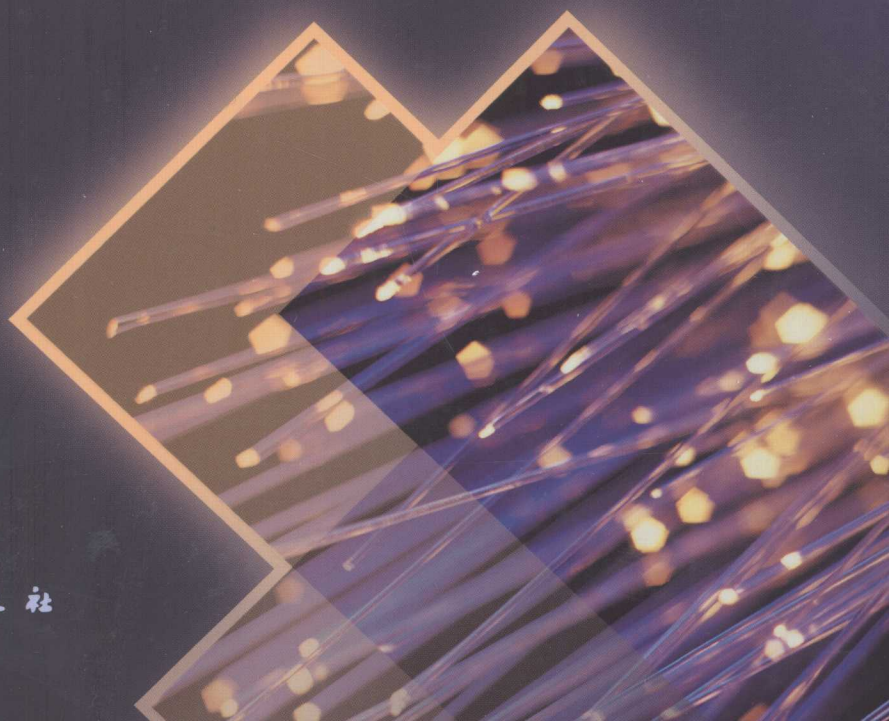




光纤通信技术

GUANGXIAN TONGXIN JISHU

苏君红 邓少生 主编



化学工业出版社

014032448

TN929.11

144



光纤通信技术

GUANGXIAN TONGXIN JISHU

苏君红 邓少生 主编



化学工业出版社



北航

C1720879

82280310

本书重点介绍了光纤(玻璃光纤、塑料光纤、晶体光纤)的基础知识、制备技术、性能与应用实例;光缆的基础知识、制备技术、性能、接入技术和敷设技术及应用实例;对光通信无源器件和有源器件的基础知识、制备技术、性能与应用做了详细的论述;最后对光纤通信系统的设计、器件接入、通信设备、调制与实验以及未来的全光网络也做了简要的介绍。

本书是光纤通信行业网络设计、光纤和光缆制造、器件设计生产、调制人员、管理销售人员及教学人员必读之书。

图书在版编目(CIP)数据

光纤通信技术/苏君红,邓少生主编. —北京:化学工业出版社, 2013. 7

ISBN 978-7-122-17490-1

I. ①光… II. ①苏…②邓… III. ①光纤通信 IV. ①TN929. 11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 113473 号

责任编辑:邢 涛

装帧设计:韩 飞

责任校对:蒋 宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 45½ 字数 1172 千字 2014 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:198.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编：苏君红 邓少生

副 主 编：李恒春 曹 晖 张玉龙 于法鹏

编写人员：（排名不分先后）

于法鹏	王林喜	王贵宾	王敏芳	王 磊	邓少生
石 磊	安玉德	朱 清	刘 川	刘 云	刘 炜
刘向平	刘宝玉	孙德强	许劲松	闫 军	余江波
吴建全	杜仕国	沈建刚	苏君红	张玉龙	张然治
李 竞	李 萍	李旭东	李恒春	李桂变	李荣强
杨 耘	杨振强	杨晓冬	邵颖惠	官周国	姚春臣
胡文斌	赵 显	赵金伟	唐伟峰	康 敏	符晓峰
黄 晖	曹 晖	曹根顺	黄晓霞	普朝光	曾戈虹
戴均平					

光纤通信是以光纤为传输载体，利用激光的相干性和方向性，将激光作为信息的载体在光纤中进行传输的通信方式。在发送端首先把传送的信息（如话音）变成电信号，然后调制到激光器发出的激光束上，使光的强度随电信号的幅度（频率）变化而变化，并通过光纤发送出去；在接收端检测到光信号后把它变成电信号，经解调后恢复原信息。光纤通信的优点如下。

① 通信容量大、传输距离远。一根光纤的潜在带宽可达 20THz。采用这样的带宽，仅需一秒钟左右，即可将人类古今中外全部文字资料传送完毕。目前 400Gbit/s 系统已经投入商业使用。光纤的损耗极低，在光波长为 $1.15\mu\text{m}$ 附近，石英光纤损耗可低于 0.2dB/km，这比目前任何传输媒质的损耗都低。因此，无中继传输距离可达几十甚至上百千米。

② 信号串扰小、保密性能好。

③ 抗电磁干扰、传输质量佳，电通信不能解决的各种电磁干扰问题，不会出现在光纤通信中。

④ 光纤尺寸小、重量轻，便于敷设和运输。

⑤ 材料来源丰富，利于环境保护，有利于节约铜。

⑥ 无辐射，难于窃听。

⑦ 光缆适应性强，寿命长。

光纤通信还存在一些不足。

① 质地脆，机械强度差。

② 光纤的切断和接续需要专门的工具、设备和技术。

③ 分路、耦合不灵活。

④ 光纤光缆的弯曲半径不能过小。

光纤通信不仅在技术上具有很大的优越性，而且在经济上具有巨大的竞争力，因此在经济社会中将发挥越来越重要的作用。

光纤通信首先应用于室内电话局之间的光纤中继线路，继而广泛用于长途干线网上，成为宽带通信的基础。光纤通信尤其适用于国家之间大容量、远距离的通信，包括国内沿海通信和国际间长距离海底光纤通信系统。

光纤可以传输数字信号，也可以传输模拟信号。光纤在通信网、广播电视网与计算机网，以及其他数据传输系统中，都得到了广泛应用。光纤宽带干线传送网和接入网发展迅速，是当前研究开发应用的主要目标。

为了普及光纤通信技术基础知识，推广并宣传光纤通信技术研究与应用成果，中国工程研究院和中国兵工学会组织编写了本书，重点介绍了光纤（玻璃光纤、塑料光纤、晶体光纤）的基础知识、制备技术、性能与应用实例；与此同时，介绍了光缆的基础知识、制备技术、性能、接入技术和敷设技术及应用实例；在对光纤、光缆介绍的基础上，对光通信无源器件和有源器件的基础知识、制备技术、性能与应用做了详细的论述；最后对光纤通信系统的设计、器件接入、通信设备、调制与实验做了扼要的阐述。同时对光纤通信特点、发展历

程、基础知识和未来的全光网络也做了简要的介绍。本书是光纤通信行业网络设计、光纤、光缆制造、器件设计生产、调制人员、管理销售人员及教学人员必读之书。

本书突出实用性、先进性、可操作性，结构严谨，理论叙述从简，侧重以翔实可靠的数据和实例说明问题。若本书出版能对我国光纤通信技术的发展有一定的推动作用，笔者将感到十分欣慰。

由于作者水平有限，文中不妥之处敬请批评指正。

目 录

第一章 概述	1
第一节 简介	1
一、光纤通信基本概念	1
二、光纤通信系统的基本组成	2
三、光纤通信系统的分类	4
四、光纤通信的特点	5
五、光纤通信的发展	6
第二节 光纤通信原理与设备	10
一、光纤通信原理	10
二、光波原理	11
三、光纤线路的传输码型	14
四、光纤连接器	14
五、光源和光端设备	14
六、应重点发展的光纤通信技术	15
第三节 全光通信技术	16
一、全光通信网络思路	16
二、全光通信网络的设计	18
三、全光网络的关键技术	22
四、实现全光通信的技术	23
第二章 光纤基础	28
第一节 简介	28
一、基本概念	28
二、光纤的结构	28
三、光纤的主要品种与特性	29
四、国内光纤技术	38
第二节 光纤特性与基础	39
一、光纤的工作窗口	39
二、光纤剖面折射率分布型式	40
三、光纤中传输模式	41
四、光纤传输特性	42
第三节 光纤的制备技术	56
一、玻璃光纤的制备技术	56
二、塑料光纤的制备技术	91

三、晶体光纤的生长技术	92
第四节 光纤的应用	93
一、用于核心网干线的低衰减、中等色散和大有效面积光纤	93
二、用于城域网的负色散平坦光纤	94
三、用于局域网的塑料光纤	94
四、用于室内布线的弯曲不敏感和小接头损耗光纤	95
第三章 玻璃纤维	96
第一节 石英玻璃纤维	96
一、纯石英玻璃纤维	96
二、稀土掺杂石英玻璃纤维	113
三、掺氟石英玻璃纤维	142
四、掺氮石英玻璃纤维	148
五、 P_2O_5 掺杂石英单模光纤	149
六、大功率 Nd-YAG 激光传输石英玻璃纤维	150
第二节 氟化物玻璃纤维	155
一、简介	155
二、纯氟化物玻璃纤维	168
三、稀土掺杂氟化物玻璃纤维	174
第三节 硫系玻璃纤维	180
一、简介	180
二、光纤制备工艺	181
三、性能特性	187
四、应用与关键技术	191
五、几种硫系光纤	194
第四章 塑料光纤	203
第一节 概述	203
一、简介	203
二、塑料光纤纤芯材料	206
三、塑料光纤制备技术	214
四、塑料光纤的性能	221
五、塑料光纤的应用	223
第二节 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 光纤	224
一、简介	224
二、PMMA 芯/氟树脂包层塑料光纤	226
三、共挤法制备突变型 PMMA 塑料光纤	229
四、含氟自由基引发聚合 PMMA 塑料光纤	232
五、光缆用甲基丙烯酸改性 PMMA 耐热性光纤	234
六、提高 PMMA 光纤芯材耐热性的措施	235
第三节 聚苯乙烯 (PS) 光纤	237

一、光纤用 PS 特性与合成	237
二、PS 光纤的涂覆工艺技术	242
三、PS 光纤共挤拉制工艺技术	249
第四节 聚碳酸酯 (PC) 光纤	252
一、简介	252
二、PC 光纤的机械与光学性试验	253
三、抗辐照性能分析	256
第五节 含氟塑料光纤	258
一、POF 对氟树脂材料的要求	258
二、POF 用氟树脂种类	260
三、含氟塑料光纤的制备方法	268
四、性能与影响因素分析	269
五、含氟塑料光纤的研究方向	271
第六节 耐热塑料光纤	272
一、简介	272
二、耐热 POF 的制备方法	273
三、马来酰亚胺 /PMMA 耐热光纤	276
四、N-异丙基马来酰亚胺 /MMA 光纤	280
第七节 塑料光纤研究方向与展望	283
一、重点研究的光纤品种	283
二、展望	284
第五章 晶体光纤	286
第一节 单晶光纤	286
一、简介	286
二、铌酸锂单晶光纤	290
三、蓝宝石单晶光纤	296
四、掺 Ti^{3+} : Al_2O_3 单晶光纤	303
五、钇铝石榴石单晶光纤	307
六、氯化物单晶光纤	316
七、硅酸铋单晶光纤	321
八、 LiB_3O_5 单晶光纤	323
第二节 多晶光纤	324
一、卤化银多晶光纤	324
二、KRS-5 多晶光纤	332
第三节 光子晶体光纤	334
一、简介	334
二、石英光子晶体光纤	341
三、聚合物光子晶体光纤 (pPCF)	342
四、光子晶体光纤的分析方法	345

第六章 光缆	347
第一节 简介	347
一、基本概念与作用	347
二、组成	347
三、结构	348
四、光缆的主要类型与特点	349
五、光缆制品命名	358
第二节 光缆性能设计与实现方法	361
一、光缆主要特性设计	361
二、实现方法	365
第三节 光缆制备技术	365
一、简介	365
二、光纤成缆工艺	367
三、光缆综合护套挤出工艺	370
四、铠装工艺	374
五、综合护套生产线与设备	374
第四节 光纤/光缆接入技术与线路的故障检测	375
一、接入技术	375
二、光缆线路故障测试与定位	380
第五节 光缆应用技术	382
一、FTTH 工程用光缆	382
二、电力通信用架空光缆	389
三、海底光缆	398
四、武器装备用特种光缆与组件	405
第七章 光纤通信无源器件	412
第一节 光纤连接器	412
一、简介	412
二、多芯光纤集成连接器	421
三、高回波损耗光纤连接器	425
四、SC 型光纤连接器	429
五、SFF 光纤连接器	433
六、军事与宇航用光纤连接器	436
第二节 光纤耦合器	440
一、主要品种与性能	440
二、熔锥型光纤耦合器	443
三、熔锥型保偏光纤耦合器	445
四、 2×2 单模光纤耦合器	453
五、可调光子晶体光纤耦合器	455
六、混合波导法制备塑料光纤耦合器	457

七、 1×7 锥形混合棒塑料光纤耦合器	460
八、光纤光栅耦合器	463
第三节 波分复用器	466
一、波分复用器的实现技术	466
二、色散棱镜式光纤波分复用器	472
三、全息光栅型 (HG) 波分复用器	474
四、全光纤密集型波分复用器	476
五、980/1550nm 光纤泵浦波分复用器	479
六、1.31/1.55 μm 高性能单模光纤波分复用器	481
第四节 光开关	484
一、简介	484
二、主要品种与性能	484
三、机械式光开关	488
四、微机械光开关	498
五、聚合物热光型光开关	508
六、新型石英热光型光开关	511
第五节 光纤光栅	513
一、主要类型与特点	513
二、应用	515
第六节 光纤陀螺	523
一、简介	523
二、单光纤陀螺	525
三、最小结构的光纤陀螺仪	528
第七节 其他光通信无源器件	530
一、调制器	530
二、可调谐光滤波器	536
三、光隔离器	542
四、双折射器件	544
五、光分插复用器	548
六、光环行器	552
第八章 光纤通信有源器件	553
第一节 简介	553
一、光源	553
二、光发射机	554
三、发光机理	554
第二节 半导体激光器光源	559
一、半导体激光器类型与特点	559
二、波长可调半导体激光器的类型与特点	564
三、垂直腔表面发射激光器	569
四、半导体激光器的特性	570

第三节 光纤激光器光源	574
一、简介	574
二、可调谐光纤激光器	575
三、被动锁模光纤激光器	579
四、光子晶体光纤 (PCF) 激光器	579
五、掺铒光纤激光器	584
六、大功率波长可调谐包层泵浦稀土掺杂石英光纤激光器	586
第四节 半导体发光二极管光源	601
一、半导体中光的发射原理	601
二、半导体发光二极管	602
三、半导体激光二极管	604
第五节 光放大器	607
一、简介	607
二、半导体光放大器	610
三、光纤放大器	614
第九章 光纤通信系统与设备	631
第一节 简介	631
第二节 光纤通信系统的设计	633
一、总体设计	633
二、功率设计	639
三、带宽设计	643
四、单信道光纤通信系统设计	645
五、DWDM 系统工程设计	649
第三节 无源光网络的接入技术	657
一、光纤通信网络	657
二、无源光网络	664
三、PON 接入系统	668
四、三网融合——接入网	678
第四节 光纤通信设备	679
一、光发射机	679
二、光探测和光接收机	683
第五节 光纤通信系统的调制	705
一、简介	705
二、传输体制调制	706
三、系统的性能指标	709
四、模拟信号的调制	711
参考文献	714

第一章

概述

第一节 简介

一、光纤通信基本概念

1. 光纤通信的基本概念

利用光导纤维传输光波信号的通信方式称为光纤通信〔光导纤维（简称为光纤）本身是一种介质，目前实用通信光纤的基础材料是 SiO_2 ，因此它属于介质光波导的范畴〕。

2. 光纤通信的光波波谱

光纤通信的波谱频率在 $1.67 \times 10^{14} \sim 3.75 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 之间，即波长在 $0.8 \sim 1.8 \mu\text{m}$ 之间，属于红外波段，将 $0.8 \sim 0.9 \mu\text{m}$ 的波长称为短波长， $1.0 \sim 1.8 \mu\text{m}$ 的波长称为长波长， $2.0 \mu\text{m}$ 以上的波长称为超长波长。光纤通信光波波谱换算见表 1-1。

表 1-1 光纤通信光波波谱换算

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$	$1 \text{ MHz (兆赫)} = 10^6 \text{ Hz}$
$\lambda = c/f$	$1 \text{ GHz (吉赫)} = 10^9 \text{ Hz}$
$1 \mu\text{m (微米)} = 10^{-6} \text{ m}$	$1 \text{ THz (太赫)} = 10^{12} \text{ Hz}$
$1 \text{ nm (纳米)} = 10^{-9} \text{ m}$	$1 \text{ PHz (拍赫)} = 10^{15} \text{ Hz}$
$1 \text{ \AA (埃)} = 10^{-10} \text{ m}$	

光波是电磁波，光波范围包括红外线、可见光、紫外线，其波长范围为 $300 \sim 6 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ 。

可见光由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色的连续光波组成，其中红光的波长最长，紫光的波长最短。波长再短的就是 X 射线、 γ 射线。

3. 通信系统容量

用比特率与距离积 BL 来表示，式中， B 为比特率（每秒钟传输的比特数目）； L 为中继距离；其单位为 $(\text{Gb/s}) \cdot \text{km}$ 。



二、光纤通信系统的基本组成

图 1-1 所示为单向传输的光纤通信系统，包括发射、接收和作为基本光纤传输系统。

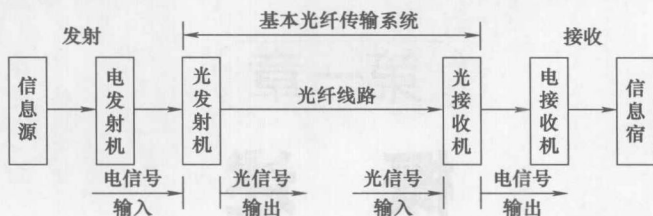


图 1-1 单向传输的光纤通信系统

基本光纤传输系统的三个组成部分如下。

1. 光发射机

(1) 功能 光发射机的作用就是进行电/光转换，并把转换成的光脉冲信号输入光纤中进行传输。

(2) 组成框图 如图 1-2 所示。



图 1-2 组成框图

(3) 对光源的要求

① 输出功率足够大，调制频率足够高，谱线宽度和光束发散角尽可能小，输出功率和波长稳定，器件寿命长。

② 常用半导体发光二极管 (LED)；半导体激光二极管 (或称激光器) (LD)。

(4) 结构参数 光发射功率，dBm。 $P \text{ (dBm)} = 10 \times \lg \frac{P \text{ (mW)}}{1 \text{ (mW)}}$

以 1mW 为基准的、用分贝表示的功率如下。

功率/mW	100	10	2	1	0.5	0.1	0.01	0.001
功率/dBm	+20	+10	+3	0	-3	-10	-20	-30

(5) 光源光谱特性 输出光功率足够大，调制频率足够高，谱线宽度和光束发散角尽可能小，输出功率和波长稳定，器件寿命长。

(6) 电信号对光的调制的实现方式

① 用电信号直接调制半导体激光器或发光二极管的驱动电流，使输出光随电信号变化来实现。这种方案技术简单，成本较低，容易实现，但调制速率受激光器的频率特性限制。

② 把激光的产生和调制分开，用独立的调制器调制激光器的输出光来实现。外调制的优点是调制速率高，缺点是技术复杂，成本较高，因此只在大容量的波分复用和相干光通信

系统中使用。信号调制方式如图 1-3 所示。

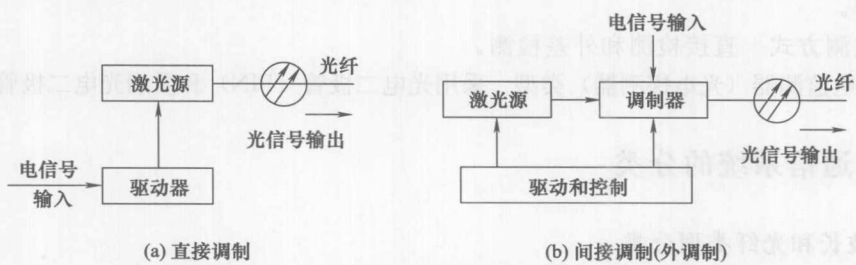


图 1-3 信号调制方式

2. 光纤线路

(1) 功能 把来自光发射机的光信号，以尽可能小的畸变（失真）和衰减传输到光接收机。

(2) 组成 光纤、光纤接头和光纤连接器。

(3) 低损耗“窗口” 普通石英光纤在近红外波段，除杂质吸收峰外，其损耗随波长的增加而减小，在 $0.85\mu\text{m}$ 、 $1.31\mu\text{m}$ 和 $1.55\mu\text{m}$ 有三个损耗很小的波长“窗口”，如图 1-4 所示。光源激光器的发射波长和光检测器光电二极管的波长响应，都要与光纤这三个波长窗口相一致。目前在实验室条件下， $1.55\mu\text{m}$ 的损耗已达到 0.154dB/km ，接近石英光纤损耗的理论极限。

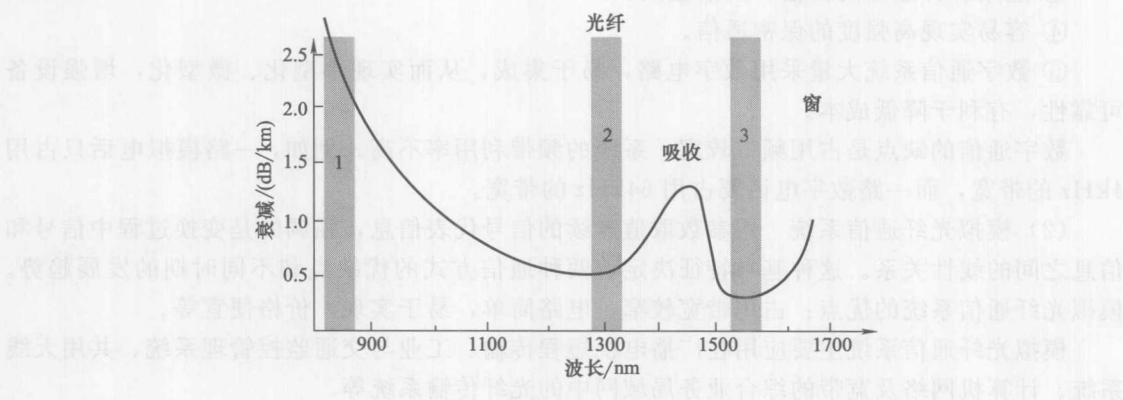


图 1-4 低损耗“窗口”

3. 光接收机

(1) 功能 把从光纤线路输出、产生畸变和衰减的微弱光信号转换为电信号，并经放大和处理后恢复成发射前的电信号。

(2) 组成部分 耦合器、光电检测器和解调器。

(3) 组成框图 如图 1-5 所示。

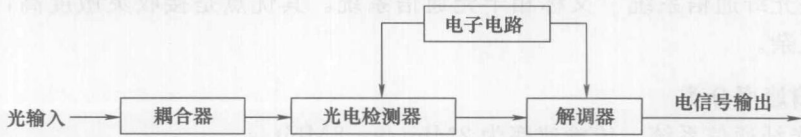


图 1-5 光接收机框图



(4) 结构参数 接收机灵敏度 (BER), 定为在误码率 $\leq 10^{-9}$ 的条件下, 所要求的最小输入光功率。

(5) 检测方式 直接检测和外差检测。

(6) 光电监测器 (光电探测器) 类型 采用光电二极管 (PIN) 和雪崩光电二极管 (APD)。

三、光纤通信系统的分类

1. 按波长和光纤类型分类

① 短波长 ($0.85\mu\text{m}$ 左右) 多模光纤通信系统。

② 长波长 ($1.31\mu\text{m}$) 多模光纤通信系统。

③ 长波长 ($1.31\mu\text{m}$) 单模光纤通信系统。

④ 长波长 ($1.55\mu\text{m}$) 单模光纤通信系统。

2. 按传输信号分类

(1) 数字光纤通信系统 用参数取值离散的信号 (如脉冲的有和无、电压的高和低等) 代表信息, 强调的是信号和信息之间的一一对应关系。

数字通信系统的优点如下。

① 抗干扰能力强, 传输质量好。

② 可以用再生中继, 传输距离长。

③ 适用各种业务的传输, 灵活性大。

④ 容易实现高强度的保密通信。

⑤ 数字通信系统大量采用数字电路, 易于集成, 从而实现小型化、微型化, 增强设备可靠性, 有利于降低成本。

数字通信的缺点是占用频带较宽, 系统的频带利用率不高。例如, 一路模拟电话只占用 4kHz 的带宽, 而一路数字电话要占用 64kHz 的带宽。

(2) 模拟光纤通信系统 用参数取值连续的信号代表信息, 强调的是变换过程中信号和信息之间的线性关系。这种基本特征决定着两种通信方式的优缺点和不同时期的发展趋势。模拟光纤通信系统的优点: 占用带宽较窄, 电路简单, 易于实现, 价格便宜等。

模拟光纤通信系统主要应用在广播电视短程传输、工业与交通监控管理系统、共用天线系统、计算机网络及宽带的综合业务局域网中的光纤传输系统等。

3. 按调制方式分类

(1) 直接调制光纤通信系统 将待传输的数字电信号直接在光源的发光过程中进行调制。又称为内调制光纤通信系统。设备较简单、价廉、调制效率较高。但会使光谱有所增宽, 影响速率的提高。

(2) 外调制光纤通信系统 在光源发出光之后, 在光的输出通路上加调制器进行调制。又称为间接调制光纤通信系统。对光源谱线影响小, 适合高速率的通信。

(3) 外差光纤通信系统 又称相干光通信系统。其优点是接收灵敏度高, 信道选择性好, 但设备复杂。

4. 按传输速率分类

① 低速光纤通信系统 传输速率为 2Mbit/s 、 8Mbit/s 。

② 中速光纤通信系统 传输速率为 34Mbit/s 、 140Mbit/s 。



③ 高速光纤通信系统 传输速率 $\geq 565\text{Mbit/s}$ 。

5. 按应用范围分类

- ① 公用光纤通信系统。
- ② 专用光纤通信系统。

6. 按数字复接方式分类

- ① 准同步数字系列 (PDH) 速率一般是在 565Mbit/s 以下。
- ② 同步数字系列 (SDH) 目前, 实用的 SDH 系统其单波长通信速率可达 2.5Gbit/s 和 10Gbit/s 。

四、光纤通信的特点

在光纤通信系统中, 作为载波的光波频率比电波频率高得多, 而作为传输介质的光纤又比同轴电缆损耗低得多, 因此相对于电缆或微波通信, 光纤通信具有许多独特的优点。

1. 频带宽、传输容量大

电缆和光纤的损耗及频带比较见表 1-2, 由表可见, 电缆基本上只适用于数据速率较低的局域网 (LAN), 高速局域网 ($\geq 100\text{Mbit/s}$) 和城域网 (MAN) 必须采用光纤。

表 1-2 电缆和光纤的损耗及频带比较

类型		频带(或频率)	损耗/(dB/km)	传输容量/(话路/线)	
对称电缆		4kHz	2.06		
细同轴电缆		1MHz	5.24	960	
		30MHz	28.70		
粗同轴电缆		1MHz	2.42	1800	
		60MHz	18.77		
渐变折射率多模光纤	$0.85\mu\text{m}$	200~1000MHz	≤ 3	1920 (140Mbit/s)	
	$1.31\mu\text{m}$	$\geq 1000\text{MHz}$	≤ 1.0		
单模光纤	$1.31\mu\text{m}$	$>100\text{GHz}$	0.36	32000	491520
	$1.55\mu\text{m}$	10~100GHz	0.2	(2.5Gbit/s)	(40Gbit/s)

2. 损耗小、中继距离长

由表 1-2 可见, 电缆的每千米传输损耗通常在几分贝到十几分贝, 而在 $1.55\mu\text{m}$ 波长附近时光纤的损耗通常只有 0.2dB/km , 电缆的损耗明显大于光纤, 有的甚至大几个数量级。

3. 重量轻、体积小

由于电缆的体积和重量都较大, 在安装时必须慎重处理接地和屏蔽问题, 因此电缆不适用于空间狭小的场合, 如舰船和飞机上。但是, 光纤的重量轻、体积小, 很适合用于这种场合。

4. 抗电磁干扰性能好

光纤是由电绝缘的石英材料制成的, 光纤通信线路不受各种电磁场的干扰和雷击的损坏, 所以无金属加强筋的光缆非常适合于存在强电磁场干扰的高压电力线路周围, 以及油田、煤矿和化工厂等易燃易爆的环境中使用。

5. 泄漏小、保密性好

在现代社会中, 不但国家的政治、军事和经济情报需要保密, 企业的经济和技术情报也