

U 盘和 SD 卡文件管理控制芯片 CH376

手册 (二): 辅助命令和 USB 基本传输命令

版本: 1

<http://wch.cn>

1、附加命令

代码	命令名称 CMD_	输入数据	输出数据	命令用途
04H	SET_USB_SPEED	总线速度		设置 USB 总线速度
0AH	GET_DEV_RATE	数据 07H	数据速率类型	获取 USB 设备的数据速率类型
0AH	READ_VAR8	变量地址	数据	读取指定的 8 位文件系统变量
0BH	SET_RETRY	数据 25H		设置 USB 事务操作的重试次数
		重试次数		
0BH	WRITE_VAR8	变量地址		设置指定的 8 位文件系统变量
		数据		
0CH	READ_VAR32	变量地址	数据 (4 字节)	读取指定的 32 位文件系统变量
0DH	WRITE_VAR32	变量地址		设置指定的 32 位文件系统变量
		数据 (4 字节)		
0FH	DELAY_100US		延时状态	延时 100uS
13H	SET_USB_ADDR	地址值		设置 USB 地址
16H	TEST_CONNECT		(等 2uS) 连接状态	检查 USB 设备的连接状态
17H	ABORT_NAK			放弃当前 NAK 的重试
1CH	SET_ENDP6	工作方式	(等 3uS)	设置 USB 主机端点的接收器
1DH	SET_ENDP7	工作方式	(等 3uS)	设置 USB 主机端点的发送器
25H	DIRTY_BUFFER			清除内部的磁盘和文件缓冲区
41H	CLR_STALL	端点号	产生中断	控制传输: 清除端点错误
45H	SET_ADDRESS	地址值	产生中断	控制传输: 设置 USB 地址
46H	GET_DESCR	描述符类型	产生中断	控制传输: 获取描述符
49H	SET_CONFIG	配置值	产生中断	控制传输: 设置 USB 配置
4DH	AUTO_SETUP		产生中断	自动配置 USB 设备
4EH	ISSUE_TKN_X	同步标志	产生中断	发出同步令牌, 执行事务
		事务属性		
51H	DISK_INIT		产生中断	初始化 USB 存储器
52H	DISK_RESET		产生中断	复位 USB 存储设备
53H	DISK_SIZE		产生中断	获取 USB 存储器的容量
58H	DISK_INQUIRY		产生中断	查询 USB 存储器特性
59H	DISK_READY		产生中断	检查 USB 存储器就绪
5AH	DISK_R_SENSE		产生中断	检查 USB 存储器错误
5BH	RD_DISK_SEC		产生中断	从磁盘读取扇区数据到内部缓冲区
5CH	WR_DISK_SEC		产生中断	将内部缓冲区的扇区数据写入磁盘
5DH	DISK_MAX_LUN		产生中断	获取 USB 存储设备的最大单元号

1.1. 命令 CMD_SET_USB_SPEED

该命令用于设置 USB 总线速度。该命令需要输入 1 个数据, 用于选择 USB 总线速度, 00H 对应于

12Mbps 全速方式，01H 对应 1.5Mbps 全速方式（非标准方式），02H 对应于 1.5Mbps 低速方式。CH376 的 USB 总线速度默认为 12Mbps 全速方式，并且在执行 CMD_SET_USB_MODE 命令设置 USB 工作模式后也会自动恢复到 12Mbps 全速方式。

1.2. 命令 CMD_GET_DEV_RATE

该命令用于获取当前连接的 USB 设备的数据速率类型。该命令需要输入 1 个数据 07H，输出为数据速率类型，其位 4 为 1 则是 1.5Mbps 低速 USB 设备，否则是 12Mbps 全速 USB 设备。该命令仅在 USB 模式 5（已启用的 USB 主机方式，不产生 SOF 包）状态下有效。

1.3. 命令 CMD_READ_VAR8

该命令用于读取指定的 8 位（单字节）文件系统变量。该命令需要输入 1 个数据指定变量地址，输出为该变量的数据。

1.4. 命令 CMD_SET_RETRY

该命令设置 USB 事务操作的重试次数。该命令需要输入两个数据，分别是数据 25H 和重试次数。

重试次数的位 7 和位 6 指定 CH376 收到 NAK 应答时的处理方式，位 7 为 1 并且位 6 为 0 则无限重试（可以用 CMD_ABORT_NAK 命令临时放弃当前的重试），位 7 为 1 并且位 6 为 1 则有限重试最多 3 秒左右，位 7 为 0 则将 NAK 作为结果通知单片机或者作为错误处理。重试次数的位 5~位 0 指定当 USB 设备应答超时后 CH376 的重试次数，为 0 则超时后不重试。

芯片复位后或者重新设置 USB 模式后的默认重试次数是 8FH，所以收到 NAK 应答后将无限重试，USB 设备应答超时后将重试 15 次。

1.5. 命令 CMD_WRITE_VAR8

该命令设置指定的 8 位（单字节）文件系统变量。该命令需要输入两个数据，分别是指定变量地址和指定变量数据。

1.6. 命令 CMD_READ_VAR32

该命令用于读取指定的 32 位（4 字节）文件系统变量。该命令需要输入 1 个数据指定变量地址，输出为该变量的数据，变量数据共 4 个字节，依次是数据最低字节、数据较低字节、数据较高字节、数据最高字节。

1.7. 命令 CMD_WRITE_VAR32

该命令设置指定的 32 位（4 字节）文件系统变量。该命令需要输入 5 个数据，分别是指定变量地址、变量数据的最低字节、数据较低字节、数据较高字节、数据最高字节。

1.8. 命令 CMD_DELAY_100US

该命令用于延时 100uS，不支持串口方式。在延时期间输出数据 0，延时结束后输出数据为非 0（通常是芯片版本号），单片机根据读出的数据判断延时是否结束。

1.9. 命令 CMD_SET_USB_ADDR

该命令设置 USB 设备地址。该命令需要输入 1 个数据，用于选择被操作的 USB 设备的地址。复位后或者 USB 设备连接或者断开后，USB 设备地址总是 00H，单片机通过默认地址 00H 与 USB 设备通讯，

如果单片机通过标准 USB 请求设置了 USB 设备的地址，那么也必须通过该命令设置相同的 USB 设备地址，以便 CH376 通过新地址与 USB 设备通讯。

1.10. 命令 CMD_TEST_CONNECT

该命令用于在 USB 主机方式下查询当前 USB 设备的连接状态。通常情况下，该命令在 2 μ s 时间之内完成。完成后输出 USB_INT_CONNECT、USB_INT_DISCONNECT 或者 USB_INT_USB_READY 三种状态之一，状态 USB_INT_CONNECT 说明 USB 设备刚连接或者已经连接但尚未初始化，状态 USB_INT_DISCONNECT 说明 USB 设备尚未连接或者已经断开，状态 USB_INT_USB_READY 说明 USB 设备已经连接并且已经被初始化（已经分配 USB 地址），输出 0 说明该命令尚未完成，可以稍后再读取状态。

1.11. 命令 CMD_ABORT_NAK

该命令用于放弃当前 NAK 的重试。CH376 工作于 USB 主机方式时，默认情况下，CH376 在收到 USB 设备返回的 NAK 状态时，将不断重试直到返回成功或者错误。该命令可以强制 CH376 终止重试，以便执行新的操作。另外，使用 SET_RETRY 命令可以设置是否禁止 NAK 重试。

1.12. 命令 CMD_SET_ENDP6

该命令设置 USB 主机端点或者端点 2 的接收器（设备方式端点 2 的 OUT/主机端点的 IN）。该命令需要输入 1 个数据，指定新的工作方式。例如，如果执行 IN 事务并希望收到 DATA0 而放弃 DATA1，那么必须通过该命令设置主机端点的接收器的同步触发标志为 0，相应的工作方式字节是 80H。通常情况下，该命令在 3 μ s 时间之内完成。

USB 端点的收发器的工作方式，参考下表。

工作方式字节	名称	工作方式的位分析说明	
位 7~位 6	同步触发标志	如果位 7 为 1 则位 6 为新的同步触发标志：	
		00 或者 01=保持当前同步触发标志不变	
		10=同步触发标志置 0	11=同步触发标志置 1
位 5~位 4	（保留位）	（未定义，必须为 0）	
位 3~位 0	事务响应方式	必须是 0000	

1.13. 命令 CMD_SET_ENDP7

该命令设置 USB 主机端点或者端点 2 的发送器（设备方式端点 2 的 IN/主机端点的 OUT）。该命令需要输入 1 个数据，指定新的工作方式。例如，如果执行 SETUP 或者 OUT 事务并希望发送 DATA0，那么必须通过该命令设置主机端点的发送器的同步触发标志为 0，相应的工作方式字节是 80H。如果希望发送 DATA1，则工作方式字节是 C0H。通常情况下，该命令在 3 μ s 时间之内完成。

1.14. 命令 CMD_DIRTY_BUFFER

该命令用于主机文件模式下清除内部的磁盘和文件缓冲区。进入主机文件模式后，CH376 总是在内部的磁盘缓冲区中存放一些经常使用的数据，但是有些命令（例如 CMD_RD_DISK_SEC 或者 CMD_WR_DISK_SEC 等）在执行时也会使用该缓冲区，导致缓冲数据无效，为了避免 CH376 误用无效数据，需要在其它命令使用完内部缓冲区后通知 CH376 清除内部缓冲区。

1.15. 命令 CMD_CLR_STALL

该命令是清除端点错误的控制传输命令。该命令需要输入 1 个数据，指定将被清除错误的 USB 设备的端点地址，对于 OUT 端点，有效地址是 01H~0FH，对于 IN 端点，有效地址是 81H~8FH。该命令

用于简化标准 USB 请求 CLEAR_FEATURE，CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断，如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS，则说明命令执行成功。

1.16. 命令 CMD_SET_ADDRESS

该命令是设置 USB 地址的控制传输命令。该命令需要输入 1 个数据，指定新的 USB 设备地址，有效地址是 00H~7FH。该命令用于简化标准 USB 请求 SET_ADDRESS，CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断，如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS，则说明命令执行成功。

1.17. 命令 CMD_GET_DESCR

该命令是获取描述符的控制传输命令。该命令需要输入 1 个数据，指定将要获取的描述符的类型，有效类型是 1 或者 2，分别对应于 DEVICE 设备描述符和 CONFIGURATION 配置描述符，其中，配置描述符还包括接口描述符和端点描述符。该命令用于简化标准 USB 请求 GET_DESCRIPTOR，CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断，如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS，则说明命令执行成功，单片机可以通过 CMD_RD_USB_DATA0 命令获取描述符数据。由于 CH376 的控制传输缓冲区只有 64 个字节，所以当描述符的长度超过 64 字节时，CH376 将返回操作状态 USB_INT_BUF_OVER，对于该 USB 设备，单片机可以通过 CMD_ISSUE_TKN_X 命令自行处理控制传输。

1.18. 命令 CMD_SET_CONFIG

该命令是设置 USB 配置的控制传输命令。该命令需要输入 1 个数据，指定新的 USB 配置值，配置值为 0 则取消配置，否则应该取自该 USB 设备的配置描述符中。该命令用于简化标准 USB 请求 SET_CONFIGURATION，CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断，如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS，则说明命令执行成功。

1.19. 命令 CMD_AUTO_SETUP

该命令用于自动配置 USB 设备，不支持 SD 卡。该命令用于简化普通 USB 设备的初始化步骤，相当于 GET_DESCR、SET_ADDRESS、SET_CONFIGURATION 等多个命令序列。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断，如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS，则说明命令执行成功。

1.20. 命令 CMD_ISSUE_TKN_X

该命令使 CH376 发出同步令牌，执行事务。该命令需要输入两个数据，分别是同步标志和事务属性。同步标志的位 7 为主机端点的接收器的同步触发标志，位 6 为主机端点的发送器的同步触发标志，位 5~位 0 必须为 0。事务属性的低 4 位指定事务的令牌 PID，高 4 位指定 USB 设备的端点号。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断，单片机可以读取中断状态作为该命令的操作状态。如果操作状态是 USB_INT_SUCCESS，则说明命令执行成功，否则说明命令执行失败，单片机可以根据操作状态进一步分析失败原因。

对于发送数据的 SETUP 事务和 OUT 事务，应该先通过 CMD_WR_HOST_DATA 命令写入准备发送的数据，然后再通过 CMD_ISSUE_TKN_X 命令执行事务；对于接收数据的 IN 事务，应该先通过 CMD_ISSUE_TKN_X 命令执行事务，执行成功后，再通过 CMD_RD_USB_DATA0 命令读出已经接收的数据。

下面是 CH376 支持的 USB 令牌 PID。

PID 字节	名称	说明
0DH	DEF_USB_PID_SETUP	发起控制传输，发送建立数据
01H	DEF_USB_PID_OUT	执行 OUT 事务，发送数据
09H	DEF_USB_PID_IN	执行 IN 事务，接收数据

例如，事务属性字节为 09H 时，则 CH376 从 USB 设备的默认端点 0 接收数据；事务属性字节为

21H 时, 则 CH376 向 USB 设备的端点 2 发送数据; 事务属性字节为 29H 时, 则 CH376 从 USB 设备的端点 2 接收数据, 该端点的地址是 82H。

1.21. 命令 CMD_DISK_INIT

该命令用于初始化 USB 存储设备, 不支持 SD 卡。对于已经连接的 USB 设备, 该命令首先复位 USB 总线, 然后分析该 USB 设备的描述符, 如果是能够支持的 USB 存储设备, 那么将自动配置该设备, 最后建立与 USB 存储设备的连接。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断, 如果 USB 设备已经断开, 那么中断状态可能是 USB_INT_DISCONNECT; 如果 USB 设备不能识别或者该 USB 存储设备不被支持, 那么 v 状态通常是 USB_INT_DISK_ERR 或 USB_INT_BUF_OVER; 如果 USB 存储设备初始化成功, 那么中断状态将是 USB_INT_SUCCESS。

1.22. 命令 CMD_DISK_RESET

该命令用于通过控制传输复位 USB 存储设备, 不支持 SD 卡。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断, 如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS 则说明命令执行成功。

完整的复位过程包括: 通过该命令复位 USB 存储设备, 通过 CLR_STALL 命令复位 Bulk-IN 端点, 通过 CLR_STALL 命令复位 Bulk-OUT 端点。

当 USB 存储设备发生错误时, CH376 会分析错误原因并根据需要自动选择是否复位 USB 设备。

1.23. 命令 CMD_DISK_SIZE

该命令用于获取 USB 存储器的容量, 不支持 SD 卡。在成功初始化 USB 存储设备后, 该命令可以获取 USB 存储设备的总容量。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断, 如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS, 那么可以由 CMD_RD_USB_DATA0 命令获取数据, 数据通常是 8 个字节, 前 4 个字节以高字节在前组成的双字数据是 USB 存储设备的总扇区数, 后 4 个字节以高字节在前组成的双字数据是每个扇区的字节数, 两个数据相乘的结果就是以字节为单位的 USB 存储设备的总容量。

1.24. 命令 CMD_DISK_INQUIRY

该命令用于查询 USB 存储设备的特性, 不支持 SD 卡。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断, 如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS, 那么可以由 CMD_RD_USB_DATA0 命令获取数据, 数据通常是 36 个字节, 包括 USB 存储设备的特性以及厂商和产品的识别信息等。该命令一般不需要用到, 除非是分析新的逻辑单元。

1.25. 命令 CMD_DISK_READY

该命令用于检查 USB 存储设备是否就绪, 不支持 SD 卡。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断, 如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS, 那么说明 USB 存储设备当前已经就绪。

1.26. 命令 CMD_DISK_R_SENSE

该命令用于检查 USB 存储设备的错误。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断, 正常情况下中断状态是 USB_INT_SUCCESS, 可以由 CMD_RD_USB_DATA0 命令获取数据后分析错误。

1.27. 命令 CMD_RD_DISK_SEC

该命令用于在主机文件模式下从磁盘读取一个扇区的数据到内部缓冲区。

1.28. 命令 CMD_WR_DISK_SEC

该命令用于在主机文件模式下将内部缓冲区的一个扇区的数据写入磁盘。

1.29. 命令 CMD_DISK_MAX_LUN

该命令通过控制传输获取 USB 存储设备的最大逻辑单元号。CH376 在命令执行完成后向单片机请求中断, 如果中断状态是 USB_INT_SUCCESS, 那么可以由 CMD_RD_USB_DATA0 命令获取数据, 数据通常是 1 个字节。

2、外部固件

2.1. 概述

CMD_ISSUE_TKN_X 命令用于执行基本的 USB 传输事务, 是 USB 主机方式下固件编程中最基本的操作。在此基础上, 外部单片机可以按照 USB 协议的要求, 自行处理 CH376 尚未直接提供简化命令的控制传输。再进一步, 单片机可以按照 USB 协议的要求, 自行处理各种特定类设备的 USB 协议, 实现对 USB 设备的控制和数据交换。CH376 内置了 Mass-Storage 海量存储设备的 Bulk-Only 传输协议, 对于使用 CBI 传输协议或者其它传输协议的 USB 存储设备, 仍然需要外部单片机基于 CMD_ISSUE_TKN_X 命令和控制传输命令自行处理。

2.2. 外部固件参考流程

在 CH376 评估板资料中提供了外部固件的参考程序, 下述流程是外部单片机通过控制传输执行标准 USB 请求 GET_STATUS, 获取 USB 设备的状态, 供外部单片机设计固件程序时参考。

(1) 控制传输的建立阶段

- ① 发出 CMD_WR_HOST_DATA 命令将 8 个字节的请求数据写入输出缓冲区, 请求数据依次是 80H、00H、00H、00H、00H、00H、02H、00H, 长度为 8。
- ② 发出 CMD_ISSUE_TKN_X 命令执行事务, 同步标志为 00H, 事务属性字节是 0DH, 向默认端点 0 发出 SETUP 令牌及发送 DATA0。
- ③ 单片机等待事务完成中断或者等待中断通知。
- ④ 事务完成后, CH376 将 INT#引脚设置为低电平, 向单片机请求中断;
- ⑤ 单片机进入中断服务程序, 或者在主程序中收到中断的通知后退出等待。
- ⑥ 发出 CMD_GET_STATUS 命令获取中断状态。
- ⑦ CH376 在 CMD_GET_STATUS 命令完成后将 INT#引脚恢复为高电平, 取消中断请求。
- ⑧ 单片机分析获得的中断状态, 如果不是 USB_INT_SUCCESS 则操作失败, 进行异常处理; 如果是 USB_INT_SUCCESS 则事务执行成功, 建立阶段完成。

(2) 控制传输的数据阶段

- ① 发出 CMD_ISSUE_TKN_X 命令执行事务, 同步标志为 80H, 事务属性字节是 09H, 向默认端点 0 发出 IN 令牌及接收 DATA1。
- ② 单片机等待事务完成; 事务完成后, CH376 请求单片机中断。
- ③ 发出 CMD_GET_STATUS 命令获取中断状态, CH376 撤消中断请求。
- ④ 单片机分析获得的中断状态, 如果操作失败则进行异常处理; 如果是 USB_INT_SUCCESS 则事务执行成功。
- ⑤ 发出 CMD_RD_USB_DATA0 命令获取 USB 设备返回的数据, 并保存作为控制传输的返回结果。
- ⑥ 因为该控制传输只需要一次 IN 事务, 所以数据阶段完成。

(3) 控制传输的状态阶段

- ① 发出 CMD_WR_HOST_DATA 命令将 0 长度的状态数据写入输出缓冲区, 长度为 0。
- ② 发出 CMD_ISSUE_TKN_X 命令执行事务, 同步标志为 40H, 事务属性字节是 01H, 向默认端点 0 发出 OUT 令牌及发送 DATA1。

-
- ③ 单片机等待事务完成；事务完成后，CH376 请求单片机中断。
 - ④ 发出 `CMD_GET_STATUS` 命令获取中断状态，CH376 撤消中断请求。
 - ⑤ 单片机分析获得的中断状态，如果操作失败则进行异常处理；如果是 `USB_INT_SUCCESS` 则事务执行成功，状态阶段完成。
- (4) 控制传输完成，在数据阶段中返回的数据作为标准 USB 请求 `GET_STATUS` 的返回数据，通常返回数据的长度是 2 字节。