10年口碑积累，成功培养50000多名研发工程师，铸就专业品牌形象
华清远见的企业理念是不仅要做良心教育、做专业教育，更要做受人尊敬的职业教育。

《USB 应用开发技术大全》

作者：华清远见

第 2 章 USB 电源管理

本章目标

USB 总线接口具有向外提供电源的能力，在一定程度上可以满足 USB 设备的电源需求。USB 接口的鼠标和键盘以及 U 盘和移动硬盘等，都可以使用 USB 接口来供电。这样可以简化 USB 设备的系统设计，但是 USB 接口的供电能力有限，使用时需要仔细考虑 USB 设备的功率需求。

本章主要讲解以下内容：

- USB 的供电
- USB 电源管理

2.1 USB 的供电

USB 接口可以向外提供电源，并且是 5V 的电压，非常适合于 TTL 信号的系统，特别是单片机系统。可以使用这个电源为 USB 设备供电，这样便减少了电源设计，简化了 USB 系统结构。

2.1.1 USB 接口的电源指标

在 USB 总线系统中，USB 主机和 USB 集线器可以通过 V_{BUS} 和 GND 两根电源线向外提供电源，电源电压一般为 4.75～5.25V。USB 协议中规定，每个 USB 端口的最大数据电流为 500mA。

在实际使用中，USB 主机和 USB 集线器的端口可以分为高输出功率端口和低输出功率端口，其区别在于最大输出电流不同。

- 对于高输出功率 USB 端口，其最大的输出电流为 500mA。
- 而对于低输出功率 USB 端口，其最大的输出电流为 100mA。

大部分计算机的 USB 接口都是高输出功率 USB 接口，低输出功率 USB 端口比较少见，不常使用，因此，这里主要介绍高输出功率 USB 接口。

如果 USB 设备需要使用 USB 总线的电源，则需要保证整个系统的功率消耗在 USB 协议规定的范围内。对于功率消耗比较大的 USB 设备，也可以采用自供电的方式。

2.1.2 电源分配

USB 端口具有高输出功率和低输出功率之分，同样，USB 设备可以按照电流的消耗分为高功率消耗设备和低功率消耗设备。

- 高功率消耗设备一般需要 100～500mA 的电流。
- 低功率消耗设备一般需要 0～100mA 的电流。

典型的 USB 设备包括 USB 集线器和 USB 功能设备两种。下面分别介绍 USB 集线器和 USB 功能设备的电源分配。

1．USB 集线器

USB 集线器可以采用总线供电，也可以采用自供电的方式，这两种方式对 USB 集线器的下行端口的电流有不同的影响。

- 总线供电的 USB 集线器。由于 USB 根集线器输出的最大电流为 500mA，USB 根集线器电路本身有一定的消耗，因此可以向外提供的电流为 400mA 左右。这样，如果需要将下行端口配置为低输出功率 USB 端口，则最多可扩展 4 个 USB 下行端口。
- 自供电的 USB 集线器。如果采用自供电的方式，则电源可以提供更大的功率，完全可以满足每个 USB 下行端口配置为高输出功率端口的要求，即自供电的 USB 集线器的下行端口可以输出 500mA 的电流，且对下行端口的数量没有限制。

在使用 USB 集线器的时候，一定要注意 USB 集线器的供电方式及其下行端口的输出功率，这直接关系到下行 USB 设备是否能够正常工作。例如，如果将一个高功率消耗的 USB 总线供电设备连接到总线供电的 USB 集线器上，则可能造成该 USB 设备无法得到足够的电流，从而无法正常工作。

2．USB 功能设备

华清远见

USB 功能设备可以采用总线供电，也可以采用自供电的方式，这两种方式依赖于 USB 设备的功率消耗以及上行 USB 端口的输出功率。

- 总线供电的 USB 功能设备。此时，USB 功能设备可以从 USB 总线上获得 0～500mA 的电流。但是，如果上行的 USB 集线器端口只能提供 100mA 的电流时，USB 功能设备也就只能最大获得 100mA 的电流，因此，总线供电的 USB 功能设备使用比较受限制，使用时一定要注意上行 USB 端口的能力。电流消耗小于 100mA 的 USB 功能设备可以放心地使用 USB 总线供电。
- 自供电的 USB 功能设备。如果 USB 功能设备的功率消耗比较大，需要大于 500mA 的电流时，必须使用外部的电源进行供电。如果 USB 功能设备的电流消耗大于 100mA 而小于 500mA，为了保证该 USB 设备在任何上行 USB 端口下都可以正常使用，应该使用外部电源自供电。

对于 USB 功能设备，可以在其配置描述符中规定其电流需求。在 USB 功能设备上电的时候，首先作为低功率消耗设备来进行上电配置，在 USB 设备配置完毕后，便可以按照配置描述符中规定的电流值，从 USB 总线获得相应的电流。

典型的 USB 设备配置描述符示例如下：

```
ConfigDscr:
      db   DSCR_CONFIG_LEN            ;描述符长度
      db   DSCR_CONFIG                ;描述符类型
      db   (ConfigDscrEnd-ConfigDscr) mod 256
                                      ;长度(LSB)
      db   (ConfigDscrEnd-ConfigDscr)/  256
                                      ;长度(MSB)
      db   1                          ;接口数
      db   1                          ;配置数
      db   0                          ;配置字符串
      db   10000000b                  ;特性(b7-buspwr, b6-selfpwr, b5-rwu)
      db   100                        ;功率需求
```

其中，最后一项表示了电流的消耗需求，其值为 100，以 2mA 为基本单位。这里设定的电流需求为 100×2mA=200mA。由于电流消耗大于 100mA，此 USB 功能设备为高功率消耗设备，使用时必须连接在高输出功率的 USB 端口，否则该 USB 功能设备将无法正常工作。

2.2 USB 电源管理

USB 系统中包含一个完善的电源管理子系统，该系统可以管理 USB 设备的挂起、恢复等，从而实现系统电源的有效使用和合理分配。

2.2.1 供电保持

供电保持是采用一种软件控制的方式，将 USB 设备进入挂起状态，从而实现 USB 设备的省电模式。在挂起状态的省电模式下，USB 设备的电流消耗最低。

在 USB 协议中，支持选择挂起和全部挂起两种挂起方式。

- 选择挂起：适用于单个 USB 设备，用于将某个 USB 设备挂起，进入省电模式。
- 全部挂起：适用于 USB 集线器，可以将 USB 集线器上的所有 USB 设备挂起，实现 USB 系统最小的功率消耗。

选择挂起和全部挂起分别适用于 USB 功能设备和 USB 集线器，下面分别介绍 USB 功能设备和 USB 集线器对挂起的响应。

2.2.2 USB 设备的挂起

如果该 USB 设备在 3ms 内没有总线活动，该 USB 设备将进入挂起状态。在挂起状态下，USB 设备必须能够保持挂起前的状态。此时，USB 设备需要不超过 500μA 的电流来维持当前 USB 的状态，包括寄存器信息、变量信息等。

USB 功能设备支持远程唤醒功能，可以通过外部触发信号使 USB 功能设备脱离挂起状态，恢复正常运行。

2.2.3 USB 集线器的挂起

如果 USB 集线器在 3ms 内没有总线活动，该 USB 集线器设备将进入挂起状态。此时，连同其下行端口的 USB 功能设备将一同进入挂起状态，因此称为全部挂起。

全部挂起需要同时将 USB 集线器和 USB 功能设备置于挂起状态，其操作比较复杂，具体实现步骤如下：

（1）使 USB 集线器内部的中继器进入等待开始状态。

（2）将所连接的 USB 设备置于闲置状态。

（3）保存本地变量，寄存器值以及各个控制位和状态位的当前值。

（4）保存当前各个下行端口的状态。

（5）停止 USB 集线器内部时钟。

USB 集线器进入挂起状态后，其将获得大于 500μA 的电流，这样可以为每个下行端口分配 500μA 的供电保持电流。

当 USB 集线器有总线操作，或者任何一个 USB 功能设备被远程唤醒时，USB 集线器将脱离挂起状态，恢复正常运行。

华清远见

2.3 小结

本章主要讲解了 USB 总线的电源指标和电源分配，以及 USB 总线对 USB 设备和集线器的电源管理。USB 总线可以向外提供一定的电源，因此合理利用 USB 总线电源可以简化 USB 设备的电路设计，并可使设备工作更加稳定。读者需要着重掌握 USB 总线的电源分配以及 USB 设备的电源管理。

联系方式

集团官网：www.hqyj.com　　嵌入式学院：www.embedu.org　　移动互联网学院：www.3g-edu.org

企业学院：www.farsight.com.cn　　物联网学院：www.topsight.cn　　研发中心：dev.hqyj.com

集团总部地址：北京市海淀区西三旗悦秀路北京明园大学校内 华清远见教育集团

北京地址：北京市海淀区西三旗悦秀路北京明园大学校区，电话：010-82600386/5

上海地址：上海市徐汇区漕溪路 250 号银海大厦 11 层 B 区，电话：021-54485127

深圳地址：深圳市龙华新区人民北路美丽 AAA 大厦 15 层，电话：0755-25590506

成都地址：成都市武侯区科华北路 99 号科华大厦 6 层，电话：028-85405115

南京地址：南京市白下区汉中路 185 号鸿运大厦 10 层，电话：025-86551900

武汉地址：武汉市工程大学卓刀泉校区科技孵化器大楼 8 层，电话：027-87804688

西安地址：西安市高新区高新一路 12 号创业大厦 D3 楼 5 层，电话：029-68785218

广州地址：广州市天河区中山大道 268 号天河广场 3 层，电话：020-28916067

华清远见