

浅谈光通信技术现状及发展趋势^{*}

李晶婧

(北京邮电大学 国际学院, 北京 100876)

摘要: 论述了信息载体由电子到光电子和光子的发展过程及光纤通讯的特征, 分析了光通讯技术的现状, 对我国光纤通讯技术的发展进行了展望。

关键词: 光子; 光纤通信; 波分复用; 光纤接入; 光网络

中图分类号: TN929.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007—6921(2012)13—0005—02

21世纪, 高度信息化的社会和网络时代正悄然向人类招手, 通讯和网络化的发展将深刻地影响并改变人类社会的面貌, 信息的传播和利用将成为社会集体中灵魂的体现, 渗透到社会细胞的每个角落; 信息将成为商品, 对社会财富的创造可以起到引导性的作用, 并将有决定性的重大贡献。

光通信技术的出现使高速率、大容量的通信成为可能, 是通信史上的一次里程碑式的跨越。短短几十年, 从提出理论到技术实现, 再到今天的高速光纤通信, 光纤通信技术得到了跨越式的发展。期间并确立了其在某些方面不可替代的地位, 如远距离传输、跨海传输方面及其作为通信业务中骨干网传送基础等等方面。

1 光子作为信息载体的发展过程

电子学和微电子学伴随着高容量和高速度通讯事业的发展遇到了其局限性的困扰。光子和电子作为信息载体相比不仅仅是传输速度快, 更重要的是信息容量大。

光的载频相对电子通讯载频高出了3个数量级, 所以信息载体由光子取代电子是通信未来发展的必然选择。

目前, 由光子学和电子学共同发展所产生的光电子学技术已经在信息领域得到了应用, 包括信息的探测、传输、存储、显示、运算和处理等等方面。光通信、光存储和光电显示技术的兴起及其近年来的飞速发展, 光电子学已经将其广阔的应用发展前景和重要性展示在人类的面前。光通信的起源可以追溯到1950年, 那时光纤中的传输理论研究工作就已经开始; 1951年发明了医学光导纤维; 1966年美籍华人高锟博士提示了实现低损耗光纤的可能性; 1970年美国康宁公司研制的损耗为20dB/km的光纤使远距离传输成为可能; 20世纪70年代, 光纤通信不仅在理论问题如光能损耗机理、模传输特性以及脉冲展宽等取得了很大的发展, 而且在光纤的制作工艺上也有了突飞猛进的发展。

2 光纤通信的特征

2.1 频带宽, 通信容量大

与铜线的传输带宽比较, 光纤的要大很多。因为

终端设备的限制, 一个单波长光纤通信系统, 带宽大的优势往往发挥不出。而采用光纤数据传输技术——密集波分复用技术, 就可以完美地解决这个问题。

2.2 损耗极低, 中继距离很长

目前, 损耗最低的光纤是商品石英光纤; 未来即 will 使用极低损耗的非石英传输介质, 理论上的传输损耗还可以降到更低水平。这就说明通过建设光纤通信系统可以减少系统的施工成本, 从而提高系统的建设效率。

2.3 抗电磁干扰能力极强

石英不仅有很强的抗腐蚀性, 而且绝缘性也非常好。另外它还有一个特别重要的特性, 即抗电磁干扰的能力强, 它既不受如自然界的雷电、电离层变化等外部环境的影响, 也不受人为架设的电缆等干扰, 这一个特性, 在强电领域的通讯应用和军事领域特别有用。

2.4 不会发生串扰现象, 保密性强

我们知道电磁波在传输的过程中, 其所携带的信息容易泄露, 而且保密性极差。但是光波在光纤中传播, 串扰现象不会发生, 并且保密性强。此外光纤还具有质轻、径细、柔软、易于铺设等诸多优点; 另外光纤的原材料: 石英, 在自然界中分布十分广泛——岩石中、江河湖海的沙中、沙漠中、泥土中都可以发掘到, 故成本低亦是一大优势, 加之温度稳定性好、可使用寿命较长等其他传输介质无法比拟的特点, 因而光纤会有广泛的应用。

3 光通信技术现状的分析

光纤通信技术的迅猛发展, 极大地推动了光纤通信的进步。目前, 光纤通信应用主要向两个大方面发展: 主干传输网向高速率、大容量的光传送网(OTN)发展, 最终实现全光网; 接入网方面, 通过研制“低成本、宽带化光纤接入网、综合接入”等方式, 实现光纤到家庭, 光纤到桌面。光通信的各个部分(包括设备、系统; 光纤、光缆; 有、无源器件)已经有了充分的发展, 并且在通信的各个领域都得到了普遍的承认, 已被人们广泛使用。

3.1 波分复用技术

* 收稿日期: 2012-04-28

复用技术的主要目的是扩容,传统的扩容方式是ETDM(电时分复用)方式。但问题在于“采用电的时分复用系统的扩容潜力已尽”——现代通信对传输容量的要求急剧提高,ETDM方式在传统介质的材料:硅和砷化镓上,可发掘的能力已经达到了极限,由此可见,传统的方式已远远达不到要求。而光纤的200nm可用带宽资源利用率尚不足1%,尚有很大的潜力可发掘。

波分复用技术自20世纪出现以来,极大地提高了光纤传输系统的传输容量,得到了极其广泛的应用。它的基本思路是:同时在一根光纤上传送多个发送波长适当错开的光源信号,这样就极大地扩展了信息在光纤中的传输容量。波分复用技术WDM(Wavelength Division Multiplexing)充分利用了单模光纤低损耗区带来的巨大带宽资源。将光纤的低损耗窗口根据每一条信道光波的频率(或波长),划分为若干个信道,在发送端,采用波分复用器(合波器),把光波作为信号的载波,将不同规定频率(或波长)的信号合成,送入一根光纤进行传输。在接收端,使用波分复用器(分波器)——由于在不考虑光纤非线性时,不同波长的光信号是可以被看做是“互相独立”的——将使用不同波长光载波中的信号区分开来。

WDM系统采用了色散管理技术、超强前向纠错技术(FEC)、喇曼放大器、严格的光均衡技术以及高效的调制解调方式等使能技术,将全光传输从目前的600km左右扩展到2000km以上,实现了大幅度的提高。这主要是为了让电再生点的数量尽量减少,并且能降低初始成本和运营成本,使可靠性增强、以及能应付IP业务越来越长的落地距离。这是WDM系统的又一突破。

波分复用技术实现了从长途网向城域网扩展,在这一过程中,出现了一种叫粗波分复用CWDM(Coarse Wavelength Division Multiplexing)技术,以其更低的光器件的成本,较高的性能价格比(在0km~80km内),因而受到运营商的追捧。CWDM的信道间隔一般设定为20nm,通过降低对波长的窗口要求而实现全波长范围内(1260nm~1620nm)的波分复用。

3.2 接入网——光纤接入技术

宽带接入是未来通信发展的必然趋势,运营商必须满足用户日益增长的宽带要求,这就必须采用光纤接入技术。光纤宽带接入的最终方式是FTTH(光纤到户),从而提供全光的接入,充分利用光纤的宽带特性满足这一要求。我国对FTTH的应用和推广工作高度重视,为了给FTTH在我国的发展创造良好的条件,不少城市制订了FTTH的技术标准和建设标准,有的城市还制订了相应的优惠政策,在运营商主导、驻地网运营商主导、企业主导、房地产开发商主导和政府主导下,发展势头一片大好。早在2003年,“863”项目已经开始推动FTTH发展,现在已经在30多个城市建立了包括居民用户、企业用户、网吧等多种应用类型的试验网和试商用网。

FTTH应用中采用的技术有以下两种:P2P技

术和xPON技术,即点到点技术和点到多点技术,也叫做光纤有源接入技术和光纤无源接入技术。其中,P2P技术主要采用MC(媒介转换器)实现用户和终端的直接连接,即“用户在作为参与者的同时,也提供了计算能力和带宽”,这种方式为每个用户都提供了高带宽的接入,对大中型企业用户来说,这是比较理想的接入方式。国内采用的技术可以为用户提供FE或GE的带宽。

4 我国光纤通信技术的展望

全光网络从其被提出到现今时代,一直是人们追求的理想网络状态,而高速、大容量、能够超长距离传输的特点则是实现这一远大目标的跳板。

4.1 超大容量、超长距离传输技术

波分复用系统迅猛发展,已经大量商用的WDM系统已经达到了1.6Tbit/s。与波分复用不同,提高传输容量的另外一种技术——光时分复用(OTDM)技术,则是通过提高单信道速率提高传输容量,它可以实现的单信道最高速率已达到了640Gbit/s。目前,WDM虽然已被广泛认同、商用,但由于技术不成熟,尚处于实验阶段的OTDM技术离实用化还有很长的路要走。

实验表明,仅靠OTDM或WDM两种技术中的单方面来提高光通信系统的容量是有限的。这两种技术在理论上是可以互取对方的优势的,从而达到提高光纤带宽资源利用率、系统传输容量等。PDM(偏振复用)技术可以使信号分别传输而且互不干涉。现在的超大容量WDM/OTDM通信系统基本上都采用RZ编码传输方式。归零(RZ)编码信号具有在超高速通信系统中占空间较小(降低对色散管理分布的要求),对光纤的非线性和偏振模色散(PMD)的适应能力较强的特点。可以这样说:OTDM和WDM各自的关键技术如果都能完美的解决,那么WDM/OTDM混合系统也就成为可能了。

4.2 光孤子通信

光孤子,也称“孤立波”,是一种特殊的 p_s 数量级的超短光脉冲,它的特点是:在长距离传播或与其他类型相同的孤立波相遇后,波形、波速不会产生明显变化。而使用这种光孤子作为载体,进行长距离的通信,即为“光孤子通信”,这种技术可以使信号传递万里之遥而使误码率保持为0。有着以上各种优势,它的发展前景必定是广阔的:传输速率方面,实现超长距离的高速通信,为了使现行速率10Gbit/s~20Gbit/s提高到100Gbit/s以上,采用了时域和频域的超短脉冲控制技术以及超短脉冲的应用技术;传输距离方面,由于光孤子的不变性的特点,可以采用重定时、整形ASE等技术,使传输距离达到在史无前例的100000km以上,并且在接收端可以获得低噪声信号。

实际应用中光孤子通信存在许多技术难题,但我们相信随着技术的进步,在超长距离、高速、大容量的全光通信中,尤其在海底光通信系统中,光孤子通信有着光明的发展前景。

4.3 全光网络

全光网将是未来的高速通信网(下转第9页)

策倾斜。另外,还可以借鉴国外做法,相关部门应出台政府强制采购节能产品措施,通过政府采购的政策导向作用,带动社会生产和使用节能产品。政府部门也可以消费补贴等形式,鼓励消费者购买新能源产品。还应利用新闻出版、广播影视等媒体,大力宣传普及节能知识,宣传发展新能源和可再生能源对经济社会可持续发展的重要性与战略意义,积极的帮助开拓国内风电市场。

3.2 加强技术研发和创新能力

目前,我国风电产业发展的技术基础较为薄弱,缺乏有自主知识产权的核心技术。经验告诉我们,核心技术,从来都不是能够引进的,只有依靠自主创新来掌握。要完成自主创新,实现我国风电的跨越式发展,我们加大以下几个方面的建设:①建立一个以市场为导向,企业为主体,产学研相结合的技术创新体系;②制定内容齐全、分析深入的技术路线图,技术路线图是国外发展风电成功的经验总结;③建设完善的服务体平台,保障风电的可持续发展;④加大人力资源储备,培养相关专业人才。

3.3 加强法律制度建设

风电产品质量安全问题不仅会给人们带来经济损失,威胁生命,而且会大幅度的降低人们的消费需求,影响到风电产业的可持续发展问题。先进的技术在一定程度上会大大提升产品质量,提高产品的安全性能。但在目前,我国在现有技术水平上,要降低产品质量问题,保障风电产业安全发展,就必须完善相关法律制度建设,加大奖惩力度,提高人们,特别是生产厂商的安全意识,不能单纯为了追求利润,而不顾他人生命财产安全。

3.4 输出与就地转化并行

我国能源产业的一个大问题就是地域分布不平衡。发展风电产业,不能忽视风电的输出通道建设问题。因此,国家必须给予资金、技术上的大力支持和投入。但是对于风电产地而言,输出并不是主要目的,促进本地经济发展才是主要的。尤其是我国风能比较富集的西部地区,应抓住新能源战略发展机遇,充分开发风能,转化为己用,促进产业结构的调整和产业链条的延伸,实现本地的跨越式发展。因此,紧跟国内外风电产业发展趋势,实现“风-电-用”一体化也是解决我国当前风能产业过剩,市场开拓的一条重要途径。

[参考文献]

- [1] 王晓宁. 中国新能源产业发展回顾与展望[J]. 科苑. 产学研, 2007, (7): 103 ~105.
- [2] 薛谷香, 张奕, 等. 新能源产业及金融支持综述[J]. 金融管理与研究, 2010, (1).
- [3] 许树珩. 关于新能源产业发展的思考[J]. 辽宁行政学院学报, 2010, 12(3).
- [4] 颜新华. 风电产业发展年度报告[J]. 产业论坛, 2011, (4).
- [5] 赛迪顾问股份有限公司. 2009 ~2011 年中国新能源产业发展研究年度报告[IR].
- [6] 中国市场调研在线[EB/OL]. <http://www.cninfo360.com>
- [7] 中国风能协会[EB/OL]. <http://www.cwea.org.cn/main.asp>.
- [8] 中国产业竞争情报网[EB/OL]. <http://blog.china.com/u/100831/421970>.

(上接第6页)的发展方向。全光网是光纤通信技术发展的最高阶段,也是理想阶段。传统的光网络实现了节点间的全光化,但在网络结点处仍采用电器件,这种网络结构限制了目前通信网干线总容量的进一步提高,因此真正的全光网已成为一个非常重要的课题,这也将是人们未来研究的重点方向。

全光网络的概念是以光节点代替电节点,节点之间也是全光化,信息始终以光的形式进行传输与交换,交换机对用户信息的处理是根据其波长来决定路由,而不再按比特进行,且在节点设备上不需要进行光电以及电光的转换。

目前,全光网络的发展仍处于初期阶段,但它的良好的发展前景已经显现。从发展趋势来看,形成一个真正的、以WDM技术与光交换技术为主的光网络层,并且建立纯粹的全光网络,消除电光瓶颈已成为未来光通信发展的必然趋势,更是未来信息网络的核心理念,也是通信技术发展的最高级别,更是理想级别。

5 结束语

21世纪以来,光通信技术取得了长足的进步,但这些成功是建立在社会科技发展的坚实基础之上的。光通信技术的发展推动了通信产业的发展,这必然让整个社会经济蓬勃发展。资料显示的评论:21世纪具有代表意义的主导产业是:①光电子产业;②信息通信产业;③健康和福利产业等,可以断言,光电子技术将继续微电子技术之后将再次推动人类科学技术的革命。

[参考文献]

- [1] 辛化梅, 李忠. 论光纤通信技术的现状及发展[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2003, (4).
- [2] 王磊, 裴丽. 光纤通信的发展现状和未来[J]. 中国科技信息, 2006, (4).
- [3] 马莹, 齐亚芝. 光纤通信技术展望[J], 2011, (7).