

光通信工程新技术实用手册

本书编委会 编

北京邮电大学出版社

通信工程新技术实用手册

光 通 信 技 术 分 册

本书编委会 编

(上 卷)

北京邮电大学出版社

通信工程新技术实用手册

光 通 信 技 术 分 册

本书编委会 编

(下 卷)

北京邮电大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

通信工程新技术实用手册/《通信工程新技术实用手册》编委会编. - 北京:北京邮电大学出版社,2002

ISBN 7-5635-0610-1

I. 通 ... II. 通 ... III. 通信工程-新技术-手册 IV. TN91-62

中国版本图书 CIP 数据核字(2002)第 027964 号

通信工程新技术实用手册

光通信技术分册

北京邮电大学出版社出版发行

新华书店 经销

北京市铁成印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 88 印张 1500 千字

2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

印数 2000 套

ISBN 7-5635-0610-1/TN·275

总定价:3976.00 元(全十四卷)

分册定价:568.00 元(全二卷)

《通信工程新技术实用手册》

编辑委员会

主 任:周 正 (北京邮电大学电信工程学院)

副院长/博士生导师

周惠林 (铁道通信信息有限责任公司)

技术总监

副主任:陈惠民 (铁路淮海通信信息有限公司)

技术总裁

李兴林 (交通部中国交通通信中心)

副主任

章加兴 (国家广播电影电视总局设计院

信息网络研究所)

所长/教授级高级工程师

戴未央 (铁道科学研究院)

研究员/通信博士生导师

闵士权 (中国通信广播卫星公司)

总工/研究员

编 委:(排名不分先后)

黄炎强	肖智能	李 巍	赵 娟
黎 江	陈 健	李安俭	白建英
叶周梅	薛 峰	任 乐	黄 萍
贾 丹	尼松涛	高志升	刘东晓
贺 萍	张辛军	刘大海	郭中磊
刘建国	李 洋	郝一佳	周志东
王爱民	任永昌	何 青	张晓来
陈 璐	王晓华	辛 然	朱庆海
张 冉	廖青山	刘红燕	刘 梅
贺国强	郑山富		

通信工程新技术实用手册

多媒体通信技术分册（上下卷）

光通信技术分册（上下卷）

网络通信技术分册（上下卷）

数字数据通信技术分册（上下卷）

移动通信技术分册（上下卷）

交换技术分册（上下卷）

接入技术分册（上下卷）

目 录

第一章 传输介质	(1)
第一节 光纤的分类	(1)
一、光纤的结构	(1)
二、光纤的种类	(1)
第二节 传输原理与特性	(4)
一、阶跃型光纤光射线的理论分析	(4)
二、阶跃型光纤的标量近似分析法	(6)
三、渐变型光纤	(18)
四、渐变型光纤的标量近似解法	(24)
五、单模光纤	(30)
六、光纤的色散特性	(36)
七、光纤的损耗特性	(45)
第三节 光纤的选购	(48)
第四节 光缆	(49)
一、光缆的分类	(49)
二、光缆制造工艺	(56)
三、光缆的温度特性	(60)
四、光缆的机械性能和例行试验	(64)
五、光缆的寿命	(69)
六、如何选用和验收光缆	(72)
第五节 海底光缆	(74)
一、概述	(74)
二、海底光缆技术要求	(75)
三、海底光缆的结构	(76)
四、海底光缆特性	(80)

第六节 光纤制造	(81)
一、引言	(81)
二、光纤预制棒的熔炼工艺	(81)
三、光纤的拉制工艺	(88)
四、光纤的一次涂覆和套塑工艺	(90)
第七节 光纤材料与提纯	(93)
一、对化学试剂提纯的必要性	(93)
二、试剂的提纯工艺	(93)
三、对载流氧气(O_2)、稀释气体(Ar、He)以及干燥试剂($SOCl_2$ 、 Cl_2)等的要求	(95)
四、对光纤用的石英包皮管的技术要求	(96)
第二章 无源光器件	(97)
第一节 接头	(97)
一、永久性接头	(97)
二、活动接头(各种比较)	(116)
第二节 耦合器(coupler)	(121)
一、概述	(121)
二、熔融拉锥型全光纤耦合器	(124)
三、波导型光耦合器	(135)
四、耦合器前景展望	(139)
第三节 光调制器	(140)
一、光调制器在纤维光学链路中的作用	(140)
二、光调制器的基本原理	(140)
三、 $LiNbO_3$ 光调制器	(143)
四、半导体光调制器	(148)
五、聚合物波导光调制器	(153)
六、光调制器主要参数和使用光调制器需要了解的问题	(155)
第四节 光隔离器	(159)
第五节 滤波器	(160)
一、可调谐光滤波器	(160)
二、声—光可调谐滤波器	(161)
三、马赫—策恩德滤波器	(163)
四、吸收滤波器	(165)
五、双折射滤波器	(165)

六、混合滤波器	(165)
七、可调滤波器的比较	(166)
第六节 光开关	(167)
一、机械式光开关	(168)
二、液晶光开关	(171)
三、电光效应光开关	(172)
四、热光效应光开关	(175)
五、半导体光放大器光开关	(180)
第七节 连接器	(180)
第八节 光波分复用器	(183)
一、光波分复用器的工作原理和光学特性	(183)
二、光波分复用器的制造方法	(185)
三、光波分复用器的应用领域和应用实例	(193)
四、光波分复用器的型号、规格和技术指标	(196)
五、光波分复用器的发展方向	(198)
第九节 光衰减器	(199)
一、衰减器分类	(199)
二、光衰减器的性能及测试	(207)
三、光衰减器的分类及性能指标	(211)
四、常用光衰减器的品种、型号、规格和外形	(213)
五、光衰减器的应用及发展	(217)
第三章 光源与光发射机	(219)
第一节 发光机理	(219)
一、基本发光机理与机制	(219)
二、光源与光增益	(223)
第二节 半导体三级光器	(230)
一、F-P 腔半导体三级光四	(230)
二、量子阱激光器	(242)
三、分布反馈激光二极管和分布 Bragg 反射器激光二极管	(251)
第三节 半导体激光器的动态特性	(260)
一、速率方程	(260)
二、自持脉冲	(267)
三、光谱线宽	(268)

四、调制特性	(270)
五、噪声特性	(275)
第四章 光探测器与光接收机	(279)
第一节 光电二极管	(280)
一、PIN 光电二极管	(280)
二、PN 结雪崩光电二极管(APD)	(282)
三、新型 APD 探测器	(285)
第二节 光接收机	(288)
一、前置放大器	(288)
二、数据恢复	(294)
第三节 接收噪声	(301)
一、数字光接收机的量子噪声	(302)
二、数字光接收放大器的噪声	(305)
三、根据均衡脉冲波形计算数字光接收机的噪声	(307)
四、几种数字光接收放大器的噪声分析与比较	(311)
五、数字光接收机噪声的数值计算	(314)
第四节 接收机灵敏度	(317)
一、在均衡条件下计算数字光接收机的灵敏度	(318)
二、在最佳状态下的数字光接收机灵敏度	(321)
三、不完善调制对数字光接收机灵敏度的影响	(322)
四、高阻抗和互阻抗接收机的比较	(328)
第五章 光纤放大器	(335)
第一节 放大机理	(335)
一、增益的饱和	(336)
二、放大器的噪声	(337)
三、光纤放大器的三种可能的应用	(339)
第二节 半导体激光放大器	(340)
一、增益特性	(341)
二、放大器的设计	(345)
三、放大器的特性	(346)
四、多量子阱放大器	(352)
五、SLA 的应用	(352)
第三节 掺铒光纤放大器 EDFA	(361)

一、EDFA 的结构和部件	(362)
二、掺铒光纤放大器(EDFA)的工作原理	(364)
三、掺铒光纤放大器的增益特性	(370)
第四节 光纤 RAMAN 放大器	(378)
一、结构	(379)
二、增益谱与带宽	(381)
第五节 光放大器在光纤通信网中的应用	(387)
一、光纤通信网的类型与特点	(387)
二、光放大器在总线和环形网中的应用	(391)
三、光放大器在无源星形网和全光网中的应用	(398)
四、光放大器在全光开关和选通门中的应用	(404)
五、光放大器在光信号处理中的应用	(406)
第六节 光放大器参数	(411)
一、光放大器参数定义	(411)
二、光放大器的参数要求	(413)
第六章 光孤子通信系统	(416)
第一节 光孤子概念与特性	(416)
一、非线性薛定谔方程(NSE)	(418)
二、一阶孤子与高阶孤子	(421)
第二节 光纤损耗对孤子的影响	(424)
一、原理	(424)
二、孤子系统中的集总式放大器	(425)
第三节 函待解决的问题	(427)
一、光孤子的相互作用	(427)
二、线性频率调制(啁啾)	(428)
三、放大器的间距	(429)
四、光孤子时间抖动	(429)
第四节 光孤子通信系统	(430)
一、基本结构	(430)
二、循环光纤间接实验系统	(431)
三、多信道光孤子通信系统	(432)
第五节 孤子的波分复用	(434)
一、WDM 系统中的孤子碰撞	(435)

二、碰撞孤子的加速度和速度移动	(435)
三、WDM 的设计规则和信道数	(437)
第六节 孤子脉冲源	(439)
一、光纤环孤子激光器	(439)
二、法布里·珀罗光纤孤子激光器	(440)
三、DFB 激光器/外调制孤子源	(441)
四、DFB 激光器/集成调制器孤子源	(441)
第七节 超越哥顿-豪斯极限	(443)
一、频域滤波技术	(443)
二、时域滤波技术	(444)
第七章 光同步数字传输网	(445)
第一节 同步数字评价 SDH	(445)
一、PDH 的弱点和 SDH 的产生	(445)
二、SDH 网的基本概念	(447)
三、SDH 的特点与速率等级	(449)
第二节 帧结构	(453)
第三节 复用映射结构	(454)
二、复用方法	(456)
三、指针	(461)
四、通道开销	(471)
五、映射方法	(475)
六、复用映射单元的参数	(486)
第四节 SDH 传送网基本结构	(488)
一、功能块描述方法	(488)
二、SDH 设备功能概述	(489)
三、SDH 复用设备类型	(491)
四、数字交叉连接设备	(497)
五、再生器	(504)
六、原子功能描述方法	(508)
第五节 光接口规范	(526)
一、光接口分类	(526)
二、光接口参数	(528)
三、光传输设计方法	(540)

四、使用光纤放大器的系统的光接口	(544)
五、波分复用系统的光接口	(551)
六、电接口参数	(556)
第六节 电接口	(558)
一、155520kbit/s 电接口 (STM-1)	(559)
二、2048kbit/s 接口	(563)
三、34368kbit/s 接口	(566)
四、139264kbit/s 接口	(568)
五、2048kHz 同步接口	(571)
六、CMI (codemark inversion) 码编码规则	(573)
七、HDB3 (high density bipolar order 3 code) 代码变换规则	(573)
第七节 网同步定时	(574)
一、网同步的基本原理	(574)
二、SDH 网同步结构和方式	(578)
三、时钟的定时要求	(588)
第八节 自愈网	(604)
一、传送网的基本概念	(604)
二、分层和分割	(604)
第九节 SDH 自愈网	(611)
一、基本物理拓扑	(611)
二、自愈网	(613)
第十节 网络保护和恢复	(625)
一、概述	(625)
二、保护	(625)
三、恢复	(626)
四、各种保护/恢复方法的比较和协调	(630)
第十一节 性能度量	(632)
一、误码概念与影响误码	(632)
二、误码的产生和分布	(633)
三、误码性能的规范	(635)
四、抖动特性	(647)
五、漂移特性	(669)
六、延时特性	(679)

第十二节 网络管理	(683)
一、SDH 管理网的特点	(684)
二、SDH 网络的一般性管理	(691)
三、故障管理	(692)
四、性能管理	(697)
五、配置管理	(701)
六、安全管理	(704)
七、计费管理	(706)
第十三节 电信管理网(TMN)	(707)
一、TMN 的基本概念	(707)
二、TMN 的功能结构	(709)
三、TMN 的信息结构	(714)
四、TMN 的物理结构	(720)
五、功能结构、信息结构、物理结构的关系	(723)
六、TMN 的互操作性	(726)
第八章 光纤局域网与光纤城域网	(729)
第一节 光纤局域网	(729)
一、LAN 简介	(729)
二、光纤局域网发展简史	(731)
三、光纤局域网标准体系	(733)
四、LAN 的应用	(739)
五、器件损耗对光纤局域网的限制	(740)
六、CSMA/CD 光纤局域网	(743)
七、令牌环	(747)
八、1773(1553B)光纤数据总线	(749)
第二节 光纤城域网	(752)
一、光纤城域网简介	(752)
二、MAN 传输标准	(752)
三、光纤分布数据接口(FDDI)令牌环	(753)
四、分布排队双总线(DQDB)	(760)
五、宽带综合业务数字网(B-ISDN)	(762)
六、城域网中视频图像的光纤传输	(774)
第九章 大气光通信	(791)

第一节 基本原理	(791)
一、大气层信道	(791)
二、大气层对光束的影响	(793)
三、大气层对直接检测接收机的影响	(799)
四、通过大气层信道的外差接收	(802)
五、大气层脉冲展宽	(803)
第二节 空间光学中的对准、捕获和跟踪	(804)
一、光学对准问题	(805)
二、空间捕获	(807)
三、双向光束跟踪	(825)
四、光束跟踪对数据传输的影响	(829)
第十章 WDM/DWDM	(834)
第一节 WDM 的引入	(834)
一、什么是光波分复用(WDM)系统	(834)
二、为什么要引入 WDM	(838)
三、WDM 技术的主要特点	(839)
四、国际发展概况	(840)
第二节 WDM 和 DWDM	(843)
一、WDM 的技术原理	(843)
二、WDM 与 DWDM	(845)
三、双纤单向传输	(846)
四、单纤双向传输	(846)
五、密集型波分复用系统的光纤选型	(847)
六、光纤的非线性效应及解决	(850)
第三节 DWDM/WDM 的基本结构	(854)
第四节 WDM/DWDM 的系统规范	(868)
一、部科技委对发展 WDM 光网络系统的建议	(868)
二、 $8 \times 2.5\text{Gbit/s}$ WDM 系统技术规范	(869)
第五节 管理要求	(880)
一、网管基本要求	(880)
二、网元管理系统的一般描述	(882)
三、网元管理系统主要功能	(882)
四、网元管理系统的数据通道保护	(886)

第六节 DWDM 系统测试	(886)
一、传输性能测试	(886)
二、主光通道测试	(894)
三、系统的稳定性能	(902)
四、系统的辅助功能	(904)
五、网管功能的检查	(905)
第七节 环网技术和光网络	(910)
一、密集波分复用(DWDM)光网络	(910)
二、光码分多址(OCMA)网络	(934)
第八节 2.5Gb/s 商用系统	(970)
一、未来 WDM 光通信网的逻辑分层	(970)
二、济南—青岛 DWDM 系统的结构	(971)
第九节 DWDM 当前的论点和发展趋势	(972)
一、当前研究的重点	(973)
二、超高速模式识别	(976)
三、当前的研究:波长总线	(978)
第十一章 光接入网	(980)
第一节 接入网的发展与我国的现状	(980)
一、国际接入网技术概况	(980)
二、国际光纤接入网的发展	(985)
三、我国接入网的现状分析	(1014)
第二节 接入网基础	(1031)
一、光缆传输技术与电缆传输技术的不同点	(1031)
二、光纤对用户系统的影响	(1033)
三、远距离敷设光纤的特点	(1034)
四、传送多种信息的特点	(1036)
五、抗雷电危害的特点	(1037)
六、综合业务数字网(ISDN)	(1038)
七、关键器件	(1039)
第三节 ATM 宽带光接入网	(1048)
一、概述	(1048)
二、物理层规范	(1058)
三、ATM 层规范	(1067)