

我国光纤通信发展现状与展望

THE STATE OF CHINA'S OPTICAL FIBER COMMUNICATION

梁 健

光纤通信是现代光学和电子学相结合的新兴技术,是当前新技术革命的核心技术之一。它通过光电变换用光波在细如发丝的光导纤维中传输信息,是由光纤、光缆、光端机、中继器、电端机构成的一种通信传输系统。其主要优点是频率资源丰富,频带宽,通信容量大,中继距离长,抗电磁干扰,保密性好,通信质量高。这种传输系统可传输所有数字化信息,包括语言、数据和图象。未来的通信网将是把各种通信业务综合于一个网中的综合业务数字网 (ISDN),而光纤就是最理想的传输线路。就传输宽带业务而言,更是非它莫属。光纤通信不仅用于邮电通信,而且在铁路、交通、能源、广播电视、安全、国防以及工厂自动化、办公室自动化等领域中都被广泛应用,近十几年来,已在国际上获得飞速发展。我国发展光纤通信起步较早,经过多年努力,取得了可喜的成就,但当前也面临着一些问题。为了加快发展速度,以实现我国通信现代化,有必要对与发展光纤通信有关的一些问题加以探讨。

一、国外发展概况

由于光纤通信具有突出的优点和广泛的应用领域,它一经问世,就受到各国的重视。各经济发达国家都以巨额投资研究开发光纤通信技术,在 70 年代中期形成研究试验高潮,80 年代形成产业并被广泛应用。到目前为止,光纤通信技术已经历四代,即波长为 850 纳米的短波长多模光纤、1 300 纳米

的长波长多模光纤、1 300 纳米的长波长单模光纤和 1 550 纳米的长波长单模光纤。每更换一代产品,其通信容量、中继距离和成本的降低都有很大飞跃。当前大量应用的是第三代光纤。色散移位光纤、色散平坦光纤已有商品出售,这将大大增加通信容量和延长中继距离。此外,红外光纤、塑料光纤等已在试验室取得突破。作为光纤通信核心技术的光电子器件包括激光器、发光管、探测器和接收组件等更是日新月异,品种不断增加,性能日益完善,其成本以每年 30% 的速率降低,激光器的寿命达到 20~100 万小时。光纤通信的传输速率分欧洲和北美两个系列。以欧洲系列为例,从 1983 年起,在一对光纤中从传输 8Mb/s (二次群、120 路)、34Mb/s (三次群、480 路)、140Mb/s (四次群、1 920 路) 发展到 565Mb/s (五次群、7 680 路)。目前大量应用的是四次群和五次群系统。2 400Mb/s (六次群、30 720 路) 系统正进行商用试验,1 700Mb/s (六次群、23 040 路) 系统已实用化。光电设备已开始采用表面装配技术和光电子集成电路,这将缩小设备体积、提高可靠性和降低成本。目前,光纤通信系统正向超高速率、更大容量发展,预计将在 90 年代得到应用。随着光存储、光交换、光计算机的诞生,21 世纪将是全光通信的时代。

最近几年,美、日、英等国都先后建成了全国光纤通信干线通信网。美国已建成干线光缆 5 万公里,穿越 22 个州,有 80 个城市的市话中继采用光纤通信,光纤通信能力为 22.5 亿话路公里,今后几

年将达到 112.6 亿话路公里。日本投入使用的光缆为 1.7 万公里。英国建成的光缆为 2 万公里。到 1987 年全世界已敷设光纤 453 万公里。远程通信用海底光缆发展迅速, 美国和欧洲国家联合建设的 TAT-8 大西洋海底光缆, 全长 6 000 公里, 已于 1988 年 12 月投产。由 15 个国家联合建设的 TP3/HAW4 太平洋海底光缆, 全长 13 300 公里(电路容量为 7 560 路), 已于 1989 年 4 月投入运行。此外, 连接日本、美国、澳大利亚、新西兰、菲律宾、新加坡和香港、台湾地区的六条海底光缆正在规划建设中。80 年代以来, 各工业发达国家先后建立了光纤通信产业。美国生产光纤通信产品的工厂有几百家, 日本有 12 家大公司能制造光纤通信的全套产品, 英国有同样生产能力的有三大公司。目前世界光纤年产量为 300 万公里, 其中美国为 150 万公里。日本 1989 年上半年生产光纤 58.9 万公里, 比上年增长 52.9%。世界光纤产品年销售额以 30~50% 的速率增长。据国际电工委员会预测, 光纤通信销售市场 1980 年为 2.7 亿美元, 1990 年为 65 亿美元, 到 2000 年将达到 400 亿美元。

国外光纤通信发展迅速的原因, 除了工业基础好外, 一是研究开发投入大量人力、财力, 技术上飞速发展; 二是重视生产技术开发, 实验室的成果能很快地转化为工业化生产; 三是社会需求广泛; 四是国家从政策、法规上支持、扶植和保护这项新技术和产业的发展。

二、国内发展现状

我国从 70 年代初开始研究光纤通信, 经过“六五”和“七五”计划期间的科技攻关和试验推广, 取得了很大成绩, 概括起来有四个方面。

1. 通过科技攻关, 取得了一批重要成果

在光纤光缆方面, 采用管内化学汽相沉积法(MCVD)能够制造短波长、长波长多模光纤和长波长单模光纤。在传输指标和机械性能上符合国际电报电话咨询委员会(CCITT)和国际电工委员会(IEC)规定的国际标准。基本掌握了管道、直埋和架空光缆的成缆技术。在光电子器件方面, 研制成功了短波长和长波长激光器、发光管、探测器和接收组件共 20 多个品种, 其中包括世界上只有少数国家能生产的动态单纵模激光器和雪崩光电二极管。还研制成功多模和单模光纤连接器、光衰减器和光开关等多种无源光器件。在系统和设备方面, 研制成功了二次群、三次群和四次群(140Mb/s、

1920 路)等系列产品, 包括光端机、中继器、电端机, 掌握了用于短途和长途光纤通信系统的各项技术。五次群系统(565Mb/s、7 680 路)正在开发试验。光纤模拟传输系统也已研制成功。此外还研制出 20 多种数字通信和光通信的测试仪表。

2. 正在建立和形成光纤通信产业

国内生产光纤光缆的单位有 10 家, 通过科研开发、工业性试验和引进设备, 在武汉、上海、淮南、北京等地已能小批量生产光纤, 但还不能适应国内需求。近来也有进口光纤进行成缆的。中日合营的西友光纤光缆公司和中荷合营的长飞光纤光缆公司投产后将分别年产光纤 2 万和 5 万公里。生产光电器件的单位有 10 家左右, 能生产激光器的有 4~5 家, 产品的性能和寿命能基本满足实用化要求。生产光、电端机的工厂也有 10 家左右, 能生产 1~4 次群系统的全套设备。这些工厂大部分是将国内科技成果转让后进行生产的, 其中重庆、天津通过引进电端机和光电端机技术进行批量生产。总之, 我国已能小批量生产四次群以下的光纤通信系统的成套设备和测试仪表, 供通信建设使用。

3. 大力进行试验, 加速推广应用

我国对光纤通信的推广应用比较重视。首先在邮电通信网的市话中继线路和专用通信网上进行试验, 进而在长途通信干线上推广应用。推广应用的领域有邮电公用通信网的一级和二级干线、市话中继、铁路通信、电力通信、广播电视、工业监控和交通管理等。除国内提供设备外, 还引进国外设备发展光纤通信。目前在邮电公用通信网中已有 40 多个城市的市话中继线路采用光纤通信, 有十几个省兴建了长途光缆干线。据统计, 全国已敷设光缆 5 000 多公里, 其中邮电公用通信网占 2/3 以上, 专用通信网接近 1/3。通过推广应用, 增强了通信能力, 加深了对光纤通信优越性的认识, 积累了经验。

4. 建立了一支发展光纤通信的科技队伍

全国从事光纤通信的科研院所、高等院校、厂和工程公司有 80 多个单位; 从事研究、生产和应用的人员有 10 000 多人, 其中科技人员约占 50%; 初步形成了武汉、上海、天津三个光纤通信基地。

上述成绩的取得为我国今后大力发展光纤通信奠定了较好的基础。当前面临的问题主要是:

1. 在光纤通信技术上与国外有不小差距。

例如, 光纤品种少, 成品率低, 成本高, 市场竞争力弱。激光器的寿命短, 还需使用致冷器。

源器件品种少,一致性差。光电端机功耗高、体积大、可靠性低。在光相干通信、光波分复用、光电子集成、全光通信,以及超高速、大容量光纤通信系统等新技术方面的差距更大。究其原因主要是统筹规划不够,低水平重复;在科技攻关上缺乏纵深部署、力量分散。

2. 科技成果转化为工业生产慢,没有形成批量生产的产业。

在我国已敷设的光缆通信系统中,由国内生产的产品比例较小,相当大部分是进口设备。尽管对科研成果进行工业性试验或是向工厂转让,但没有形成大批量生产,没有建立起规模经济的骨干企业。造成这种状况的原因很多,主要是生产技术的研究开发能力非常薄弱。国外对光纤通信这种高技术新产品的开发,一般是由三个环节(即科研中心、开发中心和生产工厂)来完成的。这里着重谈开发中心的任务。第一,研究如何把科研中心提供的成果或样品变为大批量生产的产品;第二,研究如何降低产品成本,提高生产效率、降低能源和材料消耗等等;第三,研究、设计和试验用于大批量生产的专用设备和工装,提交设备制造中心制造后交付生产;第四,研究、采用新的工艺技术,进行工艺试验。开发中心还要进行中间试验性生产,以考验产品质量和生产技术的成熟性和稳定性,然后再移交工厂生产。上述三个环节紧密结合,周期短,见效快。由此可见,一项科研成果研制成功,并不等于可以轻而易举地进行批量生产,还需进行大量的生产技术开发工作。开发中心有专门的技术队伍,需要10倍甚至几十倍于科研投资的资金。我国在发展光纤通信中,忽视生产技术开发这个重要环节,只一般号召科研与生产相结合,科研院所和工厂都没有力量和资金承担此项重任,因而科技成果不能迅速有效地转化为工业化生产。

3. 基础产品和专用原材料基础薄弱。

光电子器件、专用大规模集成电路和专用原材料(如石英玻璃管、化学涂料等等)是发展光纤通信的基础产品,有的没有形成生产能力、有的水平低、有的长期没有过关。这些都影响光纤通信产品的性能、质量、可靠性和市场竞争力,制约着光纤通信的发展。

三、今后的展望

近十几年来,我国通信事业有了很大发展,但还远远不能适应社会、经济发展的需要。为了增强通信能力,迫切需要采用先进技术,发展光纤通信。根据我国实际情况,对今后如何发展光纤通信提出以下的粗浅建议,供研究探讨。

1. 组织力量,继续进行科技攻关

贯彻科学技术为经济建设服务的方针,科技攻关规划应远近结合,突出重点,全面安排,纵深部署。在远近结合中首先要解决光纤通信在通信建设中迫切需要解决的技术课题。并努力发展新技术,以保持发展后劲。突出重点有两个方面,一是光纤、光电子器件、专用大规模集成电路和专用原材料,这些基础技术没有新的突破和进展,难以提高水平。二是长波长四次群和五次群单模光纤通信系统的各项技术课题,要彻底过关,系统配套,科研、生产和电路试验都要过关,以适应建设需要。产业部门的研究院、所应集中力量解决这些问题。对于下一步需要发展的新技术,如光电子集成、光相干通信、全光通信等应由中国科学院系统和高等院校侧重进行。要全面安排,分层次地做出纵深部署,防止舍近求远,顾此失彼,低水平的重复。

2. 尽快形成产业,占领国内市场

贯彻独立自主、自力更生的方针,我国光纤通信的大量应用应立足于国内生产。当务之急是尽快形成系统配套的产业,并按比例协调发展。光纤通信是一项技术密集、资金密集的高技术产业。我国财力有限,因此要合理布局控制厂点,要组建具有规模经济的骨干企业,不能遍地开花。要依靠自己的力量,加强对生产技术的研究开发,要有专业技术队伍,并在投资上予以保证。已转入工厂的科技成果应迅速形成批量生产能力;仍停留在试验室生产的(如光电子器件、测试仪表)要建立生产线,进行批量生产。已确定的中外合资企业和引进项目,应加快建设,按预期要求投产。要通过多种办法,提高起点,使我国的光纤通信产品在性能、质量和价格上接近或相当于国际水平,从而占领国内市场,并力争打入国际市场。

3. 大力推广应用光纤通信

光纤通信的最大优点是频带宽,通信容量大,发展潜力大。因此,在邮电公用通信网中,无论是市内通信还是长途通信都应大量采用光纤通信。省

(下转第16页)

二、公用电信网与专用电信网建立统一的技术标准，在使用中发挥各网优势，达到互相利用，互为补充

目前,国内大量采用不同标准、不同规格的交换系统,将会在连网或组网时遇到困难。而且,还没有建立一套全国性的通信标准,例如尚未发布多功能电话的标准形式,因而对各种功能的实际需要不明确,直接影响发展方向。现在,在全国主要城市,由于各种管理信息系统和数据库的建立,联网要求很迫切,要求信息资源共享。但是,在公用网内,线路紧张,大部分地区和城市尚不具备开放中、高速数据和宽带业务要求,因而用户虽有先进终端而不能成网。可是,现在一些专用网中的交换设备较先进,还有一定的开放使用潜力,应当在两网中统一技术标准,鼓励专用网向用户提供各种线路,两网并进,加快数据通信发展。

三、建立地面和空间兼容的卫星移动通信和陆地移动通信所组成的电信传输立体网

在我国公用网中，市话电路以电缆为主，长途电话以架空明线载波电路为主。军用网主要依靠小同轴电缆和过去已有的有线线路。无线线路主要依靠短波，其他专用网大多数仍是以架空线为主。在这种情况下，建设或改造长途传输线路的投资费用

(上接第 30 页)

际一级干线，今后应建设几条大容量的光缆干线，才能适应通信发展的需要。省内二级干线大部分是架明线，通信容量已满载或超载，利用明线杆路，安装架空光缆通信系统，可大大增加通信能力，提高通信质量，并节省投资。各地应因地制宜地采用这项新技术改造架空明线。市内电话中继线路也应大量应用光纤通信。除邮电公用通信网外，本文前述的光纤通信推广应用的各个领域都应大力发展光纤通信，从而带动技术的发展，并促进光纤通信产业的形成。

4、统筹规划，加强宏观管理

国家有关主管部门应对光纤通信进行统筹安排,制定发展光纤通信的长远规划,包括光纤通信应用发展规划、科技发展规划、通信装备规划和产业发展规划。用规划指导光纤通信协调发展。还应制定光纤通信的行业管理办法,加强行业管理。对

很大，工程也浩大，运行费用较高，只能在重点地区有重点地开发。

在信息传输中，长途传输线能通联信息的城市愈多，这个信息网的社会效益愈大。要建成全国所有城镇的信息网。只有建成大容量的传输网才有可能实现信息的传输，卫星通信是一条新途径。在我国 960 万平方公里土地上，地区经济发展不平衡，单纯依靠地面传输手段（例如电缆、光纤、微波）难以在本世纪内组成全国通信网。例如巴西，经过十年，用卫星和地面微波相配合的方法共建 61 座地面站，使全国 1 533 个城市达到长途自动直拨，而且还和世界上 67 个国家开展了长途电话直拨业务。我国现在已有发射通信卫星能力，并且也已建立卫星通信系统。现在，要设法降低卫星通信地面站的建设费用和经营维护费用，还要研究通信制式和完善通信系统。在小型化和自动化方面，既要经济上适合我国国情，又要考虑每个站的电路容量方面适合不同地区的不同要求，充分发挥卫星通信优越性。

另外，还应大力发展陆地移动通信。陆地移动通信和卫星移动通信兼容发展，可以跨越地区障碍，实现边远地区通信，也可以扩大国内长途通信与市话通信的业务范围，同时也将成为全球信息交流的重要手段。

本文作者蒋永宁 (Jiang Yongning) 系电子科学研究院副总工程师。

~~~~~

光纤通信生产企业的产品要实行颁发生产许可证制度，以保证产品质量。要加快制定光纤通信系统的技术标准，统一产品系列的性能指标，以保证通信网的有效运行。通过加强宏观管理，使光纤通信得以顺利发展。

### 5、从政策上扶植和保护光纤通信的发展

国家应该制定政策，鼓励采用光纤通信。对光纤通信产业的科研单位和工厂要实行适当的优惠政策，加强对光纤通信引进项目和进口设备的归口审查，对国内产品实行适当的保护政策，凡国内已能定型生产的产品限制进口或增加进口税，以保护国内光通信产业的发展。

本文作者梁健(Lian Jian)系邮电部光通信办公室主任。