

声发射监控系统的远程通讯架构设计

董屹彪, 刘时风

(北京声华兴业科技有限公司, dyb@soundwel.cn)

关键词: 声发射, 远程, 监控, 架构设计

1、概述

声发射检测系统作为定期检测及巡查检测的有效仪器, 已经在多个行业得到广泛的应用。但在声发射远程长期实时监控的应用中, 一直缺乏一种适合的产品。特别是在矿井, 隧道, 风力发电, 桥梁等长期监控的应用中, 监控操作需要在远离被测点的监控机房中进行, 传感器与监控操作中心的距离一般都在 1000 米以上。在这些声发射长期实时监控的应用中, 目前已有的方法主要是基于声发射仪的电脑作为一个主机, 通过互联网或其他远程网络, 利用另一台电脑作为客户端来操作, 这种方式需要在被监控的现场放置一台电脑, 而且需要在被监控的现场人为频繁操作客户端电脑的一些功能。这种利用两个电脑通讯的方案虽然能解决一部分问题, 但对于很多应用情况, 其使用受到很多限制。比如像矿井、桥梁、隧道, 以及有放射性、毒性的环境, 这些现场环境不适人员操作。另外有些现场环境由于缺少供电或稳固的位置, 可能不适合摆放电脑。本文所述的远程声发射监控系统, 设计架构省去了现场放置电脑, 利用远程电脑直接与声发射采集仪主机通讯, 使用户在远程的操作与传统的声发射仪完全一致, 保留了传统的声发射仪的所有功能及性能, 是声发射检测及监控, 不再受场地条件与距离的限制。同时在检测高电压设备的应用中, 由于需要人员操作的设备与现场检测设备之间电隔离, 仪器的主机与电脑通讯在采用光纤或无线 WiFi 的设计时, 实现了操作员与高压被测设备的远距离电隔离, 其安全优势非常突出。

2、声发射系统的远程通讯设计

2.1 远程声发射仪主机架构

远程声发射仪主机架构有两种类型, 一类是集中式产品架构, 这个设计是由声华兴业公司的 SUA2S 多通道声发射主机为基础, 增加了声发射主机与电脑的 LAN、WiFi 等连接通讯方式发展而来的, 第二类是分布式产品架构, 这个设计是由声华兴业公司的 SWAE1 多通道无线声发射主机为基础, 增加了声发射主机与电脑的 LAN 有线通讯方式发展而来的。因此原来两大类产品均可以选用任何通讯方式, 通讯方式已经不再作为划分产品依据, 而采集卡之间的连接方式是两类产品的最大不同之处。

2.1.1 集中式产品架构设计

集中式产品架构的远程声发射仪, 是将多个采集卡通过主板集成在一个机箱中, 组成多通道声发射采集仪, 声发射采集仪保留了 USB2.0/3.0 接口直接连电脑的功能, 同时增加了 LAN、WiFi 等远程通讯方式, 延长声发射检测仪主机与电脑的距离至 100 米甚至数十公里以上。

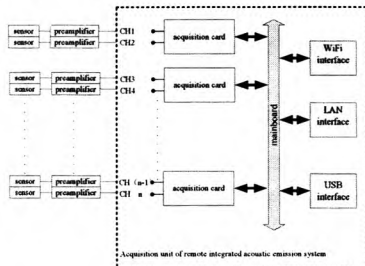


图 1

2.1.2 分布式产品架构设计

分布式声发射检测仪是由多个独立的单通道声发射采集器与计算机组成多通道实时声发射采集系统, 是由我公司的无线多通道声发射采集系统演变而来。每个采集器的内部结构如图 2 所示, 采集卡作为核心处理器, 其数据将通过 WiFi 及 LAN 通讯模块对外传输。多个独立的声发射采集器通过有线及无线网络交换机及远程 Wi-Fi 或 LAN 与计算机建立通讯连接, 组成一个多通道采集系统。按照 PC 机软件设置的条件

对声发射数据进行采集，将数据传输给至距远程的监控端 PC 机，每个采集器之间的数据时间同步通过接收 GPS 时间来实现。

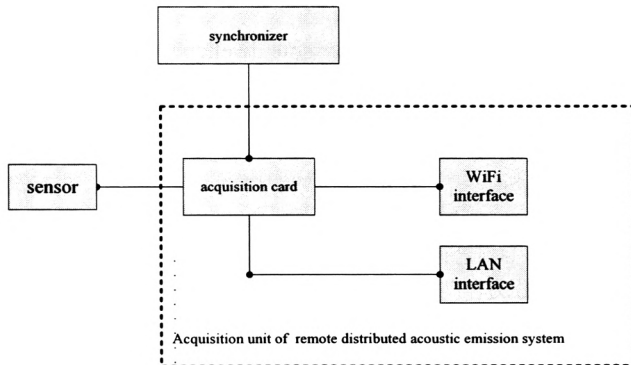


图 2

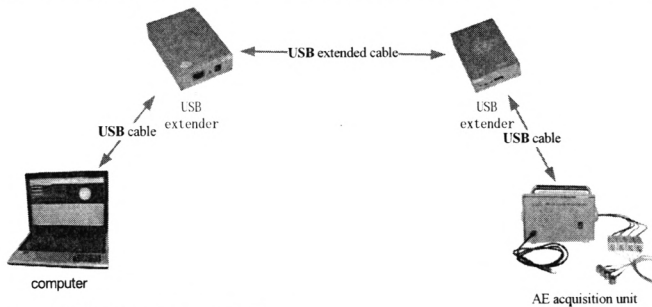
2.2 主机与电脑的通讯方式

声发射主机与电脑的通讯方式，可以根据需要，选择以下方式中的一种或全部

- USB 延长线接口，有效距离 100 米
- WiFi 无线网，有效距离 100 米
- LAN，五类双绞线以太网，有效距离 200 米，
- 通过光纤延长的以太网，理论有效距离 40 公里以上

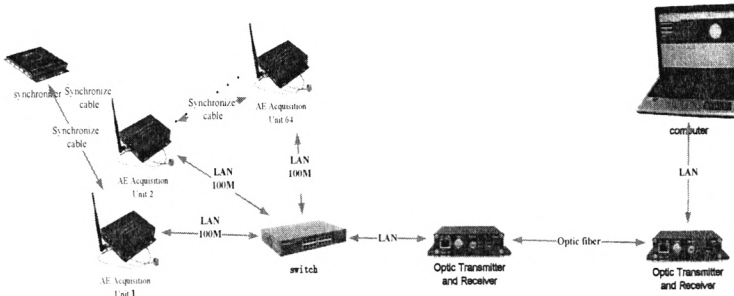
2.2.1 声发射主机 USB 延长线

通过一对外置的转换器，将 USB 通讯的距离延长，当延长线达到 100 米时，仍可保证足够的带宽，确保声发射检测仪系统正常工作。这种方式仅适用于采用 USB 口通讯的集中式声发射检测仪



2.2.2 声发射主机 LAN 通讯

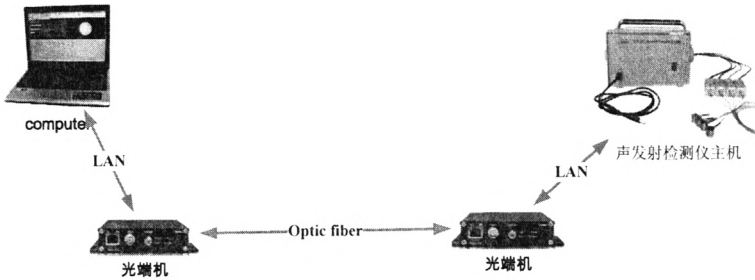
声发射主机中内置网卡，通过五类双绞线可将声发射主机 LAN 口直接连接电脑 LAN 口，这种方式的距离限制是由 LAN 的有效距离限制的，一般情况下在 100 米以上。当需要远程连接时，可以利用光端机及光缆延长通讯距离，根据选用的光缆型号不同，通讯距离会有差别，但一般情况下都会在 10 公里-100 公里的水平。



分布式声发射检测仪及集中式声发射检测仪均可以采用这种通讯方式，这种方式的通讯由于底层协议利用了现有的 TCP/IP 协议，声发射主机与电脑之间可以使用任何现有的网络设备，例如网络交换机，光端机。

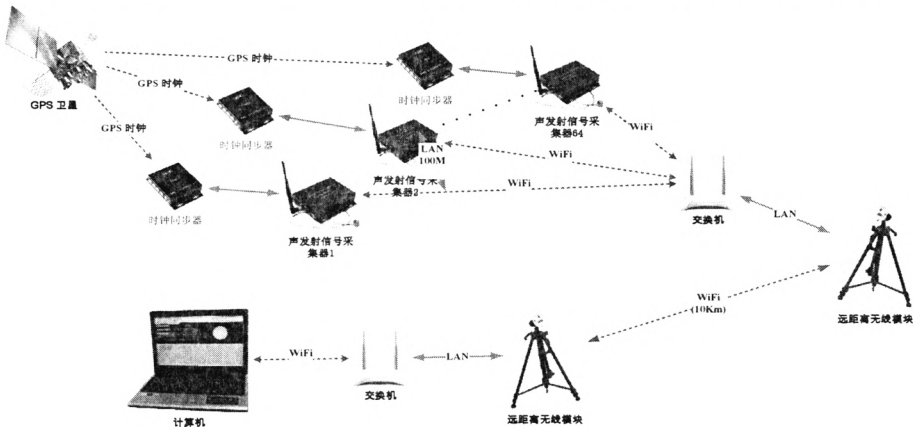
由于多数网络设备的通讯速度低于 USB2.0 的，采用 LAN 有线百兆网络，通讯速度都会有不同程度的下降。

为避免通讯速度过度降低，集中式声发射检测仪在内部集中了千兆网卡，在电脑采用千兆网卡及相应的千兆高速电缆直连时，通讯速度可保持与 USB2.0 比较，下降的幅度在可接受的水平。

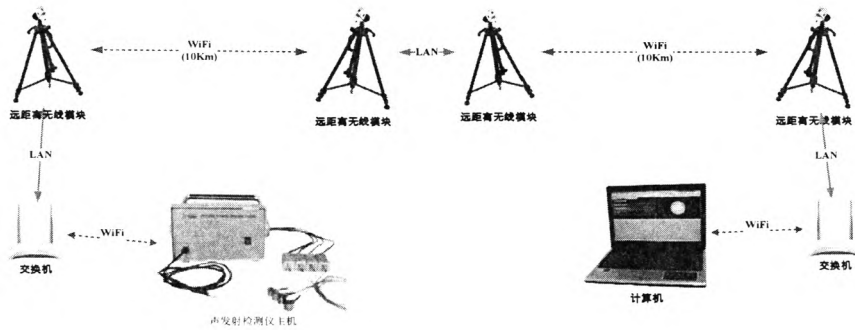


2.2.3 声发射主机 WiFi 通讯

声发射系统的 WiFi 通讯远程应用，是通过采用 WiFi 远程通讯模块来实现的，一对远程模块的净空最大有效间距可达到 10 公里，由于地面、障碍物及行人车辆的干扰，实际使用距离会有所降低。

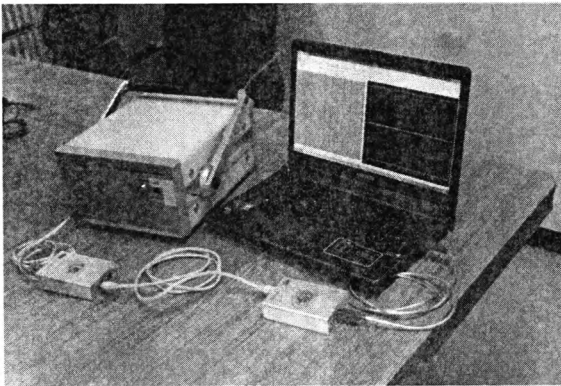


当传输距离需要大于 10 公里时，可使用多个远程模块串联使用。而对于 100 米以内的应用则无需远程 WiFi 通讯模块，声发射主机与电脑之间可直接通过网络交换机连接。

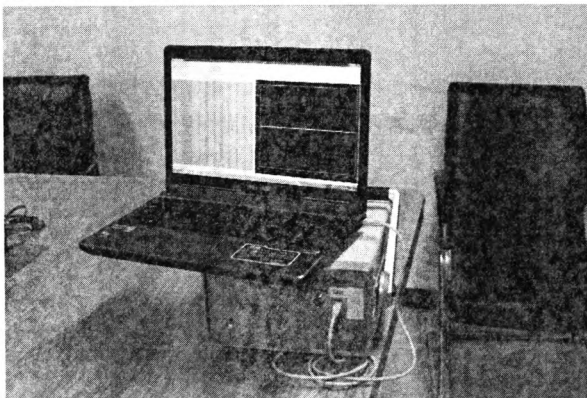


2.3 样机介绍

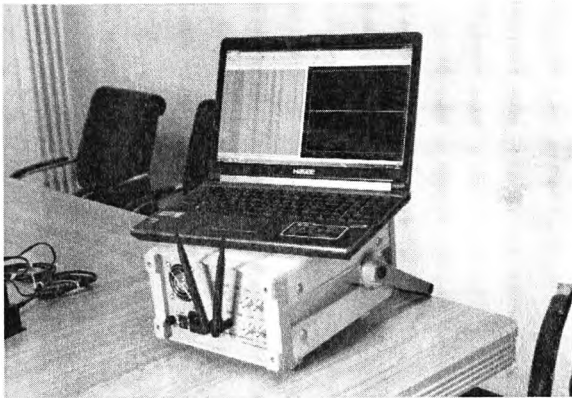
2.3.1 采用 USB 延长线的集中式声发射检测仪样机



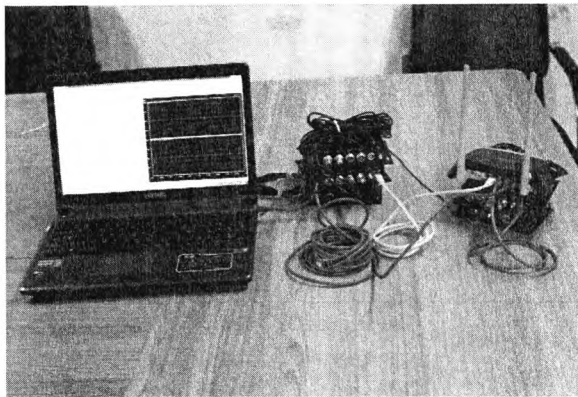
2.3.2 采用 LAN 有线连接的集中式声发射检测仪样机



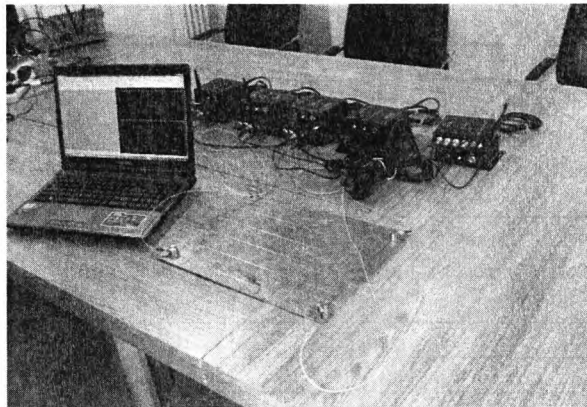
2.3.3 采用 WiFi 无线连接的集中式声发射检测仪样机



2.3.4 采用 LAN 有线连接的分布式声发射检测仪样机



2.3.5 采用 WiFi 无线连接的分布式声发射检测仪样机



3、远程声发射系统样机测试

影响声发射系统远程通讯的主要因素在于通讯速度，故本测试只针对通讯速度，其他性能指标暂时未涉及。实验选用了 LAN 接口通讯方式的集中式声发射检测仪样机。集中式架构的声发射系统的通讯速度与原来 USB 接口的对比测试，能够充分反映在系统产生大数据量时，通讯速度是否依然能够满足使用需要。

3.1 测试条件

- 电脑：i7-4700MQ，8GB 内存，128G SSD，10/100/1000Mbps 网卡
- 操作系统：Windows7
- 声发射主机：SAEU2S 4 通道 16 位精度 10M 采样率

- 信号源：SAEC1 声发射标准信号发生器

3.2 测试方法

- 使用 5 米长的超五类线直接连接计算机网卡与声发射主机的网络接口
- 使用声发射标准信号发生器给声发射主机 4 个通道同时输入 150KHz 正弦波信号
- 采样率设置为 10MHz，采集波形
- 参数间隔与锁闭时间设置为 0us，采集参数
- 分 3 次采集取其平均水平，每次采集的时间持续 10 秒左右



3.3 测试记录

3.3.1 波形采集测试

Test No.	Initial AE hits time (d: h: m: s.ms)	Final AE hits time (d: h: m: s.ms)	Time length (s)	The amount of waveform data (MB)	Data transferring rate(MBps)
1	4:15:37:47.692	4:15:38:00.345	12.653	129.792	10.26
2	4:15:52:37.381	4:15:52:45.510	8.129	82.213	10.11
3	4:15:58:15.474	4:15:58:26.826	11.352	117.471	10.35

以上三次测试，只采集波形，不生成声发射参数，数据保存至电脑硬盘，

3.3.2 参数采集测试

Test No.	Initial AE hits time (d: h: m: s.ms)	Final AE hits time (d: h: m: s.ms)	Time length (s)	count of AE hits	Data transferring rate(hits/s)
1	4:20:07:43.068	4:20:07:55.481	12.413	1862229	150022.48
2	4:22:12:33.846	4:22:12:46.279	12.433	1874915	150801.50
3	4:25:47:27.472	4:25:47:36.724	9.252	1401379	151467.68

以上三次测试，只生成声发射参数，不采集波形，数据保存至电脑硬盘，

3.4 测试分析与结论

由测试数据可以得出以下结论，

3.4.1 波形采集的数据通过率在 10.2MBps 的水平，与 USB2.0 接口的声发射仪主机的 30MBps 的水平相比，下降到 1/3 的水平。

3.4.2 参数采集的数据通过率为每秒 15 万撞击的水平，与 USB2.0 接口的声发射仪主机的 40 万撞击的水平相比，下降到 3/8 的水平。

对于某些检测工程应用,当远程是关键需求,数据通过率为次要需求时,每秒 15 万撞击的数据通过率,仍可以满足使用需求。