

光导纤维

——光线隧道

林 鸿 溢

(北京理工大学电子工程系 北京 100081)

人类社会进入信息时代,信息的获取、传输、处理、控制和存储技术等环节便成为这个时代的重要技术.这些重要技术环节中,信息传输的媒体当然是关键技术之一.当信息以电子

为载体时,信息传输的媒体是金属导线或金属波导管;而当信息的载体是光子时,信息传输的媒体则是光导纤维.光导纤维简称光纤,是光线出入的通道.这里主要介绍光通信的媒体——光导纤维的现状和发展前景.

一、发现与发展

光导纤维是一种比头发丝还细的玻璃纤维丝.光导纤维于本世纪20年代就研制出来了,是用超纯石英玻璃在高温下控制而成的,有很好的导光能力.但是,由于传输过程中光波衰减太大,因此没有实用价值.那时光导纤维每千米衰减100分贝,所以如果用来通信,就要每隔20米设一个中继站,未能在实际通信中应用.

1966年,一位英籍华人高琨博士发表一篇著名的论文,首次提出解决玻璃纯度和成分的问题,就能够得到光传输衰减很小的玻璃纤维.

高琨于1957年从伦敦大学毕业,1965年开始从事光通信研究,先是做砷化镓光电二极管为光源的通信系统研究,后来又对光的传输媒体进行研究,发现主要困难是光波在纤维媒体中的损耗大,材料太脆,制作困难.于是他从改变材料的成分、纯度和结构入手,以解决光波传输的损耗等问题.实验结果表明,石英玻璃材料中的杂质浓度是影响光波衰减的主要因素,



并对波长为1微米光波进行实验得到每千米只衰减1分贝的好成果.他经过反复实验取得了许多重要的数据,为撰写论文打下了良好的基础.于是一篇以“适合于光频率的绝缘介质纤维表面波

导”为题的论文发表了.他充分论述了经过多年艰辛探索的理论结果和实验成果.论文很快引起各国科学家和工程技术人员的重视和赞扬,并被广泛引入实际应用.1970年,美国康宁玻璃公司首先拉制成功第一根每千米只衰减20分贝的石英玻璃光导纤维.此后,光导纤维的衰减率不断下降:1974年,每千米2分贝;1976年,每千米1分贝;1979年,每千米0.2分贝;80年代达到每千米0.16分贝;90年代研制的氟化物玻璃纤维衰减更低,已降到每千米0.03分贝.这种高纯度氟化物玻璃光导纤维的传输能力十分强,一次传送距离长达4800千米,可以在无中继站的情况下进行洲际光通信.光导纤维已走过艰辛的历程,取得了辉煌的成绩.

二、通信容量提高10亿倍

光纤的结构呈圆柱形,中间是直径为8微米或50微米的纤芯,具有高折射率,外面裹上低折射率的包层,最外面是塑料护套,整个外部直径为125微米.特殊的制造工艺,特殊的材料,使光纤既纤细似发,柔顺如丝,又具高抗拉强度,大抗压能力.在性能上,对光波衰减小,可以多功能传输声音、图像和文字,适应低温环境,抗电磁干扰,耐放射性辐射,光波在光纤中传播不向外辐射电磁波,有极高的保密特点,信

息以光速传送,速度无与伦比,光通信比电通信的容量要提高1亿~10亿倍,一根光纤能同时传输100亿个电话,或1000万套电视节目,容量之大,难以想象。

三、数据比较

根据专家估算,同样100米长的铜电缆和光缆,若传递信息的频带宽为40000兆赫,则铜电缆需直径58毫米的铜缆656股,总重量为219760千克,电缆外部的总直径为1458毫米,其价格为1312000美元;而光缆只要一根直径为8.7毫米的光纤,其重总量仅为6.6千克,价格只要680美元。再作一个比较,一根1千米长,直径125微米的光导纤维,仅重30克。它的重量是铜电缆的 $\frac{3}{100000}$,价格为铜电缆的 $\frac{5}{10000}$ 。通过简单比较,差别十分悬殊。这引起我们的深思,科学理论的探索,工程技术的实现是何等的重要!一项发明创造为人类带来的财富确实是难以估算的!

四、海底光缆

光通信速度快,对长距离更为明显,比如我国东海岸的上海与美国西海岸的旧金山通信,只要铺设太平洋海底光缆就可以实现直接通信。光纤传输信息容易实现远距离大容量通信,所以长距离越海光缆通信,成为科技人员首先要实现的目标。

1983年,美国贝尔实验室首先在美国东海岸铺设从纽约到华盛顿的870千米光纤通信线路,光缆直径13毫米,内含1444根光纤,传输速度为400兆比特/秒。虽然采用低衰减材料,仍然有一定损耗,所以每隔161.5千米设立一个放大中继站。这条光缆可以同时通4.6万路双向电话。目前包括我国在内的世界一些技术先进国家都在积极筹建本国或合作筹建洲际光纤线路,发展前景喜人。

五、光纤制导智能武器

光纤技术应用于智能武器,特别是导弹和遥控运载器的制导,正在得到迅速发展。利用光纤传输目标信号和攻击命令,使导弹或鱼雷准确命中敌方目标(图1)。

1988年,德国和法国试制“独眼巨人”反坦

克导弹。既可以通过光纤及时了解目标区域的图像,又可以借助光纤控制导弹命中目标。

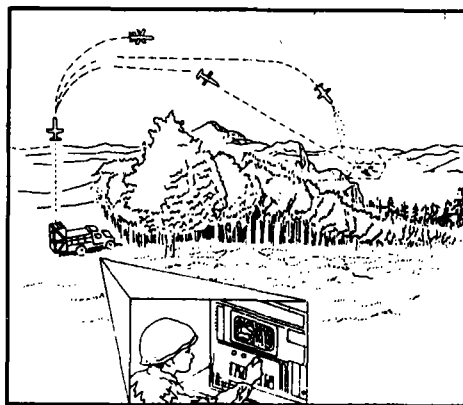


图1 光纤制导导弹作战图

光纤在军事通信方面,由于快速、保密和大容量等优点,当然成为军方首选的通信技术。

六、光纤与信息高速公路

光的传播速度是世间最快的,因此,利用光

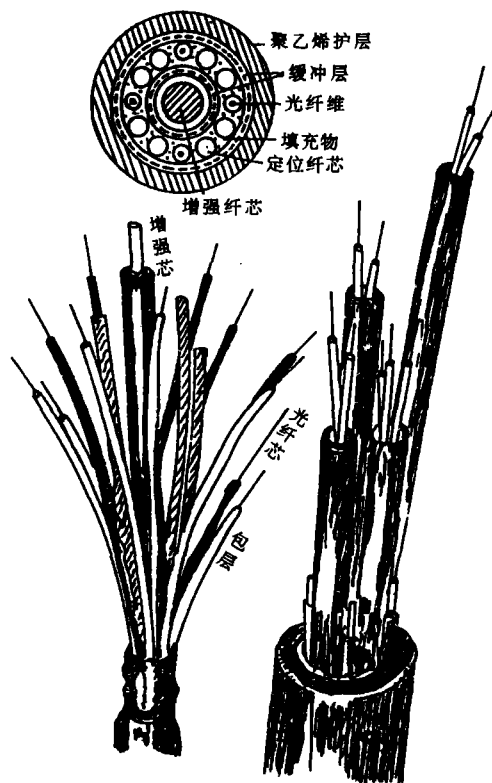


图2 光缆的结构

原子激光器简述

[美] Wolfgang Ketterle

张思溟 译

最近,麻省理工学院成功地制造出一台原子激光器.在这篇短文中,我们将讨论原子激光器的概念和特征,以及一些演示原子激光器所必需的技术.

什么是原子激光器?

原子激光器类似于光学激光器,只是原子激光器射出的是物质波而不是电磁波.它输出相干物质波,即可以聚焦到一点或经过准直后能无发散地长距离传播的原子束.这种原子束是相干的,也就是说,原子激光器的射束之间可以发生干涉.与普通原子束相比,原子激光器的射束异常明亮.同时,人们可以把这种“类似激光”的原子束中的原子说成是在“齐步走”.尽管还没有对原子激光作出严格定义(光学激光也是如此),研究者们一致认为高亮度和相干性是它的基本特征.

原子激光器的组成

激光器由激光腔(谐振腔),激活介质和输出耦合器构成.在麻省理工学院的原子激光器里,“谐振腔”是一个用“磁镜”将原子限制在其中的磁陷阱,激活介质是一团超冷原子的“热”云团,输出耦合器则是一个控制磁镜“反射性能”的射频脉冲.

作为信息的载体传递信息,当然是最理想的.光传播的媒体是光导纤维,所以信息高速公路是建立在光导纤维通信网络之上的.

近年来:“信息高速公路”的话题已说得很多了,它的来由是这样的:1993年9月,美国总统克林顿宣布实施“美国全国信息基础设施计划”,耗资4000亿美元,将历时数十年.这项计划的目的是建立覆盖美国全境的光纤通信网络,通过计算机系统,采用电视,传真、电话等通

原子激光器的增益过程

与激光中的自发辐射类似,原子激光器中的原子之间发生弹性散射(这种散射有如台球间的互相碰撞).在激光中,光子的受激辐射引起辐射场建立一个单一模式.在原子激光器中,玻色-爱因斯坦凝聚(此时原子占据系统的一个“单一模式”,即能量最低态)产生原子受激散射,使更多的原子进入该态.确切地说, N 个原子发生的凝聚使其他原子被散射到此态的概率增加了 $N+1$ 倍.

在普通气体中,原子的散射发生在系统大量的量子态中,但当温度达到玻色-爱因斯坦凝聚的临界温度时,使原子进入最低能态的散射占优势,虽然最低能态仅仅是无数量子态中的一个.这一突变很像调整激光器到达临界状态时的情形,一旦辐射原子的数目继续增加,激光器便会立即射出激光.

在原子激光器中,“激励”和“激活介质”由蒸发制冷提供——蒸发过程产生了向更低温度弛豫的非热平衡原子云团,这引起凝聚体的增大.达到热平衡之后,原子激光器的净“增益”为零,也即处于凝聚态的原子所占比例在进一步冷却前将一直保持稳定.

信技术,向全国公民及时地提供所需要的各种信息.显然,这项计划的基础是建设光纤网络,同时调动激光技术、计算机技术,通信技术,网络技术,多媒体技术和卫星通信技术等,组成以极快速度和巨大容量传递信息的系统.这一巨大工程被新闻界称为“信息高速公路”.可见光纤将成为信息时代的重要角色,在某种意义上建设信息高速公路就是建设四通八达的光导纤维通信网络.