

远程协同开发 一种创新的联合试验理念

Innovative Concept of Joint Test Based on Remote Collaborative Development

北京旋极信息技术股份有限公司 冯晓旺



冯晓旺

旋极信息军工中心技术工程师,主要从事航空总线仿真、测试与分析工作,曾参与FC-AE-1553光纤演示系统,在总线测试技术方面成绩突出、经验丰富。

随着我国国防事业的飞速发展,项目型号设计总线信息量越来越大,未来10~15年内大数据传输的速率会越来越高。随着新项目应用发展,新研发设备的需求增多,同时对研发的投入要求越来越高,另外随着研制项目的规模不断增大,协作的人员、部门及单位越来越多,这样就造成异地开发、本地不同空间区域开发、异地联调、本地不同空间区域联调和实

基于时隙交换的高速光纤网络已经成为一种成熟的远程协同开发解决方案,可提供极低延时的远距离全息信号传输,远程联调结果更加接近于现场的实际联调结果,具有很好的应用前景。

验资源共享等诸多亟待解决的问题,随着新项目、新需求的推进,联调周期短,这些问题也日趋突显,如何改变现有的试验格局,优化开发流程,缩短研发周期,降低成本投入成为研制单位需要进行实验室基础建设过程中进行规划设计的首要问题。研制单位有必要思考、论证一种创新的联合试验理念,建设新的开发试验平台,极大提升现有的开发和试验水平,推动试验方法和思路的革新,使新的试验体系可以适应新形势下高速发展的嵌入式系统项目快速研发、快速测试、高效调试、并行调试、远程测试和测试环境重构等新开发测试需求。

远程协同开发的必要性

远程协同开发作为一种创新的联合试验理念,在近年已经逐渐被认

可,很多研制单位也尝试利用不同的技术,如以太网、光纤反射内存网等技术进行过实现远程数据的共享,但总体看目前远程协同开发还处于摸索和尝试阶段,但不可否认,远程协同开发已经成为未来开发试验的重要发展方向。远程协同开发系统或平台是用来实现在异地或不同空间区域各分立实验室之间远程协同开发,集中管理开发试验过程的信号路由、信号激励、控制数据和试验测试结果,在各实验室的设备虚拟连接调试或远程使用过程中,为系统级联调提供稳定、可靠、实时的远程连接,提供远程测试设备资源共享,实现项目开发过程中提前联调联试,尽早发现设备间联调的问题,使远程联调联试结果更加接近真实的设备间联调,从而提高研发效率,缩短研发周期和成本投入。

基于远程协同开发的理念,可以实现大型或超大型项目的远程协同开发,改变现有的开发试验方式,可实现试验资源共享,优化资源配置,统一协调开发试验进度,集中项目管理。另外,基于网络的协同开发系统或环境,可构建灵活的试验方式和场景,使联调测试更加方便,解决了大型或超大型项目协同开发的大部分技术难题,因此对于远程协同开发系统的建设是必要的,也是大势所趋,符合国家对于大型项目试验平台建设的政策方向和规划。

远程协同开发的实现

远程协同开发是面向未来一段时期内重要的试验基础设施建设的方向,将有助于提升目前试验的水平和提高协作开发的效率,远程协同开发应该可以满足两个层面的功能要求。第一,可实施本地不同空间区域的远程协同开发;第二,可实施异地跨区域的远程协同开发。本节重点讨论如何建设远程协同开发的试验平台。

远程协同开发实现方式经过多年的尝试,在业内基本形成基于网络建设的共识,主要实现的技术有以下3种:以太网、光纤反射内存网和国内近年提出的基于时隙交换的光纤网络技术。

利用千兆以太网实现远程协同开发,尽管能够实现远程协同开发基本形势,但存在致命的缺陷,即利用该项技术实现远程数据传输,存在延时大、实时性差和路径不确定等问题,使得远程联调协同开发与实际联调结果存在比较大的差异,达不到远程协同开发对于实时性、信号高保真的要求。

利用光纤反射内存网是建立远程联调试验平台中采用相对较多的技术,尽管可实现实时的远程数据共享内存,但没能实现信号的高保真传输,与实际联调仍然存在很大差异,

但较以太网技术在实时性上有了明显的改善,为了保证实现不同 I/O 和总线信号能够使用网络共享内存,平台建设人员需要投入非常大的研发精力。

基于以太网和光纤反射内存网技术在实现远程协同开发的技术上的不足,近年国内提出了基于时隙交换的高速光纤网络技术,可实现远程极低延时的全息信号传输,使得远程联调结果更加接近于最终的联调结果,信号延迟在 μs 级别,该技术提供了完整的解决方案,提供使用远程协同开发的试验人员到 I/O 和总线接口级别,不需要再进行额外的开发工作,试验人员可进行直接使用,是目前实现远程协同开发成熟易于实施的解决方案,接下来本节主要探讨该项技术的原理和实现方式。

远程协同开发实现采用了基于光纤时隙交换技术,保证信号传输的实时性,利用光纤统一网络把本地实验室的各种电气信号转换成光信号(数据),然后把多路光信号复合到一根光纤上,并传送到中心交换机;中心交换机从光信号中提取数据,把数据交换到其他光纤;远程实验室把光纤数据分解复用以后,再还原成电气信号,其原理如图1所示。

图1中电气信号可以匹配模拟量、隔离 I/O、离散量、串口、TTL、CAN、1553B、ARINC429、AFDX、1394b 等多种类型的 I/O 和总线接口,支持即插即用,不需要进行额外的开发,信号处理延时固定,一般在 μs 级别,信号传输延时则由传输距离决定,可实现远距离和超远距离的信号联调和试验,满足类似于 CAN、1553B 等特殊总线信号的

远距离传输和调试条件。

根据基于时隙交换的高速光纤网络技术的原理,下面介绍一种规划本地6个不同空间区域试验的远程协同开发试验系统的案例,以便说明如何进行远程协同开发系统的建设和规划,具体如图2所示。

该远程系统开发系统可实现6个本地不同区域的实验室各设备之间的远程信号的联调联试,内嵌音视频指挥系统,可对整个远程协同开发试验过程提供统一的协调和调度,其中每一个实验室提供一组光电适配器,用于接入不同的电气信号,提供1台汇聚交换机,将光纤信号符合后发给中心交换机,实现全网的全息信号的远距离传输。另外,该系统还支持对信号的路由进行配置和管理,这样可以灵活的构建测试场景,如用户可以实现6个实验室中任意2个或多个实验室之间的远程协同开发任务的分配,使用灵活,传输可靠性高,更加接近最终实际设备间联调的效果,使得远程协同开发的创新联合试验理念成为现实。

远程协同开发的技术优势

基于时隙交换的高速光纤网络技术是一项满足远程协同开发系统建设的优秀技术,提供硬件级别的接口,不需要用户开发,具备以下技术优势。

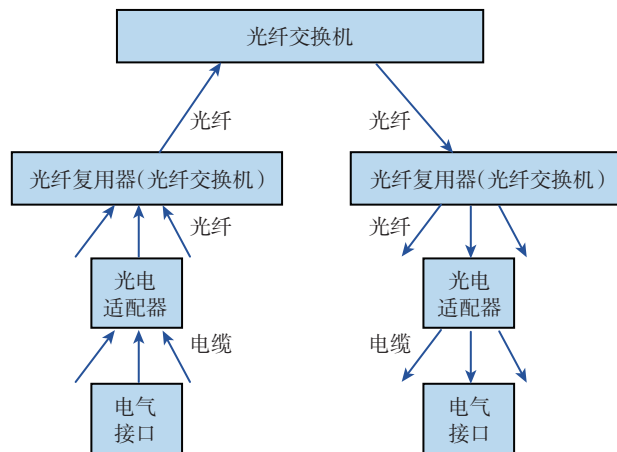


图1 基于时隙交换高速光纤网络技术实现原理

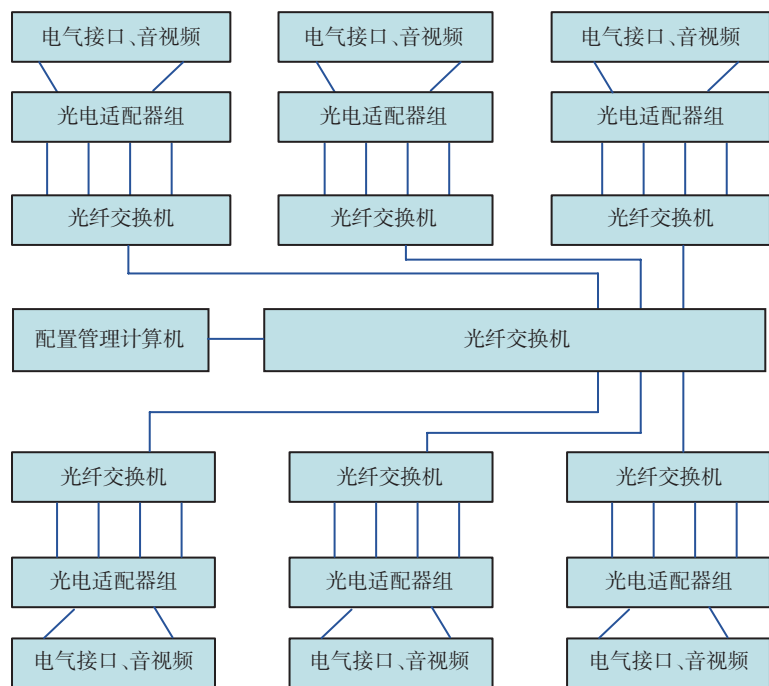


图2 6个实验室远程协同开发示意图

1 全息信号传输

基于时隙交换的高速光纤网络在对信号进行远程中继传输的时候,传输的是“全息”信号,不仅仅传递信号包含的数据信息,也尽可能多地传递了链路控制信息以及错误信息,更能反应真实的信号状态,更加接近实际联调结果,从而保证了联调结果的有效性。

2 极少的线缆需求

光纤比铜线或电缆有大得多的传输带宽,光纤通信系统得益于光源的调制特性、调制方式和光纤的色散特性。对于单波长光纤通信系统,由于终端设备的电子瓶颈效应而不能发挥光纤带宽大的优势。通常采用各种复杂技术来增加传输的容量,特别是现在的密集波分复用技术极大地增加了光纤的传输容量,减少了传输线缆。

3 极远的传输距离

基于时隙交换的高速光纤网络采用单模光纤设计,单模光纤的误码率低、传输距离长。在2.5Gbps速率下,g.652单模光纤传输距离可以轻松达到50km。无论是某个研究所内

部的实验室之间的系统联调,还是整个城市内不同研究所内的系统联调,基于时隙交换的高速光纤网络都可以很好地发挥作用。

4 极小的总传输延时

基于时隙交换的高速光纤网络仅根据确定的时隙在光线之间交换数据,而不再额外增加数据组织方式。每级交换机仅插入 $1\mu\text{s}$ 交换延时。如传输距离3km,途径3级交换机,这时光纤传播延时约 $15\mu\text{s}$,交换延时 $3\mu\text{s}$ 。无论何种类型的信号,总传输延时均为 $18\mu\text{s}$ 。在实验室用短光纤搭建“信号→光电转换→光纤交换→光电转换→信号”这个完整的中继传输过程,实际测量出信号延时为 $10\mu\text{s}$ 。

5 完善的信号接口

基于时隙交换的高速光纤网络适应于航天、航空、船舶、兵器、电子等军事领域的几乎所有通讯接口,对各种信号均采用透明传输,在通讯对端完全再现源端的信号时序。已经支持包括RS232、RS422、隔离I/O、模拟信号、音视频信号、ARINC429、MIL-STD-1553B、以太网、AFDX等

协议/电气规范接口。随着技术的发展,MARS光纤统一网络将逐步支持更多的协议和电气规范,例如CAE、IEEE1394等,还可根据用户的需求进行定制,以满足更多应用场景的要求。

6 现场可重构网络

基于时隙交换的高速光纤网络的数据交换过程是一个确定过程,把某根光纤的各个时隙分别交换到其他光纤的其他时隙。但这并不妨碍现场重构交换网络。

在进入工作状态以前,光纤统一网络允许用户任意配置其交换规则,针对不同的实验内容,用户可以选择把同一实验室内的不同设备接入交换网络,也可以把本实验室的设备连接到不同的对方实验室。作为一种补充手段,在运行过程中,也允许用户对网络结构进行细微的调整,例如调整实时监控内容,或者调整音视频指挥系统的工作模式等。

7 内嵌音视频指挥系统

基于时隙交换的高速光纤网络具备音视频实时传输功能。基于音视频传输功能,提供远程实时音视频指挥系统,从而实现远程协同开发和信号联调的可视化,进一步把远程现场呈现到眼前,加强了远程沟通,避免了远程“盲调”,从而实现了真正意义上的“联调”和协同开发。

结束语

远程协同开发是一种创新的联合试验理念,是未来一段时期内研制单位规划实验室建设的重要方向,可有效提升现有的试验技术水平,进一步提高开发效率,优化资源配置。基于时隙交换的高速光纤网络已经成为一种成熟的远程协同开发解决方案,可提供极低延时的远距离全息信号传输,远程联调结果更加接近于现场的实际联调结果,具有很好的应用前景。

(责编 深蓝)