

★ ★ ★
电气信息类
精品系列
★ ★ ★

线 务 工 程

(第2版)

◎主 编 曾庆珠



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



线务工程

(第2版)

◎主 编 曾庆珠

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

图书在版编目 (CIP) 数据

线务工程/曾庆珠主编.—2版.—北京:北京理工大学出版社,2015.1

ISBN 978-7-5640-9490-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 171236 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 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 22

字 数 / 510 千字

版 次 / 2015 年 1 月第 2 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数 / 1~1000 册

定 价 / 52.00 元

责任编辑 / 施胜娟

文案编辑 / 施胜娟

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

前言

Preface

《线务工程》紧扣职业岗位对人才及学生未来职业生涯发展的要求,充分体现课程的实践性特点,能满足培养学生综合能力的要求。

本书的编写按照“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岗位要求。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、职业技能鉴定等内容融为一体,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”的课程教材。

本书从通信工程施工时间顺序、光进铜退等技术的发展和先电缆后光缆的认识角度出发,采用层次递进、课内课外相结合的教学组织形式,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,锻炼学生后续自我学习的能力。

本书第二章、第三章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十四章、第十五章由曾庆珠编写;第四章由郭培虎和沈镇平编写;第五章、第六章、第八章、第十三章由沈敏、曾庆珠和黄先栋编写;第十七章由吴旌、杜庆波和曾庆珠编写;第十六章由展银洪和曹雪编写;第一章和第七章由朱彬和任建岗编写;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

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
1.2 通信工程	6
► 第二章 全塑电缆	9
2.1 全塑电缆的结构及分类	9
2.2 全塑电缆的型号	12
2.3 电缆色谱	15
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
3.2 光纤光缆的结构及型号	24
► 第四章 通信网项目	36
任务1 通信网络	36
任务2 电缆	40
任务3 光缆	42
任务4 损耗及功率	43
任务5 光纤参数测量	44
第一部分习题	46

第二部分 通信工程基础建设

► 第五章 架空杆路	51
5.1 杆路材料	51
5.2 架空杆路标准	54
5.3 杆路建筑	56

► 第六章 管道工程	61
6.1 通信管道及器材	61
6.2 管道路由及位置的选择	65
6.3 管道建筑施工	68
6.4 管道的防护设计	79
► 第七章 工程基础建设	82
7.1 概述	82
7.2 通信设备防雷	83
7.3 通信设备静电防护	86
7.4 接地技术	89
7.5 工程环境可靠性	95
► 第八章 通信工程基础建设项目	97
任务 1 管道工程和杆路工程	97
任务 2 接地	98
任务 3 接地电阻测试	101
任务 4 河宽测量	103
任务 5 角深测量	106
第二部分习题	108

第三部分 通信工程施工

► 第九章 光缆施工准备	113
9.1 光缆线路施工概述	113
9.2 光缆线路施工流程	120
9.3 光缆单盘检验	123
9.4 光缆配盘	128
► 第十章 光缆的敷设	132
10.1 光缆的分屯运输及敷设规定	132
10.2 架空光缆的敷设	134
10.3 直埋光缆的敷设	144
10.4 管道光缆的敷设	150
10.5 水底光缆的敷设	156
10.6 进局光缆的敷设	160
10.7 顶管技术	162
► 第十一章 电缆工程	164
11.1 电缆接续	165

11.2 电缆接头封装	170
11.3 电缆成端	179
11.4 电缆交接箱	185
11.5 电缆分线盒	193
11.6 电缆配线	196
11.7 电缆芯线障碍检修	199
11.8 电缆线路设备的维护	201
► 第十二章 光缆工程	205
12.1 光缆接续	205
12.2 光缆接头盒制作	210
12.3 光缆成端	212
► 第十三章 通信工程施工项目	222
13.1 电缆工程	223
任务 1 架空电缆敷设	223
任务 2 扣式电缆接续	225
任务 3 模块式电缆接续	227
任务 4 电缆卡接与成端	228
任务 5 电缆绝缘电阻测试	231
任务 6 电缆环阻和屏蔽层连通电阻测试	233
项目 1 电缆工程项目	235
13.2 光缆工程	239
任务 1 管道光缆敷设	239
任务 2 光纤熔接	240
任务 3 光缆接头盒制作	242
任务 4 ODF	246
任务 5 光缆交接箱和分线盒	248
任务 6 光缆测试 (OTDR)	253
项目 2 光缆工程项目	254
项目 3 通信线务工程项目	256
13.3 接入工程	257
任务 1 网线制作	257
任务 2 同轴电缆制作	261
任务 3 TV 线制作	264
任务 4 SC 冷接头制作	266
项目 4 FTTH 工程	268
项目 5 宽带接入工程项目	275

第三部分习题	278
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	285
14.1 光缆线路工程检测	285
14.2 工程竣工资料编制	288
14.3 工程验收	289
► 第十五章 通信线路工程维护	294
15.1 通信线路维护的内容	294
15.2 光缆线路障碍	297
► 第十六章 安全生产技术	303
16.1 影响安全生产的因素	303
16.2 安全生产的内容	304
► 第十七章 仪器与仪表	313
17.1 光时域反射仪 (OTDR)	313
17.2 光熔接机	322
17.3 其他光仪表	328
第四部分习题	335
参考答案	339
参考文献	342

A decorative wavy line graphic, resembling a stylized wave or a folded piece of fabric, positioned above the title.

第一部分 通信工程基础知识

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. 通信工程的施工业务流程

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基础上的时候，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

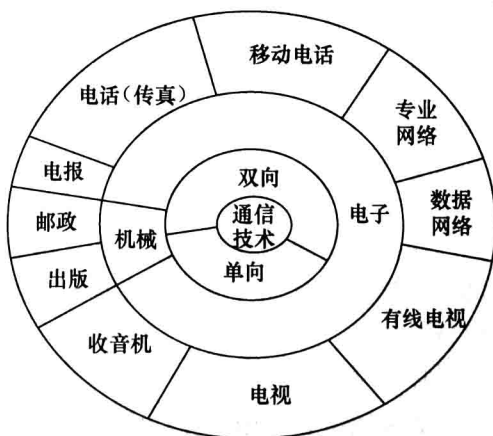


图 1-1 通信技术分类

所示。

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扑结构、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。

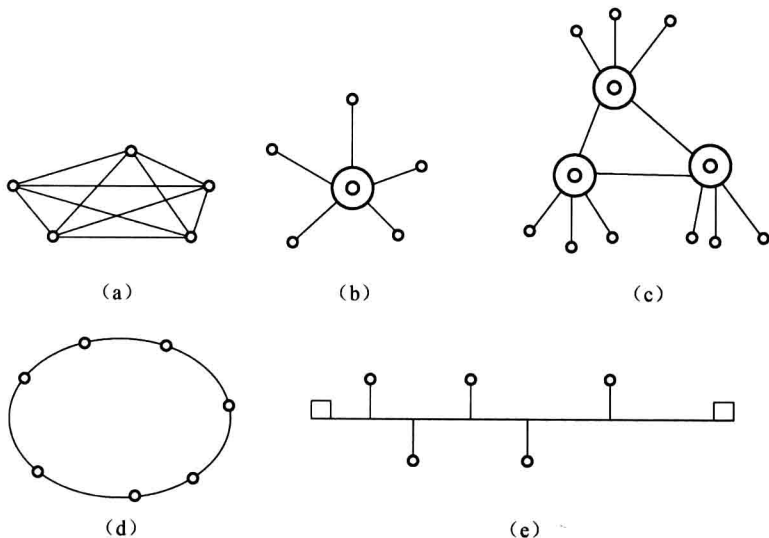


图 1-2 通信网络拓扑结构

(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型网,如图 1-2 (d) 所示。 N 个节点的环形网需要 N 条传输链路。环型网可以是单向环,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 通信工程的分类

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

项目通常是雇主与施工队伍相互配合、协作，施工团队根据雇主的设计文件进行施工。

(2) TURNKEY 项目工程

TURNKEY 项目工程又被称为交钥匙工程，一般指包括规划、设计、生产、线缆建设、基础建设（机房、环境建设）、配套建设、系统集成等通信施工中所有工作的工程。在工程施工过程中，雇主基本上不参与工作，建设方在施工结束之后，“交钥匙”时，提供一个配套完整、可以运行的设施。

TURNKEY 项目一般在非洲、阿拉伯地区、南亚等技术落后地区较为流行。

1.2.2 通信工程的岗位

整个通信工程需要不同的岗位技术人员共同配合，才能够顺利完成。因此，我们需要了解一下，与通信工程施工相关的工作岗位。

1. 线缆施工技术人员

线缆施工技术人员是从事建设、连接、维护通信系统中的各种线缆的工作人员，其工作范围包括用户电缆、光缆、同轴电缆，以及在通信工程中使用到的其他电缆的连接铺设等工作。

线缆施工是通信工程中的基础部分，通过线缆才能够让各个通信系统从设备（局方）到终端（用户）侧，也才能让各个单独的局点成为通信网络，否则通信网络将变成断点。因此，线缆施工技术人员的岗位十分重要。

2. 通信工程监理

监理是一种有偿的工程咨询服务，是受项目法人委托对工程质量、进度、施工材料等进行监督的一种工作。通信工程监理则主要是在通信工程的线缆、管道等施工中根据法律、法规、技术标准、相关合同及文件对通信工程中的施工材料、施工质量、施工进度进行监控的工作岗位。

3. 通信工程师

通信工程师是从事工程中主要工作的技术人员，根据不同的工作内容，可以分为勘测工程师、设计工程师、安装工程师、调测工程师、开通工程师等。

4. 工程督导

工程督导是在工程中负责所有工程现场技术方面的指导以及管理工作的工程技术管理人员。

5. 工程项目经理

工程项目经理是指计划、指导和协调与工程相关的活动以及进行相关领域的研究及开发的管理人员。

1.2.3 通信工程的施工业务流程

通信工程的施工业务流程即在整个通信工程项目运作中，一个工程师或者一个工程项目组所需要完成的工作的流程、环节。通过掌握施工业务流程，我们可以清楚地了解到在通信工程项目之中包含的各个工作环节以及各个工作环节的主要内容，如图 1-3 所示。

1. 工前准备

(1) 成立项目组

只有合格的团队，才能建设合格的工程项目。在工程开始初期，任命项目经理、工程经

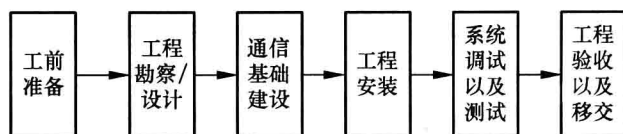


图 1-3 通信工程的施工业务流程

理以及项目组内的项目工作人员，是工程前期一项必要的准备工作。

（2）工前准备

工程前期准备是一个工程师或一个项目组，在工程项目开始前需要进行的技术、资料、人员、配合等各个方面的准备。

2. 工程勘察/设计

工程勘察/设计包括工程勘察以及第一次环境检查和工程设计。

3. 通信基础设施建设

通信基础设施建设流程包括防雷接地工程、机房环境建设和第二次环境检查。

4. 工程安装

工程安装流程包括设备到场、开工协调会、开箱验货、硬件安装、硬件质量检查和上电检查等环节。

5. 系统调试以及测试

系统调试以及测试包括软件调试和系统测试。

6. 工程验收以及移交

工程验收以及移交包括验收申请、初验、现场培训、移交、开通及试运行、终验。



第二章

全塑电缆

教学内容

1. 全塑电缆的结构及分类
2. 全塑电缆的型号
3. 电缆色谱（重点、难点）
4. 全塑电缆的端别
5. 全塑电缆的标识
6. 全塑电缆的电气特性

技能要求

1. 会开剥电缆
2. 会识别电缆型号、线序及端别

2.1 全塑电缆的结构及分类

2.1.1 全塑电缆及其结构

凡是电缆的芯线绝缘层、缆芯包带层、扎带和护套均采用高分子聚合物塑料制成的电缆均称为全塑电缆。

全塑电缆具有电气性能优良、传输质量好、重量轻、故障少、维护方便、造价低、经济实用、效率高和寿命长等特点。

全塑电缆由导线（芯线）、绝缘层、扎带、包带层、屏蔽层和内外护层组成，如图 2-1 所示。

1. 导线

导线是用来传输电信号的。导线要具有良好的导电性能、足够的柔软性和机械强度，同时还要便于加工、敷设和使用。导线的线质为电解软铜，铜线的线径主要有 0.32 mm、0.4 mm、0.5 mm、0.6 mm、0.8 mm 五种。导线的表面应均匀光滑，没有毛刺、裂纹、伤痕和锈蚀