

国内首台 ATM 交换机研制及其组网实践

雷振明

(北京邮电大学 ATM 技术研究中心, 北京 100876)

[摘要] 国内首台 ATM (异步转送方式) 交换机 BTC-9500 的研制于 1995 年完成, 并配合国内宽带试验网络的建设, 进行了大量的组网试验、设计改进和发展工作。目前, 该设备已经由国内最大的电信设备制造商之一——上海贝尔公司生产销售, 并且用于装备中国电信宽带骨干网的全部核心节点。根据组网实践中发现的问题, 提出了在同一个交换结构内同时实现 ATM 信元交换和 IP 数据报交换的方案, 并在 BTC-9500 中予以实现, 达到了大大节省设备、简化网络和提高网络速度的多重目的, 将研究范围逐渐拓宽到更大的宽带通信领域, 提出了对于新一代电信网络发展的一些看法。

[关键词] 通信; 交换; 异步转送方式 (ATM)

1 ATM 技术及其意义

异步转送方式 (ATM) 交换机是现代电信网络的重要核心设备。自 20 世纪 80 年代末期开始, 世界各发达国家就开始从事 ATM 交换机的研制工作。现在, 世界著名的各大电信设备制造商, 以及计算机网络设备制造商, 都有自己的 ATM 交换机产品。

自 90 年代初期, 世界各发达国家开始建设各种 ATM 网络。到现在, 虽然存在快速以太网和交换式路由器的激烈竞争, ATM 通信网仍然是各国电信公司运营的主要骨干宽带通信网络, 并且仍在继续快速发展。我国目前也正在建设全国的和各省的宽带骨干 ATM 网络。已经建成的网络都正在扩容。

ATM 交换技术不仅适用于 ATM 交换机。现代的其他宽带网络节点设备, 例如吉比特每秒以太网交换机和交换式路由器, 也都使用与 ATM 交换机基本相同的技术。ATM 交换机、交换式路由器和以太网交换机三者必将走向融合, 形成新一代的

电信网络核心节点设备。

2 国内首台 ATM 交换机的研制

在国家“八六三”计划和原邮电部的支持下, 国内首台 ATM 交换机 BTC-9500 的研制工作从 1993 年开始, 到 1995 年完成了科研样机。在国内 ATM 网络建设刚刚开始的时候, 国产的 ATM 交换机就已经问世。这台样机是完全依靠自己的科技力量研制成功的, 具有我国完全自主知识产权。

BTC-9500 采用比特分割的宽总线交换结构。总线宽度达到 424 b, 即一个信元的宽度。总线越宽, 交换容量就越大。但是, 信元交换总线的宽度又不可能大于一个信元的长度。由于总线达到了最宽, 所以仅在 25MHz 的时钟频率下就实现了 10G bps 容量, 达到原课题指南规定的 4 倍。实现这么宽的总线在技术上存在很大困难。采用比特分割的方法, 并且自己设计了专用的交换芯片, 克服了困难, 结构也得到简化。

为了保证产品的先进性和市场竞争力, BTC-9500 采用了国外 90 年代最好的软硬件技术。这些

[收稿日期] 1999-07-13

[基金项目] “八六三”计划资助项目 (863-317-102-03)

[作者简介] 雷振明 (1951-) 男, 河北唐山市人, 北京邮电大学教授, 博士生导师

技术在产品进入市场时,仍然属于主流。

在兼顾开发速度的同时,尽量加大了自主开发的力度。例如,它的主要芯片全部都是自行设计的。其中,核心交换芯片的密度达到40万门,采用 $0.45\ \mu\text{m}$ 工艺,一次设计成功。BTC-9500由原邮电部组织的技术鉴定:“达到了国外同类产品的同等水平”。

3 大量的宽带组网实践

在1996年,国内建设ATM网络和引进ATM交换机都还是处在起始阶段。BTC-9500应当参加大量的组网实践。当时,在北京启动了有3个BTC-9500节点的中国邮电ATM科学实验网(SEANET)工程,并且要求网络提供实用。在工程实践中,把SEANET建成了一个基于ATM的广域宽带IP网络,通过TCP/IP协议,互连了网上三个节点单位(北京邮电大学、电信传输研究所、电信科学技术研究院)的内部计算机网。使得网络上了规模,并提供实用。这个工程的验收结论为“国内首创”。在1997年春季、原邮电部科技委组织的专家研讨会上,ATM上的IP网络方案得到了认可,这对当时正在进行的各地宽带网络建设有重要的参考价值,起到了推动作用。

在1997年,中国电信组织了以4台BTC-9500为核心的京津沪粤宽带多媒体实验网联网工程。四大城市原有的宽带多媒体实验网络,通过这个工程实现了互连互通。在此次工程中,BTC-9500和多种国外ATM交换机互连,满足了工程要求,并被工程总结评价为“工程中比较稳定的设备,满足了技术要求和实验目的”。

此外,在1996~1997年,北京邮电大学ATM技术研究中心还先后参与了北京、天津、湖南、黑龙江等地的宽带网络建设实践。这些网络工程不仅推动了国内宽带网络的建设和发展,也使BTC-9500得到了充分的表现和用户的认可,找到了发展完善的空间,并提出了新的研究方向。

1998年,原邮电部组织了中国电信和香港电信之间的宽带通信实验。实验使用了多台BTC-9500设备和其它厂家的ATM交换设备。实验测试结论指出:“实验表明,国内的ATM交换机和国外产品相比并不差,有些方面还超过国外”。

4 和大企业结合实现产业化发展

BTC-9500当时面临的选择:在自己创办的

科技型企业中实施产业化,或与现有的大企业结合。事实说明,由于对其可靠性和可发展性的高度要求,作为一种电信骨干网上的新型核心节点设备和现有大企业结合是一个正确的选择。在信息产品制造业中,世界范围的分工与合作都已成为一种必然的趋势。

1998年初,北京邮电大学与上海贝尔公司签署了合作协议,BTC-9500在上海贝尔公司实现了规模化生产。BTC-9500被选型用于装备国家宽带骨干网的全部核心节点,是这种合作的一个最重要的成果。

由于面向市场和产业化的推动,北京邮电大学ATM中心在完成BTC-9500样机后投入极大的力量进行了发展和完善工作。经过几年的努力,BTC-9500已经发展成为功能完整、接口齐全、实用、稳定、可靠的ATM交换设备。BTC-9500具有交换、监视/控制、网络管理、流量控制、以及各种高层协议功能,并提供 $1.5\sim 622\text{Mbps}$ 的各种线路接口。

BTC-9500目前已经成为装机数量最大的国产ATM交换机设备。使用BTC-9500的省市有北京、天津、上海、广东、辽宁、江苏、湖北、湖南、陕西、黑龙江、四川、贵州、江西、浙江等。

5 由一个项目到一个领域

从BTC-9500的研制开始,走过了“由一个项目带出一支队伍,由一个产品发展到一个领域”的道路。

项目开始的时候,只是教授带几个研究生。通过设备的研制和实验网络的建设,培养了一批ATM技术人才。有力地支持了产品的后续发展,以BTC-9500为核心建立的实验网络,为国内宽带网络的实际建设工作,提供了重要的参考,积累了经验,并适时地从单纯的设备研制向网络研究发展,拓展了研究领域,BTC-9500随后也在实用化的宽带网络中得到了重要应用。国家重大自然科学基金项目“高速通信网关键技术研究”,以及“二一”工程项目“国家信息基础设施研究”,都已经采用BTC-9500为核心的网络实验平台。

BTC-9500的研制成功为研制宽带设备和掌握网络技术方面打下了重要的基础。以此为基础,在容量方面,80 Gbps的ATM交换系统已经完成了科研性能样机。同时,以BTC-9500为基础构

成的、同时支持 ATM 交换和 IP 路由的设备 (BTC-9500IP) 在 1998 年提供试用。

在 1996 年完成的 SEANET 工程中，每一个 ATM 交换机节点都需要一个路由器来完成 IP 报的路由选择、存储和转发。随后把这个功能纳入 ATM 交换机的方案。由此产生的 BTC-9500 新机型即 BTC-9500IP，不仅可以省去路由器，而且达到了更高的线路处理效率。这个研究，和国外大致是同步的，是国际上的前沿课题。

6 世纪之交的思考与行动

这里所说的世纪之交，不仅是指自然年代进入 21 世纪，也指电信业正处在新旧交替的深刻变革之中。这种深刻变革，在运营方式上，各国的国有垄断企业通过解体和重组变为大型跨国公司，进入残酷的全球商业竞争；在技术方面，因特网的超常发展和传统的电信业务开始争夺市场。

在 20 世纪中叶，先是为了电话网的数字化，出现了同步时分交换。随后，为了数据通信的需要，产生了分组交换。作为综合这两者的一种新技术，ATM 在近十年得到了迅速的发展和运用。以 ATM 技术为核心的宽带通信网络在中国已经普遍存在，并且还在发展扩大。同时，ATM 交换的基

本想法，也极大地影响了因特网核心设备——路由器的发展，导致出现了新一代的交换式路由器。

对于 21 世纪的电信产业，有人认为，电路交换以及同步时分交换，将逐步退出舞台，IP 和因特网将一统天下。也有人认为，现有的各种交换设备，包括以太网交换机、路由器、ATM 交换机等，将逐渐融合，从而出现新一代的宽带多业务功能的核心节点设备，能够根据网络运营者的需求，提供多种不同的组网能力，包括因特网的组网能力。在这个领域中，发展的方向是由经济、技术、用户和厂商的利益关系等许多复杂的因素所决定。

北京邮电大学 ATM 中心正在研究后一种想法的可能性。是否能够有一种新一代的宽带多业务功能的核心节点设备，逐步成为下一代电信网络的核心。现代半导体技术的发展和芯片上 IP 的出现，将极大增加实现这种想法的可能性。

改革开放以后，我国电信业取得了举世瞩目的巨大进步，电信科技也有了长足的发展。已经能够了解当前的国际发展主流，并且推出自己的产品。我们已经从落在别人后面很远，发展到能够紧跟在别人后面走。但是，从跟在别人后面走，到走自己的路，还需要有极大的努力。

China's First ATM Switching System and its Networking

Lei Zhenming

(ATM Center, Beijing University of Posts & Telecommunications, Beijing 100876, China)

[Abstract] The design and implementation of the first ATM Switching system of China (Named BTC-9500) was started in 1993. The prototype was completed in 1995. Much field trial has been done since then, with the development of China's broadband network. The prototype has been improved as well.

BTC-9500 was then transferred to Shanghai Bell for manufacturing and marketing. It has been used in China's nation wide broadband backbones. It was named China's Important New Product, and won prizes from both the Nation and the Ministry of Information Industry.

The research on the BTC-9500 networking unveiled the disadvantage of ATM switch/IP router combination. The scheme of switching both ATM cells and IP datagram within a single switching fabric was proposed and implemented in BTC-9500. The cost is reduced. The network is simplified. A model of new generation platform that supports multi-service switching is given.

Based on the experience, some viewpoints on the development of the new generation network are proposed in this paper.

[Key words] telecommunications; switching; ATM