



世纪高职高专通信教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN  
TONGXIN JIAOCAI

# 光缆通信工程

李立高 主编

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高职高专通信教材

# 光缆通信工程

李立高 主编

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

光缆通信工程/李立高主编. —北京: 人民邮电出版社, 2004.8

(21 世纪高职高专通信教材)

ISBN 7-115-12382-9

I. 光... II. ①李... III. 光缆通信—高等学校: 技术学校—教材  
IV. TN929-11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 076822 号

## 内 容 提 要

本教材系统地介绍了光缆的结构、型号、性能及国际国内标准; 详细讲述了光缆通信工程的设计步骤、设计方法及图纸绘制, 并结合实例作了较为详尽的分析; 介绍了光缆线路的各种常用及最新的施工方法、工程中常用的仪表和测试方法, 以及长途光缆线路的施工维护、监测等内容。

本书紧扣行业标准和规范, 以工程实例分析为重点, 具有较强的实用性和系统性。

本书可作为大专院校通信技术或通信工程专业教材, 也可作为有关光缆通信工程培训班教材, 以及从事光缆通信工程、网络工程的设计、施工维护人员的参考书。

21 世纪高职高专通信教材

### 光缆通信工程

- ◆ 主 编 李立高  
责任编辑 滑 玉
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
读者热线 010-67129259  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 17.25  
字数: 415 千字 2004 年 8 月第 1 版  
印数: 1-5 000 册 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12382-9/TN · 2299

定价: 23.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

## 丛书前言

随着通信技术的飞速发展，通信业务的不断拓展和通信市场的日益开放，如何提高从业人员的素质，增强产业竞争力，已成为通信运营商高层决策者们所考虑的重要问题之一。通信类的高等职业教育以适应通信技术发展，培养通信生产和服务一线的技能型人才为目的。

国务委员陈至立同志在全国职业教育工作会议上指出：“职业教育的目标是培养数以千万计的技能型人才和数以亿计的高素质劳动者，必须坚持以服务为宗旨，以就业为导向，面向社会、面向市场办学。”作为一种新型的高等教育形式，结合通信行业的特点和通信类高等职业教育的培养目标，我们组织了全国通信类高职院校部分老师和部分通信企业的资深专家组织编写了这套《21世纪高职高专通信教材》。该丛书技术新，实用性强，案例典型，即可满足通信类高职高专的教学使用，同时可作为从事通信行业一线的专业技术人员培训和自学的丛书。

由于高职高专的教材编写经验不足，征求意见的范围还不够广泛，难免存在不能满足该层面人员学习要求的情况，望广大读者多提宝贵意见，以便进一步提高完善。

21世纪高职高专通信教材编辑委员会

# 21 世纪高职高专通信教材 编 委 会

主 任 肖传统

副 主 任 张新璞 向 伟

委 员 王新义 孙青华 朱 立 江 丽 李元忠  
李转年 李树岭 李 婵 刘翠霞 陈兴东  
苏开荣 吴瑞萍 张干生 张孝强 张献居  
周训斌 杨 荣 杨 源 胡 鹏 赵兰畔  
黄柏江 曹晓川 滑 玉 傅德月 惠亚爱

秘 书 李立高

执行编委 滑 玉

## 编者的话

我国高等技术教育的发展非常迅猛,近两年来,不断有新的高等职业技术学院宣告挂牌成立,但与之相适应的高职高专类教材却十分缺乏,通信类高职高专专业教材更是如此。为此我院在总结十几年教学经验的基础上,组织了部分骨干教师,编写了《光缆通信工程》这本教学用书,以解燃眉之急。

光纤光缆在我国发达的通信网中早已成为主流传输介质,光缆线路工程的投资占整个通信网投资的比重越来越大,每年各种大大小小的光缆线路工程无以计数,这就需要大批的光缆线路工程设计、施工、维护和监理人员。通过本书的学习和实践(含图纸绘制、工程概预算编制、工程生产实习等),可使学员具有良好的这方面的技能,从而为各级各类通信建设工程公司、通信监理公司输送更多的合格人才。

全书共分7章。第1章简要介绍光纤光缆通信的概念和特点;第2章详细介绍通信光缆的结构、种类、型号表示、端别判别和国际国内标准;第3章是本书的重点章节之一,详细介绍光缆工程设计的方法和程序等,具体包括:中继段长度的确定、光缆通信工程的程序、光缆线路工程的查勘、测量方法、光缆在AN中的应用、工程图纸绘制方法和工程实例分析;第4章详细介绍光缆线路的各种施工方法、光纤光缆的接续、光缆线路的防护及竣工验收等,是本书的重点章节之二;第5章介绍光缆线路工程测试中各种常用仪表的用途、分类、工作原理和使用方法;第6章介绍光纤光缆的测试方法,重点是工程测试方法,是本书的重点章节之三;第7章介绍长途光缆线路的维护与管理。全书以实用、系统为原则,以已公布的标准规范为重点,力求达到“学了就能用”的目标!

本书由长沙通信职业技术学院李力高副教授担任主编和统稿,并负责第2至第6章的编写。第1章和第7章由张敏编写。在本书的编写过程中得到了其他兄弟职业技术学院的老师、我院的领导,特别是我院通信工程系主任蒋青泉同志的大力支持与帮助,在此表示最诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者  
2004年7月

# 目 录

<b>第 1 章 概述</b> .....	1
1.1 光纤通信及其特点 .....	1
1.1.1 光纤通信的概念、特点 .....	1
1.1.2 光缆线路工程的特点 .....	2
1.2 光缆工程的现状及光纤发展趋势 .....	3
1.2.1 光缆工程的现状 .....	3
1.2.2 光纤的发展趋势 .....	3
习题 .....	5
<b>第 2 章 通信光缆</b> .....	6
2.1 光缆的种类、结构、型号及端别 .....	6
2.1.1 常用光缆的分类 .....	6
2.1.2 光缆结构中所用材料及其性能 .....	7
2.1.3 常用光缆的结构 .....	10
2.1.4 光缆的型号 .....	16
2.1.5 光缆的端别及纤序 .....	18
2.1.6 光缆选型 .....	20
2.2 光纤光缆的国际国内标准介绍 .....	21
2.2.1 国际标准 .....	21
2.2.2 国内标准 .....	21
习题 .....	24
<b>第 3 章 光缆通信工程设计</b> .....	26
3.1 光缆通信工程的建设程序 .....	26
3.1.1 规划阶段 .....	26
3.1.2 设计阶段 .....	28
3.1.3 准备阶段 .....	28
3.1.4 施工阶段 .....	28
3.1.5 竣工投产阶段 .....	29
3.2 中继段长度的确定 .....	30
3.2.1 设计方案——损耗、色散限制 .....	30
3.2.2 系统预算 .....	35
3.2.3 密集波分复用系统的设计 .....	37
3.3 光缆线路工程的查勘 .....	39

3.3.1	查勘的基本要求 .....	39
3.3.2	光缆工程方案查勘 .....	43
3.3.3	初步设计查勘 .....	44
3.3.4	施工图的测绘 .....	45
3.4	光缆工程的图纸绘制 .....	54
3.4.1	绘图软件介绍 .....	55
3.4.2	施工图实例分析 .....	56
3.5	光缆在 AN 中的应用 .....	59
3.5.1	OAN .....	59
3.5.2	光城域网 .....	63
3.5.3	光缆在 LAN 中的应用 .....	65
	习题 .....	67
<b>第 4 章</b>	<b>光缆线路的施工 .....</b>	<b>69</b>
4.1	概述 .....	69
4.1.1	光缆线路施工的特点 .....	69
4.1.2	光缆线路的施工范围 .....	70
4.1.3	光缆线路的施工程序 .....	71
4.2	光缆的单盘检验 .....	71
4.2.1	概念及目的 .....	71
4.2.2	内容及方法 .....	72
4.3	光缆的路由复测 .....	83
4.3.1	复测的主要任务 .....	83
4.3.2	路由复测的方法 .....	85
4.4	光缆的配盘 .....	87
4.4.1	光缆配盘的目的 .....	87
4.4.2	光缆配盘的要求 .....	87
4.4.3	光缆配盘的方法 .....	88
4.5	光缆的敷设 .....	93
4.5.1	架空光缆的敷设 .....	94
4.5.2	管道光缆的敷设 .....	99
4.5.3	直埋光缆的敷设 .....	117
4.5.4	水线光缆的敷设 .....	121
4.5.5	局内光缆的敷设 .....	125
4.5.6	电力通信光缆的敷设 .....	126
4.6	光缆的接续与安装 .....	131
4.6.1	任务及要求 .....	131
4.6.2	接续的步骤及方法 .....	132
4.7	光缆通信线路的防护 .....	148



4.7.1 直埋光缆的防护 .....	148
4.7.2 光缆线路的“三防”保护 .....	149
4.8 光缆线路的竣工验收 .....	151
4.8.1 随工验收 .....	151
4.8.2 初步验收 .....	153
4.8.3 竣工验收 .....	154
4.8.4 竣工资料的管理 .....	156
习题 .....	161
<b>第5章 光缆通信工程中常用仪表介绍 .....</b>	<b>164</b>
5.1 光衰减器 .....	164
5.1.1 用途与分类 .....	164
5.1.2 原理 .....	164
5.1.3 使用方法 .....	165
5.2 常用光源 .....	166
5.2.1 用途与分类 .....	166
5.2.2 原理 .....	166
5.2.3 使用方法 .....	167
5.3 光功率计 .....	168
5.3.1 用途及分类 .....	168
5.3.2 原理 .....	168
5.3.3 使用方法 .....	169
5.4 光时域反射仪 (OTDR) .....	171
5.4.1 用途 .....	171
5.4.2 原理及相关术语 .....	172
5.4.3 性能参数、常见问题及使用方法 .....	174
5.5 光纤熔接机 .....	188
5.5.1 用途与分类 .....	188
5.5.2 工作原理 .....	188
5.5.3 使用方法 .....	189
5.6 WDM 中的光仪表与光器件 .....	197
5.6.1 WDM 中的无源器件 .....	197
5.6.2 WDM 中的有源光器件 (光仪表) .....	201
习题 .....	207
<b>第6章 光缆的测试 .....</b>	<b>209</b>
6.1 光缆线路测试类型及测试项目 .....	209
6.1.1 测试类型 .....	209
6.1.2 测试项目 .....	210

6.2 光纤衰减的测量 .....	211
6.2.1 光纤衰减的概念 .....	211
6.2.2 光纤衰减的测量方法 .....	211
6.3 光纤长度的测量 .....	219
6.3.1 传输脉冲时延法 .....	219
6.3.2 反射脉冲时延法 .....	220
6.4 光缆工程测试 .....	220
6.4.1 中继段测试(竣工测试) .....	220
6.4.2 系统光性能参数测试 .....	223
习题 .....	230
<b>第7章 长途光缆线路的维护与管理 .....</b>	<b>232</b>
7.1 长途光缆线路的设备管理与维护职责 .....	232
7.1.1 设备管理 .....	232
7.1.2 维护职责 .....	233
7.2 长途光缆线路维修工作内容 .....	239
7.2.1 直埋管道光缆维护 .....	239
7.2.2 架空光缆的维护 .....	241
7.3 长途光缆线路的故障及其查修 .....	241
7.3.1 障碍定位 .....	241
7.3.2 障碍的处理 .....	251
7.4 长途光缆线路的维护管理 .....	256
7.4.1 质量管理 .....	256
7.4.2 技术管理 .....	257
习题 .....	258
<b>附录: 英文缩略语 .....</b>	<b>260</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>265</b>

光纤光缆是通信网络的主流传输媒介，这是由光纤本身的良好特性所决定的。本章将主要讲述光纤通信的基本概念及主要特点，并简要介绍光纤通信的现状及其发展趋势，为学好后续内容作准备。

## 1.1 光纤通信及其特点

### 1.1.1 光纤通信的概念、特点

#### 1. 什么是光纤通信

光纤通信就是以光波为载波，光导纤维为传输介质的通信方式，这里所讲的“光波为载波”就是表示将需要传送的信息经调制后变成光波的形式，再送到光纤中去传输，光波在此成了运载信息的工具。

#### 2. 光纤通信的特点

光纤通信与传统的各种电缆（铜线、同轴）通信或无线通信方式相比，具有许多独特的优点。

##### (1) 巨大的传输容量

传输容量大是光纤通信优于其他通信的最显著特点。现在光纤通信使用的频率为  $10^{14} \sim 10^{15} \text{Hz}$  数量级。比常用的微波频率高  $10^4 \sim 10^5$  倍，因而信息容量理论上比微波高出  $10^4 \sim 10^5$  倍。在信息需求量迅速增长的今天，这一点是很重要的。渐变多模光纤带宽可达数吉赫兹公里，单模光纤带宽可达数百太赫兹量级。

##### (2) 极低的传输衰耗

目前单模光纤在  $1310 \mu\text{m}$  窗口的衰耗约  $0.35 \text{dB/km}$ ，在  $1550 \mu\text{m}$  窗口的衰耗低达  $0.2 \text{dB/km}$ ，与此相比，同轴电缆对  $60 \text{MHz}$  信号的衰耗为  $19 \text{dB/km}$ ，市话电缆对  $4 \text{MHz}$  信号的衰耗为  $20 \text{dB/km}$ ，因此光纤传输比电缆传输的中继距离长得多。

#### 3. 抗电磁干扰

光纤是由石英玻璃纤维制成，它不怕电磁干扰，也不受外界光的影响。在核辐射的环境

中，光纤通信也能正常进行，这是电通信不能相比的。因此光纤通信可广泛用于电力输配、电气化铁路、雷击多发地区、核试验等特殊环境中。

4. 信道串扰小、保密性好

光纤的结构保证光在传输中很少向外泄漏，因而在光纤中传输的信息之间不会产生串扰，更不易被窃听，保密性优于传统的电通信方式。

5. 光缆尺寸小、重量轻、可挠性好

光纤的外径仅 125 $\mu\text{m}$ ，其套塑后的尺寸也小于 1mm，用它制成的 24~28 芯光缆外径约为 18mm，光缆比同样传输能力的电缆要轻得多，约为电缆重量的 1/3~1/10。经过表面涂敷的光纤可挠性好。这些特点使它不仅适用于公用通信，在军事通信中也极为适用，如用于导弹、舰船、飞机、潜艇通信控制系统等。

光纤材料资源丰富，价格低廉。与传统通信方式相比，可节省大量铜、铝等金属材料，有利于降低通信系统的成本，并节约资源。

此外，光纤不会锈蚀、不怕高温、光纤接头不会产生电火花放电，可用于易燃易爆及有锈蚀危险的环境中。这些优点恰是金属导线不足之处，所以光纤通信还适宜于化工厂、矿井及水下通信控制系统。

表 1-1 列出了光缆和其他几种传输介质特性的比较。

表 1-1 光缆和其他几种传输介质特性比较

特性 \ 介质	对称电缆 或四芯对绞电缆	同轴电缆	微波波导	光纤(缆)
传输体直径 (mm)	1~4	10	50	0.1~0.2
缆的重量比 (同等传输容量)	1	1	1	0.1
每段缆的制造长度 (m)	100~500	100~500	3~10	>2000
传输的损耗 (dB/km)	20 (4MHz 时)	19 (60MHz 时)	2	0.2~3
带宽 (MHz)	6	400	4~120 (GHz) (指微波频带)	>10GHz·km (指所传信号)
敷设安装	方便	方便	特殊	方便
接头和连接	方便	较方便	特殊	特殊
中继距离 (km)	1~2	1.5	10	>50

1.1.2 光缆线路工程的特点

光缆作为一种主要的传输介质，因其性能、铺设方法与全塑电缆、同轴电缆、双绞线等不同，光缆线路工程有其自己的特点。

(1) 光缆线路的中继距离长，所需中继器数量比电缆线路少得多，在本地网布线及综合布线 (GCS) 中一般无需设中继器。

(2) 光缆线路一般无需进行充气维护，因为绝大部分光缆均为充油光缆，即缆芯中均充满了石油膏。当然石油膏的填入给光纤光缆的接续带来了一些不便，这是它的缺点。

(3) 光缆接头装置及剩余光缆的放置必须按规定方法进行,以保证光纤应有的曲率半径,尽可能地减少光信号衰减。

(4) 在水泥管孔中布放多条光缆时均需加塑料子管保护。这主要是为了减少磨擦力对光缆护层的损伤,同时能防止光缆被扭绞而使光纤受到损伤。

(5) 光纤的接续方法与接续设备均比电缆线路复杂,技术含量更高。

(6) 光缆线路架空铺设时要采取比电缆线路更为严格的保护措施。

(7) 光缆线路工程的概预算与电缆线路工程的概预算有所不同,某些项目应套用其相应的定额子目。

## 1.2 光缆工程的现状及光纤发展趋势

### 1.2.1 光缆工程的现状

中国在通信网络建设中应用光纤是从第六个五年计划(“六五”)期间开始的。此后,中国信息产业高速发展,光纤市场平均年增长率高达20%~30%。到2002年底,我国光缆总敷设量约为120~150万芯公里,已敷设光纤总数达1200多万芯公里。据有关部门的不完全统计,到1999年,国内已有光缆厂170多家,总生产能力超过1300万芯公里。

目前,国内以中国电信为首的各大运营商纷纷在规划建设全新的全国骨干光传输网络,以迎接加入WTO后的电信大战。中国电信已宣布在过去“八纵八横”的基础骨干网之外建设以三个10Gbit/s DWDM(密集波分复用)环状网为主体的全国高速大容量骨干网;中国铁通已全面启动以两个10Gbit/s DWDM环网为主的全国网一期工程;中国联通也将建设以五个10Gbit/s DWDM环网为主的国家级高速骨干网;中国移动正在积极规划建设自身的国家干线网和省内二级干线网;中国网通也正在策划其骨干网络的扩展和提速。

据统计,1999年我国总敷设光缆约660万芯公里,2000年总敷设光缆约720万芯公里,2001年光缆总需求为1000万芯公里,2002年4月达1150万芯公里,2005年可能达到1600万芯公里。

与此同时,一级干线光缆线路的主要施工方式是直埋和简易塑料管道,省内二级干线是直埋、管道与架空几种形式的结合,沿高速公路铺设塑料管道光缆现已开始采用气送光缆的敷设方法。

在本地网的光缆线路中,城市光缆线路的主要施工方法是管道,在农村及少数县城仍以架空或直埋方式为主。

### 1.2.2 光纤的发展趋势

在光纤通信系统为宽带网络提供更高速率、更高可靠性的传输链路的同时,光纤通信的容量也在不断扩大。商用时分复用(TDM)系统的速率已达10Gbit/s,TDM40Gbit/s系统已进入现场实用。波分复用(WDM)技术不断发展,已成为网络升级、增加容量的最佳选择方案。DWDM试验系统容量每隔几个月就被刷新一次,在2002年3月OFC2002年会上,DWDM试验系统容量最高记录已达10.93Tbit/s。

为了适应光纤通信的这种发展,近年来光纤技术也有了长足的进步。2000年4月在日内瓦召开的(1997~2000年)研究期末会议上,ITU-T SG15除了没有对G.651(1993年,50/125 $\mu$ m多模光纤参数的定义和试验方法)修改外,对G.652, G.653, G.654和G.655均作了修改。G.652光纤,除了适用于传输速率最高为2.5Gbit/s的G.652.A外,又多了两种性能更高的G.652.B和G.652.C光纤,传输速率可达到10Gbit/s。新标准把G.655光纤分为两类:G.655.A和G.655.B。G.652.A光纤用于G.691规定的带光放大器的波分复用系统,只能用在C波段且色散值范围为0.1~6.0Ps/nm $\cdot$ km。G.655.B类光纤适用于G.692规定的速率高达10Gbit/s(STM-64)、波道间隔不超过100GHz的带光放大器的密集波分复用传输系统,可用于C, L两波段。现在世界上许多公司都做出了G.655.B类光纤,其中佼佼者康宁公司的第三代大有效面积光纤(LEAF)和朗讯(Lucent)公司的真波光纤。

下面提供的是未来市场对光纤需求的一些分析,大家可以从中看出光纤的使用情况和 trends。

### 1. G.652.A和G.652.B

G.652.A和G.652.B仍占最大比例,我国西部在建的长途干线工程、我国大部分城市的城域网建设、接入网的绝大部分(直至引入到楼内的光缆)都可继续采用G.652.A和G.652.B类光纤,估计此类光纤占总光纤用量在数年之内都会维持在68%左右。

### 2. G.655.B光纤

在东部地区以及连接西安、成都等西部枢纽城市的长途光缆可用G.655.B类光纤,估计这部分光纤可占到总量的20%左右。

### 3. 城域网用光纤

城域网一般要用4~16信道的粗波分复用系统。G.652.C和G.655光纤可用于建大城市的城域网的骨干光缆。这两类光纤可占到光纤用量的8%左右。G.652.C类光纤在1260~1625nm整个波段之内都可传输光信号。在O带(1260~1360nm)可开WDM模拟视频;在E带(1360~1460nm)可开DWDM(波长间隔0.8nm,120个信值);在S,C,L带(1460~1625nm)可开2.5Gbit/s, DWDM传输系统。

### 4. 多模光纤

国际上数据通信局域网(LAN)大量用到多模光纤,它正逐步取代铜缆。我国随着接入网向用户侧的推进,接入网的引入光缆和室内软光缆要用到多模光纤。目前用得较多的是A1b(62.5 $\mu$ m/125 $\mu$ m)和A1a(50 $\mu$ m/125 $\mu$ m)两类光纤。A1a类光纤在850nm,最大衰减为2.4~3.5dB/km,最小宽带为200~800MHz $\cdot$ km;在1300nm,最大衰减为0.75~1.5dB/km,最小宽带为200~1200MHz $\cdot$ km;A1b光纤在850nm,最大衰减为2.8~3.5dB/km,最小宽带为100~800MHz $\cdot$ km;在1300nm,最大衰减为0.7~1.5dB/km,最小宽带为200~1000MHz $\cdot$ km。

现在数据通信局域网采用了CWDM(粗波分复用技术,一般4~16信道),为网络从1Gbit/s向10Gbit/s以上升级提供了确定的技术路线。为了适应LAN向Gbit/s以上升级,各厂商正在极力提高A1a类光纤850nm的带宽。在链路中应用低价的850nm波长垂直腔表面发

射激光器 (VCSEL) 和两级编码技术把此类光纤的激光器带宽提高到  $2\ 000\text{MHz} \cdot \text{km}$ , 它支持  $10\text{Gbit/s}$  以太网单通道传  $300\text{m}$ 。随着使用 CWDM 和 VCSEL 的普及, 估计今后 A1a 类光纤应用量会超过 A1b 类光纤, 以便接受较多的光源信号。现在为提高速率到  $1\text{Gbit/s}$  甚至  $10\text{Gbit/s}$ , 改用 LD 光源, 所以又转到数值孔径较小的 A1a 类光纤了。

### 5. POF 光纤

塑料光纤也是一种多模光纤, 在 IEC 中定为 A4 光纤, 可用于 FTTD, 即光纤到办公桌。日本 ASAHI GLASS 公司使庆应大学 GI-POF 技术商品化, 采用全氟化聚合物 (CYTOP) 制造 GI 光纤, 其衰减可达  $1.5 \sim 2.5\text{dB}/100\text{m}$ , 传输速率可达  $3\text{Gbit/s}$ , 带宽  $>200\text{MHz} \cdot \text{km}$ 。该光纤在  $700 \sim 1\ 300\text{nm}$  宽带围内表现出低衰减。此种塑料光纤可用于短距离光通信和室内传输线 (含家庭用和办公自动化)。预计, 在解决全光纤化通信的最后一段 ( $100\text{m}$  或  $300\text{m}$ ), 可能就会使用这类 GI-POF 光纤了。朗讯也进军 GI-POF, 以日本旭硝子公司的氟树脂 (CYTOP) 光纤为基础在  $850 \sim 1\ 300\text{nm}$  传高速数据  $100\text{m}$ 。KMI 研究报告指出, POF 是一个有增长潜力的领域。

## 习 题

1. 什么是光纤通信? 它与电缆通信相比有何主要优点?
2. 常用光缆线路的施工形式有哪些? 长途光缆线路的施工形式主要是什么? 施工形式的选择主要考虑哪些因素?
3. 在我国的骨干网和本地网中, 分别采用哪些标准类型的光纤? 它们各自的主要特点是什么?
4. 光缆线路工程与电缆线路工程相比有哪些不同?
5. 查找资料, 了解同轴电缆和微波波导的基本结构和运用场合 (以便于大家与光缆进行对比)。

通信光缆是光纤通信工程的主体，在我国的通信网中，无论是骨干网还是本地网，通信光缆都是名符其实的“主角”。本章将重点介绍通信光缆的分类、各种常用光缆的端面结构、光缆的端别判别、纤序的排列方式及光缆的型号表示方法等，最后，简要介绍国际国内有关光纤光缆的标准名称，供大家查阅相关资料使用。

### 2.1 光缆的种类、结构、型号及端别

#### 2.1.1 常用光缆的分类

##### 1. 按缆芯结构分

按缆芯结构的特点，光缆可分为层绞式光缆、中心管式光缆和骨架式光缆。

- (1) 层绞式光缆将几根至十几根或更多根光纤或光纤带子单元围绕中心加强件螺旋绞合(S 绞或 SZ 绞)成一层或几层的光缆。
- (2) 中心管式光缆是将光纤或光纤带无绞合直接放到光缆中心位置而制成的光缆。
- (3) 骨架式光缆是将光纤或光纤带经螺旋绞合置于塑料骨架槽中构成的光缆。

##### 2. 按线路敷设方式分

按敷设方式,光缆可分为架空光缆、管道管缆、直埋光缆、隧道光缆和水底光缆。

- (1) 架空光缆是指光缆线路在经过地形陡峭、跨越江河等特殊地形条件和城市市区无法直埋及赔偿昂贵的地段时，借助吊挂钢索或自身具有抗拉元件悬挂在已有的电线杆、塔上的光缆。
- (2) 管道光缆是指在城市光缆环路、人口稠密场所和横穿马路时，穿入用于保护的聚乙烯管内的光缆。
- (3) 直埋光缆是指光缆线路经过市郊或农村时，直接埋入规定深度和宽度的缆沟的光缆。
- (4) 隧道光缆是指经过公路、铁路等交通隧道的光缆。
- (5) 水底光缆是穿越江河湖海水底的光缆。

##### 3. 按缆中光纤状态分

按光纤在光缆中是否可自由移动的状态，光缆可分为松套光纤光缆、半松半紧光纤光缆和紧套光纤光缆。



(1) 松套光纤光缆的特点是光纤在光缆中有一定自由移动空间, 这样的结构有利于减少外界机械应力(或应变)对涂覆光纤的影响。

(2) 半松半紧光纤光缆中的光纤在光缆中的自由移动空间介于松套光纤光缆和紧套光纤光缆之间。

(3) 紧套光纤光缆的特点是光缆中光纤无自由移动空间。紧套光纤是在光纤预涂覆层外直接紧贴一层合适的塑料紧套层。紧套光纤光缆直径小、重量轻、易剥离, 敷设和连接, 但高的拉伸应力会直接影响光纤的衰减等性能。

#### 4. 按使用环境与场合分

根据使用环境与场合光缆主要分为室外光缆、室内光缆及特种光缆三大类。由于室外环境(气候、温度、破坏)相差很大, 故这几类光缆在构造、材料、性能等方面亦有很大区别。

室外光缆由于使用条件恶劣, 光缆必须具有足够的机械强度、防渗能力和良好的温度特性, 其结构复杂; 室内光缆则主要考虑结构紧凑、轻便柔软并应具有阻燃性能; 特种光缆用于特殊场合, 如海底、污染区或高原地区等。

#### 5. 按网络层次分

按网络层次的不同光缆可分为长途光缆(长途端局之间的线路包括省际一级干线、省内二级干线), 市内光缆(长途端局与市话端局以及市话端局之间的中继线路), 接入网光缆(市话端局到用户之间的线路)。

### 2.1.2 光缆结构中所用材料及其性能

光缆是由光纤、高分子材料、金属—塑料复合带及金属加强件等共同构成的光信息传输介质。光缆结构设计要点是根据系统通信容量、使用环境条件、敷设方式、制造工艺等, 通过合理选用各种材料来赋予光纤抵抗外界机械作用力、温度变化、水作用等保护。

图 2.1 所示的是所用材料种类最多的 GYTY53+333 层绞式钢带纵包双层钢丝铠装光缆的横截面图。由图可知, 层绞式钢带纵包双层钢丝铠装光缆是由光纤、高分子材料、皱纹钢塑复合带、双层钢丝铠装层和金属加强件等共同构成的。

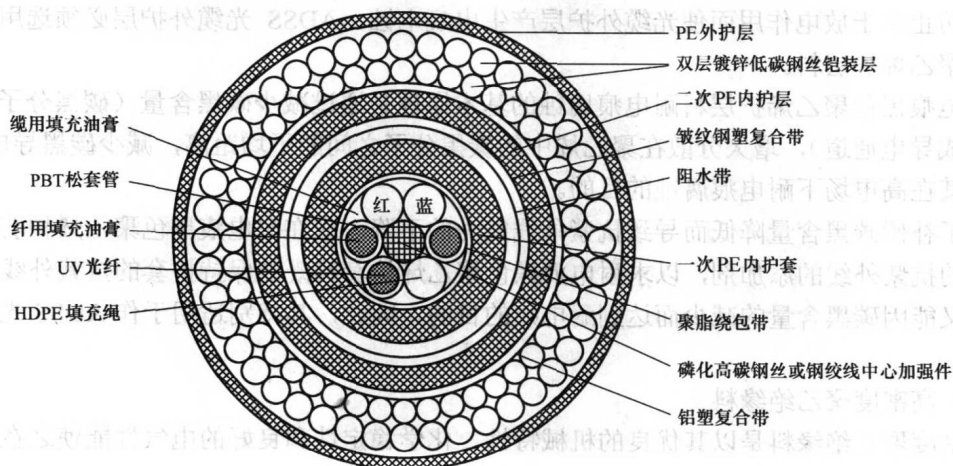


图 2.1 层绞式钢带纵包双层钢丝铠装光缆结构图