

PROFINET 工业以太网监听与性能分析方案

广州虹科电子技术部 support@hkaco.com;

关键字: profinet 工业以太网 性能分析 网络分析仪

由于以太网技术具有成本低, 通信速率和带宽高, 兼容性也好并且可持续发展的诸多优点, 工业以太网技术能实现垂直延伸管理, 实现一网到底一致通信, 现在也越来越被工业自动化领域所看重。

一、工业以太网优点:

1. 通信速率高,

现场总线最大的传输速率仅为 12Mbps , 而目前以太网已经广泛使用全双工的通信速率, 千兆以太网技术也逐渐应用开来, 可见, 以太网的速率要比传统的现场总线要快很多, 满足工业控制网络(运动控制)网络不断增长的带宽要求。

2. 开放性, 可与 IT 技术相结合

随着因特网的发展, 以太网技术渗透各行各业, 使用工业以太网技术可以实现办公自动化与工业控制网络信息无缝集成, 建立现场层, 控制层, 管理层之间的一致性通信。

但是同样工业以太网进入工业领域也面临着一些问题, 最主要的问题就是实时性的问题, 工业现场级对实时性有着很高的要求, 如果控制对象要求一个数据包要求在 5ms 由源节点发送到目的节点, 那么就必须在 5ms 内送到, 否则就是达不到工艺标准, 现用的以太网采用载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)的机制来处理报文, 其工作原理网络中节点要发送报文是, 首先要监听网络, 如果网络忙, 则等到其空闲为止, 否则将立即发送, 如果两个或者更多节点监听到网络空闲并同时发送报文, 报文将正在网络上发生碰撞, 因为节点发送报文时, 必须继续监听网络, 当检测到两个或者更多报文之间出现碰撞时, 节点立即停止发送, 等待一段随机事件然后重新发送数据, 这种情况下, 数据传输响应, 和时延是不可预测的, 很难满足工业控制领域对实时性的要求, 并且报文冲突不可避免, 如何保证数据传输的实时性是以太网技术进入工业现场应用的关键性问题。

现有主流的工业以太网有德国西门子开发的 PROFINET / 罗克韦尔定义的 Ethernet /IP/ 施耐德电气主推的 ModbusTCP/ 德国倍福研发的 EtherCAT 以太网控制技术, 客户在实际使用过程中现场的应用环境有着影响工业以太网实时性的各种因

素，客户需要实时的了解数据帧的延迟与抖动，就需要搭建工业以太网性能的测试平台。

对于实时性的解决方案，普通以太网的介质访问方式采用 CSMA/CD 不能保证工业通信的实时性和确定性要求，在现有的改进措施中，交换机的应用就是其中的一种，大量数据发给交换机可以防止过载，交换机微网段技术分割网络冲突域，子网内节点之间数据的传输仅限于本地子网进行。不需要经过主干网，也不占用其他子网的带宽，数据帧碰撞的几率就大大减小了，高速以太网技术，全双工通信技术，虚拟局域网技术，和交换式以太网技术的发展与相互结合，大大提供了以太网信息传输的实时性，确定性。

目前绝大部分采用了 wireshark 网络封包分析软件，用户可以根据连接网络的方式的不同，选择相应的解决方案，这边提供三种解决方案用于工业以太网的延迟与抖动，以及周期循环等性能指标的测试。

二、解决方案：

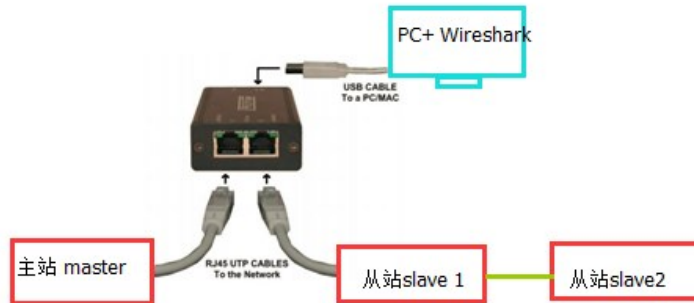
1、方案一：荷兰 Profitap 的 PROFishark 系列以太网分析仪



profishark100/ 1G/1G+便携式以太网分析仪,是一款深度分析 10/100M/1G 网络稳定可靠的设备专用于常规以太网和实时工业以太网，观察和监测所有 7 OSI 层，同时捕获和聚合全双工数据流，该仪器简单方便，额外的设备只需要一个带 USB 接口的 PC 即可，连接 PC 就能完成配置。ProfiShark 100M/1G/1G+ 是一款通用工具，适用于日常网络故障诊断，并且特别适用于分析常规 IP 网络和工业网络协议，包括 ProfiNET、Real Time、IRT、或其它标准通讯、或自动化网络。

1、测试网络周期以及监控网络状态，

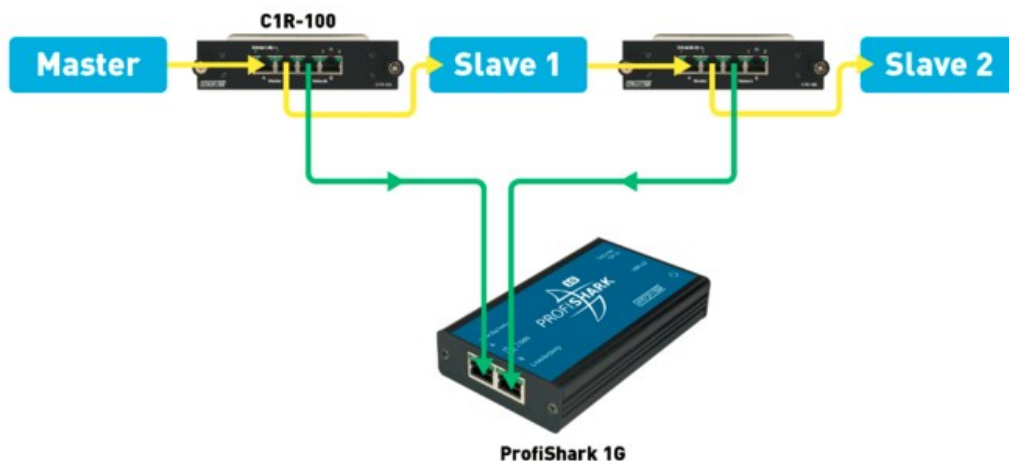
直接将 profitap 系列分析仪接在主站后即可，主站发出的数据帧经过 tap 口之后，打上时间戳，之后在发送出去，profitap 本身的硬件延迟仅有 5ns-8ns 的延迟，使得数据经由 profitap tap 口出去不影响测量结果。利用 USB 的连接方式，连接到 PC 结合 wireshark 进行分析，



2、延迟与抖动测试:

在实时以太网主站发出的同一个数据帧经由每一个从站的时间理论上来说应该是一样的，但是因为网络内部因素，外部环境因素，以及线缆长度等因素也会导致延迟，如果超出允许的延迟时间，那么这个网络则可以说不稳定的，存在隐患的，所以在实时以太网中对于延迟与抖动的测试网络性能指标测试之一。

延迟需要测试同一个数据帧经过起码两个从站的时间，做差求得延迟，因为 profishark100M/1G 均只有一对 TAP 接口，所以借助了以太网分接头，或者直接采用 profishark1G+ 进行测量

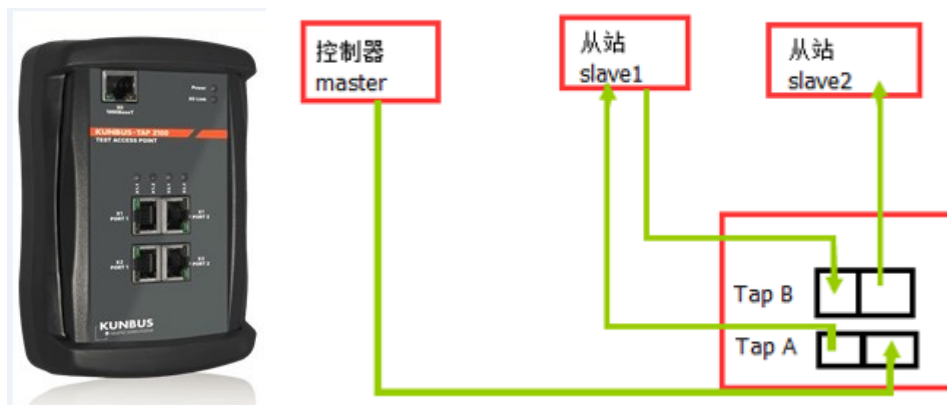


2、方案二、德国 KUNBUS-TAP 2100 实时以太网总线测试仪

KUNBUS-TAP 2100 是一款当前所有工业以太网都适用的网络分析仪。该设备有

4 个端口，能够同时记录最多 2 个独立的实时以太网连接。

在过程中，一个内部直通延迟 $0\ \mu\text{s}$ （零延迟）使该网络监测器能够完全透明地检测数据通道。KUNBUS-TAP 2100 通过标准千兆位以太网接口连接到电脑。所捕获的数据包可使用网络协议分析仪例如“Wireshark”读取和分析，利用该设备可以直接测得网络的 IO Cycle time 以及延迟与抖动性能数据。

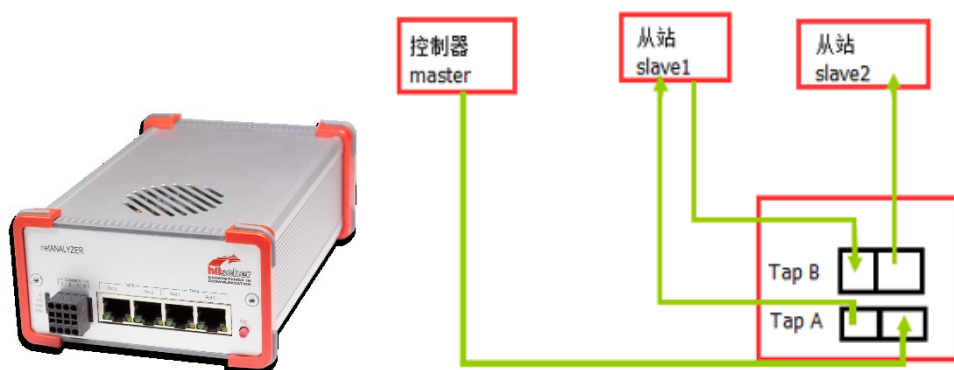


3、方案三：德国赫优迅 netANALYZER 分析套装。

实时以太网分析仪，netANALYZER 可应用与 profinet EtherCAT.EtherNet/IP 等实时以太网协议的分析，可以通过 PCI 插槽连接 PC 也可以通过网口连接 PC 支持 2 组以太网全双工模式连接，netANALYZER 最大可捕获 1GB 的报文数据测试数据实时保存至 PC 机。报文转换成 winPCAP 文件格式，

1、延迟测试

netANALYZER 的话，使用两个 TAP 口来按照如下的连接 来进行测试的，控制器每发送一个数据帧，就需要先进入 netANALYZER 的 TAP A 端口打上时间戳，然后经过从站 1 出去的数据进入 tapB 端口打上时间戳，所以同一个数据帧来说，tapB 和 TAP A 的时间戳差就是延迟时间了，延迟时间的最大值最小值之差即为抖动了，

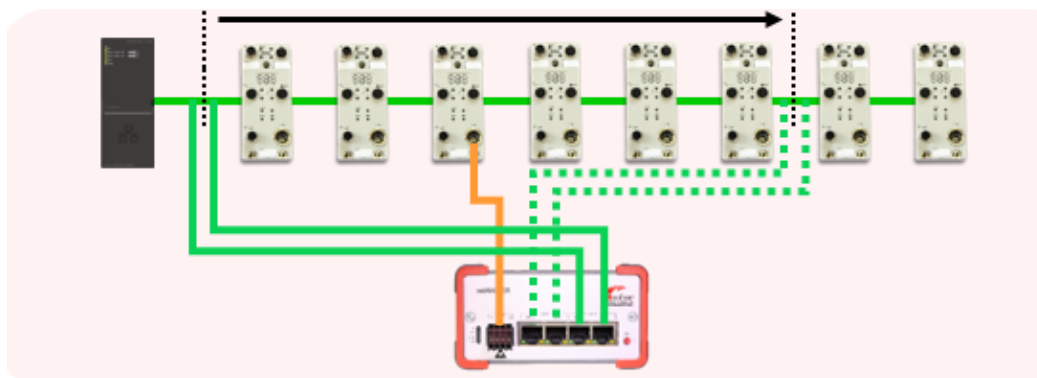


2、周期测试

对于周期时间测量，一组 TAP 口即可，控制器每一帧数据帧一进 Tap 打上时间戳，两个连续的数据帧之间的时间戳做差就是周期了。

3、IO 信号测试

NetNALYZER 上有单独的 4 个数字 I/O 信号的分析，可以直接对单个 IO 模块进行测试



三、方案比较:

型号	优势	连接 PC 方式	支持第三方分析软件
荷兰 profitap Profishark 100	5 ns 时间戳 + 转换工具 CRC 错误帧捕获 提供常用 win/linux 驱动安装包 Profishark manger 软件	USB 2.0/3.0	Wireshark 、 OmniPeek (WildPackets) 、 Observer (Network Instruments)
Profishark1 G	8ns 时间戳 SPAN 和在线模式 提供常用 win/linux 驱动安装包 Profishark manger 软件		
德国 KUNBUS TAP2100 TAP2010	0 μs 通过量延迟（零延迟） CRC 错误数据传输 CRC 错误分析 收和发帧对比 测量抖动和延迟 无需安装驱动 2 对 TAP 口	网口	Wireshark

netANALYZER 套件	丰富的 GUI 界面 10ns 硬件延迟 提供用户网络诊断应用 API 函数 4 个数字 I/O 信号输出 提供套件板卡组建测试环境 2 对 TAP 口/PCI 接口 需要安装驱动	PCI/ 网口	Wireshark
----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------	-----------

四、总结：

以太网的测试分析仪，在使用过程中结合自己的使用习惯 选择网口/USB 接口 /PCI 接口，网口可选就是 KUNBUS 以及 profishark 系列网络分析仪，两者均是轻便型，手持式便携工具且均不需要安装驱动，唯一需要的外设硬件就是 PC ，结合 PC 上软件 wireshark 进行数据包解析，由上可得，在测试现有的百兆工业以太网时，并需要测试延迟与抖动是选用 KUNBUS TAP 2100 的性价比较高，无需软件配置。profitap 系列也可以满足周期测试性能测试，可拓展性强，并且配件齐全，大部分产品有分类支持机架和便携式两种，但是测试延迟与抖动，需要借用分接头，千兆以上的网络需要选用 profishark1G/1G+,1G + 测试延时抖动的时候可以利用两个设备连用即可，netANALYZER 套件更适合用于开发设备的测试，自带软件可以进行 IO 数据的发送，非周期命令提供 API 函数。并且套件本身带有一些接口板卡，可以自行组建一个测试网络，通过下载不同的固件组成不同的测试网络，便于开发的设备自测试。