

## 1. USB 总线

USB1.1:

-----低速模式(low speed): 1.5Mbps

-----全速模式(full speed): 12Mbps

USB2.0: 向下兼容。增加了高速模式, 最大速率 480Mbps。

-----高速模式(high speed): 25~480Mbps

USB3.0: 向下兼容。

-----super speed : 理论上最高达 4.8Gbps, 实际中, 也就是 high speed 的 10 倍左右。

## 2. UART

RS232: 传输速率一般不超过 20Kbps, 速率低, 抗干扰能力差, RS-232C 能传输的最大距离不超过 15m (50 英尺)。

RS422: 定义了一种平衡通信接口, 将传输速率提高到 10Mbps, 传输距离延长到 4000 英尺(速率低于 100Kbps 时), 并允许在一条平衡总线上连接最多 10 个接收器。

RS-422 是一种单机发送、多机接收的单向、平衡传输规范, 被命名为 TIA/EIA-422-A 标准。

RS485: 增加了多点、双向通信能力, 即允许多个发送器连接到同一条总线上, 同时增加了发送器的驱动能力和冲突保护特性, 扩展了总线共模范围, 后命名为 TIA/EIA-485-A 标准。最高传输速率 10Mbps, 抗干扰能力强, 可以传距离 1.5km。

平衡双绞线的长度与传输速率成反比, 在 100Kbps 速率以下, 才可能使用规定最长的电缆长度。只有在很短的距离下才能获得最高速率传输。一般 100 米长双绞线最大传输速率仅为 1Mbps。

## 3. SPI 总线

全双工通信, 传输速率可达几 Mbps 水平, 比 I2C 快。

## 4. I2C 总线

半双工, 只有 2 根线。数据线和时钟线。

-----标准速度: 100kbps

-----快速模式: 400kbps

-----高速模式: 3.4Mbps

## 4. Ethernet, 也就是通常的网速。

-----早期的以太网传输速率只有 10Mbps。

-----百兆网: 理论上最大 100Mbps。

-----千兆网: 理论上最大 1Gbps。

## 5. SD 总线: 最高能达 10Mbps。

## 6. SATA 接口

-----SATA1.0: 理论传输速度是 150MB/s (或者 1.5Gb/s), 实际也就 30MBps。

-----SATA2.0: 300MBps, 即 3Gbps。实际也就 80MBps。

-----SATA3.0: 600MBps, 即 6Gbps。  
-----eSATA: 理论传输速度可达到 1.5Gbps 或 3Gbps。

## 7. PCI 总线

-----PCI: 32 位, 33MHz 时钟频率, 速率是  $33 \times 4 = 133\text{MBps}$ , 即 1Gbps。  
----- PCI 2.1: 64 位, 66MHz 时钟频率来说: 速率是  $66 \times 8 = 528\text{MBps}$ , 即 4Gbps。

## 8. PCI-e:

PCI Express 总线频率 2500 MHz, 这是在 100 MHz 的基准频率通过锁相环振荡器 (Phase Lock Loop, PLL) 达到的。

串行总线带宽(MB/s) = 串行总线时钟频率(MHz) \* 串行总线位宽(bit/8 = B) \* 串行总线管线 \* 编码方式 \* 每时钟传输几组数据(cycle)

-----PCI Express x1 总线位宽是 1 位, 总线频率 2500 MHz, 串行总线管线是 1 条, 每时钟传输 2 组数据, 编码方式为 8b/10b, 它的带宽为 476.84 MB/s, 即 3814.7 Mbps。(带宽是 PCI 的 3.75 倍。)

公式是  $2500000000(\text{Hz}) * 1/8(\text{bit}) * 1(\text{条管线}) * 8/10(\text{bit}) * 2(\text{每时钟传输 2 组数据}) = 5000000000 \text{ B/s} = 476.8371582 \text{ MB/s}$ , 即 3814.6972656 Mbps。

下面给出其它类型组合的带宽。

-----PCI Express x2 的带宽为 953.68 MB/s, 即 7629.4 Mbps。(此模式仅用于主板内部接口而非插槽模式)

-----PCI Express x4 的带宽为 1907.36 MB/s, 即 15258.9 Mbps。

-----PCI Express x8 的带宽为 3814.72 MB/s, 即 30517.8 Mbps。

-----PCI Express x16 的带宽为 7629.44 MB/s, 即 61035.5 Mbps。(带宽是 AGP 8X 的 3.75 倍。)

-----PCI Express x32 的带宽为 15258.88 MB/s, 即 122071 Mbps。

## 9. XGMII/XLGMII/CGMII

在以太网标准中, MAC 层与 PHY 层之间的 10Gbps/40Gbps/100Gbps 速率等级所对应的接口分别为 XGMII/XLGMII/CGMII, 由于 XGMII/XLGMII 是并行总线, 而且采用的是单端信号, HSTL 电平, 最大传输距离只有 7cm。所以在实际应用中, XGMII/XLGMII 基本上被 XAUI/XLAUI 替代。XAUI/XLAUI 是四通道串行总线, 采用的差分信号, CML 逻辑传输, 并且进行了扰码, 大大增强了信号的抗扰性能, 使得信号的有效传输距离增加到 50cm。

XAUI/XLAUI 在物理结构上是一样的, 收发通道独立, 各四对差分信号线。对于 XAUI 总线, 每对差分线上的数据速率为 3.125Gbps, 总数据带宽为 12.5Gbps, 有效带宽为  $12.5\text{Gbps} \times 0.8 = 10\text{Gbps}$  (因为 XAUI 总线数据在传输前进行了 8B/10B 变换, 编码效率为 80%)。

对于 XLAUI 总线, 每对差分线上的数据速率为 10.3125Gbps, 总数据带宽为 41.25Gbps, 有效带宽为  $41.25\text{Gbps} \times (64/66) = 40\text{Gbps}$  (因为 XLAUI 总线数据在传输前进行了 64B/66B 变换, 编码效率为 96.97%)。