

ATM 交换网络的测试环境的构建

熊伟¹, 徐展琦², 易克初³

(1. 空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077; 2. 西安电子科技大学 ISDN 国家重点实验室, 陕西 西安 710071; 3. 西安电子科技大学 通信工程学院, 陕西 西安 710071)

摘要:介绍了 ATM 交换网络的功能及主要参数的测试方法,构造了交换网络的测试环境,并对 8 × 8 ATM 交换网络硬件电路进行了主要功能和性能指标的测试,得到满意的结果,文中对 ATM 产品实用化具有重要意义。

关键词:ATM 交换网络;容量;VPI/VCI

中图分类号:TN915.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1009 - 3516(2001)04 - 47 - 50

基于 ATM^[1] (Asynchronous Transfer Mode) 的 B - ISDN 是通信网发展的趋势,也是未来信息高速公路的通信平台。自 1989 年提出 ATM 以来,国际上掀起研究 ATM 和 B - ISDN 的高潮。标准化工作也逐步开展起来。1990 年,当时的 CCITT 定义了 ATM 的基本概念,确定了大部分参数,并致力于公用 B - ISDN 网中 ATM 的长期标准化工作,1991 年 CPE (Customer Premises Equipment) 销售商、公用设备销售商、电信运营者和用户成立了 ATM 论坛 (ATM Forum), 主要侧重于解决专用网或接入网中 ATM 技术的具体应用以及设备互连。随着 ATM 相应标准的不断完善,ATM 专用芯片市场异常活跃, IDT、PMC Sierra、TranSwitch 和 Mitel 等公司都推出了 ATM 专用芯片序列,由此构成的 ATM 产品不断涌入市场。本文的研究内容来源于原邮电部重点科技发展项目“具有交换功能的 ATM 复用设备”的一部分,在研究与实现 ATM 交换网络^[2]的基础上,针对现有 ATM 产品测试仪器缺乏,利用计算机软件和现有设备以及目前电信主要业务传输板或适配板,构造了 ATM 交换网络的测试环境,并对交换网络硬件电路进行了测试,收到了满意的结果。本文对 ATM 产品开发和测试具有重要意义。

1 主要功能测试原理

ATM 交换网络的主要作用是根据输入信元的 VPI/VCI 标识以及交换芯片的路由表,将输入信元转发到相应的端口,以此完成信元的交换,并根据业务量的大小插入 GFC (Generic Flow Control)。主要功能测试原理如下所述。

1.1 VPI 变换

输入信元所要变换的新 VPI/VCI 皆存放在翻译表存储器中,翻译表存储器由 VPI 翻译表和 VCI 翻译表组成。如果仅作 VPI 变换,输入信元所携带的 VCI 将不作变换,所携带的 VPI 值指明了某个 VPI 记录,新的 VPI 值和路由标签就存放在该 VPI 记录中。例如选择 UNI (User Network Interface) 模式,不使用 TRH (Tandem Routing Header), VPI 翻译表含有 256 个 VPI 记录,每个记录 4 字节。若输入信元的 VPI = 10H, 则所指定的 VPI 记录起始地址 = 10H × 04H = 40H, 输出信元替换上该 VPI 记录中的 VPI 值,并从该记录的路由标签所指明相应的输出端口输出。

1.2 VPI/VCI 变换

如果输入信元的 VPI、VCI 都作变换,输入信元携带的 VPI 指明翻译表存储器中某个 VPI 记录,该 VPI

收稿日期:2000 - 11 - 09

基金项目:空间微波技术国防重点实验室基金试点项目(00JS63. 2. 1. D201)

作者简介:熊伟(1965 -),男,安徽凤阳人,讲师,硕士,主要从事宽带综合业务数字网的研究。

记录中含有 VCI 记录的偏移量 VPO(VCI Page Offset), 根据 VPO 和输入信元携带的 VCI, 通过计算可得某个 VCI 记录, 该 VCI 记录中含有输出信元所要携带的 VPI、VCI 值和路由标签。例如, 选择 UNI 模式, 不使用 TRH, 输入信元的 VPI、VCI 分别为 VPI_{in} 、 VCI_{in} , 则 VPI 记录的起始地址 = $VPI_{in} \times 04H$, 在此 VPI 记录中, 可查出 VCI 页的偏移量 VPO, 由此可得 VCI 记录的起始地址 = $256 \times 4 + 256 \times 6 \times VPO + VCI_{in} \times 6$, 在此 VCI 记录中, 可得信元在总线交换时所用的路由标签和从交换网络输出时所携带的新 VPI、VCI 值。

1.3 唯一地址、多播和广播功能

在 ATM 交换网络中, 信元从某一个端口输入, 不仅能够从某一指定的端口输出(即唯一地址传输), 而且还能从多个指定的端口输出(即多播), 甚至共享总线下所有端口输出(即广播)。利用美国 TranSwitch 公司的 ATM 交换芯片所构成的 8×8 共享总线型 ATM 交换网络, 支持唯一地址传输、多播和广播三种传输方式。对于唯一地址传送和广播传送方式, 通过设置 VPI 或 VCI 记录中的路由标签的控制位即可完成; 对于多播传送方式, 除要设置 VPI/VCI 记录中路由标签外, 还要初始化 ATM 交换芯片内部的多重地址存储器, 以确定输出信元的端口。

1.4 多速率信元的变换

ATM 交换网络不仅能完成对恒定速率信元的交换, 而且能够对多种速率从不同端口同时输入的信元进行有效的管理和交换。将一路 2.048 Mb/s 的 E1 信号、一路以太网数据信号、一路 34.368 Mb/s 的 E3 信号和 25.6 Mb/s 的 ATM 局域网信号通过适配或传输板变成 ATM 信元同时加到 ATM 交换网络的不同用户端口, 并从各自指定的用户端口或同一个用户端口输出, 观察各种业务能否正常传输和交换。

2 测试环境的构建

由于专用 ATM 测试仪价格极其昂贵, 拥有的单位极少, 无法利用 ATM 测试仪直接对交换网络进行测试。为此, 主要利用“具有交换功能的 ATM 复用设备”的各种业务适配板、传输板对交换网络进行主要功能的测试, 并利用软件对交换网络主要性能指标进行了测试, 所构建的软/硬件测试环境^[2]如下。

2.1 VPI 变换的测试

利用 PC/104 工控机, 通过 ATM 交换芯片 CUBIT 05801 对静态 RAM 初始化, 建立 VPI/VCI 翻译表。利用 E1 业务仿真板将 2.048Mb/s 的 E1 信号变换成 ATM 信元, 从某一端口输入, 经过 ATM 交换网络从指定端口输出, 再经过一个 E1 仿真板, 将 ATM 信元变换成 E1 信号, 反馈到传输测试仪 HP37717B, 比较发出的 E1 信号与反馈回来的是否相同, 并用逻辑分析仪观察从交换网络输出信元的 VPI 值是否是 VPI 翻译表中约定的值。

2.2 多种业务进行交换的功能测试

为了验证 ATM 交换网络的功能, 在利用“具有交换功能的 ATM 复用设备”的各种业务的适配板或传输板的基础上, 建立如图 1 所示的测试环境。

将 E1 信号、以太网数据信号、基于信元的 E3 信号和 ATM 局域网信号通过适配板或传输板同时加到 ATM 交换网络的不同用户端口, 以检测各种业务信号能否在 ATM 交换网络中正常传输和交换。

2.3 测试软件的设计

由计算机控制某一交换芯片发送信元, 检测指定交换芯片的接收情况, 并比较收、发信元是否一致, 以此来测试信元在总线时的误码率。软件流程如图 2 所示。

首先给 ATM 交换芯片 CUBIT 05801 初始化^[2], 设置计数器初值, 然后给交换芯片的控制信元发送缓冲

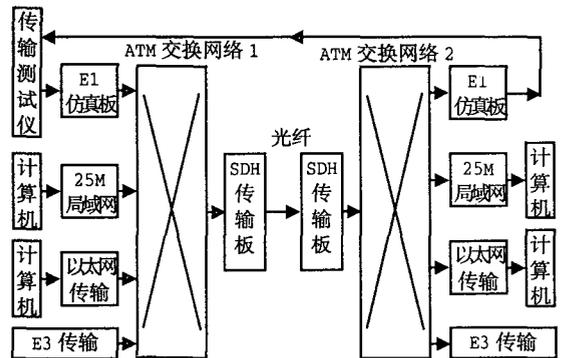


图 1 ATM 硬件测试环境

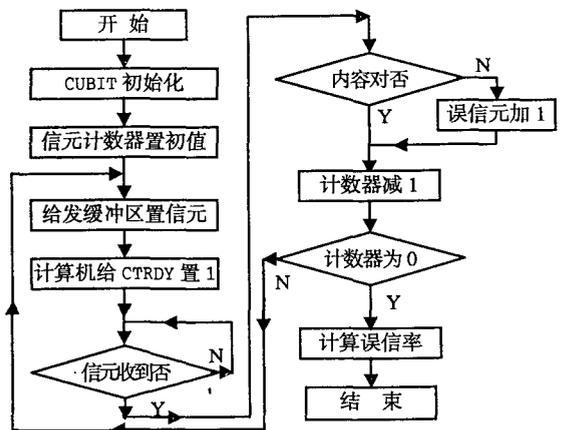


图 2 总线测试的软件流程

区 A0H ~ D7H 放置一个信元,之后,给控制位 CTRDY(0AH 的 BIT1)置“1”,表明有一个控制信元待发送,交换芯片就向总线仲裁器发出总线使用申请,授权批准后,交换芯片就将该信元发送到信元总线上,指定的交换芯片就将该信元读入控制信元接收缓冲区 A0H ~ D7H。比较收发的控制信元是否相同,若不同,错误信元计数器加 1,之后,准备下一个控制信元的发送,以此来检测信元在总线交换时的误码率。

3 ATM 交换网络的测试

3.1 信元总线电气参数的测试

共享总线型 ATM 交换网络的信元总线是实现信元传输与交换的关键,它直接影响到信元交换的误码率和有效的交换容量。故设计印刷电路板时,总线信号走线尽量平行,以减少总线信号延时差异。信元总线采用 GTL(Gunning Transceive Logic)逻辑电平^[3],这是 JEDEC(电子设备工程联合会)制定的新一代高速、低压逻辑体系。总线的主要电气参数特性见表 1。

3.2 ATM 交换网络主要功能测试

1) 交换芯片的输入/输出容量

ATM 交换芯片 CUBIT 的输入/输出容量为 155.520 Mb/s, E1、E3、以太网数据和 25M ATM 局域网信号的传输速率均较低,故只有采用 155.520 Mb/s 的 SDH 光传输及帧装拆接口板来测试。具体方法是:让 CUBIT 不断发送信元,SDH 光传输及帧装拆接口板以 155.520 Mb/s 读取数据,转换成光信号送入传输测试仪 HP37717B,测试结果是线路传输速率为 155.520 Mb/s,所以,交换芯片的端口速率为 155.520 Mb/s。

2) 总线信元容量

在 8×8 ATM 交换网络中,由其中一个 CUBIT 发送信元,采用广播方式,即 8 个 CUBIT 都接收信元。逐步增加总线时钟频率,观察 8 个 CUBIT 接收信元情况。经测试,总线时钟频率超过 32 MHz 时,个别 CUBIT 不能正确接收所发送的信元,所以,总线信元容量为 32 MHz × 32 bit = 1.024 Gb/s(已接近 CUBIT 芯片设计的最大总线容量 1.056 Gb/s)。

3) VPI 变换的测试

测试环境如图 1 所示,由传输测试仪发送 2.048 Mb/s 的非平衡 E1 信号,经 E1 仿真板变成 ATM 信元格式,由工控机将需要查找的 VPI 记录赋初值,其余 VPI 记录全部清零。经测试,交换网络能够完成输入信元的交换,并从指定端口输出,若改变输入信元的 VPI 值,则输入信元不能从指定端口输出。

4) VPI/VCI 最大范围的测试

利用 2.048 Mb/s E1 适配传输板,改变 E1 信号的 VPI、VCI 值,检测输入的信元能否传输交换到指定的端口。经测试,VPI 的范围是 0 ~ 255,VCI 的范围是 0 ~ 10 751。

5) 多速率信元同时输入时交换功能的测试

将 E1 信号、以太网数据信号、基于信元的 E3 信号和 25M ATM 局域网信号通过适配板或传输板同时加到 ATM 交换网络 1 的 CUBIT1 ~ CUBIT4,经过信元总线,传输到 CUBIT5 上,再经 SDH 传输板,将电信号变成光信号,通过光信号传输到另一侧交换网络 2 的 CUBIT1' 上,经过路由变换,分别传输到 CUBIT5' ~ CUBIT8' 上,再经过仿真板或传输板反馈到传输测试仪或另一侧的计算机中。经测试,以上 4 种不同速率的业务信号全部能实现正常的传输和交换。

3.3 ATM 交换网络主要性能指标的测试

1) 信元丢失率、信元差错率和信元误插率的测试

此项主要采用软件测试,通过软件将消息转换为信元从交换芯片发送,从另一交换芯片接收信元并转换为消息,以此观察交换网络的信元丢失率、信元差错率和信元误插率。连续实测约 8h,传送信元 201147891 个,无任何差错,故信元丢失率、信元差错率和信元误插率皆为 0。在上述条件下加载 E1 业务,连续实测约 8h,传送信元 202418618 个,无任何差错,故信元丢失率、信元差错率和信元误插率也为 0。

2) 交换网络延时的测试

通过 75Ω 同轴电缆连接该设备的 E3 接口的收、发端,将 E3 传输板设置成回环方式,通过主控机发送信

表 1 总线信号参数测量表

参数	测量值(V)
时钟高电平 A_{A1}	1.1
时钟低电平 A_{A2}	-0.031
时钟高电平下摆幅 A_{A5}	0.179
时钟高电平上摆幅 $A_{A6'}$	0.37
时钟低电平下摆幅 A_{A7}	0.265
时钟低电平上摆幅 A_{A8}	0.238
总线信号高电平	1.2
总线信号低电平	0.218

元,使其通过 E3 接口传输,用逻辑分析仪观察收、发信元的时序关系,以此来测量信元经过传输板和交换网络的延时。经测试,信元传送时延为 38.4 μs 。

4 结束语

随着通信需求的迅速增长,B-ISDN 作为一种通用的数字通信网有着广阔的市场前景。利用 ATM 技术实现 B-ISDN,已被确认是未来通信网的基本组网技术,为使现有的各种通信网经济、有效地进入 ATM 网络,各种实用化的 ATM 用户交换机、用户接入设备和复用设备等已成为各方关注的焦点。本文在实现“具有交换功能的 ATM 复用设备”的基础上,构建了 ATM 交换网络的测试环境,加速了我国 ATM 产品测试的标准化进程,并利用之对 ATM 交换网络进行了测试,收到了满意的效果,达到了设计要求^[4]。该项目于 1998 年 12 月通过了信息产业部组织的鉴定,认为该设备技术新、难度大,是在国内首次实现的 ATM 复用设备,整体水平处于国内领先水平,达到了国际上 90 年代中期的先进水平。

参考文献:

- [1] 马 丁·德·普瑞克. 异步传递方式——宽带 ISDN 技术[M]. 程时瑞,刘 斌. 北京:人民邮电出版社,1995.
- [2] 熊 伟. ATM 交换网络实现的研究[D]. 西安:西安电子科技大学,1999.
- [3] TranSwitch Corporation. CellBus Technical Manual and CUBIT Application [EB/OL]. <http://www.transwitch.com>,1996. 10.
- [4] 熊 伟,徐展琦,易克初. 共享媒介型 ATM 交换网络的实现[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2000,1(5):24-27.

Build Test Environment of ATM Switching Net

XIONG Wei¹, XU Zhan - qi², YI Ke - chu³

(1. The Telecommunication Engineering Institute of the Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China; 2. ISDN National Key Lab, University of Electronic Science and Technology of Xi'an, Xi'an 710071, China; 3. The Communication Engineering Institute, University of Electronic Science and Technology of Xi'an, Xi'an 710071, China)

Abstract: This paper introduces the function of ATM switchingnet, test method of its fundamental parameter, and builds test environment of ATM switching net. By means of this test environment, debugging hard circuit of 8×8 ATM switching net, and testing its fundamental function and electrical parameter, the result is satisfactory. This paper plays an important role in practicality of ATM technology.

Key words: ATM switching net; capacity; virtual path identifier/virtual circuit identifier