1、描述符

设备描述符主要记录的信息有：设备所使用的USB协议版本号、设备类型、端点0的最大包大小、厂商ID(VID)和产品ID(PID)、设备版本号、厂商字符串索引、产品字符串索引、可能的配置数等。  
配置描述符主要记录的信息有：配置所包含的接口数、配置的编号、供电方式、是否支持远程唤醒、电流需求量等。  
接口描述符主要记录的信息有：接口的编号、接口的端点数、接口所使用的类、子类、协议等。  
端点描述符主要记录的信息有：端点号及方向、端点的传输类型、最大包长度、查询时间间隔等。  
字符串描述符主要是提供一些方便人们阅读的信息，它不是必需的。  
  
2、枚举

设备描述符

配置描述符

接口描述符

接口描述符

接口描述符

配置描述符

端点描述符

端点描述符

端点描述符

端点描述符

端点描述符

控制传输：建立过程，可选的数据过程，状态过程

配置集合包括配置描述符、接口描述符、类特殊描述符(如果有)、端点描述符等。接口描述符、类特殊描述符、端点描述符是不能单独获取的，必须更随配置描述符以一个集合的方式一并返回。

1. 包组成

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 同步域 | 包标识符(PID) | 数据 | 包结束符(EOP) |

4、包标识符号

包标识符PID是用来标识一个包的类型的，它总共有8位，其中USB协议使用的只有4位(PID0-PID3)，另外4位(PID4-PID7)是PID0-PID3的取反，用来校验PID。

USB协议规定了4类包，分别是：令牌包(token packet, PID1-0为01)、数据包(data packet, PID1-0为11)、握手包(handshake packet, PID1-0为10)和特殊包(special packet, PID1-0为00)。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| PID类型 | PID名 | PID[3:0] | 说明 |
| 令牌类 | OUT | 0001B | 通知设备将要输出数据 |
| IN | 1001B | 通知设备将要输入数据 |
| SOF | 0101B | 通知设备这是一个帧起始包 |
| SETUP | 1101B | 通知设备将要开始一个控制传输 |
| 数据类 | DATA0 | 0011B | 不同类的数据包 |
| DATA1 | 1011B |
| DATA2 | 0111B |
| MDATA | 1111B |
| 握手类 | ACK | 0010B | 确认 |
| NAK | 1010B | 不确认 |
| STALL | 1110B | 挂起 |
| NYET | 0110B | 未准备好 |
| 特殊类 | PRE | 1100B | 前导(这是一个令牌包) |
| ERR | 1100B | 错误(这是一个握手包) |
| SPLIT | 1000B | 分裂实务(这是一个令牌包) |
| PING | 0100B | PING测试(这是一个令牌包) |
| - | 0000B | 保留，未使用 |

1. 包类型

令牌包

SOF令牌包结构图

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 同步域 | 8位包标识PID | 11位帧号 | 5位CRC5校验 | EOP |

OUT、IN、SETUP令牌包结构图

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 同步域 | 8位包标识PID | 7位地址 | 4位端点号 | 5位CRC5校验 | EOP |

数据包

数据包结构

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 同步域 | 8位包标识PID | 字节0 | ... | 字节N | 16位CRC16校验 | EOP |

握手包

握手包数据结构

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 同步域 | 包标识PID | EOP |

1. USB事务

事务通常由两个或者三个包组成：令牌包、数据包和握手包。

令牌包用来启动一个事务，总是由主机发送

数据包传输数据，可以从主机到设备，也可以从设备到主机，方向由令牌包来指定

握手包的发送者通常为数据接收者，当数据接收正确后，发送握手包。设备也可以使用NAK握手包来表示数据还未准备好。

USB协议规定了4种传输类型：批量传输、等时传输、中断传输和控制传输。其中，批量传输、等时传输、中断传输每传输一次数据都是一个事务；控制传输包括三个过程，建立过程和状态过程分别是一个事务，数据过程则可能包含多个事务。

7、传输类型

批量传输使用批量事务传输数据。一次批量事务有三个阶段：令牌包阶段、数据包阶段和握手包阶段。

中断传输是一种保证查询频率的传输。中断端点在端点描述符中要报告它的查询间隔，主机会保证在小于这个时间间隔的范围内安排一次传输。

等时传输(同步传输)用在数据量大对实时性要求高的场合，例如音频设备、视频设备等，这些设备对数据延迟很敏感。

控制传输分为三个过程：第一个过程是建立过程，第二个过程是可选的数据过程，第三个过程是状态过程。

1. 传输类型与端点支持的最大包长

每个端点描述符中都规定了端点所支持的最大数据包长。主机每次发送数据包，都不能超过端点的最大包长。

对于控制传输的端点，低速模式最大包长固定为8字节，告诉模式最大包长固定位64字节，而全速模式可以在8、16、32、64字节中选择。

对于等时传输的端点，全速模式最大包长上限为1023字节，高速模式最大包长上限为1024字节，低速模式不支持等时传输。

对于中断传输的端点，低速模式最大包长上限为8字节，全速模式最大包长上限为64字节，高速模式最大包长上限为1024字节。

对于批量传输的端点，高速模式固定为512字节，全速模式最大包长可在8、16、32、64字节中选择，低速模式不支持批量传输。