

“信息高速公路”和中国国家高速信息基础结构

Info-Super Highways and China National Super Information Infrastructure

钱宗珏

(国家超级 863 高技术计划研究“信息高速公路”专家组组长,高级工程师 北京 100804)

一、美国“信息高速公路”简介

1. “信息高速公路”的由来及其意义

美国政府于 50 年代实施的“州际高速公路法案”,对美国战后经济的突飞猛进起过重要作用,其影响早已超越国界,致使高速公路遍布全球。半个世纪后,美国又率先提出建设“信息高速公路”的计划,并引起欧共体、日本、新加坡、韩国的响应,纷纷提出类似计划。

为推动美国的“信息高速公路”计划,美国副总统阿尔·戈尔(即美国州际高速公路倡议人阿尔伯特·戈尔之子)于 1991 年先后提出了“高性能计算行动(HPCA)法案”和“高性能计算与通信(HPCC)计划”。后者包括高性能计算系统(HPCS)、高性能软件和算法(ASTA)、计算机领域基础研究和人才培养(BRHR)、全美科研教育信息通信网(NREN)等内容。NREN 是计划的核心。组成信息网后(1996 年)的首批研究内容是气象、海洋模型、大气污染、臭氧层空洞、生物医学、催化剂、燃料和密码破译等问题。上述计划和项目均属为特定目的而建设的专用系统。

在阿尔·戈尔的推动下,克林顿总统于 1993 年 2 月以《国情咨文》形式在国会发表了题为《促进美国经济增长的技术——经济发展的新方向》的报告。文中正式提出美国决定建设“信息高速公路”——国家信息基础结构(National Information Infrastructure,简称 NII),以此作为发展政策的重点和产业发展的基础,带动新学科和交叉学科发展,形成高、新企业群,提高生产效率,增强国际竞争能力,促进经济腾飞。戈尔强调,“信息高速公路”的建设将永远改变人们的生活、工作和相互沟通的方式,产生比工业革命更为深刻的影响。

2. 美国国家信息基础结构的目标和内容

NII 大大扩大和超越了 HPCC 计划,它是在全

国范围内利用通信、计算机、多媒体、视像、数据库和软件等多种技术综合,集人类的科学研究、工作、生产、生活、娱乐为一体的国家高速信息基础结构。其特点在于:

(1)规模大。它是全国的、统一的、四通八达和无阻塞的高速信息基础结构。

(2)信息种类多。它可传送、交换、存储、处理语音、数据、图片、视像等各种信息,虽然不同类型信息对传送的质量(如时延、误码、抖动,以及是否需要实时处理等性能)的要求各异,但在此高速信息网中都能畅通无阻。

(3)完善的网络结构。它是一种无缝隙(Seamless)、交互式的和用户驱动运行式的整体网络,是国家信息的主动脉,因此对网络的传递质量、可靠性、抗毁性、安全性均作了周密考虑和安排。

(4)服务对象广泛。从科研教育部门扩大到了各地区、各系统、各企业,以至个人,它将深刻改变人们的工作、生活和相互沟通的方式,产生巨大的社会效益和经济效益。

(5)标准化具有特殊重要性。只有统一标准和接口,才能建成国家信息基础结构,取得预期效益。

(6)目标重大、影响深远。美总统科学顾问部罗姆利指出,高速率的国家信息基础结构是促进美国科学研究和技术发展的关键,它将使美国经济在世界经济中变得更具有竞争力。而且 NII 将是全球信息基础设施(GII)的一部分。

3. 美国宣告建设 NII 前后采取的有关措施

美国政府在发展国情咨文前后就建设 NII 采取了一系列措施,包括:

(1)以政府报告形式发表《国家信息基础结构:行动计划》,作为指导建设 NII 的纲领性文件。

(2)成立白宫国家信息基础结构工作组,它将与国会和企业界共同提出加速 NII 建设的政策和计划,指导并监督 NII 的建设,集中处理电信政策、信息政策和应用方面的问题。

(3)建立由企业界代表组织的NII 顾问委员会,向白宫工作组提出建议。

(4)加强制定美国联邦通信和信息政策的机构。

(5)确定政府行动的原则和目标。

美国企业界为响应政府的计划,已纷纷采取行动,并已出现组织联盟、合并公司的苗头,更有力地迎接国内和国际竞争。

由于历史原因,美国的通信、计算机、有线电视和各种信息业均早已分别建网。美国电话电报公司解体后,原有统一的通信网络也已分崩离析,现存千万个各类不同系统。现在要建设统一的国家信息基础结构,原建的有的反成包袱,互连起来难度很大,须投入更多的财力、物力、人力和时间。美国计划分三个相互交错的阶段完成此项计划(图1)。

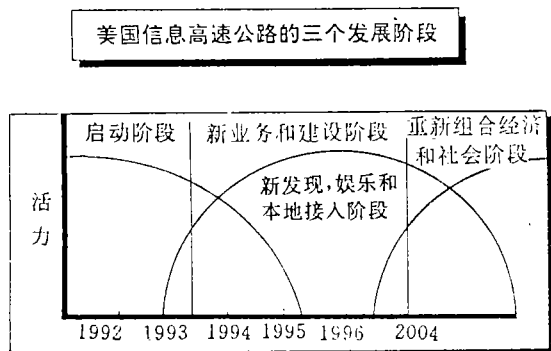


图1 美国国家信息基础结构建设发展的三个阶段

二、NII 的基本组成和关键技术

1. 基本组成

美国官方正式文件《国家信息基础结构——美国政府政策思考》指出,NII 由四个基本要素组成。

(1)通信网络。系无缝隙互连的交互式 and 用户驱动的公用和专用通信网络。由电线电缆、光缆、卫星、微波、蜂窝移动通信、个人通信系统组成,包括交换设备、终端设备、各类智能系统,以不同速率和容量传送语音、数据、图像、视像等各类信息。这一通信网络应具有统一的技术标准,向用户提供多种功能的普遍服务。

(2)计算机。指在通信网络上的高性能计算机和服务器、高效能的个人计算机和 workstation,也包括便携式无线膝上型/笔记本型/传真/电话分布式计算机和手写及语音输入设备、应用软件库等。

(3)信息。包括公用及专用数据库中所存储的各类信息,通过网路所产生的各种信息服务;各类信息包括视频、音频和文字、图像的数字化资料,以及电影、电视、广播节目、电子书籍、电子报纸、电子

杂志等。NII 具有帮助用户查找、合成和更新信息的服务功能。

(4)人。指具有通过网络利用各种信息资源来改善学习、生活和工作方式的能力的人,以及能以许多崭新方式创造、组合、管理、经营销售信息和充分利用信息基础设施的人。

2. 基本物理设施

NII 是一个能给用户大量信息资源的完备网络。在物理设施上,它由通信网络、计算机、数据库、视像终端、多媒体智能终端等组成,使人们通过声音、数据、图片、视像等相互迅速传递和交换信息,共享信息资源。其信息源内容多种多样,丰富多彩,包括大量应用系统和软件,有统一的网络接口和编码标准,包含着广泛而且不断发展的设备品种,以及大量参与开发其潜力的人群。它是一个本身具有巨大活力,并不断产生和创造活力的智能化网中之网,网上之网。它的作用将渗透到所有政府部门、科研单位、学校、工厂、商店、家庭乃至个人,并为所有单位和个人服务。

除了人的作用和各部分采用的大量计算机和软件技术外,根据对有关资料分析,笔者认为NII 的基本物理设施可用图2表示。图中,SDH——光同步数字体系,系国际电信联盟的新国际标准,在北美被称为SONET(即光同步网)。SDH 具有国际统一的数字系列标准和接口,增强了网络管理功能,简化了复接/分接设备,已成为光纤通信系统世界性换代产品。此体系采用了块状帧结构、段开销、指针调整等一系列新技术,它是NII 的主干部分。ATM——异步转移模式,系国际电信联盟作为宽带综合业务数字网(B-ISDN)的传送交换模式标准。它是一种以信元(Cell)为基础的快速分组交换,可以传送语音、数据、图片、视像等各种形式的信息。ATM 的信元可装入SDH 的“净荷”(Payload)中传输。新一代的ATM 设备是NII 中的关键部分。作为结点,它与光纤通信系统共同组成NII 的基干网。DXCS——数字交叉连接系统和设备,它是保证NII 网络可靠性的重要设备,与SDH 和ATM 设备联合使用,可以组成自愈合网,保证在某区段受阻情况下网络的迂回通道。AIN——先进智能网络,它是由综合业务管理系统、业务控制点、信令转送点和信令网络、先进智能交换节点、专用智能外围和附加设备以及业务结点等组成,是NII 的网络综合管理与控制部分。

3. 与高速公路类比

将NII 与高速公路作一类比,可说明图2 各部分的功能和作用。

(1)路——NII 的“路”就是以光纤通信为主干的高速信息通道。光纤通信可传递低速、中速和高速(达2.488 吉比特/秒)的各类信息,最新技术传

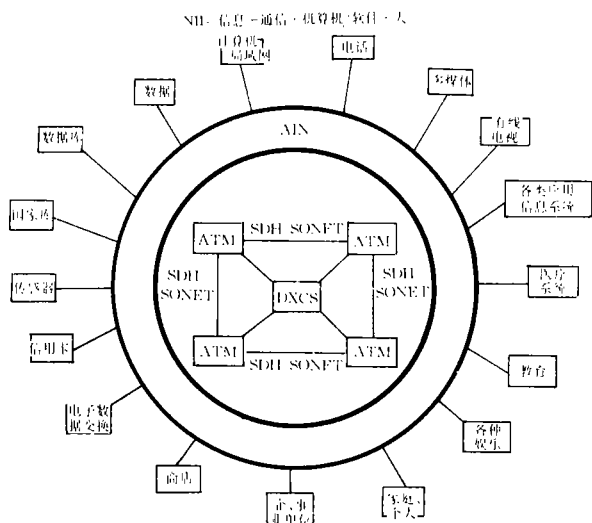


图2 国家信息基础结构(NII)基本物理设施示意

送信息的速度已达10吉比特/秒以上。卫星通信、微波移动通信是中低速通道,一般能传递155兆比特/秒的信息,最新技术也已向622兆比特/秒发展,是NII的辅助通道。

(2)车——NII中SDH相当于高速公路上行驶的带有集装箱的大载重“汽车”。话音、数据、图片、视像等各类信息,分组交换网、数字数据网、计算机网和有线电视网中的信息,以及ATM中的综合信息均可在SDH中运送。

(3)集散站——NII中的ATM相当于“货物”(即信息)的“集散站”,各类信息经过ATM节点集散和交换,送至各方。

(4)货——各种类型信息源发出的信息就是“信息高速公路”上运送的“货”。

(5)库——各类信息源和各种大小型数据库、图像库,用来存储信息,并随时通过“信息高速公路”向用户提供信息。

(6)转运站——DXCS数字交叉连接设备和系统,在NII信息运送过程中起“大宗货物”“转运”交换的作用。

(7)调度控制部门——AIN先进智能网,在NII中起“货物”的调度控制作用。

4. 网络层次

为确保NII正常可靠地运行,在NII中必须具有三个以上的网络层次,彼此独立但又相互关联。在各网络层次中还包含有很多子网,如图3所示。

信息承载层,亦可称为基础网,是高速信息网中承载多种信息的主体部分,是NII的重要组成部分。层中包含有干线网、本地网和通用接入网。通用接入网是承载层各网中的“瓶颈”部分,它影响着高速信息网的进一步发展。美国白宫NII特别工作组的文件中强调要重点考虑通用接入技术问题。

网络支撑层,亦可称为管理网,其功能是在信

息网中对其它层(包括承载层和业务层)中各类网起支撑作用,保证它们正常运行并提高质量和效能。在支撑层中包括有监控网、共路信令网和数字同步网等。监控管理网的功能是采集信息网各层次中各类网的信息业务和信令数据的流量和流向情况,监测其性能和故障情况,对异常情况发出告警信号。该网可对各类网进行实时或延迟控制,执行网内调度功能。数字同步网为信息网中的系统、设备提供同步基准时钟,以确保所有系统、设备正常运行。共路信令网是支撑层为保证信令网的信令传递可靠和畅通而建立的专门网络,是信息网的重要神经系统,由它保证网内各部分工作协调。

智能业务层,在其中可组成先进智能网,包括有信息业务控制点、信息信令转移点、各类信息交换点、网络信息业务管理系统和一些外围设备。先进智能网将保证在NII中以语音、数据、图片、视像等多种信息方式顺利地传送信息并进行智能化服务。

5. 所需的关键技术

根据前述NII的基本组成和结构分析,可以归纳出建设NII的关键技术如下:

(1)网络技术。包括网络拓扑理论、自愈网络结构、智能网、信息监控管理网、信令网、同步网等,宽带化、智能化、个人化综合业务数字网技术,干线网络、本地网络和通用接入网路技术,以及用户驱动网络技术等。

(2)光纤通信技术。包括光同步数字体系、有关吉比特以上光纤通信组网技术、监控技术、系统技术、数字交叉连接系统技术、波分复用技术、掺饵光纤放大器技术、光孤子通信技术等。

(3)宽带交换技术。包括异步转移模式技术、光交换技术、ATM结点组网技术,话音、数据、图片、视像信息的综合与转换技术。

(4)信息通用接入网技术。包括光纤到路边、光纤到户、光纤到居民点技术,通用接入网拓扑结构、灵活多样接入形式和处理技术,有线电视与通信结合技术、宽带无线接入技术、综合视频服务技术、电视选播技术等。

(5)数字移动通信和卫星通信技术。包括TD-MA和CDMA数字移动通信技术、微蜂窝系统DECT、FPLMTS、PCN和低轨道卫星通信技术。

(6)高性能计算机和智能信息处理技术。包括并行计算机系统、分布式计算机系统、并行计算机接口技术、高速智能信息处理技术。

(7)高级软件技术。包括并行计算机所需软件、信息系统软件、信息网络智能化系统软件、操作软件和各类应用系统软件等。

(8)高速计算机局域网技术。包括速率达吉比特以上的计算机局部网络技术。

媒体技术、大画面高清晰度视像技术、组网及管理技术。

(12) 安全保密技术。各种高级算法、公共密钥和各种安全保密技术。

三、发展中国国家高速信息基础结构的必要性与可行性

1. 必要性

世界先进国家为迎接国际性的高新技术挑战, 争夺制高点以取得发展优势, 已在组织大量人力、物力、财力开发面向 21 世纪的尖端技术。随着人类进入信息化社会, 国家信息基础结构(NII)已是举世公认的国家建设战略重点和关键的高新技术所在, 在未来二三十年内必将掀起全球性的建设热潮。面对这样一个国际性的“机遇”和“挑战”, 我国在社会主义市场经济蓬勃发展对信息需求日益迫切的大好形势下, 发展中国国家高速信息基础结构(China National Super Information Infrastructure, CNSII)是非常急需和必要的。它将大大促进和加速我国社会经济发展的进程。在建设和不断完善 CNSII 的过程中, 我国的信息制造业、信息服务业和信息应用业必将有迅速的发展并使我国国民经济、科技进步、国防实力, 亦即综合国力得到迅速的增强, 人民的健康、文化素质也将得到普遍的提高。

抓住机遇, 从速制定国策, 加速建设适合我国国情的 CNSII 将对我国的社会主义建设和发展产生重大和深远的影响。

2. 可行性

可以从基础条件、技术条件、经济条件和市场条件四个方面来分析建设 CNSII 的可行性。

(1) 基础条件。自改革开放以来, 特别是近几年来, 我国公用电信网有了长足发展。1993 年全国邮电的业务总量为 461.4 亿元, 比 1992 年增长 58.9%; 全年业务总收入为 489.8 亿元, 增长 56%。至 1993 年底, 计有长途自动交换机 106 万路端, 交换机 4 206 万门; 全国平均电话普及率为 2.4%, 个别地区达 30% 以上; 全国蜂窝移动通信用户 63.8 万个, 分组交换网络已通达各大城市。

预计到 2000 年, 长途自动交换机将增加五倍, 交换机总量将增长三倍以上, 电话普及率将增至 8% 左右, 发达地区达 30~40%, 个别地区达 50%, 全国蜂窝移动通信用户将增加 10 倍, 高速数字数据网将覆盖全国。

90 年代我国将完成以光纤通信为主、卫星和数字微波为辅, 天上地下为一体的数字化通信网。从“九五”开始, 将建设全国范围内的 SDH 光同步数字网, 降低网络级数, 加快信令网、同步网及监控管理网建设; 将建成能传送各类信息(包括语音、数

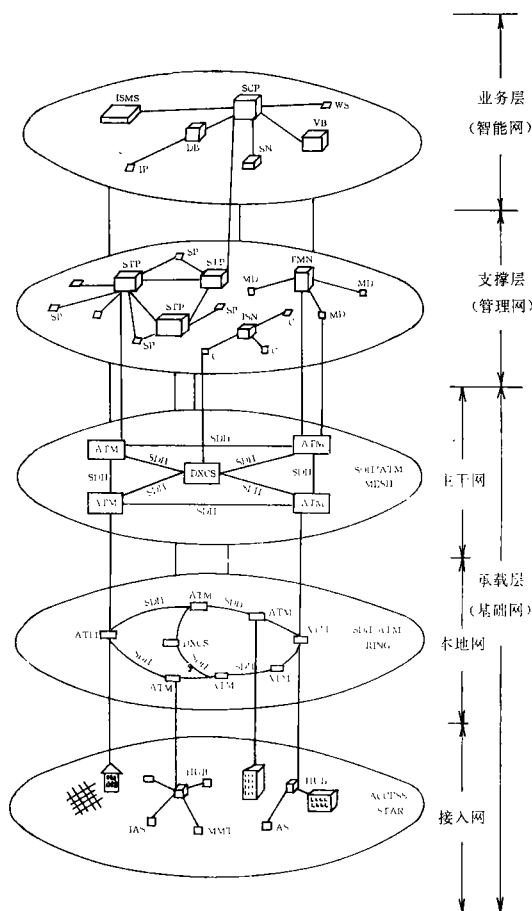


图3 国家信息基础结构(NII)中基本设施的网络层次

- | | |
|---------------|------------|
| ISMS—综合业务管理系统 | MD—中间设备 |
| SCP—业务控制点 | ISN—信息同步网 |
| WS—工作站 | C—时钟 |
| IP—外围设备 | HUB—中心 |
| DB—数据库 | IAS—信息应用系统 |
| VB—国家库 | MMT—多媒体终端 |
| SN—业务节点 | MESH—网形结构 |
| STP—信令转接点 | RING—环形结构 |
| SP—信令点 | STAR—星形结构 |
| TMN—电信管理网 | |

(9) 超高速光电子器件和通用接入光电子器件与相关技术。包括量子阱激光器、高速探测器、密集波分复用通用接入网优质低成本光电器件、光电集成高速与通用器件, 以及 SDH、ATM、DXCS 有关器件。

(10) 大型数据库和图像库技术。包括集中与分布式技术、综合与分解技术, 以及相关的软件技术和联网技术。

(11) 多媒体及视像技术。以计算机、微机为基础的多媒体技术, 以及以有线电视技术为基础的多

据、图片、视像等)的现代化通信网,在发达地区将开放宽带业务。到2000年,我国电信网的规模将进入世界前列。

除以上邮电部的公用电信网外,联通公司、“三金”工程均将进一步发展,专用电信网也将有较大建设规模;有线电视、计算机、多媒体亦将加入国家高速信息基础结构的行列。因此,到2000年,中国通信和信息的基础设施将有较大发展和良好基础。

(2)技术条件。光纤通信是国家高速信息基础结构的主干通道。我国于70年代开始光纤通信技术的研究,通过三个五年计划的攻关,在邮电部、电子部、中科院和国家教委所属高等院校的共同努力下,已取得重大进展。“七五”攻关使我国能自行设计和制造四次群(140兆比特/秒)以下光纤通讯系统的全套器件和设备以及所有测试仪表,包括激光器、单模光纤、松套光纤、直埋光缆、光端机、中继器、电端机、OTDR、误码率测试分析仪、相位抖动测试仪等。在全国光缆工程中,国产化率已达40%以上。通过“八五”攻关,我国五次群(565兆比特/秒)光缆通信系统已投入使用。“八五”攻关的重点SDH光纤通信技术、STM-1(155兆比特/秒)和STM-4(622兆比特/秒)系统可望在今年底取得较大成果。在国家“863计划”所列“通信高技术”项目中,正积极研究开发STM-16(2.488吉比特/秒)光通信系统设备、波分复用技术和掺饵光纤放大器技术;所列“光电子”项目中正研究开发有关光量子器件,包括量子阱激光器及WDM和EDFA所需激光器件。国家自然科学基金在有关理论基础研究方面也给予了重点资助。

我国在应用光纤通信技术方面采取了“引进—消化—吸收—创新”的方针,到2000年,光纤通信主干网将遍及全国,图4为1995年底我国干线光缆网的示意图。此外,各省内干线光缆网和本地光缆网的发展速度也非常惊人。在经济发达地区,光缆网已到达乡镇。

作为CNSII重要基础的ATM的研究和智能网的有关技术已列入国家“863计划”的“通信高技术”项目中,正在积极研究开发。个人通信系统和多媒体终端技术也正在取得进展。

邮电部已在积极部署“九五”国家公用通信网的建设。有关电信网的基础网,包括国家一级干线网、二级干线网、本地网,以及支撑网中的信令网、同步网和监控管理网均在加紧建设。

联通公司属于新建单位,有关的规划和部署正在积极进行。

总之,建设CNSII在技术方面已具备了“起步”的基础。

(3)经济条件。美国估计其NII的建设经费约需2000~4000亿美元,政府拟承担10%,其余由企

业界提供。

我国能否承受这样巨额的建设投资?回答是肯定的。改革开放以来,电信事业取得惊人发展的主要原因,一是社会主义市场经济发展迅速,人民生活普遍提高,对信息的需求日益迫切;二是国家采取了“统筹规划,条块结合,分层负责,联合建设”的正确政策,对电信采取了重点扶植的方针。其中,政策起了主导的作用。实际上在我国电信年投资总额中,政府的直接投资仅占约2%,历年来电信发展的资金主要靠各方支持和自身的积累。我国邮电部电信总局从现在起到2000年拟投资400亿美元来建设国家公用电信网的基础设施。如果将基本建成CNSII的目标定在2020年,国家政策继续给与支持,且环境条件适宜,在26年内总共投资1500亿美元完全可能。再加上联通公司和专用通信网的发展,以及有线电视的进一步普及和集资能力的增强,我国信息业的总投资将超过2000亿美元。以上投资将可以基本满足建设CNSII的需要。

我国与美国不同,毋需像美国那样化费巨额投资。原因如下:一是美国过去已走了弯路,全美已建成千万个各不相同的电信、计算机、有线电视、信息等形形色色的网络,已经形成“包袱”,要统一起来困难很大,需要投资很多。很多设施,如有线电视的干线同轴电缆网、PDH的光纤网、计算机网中的

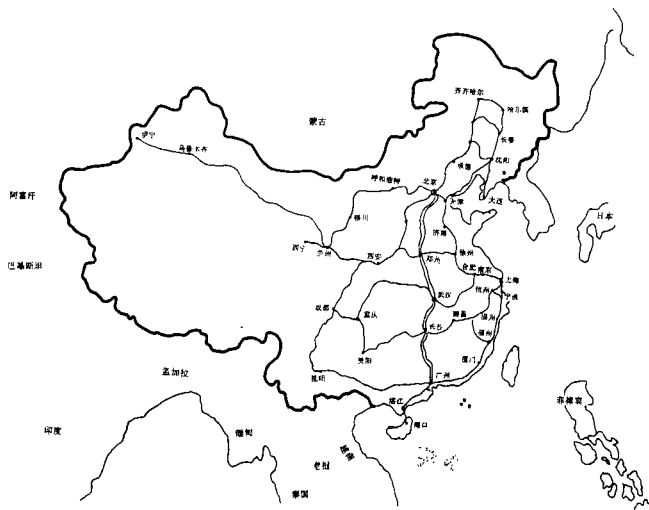


图4 1995年中国干线光缆网示意图

MAN和WAN、大量的铜线主干和用户网均将成为问题。而我国的电信网仅初具规模,而计算机网和单向广播式有线电视网尚处于萌芽和起步阶段。尽早统一规划和建设将节约大笔投资。二是我国的建设成本相对较低。三是建设适合我国国情的CNSII不必照抄国外,可结合国情循序渐进,也可以在经

济发达地区先试行,而后普及到全国。

(4)市场条件。我国社会主义市场经济正在蓬勃发展,对信息的需求也日益迫切。但是信息市场需要有一个引导和培育的过程,包括信息源的开发和发展,基础设施的建立和健全,信息环境的培养,信息业的成长,人和信息的密切关系以及人们生活、工作和相互沟通的习惯等。

从我国的国情看,电话普及率还很低,在2000年前将有大幅度增长,PC机的使用还基本限于科研、教育和大企业部门,因此多媒体技术的推广应用将逐步进行。我国的电视普及率相对较高,全国电视机总数已达2亿多台。

如果我国走自己独特的道路,从政策上加以引导,将交互式(而不是正在起步的单向广播式)的有线电视网与电信网和计算机信息网联合起来,建设统一的基础结构,并把它作为基本国策加以贯彻,则将大大缩短我国信息业与国际上的差距,有利于CNSII的加速建设,并可形成我国具有特色的高新技术信息产业群。

四、发展CNSII的有关建议。

建设国家高速信息基础结构是国际性的挑战,对我国来说又是一次难得的历史机遇。我国电信网络正在飞速发展,有线电视网和计算机信息网正在方兴未艾,应立即采取措施,不犯历史性的“失误”——走西方“三网”分别建设形成“包袱”然后再来着手统一的弯路,而应该走“三网合一”“联合建设”的有中国特色的建设国家高速信息基础结构的道路。这是当前迫切需要立即作出国家决策的重大战略问题。而当前的情况是国内各部门正从自身的利益出发,加速沿着西方的“三网”分别建设的老路发展,要不了多久就会形成“不可收拾”的局面。这样下去,必然会给国家造成巨大损失,延误CNSII的建设进程。国家如不及早提出“联合建设”的国策,形势将是非常严峻的。为此笔者提出如下建议:

1. 由国家领导亲自主持

美国NII是由克林顿总统亲自出面提出并组织的,它被称为“总统工程”。美国这种作法在建设NII时非常必要。我国在建设CNSII时有必要加以参考。否则,各部门各行其事,预期目标将很难达到。

2. 落实归口单位,加强政策驱动

当前落实归口单位是非常急需和必要的。在“政策驱动”、“技术驱动”和“市场驱动”三者中,当前“政策驱动”具有重要的作用。

3. 制订CNSII统一标准,落实实施计划

按照全国一盘棋的精神,同心协力建设统一的四通八达的国家高速信息基础结构是国家利益所在,统一的体制、标准、接口和统筹兼顾的计划非常必要。

4. 以国家公用电信网为基础,加速“统一开放平台”的建设

国家公用电信网已有一定基础和规模,应加以充分利用。在此基础上加速建设CNSII的“统一开放平台”是必要的。当前,由于缺乏宏观指导,国外厂商趁虚而入,有的地区做得较好,而有的则在“盲动”。例如上海地区建设有线电视,由市府出面加强行业联合,采用有线电视与电信网联合建设的方式,已取得了成功经验。但是有些地区却采取了“重复建网”的方式,大量资金浪费,必将对今后信息业的发展造成不可弥补的损失。

5. 重视“通用接入网”技术的研究与开发

在CNSII中,通用接入网将占总建设费用的三分之一左右。通用接入技术已成为国际高新技术的前沿。它是难度很大的实施CNSII的瓶颈部分,必须重视该项技术的研究与开发工作。

6. 既要有竞争,也要有统筹规划

在政策的指导下组成相关部门、系统、单位的联合工作组,明确分工、各有侧重地开展工作。竞争与统筹规划都是需要的。

7. 有重点、分阶段地进行建设

建议在2000年前实现三个目标,即电信与有线电视联合建设;进行CNSII模拟试点工程;在经济发达地区逐步开展试验工程以取得经验。在2020年前基本建成覆盖全国国民经济和社会生活各主要领域的、门类齐全的CNSII。

8. 加强基础研究与开发研究的投入,重视人才培养

CNSII是国家命脉,不可能全靠引进来解决,必须团结联合、自强创新,同时学习和借鉴外国先进经验,结合国情建设有中国特色的国家高速信息基础结构。

(责任编辑 刘永培 冷远猷)