

我国光纤通信的研究和发展

冯志超

(成都电讯工程学院)

提要: 本文试图对我国光纤通信的研究和发展作简要述评。

Development of optical fiber communications in China

Feng Zhichao

(Chengdu Institute of Radio Engineering)

Abstract: This article is intended as a review of the development of optical fiber communications in China.

近来,在世界范围内正在议论新的一次产业革命,有不少人认为这次产业革命以新的信息革命为标志,将要向信息社会过渡。信息产业包括信息的产生、传输、加工、处理、显示等。由于光纤通信的发展,信息的传输可能起革命性的变化。国外有的人甚至认为“光时代已经到来”,“将给工业和社会以比电子技术更为巨大的冲击”。

光纤通信是70年代发展起来的一门新技术,1970年8月美国研制成损耗为20分贝/千米的石英玻璃光纤,突破了过去光纤传输损耗大的障碍。此后,世界上出现了光纤通信研究的高潮。1971年,我国电子工业部(当时是四机部)组织了一些单位,开始进行光纤通信系统的调研和研制。1978年,全国科学大会决定把光纤通信列为全国重点科研项目后,从事这个项目研究的部门更多,投入的经费和技术力量猛增一个数量级。在光纤光缆、发光管、激光器、探测器、无源器件、通

信系统等方面的研制工作有较快的发展。1979年以后,北京、上海、武汉、桂林等地先后敷设了十多条光纤通信实验线路。许多线路已接入电话网中试用。作为试验,这些线路是多种多样的:有模拟的、数字的;有短波长的,也有长波长的;有不含中继器的,也有含中继器的。其中有(1)横跨长江、汉水,连接武汉三镇的120话路短波长多模光纤系统,线路全长13.3公里,性能比较稳定,从今年起,将逐步在我国一些大城市作为市内光缆中继系统推广使用。(2)今年初接入武汉市电信网作正式试用的480话路1.3微米长波长多模光纤系统;(3)北京火车站至北京铁路局二次群12公里短波长多模光纤系统,含一个中继器;(4)地铁由北京站至木樨地10.2公里1.3微米长波长多模光纤系统,不含中继器,作彩电模拟传输试验。(5)北京房山5.4公里短波长多模光纤系统。这些情况表明,对多

收稿日期:1984年4月6日。

模光纤通信系统,从总体设计、光纤光缆、光电器件、无源器件、光端机、电端机、测试仪表,到工程设计施工等方面的主要技术,我国已基本掌握,并正在走向和进入实用阶段。但是,与国外先进水平相比,差距还很大,大体上处在国外70年代中期的水平。

从科学发展的规律来看,最先发展的光纤通信系统是短波长多模光纤系统。我国目前短波长多模光纤的指标是:损耗3至4分贝/千米,带宽200至400兆赫·千米。国外商品的参数是:损耗2分贝/千米,带宽>500兆赫·千米。今后,除了提高原有系统的可靠性和性能之外,还当继续发展长波长多模光纤系统,并在此基础上,开发长波长单模光纤系统。对于1.55微米的光纤通信系统,国外目前仍处在开发阶段。有的人把1.55微米系统的长距通信线路的应用,作为第四代光纤通信技术的标志。国外的长波长单模光纤商品,其传输损耗典型值对于1.3微米是0.45分贝/千米,对于1.55微米是0.27到0.3分贝/千米。我国长波长单模光纤的科研水平,一般说来未达到上述指标。目前国外科研达到的水平是,单模光纤对于1.55微米的损耗只有0.16分贝/千米。由于使用长波长低耗光纤,日本无中继器光纤传输系统的最长纪录是134千米。美国无中继器高速光纤传输系统的记录是420兆比特/秒传输119千米。由于这个系统使用了单模窄谱线激光器,420兆比特/秒的传输距离已不是受限制于光纤的色散,而是受限制于光纤损耗。含中继器的美国最长一条公用光纤通信线路是从纽约到华盛顿总长607公里的线路,这条线路是1983年提供使用的。

国外除发展用于1.3微米和继续开发1.55微米的光纤系统之外,还作更长期的打算,开发4到10微米的极低损耗中红外光纤系统,氟化物玻璃光纤就是能在这个波段中工作的候选者,它的损耗比氧化物玻璃光纤的传输损耗低十到百倍。但是,要使中红外

波段的氟化物玻璃光纤作到有实用价值,仍有许多问题有待于克服。

我国已具备试制光缆的能力,成缆附加损耗<0.5分贝/千米。国外光纤成缆已基本上不引入附加损耗了。

在光纤系统使用的光源方面,目前国内使用较多的是短波长发光管和激光器。短波长发光管寿命大于 10^4 小时,激光器的实验室工作寿命近1万小时。1.3微米的长波长发光管和激光器都已定型,但还有待于提高寿命指标。1.3微米激光器要达到生产中试还需作很大努力。

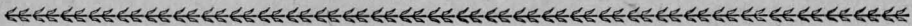
1.55微米长波长激光器国内也已做出样品,但距离生产和实际应用还很远。国外也只有少数公司能生产这种器件,而且价格很昂贵。例如,横渡大西洋的TAT-8海底光缆线路,计划1988年投入使用。目前考虑用1.3微米,技术上能做到大约每40千米设一个中继器。但为了增加两中继器之间的距离,会转到使用1.55微米波长上来,因为1.55微米器件将会逐步完善和降低价格。单模长波长激光器件,在我国是一个有待开发的领域。

在光纤系统使用的探测器方面,Si-APD探测器正走向中试生产阶段,Ge-PIN探测器已定型,Ge-APD探测器也取得了一些进展,三、四元系长波长PIN已做出了样品。这些器件的可靠性还有待于提高,指标也有待进一步改善。还要开发三、四元系PIN带FET探测组件。

对宽带通信系统,光纤系统除了在其性能上有其优越性外,费用方面的竞争能力也越来越大。由于我国的光纤光缆和元器件还处在科研或试制阶段,难于从费用上跟其他通信系统相比较。但从国外的情况,可以看到发展趋势。在美国,对于64千米、2.3兆比特/秒的通信系统来说,1977年作出的比较表明,光纤通信系统的成本已比同轴电缆系统低,大约是1:1.2,重量也轻得多。其后,

(下转第519页)

- [31] G. Schriffner *et al.*; *Siemens Res. Rep.*, 1980, **9**, 16.
- [32] R. Ulrich *et al.*; *Opt. Lett.*, 1979, **4**, 152.
- [33] R. Ulrich *et al.*; *Opt. Lett.*, 1980, **5**, 173.
- [34] S. C. Rashleigh *et al.*; *Opt. Lett.*, 1980, **5**, 482.
- [35] C. H. Bulmer *et al.*; *Opt. Lett.*, 1981, **6**, 572.
- [36] E. C. Kinter; *Opt. Lett.*, 1981, **6**, 154.
- [37] T. Yoshino *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1982, **QE-18**, 1624.
- [38] D. M. Schupe; *Appl. Opt.*, 1980, **19**, 654.
- [39] W. C. Goss *et al.*; *Appl. Opt.*, 1980, **19**, 852.
- [40] S. Ezekial; 北京国际激光会议, 1980.
- [41] S. K. Sheem; *Appl. Phys. Lett.*, 1980, **37**, 869.
- [42] R. A. Bergh *et al.*; *Opt. Lett.*, 1981, **6**, 198.
- [43] H. J. Arditty *et al.*; Proc. CLEO, 1981, Paper THE-1.
- [44] R. A. Berg *et al.*; *Opt. Lett.*, 1980, **5**, 502.
- [45] R. A. Berg *et al.*; *Opt. Lett.*, 1982, **7**, 454.
- [46] K. Bohm *et al.*; *Opt. Lett.*, 1982, **7**, 180.
- [47] W. K. Burns *et al.*; IOOC'83 Tech. Dig., Paper 28C 3~2.
- [48] T. Yoshino *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1982, **QE-18**, 1624.
- [49] A. M. Smith; *Appl. Opt.*, 1978, **17**, 52.
- [50] A. M. Smith; *Opt. and Laser Tech.*, Feb., 1982, 25.
- [51] S. C. Rashleigh *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1979, **34**, 768.
- [52] A. Papp *et al.*; *Appl. Opt.*, 1980, **19**, 3729, 3735, 3741.
- [53] 范崇澄, 廖延彪;《北京光学》, 1982, No. 3, 17.
- [54] *Appl. Opt.*, 1982, **21**, 2696.
- [55] 《人民日报》, 1983年4月25日, 第1版。
- [56] 秦绍宗等;《化工学报》, 1980, **2**, 201.
- [57] 秦绍宗等;《仪器仪表学报》, 1982, **3**, No. 2, 129.
- [58] 孙德兴等; 光纤传感器及其应用发展预测座谈会, 1983年9月。
- [59] 黄肇明等;同上。
- [60] 胡齐丰;同上。
- [61] 廖延彪等 ;同上。
- [62] 廖延彪等;同上。
- [63] T. Okoshi; IOOC'83, 1983, Paper 28A4-1.
- [64] T. Okoshi; *Elect. Lett.*, 1981, **17**, 191.
- [65] T. Okoshi; *Elect. Lett.*, 1982, **18**, 824.
- [66] A. W. Snyder; *Elect. Lett.*, 1983, **19**, 185.
- [67] W. Eickhoff; *Opt. Lett.*, 1982, **7**, 629.
- [68] T. Katsuyama *et al.*; *Elect. Lett.*, 1981, **17**, 473.
- [69] T. Katsuyama *et al.*; *Appl. Opt.*, 1983, **22**, 1741.
- [70] K. Okamoto; *Elect. Lett.*, 1981, **17**, 530.
- [71] K. Okamoto; *Opt. Lett.*, 1982, **7**, 569.
- [72] R. D. Birch *et al.*; *Elect. Lett.*, 1982, **18**, 1036.
- [73] M. P. Varnham *et al.*; *Elect. Lett.*, 1983, **19**, 246.
- [74] R. D. Birch *et al.*; 1st Int. Conf. on Optical Fiber Sensors, 26~28, Apr. 1983, London, p. 83.
- [75] A. Ormazd *et al.*; *Electron. Lett.*, 1983, **19**, 143.
- [76] L. M. Johnson *et al.*; IOOC'81, 1981, Paper, WL-4.
- [77] *Laser and Applications*, 1984, 2.



(上接第521页)

光纤系统的价格逐年降低, 同轴电缆系统则上升, 光纤系统在经济上的优越性就更大。

与微波通信系统相比, 目前光纤系统每条线路每个月的费用与微波的相接近, 比微波略高。考虑到上面提到过的光纤系统价格逐年降低的因素, 微波的则上升, 很快会在经济上取胜于微波。此外, 微波线路不好越洋, 光缆则可。

跟卫星通信费用相比, 大致是目前在300千米距离以下, 光纤通信每条线路每月的费用要低。也就是说, 目前只有较短距离的系统才会经济方面优于卫星通信, 这是因为卫星通信费用与距离无关, 光纤通信费用随距离按指数增加。光纤通信费用逐年降低,

估计到1985年, 在800千米以下的光纤通信会比卫星通信省钱。更远的距离, 则不能完全从经济观点来考虑。这是因为通信卫星分布在地球赤道的同步轨道上, 容量有限, 纵然从技术上把通信卫星之间的角距离从 4° 减到 2° , 能容纳通信卫星数量增为2倍, 仍然解决不了线路拥挤问题。解决办法之一是把通信卫星所担负的点到点的通信线路加以限制, 主要用于通过卫星到船或飞机等移动物体的直播通信, 因光纤通信不能负担这类任务, 而把部分定点通信由光纤光缆负担。

随着信息社会的到来和发展, 光纤将进入家庭。通过光纤系统把各种各样的信息服务带到家中, 例如可视电话会议, 从数据库调阅资料、进行教学和答疑等等。