

9-1

手

电信
工程设计

册

DIANXIN GONGCHENG SHEJI SHOUCE

长途光通信系统(公用网)

73.4073
343

电信工程设计手册

长途光通信系统

(公用网)

邮电部设计院 编
福建省邮电管理局

章期倜 赵孟如 主编
杨兆麒 章期倜 总审

人民邮电出版社

登记证号(京)143 号

内 容 提 要

本书是《电信工程设计手册》的一个分册。由邮电部设计院和福建省邮电管理局,根据国内长途光通信工程的实践经验及国外长途光通信的有关资料编辑而成的。全书共有二十章,包括长途光缆通信传输系统工程设计的内容范围与方法步骤、查勘与测量、进网要求、传输设计、光纤光缆、光传输设备、PCM 复用设备、光纤通信系统的辅助设备、监测和控制系统、海底光缆、光纤视频传输系统,以及建筑安装工程的概预算与估算、经济评价等。

本书内容丰富全面,技术较新,有大量数据和图表,可供从事本专业的工程设计、施工和维护人员使用,也可供有关院校师生参考。

电信工程设计手册 长途光通信系统(公用网) 9—1

邮电部设计院编
福建省邮电管理局

章期倜 赵孟如 主编
杨兆麒 章期倜 总审

*

人民邮电出版社出版发行
北京东长安街 27 号
人民交通出版社印刷厂印刷
新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092 1/16 1991 年 12 月第一版
印张: 67 8/16 页数: 540 1991 年 12 月北京第 1 次印刷
字数: 1693 千字 插页: 1 印数: 1—3500 册
ISBN 7-115-04573-9/TN·482
定价: 55.40 元

《电信工程设计手册》

编 审 委 员 会

主任委员：

宋直元

副主任委员：

张端权 杨兆麒 鲁岚峰

委员（按姓氏笔划为序）：

于保民 王瑞陞 业治铸 刘 沈 刘宗汉

伍读华 许 敏 杨永中 季正益 贾宝顺

俞天麟 徐寿曾 裘祖聿

前 言

随着我国国民经济迅速增长，以及对外执行开放政策，国民经济各部门和人民群众对通信的需求急剧增长，加速通信建设，迅速提高通信能力和通信服务水平，改变通信落后面貌，已成为我国当前的迫切任务。

设计工作是通信建设的关键环节。设计对通信规划，保证工期，保证质量，节约投资，采用新技术，取得最好的经济效益等起着关键性的作用。为了进一步提高设计效率，提高设计质量，提高勘测设计人员的水平，促进技术进步，提高基本建设投资效果，我司已商请邮电部设计院等单位组织有关专家编写《电信工程设计手册》，经我司组织审定后，将按专业分册交人民邮电出版社编辑出版发行。

这套手册是结合实际工作需要和建国以来邮电设计经验总结编写的，力求实用。主要内容有比较全面的邮电通信勘察设计技术资料、经验数据及常用图表，以供邮电通信建设工程技术人员引用。

《电信工程设计手册》在各单位、各方面专家共同辛勤努力下，克服了不少编写困难，终于开始正式出版了。这无疑是对我国通信建设的一个贡献。由于是第一次组织这样大型的、整套的手册，而且是分册陆续出版，难免有缺点和不足之处，希望各地读者在使用过程中及时把意见反馈给我司，以便今后修订提高，使这套手册在我国通信建设中发挥更大的作用。

邮电部基本建设司

1991年2月

编 者 的 话

光纤通信是信息时代的主要标志之一，它具有一系列优异的特性，突出的优点是通信容量特别大，无中继传输距离很长。其应用面之广，发展速度之快，是通信史上罕见的。它给科学技术发展和社会生活带来深远的影响。

我国在改革开放总方针的指引下，大力开展光纤通信系统的科研、生产和应用工作，并已取得了可喜的成绩。与此同时，为了加速我国现代化通信建设，已经引进了几十个长途光纤通信系统工程，并仍在继续引进。几年来，通过长途光缆通信系统工程的设计、敷设与安装，积累了一定的工程建设经验。为了满足通信建设发展的需要，我们借鉴国外的工程技术资料，结合国内的实践经验，编写了《电信工程设计手册—长途光通信系统》一书。

本手册的主要读者对象是长途光缆传输工程的工程设计人员，并可供从事光缆传输通信维护、管理、器材供应，以及通信科研、教学的技术人员参考。希望本书能起到长途光缆通信系统工程设计教科书的作用，帮助读者能较全面、系统和正确地掌握光缆传输工程设计技术。

本手册共分二十章，第一、二章为第一单元，介绍长途光缆通信系统工程设计的内容与范围，以及勘察测量的步骤与方法。

第三、四两章为第二单元，是工程设计的总体部分，主要内容有通路组织设计、传输设计和系统的进网要求。其中进网要求是阐明怎样才能使本系统能通畅地纳入国家公用通信网。

第三单元是光缆线路设计部分，包括光纤、光缆、光缆线路的敷设与安装设计，本单元力求结合我国沿用同轴电缆线路的敷设安装经验，充分利用原有建筑标准和器材规格，因为这些都是行之有效的。

第四单元是系统设备的设计部分，包括光电器件、光传输终端设备和光中继站、PCM复用设备、系统辅助设备，以及光传输站的设计等。在光传输站的设计中，内容介绍较全面，尽可能采用工程实例，以便起到示范作用。

第五单元是光纤传输系统的测量、电源系统设计、海底光缆传输系统、光纤视频系统传输工程和光缆线路防护的介绍。在光纤传输系统的测量中，有单缆、单机、中继段和全程系统的测量项目和方法，是工程建设和竣工验收不可缺少的重要一环。在电源设计中，大力推荐了行之有效的太阳能新能源；对海底光缆传输系统和光纤视频传输系统作了简单扼要而又较全面的介绍。

第六单元是技术经济分析，包括有系统工程投资和工程财务评价。这里介绍了用计算机编制工程概预算的程序和单价，还运用了动态分析来进行工程财务评价，它在工程设计投标活动中，获得了积极和夺标的良好效果。

本手册由邮电部设计院教授级高级工程师章期倜和福建省邮电管理局副总工程师赵孟如主编，邮电部设计院编写部分由杨兆麒审核，福建省邮电管理局编写部分由章期倜审核，最

后由杨兆麒总审。参加编写和审校的，邮电部设计院有章期倜、陆林元、笄宠云、董德民、张林兴、肖建新、吴庆余、郭建民、赵秉信、熊兆飞、谭育华、杨延春、袁顺、杨明君、黄骏、李琴芳、弭铃、林成同志；福建省邮电管理局有赵孟如、廖锡模、郭则铭、林跃奎、陈春湘、郑守琛、赵榕、陈薇、柳建明、吴强、周荣等同志。

由于光通信系统是一门新技术，而我们的技术和编写水平不高，错误和缺点在所难免，敬希读者指正，以便今后改进和提高，并将意见函告邮电部设计院。

邮电部设计院
福建省邮电管理局
1990年10月

目 录

第一章 长途光缆通信传输系统工程设计的内容范围及步骤

1.1	概述	1
1.1.1	基本要求	1
1.1.2	设计程序	1
1.2	可行性研究报告的内容和要求	3
1.2.1	总论	3
1.2.2	需求预测和拟建规模	3
1.2.3	拟建方案论证	3
1.2.4	对工程建设有关的配套建设项目安排的建议	4
1.2.5	建设可行性条件	4
1.2.6	建设进度安排的建议	4
1.2.7	项目建成后维护组织、劳动定员和人员培训的建議或估算	4
1.2.8	工程量、设备器材和投资估算及技术经济分析	4
1.2.9	其它	5
1.2.10	附件及附图	5
1.3	初步设计的内容与要求	5
1.3.1	综合部分	6
1.3.2	光缆线路部分	7
1.3.3	光纤数字设备安装部分	7
1.4	施工图设计的内容及主要要求	9
1.4.1	综合部分分册	9
1.4.2	光缆线路分册	10
1.4.3	局（站）数字传输设备安装分册	11

第二章 长途光缆通信传输系统工程设计的查勘与测量

2.1	目的和任务	13
2.2	长途光缆线路路由的选择	13
2.2.1	长途干线光缆线路路由的选择	13
2.2.2	中继光缆线路和进局（站）光缆线路路由的选择	14
2.3	长途光通信数字设备站站址的选定	14

2.3.1	长途光通信数字设备站的类型及设置原则	14
2.3.2	长途光通信传输系统工程终端站站址的选择要求	15
2.3.3	中继站的站址选定	16
2.4	工程可行性研究报告和工程方案查勘	17
2.4.1	工程可行性研究报告及工程方案查勘的任务	17
2.4.2	查勘前的准备工作	17
2.4.3	工程可行性研究报告和工程方案查勘需搜集的资料	17
2.4.4	现场查勘	18
2.5	长途光缆线路的勘测	19
2.5.1	初步设计查勘	19
2.5.2	施工图测量	23
2.6	光纤数字通信站和有人再生中继站的勘察	27
2.6.1	勘察工作的内容深度与要求	27
2.6.2	勘察前的准备工作	27
2.6.3	现场勘察工作	28
2.7	电源设计查勘	33
2.7.1	概述	33
2.7.2	查勘工作内容	34
2.7.3	中继站供电方式的勘查	35
2.8	附表	37

第三章 光通信系统的构成和进网要求

3.1	光通信系统的基本构成	39
3.1.1	概述	39
3.1.2	光通信系统的分类	41
3.1.3	光通信系统的构成	42
3.2	光通信系统的传输方式	44
3.2.1	数字传输方式	44
3.2.2	模拟传输方式	46
3.3	线路码型	49
3.3.1	光端机与 PCM 电端机的接口信号脉冲码型	49
3.3.2	对线路码型的要求及几种常用的码型	49
3.4	波分复用 (WDM) 传输系统	57
3.4.1	概述	57
3.4.2	波分复用传输系统的基本构成	57
3.4.3	设计时的几点考虑	58
3.4.4	复用器和解复用器	58
3.5	多终端网络光纤通信系统	59
3.5.1	基本结构及设计时的主要考虑	59
3.5.2	多终端系统网络	60

3.6	长途光缆通信系统的进网要求	62
3.6.1	概述	62
3.6.2	数字光缆传输系统的主要要求	63
3.6.3	接口要求	64
3.6.4	长途传输中的信号转换和接口	65
3.6.5	网同步	70

第四章 通路组织和传输设计要求

4.1	业务预测	77
4.1.1	概述	77
4.1.2	业务预测的原则	77
4.1.3	工程项目的满足年限	77
4.2	长话业务预测	77
4.2.1	各交换点业务总量预测	77
4.2.2	各局年增长率的数学模型	78
4.2.3	长话网上各交换点之间长话业务流量流向预测数学模型	80
4.2.4	调查内容	83
4.3	电路计算	83
4.3.1	长途交换电路的计算	84
4.3.2	传输电路数的计算	87
4.4	通路组织的制定	88
4.4.1	本工程承担电路数的计算	88
4.4.2	通路组织原则和安排	91
4.5	传输性能指标	96
4.5.1	数字传输模型	96
4.5.2	误码率	98
4.5.3	抖动	102
4.5.4	可靠性与可用性	106
4.6	长途光缆数字通信工程传输系统的选型	109
4.6.1	概述	109
4.6.2	光缆的选定	112
4.6.3	长途光通信系统的设备选型	118

第五章 光纤

5.1	光纤的种类和结构	123
5.1.1	光纤的种类	123
5.1.2	光纤的结构	124
5.2	光波在光纤中的传播	127
5.3	单模光纤的参数及传输特性	129
5.3.1	损耗	129

5.3.2 光纤的色散和带宽	134
5.4 机械特性	138
5.4.1 光纤强度的现状	138
5.4.2 光纤的断裂	139
5.4.3 对环境条件的依赖关系	140
5.4.4 筛选试验法	141
5.4.5 其他特性	143

第六章 光缆

6.1 光缆的结构	147
6.1.1 光缆的基本结构	147
6.1.2 光缆的设计	150
6.1.3 局内光缆	173
6.2 光缆的特性	174
6.2.1 紧套光纤芯线与单位的特性	174
6.2.2 松缓冲套光纤芯线与单位的特性	176
6.2.3 长途光缆的特性	178
6.2.4 架空光缆的特性	183
6.3 光缆的型号、识别标志、制造长度及包装	184
6.3.1 光缆型号的编制办法	184
6.3.2 识别标志、制造长度和光缆用材料	187
6.3.3 光缆的包装及标志	187
6.4 长途光缆结构实例	188
6.4.1 围绕中心加强构件层绞式光缆	188
6.4.2 单位式层绞综合光缆	197
6.4.3 骨架式光缆	199
6.4.4 架空光缆	202
6.4.5 其它结构光缆	205

第七章 长途光缆线路的敷设和安装设计

7.1 概述	209
7.1.1 需要特别注意的几个问题	209
7.1.2 敷设张力的估算	209
7.2 敷设类别	218
7.2.1 光缆线路敷设安装的关键问题	218
7.2.2 光缆线路的敷设类别	219
7.2.3 敷设前的准备工作	221
7.3 直埋式光缆线路的敷设与安装设计	221
7.3.1 直埋式光缆线路的敷设工作流程	221
7.3.2 直埋式光缆线路的敷设	221

7.3.3	敷缆后的检验和处理	229
7.3.4	回填	229
7.3.5	光缆路由标志	232
7.3.6	光缆防机械损伤的保护措施	232
7.4	长途通信管道光缆线路的敷设与安装设计	243
7.4.1	概述	243
7.4.2	长途通信光缆线路建设管道的一般原则	243
7.4.3	新建管道路由的选择要求	243
7.4.4	管道建筑标准	244
7.4.5	管材的规格种类及管孔的选用	245
7.4.6	长途管道光缆的敷设与安装	252
7.4.7	管道光缆的防机械损伤	256
7.5	长途架空光缆线路的架设与安装设计	259
7.5.1	架空光缆线路的适用范围及架设方式	259
7.5.2	架空光缆线路与其他建筑设施的隔距	260
7.5.3	长途架空光缆的电杆和吊挂设备	261
7.5.4	光缆吊线强度的计算	263
7.5.5	长途架空光缆线路的架设	266
7.5.6	长杆档架空光缆	273
7.6	水底光缆线路	274
7.6.1	概述及一般规定	274
7.6.2	水底光缆设计长度的确定	276
7.6.3	水底光缆铠装结构的选择	278
7.6.4	水底光缆的敷设	279
7.6.5	水底光缆的保护	283
7.7	桥上光缆线路的敷设与安装设计	289
7.7.1	概述	290
7.7.2	钢结构桥上的管道建筑	293
7.7.3	钢筋混凝土桥上的管道建筑	294
7.7.4	在木桥和石桥上的管道建筑	297
7.7.5	架空光缆过桥的装设方法	298
7.8	局内成端	299
7.8.1	进局光缆的布放	299
7.8.2	局(站)内光缆的安装	299
7.8.3	光缆终端设备及终端盒	301
7.9	光纤接续	305
7.9.1	光纤接续技术	305
7.9.2	光缆护套的接续	315

第八章 光纤通信用光电器件

8.1	概述	325
8.2	光源	326
8.2.1	对光源的要求	326
8.2.2	光源的分类	326
8.2.3	发光二极管 (LED)	327
8.2.4	半导体激光管 (LD)	331
8.3	光检测管	346
8.3.1	基本要求和种类	346
8.3.2	光检测管的基本特性和参数	347
8.3.3	光纤通信常用的检测管及其特性	350
8.4	光无源器件	356
8.4.1	光纤连接器	356
8.4.2	光隔离器	362
8.4.3	光开关	363
8.4.4	分波器和合波器	367
8.4.5	光衰减器	369

第九章 光传输设备

9.1	概述	371
9.2	光端机	371
9.2.1	光发送机	371
9.2.2	光接收机	379
9.2.3	公用设备	380
9.2.4	光端机的主要方框图及说明	381
9.2.5	系统告警单元、监测盘、辅助信号编译码及接口、电源盘	387
9.2.6	光端机的性能	388
9.2.7	光端机的技术特性汇总	390
9.3	光中继器	398
9.3.1	概述	398
9.3.2	光中继器的功能框图及主要性能	398
9.3.3	光中继器的类型和机箱	400
9.3.4	光中继器的技术特性	405

第十章 脉冲编码调制 (PCM) 复用设备

10.1	脉冲编码调制 (PCM)	406
10.1.1	概述	406
10.1.2	模拟信号数字化原理	407
10.1.3	单话路 PCM 的构成及工作过程	416

10.1.4	PCM 信道音频特性	418
10.2	数字多路复用	424
10.2.1	PCM 系列	424
10.2.2	数字多路复接构成方式	426
10.2.3	PCM 方式与 FDM 方式的互接	428
10.3	基群终端设备 (PCM-30)	428
10.3.1	概述	428
10.3.2	PCM-30 终端设备的性能	430
10.3.3	PCM-30 音频复用设备	435
10.4	二次群/三次群数字复用设备	439
10.4.1	概述	439
10.4.2	机架尺寸与组成	439
10.4.3	技术特性	440
10.4.4	功能方框说明	444
10.5	四次群数字复用设备	445
10.5.1	概述	445
10.5.2	性能要求	446
10.5.3	机架尺寸与组成	446
10.5.4	技术特性	447
10.6	M_{31} 和 M_{42} 跳群数字复用设备	448
10.6.1	概述	448
10.6.2	机架组成	450
10.6.3	技术特性	452
10.6.4	功能方框说明	453
10.7	分出/插入 (D/I) 分路数字复用设备	454
10.7.1	概述	454
10.7.2	分出/插入 (D/I) 原理	455
10.7.3	D/I 工作方式	458
10.7.4	技术特性	462
10.8	零次群数字复用设备 (ZDME)	464
10.8.1	概述	464
10.8.2	技术特性	465
10.8.3	功能	466
10.9	TDM/FDM60 路复用转换设备 (T-MUX)	471
10.9.1	概述	471
10.9.2	数字接口	471
10.9.3	模拟接口	473
10.9.4	复用转换设备的话音通路	475
10.9.5	时钟与同步	482
10.10	自适应差分脉冲编码调制设备 (ADPCM)	483

10.10.1	概述	483
10.10.2	系统性能	483
10.10.3	技术特性	484
10.10.4	附加设备	488

第十一章 光纤通信系统的辅助设备

11.1	概述	489
11.2	辅助信号的传输制式	489
11.2.1	电或光导线	490
11.2.2	数字光传输方式	490
11.2.3	模拟传输方式	491
11.3	保护倒换设备	492
11.3.1	概述	492
11.3.2	线路保护倒换系统的基本组成和转换性能	493
11.3.3	系统说明	497
11.3.4	机架及组成	499
11.3.5	技术特性	504
11.4	远供系统	506
11.4.1	概述	506
11.4.2	远供系统的性能要求	506
11.4.3	远供发送设备	507
11.4.4	远供设备	510
11.5	数字配线架	512
11.5.1	概述	512
11.5.2	荷兰 APT 公司的数字配线架	512
11.5.3	日本 NEC 公司的数字配线架	515
11.5.4	中国广州通信设备厂的数字配线架	518
11.6	公务通信系统	519
11.6.1	概述	519
11.6.2	长途干线公务通信系统的结构	520
11.6.3	公务复用设备	521
11.6.4	手提式公务话机	527

第十二章 监测和控制系统

12.1	概述	531
12.1.1	监控系统的设计目标	531
12.1.2	监控方案的考虑原则	531
12.1.3	监控信息的传输通路	533
12.1.4	监控系统的总体构成	534
12.2	光缆通信系统的中央监测系统	534

12.2.1	目的	534
12.2.2	系统组成	536
12.2.3	技术特性	538
12.3	光通信系统的中央监测设备	541
12.3.1	性能	541
12.3.2	设备组成与机架尺寸	541
12.3.3	技术特性	542
12.3.4	主要功能	542
12.4	光通信系统的辅助中央监测设备	544
12.4.1	性能	544
12.4.2	机架尺寸与组成	544
12.4.3	技术特性	546
12.5	光通信系统的线路监测设备	550
12.5.1	性能	550
12.5.2	机架尺寸与组成	551
12.5.3	技术特性	552
12.5.4	主要功能	553
12.6	光通信系统的复用监测设备	558
12.6.1	性能	558
12.6.2	机架尺寸与组成	560
12.6.3	技术特性	560
12.6.4	主要功能	561
12.7	光通信系统的传感器监测设备	564
12.7.1	性能	564
12.7.2	机架组成与尺寸	565
12.7.3	技术特性	566
12.7.4	主要功能	567
12.8	光通信系统监控系统的控制终端	569
12.8.1	性能	569
12.8.2	结构和尺寸	571
12.8.3	便携式控制终端的技术特性	573
12.8.4	CT 系统容量	573
12.8.5	CT 系统特点	574

第十三章 光通信站设备安装设计

13.1	概述	575
13.2	光通信机房设计	575
13.2.1	机房面积的确定	575
13.2.2	设备配置	576
13.2.3	设备布置	577

13.2.4	局内配线电缆的选择	578
13.2.5	光通信机房耗电量的估算	579
13.2.6	电源线的选择	582
13.2.7	接地	591
13.2.8	列架设计	591
13.3	电力机房设计	595
13.4	光通信站主要生产机房工艺对土建要求	596
13.5	中继站设计	600
13.6	光通信机房设备安装设计主要图纸	604

第十四章 电源设计

14.1	概述	621
14.1.1	光缆站的用电要求	621
14.1.2	光缆供电特点及其供电方案	623
14.2	光缆站的供电系统	624
14.2.1	光缆有人站的供电系统	624
14.2.2	光缆无人站的供电系统	625
14.3	光缆站负荷计算	628
14.3.1	光缆有人站负荷计算	628
14.3.2	光缆无人站负荷计算	629
14.4	电源设计	629
14.4.1	设计内容及要求	629
14.4.2	设计方法	630
14.5	地线设计	640
14.5.1	光缆站的接地要求	640
14.5.2	光缆站的地线设计	641
14.6	机房建筑要求	648
14.6.1	光缆有人站的机房建筑要求	648
14.6.2	光缆无人站的机房建筑要求	649

第十五章 光缆通信传输系统的测量

15.1	概述	652
15.2	光纤参数的测量	653
15.2.1	几何尺寸的测量	653
15.2.2	光学特性的测量	657
15.2.3	传输特性的测量	671
15.2.4	CCITT 推荐的标准光纤的测量方法	683
15.3	光缆的机械强度和环境物理性能试验	684
15.3.1	概述	684
15.3.2	机械强度试验	685