

图解高速 USB 握手过程

我们知道，USB 全速外设（FS）和低速外设（LS）是通过在 D+或 D-数据线上上拉 1.5K 的电阻予以区别，D+上拉为全速外设，D-上拉为低速外设。高速外设的识别则比较复杂，需要通过主机与高速外设握手才能识别。本篇对高速 USB 握手进行图解说明。

数据采集设备：HD-USB480-II 型 USB2.0 协议分析仪

相关知识

- 1、高速外设最初以全速外设的形式出现，即：高速外设插入 USB HUB/HOST 时 D+数据线上拉 1.5K 的电阻；
- 2、高速握手成功之后，外设与主机进入高速模式。如果握手不成功，则返回全速模式；
- 3、在高速握手过程中，USB HUB/HOST 要判定与其相连的外设是否支持高速模式，外设也要判定 USB HUB/HOST 是否支持高速模式。

下图是通过“HD-USB480-II 型 USB2.0 协议分析仪”采集的某品牌 U 盘的高速握手过程。

Sp	Index	m:s.ms.us	Dur	Len	Err	PID	CRC	Packet
FS	12	00:17.179.869	1.66 s					<Reset> / <Target Disconnected>
FS	13	00:18.844.818						<Full-speed>
FS	14	00:18.960.039	3.63 us					<Reset> / <Target Disconnected>
HS	15	00:18.960.043	2.00 ms					<Chirp K>
HS	16	00:18.962.044	58.23 us					<Reset> / <ChirpJ> / <Tiny J>
HS	17	00:18.962.102	52.00 us					<Chirp K>
HS	18	00:18.962.154	50.67 us					<Chirp J>
HS	19	00:18.962.205	53.32 us					<Chirp K>
HS	20	00:18.962.258	50.67 us					<Chirp J>
HS	21	00:18.962.309	53.30 us					<Chirp K>
HS	22	00:18.962.362	50.67 us					<Chirp J>
HS	23	00:18.962.413	74.29 ms					[714 Chirp K-J pairs][1 Chirp K]
HS	24	00:19.036.706	274.45 us					<Reset> / <Target Disconnected>
HS	25	00:19.036.980						<High-speed>
HS	26	00:19.036.980	139.93 ms					[1125 S0F]

- 1、【Index13】：USB HUB/HOST 检测到插入的外设为全速外设，即：D+数据线被上拉；
- 2、【Index14】：USB HUB/HOST 检测到插入的外设为全速外设后，复位总线。即：向总线发送 SE0。此 SE0 的持续时间不得小于 2.5 微秒。本例的 SE0 持续时间为 3.63 微秒；
- 3、【Index15】：高速外设检测到总线上 SE0 的持续时间不小于 2.5 微秒后，向总线发送 Chirp K 信号。此 Chirp K 信号的持续时间不小于 1 毫秒且不大于 7 毫秒。本例的 Chirp K 信

号持续时间为 2 毫秒；

4、【Index16】：高速外设发送 Chirp K 信号结束后，总线回复到 SE0 状态。如果 USB HUB/HOST 支持高速模式，则必须在 Chirp K 信号结束后 100 微秒内做出响应。本例中 USB HUB/HOST 在 Chirp K 信号结束后 58.23 微秒时做出了响应；

5、【Index17-22】：HUB/HOST 在 Chirp K 信号结束后 100 微秒内做出了响应，向总线发送连续的 Chirp K/J 对，每个 Chirp K 信号或 Chirp J 信号的宽度不小于 40 微秒且不大于 60 微秒（本例为 50-60 微秒之间），每 2 个相邻的 Chirp K 和 Chirp J 信号之间的间隔不应大于 2.5 微秒。

6、【Index23-25】：高速外设检测到连续的最少 3 对 Chirp K/J 对后，在 500 微秒内必须断开 D+ 上的上拉电阻，并连接 D+ 和 D- 上对地的高速端接电阻，完成高速握手，进入高速传输模式。

以上即为高速 USB 握手的全过程，通过 **HD-USB480-II 型 USB2.0 协议分析仪** 对数据进行采集，可以清楚分析高速握手的每个步骤。