

目录

简介	USB 描述符的分类与介绍	2
1	标准描述符	2
1.1	设备描述符	2
1.2	配置描述符	3
1.3	字符串描述符	4
1.4	接口描述符	4
1.5	端点描述符	5
1.6	设备限定描述符	5
1.7	其他速率配置描述符	6
2	HID 描述符	7
2.1	HID 描述符	7
2.2	报告描述符	8
2.3	物理描述符	8

表格目录

表格 1	USB 标准描述符类型码	2
表格 2	USB 设备描述符字段	2
表格 3	USB 配置描述符字段	3
表格 4	USB 字符串描述符	4
表格 5	USB 接口描述符	4
表格 6	USB 端点描述符	5
表格 7	USB 高备限定描述符	5
表格 8	其他速率配置描述符	6
表格 9	USB HID 描述符	7
表格 10	HID 报告描述符	8

USB 中的描述符详解

简介 USB 描述符的分类与介绍

USB 的描述符分为几类？有些人可能会答：设备描述符、配置描述符、接口描述符、端点描述符、字符串描述符等。但这里说的不是这样的。上面的几类描述符属于 USB 标准描述符。另外还有 HID 描述符和 Hub 描述符。所以分类是这样的：

1. 标准描述符
 - 1) 设备描述符
 - 2) 配置描述符
 - 3) 字符串描述符
 - 4) 接口描述符
 - 5) 端点描述符
 - 6) 设备限定描述符
 - 7) 其他速率配置描述符
2. HID 描述符
3. Hub 描述符

1 标准描述符

标准描述符是指一组设备描述符，包括设备描述符、配置描述符、字符串描述符、接口描述符、端点描述符、设备限定描述符和其他速率配置描述符。这七种描述符具有类似的格式，比如说它们的第一个字段都是 **bLength**，第二个字段都是 **bDescriptorType**。七种描述符在使用时以 **bDescriptorType** 字段来区分。描述符类型与对应的 **bDescriptorType** 字段值对应关系为：

表格 1 USB 标准描述符类型码

描述符类型	bDescriptorType 值	描述符类型	bDescriptorType
设备描述符	1	端点描述符	5
配置描述符	2	设备限定描述符	6
字符串描述符	3	其他速率配置描述符	7
接口描述符	5		

1.1 设备描述符

设备描述符描述的是设备的整体信息，与设备本身一一对应，一个设备只能有一个设备描述符。在主机对 USB 设备枚举的过程中，首先要做的就是获取设备描述符，以对设备有一个整体的了解。

设备描述符由 14 个字段组成，总长度 18 字节：

表格 2 USB 设备描述符字段

字段名	长度/字节	地址偏移	说明
bLength	1	0	描述符长度(0x12)
bDescriptorType	1	1	描述符类型(0x01)
bcdUSB	2	2	USB 规范版本号(BCD 码)
bDeviceClass	1	4	类代码
bDeviceSubClass	1	5	子类代码
bDeviceProtocol	1	6	协议代码

字段名	长度/字节	地址偏移	说明
bMaxPacketSize0	1	7	端点 0 支持最大数据包长度
idVendor	2	8	供应商 ID
idProduct	2	10	产品 ID
bcdDevice	2	12	设备版本号(采用 BCD 码)
iManufacturer	1	14	供应商字符串描述符索引
iProduct	1	15	产品字符串描述符索引
iSerialNumber	1	16	设备序列号字符串索引
bNumConfigurations	1	17	所支持的配置字符串索引

这些字段都有一个小写字母表示的前缀，它们所表示的意思如下：

- ✧ b 表一个字节，=8bits；
- ✧ w 表一个字，=16bits；
- ✧ bm 表按位寻址；
- ✧ bcd 用 BCD 码表示；
- ✧ i 表索引值
- ✧ id 表标识码

各字段含义：

- **bLength**：表示描述符的长度，对于设备描述符来说，其值为 18，即 0x12。
- **bDescriptorType**：描述符类型，对应表 1 中的值，设备描述符为 0x01。
- **bcdUSB**：该设备遵循的 USB 版本号，以 BCD 码表示，USB1.1 为 0x0101，USB2.0 为 0x0200。
- **bDeviceClass**：该设备所属的标准设备类，USB 协议中对常见的设备进行了分类。该字段值为 0x01～0xFE 时，表示是 USB 协议中已定义的设备类，常用的 HID 设备类编号为 0x03，其它设备类编号参：
http://www.usb.org/developers/defined_class
- **bDeviceProtocol**：用于表示 USB 设备类所采用的设备类协议，其值和 **bDeviceClass** 和 **bDeviceSubClass** 有关。当此字段为 0 时，表示不使用任何设备类协议。如果该 USB 设备属于某个设备类和设备子类，则应该继续指明所采用的设备类协议。当该字段为 0xFF 时，表明设备类协议由供应商自定义。
- **bMaxPacketSize0**：用于表示在 USB 设备中，端点 0 所支持最大数据包的长度，它以字节为单位。对于低速 USB 设备，**bMaxPacketSize0** 为 8；对于全速 USB 设备，**bMaxPacketSize0** 为 8、16、32、64；对于高速 USB 设备，**bMaxPacketSize0** 为 64。
- **IdVendor**：用于表示 USB 设备供应商的 ID。USB 组织中规定每种产品都必须包含一个供应商 ID，这样可以使主机加载合适的驱动程序。
- **idProduct**：用于表示 USB 产品的 ID，由设备供应商提供。**idProduct** 用于表示特定的 USB 设备，在 USB 设备上电的时候可以帮助 USB 主机选择合适的驱动程序。
- **bcdDevice**：用于表示 USB 设备的版本号，它以 BCD 码的形式表示。一般来说 **bcdDevicie** 由设备供应商指定，在 USB 设备上电的时候可以帮助 USB 主机选择合适的驱动程序。
- **iManufacturer**：用于表示供应商字符串描述符的索引值。具体字符串的内容在后面字符串描述符中定义。如果没有供应商字符串，可以置 0。
- **iSerialNumber**：用于表示设备序列号字符串描述符的索引值，如果没有，可以置为 0。
- **bNumConfigurations**：用于表示该 USB 设备所支持的配置数。

1.2 配置描述符

一个 USB 设备可以有多种配置，不同的配置使设备工作在不同的状态下，每个配置必须有一个配置描述符。其格式包括 8 个字段，共 9 字节。

表格 3 USB 配置描述符字段

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
bLength	1	0	描述符的长度:0x09
bDescriptorType	1	1	描述符的类型:0x02

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
wTotalLength	2	2	配置信息的长度
bNumInterface	1	4	该配置支持的接口数
bConfigurationValue	1	5	配置值
iConfiguration	1	6	字符串描述符索引值
bmAttributes	1	7	配置特性
bMaxPower	1	8	所需要的最大总线电流

各个字段含义：

- bLength：用于表示配置描述符的长度，固定为 9 个字节，即 0x09。
- bDescriptorType：用于表示配置描述符的类型值，固定为 0x02。
- wTotalLength：用于表示配置信息的总长度，包括配置描述符、接口描述符、端点描述符长度的总和。
- bNumInterfaces：用于表示配置所支持的接口数。一般来说，USB 设备的接口至少有一个，因此其最小值为 1。
- bConfigurationValue：用于表示 USB 设备的配置值。
- iConfiguration：用于指出配置字符串描述符的索引值。具体字符串的内容在后面字符串描述符中定义。如果没有配置字符串，可以置为 0。
- bmAttributes：用于表示 USB 设备特性。bmAttributes 是接位寻址的，第 6 位置 1 表示使用总线电源；第 5 位置 1 表示支持远程唤醒功能；该字段其他位均保留，一般来说，第 0~4 位置 0 即可，第 7 位置 1 即可。
- bMaxPower：用于表示 USB 设备运行时所需要消耗的总线电流，单位以 2mA 为基准。USB 设备可以从 USB 总线上获得最大的电流为 500mA，因此 bMaxPower 字段的最大值可以设置为 250。

1.3 字符串描述符

在 USB 协议中字符串描述符是可选的。字符串描述符用于保存一些供应商名称、产品序列号等文本信息。它的长度是不固定的，随字符串的数量和信息的长度变化而变化。其格式如下：

表格 4 USB 字符串描述符

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
bLength	1	0	描述符长度（N+2 字节）
bDescriptorType	1	1	描述符的类型：0x03
bString	N	2	字符串

各字段含义：

- bLength：字符串描述符的长度，其值应为 N+2。
- bDescriptorType：字符串描述符的类型值，为 0x03。
- bString：UNICODE 编码的字符串。

1.4 接口描述符

接口是端点的集合，负责完成 USB 的特定功能，例如数据的输入输出。接口描述符用于描述一个接口，包含了接口的特性，如端点个数，所属设备类和子类等。它有 9 个字段，共 9 字节。其格式如下：

表格 5 USB 接口描述符

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
bLength	1	0	描述符的长度：0x09
bDescriptorType	1	1	描述符的类型：0x04
bInterfaceNumber	1	2	接口号
bAlternateSetting	1	3	可替换设置值
bNumEndpoints	1	4	端点 0 以外的端点数
bInterfaceClass	1	5	类代码
bInterfaceSubClass	1	6	子类代码

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
bInterfaceProtocol	1	7	协议代码
iInterface	1	8	字符串描述符的索引值

1.5 端点描述符

端点描述符用于指出 USB 端点的特性，包括其所支持的传输类型、传输方向等信息。USB 中规定，端点 0 没有端点描述符，其余端点必须包含端点描述符。端点描述符由 6 个字段组成，共 7 个字节。其格式如下：

表格 6 USB 端点描述符

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
bLength	1	0	描述符的长度：0x07
bDescriptorType	1	1	描述符的类型：0x05
bEndpointAddress	1	2	端点号、传输方向
bmAttributes	1	3	端点特性
wMaxPacketSize	2	4	最大数据包长度
bInterval	1	6	访问间隔

各字段含义：

- bLength：用于表示端点描述符的长度，固定为 7 字节，即 0x07。
- bDescriptorType：用于表示接口描述符的类型值，固定为 0x05。
- bEndpointAddress：用于表示端点的端点号以及端点的数据传输方向。第七位表示端点的数据传输方向，0 表示 OUT 数据传输，1 表示 IN 数据传输；第 0~6 位表示端点号，例如 001B 表示端点 1、010B 表示端点 2；其余位均保留，必须置 0。
- bmAttributes：用于表示端点的特性。其中第 0 位和第 1 位表示端点的数据传输类型，00B 表示控制传输、01B 表示同步传输、10B 表示块传输、11B 表示中断传输；如果是同步传输，第 2 位和第 3 位表示同步类型，00B 表示非同步、01B 表示异步、10B 表示自适应、11B 表示同步；第 4、5 位表示端点的用法类型，00B 表示数据端点、01B 表示显示反馈端点、10B 表示隐匿反馈端点、11B 保留。其余位保留。
- wMaxPacketSize：用于表示端点所支持最大数据包的长度。其中第 0~10 位表示数据包的长度，第 11 位和 12 位指出每小帧最多传输的事务数，其余位均保留，必须置 0。
- bInterval：用于指定端点数据传输的访问间隔。低速中断端点，取值范围为 10~255，对应的访问间隔为 10~255ms；对于全速中断端点，取值范围为 1~255，对应的访问间隔为 1~255ms；对于其他端点，可以参阅 USB 相关协议。

1.6 设备限定描述符

设备限定描述符用于指定另一传输速率下该设备的总体信息，如果高速 USB 设备既需要采用高速传输又需要全速传输，则它必须支持设备限定描述符(Device_Qualifier)。设备限定描述符包含 9 个字段，长度固定为 10 个字节。其格式如下：

表格 7 USB 高备限定描述符

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
bLength	1	0	描述符长度：0x0a
bDescriptorType	1	1	描述符类型：0x06
bcdUSB	2	2	USB 规范版本号(BCD 码)
bDeviceClass	1	4	类代码
bDeviceSubClass	1	5	子类代码
bDeviceProtocol	1	6	协议代码
bMaxPacketSize0	1	7	端点 0 所支持的最大数据包长度
bNumConfigurations	1	8	所支持的配置数
bReserved	1	9	保留

各字段含义：

- **bLength**: 用于表示设备限定描述符的长度，为固定值 0x0a。
- **bDescriptorType**: 用于表示设备限定描述符的类型值，固定为 0x06。
- **bcdUSB**: 用于表示 USB 设备及其描述符所遵循的 USB 规范版本，以 BCD 码的形式表示，其值必须在版本 2.0 以上。
- **bDeviceClass**: 用于表示 USB 设备所属的设备类。该字段值在 1~0xFE 之间的时候，表示为 USB 定义的某个设备类，如 0x03 表示 HID 设备类。当为 0 时，表示 USB 设备的各个接口互相独立，分别属于不同的设备类，在接口描述符中会进一步说明。当为 0xFF 时，表示该设备为供应商自定义的。
- **bDeviceSubClass**: 用于表示 USB 设备所采用的设备类协议，它对 USB 设备类进行了更详细的定义。例如，对于前面的 HID 设备类，只有一个子类代码 0x01。而对于显示设备类(0x04)子类代码 0x01 表示 CRT 显示器、0x02 表示平面显示器、0x03 表示 3D 显示器。当 **bDeviceClass**=0 时，该字段也必须为 0；当该字段为 0xFF 时，表示由供应商自定义的设备子类。
- **bDeviceProtocol**: 用于表示 USB 设备所采用的设备类协议，其值和 **bDeviceClass** 及 **bDeviceSubClass** 的值有关。当该字段为 0 时，表示不使用任何设备协议。如果该 USB 设备属于某个设备类和设备子类，则应该继续指明所采用的设备类协议。当该字段为 0xFF 时，表示由供应商自定义设备类协议。
- **bMaxPacketSize0**: 用于表示 USB 设备端点 0 支持最大数据包的长度，它以字节为单位。对于低速 USB 设备，**bMaxPacketSize0** 为 8，对于全速 USB 设备，**bMaxPacketSize0** 为 8、16、32 或 64；对于高速 USB 设备 **bMaxPacketSize0** 为 64。
- **bNumConfigurations**: 表示 USB 设备另一个速率所支持的配置数。
- **bReserved**: 保留项，要置 0。

1.7 其他速率配置描述符

其他速率配置描述符用于指定另一传输速率下该设备的配置信息，如果高速 USB 设备既需要采用高速传输又需要全速传输，则它必须支持其他速率配置描述符。其他速率配置描述符包含 8 个字段，长度固定为 9 个字节。其格式如下：

表格 8 其他速率配置描述符

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
bLength	1	0	描述符长度：0x09
bDescriptorType	1	1	描述符类型：0x07
wTotalLength	2	2	配置信息长度
bNumInterfaces	1	4	所支持的接口数
bConfigurationValue	1	5	配置值
iConfiguration	1	6	字符串描述符的索引值
bmAttributes	1	7	配置特性
bMaxPower	1	8	所需要的最大 USB 总线电流(2mA 为单位)

各字段含义：

- **bLength**: 描述符的长度，固定为 0x09。
- **bDescriptorType**: 描述符类型，固定为 0x07。
- **wTotalLength**: 用于表示其他速率配置信息的总长度，包括配置描述符、接口描述符、端点描述符、设备类定义描述符和供应商自定义描述符的总和。
- **bNumInterfaces**: 用于表示其他速率配置所支持的接口数。
- **bConfigurationValue**: 用于表示其他速率配置值。
- **iConfiguration**: 用于指出配置字符串描述符的索引值，具体字符串的内容在字符串描述符中定义。如果没有配置字符串，可以置 0。
- **bmAttributes**: 用于表示配置特性。它量按位寻址的，第 6 位置 1 表示使用总线电源；第 5 位置 1 表示支持远程唤醒功能；该字段的其他位均保留，一般来说，第 0~4 位应该置 0，第 7 位应该置 1。

- **bMaxPower**: 用于表示 USB 设备运行时所需要消耗的总线电流, 单位以 2mA 为基准。USB 设备可以从 USB 总线上获得最大电流为 500mA, 因此该字段的最大值为 250。

2 HID 描述符

USB 设备中有一大类就是 HID 设备, 即 Human Interface Devices, 人机接口设备。这类设备包括鼠标、键盘等, 主要用于人与计算机进行交互。它是 USB 协议最早支持的一种设备类。HID 设备可以作为低速、全速、高速设备用。由于 HID 设备要求用户输入能得到及时响应, 故其传输方式通常采用中断方式。

在 USB 协议中, HID 设备的定义放置在接口描述符中, USB 的设备描述符和配置描述符中不包含 HID 设备的信息。因此, 对于某些特定的 HID 设备, 可以定义多个接口, 只有其中一个接口为 HID 设备类即可。

当定义一个设备为 HID 设备时, 其设备描述符应为:

```
bDeviceClass=0
bDeviceSubClass=0
bDeviceProtocol=0
```

其接口描述符应该:

```
bInterfaceClass=0x03
```

另外 (接口描述符):

对无引导的 HID 设备, 子类代码 **bInterfaceSubClass** 应置 0, 此时 **bInterfaceProtocol** 无效, 置零即可。即为:

```
bInterfaceClass=0x03
bInterfaceSubClass=0
bInterfaceProtocol=0
```

对支持引导的 USB 设备, 子类代码 **bInterfaceSubClass** 应置 1, 此时 **bInterfaceProtocol** 可以为 1 或 2, 1 表示键盘接口, 3 表示鼠标接口。其参考设置如下:

```
bInterfaceClass=0x03
bInterfaceSubClass=1
bInterfaceProtocol=1 或 2
```

HID 设备支持 USB 标准描述符中的五个: 设备描述符、配置描述符、接口描述符、端点描述符、字符串描述符。除此之外, HID 设备还有三种特殊的描述符: HID 描述符、报告描述符、物理描述符。一个 USB 设备只能支持一个 HID 描述符, 但可以支持多个报告描述符, 而物理描述符则可以有也可以没有。

2.1 HID 描述符

HID 描述符用于识别 HID 设备中所包含的额外描述符, 例如报告描述符或物理描述符等。其格式如下:

表格 9 USB HID 描述符

字段名	长度/字节	地址偏移量	说明
bLength	1	0	报告描述符长度(字节)
bDescriptorType	1	1	描述符类型: 0x21
bcdHID	2	2	HID 版本号(BCD 码)
bCountryCode	1	4	国家/地区代码
bNumDescriptor	1	5	支持的其他类型描述符数量
bDescriptorType	1	6	类别描述符的类型
wDescriptorLength	2	7	报告描述符的总长度
bDescriptorType	1	9	用于识别描述符类型的常数
wDescriptorLength	2	10	描述符的总长度

各字段含义:

bLength: HID 描述符长度。

bDescriptorType: HID 描述符类型, 值为 0x21。

bcdHID: HID 设备所遵循的 HID 版本号, 为 4 位 16 进制的 BCD 码数据。1.0 即 0x0100, 1.1 即 0x0101, 2.0 即 0x0200。

bCountryCode: HID 设备国家/地区代码。

bNumDescriptor: HID 设备支持的其他设备描述符的数量。由于 HID 设备至少需要包括一个报告描述符, 故其值至少为 0x01。

bDescriptorType: HID 描述符附属的类别描述符长度。

bDescriptorType/wDescriptorLength: 可选字段, 用于表示 HID 描述符附属的类别描述符类型及长度。

2.2 报告描述符

HID 设备的报告描述符是一种数据报表, 主要用于定义 HID 设备和 USB 主机之间的数据交换格式, HID 设备报告描述符的类型值为 0x22。

报告描述符使用自定义的数据结构, 用于传输特定的数据包。例如对于键盘, 需要在数据包中指明按键的值, 报告描述符把这些数据打包发给主机, 主机对发来的数据进行处理。它有四个组成部分, 其格式如下:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	23
bSize		bType		bTag				[data]	

表格 10 HID 报告描述符

各字段含义:

bSize: 占用两个位, 指示数据部分, 即[data]字段的长度, 00b→表没有数据字节, 01b→表只有一个数据字节, 10b 表示有两个数据字节, 11b 表有 4 个数据字节。

bType: 数据项类型, 用于指明数据项的类型。00b→主数据类型, 01b→全局数据类型, 10b→局部数据类型, 11b→保留。

bTag: 数据项标签, 用于指明数据项的功能。报告描述符需要包含的数据项标签有: 输入输出数据项标签、用法数据项标签、用法页数据项标签、逻辑最小和最大值数据项标签、报告大小数据项标签以及报告计数数据项标签。

[data]: 数据字节, 随着前面 bSize 定义的大小而变化。

2.3 物理描述符

HID 设备的物理描述符主要用于报告物理设备的激活信息, 其类型值为 0x23, 它是可选的, 对大部分设备不需要使用此描述符。