

云智慧测试技术在大型工程结构状态监测中的应用

张占一¹ 周永才¹ 许臣¹ 张群¹ 崔小龙²

(1 北京东方振动和噪声技术研究所 北京 100085)

(2 中北大学 太原 030051)

摘要: 针对工程实际中的大型结构体积庞大和占地面积广等特点,使得动力学特性监测存在困难,搭建了一套基于 CXI 综合精确时钟同步技术的云智慧大型工程结构监测系统,并将其应用于某大型结构振动监测与状态评估项目,为该项目提供了重要的工程数据。

关键词: 云智慧测试技术; 状态监测; CXI 同步技术

The Application of Cloud Wisdom Testing Technology in The Condition Monitoring of Large Engineering Structure

Zhang Zhan-Yi¹, Zhou Yong-Cai¹, Xun Chen¹, Zhang Qun¹, Cui Xiao-Long²

(1 China Orient Institute of Noise and Vibration Bei Jing 100085)

(2 North University of China Tai Yuan 030051)

Abstract: On the characteristics of the engineering practice of large structure bulky and covers an area of wide, which makes the dynamic monitoring difficult, set up a set of comprehensive accurate CXI clock synchronization technology based on cloud smart large engineering structure monitoring system, and applied to a large state of structure vibration monitoring and assessment program, provides important engineering data for the project.

Keywords: cloud smart testing; condition monitoring; CXI synchronization technology

1 引言

随着科学技术的不断发展,土木桥梁、大型水坝和高层建筑设施等工程建设取得了突破性的成就,其规模向着大型化、功能结构复杂化方向发展。大型结构对于国计民生具有重要的作用,因此建筑设施结构健康状态和运行安全性、寿命预测等关键问题成为了工程界的研究热门。由于大型建筑设施具有占地面积广、体积庞大、环境恶劣等不便条件,致使组建大型结构动力学特性测试系统和对结构动力学性能测试系统进行同时操控存在很大的困难性。因此,基于工程实际项目的需要,本文搭建了一套具有 CXI 综合同步技术的云智慧大型建筑设施结构状态监测与评估测试系统。

2 CXI 综合同步技术

总线(Bus)是计算机各种功能部件之间传送信息的公共通信干线,按照其所传输的信息种类,总线可以划分为数据总线、地址总线和控制总线;其分别用来传输数据、数据地址和控制信号。为了提高计算机的可拓展性以及部件及设备的通用性,各个部件或设备都采用标准化的形式连接到总线上,并按标准化的方式实现总线上的信息传输。而总线的这些标准化的连接形式及操作方式,统称为总线标准,如 ISA、PCI、USB 总线标准等。总线上的部件通过总线进行信息传送时,用一个公共的时钟信号进行同步,这种方式称为同步通信。由于采用了公共时钟,每个部件发送或接收信息都由统一时钟规定,同步方式对任何两个设备之间的通信都给予同样的时间安排。

2.1 LXI 总线技术

LXI 同步技术是严格基于 IEEE802.3TCP/IP 网络总线、浏览器、驱动程序、时钟同步协议 IEEE1588 标准的同步技术。随着 LXI 总线技术的研究，基于网络 LXI 技术在虚拟仪器应用中又增加了系统需要的规范、语言、命令、协议等内容，从而构成了新一代的仪器模块接口规范。由于网络技术发展迅速，其错误检测、故障定位、长距离互联、高通讯率、树状拓扑结构等关键技术相比现有常规的并行总线和串行总线技术发展迅速。但该基于网络同步技术的 LXI 在虚拟仪器中的应用也存在了一些不足，如远距离、跨区域同步情况下，LXI 同步技术存在了一些局限性。

2.2 GPS/北斗同步技术

北斗卫星授时系统由接收天线单元、射频处理单元、BD 信息处理单元、授时信息融合处理单元、IO 接口单元、电源模块等组成。其工作原理：采用三球交汇测量原理，以位置已知的两颗地球同步卫星为球心，以他们到达用户的距离为半径作出两个球面；再以地球球心为中心，以球心到用户测点高度为半径的球面，三个球面的交汇点排除其镜像点即为用户的位置。定位工作过程是首先由地面中心站向两颗地球同步卫星发送确定格式的询问信号，两颗地球同步卫星将询问信号广播转发给服务区域内的各种用户，通过通讯电文的传输，并与发布的标准时间信号校准，完成系统授时工作。GPS 同北斗具有相同授时功能，但遇到阴雨天气，GPS 或者北斗信号容易失灵，无法进行授时工作。

2.3 CXI 综合同步技术

在 LXI 的基础上，COINV 提出了综合 IEEE1588 以太网同步、GPS/北斗无线授时同步、时钟同步等多种技术优势的同步技术，即 CXI 综合总线同步系统。该 CXI 综合同步技术使得仪器仪表实现了在测试过程中的跨区域操作，并将其应用于 COINV 研制开发的云智慧测试系统中，并得到了多领域工程实际应用，解决了大型工程结构跨区域测试难题。

3 云智慧测试系统

从虚拟仪器概念的提出至今，有关虚拟仪器技术的研究方兴未艾。研究人员在虚拟仪器硬件接口、虚拟仪器软件界面、软件分析算法以及设计方法等方面投入了大量的研究开发工作，并取得了重要的研究成果。虚拟仪器概念是对传统仪器概念发展的重大突破，是软件和仪器发展的高性能产物；尤其是今年随着物联网等技术的发展，基于网络传输和云计算等关键技术的云智慧测试系统被研制成功并得到了应用。

3.1 云智慧测试系统基本构架

云智慧测试系统是基于虚拟仪器技术开发的新型测试系统如图 1 所示，主要包括三个主要模块：



图 1 云智慧测试系统功能示意图

- 1) 基于嵌入式系统的采集硬件模块如图 2 所示，包括：具有逻辑控制、时钟同步控制等功能的 FPGA 和实时信号处理与计算的 DASP 以及实现存储、IO 管理、远程升级的管理 ARM。



图 2 数据采集仪

- 2) 具有云计算和处理能力的云计算中心，包括系统操作控制、数据处理与分析等功能模块如图 3 所示。



图 3 云智慧系统

- 3) 具有实时操作的移动终端
利用 PC、pad、手机等移动终端可以完成系统的操作控制，实现了实时系统分析处理管理功能。

3.2 云智慧测试系统应用

利用 CXI 同步技术如图 4 所示，局部区域内采用了同步线同步技术，而跨区域采用了 GPS 授时同步技术两种合同步技术搭建了一套云智慧测试系统，并将其应用于某城区的大

型建筑设施健康状态监控与评价中,同时应用于该系统成功的获得了某次地震中振动波形如图 5 所示。图 5 (a) 中为采用该系统获取的某地震首波 7 层建筑无水平方向激振速度响应最大值为 0.12m/s, 而图 5 (b) 为余震中 7 层建筑物水平方向激振速度响应信号特征。从而验证了该系统运行可靠性。



图 4 CXI 同步技术构建示意图



(a) 首震最大值特征

(b) 余震时域波形

图 5 某城区中 7 楼振动测点地震波形

4 结论

综上所述, 经过对云智慧测试技术研究得出如下结论:

- 1) 采用了 CXI 综合同步技术搭建了一套应用云智慧测试技术的状态监测系统。
- 2) 将云智慧测试系统应用于某自然灾害振动监测中, 并获得了重要数据。
- 3) 通过大型建筑物的振动状态的监测过程验证了云智慧测试系统的智能性和方便性。

参考文献

- [1] 李兆霞 王莹著. 在役桥梁结构疲劳监测与评估[M]. 北京: 科学出版社, 2012
- [2] 应怀樵. 振动测试与信号分析[M]. 北京: 科学出版社, 2012
- [3] 沈松 应怀樵 葛宝珊等. 云智慧测试技术的实现架构研究[C]. 现代振动与噪声技术 (10 卷) 北京: 航空工业出版社 2012
- [4] 郭超 钱伟康 应怀樵等. B 类 LXI 分布式测试系统的研究[C]. 现代振动与噪声技术 (10 卷) 北京: 航空工业出版社 2012