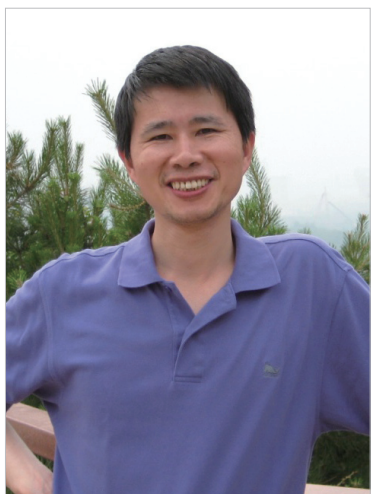


ARINC 664 总线信号在线路 延迟中的测试技巧

ARINC 664 Bus Signal Delay Time Test Skills

北京旋极信息技术股份有限公司 蓝海文



蓝海文

1992年毕业于西安电子科技大学电子工程系自动化专业。2000年加入北京旋极信息技术股份有限公司,主要从事航空数据总线技术支持工作,特别是对航天、航空数据总线使用到的MIL-STD-1553B、ARINC 429总线运用具有非常丰富的测试经验。

随着计算机的普及以及系统部件之间通信速度不断提高,网络通信因其低成本、数据传输快的优势得到广泛的应用。而航空电子技术的不断发展、完善,促使数据通信对传输带宽、可靠性和传输数据量等关键参数提出更高的性能要求,因此目前的通信手段已经从传统的总线

通过对 ARINC 664 网络系统链路中信号延迟时间的测量,即交换机端口之间的线路延迟时间和交换机端口与设备之间的线路延迟时间的综合测量,从而评估出整个 ARINC 664 网络系统中链路之间最大的线路延迟时间,这对系统架构师、系统设计师们对整个 ARINC 664 网络通信设计具有更深远的参考价值。

式结构转向交换网络式拓扑结构应用,原来广泛应用的 ARINC 429 和 MIL-STD-1553 总线正逐渐被光纤通道(FC)和航空电子全双工交换以太网(Avionics Full Duplex Switched Ethernet)、TTE 总线等新一代航空总线技术所取代^[1-3],并在国内多种型号上使用该总线技术。本文着重介绍 ARINC 664 总线系统中数据信号在线路延迟中的测试方法。

ARINC 664 总线网络

ARINC 664 总线网络^[4-5],作为新一代航空数据总线,是为在航空子系统之间数据交换而定义的一种电子特殊协议(IEEE 802.3 和 ARINC 664 Part7)标准,是基于 ARINC 429 和 1553B 基础之上的一种总线通信协议规范(ARINC 664)。它具有数据传

输速度快、安全可靠及冗余特性等特点,其总线传输通信速率为 100Mbps,该总线主要运用在空客 A380、波音 787 和 C919 等型号中。

由于 ARINC 664 总线是参考并建立在 ARINC 429 和 MIL-STD-1553 总线基础上建立起来的,有必要先介绍一下这些总线及特点。

ARINC 429 总线为串行数据总线,其通信速率最高为 100Kbps,采用 32 位字节为传输单元,传输数据为差分信号,传输距离较远。目前在国内外民航飞机通信上使用广泛,由于数据通信安全要求很高,故该总线备用通道数目多,现已被广泛应用在民航飞机领域中;但因其通信速度低,早期波音公司部分型号飞机采用 ARINC 629 总线来替代它,ARINC 629 总线通信速度能达 2 Mbps,由于

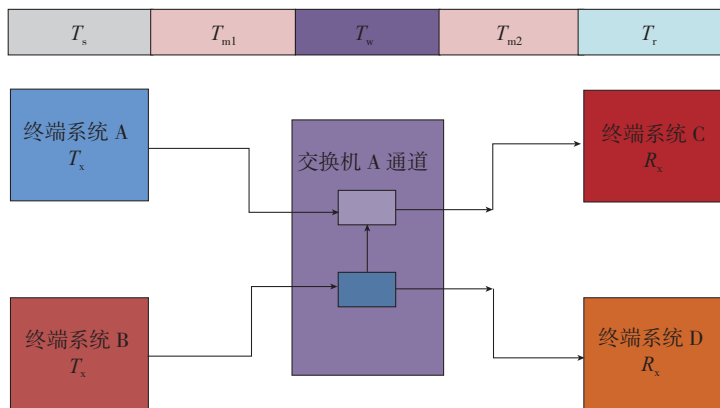


图1 ARINC 664终端节点之间的信号传输时间

航空设备配套和其总线的连接复杂性,该 ARINC 629 总线技术还没有被广泛使用起来。

MIL-STD-1553 总线(简称 1553B 总线),是美国军方专为飞机设备制定的一种信息传输总线标准,也就是设备间传输的协议。其总线主要运用在航天航空高可靠性领域中,又因该总线采用曼特斯特 II 代编码技术和总线信号无源升压隔离技术连接方式,使其具有抗干扰性强,连接通信方式方便(总线节点出处可带电插拔)等特点,后被广泛运用在军事领域设备上和民用领域里;但由于 1553B 总线为 20 世纪 70 年代初发展起来的技术,其通信速率为 1Mbps,已不能满足现代总线通信要求,而早期国外采用的 SAE AS5652 或 EBR/MSSI-1553 总线技术,其通信速率为 10Mbps,想用他来替代传统的 1553B 技术,但因其采用点对点通信方式(即采用通信介质为 RS-485),需要增加传输电缆的连接数,致使总线连接方式也随之改变(总线连接方式改变为点对点的连接方式),因而没有被广泛采用,目前国外有些型号上还在武器外挂控制系统中使用。

基于上述总线基础之上,目前国内有些飞机型号也采用了 ARINC 664 总线网络,作为整个飞机设计数据通信网络骨干线路。部分航空航天研制单位已经进入了科研设计阶段,但

因为 ARINC 664 总线网络通信是一种确定性网络通信,主要表现在通信线路和路径在 ARINC 664 网络系统中已被预先确定好,因此终端子系统之间的通信时间也是在规定或者限定时间完成的。如果系统设备在某些链路上通信时间被某些因素耽误,将导致系统数据通信不可靠、不稳定,会引起系统异常。因此在架构该系统和评估该系统时,需要测试和评估出系统中各个终端节点到交换机接口的线路延迟时间,交换机端口之

间的交换延迟时间,以及各终端节点通过交换机之间的延迟时间,从而评估出整个 ARINC 664 网络系统中链路之间最大的线路延迟时间。这种测试结果能给系统架构师、系统设计师们提供一种更可靠、更安全的系统参考值。

而系统链路延迟时间的产生,是由下列通信过程而产生:终端子系统从该终端端口发出数据,通过网线进入 ARINC 664 交换机,再通过 ARINC 664 交换机交换到另外一个端口,并通过网络线到达另外一个终端端口进行接收,完成数据通信。其通信过程所需要的时间如图 1 所示^[4]。终端子系统 A (ES A)到终端子系统 D (ES D)之间所需要的时间为:终端设备数据发送时间(T_s)、网络线路延迟时间(终端设备 A 或者 B 到网络交换机之间的时间, T_{m1})、ARINC 664 网络交换机时间 (T_w)、网络线路延迟时间(网络交换机和终端设备 C 或者 D, T_{m2})和终端设备数据接收时间(T_r),他们之间的总和($T_s+T_{m1}+T_w+T_{m2}+T_r$),就是系统链路延迟时间。

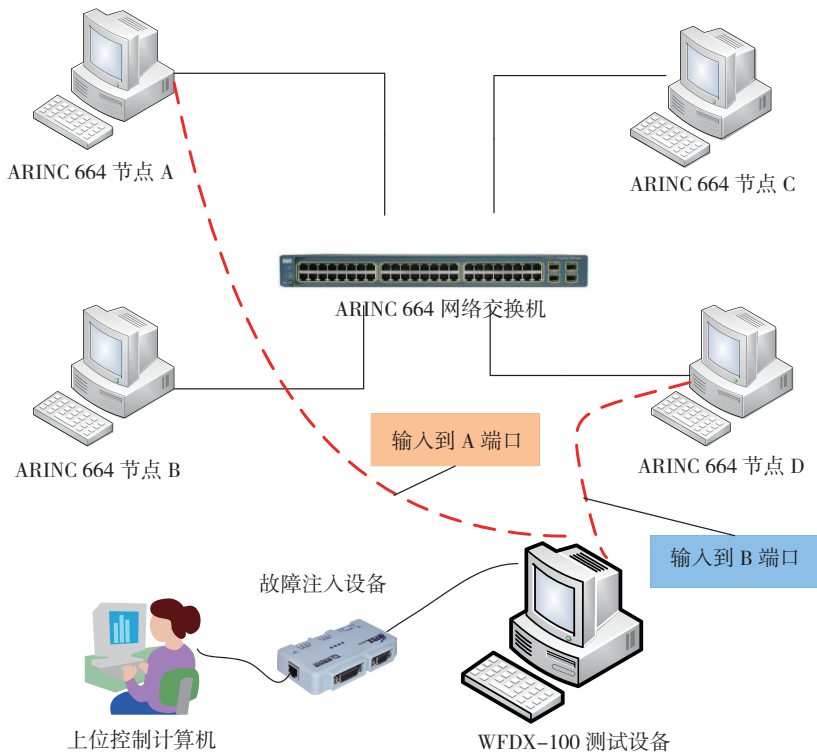


图2 实时以太网网络线路延迟测试示意图

通信迟延时间测试

将 WFDX-100 板卡和 ARINC 664 故障注入软件相结合,可以对 ARINC 664 网络线路迟延时间进行测试和评估。图 2 为搭建 ARINC 664 网络线路迟延时间的测试示意图^[6]。

在 WFDX-100 测试设备中配置 ARINC 664 接口板卡只有 A 通道发送数据,同时把连接到 ARINC 664 节点 A 上的网络线(A 通道)拔出,接入到 WFDX-100 测试设备 A 通道端口;把连接到 ARINC 664 节点 D 上的网络线(A 通道)拔出,接入到 WFDX-100 测试设备 B 通道端口,此

时 WFDX-100 测试设备通过 A 端口发送数据,经过网络线接入到 ARINC 664 网络交换机中,经 ARINC 664 网络交换机交换后在另外一个端口数据流出,通过网络线流入到 WFDX-100 测试设备 B 通道,完成数据交换和通信。我们对 WFDX-100 测试设备设置数据包发送时产生包脉冲,同时 WFDX-100 测试设备接收到数据时也产生包脉冲,这两个之间的脉冲间隔就是网络线到 ARINC 664 交换机之间的迟延时间。我们通过故障注入设备对发送包脉冲和接收包脉冲进行采集,通过 ARINC 664 故障注入

软件分析,即可分析出它们之间的时间差,该时间差即为设备之间数据链路的迟延时间。如图 3 所示。

同样通过这种连接方式可以测量出 ARINC 664 网络线路上两端之间的信号迟延时间,其操作方式如下:在 WFDX-100 测试设备中配置 ARINC 664 接口板卡只有 A 通道发送数据,且发送数据时产生包脉冲信号,设置 B 通道接收数据时也产生包脉冲信号;把网络线的一端接入到 WFDX-100 测试设备 A 通道,另一端接入到 WFDX-100 测试设备 B 通道,启动 WFDX-100 测试设备和 ARINC 664 故障注入软件,此时通过故障注入设备对发送包脉冲和接收包脉冲进行采集,通过 ARINC 664 故障注入软件,可分析出它们之间的时间差,该时间差即为网络线链路的迟延时间,如图 4 所示。

图 4 中(红色圈中)“From : rTxA To rRxB Interval = 0.000000420s”,可以测试并显示网络线之间的延迟值,即为网络线两端之间的信号迟延时间。

综上所述,可以推断这种测试网络线路延迟的方法,比任何一款的 ARINC 664 测试板卡(国外产品)在提供测试 ARINC 664 网络链路延迟时间上,更加简便、可靠及有效。

结论

通过对 ARINC 664 网络系统链路中信号延迟时间的测量,即交换机端口之间的线路延迟时间和交换机端口与设备之间的线路延迟时间的综合测量,从而评估出整个 ARINC 664 网络系统中链路之间最大的线路延迟时间,这对系统架构师、系统设计师们对整个 ARINC 664 网络通信设计具有更深远的参考价值。

本文共有参考文献 6 篇,因篇幅所限未能一一列出,读者如有需要请向本刊编辑部索取。

(责编 深蓝)

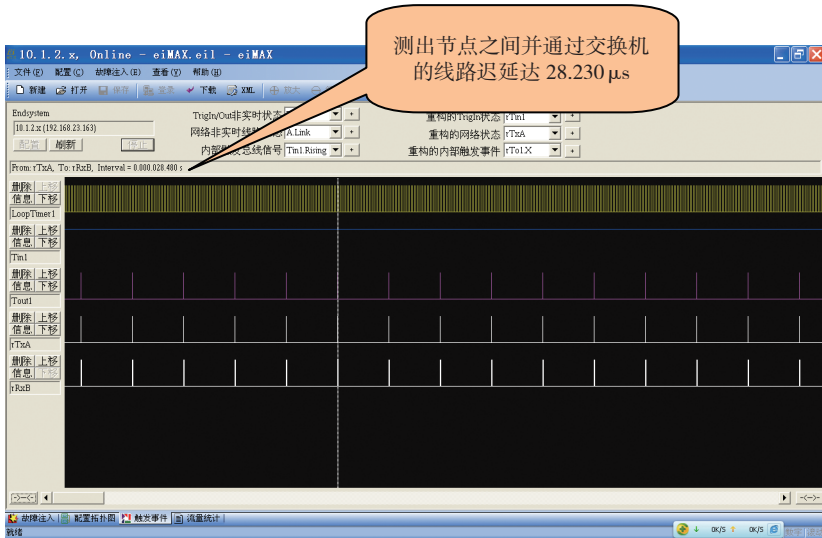


图3 ARINC 664网络节点之间及交换机之间的线路延迟时间

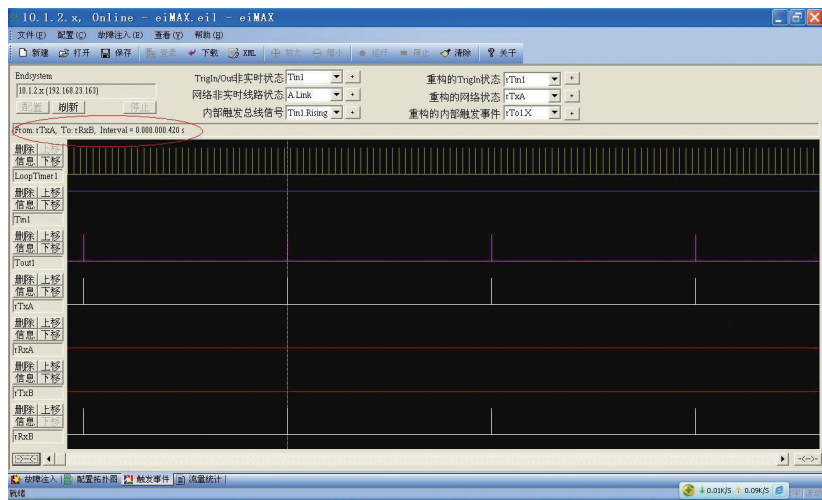


图4 ARINC 664网络节点之间的线路延迟时间