱动的任务，就相对较简单。主要用于非 x86 的 USB，如扩展卡、嵌入式开发板的 USB 主控。

EHCI：EHCI ( Enhanced Host Controller Interface )，是 Intel 主导的 USB2.0 的接口标准。EHCI 仅提供 USB2.0 的高速功能，而依靠 UHCI 或 OHCI 来提供对全速 ( full-speed ) 或低速 ( low-speed ) 设备的支持。

XHCI : xHCI ( eXtensible Host Controller Interface ) , 是最新最火的 USB3.0 的接口标准, 它在速度、节能、虚拟化等方面都比前面 3 中有了较大的提高。xHCI 支持所有种类速度的 USB 设备 ( USB 3.0 SuperSpeed, USB 2.0 Low-, Full-, and High-speed, USB 1.1 Low- and Full-speed ) 。 xHCI 的目的是为了替换前面 3 中 ( UHCI/OHCI/EHCI ) 。

接着我们可以看看自己电脑上的 USB 控制器是属于哪一种的, 可以通过设备管理器查看, 作者的机器如下图所示。作者机器上使用的是 EHCI 双控制器。



再看下 4412 的 USB 主控制器, 在 Datasheet 中有如下介绍。可以看出, 4412 的 USB 主控制器是兼容 USB1.1 和 USB2.0 的, 另外 4412 还支持 USB 的低功耗 HSIC, HSIC 信号驱动在 1.2V 标准 LVCMOS 水平, 它是为低功耗应用而设计的。HSIC 和其它的主控制器, 它是两线的源同步串行接口, 并不是像其它主控制器, 引出来的是差分对。不过这部分内容只需要了解即可。

# 31

## USB 2.0 Host Controller

### 31.1 Overview

Exynos 4412 supports three ports USB host interface. The key features of this interface are:

- Complies with Enhanced HCI (EHCI) Revision 1.0a and Open HCI (OHCI) Revision 1.0 specifications (Both EHCI and OHCI compatible).
- Complies with USB Revision 2.0 specification.
- Complies with USB Revision 1.1 specification.
- Complies with either legacy UTMI, Revision 1.05, or UTMI + Level3, Revision 1.0
- Complies with High-Speed Inter-Chip (HSIC), Version 1.0
- Supports high-speed (480 Mbps transfer) peripherals.
- Supports power management features, such as:
  - Full Suspend / Resume functionality, including Remote Wakeup
  - Over-current protection on ports hooks for master clock suspension

4418 的介绍 USB 的控制器，如下图。

# 26

## USB2.0 HOST

### 26.1 Overview

The USB 2.0 EHCI Host Controller is fully compliant with the USB 2.0 specification and the Enhanced Host Controller Interface (EHCI) specification (revision 2.0). The controller supports high-speed, 480Mbps transfers (40 times faster than USB 1.1 full-speed mode) as well as companion controller integration with the USB 1.1 OHCI Host Controller. The controller is designed to operate independently of the Bus Interface Unit (BIU) to the Application, shielding the complexities of the USB 2.0 Host Controller native protocol and providing easy integration of the EHCI Host Controller with an industry-standard AHB or PCI bus or with your target application. At the USB 2.0 physical interface, the EHCI Host Controller is designed with USB 2.0 Transceiver Macro cell Interface. Also the controller provides High-Speed Inter-Chip (HSIC) (version 1.0).

### 26.2 Features

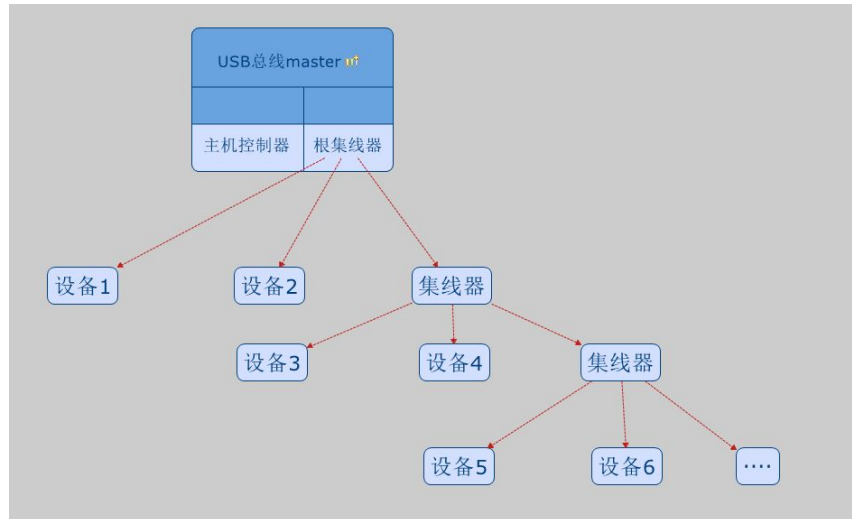
The host controller is responsible for:

- Detecting the attachment and removal of USB devices

## 5 USB 总线结构-根集线器和集线器

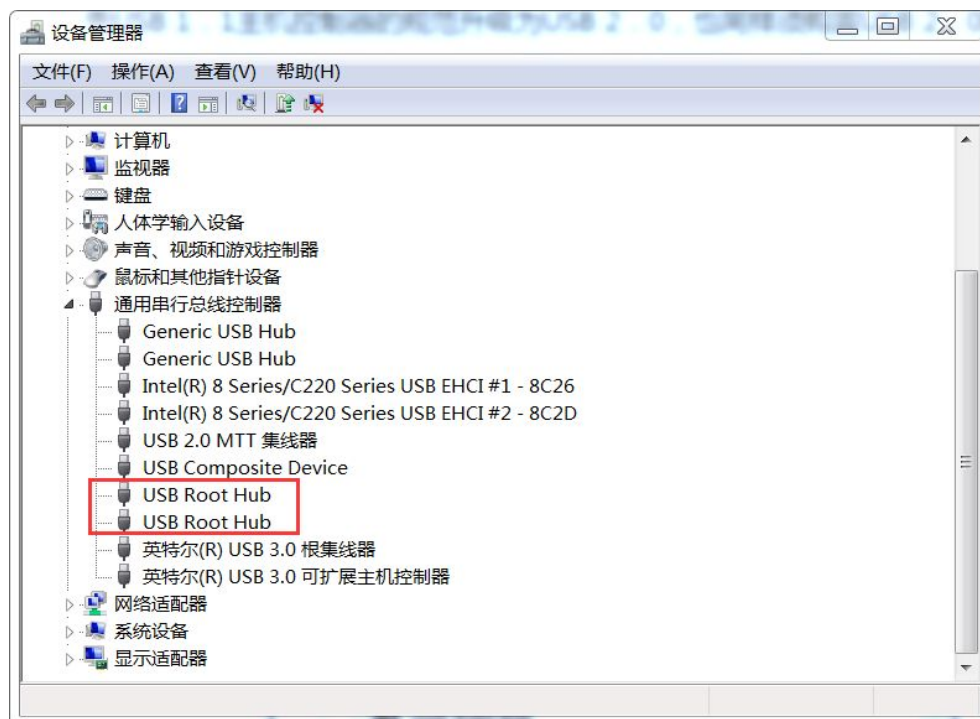
在前一节中，提到过根集线器，它是和主控制器在一起集成在 SOC 上。下图是 USB 总线的简易结构，其中包含了根集线器、集线器等。一般 USB 系统的基本架构可以分为 3 个主要的部分：USB 主机控制器 / 根集线器；USB 集线器；USB 设备。





## 1 USB 主机控制器 / 根集线器

所有在 USB 系统上的集线器都是在软件控制下由 PC 主机激活的。主机硬件包括 USB 主机控制器 (USB host controller) 与 USB 根集线器 (USB root hub) 两种。如下图所示, 作者的 PC 机中, ROOT HUB 有两个。



## 2 . USB 集线器

若仅靠 USB 根集线器则不可能同时连接上 127 个 USB 外围设备, 所以除了根集线器外, USB 系统还支持额外的集线器。这些集线器的功用主要是提供另外的 USB 连接端口给用户串接设备, 有点像网络的 HUB 集线器一样; 而整个 USB 连接设备方式, 有点像金字塔型的架

构。每一个连接器上，呈现了一个 USB 接口。例如，在开发板上，一个根集线器，转换出三路 USB，三路 USB 可以接三个集线器，每个集线器都可以将一路 USB 转化为三路 USB。

### 3 . USB 设备

USB 设备，顾名思义，就是指各种类型的 USB 外围设备。例如：USB 鼠标、USB 键盘等具体的 USB 外部设备。除去具体的 USB 外部设备，像 USB 主控制器、USB ROOT HUB，USB HUB 等等都是属于 USB 内部设备，USB 内部设备的驱动实现，是不需要驱动工程师做的，这些工作在原厂提供的代码中都是支持的，甚至是 linux 官方的驱动中都是支持这些功能的。

一定要注意的是，USB 内部驱动是不需要我们写的，只需要了解架构就可以的，需要我们实现的是外部驱动。



## 联系方式

北京迅为电子有限公司致力于嵌入式软硬件设计，是高端开发平台以及移动设备方案提供商；基于多年的技术积累，在工控、仪表、教育、医疗、车载等领域通过 OEM/ODM 方式为客户创造价值。

iTOP-4412 开发板是迅为电子基于三星最新四核处理器 Exynos4412 研制的一款实验开发平台，可以通过该产品评估 Exynos 4412 处理器相关性能，并以此为基础开发出用户需要的特定产品。

本手册主要介绍 iTOP-4412 开发板的使用方法，旨在帮助用户快速掌握该产品的应用特点，通过对开发板进行后续软硬件开发，衍生出符合特定需求的应用系统。

如需平板电脑案支持，请访问迅为平板方案网“<http://www.topeet.com>”，我司将有能力为您提供全方位的技术服务，保证您产品设计无忧！

本手册将持续更新，并通过多种方式发布给新老用户，希望迅为电子的努力能给您的学习和开发带来帮助。

迅为电子

2018 年 01 月