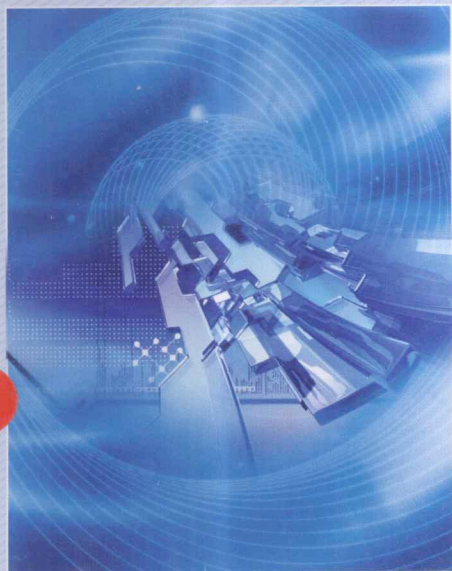


线务工程

XIANWU GONGCHENG

主 编 曾庆珠



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

013067214

TN913.3
09

线务工程

主 编 曾庆珠

副主编 杜庆波 曹 雪 黄先栋

朱 彬 沈 敏 展银洪

郭培虎 吴 旌



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



北航

C1674676

TN913.3
09

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

线务工程/曾庆珠主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2013. 6

ISBN 978 - 7 - 5640 - 7721 - 1

I. ①线… II. ①曾… III. ①通信线路 - 线路工程 IV. ①TN913.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 107188 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 426 千字

版 次 / 2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

定 价 / 46.00 元

责任编辑 / 申玉琴

文案编辑 / 施胜娟

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

《线务工程》的编写按照“以通信工程施工为主线，以理论与实践相结合为原则，以通信工程岗位职业技能培养为重点”，使学生的知识、技能、职业素质更贴近通信工程职业岗位要求。本书按照通信工程规划、设计、施工、验收的工作流程设计典型工作任务，将理论、实践、实训内容、职业技能鉴定内容融为一体，通过进行团队合作，让学生参与整个工作过程，形成“教、学、做一体化”的教学模式。

本书的编写采用层次递进、课内课外相结合的方式组织内容，坚持“以应用为核心”，立足于“理论够用，重在实践”。以学到实用技能、提高职业能力为出发点，培养学生综合的通信工程能力，激励并引导学生自主学习和创新学习，锻炼学生后续自学的能力。

本书的具体编写分工如下：第一章、第二章、第三章、第四章、第六章、第七章、第九章、第十章、第十一章、第十三章、第十四章、第十五章、第十七章、第十八章由曾庆珠编写；第五章由郭培虎、吴旌和朱彬编写；第十二章由杜庆波和吴旌编写；第十六章由展银洪和黄先栋编写；全书由曾庆珠负责统稿。

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

Contents 目录

Contents

第一部分 通信工程基础知识

第一章 通信工程概述	3
1.1 通信网	3
1.1.1 通信网的基本概念	4
1.1.2 通信网的分类	4
1.1.3 通信网的基本结构	4
1.1.4 通信网的拓扑结构	5
1.2 通信工程	6
1.2.1 通信工程分类	6
1.2.2 通信工程的岗位	7
1.2.3 通信工程的施工业务流程	7
第二章 全塑电缆	9
2.1 全塑电缆的结构及分类	9
2.1.1 全塑电缆及其结构	9
2.1.2 电缆分类	12
2.2 全塑电缆的型号	12
2.3 电缆色谱	14
2.4 全塑电缆的端别	19
2.5 全塑电缆的标识	19
2.6 全塑电缆的电气特性	20
第三章 光纤光缆	22
3.1 光学	22
光的传播	23
3.2 光纤光缆的结构及型号	24
3.2.1 光纤的结构与分类	24
3.2.2 光缆	27
3.2.3 光缆端别及纤序识别	31

第四章 工程基础项目	34
4.1 通信网络	34
4.2 电缆	36
4.3 光缆	37
4.4 光纤参数测量	38

第二部分 通信工程基础建设

第五章 架空杆路	43
5.1 杆路材料	43
5.1.1 电杆	43
5.1.2 线材	44
5.1.3 线路铁件	44
5.1.4 其他部件	45
5.2 架空杆路标准	45
5.2.1 负荷区的划分和安全系数的取定	45
5.2.2 架空杆路与其他线路和建筑物的隔距	46
5.2.3 电杆编号的规定	47
5.3 杆路建筑	48
5.3.1 电杆的类型及用途	48
5.3.2 电杆安装	49
5.3.3 拉线安装	50
5.3.4 拉线和撑杆	50
5.3.5 吊线	51
第六章 管道工程	52
6.1 通信管道及器材	52
6.1.1 通信管道组成	52
6.1.2 管道分类	54
6.2 管道路由及位置的选择	56
6.2.1 管道路由选择	56
6.2.2 管道埋设位置的确定	56
6.2.3 管道容量	57
6.3 管道建筑施工	58
通信管道建设	58
6.4 管道的防护设计	70
6.4.1 标石防护设计	70
6.4.2 管道的维护	70

第七章 工程基础建设	72
7.1 概述	72
7.2 通信设备防雷	73
7.2.1 雷电对通信设备的危害	73
7.2.2 防雷的基本方法	74
7.3 通信设备静电防护	76
7.3.1 ESD 概念以及特点	76
7.3.2 静电控制	76
7.3.3 常用 ESD 控制方法	77
7.4 接地技术	79
7.4.1 设备的接地	79
7.4.2 接地方式及测量	81
7.4.3 中心机房的接地要求	83
7.4.4 通信设备接地要求	83
7.5 工程环境可靠性	85
第八章 通信工程基础建设项目	87
8.1 管道工程和杆路工程	87
8.2 接地	88
8.3 接地电阻测试	90
8.4 河宽测量	91
8.5 角深测量	92
8.6 登杆	95

第三部分 通信工程施工

第九章 光缆施工准备	99
9.1 光缆线路施工概述	99
9.1.1 光缆线路工程建设程序	99
9.1.2 光缆线路工程的特点	103
9.1.3 光缆线路工程施工主要工序流程	105
9.2 光缆线路施工流程	106
9.3 光缆单盘检验	109
9.3.1 单盘检验的规定及复测	109
9.3.2 光缆单盘检验项目中光纤损耗量	110
9.3.3 光缆护层的绝缘检查	111
9.3.4 单盘检验程序	112
9.3.5 应注意的问题	113

目 录

9.4 光缆配盘	114
9.4.1 光缆配盘的要求	114
9.4.2 光缆配盘表	114
第十章 光缆的敷设	118
10.1 光缆的分屯运输及敷设规定	118
10.1.1 光缆的分屯运输	118
10.1.2 光缆敷设的一般规定	119
10.2 架空光缆的敷设	120
10.2.1 架空光缆线路的一般要求	120
10.2.2 架空光缆杆路建筑	121
10.2.3 架空光缆的敷设方式	127
10.3 直埋光缆的敷设	130
10.3.1 挖沟	131
10.3.2 直埋光缆的敷设方法	132
10.3.3 埋式光缆的机械保护	133
10.3.4 直埋光缆“三防”	134
10.3.5 光缆沟的预回土和回填	135
10.3.6 光缆路由标石的设置	135
10.4 管道光缆的敷设	136
10.4.1 清洗管道	136
10.4.2 预放塑料子管	137
10.4.3 光缆牵引端头的制作方法	137
10.4.4 管道敷设的主要机具	138
10.4.5 管道光缆的敷设方法	140
10.4.6 管道光缆的敷设步骤	141
10.4.7 人孔内光缆的安装	141
10.5 水底光缆的敷设	142
10.5.1 水底光缆敷设、安装的一般要求	142
10.5.2 水底光缆敷设的主要方法	144
10.6 进局光缆的敷设	146
10.6.1 进局光缆敷设、安装的一般要求	146
10.6.2 进局光缆的敷设	147
10.6.3 进局光缆的安装、固定	148
10.7 顶管技术	148
第十一章 电缆工程	150
11.1 电缆接续	150
11.1.1 全塑电缆芯线接续的一般规定	151

11.1.2 扣式接线子	151
11.1.3 模块式接线子	152
11.1.4 接续步骤和内容	154
11.2 电缆接头封装	156
11.2.1 电缆接头封装的基础理论	156
11.2.2 热缩套管封盒	159
11.3 电缆成端	165
11.3.1 电缆线路	165
11.3.2 电缆入局	166
11.3.3 成端电缆	169
11.4 电缆交接箱	171
11.4.1 电缆交接箱结构	171
11.4.2 电缆交接箱安装	172
11.5 电缆分线盒	179
11.5.1 分线设备的分类	179
11.5.2 分线设备结构	180
11.5.3 分线设备安装	181
11.5.4 分线设备标识	182
11.6 电缆配线	182
11.7 电缆芯线障碍检修	185
11.7.1 通信电缆障碍的分类	185
11.7.2 通信电缆线路障碍测试及步骤	187
11.8 电缆线路设备的维护	187
11.8.1 线路设备的维护要求	187
11.8.2 主要维护指标及测试要求	187
第十二章 光缆工程	191
12.1 光缆接续	191
12.1.1 光缆接续要求	191
12.1.2 光纤熔接	192
12.1.3 多芯汇总熔接法	195
12.2 光缆接头盒制作	196
12.3 光缆成端	198
12.3.1 光缆成端的方式	199
12.3.2 光缆成端的一般要求	199
12.3.3 光缆 ODF 成端步骤	200
12.3.4 终端盒方式成端步骤	201
12.3.5 光缆交接箱成端	201

12.3.6 光纤分线盒和碟形光缆	205
第十三章 通信工程施工项目	208
13.1 光、电缆敷设	208
13.2 扣式电缆接续	210
13.3 模块式电缆接续	211
13.4 电缆卡接与成端	211
13.5 光缆接头盒制作	213
13.6 ODF	214
13.7 光缆交接箱和分线盒	215
13.8 SC 冷接头制作	217
13.9 FTTH 皮缆的敷设	219
13.10 电缆绝缘电阻测试	221
13.11 电缆环阻和屏蔽层连通电阻测试	223
 第四部分 工程验收、维护及仪器仪表	
第十四章 通信线路工程验收	229
14.1 光缆线路工程检测	229
14.1.1 光缆线路检测内容	229
14.1.2 光缆中继段竣工光纤特性测试	230
14.1.3 光缆线路电性能测试	231
14.2 工程竣工资料编制	232
14.2.1 编制要求	232
14.2.2 编制内容	232
14.3 工程验收	233
14.3.1 工程验收的依据	233
14.3.2 工程验收的办法	234
第十五章 通信线路工程维护	238
15.1 通信线路维护的内容	238
15.1.1 线路维护责任的划分和任务	238
15.1.2 光缆线路维护技术管理措施及基本制度	239
15.1.3 维护内容、周期和重点工作	240
15.2 光缆线路障碍	240
15.2.1 光缆线路障碍定义及产生原因	240
15.2.2 光缆线路障碍的原因	241
15.2.3 光缆线路障碍点的定位	241

第十六章 安全生产技术	247
16.1 影响安全生产的因素	247
16.2 安全生产的内容	248
16.2.1 线路勘察与测量安全	248
16.2.2 施工现场安全	248
16.2.3 环境保护	249
16.2.4 架空线路	250
16.2.5 常见危险源	255
第十七章 仪器与仪表	257
17.1 光时域反射仪 (OTDR)	257
17.1.1 OTDR 结构与原理	257
17.1.2 OTDR 参数及曲线	259
17.1.3 OTDR 测试方式及步骤	263
17.2 光熔接机	264
17.2.1 光纤熔接机结构	265
17.2.2 光纤熔接机工作原理	265
17.2.3 熔接机使用	266
17.2.4 熔接机参数设置	269
第十八章 通信工程综合项目	272
18.1 线缆成端	272
18.2 光缆测试	275
18.3 机房综合布线	276
18.4 宽带接入综合实训	280
参考文献	282

第一部分 通信工程基础知识

附錄 基督教工部局

卷一 第一

第一章

通信工程概述

教学内容

1. 通信网的基本概念
2. 通信网的分类
3. 通信网的基本结构
4. 通信网的拓扑结构
5. 通信工程分类
6. 通信工程的岗位
7. 通信工程施工业务流程

技能要求

掌握项目组组成及分工

1.1 通信网

随着经济水平与生活需求的不断提高,通信技术逐渐成为金融、信息、交流,甚至商业的基础工具。不断扩大的通信需求以及不断要求提高通信质量、拓宽通信业务范围,已经对通信网络提出了更为严格的要求。当庞大的金融业、商业、服务业都建设在通信系统上的时候,建设高质量的通信网络,确保规范、严谨、无差错的通信工程施工,就成为通信网络中必不可少的一环。

在世界各国,通信与邮政业务经常是密不可分的,都可以看作是以不同的技术来完成长距离交流。因而普通意义上的通信技术分类如图 1-1 所示。

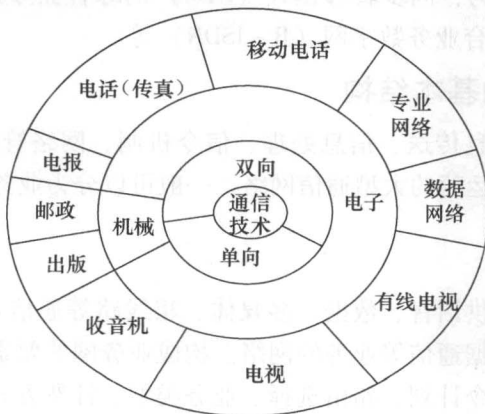


图 1-1 通信技术分类

我们可以看出,通信技术根据不同的通信方式,分为单向与双向两种方式;根据通信设备特性的不同,分为电子与机械两种方式;根据业务的不同,通信可以分为电报、传真、电话、移动电话、数据网络、专业网络、有线电视、电视、收音机、出版、邮政等各种不同的业务。每一种业务在初期的通信网络中,都使用着不同的通信技术。而现在,这些业务已经开始逐渐融合。例如电视业务与网络业务之间正在向着网络电视的方向融合,而出版业务与网络业务的融合也在逐渐加速。

1.1.1 通信网的基本概念

通信网 (telecommunication network) 是构成多个用户相互通信的多个电信系统互联的通信体系,是人类实现远距离通信的重要基础设施,利用电缆、无线、光纤或者其他电磁系统,传送、发射和接收标识、文字、图像、声音或其他信号。电信网由终端设备、传输链路和交换设备三要素构成,运行时还应辅之以信令系统、通信协议以及相应的运行支撑系统。现在世界各国的通信体系正向数字化的电信网发展,将逐步代替模拟通信的传输和交换,并且也正向智能化、综合化的方向发展,但是由于电信网具有全程全网互通的性质,已有的电信网不能同时更新,因此,电信网的发展是一个逐步的过程。

1.1.2 通信网的分类

通信网按不同的分类体系可以划分如下:

从网络的使用上,通信网络可以分为行业专用网和商业公众网两种。

按通信业务的种类可分为:电话网、电报网、用户电报网、数据通信网、传真通信网、图像通信网、有线电视网等。

按服务区域范围可分为:本地电信网、农村电信网、长途电信网、移动通信网、国际电信网等。

按传输媒介种类可分为:架空明线网、电缆通信网、光缆通信网、卫星通信网、用户光纤网、低轨道卫星移动通信网等。

按交换方式可分为:电路交换网、报文交换网、分组交换网、宽带交换网等。

按结构形式可分为:网状网、星型网、环型网、复合型网、总线型网等。

按信息信号形式可分为:模拟通信网、数字通信网、数字模拟混合网等。

按信息传递方式可分为:同步转移模式 (STM) 的综合业务数字网 (ISDN) 和异地转移模式 (ATM) 的宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 等。

1.1.3 通信网的基本结构

任何通信网都具有信息传送、信息处理、信令机制、网络管理功能。一个完整的通信网,尤其是面对普通用户运营的大型通信网络,一般可以分为业务网、传输网和支撑网三个部分。

1. 业务网

业务网负责向用户提供话音、数据、多媒体、租线路等通信业务,例如提供固定电话、移动电话、图像通信、数据通信等业务的网络。构成业务网的要素包括网络拓展结构、交换节点设备、编号计划、信令计划、路由选择、业务类型、计费方式等。

2. 传输网

传输网是指为业务网络提供模拟信号、数字信号、光信号以及进行无线信号传输的网络,相对于建设中的不同级别,又分为骨干传输网和接入网络两个部分。传输网由传输线路、传输设备组成。

传输网为业务网和支撑网提供业务信息传送手段,负责将节点连接起来,并提供任意两点之间信息的透明传输。传输网具有线路调度、网络性能监视、故障自动切换等功能。

3. 支撑网

支撑网是指对通信网的正常运营起到支撑作用的网络,其还可以增强网络功能。支撑网负责提供业务网正常运行所必需的信令、同步、网络管理、业务管理、运营管理等。一般来说,支撑网包括信令网、数字同步网、电信管理网络以及计时计费系统等。

1.1.4 通信网的拓扑结构

通信网的拓扑结构有:网状网、星型网、环型网、总线型网、复合型网等。

1. 网状网

多个节点或用户之间互连而成的通信网称为网状网,也叫直接互联网(完全或部分互联网),如图1-2(a)所示。具有 N 个节点的完全互联网需要有 $N(N-1)/2$ 条传输链路。网状网具有线路冗余度大,网络可靠性高,任意两点间可直接通信的优点。同时也具有线路利用率低,成本高,扩容不方便等不足。通常在节点数目少、有很高可靠性要求的场合使用。

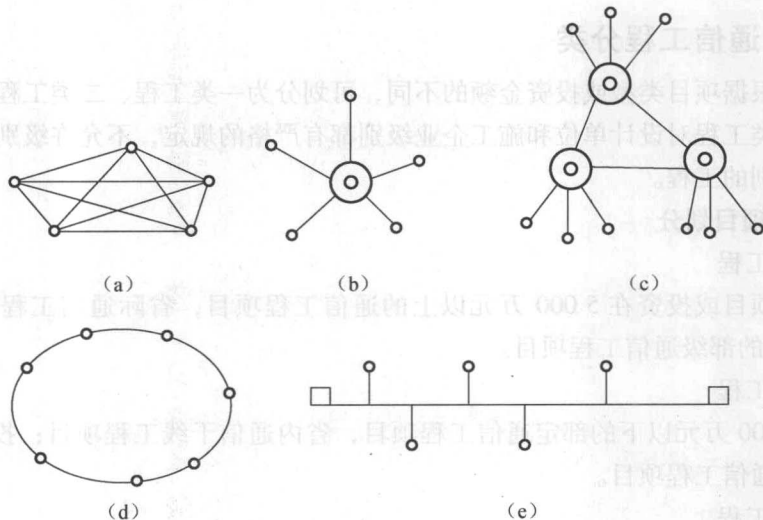


图 1-2 通信网络拓扑结构

(a) 网状网; (b) 星型网; (c) 复合型网; (d) 环型网; (e) 总线型网

2. 星型网

星型网拓扑结构是一种以中央节点为中心,把若干外围节点(或终端)连接起来的辐射式互连结构,如图1-2(b)所示。与网状网相比,星型网降低了传输链路的成本,提高了线路的利用率。但其网络可靠性差,中心节点发生故障或转接不利,会使全网的通信都受到影响。本网适合在传输链路费用高于转接设备,可靠性要求又不高的场合下使用。

3. 复合型网

复合型网是由网状网和星型网复合而成的网络,如图1-2(c)所示。本网络兼有网状网和星型网的优点,整个网络结构比较经济,且稳定性较好。本网在规模较大的局域网和电信骨干网中被广泛采用。

4. 环型网

如果通信网各节点被连接成闭合的环路,则这种通信网被称为环形网,如图1-2(d)所示。 N 个节点的环形网需要 N 条传输链路。环形网可以是单向环,也可以是双向环。本网具有结构简单,容易实现,双向自愈环结构可以对网络进行自动保护的优点,同时具有若节点数较多时转接时延无法控制,不好扩容等缺点。主要使用于计算机局域网、光纤接入网、城域网、光传输网等网络。

5. 总线型网

总线型网把所有的节点连接在同一总线上,是一种通路共享的结构。如图1-2(e)所示。

本网具有需要的传输链路少、节点间通信无需转接节点、控制方式简单、增减节点也很方便等优点,但是也具有网络服务性能和稳定性差、节点数目不宜过多、覆盖范围较小的缺点。主要应用于计算机局域网、电信接入网等网络。

1.2 通信工程

1.2.1 通信工程分类

通信工程根据项目类型或投资金额的不同,可划分为一类工程、二类工程、三类工程和四类工程。每类工程对设计单位和施工企业级别都有严格的规定,不允许级别低的单位或者企业承建高级别的工程。

1. 按建设项目划分

(1) 一类工程

大、中型项目或投资在5 000万元以上的通信工程项目,省际通信工程项目;投资在2 000万元以上的部级通信工程项目。

(2) 二类工程

投资在2 000万元以下的部定通信工程项目,省内通信干线工程项目;投资在2 000万元以上的省定通信工程项目。

(3) 三类工程

投资在2 000万元以下的省定通信工程项目;投资在500万元以上的通信工程项目,地市局工程项目。

(4) 四类工程

县局工程项目,其他小型项目。

2. 按项目建设范围划分

(1) 一般施工项目

一般施工项目是指按照单独的设计文件,单独进行施工的通信项目建设工程。一般施工