批量传输(Bulk Transfer)主要用于大容量数据的传输中，如硬盘驱动器的接口、光盘刻录机接口及数码相机等。

同步传输(Isochronous Transfer，简写为 ISO)多用于音频流等需要恒定传输速率的数据传输中，比如音箱、显示器和摄像头等设备的接口。

控制传输(Control Transfer)是最为复杂的传输类型，也是最为重要的传输类型，是 USB 枚举阶段最主要的数据交换方式。USB 初次连接到主机后，通过控制传输来交换信息、设备地址和读取设备的描述符，这样，主机才能够识别该设备，并安装相应的驱动程序，其余的 3 种可能的传输方式才能够得以使用。

2.1.3 USB 主机技术

具有主从USB接口的数据采集处理系统通过USB口与PC上位机进行通信，实现了 USB 设备的功能，而在脱机的情况下实现与 U 盘的通信，是实现了 USB 主机的功能。下面我们将对课题涉及的 USB 主机技术作简要介绍[4]。

2.1.3.1 USB 主机嵌入式化

在 USB 拓扑结构中居于核心地位的是主机，所有的 USB 设备只能和主机建立连接，目前，大量扮演主机角色的是 PC 机。随着 USB 应用领域的扩大，人们希望 USB 能应用在没有 PC 机的领域中。这就需要在 USB 设备中嵌入 USB 主机模块，使其由传统的 USB 外设成为主机。这些嵌入式主机可直接与其他 USB 设备相连，实现特定功能，当需要连接到 PC 机上时，就让其恢复 USB 设备的功能，这就实现了 USB OTG。

USB On-The-Go 可译为“便携式 USB”(或“移动 USB”)，简记为 USB OTG，是 USB 主机嵌入式化的一种实现，已经成为业内热点。符合 USBOTG 的设备完全抛开了 PC 机既可作为 Host，又可作为外设。这类 OTG 设备也被称为双角色设备(Dual-Role Device，简称 DRD)，并能够根据接入设备的特性和数据传输过程中的情况，自动切换为主机或设备。这些正好符合本系统的设计目的。

2.1.3.2 USB 主机协议简介

传统意义的 USB 开发，仅是对 USB 外设的开发，USB 核心驱动程序和 USB 主控制器驱动程序都由 Windows 等操作系统提供。而实现 USB 主机的功能，就必须设计这两部分驱动程序。USB 主机协议描述了 USB 系统软件(核心驱动程序和主控制器驱动程序)的设计规范。

一、USB 主机接口的工业标准

常用的PC机基本上都采用了通用式主机控制器接口(UHCI)或开放式主机控制器接口(Open HCI)，这两套工业标准实现的 USB 主机的功能基本一样，实现过程有些不同。它们都由主机控制器(Host Controller，简写为 HC)和主机控制器驱动(Host Controller Driver，简写为 HCD)组成。这些标准的提出保证了 USB 系统的规范性，并强化了不同 USB 硬件和软件厂商的产品之间的兼容性。UHCI

和 Open HCI 像 USB 主机的实现实例，在嵌入式系统中设计 USB 主机又是另外一种实例。

二、USB 主机系统的功能

USB 主机完成的主要功能包括以下几个方面:

1.检测 USB 设备的连接和断开

2.管理主机和设备之间标准的控制管道

3.管理主机和设备之间的数据流

4.收集设备的状态，统计总线的活动

5.控制和管理主机控制器与设备间的电气接口，为端口提供一定数量的电流

三、USB 主机系统的结构

USB 主机可分为 3 个层次:

1.USB 总线接口层

主要指以主机控制器为核心的硬件部分，包括串行接口引擎(SIE)及其之间的电气连接。主机控制器中集成了 USB 根 Hub，提供了 USB 设备的连接点。

2.USB 系统层

是由操作系统提供的 USB 软件，用于控制主机控制器管理主机和设备间的数据传输，包括 USB 主控制器驱动程序、USB 核心驱动程序和主机软件。

3.USB 用户层

是基于软件层次的 USB 主机的组成部分，包括 USB 设备驱动程序(实现设备类协议)和用户软件。

四、USB 主机控制器

USB 主机控制器就是通常所说的 USB 主机接口芯片的核心部分，它提供和实现的功能包括:处理主机和设备状态、数据串行和并行化、产生帧、数据传输、协议引擎、数据发送错误处理、远程唤醒、根 Hub、主机系统接口。

五、主控制器驱动程序

USB 主控制器驱动程序(Host Controller Driver，简写为 HCD)，是 USB 软件协议栈最底层的部分。HCD 实质上是对 USB 主机控制器硬件和数据传输的一种抽象。HCD 向上仅对 USB 核心驱动程序服务，HCD 提供了一个软件接口，即 HCDI，使得 USB 主机控制器的硬件的特性、数据传输过程和资源的分配和管理都被软件化，并受核心驱动程序的调用和管理。HCD 向下则直接管理和检测主控制器硬件的各种行为。

六、USB 核心驱动程序

如果说 USB 主机是整个 USB 体系的“大脑”的话，那么 USB 核心驱动程序(USB Driver，简写为 USBD)就是其“中枢神经”。USBD 的特点可以用一句话来概括就是“一批服务，两套机制”。所谓“一批服务”指的是 USBD 所提供的所有服务，也是 USBD 所能够实现的各种功能；而所谓“两套机制”指的是 USBD

通过管道接口和命令接口这两套机制来实现其所有服务。

USBD 检测和管理 USB 系统的所有活动，向上来说，USBD 通过管道机制和命令机制接受 USB 设备驱动程序和用户程序的访问和请求;向下来说，USBD 把各种服务提供给 HCD,并最终与设备进行通信。

1.USBD 提供服务的特点

USBD 提供了一系列服务来对 USB 总线进行管理和配置，主要服务包括:通过命令机制实现配置功能；通过命令和管道机制实现数据传输服务；USB 事件的指示；状态报告和错误检查。

2.USBD 的命令机制

USBD 的命令机制可以实现如下一些功能:接口状态的控制、管道状态的控制、获取设备描述符、获取当前的配置设置、添加设备、移除设备、管理状态、发送类请求命令、发送用户定义的命令、建立可用于替换的设置、建立一个配置、设置描述符。

3.USBD 的管道机制

USBD 主机端的管道分为两类，一类是缺省管道，利用控制传输和设备的端点 0 进行数据传输，用于交换设备的配置信息等。USBD 拥有缺省管道并对其进行管理，USBD 上层软件无法直接控制和利用缺省管道。另一类是用户管道，这些管道不被 USBD 所拥有和管理，而是受 USBD 上层软件的拥有和管理。

与命令机制相比，USBD 的管道机制进行的是更为基本的数据传输，完全支持 USB 的 4 种管道类型(数据传输类型)。

2.1.3.3 USB Mass storage 类协议

上面介绍的 USB 主机结构中的总线接口层和系统层的主要内容，是建立 USB 系统的核心，也是所有 USB 主机所通用的。类协议设备驱动程序和用户软件构成的第 3 个层次则是面向不同的 USB 设备的[5]。USB 主机协议定义了系统软件的设计规范，主机要支持设备类，就必须建立特定的设备类协议。本系统支持 USB Mass Storage 类，因此要编写 Mass storage 类驱动程序。

Mass storage 类也就是大容量存储类，类代码为 0x08，这一类的特点是数据交换量大，有可能直接涉及文件的各种操作，并支持不同的数据存储载体接口本身的一些操作命令。本系统 U 盘接口的 Mass storage 类中采用了 RBC 的一套命令。不同的数据存储载体接口就构成了 Mass storage 类的子类。

各种子类都有一套自己的协议，并通过命令的形式实现各种功能。这些命令都是各子类所特有的，而与 USB 没有任何关系。在 USB 进行数据传输的时候，这些命令都被打包成一系列的命令包进行传输。真正与 Mass Storage 的传输方式相关的是其传输协议。本系统中的 USB 主机支持单批量 Bulk-Only 传输协议。

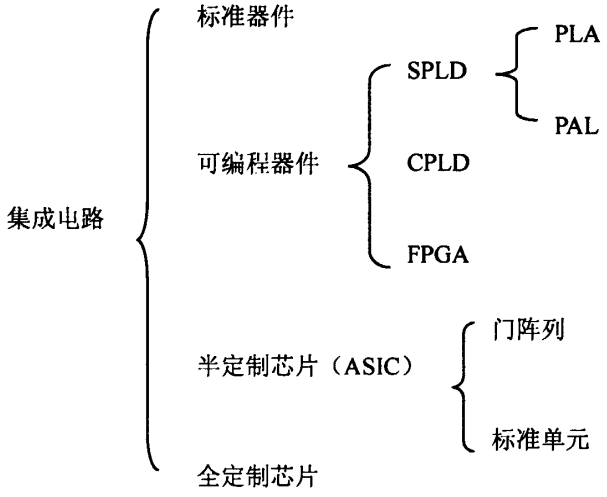
2.1.3.4 FAT 文件系统

整个文件系统通过 Mass storage 的 RBC 建立起一个外设磁盘空间结构，建

立 FAT 表，命令与 U 盘建立联系，并在 USB 主机体系中并实现查找文件、写文件和读文件等一系列功能。

2.2 FPGA 技术

自 20 世纪 70 年代初人们把一个简单的微处理机集成到一个芯片至今，集成电路技术有了突飞猛进的发展。随着晶体管线宽越来越细(nm 级)。每平方厘米可制作的晶体管数量越来越多，其结果是一个芯片上可集成的晶体管数量越来越多。按照晶体管的数量，我们可以把集成电路作如下分类：



2.2.1 半定制芯片 ASIC

ASIC 是 Application Specific Integrated Circuit 的简称，直译为专用集成电路。顾名思义，它是面向专门用途的电路，以此区别标准电路，通用存储器，通用微处理器等电路。目前在集成电路界，ASIC 被认为是用户专用集成电路，也就是说它是根据某一用户的特定需求，能以较低研制成本、较短的交货周期供货的全定制、半定制集成电路。ASIC 的概念早在 20 世纪 60 年代就已有人提出，但由于当时自动化设计程度低，工艺基础、市场和应用条件均不具备，因而没有得到相应的发展。20 世纪 80 年代后，随着半导体集成电路的工艺技术，设计技术的飞速发展，使得那些通用的、标准的集成电路已不能完全适应电子系统的急剧变化和更新换代，这为 ASIC 的大量应用提供了契机。目前 ASIC 在总的 IC 市场中的占有率已达 1/3，在整个逻辑电路市场的占有率已超过一半[6]。与标准集成电路相比，ASIC 在构成电子系统时具有以下几个方面的优越性:

1.体积小、重量轻、功耗低