

Ieee1588 时钟的基本介绍

以太网实现同步时钟的协议有 NTP、SNTP 以及 IEEE1588 协议。但是 NTP、SNTP 协议同步精度只能达到 ms 级别，其原因是它只是运行于 IP 协议和 UDP 协议之上的应用层协议，纯粹基于软件实现，受到网络环境和实现的限制。而 IEEE1588 协议通过稍微修改 MAC 环节实现了硬件标注与技术时钟，大大提高了同步精度。

1、精准时间同步协议

Ieee1588 是一种精确时间同步协议，也称之为 PTP。PTP 更为简单因此占用的网络和计算机的资源也更少，是针对更稳定和更安全的网络环境设计的。另外 PTP 更多面向相对本地化、网络化的系统，特别适合工业自动化和测量环境，现在也逐步在通信领域应用。

精准时间同步协议是一种对标准以太网终端设备进行时间和频率同步的协议，也称为 IEEE188，简称 1588。说到这里需要说明 1588 目前为止是有两个版本分别是 1588v1 和 1588v2，1588v1 只能达到亚毫秒级的时间同步精度，而 1588v2 可以达到亚微妙级。1588v2 不仅只是最开始用于设备直接的高精度时间同步了，同时具备了频率同步的功能。因此现在 1588v1 基本已经被 1588v2 取代，下文中提到的 PTP 即表示 1588v2。

IEEE1588v2 的基本思想是通过硬件和软件将网络设备的内时钟与主控机的主时钟实现同步，提供亚微妙级的同步精度，与未执行 PTP 协议的以太网毫秒级的延迟相比，整个网络时间同步性能有显著的改善。

IEEE1588 标准界说了一个在测量和控制系统中实现高精度时间同步的协议，PTP 协议集成了网络通信、本地计算机和分布式对象等多项技术范畴，适用于所有通过支持多播的局域网进行通信的分布式系统，适合于以太网、但并不局限于以太网。PTP 协议目前在电力系统内主要用于数字化或智能变电站的准确对时。

2、PTP 基本概念

(1) PTP 域

PTP 域是指应用了 PTP 协议的网络，PTP 域内有一个同步时钟，域内的所有需要授时的设备都与该时钟保持同步。一个域包括一个或多个 PTP 设备，设备按

PTP 协议规定互相通信。域规定了 PTP 报文通信、状态、操作、数据集以及时间标尺的范围。PTP 设备可能属于多个域，但除非另外说明，在不同的域中协议和时间标尺的运行是互相独立的。域由一个整数来识别，即域值，其变化范围是 0-255，域值的值将根据 PTP 配置集限制要求来配置。

(2) PTP 端口

PTP 端口从字面上不难理解其实就是指设备上运行了 PTP 协议的端口。从角色层面划分 PTP 端口可以分为以下三种。

1) 主端口是什么呢？从某个端口发布同步时间，这个端口就称之为主端口。一般边界时钟 (boundary clock, BC) 或普通时钟 (ordinary clock, OC) 上会有主端口；

2) 从端口：接收同步时间的端口，可存在于 BC 或 OC 上；

3) 被动端口：只存在于 BC 上的端口既不接收也不对外发布时间同步。

(3) 时钟节点

时钟节点是指 PTP 域中的节点，PTP 协议将时钟节点分为以下三种：

1) 普通时钟 (OC)：在同一个 ptp 域内该时钟节点只有一个 PTP 端口参与时间同步，同时从上游时钟节点同步时间也是通过该端口。此外，当时钟节点作为时钟时，可以只通过一个 PTP 端口向下游时钟节点发布时间。

2) 边界时钟 (BC)：该时钟节点在同一个 PTP 域内拥有多个 PTP 端口参与时间同步。它通过其中一个端口从上游时钟节点同步时间，并通过其余端口向下游时钟节点发布时间。此外如果时钟节点作为时钟源，可经过多个 PTP 端口向下游时钟节点发布时间。

3) 透明时钟 (TC)：TC 和 BC/OC 不一样，它不需要与其他时钟节点保持时间同步。虽然 TC 有多个 PTP 端口，但它不会通过任何一个端口同步时间，只会通过这些端口之间转发 PTP 协议报文并对其进行转发延时校正。

(4) 主从关系

PTP 域中的时钟主从关系是相对而言的，对于不相互同步的一对时钟节点来说，存在以下主从关系：

1) 发布同步时间的节点称为主节点，而接收同步时间的节点则称为从节点；

2) 主节点上的时钟称为主时钟，而从节点上的时钟则称为从时钟；

3) 发布同步时间的端口称为主端口，而接收同步时间的端口则称为从端口；

(5) 最优时钟

PTP 域中所有的时钟节点都按层次结构组织在一起，整个域的参考时间就是最优时钟，即最高层次的时钟，通过各时钟节点间 PTP 协议报文的交互，最优时钟的时间最终将被同步到整个 PTP 域中，因此也称其为时钟源。

3、PTP 同步机制

PTP 协议正常执行包括两个阶段：建立主从体系和同步化时钟。

(1) 最优主时钟算法

最优主时钟算法，用于决定 PTP 域中，哪个时钟是最优时钟，描述在本地时钟端口接收到的广播报文中。它也被用于决定新发现的时钟（外部的时钟）是否比本地时钟更优。外部主时钟的数据被包含在广播报文的最高级主时钟字段中。描述本地时钟的数据包含在时钟的 defaultDS 数据集中。

最优主时钟算法由两钟组成：数据集比较算法和状态决定算法。

1) 数据集比较算法，决定两个时钟端口哪个更优，从而决定时钟端口的状态。

2) 状态决定算法，端口协议引擎基于协议状态机的当前状态评估建议的状态，决定端口的下一个状态

(2) 主从体系

“状态决定事件”规则决定 PTP 系统的主从体系，主从体系的建立实质上就是在子网中寻找最优主时钟。最优主时钟既可以通过手工设置静态指定，也可以通过最优主时钟（BMC）算法即动态选举算出，这里动态选举的过程如下：

1) 各时钟节点之间通过交互广播报文最终选出一个节点作为 PTP 域的最优时钟，报文中所携带的信息有时钟优先级、时间等级、时间精度等信息，与此同时，各节点之间的主从关系以及各节点上的主从端口也确定下来。通过这个过程，整个 ptp 域中建立起了一颗以最优时钟为根的生成树，无环路、全连通。

2) 主节点会定期发送广播报文给从节点，如果在一段时间内，从节点没有接收到主节点发送来的广播报文，便会认为该主节点失效，于是重新进行最优时钟的选择。

4、PTP 系统组成

常用的 PTP 时间同步系统组成有基本式和主备式两种。

(1) 基本式如图 1, PTP 主时钟接收北斗/GPS 卫星同步基准或有线时间基准信号, 通过网络交换设备, 向下一级时间同步系统或 PTP 被授时设备提供时间基准信号。



图1 基本式PTP时间同步系统组成

(2) 主备式如图 2, 配置两台主时钟, 主时钟 A 和主时钟 B 互为热备用, 同时接收上一级的有线或无线时间基准信号。

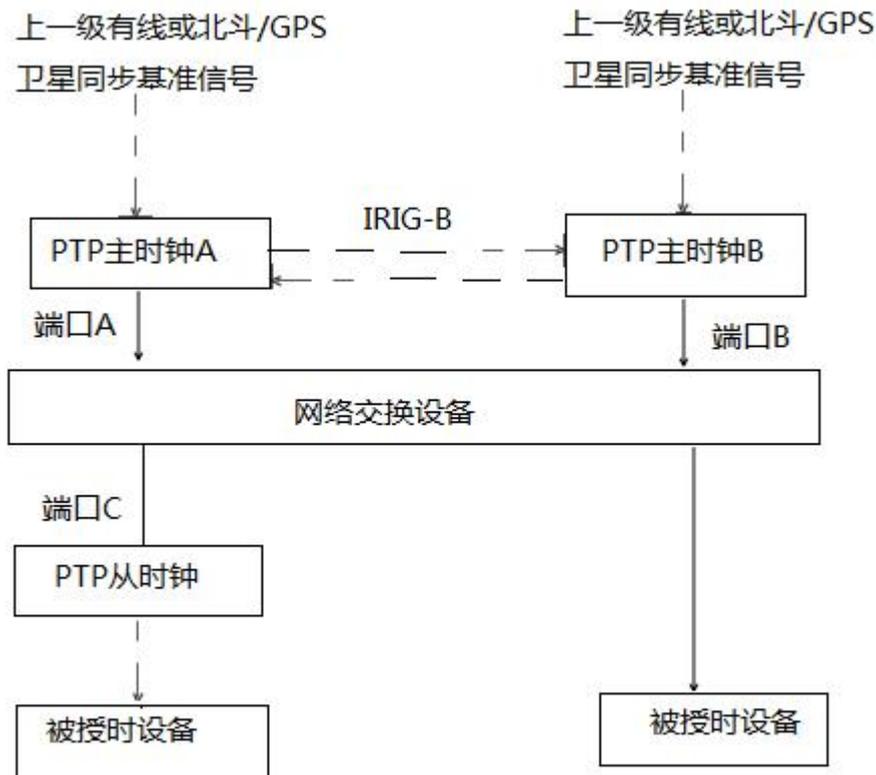


图2 主备式PTP时间同步系统组成

5、小结

西安同步电子是 IEEE1588 时钟的厂家, 主从时钟机箱式和模块都有研发销售, PTP 相关产品都是按照国际标生产配置, 其产品和国外、华为及各高校的主流产品的产品都搭配使用过, 每一项都不存在任何问题。如有需求可与我司业务人员联系。