



21世纪高职高专规划教材
电子信息/通信类

- 借鉴国外高职教材的先进教学模式, 顺应现代职业教育制度的改革趋势
- 以能力为主、应用为本的职业导向的内容体系
- 基于岗位技能, 面向操作过程的编写思路
- 应用类课程与国家职业认证挂钩

GUANGXIAN TONGXIN
JISHU

光纤通信 技术

主 编 柳春锋



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高职高专规划教材·电子信息/通信类

光纤通信技术

主编 柳春锋

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是为高职高专院校“光纤通信技术”课程而编写的基础教材。本书根据高职高专人才培养的特点和要求,在内容体例上做了一些新的尝试,即“理论+应用+研究+实训”。在内容上,不仅介绍光纤、光缆、光器件等方面的基本概念、工作原理等基础理论,而且结合工程应用,介绍光纤通信系统工程方面的知识,如光缆选型、再生段计算、光缆敷设、光纤接续等,同时安排了研究项目和实训章节,以培养学生的专业素质,尤其是实践技能。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院电子信息、通信工程及相关专业的教学用书,也适用于五年制高职、中职相关专业,并可作为社会从业人士的业务参考书及线务员培训用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

光纤通信技术/柳春锋主编. —北京:北京理工大学出版社, 2007. 6
(2007. 7 重印)

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1136 - 9

I. 光… II. 柳… III. 光纤通信 - 高等学校 - 教材 IV. TN929. 11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 081082 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 13.5

字 数 / 275 千字

版 次 / 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 7 月第 2 次印刷

印 数 / 2001 ~ 4000 册

定 价 / 22.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 周瑞红

图书出现印装质量问题,本社负责调换

编写委员会



主任委员：刘向东 教授

教育部高职高专通信类

教学指导委员会委员

廊坊职业技术学院院长

委 员（按姓氏笔画排名）：

马才根 高级讲师

南京技师学院

于宝明 副教授

南京信息职业技术学院

任 淑 高级讲师

南京技师学院

李伟民 副教授/高级工程师

九江职业技术学院 (1)

张建国 副教授

漳州职业技术学院 (5)

张新成 教授

新乡机电高等专科学校 (8)

范次猛 副教授

无锡交通职业技术学院 (9)

郑春华 副教授

湄洲湾职业技术学院 (2)

姚旭东 副教授

洛阳大学

钱金法 副教授

常州机电职业技术学院

黄一平 副教授

北京信息职业技术学院

蔡建军 工程师

无锡职业技术学院

薛晓明 副教授/高级工程师

常州信息职业技术学院

出版说明

由于我国在电子信息产业的长足发展,对电子信息、通信类专业的人才需求日益增多,电子信息类人才被国家有关部门列为紧缺人才,这直接推动了电子信息类专业的招生人数增长,在全国高职类热门专业排行中,电子信息类专业排行前几位。

电子技术的快速发展对教材的要求越来越高,编写出理论与实践相融合的与时俱进的教材,是所有高职院校的迫切需要。

为适应这种需求,更好地培养出应用型、技能型的技术人才,北京理工大学出版社组织知名专家、学者,与电子信息、通信类企业的技术人员反复研讨岗位技能需求,以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想,确立了“面向职业需求,零距离上岗”的思路,编写了这套教材。

这套教材的主要特色是:

- (1) 借鉴国外高职教材的先进教学模式,顺应现代职业教育制度的改革趋势。
- (2) 以能力为主、应用为本的职业导向的内容体系。
- (3) 基于岗位技能,面向操作过程的编写思路。
- (4) 应用类课程与国家职业认证挂钩。
- (5) 提供教学软件包,可在北京理工大学出版社网站 www.bitpress.com.cn 下载。

本套教材可作为高职高专院校电子信息工程技术、应用电子技术、通信技术等专业课程教学和技能培训用书。

前 言

进入 21 世纪后,随着信息需求的急剧增加,光纤通信技术凭借其巨大的潜在带宽容量,成为支撑通信业务量增长的最重要的通信技术之一。

在我国,各级各类通信线路越来越多地使用光缆进行信息传输,这极大地促进了我国光纤通信产业的发展。社会对光纤通信技术人才的需求也日益迫切,尤其是对既有基础理论,又有实践技能的线务员需求较大。本书正是为了满足高职高专院校电子信息和通信工程专业人才培养的需要而编写的。

对高职高专的教材来说,“够用、适度”是其基本要求,同时更要满足“工学结合”人才培养模式的要求。本书的编写兼顾了这种人才培养模式及课程改革形势的需要,简化了理论,突出和强调了应用,能够使读者在较短的时间内掌握基本的、必要的理论知识,并对工程应用有较深入的把握。

本书的特色在于以“理论+应用+研究+实训”的体例形式,展开章节的内容,结合图表、提示、知识扩展等多样化的体例编排,做到深浅适宜、通俗易懂、图文并茂,始终以工程应用为目标,介绍光纤光缆、器件结构等理论知识和工程设计、施工及维护方面的应用知识。

本书共 9 章,第 1 章主要介绍光纤通信技术的特点及系统构成;第 2 章主要介绍光纤光缆的结构、导光原理及特性、光纤光缆制造工艺及其工程选型;第 3 章主要介绍光源器件的结构、特点、工作原理及应用范围;第 4 章主要介绍光检测器及无源光器件的结构、特点及应用场合;第 5 章主要介绍光端机及线路码型,重点是光发送机和光接收机的结构、特性参数等;第 6 章主要介绍光纤通信系统工程设计的有关知识,包括工程的基本设计要点、再生段距离估算、光电设备配置等;第 7 章主要介绍光缆线路施工及维护技术、光纤光缆接续技术等;第 8 章对有关光纤通信的新技术做了概要的介绍,包括光孤子通信、相干光通信、全光通信等;第 9 章是实训内容,涉及光纤接续、参数测试及仪器设备的使用。

本书的第 4、第 8 和第 9 章由曾庆珠编写,其余各章由柳春锋编写,全书由柳春锋统稿。

由于编写时间紧、作者水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者

目 录

第1章 绪论	1
1.1 光纤通信的发展	1
1.2 光纤通信系统简介	4
1.3 光纤通信的特点	4
1.4 光纤通信的应用与发展	5
本章小结	6
本章习题	7
研究项目	7
第2章 光纤与光缆	8
2.1 光纤简介	8
2.2 导光原理	13
2.3 光纤的特性	17
2.4 光缆	25
2.5 新型光缆简介	34
本章小结	36
本章习题	36
研究项目	37
第3章 光源	38
3.1 基础知识	39
3.2 半导体激光器	41
3.3 半导体发光二极管	48
3.4 半导体激光器与发光二极管的比较	50
本章小结	51
本章习题	52
研究项目	53



第4章 通信用光器件	54
4.1 光器件简介	54
4.2 光检测器	55
4.3 无源光器件	59
本章小结	71
本章习题	71
研究项目	72
第5章 光端机	73
5.1 光发送机	73
5.2 数字光接收机	81
5.3 光中继器	85
5.4 线路码型简介	87
本章小结	90
本章习题	91
研究项目	92
第6章 光纤通信系统工程设计	93
6.1 工程设计概述	93
6.2 传输系统的制式	97
6.3 路由及中继站站址的选择	104
6.4 再生段距离的计算	107
6.5 线路码型的选择	109
6.6 光纤光缆的选型	110
6.7 光电设备的配置与选择	117
6.8 供电系统	119
6.9 光纤通信工程概、预算	122
本章小结	127
本章习题	128
研究项目	129
第7章 光缆线路施工与维护	130
7.1 光缆线路施工概述	130
7.2 光缆线路施工准备	132



7.3 直埋敷设	141
7.4 管道敷设	147
7.5 架空敷设	152
7.6 水下敷设	158
7.7 光纤光缆的接续	161
7.8 质量控制	168
7.9 光缆线路维护	170
本章小结	172
本章习题	173
研究项目	174
第8章 光纤通信的新技术	176
8.1 光孤子通信	176
8.2 相干光通信	179
8.3 全光通信	181
本章小结	185
本章习题	186
研究项目	186
第9章 光纤通信技术实训	188
9.1 光缆的色谱分析	188
9.2 光纤光缆的接续	191
9.3 光缆测试	194
9.4 光发送机参数测试	197
9.5 光接收机参数测试	199
附录 常用专业名词中英文对照表	202
参考文献	204

第 1 章 绪 论

本章目的

- (1) 了解光纤通信的发展;
- (2) 了解光纤通信系统的基本组成;
- (3) 掌握光纤通信的特点。

知识点

- (1) 光通信与光纤通信;
- (2) 光纤通信系统构成;
- (3) 光纤通信的特点。

1.1 光纤通信的发展

随着人类社会的进步与发展,以及人们日益增长的物质与文化需求,通信向大容量,长距离的方向发展是必然的趋势,而且随着 Internet 的迅速普及以及宽带综合业务数字网(B-ISDN)的快速发展,人们对信息的需求更是呈现出爆炸性的增长,几乎是每半年翻一番。在这样的背景下,信息高速公路建设已成为世界性热潮。而作为信息高速公路的核心和支柱的光纤通信技术更是成为重中之重。目前,很多国家和地区不遗余力地斥巨资发展光纤通信技术及其产业,光纤通信事业得到了空前发展。

由于信息的生产、传播、交换以及应用对国民经济和国家安全有决定性的影响,所以,与其他行业相比,光纤通信更具有特殊意义。

光纤通信起始于人类对光通信的认识。

自古以来,人类对大自然,尤其是光有特殊的敏感,光更是成为人类早期的信息传递渠道之一,如古代的烽火台,就是一种原始的信息传递工具,这种创造其实是一种自然的直觉。

所谓光通信就是利用光波来传递信息,实现通信的方式。光通信是指容量大、传输距离远的光传递方式,像指挥交通的红绿灯就是一种最普遍、也是最普通的光通信。很显然光通信是利用光在空气中能够直线传播的特点,进行大气传输的,它不需任何线路,而且简单、



经济。

光在空气中传输，虽然有经济、简单的特点，但却存在显而易见的问题：

① 光通信在大气中进行时，对天气情况十分敏感。如大雾时，通信几乎无法进行。

② 大气的特性决定了它的密度或折射率不均匀，以及大气湍流的影响，使光线发生漂移和抖动，致使通信的信噪比变劣、衰减增大、传输不稳定、传输距离也变短。

③ 要求大气传输设备设在高处，收发两地直线可见。这种要求必然使光通信的应用范围受到限制。

与光通信相比，电通信的成熟运用要早得多。从 20 世纪 30 年代开始，无线电载波通信获得迅速的发展，如电缆通信、微波中继、直至后来的卫星通信等，电通信系统遍及世界的各个角落。其频域涉及低频到高频的几乎所有频段，由于复用技术的发展，电通信的容量得到了尽可能的利用。

然而电通信的固有缺点，如信道容量受限、投资大、设备复杂等，使得人们期待着新的通信方式的出现。

1960 年梅曼 (T. H. Maiman) 发明了红宝石激光器，产生了单色相干光，使高速的光调制成为可能。他的发明，重新点燃了人们利用光进行通信的希望。美国林肯实验室率先利用氦氖激光器通过大气传输了一路彩色电视。随后，越来越多的研究者投入到光通信的试验中。

光载波具有极高的频率，高达 10^{14} Hz 以上，而一般无线电载波的频率最高只有 $10^6 \sim 10^8$ Hz，可见光作载波进行通信，其容量是微波通信方式的万倍以上，具有极大的吸引力。这就不难理解为什么科学家们在不断探索光通信。

科学家们发现，要使光通信取得电通信那样的辉煌，仅仅有了红宝石激光器那样的光源还不够，还必须克服在大气传输中的那些缺欠问题，即寻找合适的光信道。为此，有人试验了一种透镜光波导，即利用一个很长的管子，管道内置一定数量的透镜，以便诱导光的转折，使光在管子内传输，但这种方法安装复杂，机械精度要求极高，对环境要求也极为苛刻，故此无法实用。此外，人们还试验过光圈波导、气体透镜波导等，想用它们作为传送光波的介质以实现通信，但终因衰减过大或者造价昂贵而无法实用化。

直至 1966 年，英籍华人科学家高锟博士 (C. K. Kao) 在 PIEEE 杂志上发表了一篇十分著名的文章《用于光频的光纤表面波导》，阐述了利用玻璃制作通信光导纤维（即光纤）的可行性，即使用光纤这种玻璃丝引导光波转弯，实现通信。该文根据介质波导理论，从理论上分析、证明了用光纤作为传输介质以实现光通信的可能性，并设计了通信用光纤的波导结（即阶跃光纤）。更重要的是科学地预言了制造通信用、超低耗光纤的可能性，即通过加强原材料提纯，再掺入适当的掺杂剂，可以把光纤的衰耗系数降低到 20 dB/km 以下。而当时世界上只能制造用于工业、医学方面的光纤，其衰耗在 1 000 dB/km 以上。衰耗为 1 000 dB/km 是什么概念呢？每公里 10 dB 损耗就是输入的信号传送 1 公里后只剩下了十分



之一, 20 dB 就表示只剩下百分之一, 30 dB 是指只剩千分之一……1 000 dB 的含意就是只剩下亿百分之一, 这是无论如何也不可能用于通信的。在当时, 对于制造衰耗在 20 dB/km 以下的光纤, 被认为是可望而不可及的。以后的事实发展雄辩地证明了高锟博士文章的理论性和科学大胆预言的正确性, 所以该文被誉为光纤通信的里程碑。高锟博士的发明也为光通信带来了光明的前景。

1970 年, 美国康宁公司首先研制出损耗为 20 dB/km 的光纤, 证实了高锟理论的可行性。

1976 年, 光纤损耗降至 0.47 dB/km。

1980 年, 光纤损耗降至 0.2 dB/km。

20 世纪 80 年代初期, 由于制造工艺的进步, 研制出单模光纤。20 世纪 80 年代中期, 具有较高技术指标的零色散位移单模光纤研制成功, 使超大容量、长距离的光纤通信成为可能。其中利用介质全反射原理导光的石英光纤被广泛采用, 石英光纤衰减小, 性能高, 强度大, 如图 1-1 所示。

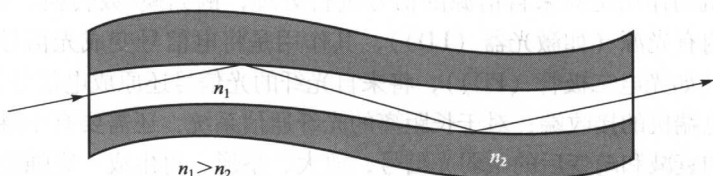


图 1-1 光纤导光原理

与此同时, 作为光源的激光器发展也很快。1977 年, 贝尔研究所和日本电报电话公司几乎同时成功研制寿命达 100 万 h (实用中 10 年左右) 的半导体激光器, 从而有了真正实用的激光器。

激光器和低损耗光纤这两项关键技术的重大突破, 使光纤通信开始从理想变成可能, 1977 年, 世界上第一条光纤通信系统在美国芝加哥市投入商用, 速率为 45 Mb/s。

进入实用阶段以后, 光纤通信的发展极为迅速, 光纤通信系统已经多次更新换代。20 世纪 70 年代的光纤通信系统主要应用多模光纤, 应用光纤的短波长 (850 nm, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 波段。20 世纪 80 年代以后逐渐改用长波长 (1 310 nm), 光纤逐渐采用单模光纤, 到 20 世纪 90 年代初, 通信容量扩大了 50 倍, 达到 2.5 Gb/s。进入 90 年代以后, 传输波长又从 1 310 nm 转向更长的 1 550 nm 波长, 并且开始使用光纤放大器、波分复用 (WDM) 技术等新技术。通信容量和中继距离继续成倍增长, 广泛地应用于市内电话中继和长途通信干线, 成为通信线路的骨干。



1.2 光纤通信系统简介

光纤通信就是指利用光纤作为传输介质，实现光信号传输的通信方式。一个基本的光纤通信系统模型如图 1-2 所示，它是由电端机、光端机（光发射机、光接收机）、光纤等部件组成的。

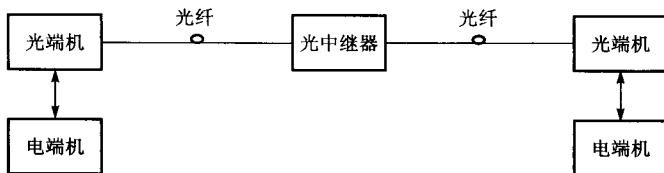


图 1-2 光纤通信系统模型

其中，电端机的作用是对来自信源的信号进行处理，例如模/数转换、多路复用等处理；光端机的发送端内有光源（如激光器（LD）），其作用是将电信号变成光信号，光端机的接收端内有光检测器（如光电二极管（PD）），将来自光纤的光信号还原成电信号，经放大、整形、再生后，输入到电端机的接收端；对于长距离的光纤通信系统，还需要有中继器，其作用是把经过长距离光纤的衰减和畸变后的微弱光信号，放大、整形、再生成一定强度的光信号，继续送向前方，以保证良好的通信质量；光纤的作用则是用来作为光信号传输的介质。

光纤通信的基本传输原理是发送端的电端机将信号（如话音信号）进行模/数转换，转换后的数字信号，经调制后，由 LD 发送，此时 LD 发出的就是携带了信息的光波信号。当数字信号为“1”时，则发送一个“传号”光脉冲；当数字信号为“0”时，则发送一个“空号”（不发光）。光波经光纤传输后到达接收端，光接收机将数字信号从光波中检测出来，送给电端机，电端机再进行数/模转换，恢复原始信息。至此完成了一次光纤通信过程。

1.3 光纤通信的特点

与电缆或微波通信相比，光纤通信具有许多的优点，表现为：

（1）通信容量大。理论上，如头发丝粗细的光纤可同时传输 1 000 亿路语音。实际应用可同时传输 24 万路，这比传统的电缆或微波通信高出了几十、甚至上千倍。而且一根光缆中可包含多根、甚至几十根光纤，如果再使用复用技术，其通信容量之大十分惊人。

（2）中继距离长。目前，光纤的衰减被控制在 0.19 dB/km 以下，其衰减系数很低，可使中继距离延长到数百千米。有关资料显示，已经进行了的光孤子通信试验，可达到传输 120 万话路、6 000 km 无中继。而电缆或微波通信，其中继距离则分别是 1.5 km 和 50 km。



可见光纤通信用于通信的干线、长途网络是十分合适的。

(3) 保密性能好。光波信号在光纤中传输的时候,只在光纤的纤芯中进行,无光泄漏,因此保密性好。

(4) 适应能力强。光纤通信,不受外界的电磁干扰,而且耐腐蚀、可挠性强(弯曲半径 $>25\text{ cm}$ 时性能不受影响)。

(5) 可节省大量的金属材料。据测算,使用 $1\,000\text{ km}$ 的光缆,与传统的电缆相比可节省 150 t 铜、 500 t 铅。

(6) 体积小、重量轻、便于施工和维护。光纤的重量轻,如军用的特制轻质光缆只有 5 kg/km 。光缆的施工方式也很灵活,维护也比较方便。

光纤通信也存在一些不足,主要表现为光直接放大难;弯曲半径不宜太小;分路耦合不方便;需要高级的切断接续技术等。

【知识扩展】光孤子通信:光孤子是一种特殊的超短光脉冲,经光纤长距离传输后,波形和速度都保持不变。光孤子通信就是利用光孤子作为载体实现长距离无畸变的通信,在零误码的情况下信息传递可达万里之遥。其特点是高容量、长距离、误码率低、抗噪声能力强。1973年,美国贝尔实验室证实了光孤子的存在。1983年,贝尔实验室首次研制成功了第一支孤子激光器,随后该实验室检测出脉冲间隔为 10 ps 的光孤子经过 10 km 传输无明显变化,首次从实验上证实了光孤子传输的可能性。目前,该实验室已经成功实现了将激光脉冲信号传输了 $5\,920\text{ km}$,还利用光纤环实现了 5 Gb/s 、传输 $15\,000\text{ km}$ 的单信道孤子通信系统和 10 Gb/s 、传输 $11\,000\text{ km}$ 的双信道波分复用孤子通信系统。在我国,光孤子通信技术的研究也有一定的成果,国家“863”研究项目成功地进行了OTDM光孤子通信关键技术的研究,实现了 20 Gb/s 、 105 km 的传输。光孤子通信已经成为光纤通信领域的一大研究热点。

1.4 光纤通信的应用与发展

1. 光纤通信在我国的应用

1973年,我国开始研究光纤通信,主要集中在石英光纤、半导体激光器和编码制式通信机等方面。

1978年改革开放后,我国的光纤通信研发工作大大加快。上海、北京、武汉和桂林都研制出光纤通信试验系统。1982年邮电部重点科研工程“八二工程”在武汉开通,该工程被称为实用化工程,要求一切是商用产品而不是试验品,要符合国际CCITT标准,要由设计院设计、工人施工,而不是科技人员施工。从此中国的光纤通信进入实用阶段。

进入20世纪80年代后,数字光纤通信的速率已达到 144 Mb/s ,可传送1980路电话。光纤通信作为主流模式被大量采用,在传输干线上全面取代电缆。

经过国家“六五”、“七五”、“八五”和“九五”计划,中国已建成“八纵八横”干线网,



连通全国各省区市,敷设光缆总长约 250 万 km,光纤通信已成为中国通信的主要手段。

2005 年 3.2 Tbps 超大容量的光纤通信系统在上海至杭州开通,是至今世界容量最大的实用线路。

2. 光纤通信的发展趋势

1) 向超长距离传输发展

无中继传输是骨干传输网的期望,目前已能够实现 2 000 ~ 5 000 km 的无中继传输。通过采用如拉曼光放大技术等新的技术手段,有望更进一步延长光传输的距离。

2) 向超高速系统发展

高比特率系统的经济效益大致按指数规律增长,这促使光纤通信系统的传输速率在近 30 年来一直持续增加,增加了约 2 000 倍,比同期微电子技术的集成度增加速度还快得多。高速系统的出现不仅增加了业务传输容量,而且也为各种各样的新业务,特别是宽带业务和多媒体业务提供了可靠的保证。

3) 向超大容量波分复用系统发展

如果将多个发送波长、适当错开的光源信号同时在光纤上传送,则可大大增加光纤的信息传输容量,这就是波分复用(WDM)的基本思路。采用波分复用系统可以充分利用光纤的巨大带宽资源,使容量可以迅速扩大几倍、甚至上百倍;在大容量长途传输时可以节约大量光纤和再生器,从而大大降低传输成本;利用 WDM 网络实现网络交换和恢复,可望实现未来透明的、具有高度生存性的光联网。

其他方面,如光纤入户(FTTH)技术、光交换技术、新的光电器件、光孤子技术等,都是当前光纤通信方面的重点发展方向。

本章小结

(1) 1960 年梅曼(T. H. Maiman)发明了红宝石激光器,产生了单色相干光为光纤通信提供了合适的光源。1966 年,英籍华人科学家高锟博士(C. K. Kao)提出了利用玻璃制作通信光导纤维(即光纤)的可行性。随后美国康宁公司首先研制出损耗为 20 dB/km 光纤,证实了高锟的理论。激光器及光纤的出现,为光纤通信的实用化奠定了基础。

(2) 一个基本的光纤通信系统是由电端机、光端机(发射机、接收机)、光纤等部件组成的。电端机用来进行信源信号的转换;光端机用来实现光信号的发送与接收;光纤则用来作为光信号传输的介质。

(3) 光纤通信具有通信容量大;中继距离长;保密性能好;适应能力强;可节省大量的金属材料;体积小、质量小、便于施工和维护等优点。

(4) 光纤通信已经成为我国通信网的主体,“八纵八横”光纤干线网基本形成。

(5) 光纤通信的巨大技术优势和网络应用的呼唤,使光纤通信技术向超长距离传输、



超高速系统、超大容量波分复用 (WDM) 方向发展, 光纤入户 (FTTH) 技术、光交换技术、新的光电器件、光孤子技术等新技术、新器件、新标准的研发, 必将极大地促进光纤通信技术的发展及应用, 极大地影响人类生活的各个领域。

本章习题

1. 什么是光纤通信? 举例说明光纤通信的应用。
2. 简述光纤通信系统的基本组成及各部分的作用。
3. 简述光纤通信的发展历程, 有哪些主要事件对光纤通信的发展有重大影响?
4. 简述光纤通信的特点。

研究项目

项目: 我国光纤通信技术的现状

要求:

- (1) 在调研的基础上, 撰写研究报告;
- (2) 资料要真实、可靠, 论证要清晰、准确;
- (3) 研究报告要按照教师的要求统一格式, 其篇幅不超过 5 000 字;
- (4) 需要提交电子文档及打印稿各一份。

目的:

- (1) 了解我国光纤通信技术的发展过程;
- (2) 了解光纤通信的技术及其应用;
- (3) 增强对光纤通信技术的感性认识;
- (4) 提高学生学习光纤通信技术课程的兴趣。

指导:

- (1) 可利用图书馆、互联网等资料, 查阅有关资料, 在有条件的情况下, 可到有关科研院所、企业进行调研;
- (2) 对调研的资料要进行归纳、整理, 在综合分析的基础上撰写研究报告;
- (3) 研究报告中, 在简述我国光纤通信技术的发展历程的基础上, 要重点阐述当前我国光纤通信的应用技术及其影响, 最后简要介绍其发展趋势。

思考题:

- (1) 在我国, 光纤通信技术有哪些应用?
- (2) 有哪些你感兴趣的技术?
- (3) 你认为光纤通信的前景如何?

第2章 光纤与光缆

本章目的

- (1) 掌握光纤、光缆的结构及类型；
- (2) 了解导光原理；
- (3) 掌握光纤的特性；
- (4) 了解光纤、光缆的制造过程；
- (5) 掌握光缆型号和选用原则。

知识点

- (1) 光纤、光缆的结构和类型；
- (2) 反射、折射、折射率；
- (3) 损耗、色散、温度特性；
- (4) MCVD 法；
- (5) 光缆型号。

光纤是构成光纤通信系统的重要组成部分，它提供了信号传输的信道。本章围绕光纤与光缆，主要介绍光纤、光缆的类型、光纤导光的基本原理及其特性。

2.1 光纤简介

1. 光纤结构

目前通信用的光纤是石英玻璃 (SiO_2) 制成的横截面很小的双层同心圆柱体，未经涂敷和套塑的光纤称为裸光纤，由纤芯和包层所组成。为了保护光纤表面，提高抗拉强度及实用性，一般需在裸光纤表面进行涂敷构成光纤。光纤结构如图 2-1 所示。

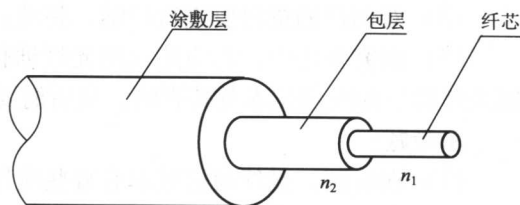


图 2-1 光纤基本结构