

高等学校电子信息类教材

通信工程 设计与案例 (第2版)

The Case and Design of
Telecommunication Engineering, 2nd Edition

◎ 杜思深 主编 ◎ 范 玢 副主编

◎ 裴昌幸 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等学校电子信息类教材

通信工程设计与案例

(第2版)

The Case and Design of
Telecommunication Engineering, 2nd Edition

杜思深 主编 范 玢 副主编
裴昌幸 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以无线通信系统工程设计与案例分析为主,有线通信工程、计算机通信网络工程为辅,介绍通信机房、电缆与光缆综合布线、通信天线、天线馈线、地线与接地、雷电与电磁武器的防护、通信线路、通信电源与配电、设备安装等通信网络建设中主要环节的设计、施工、验收及通信监理。通过工程典型实例的学习,培养读者对通信工程的组织实施能力,提高专业素质和实际动手能力,为今后承担相应工作打好基础。

本书资料翔实,配有大量插图、表格和工程典型实例。本书主要面向大专院校无线通信类、有线通信类和计算机通信类专业,可作为工程硕士研究生、本科生和高职高专学生的培训教材,也可作为从事通信工程技术、通信管理和通信监理人员的培训教材和参考资料。

本书有配套的电子课件,需要的读者可与编者联系,联系方式:du2877@163.com;课件的PDF版可从华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后下载。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

通信工程设计与案例 / 杜思深主编. —2版. —北京:电子工业出版社, 2011.8
高等学校电子信息类教材
ISBN 978-7-121-14193-5

I. ①通… II. ①杜… III. ①通信工程—高等学校—教材 IV. ①TN91

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第150461号

责任编辑:张来盛 zhangls@phei.com.cn 特约编辑:石灵芝

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:24.5 字数:620千字

印 次:2011年8月第1次印刷

印 数:4000册 定价:48.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

为了进一步提升实践性教学,实现学术型向学术与应用型并重转变,我们邀请了军队和地方多年从事通信建设实践的专家参与本书编写大纲的制定,并以最新的国内外标准为依据,结合国内最新工程实践编写了本书。

通信网的建设、扩容、更新、维护、运营等都离不开工程设计与施工,本书立足于工程实践,比较全面地介绍目前常见的几种通信工程项目;以每章一个专题的形式,从基本通信原理入手,全面地介绍通信网络建设中的工程设计、施工、验收及监理等内容。

全书共分 11 章:

第 1 章 概述。就通信系统的基本概念、通信系统分类、通信系统和网络的组成与结构、通信工程施工技术特点、通信工程规范等内容进行概述,以使读者对整个通信网的组成及通信工程的特点有一个基本的了解,为学好后续各章做好准备。

第 2 章 通信机房。因通信机房是通信系统或信息网络的中心,通信机房的设计和施工是一个整体工程和专业性很强的综合性工程,本章主要介绍机房装修、配电、空调、通风、监控、防雷、接地、综合布线、消防等各个子系统的建设规划、方案设计、施工安装等,以保证机房通信设备、机房监控设备、强电与弱电供电系统等作为一个完整的系统,从技术先进性、运行可靠性、经济合理性等各个方面尽量发挥各子系统的联动、互动作用。

第 3 章 电缆与光缆综合布线。综合布线系统又称开放式布线系统,是一种模块化的、灵活性极高的建筑物内或建筑群之间的信息传输通道。综合布线系统是建筑物智能化必备的基础设施。本章依照最新国家标准 GB/T 50311—2007,首先介绍综合布线的理念,然后讨论常用布线器材的特点、布线工程设计、布线系统工程施工、工程测试与验收、综合布线产品选型、综合布线常见问题等。

第 4 章 通信天线。天线是一种换能器,发射天线是将高频电能转换成电磁波的装置,接收天线则是将电磁波转换成高频电能的装置;天线质量如何,对保证通信质量的好坏起着重要的作用。本章首先介绍天线的工作原理和天线的性能指标,然后着重讨论常见的短波天线、移动通信基站天线和卫星天线的选型与安装。

第 5 章 天线馈线。用于通信天线的馈线一般分为两大类:架空明馈线和高频电缆馈线。本章主要介绍馈线的选择与架设以及匹配问题。

第 6 章 接地与地线。接地是通信、电力等领域中不可缺少的重要技术,本章首先介绍接地的基础知识和新型接地材料,然后给出常用接地体电阻的计算公式,最后讨论接地体的设计步骤与安装方法,以及接地电阻的测量和人工降低接地电阻的方法。

第 7 章 雷电与电磁武器的保护。首先介绍雷电的基本概念,然后讨论躲、引、拒三种防雷与保护策略,最后给出内部防雷、外部防雷以及电磁弹和感应雷电的防护方案。

第 8 章 通信线路。通信线路即通信信道,而通信信道有无线信道和有线信道两种,本章主要讨论有线传输线路,重点介绍电缆、光缆的结构与选用,通信线路施工,线缆接续,线路测试和工程竣工验收。

第 9 章 通信电源与配电。通信电源与配电设计直接关系到网络设备、通信设备以及其

他用电设备的稳定运行和相关人员的正常工作与人身安全。本章首先介绍电力系统概论、通信电源的供给和要求、电力负荷及计算；然后讨论低压配电器和配电电缆的选择，以及电源线的选择与安装；最后讨论低压配电系统中漏电的火灾危险性及其防范措施。

第 10 章 通信设备安装。通信设备一般包括光纤通信设备、程控电话交换机、微波通信设备、卫星通信设备、短波超短波设备、电力载波设备等。由于篇幅所限，本章主要介绍典型设备的安装流程，而电缆导线敷设以及走（配）线架、支架等金属构件的制作等未包括在内。

第 11 章 通信工程监理。所谓通信系统工程监理，就是从通信技术和通信工程施工管理的角度，对工程实施过程进行控制和管理，确保工程按照用户方的要求，保质保量地按时完成，并实现预期的建设目标。本章主要讨论通信工程监理的内容与期限，结合实例介绍通信工程监理的服务流程与实施方法。

本书许多内容是编者多年从事通信工程实践的资料、经验和体会。为了适应教学需求，本书在编写过程中力求循序渐进，尽量保持叙述内容的完整性，突出可操作性、实践性和实用性，书中配有图表和工程案例，以便读者理解、查阅。

全书由杜思深执笔主编，范玢任副主编，西安电子科技大学裴昌幸教授主审。柳渊编写第 3 章，姚昆编写第 4 章，庄绪春编写第 10 章，唐书娟编写第 11 章，邱伟参编第 2 章，薛凤凤参编第 7 章，张德纯参编第 9 章；另外，黄国策、王锋、庞宝茂、张圣杰、夏小梅、武星、杜菁等同志也参加了部分内容的编写与修订工作。

在本书的编写过程中，西北工业大学张会生教授、南京军区空军刘毅高工、济南军区空军邵文长高工、北京米格通信技术有限公司刘庆经理、西安财经学院柳渊教授等提供了大量资料和宝贵意见及建议；这次再版，北京邮电大学倪振松、西安通信学院张家荣、广州科技贸易职业学院陈应华、黑龙江信息技术职业学院唐彦儒及吕健、中山火炬职业技术学院李逵、三门峡职业技术学院李斌、西安外事学院龙小红、西京学院张德纯等同志给予了支持，并提出宝贵建议。在此，对所引用资料内容的作者和为本书出版作出贡献的其他人员深表感谢。

需要说明的是，本书只对通信工程的一般性内容作了重点介绍，未能面面俱到，需要进一步了解和掌握的读者可以根据实际需要和本书的提示查找相关资料。由于本书各章相对独立，在教学中也针对需要进行适当取舍。

由于本书涉及的内容广泛，编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在错误和不足，恳请读者批评指正。

本书有配套的电子课件，需要的读者可与编者联系，联系方式：du2877@163.com，949327701@qq.com；课件的 PDF 版可以从华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费注册下载。

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 通信系统的基本概念	(1)
1.2 通信系统的分类	(2)
1.3 通信系统的基本模型	(5)
1.4 通信网的结构	(9)
1.5 通信工程的特点	(11)
1.6 通信工程规范	(12)
复习思考题	(13)
第 2 章 通信机房	(14)
2.1 通信机房工程的特点与分类	(14)
2.2 通信机房的选址	(15)
2.3 机房的建筑要求	(16)
2.4 机房工作环境	(20)
2.4.1 采暖	(20)
2.4.2 空气调节与通风	(20)
2.4.3 消防与防火	(22)
2.4.4 照明	(22)
2.5 设备布置原则	(23)
2.6 机房布线原则	(25)
2.6.1 一般布线原则	(25)
2.6.2 电源线布放	(26)
2.6.3 射频线布放	(27)
2.6.4 音频及控制线布放	(28)
2.6.5 计算机网线布放	(28)
2.6.6 光缆接续及尾纤布放	(28)
2.6.7 地线布放	(30)
2.6.8 特别注意的问题	(31)
复习思考题	(31)
第 3 章 电缆与光缆综合布线	(32)
3.1 综合布线概论	(32)
3.1.1 综合布线的定义	(32)
3.1.2 综合布线的优点	(32)
3.1.3 综合布线系统标准	(34)

3.1.4	综合布线系统的组成	(34)
3.2	综合布线工程常用器材	(36)
3.2.1	综合布线常用的电缆器材	(36)
3.2.2	综合布线常用的光缆器材	(44)
3.2.3	综合布线常用的其他材料	(47)
3.2.4	综合布线常用设备	(50)
3.2.5	布线测试仪器及安装工具	(53)
3.3	综合布线工程设计	(57)
3.3.1	综合布线工程设计概述	(57)
3.3.2	综合布线工程总体设计	(58)
3.3.3	工作区子系统设计	(65)
3.3.4	水平布线子系统设计	(67)
3.3.5	垂直干线子系统的设计	(77)
3.3.6	设备间设计	(85)
3.3.7	管理子系统设计	(89)
3.3.8	建筑群子系统设计	(104)
3.4	综合布线系统工程施工	(107)
3.4.1	施工前的准备	(107)
3.4.2	建筑物主干电缆敷设	(108)
3.4.3	建筑物内水平电缆敷设	(111)
3.4.4	综合布线设备安装	(113)
3.4.5	建筑物内光缆敷设	(119)
3.4.6	光纤端接	(120)
3.4.7	容易被忽略的重要细节	(125)
3.4.8	施工管理	(127)
3.4.9	施工中可能出现的问题	(127)
3.5	综合布线系统的保护	(128)
3.5.1	系统保护目的	(128)
3.5.2	屏蔽保护	(129)
3.5.3	接地保护	(131)
3.5.4	电气保护	(132)
	复习思考题	(134)
第4章	通信天线	(136)
4.1	概述	(136)
4.1.1	电波传播基础知识	(136)
4.1.2	天线的作用及主要类型	(140)
4.2	天线主要电性能指标	(141)
4.3	宽带天线工作原理	(147)
4.3.1	宽带天线工作原理	(147)

4.3.2	实现天线宽带性能采取的主要措施	(148)
4.4	天线选型与安装要求	(149)
4.4.1	天线路式的选择	(149)
4.4.2	天线场地的要求	(149)
4.4.3	天线场与干扰源距离要求	(150)
4.4.4	发射天线场地布局	(151)
4.4.5	收信天线场地布局	(152)
4.5	天线方位角、仰角与架设高度	(153)
4.6	天线杆基础、拉绳与地锚	(156)
4.7	双极天线	(159)
4.7.1	双极天线的特性	(159)
4.7.2	双极天线的尺寸选择及架设	(160)
4.8	笼形天线	(162)
4.8.1	笼形天线的特性	(162)
4.8.2	笼形天线设计及架设	(163)
4.8.3	分支笼形天线	(163)
4.9	三线宽带天线	(164)
4.9.1	三线宽带天线的特性	(164)
4.9.2	三线宽带天线的架设	(166)
4.10	对数周期天线	(166)
4.10.1	对数周期天线的特点	(166)
4.10.2	对数周期天线的技术指标和辐射方向图	(167)
4.11	移动通信基站天线	(169)
4.11.1	基站天线分类	(169)
4.11.2	基站天线的选择	(172)
4.11.3	基站天线架设与安装	(174)
4.11.4	基站天线的优化	(175)
4.12	卫星面天线	(177)
4.12.1	面天线的特点	(177)
4.12.2	卫星抛物面天线架设与调试	(180)
	复习思考题	(183)
第5章	天线馈线	(184)
5.1	概述	(184)
5.1.1	馈线的概念及分类	(184)
5.1.2	馈线的工作状态	(185)
5.1.3	馈线基本特性	(186)
5.2	馈线常用技术指标	(186)
5.2.1	馈线反射系数、行波系数、驻波比	(186)
5.2.2	馈线输入阻抗(特性阻抗)	(187)

5.2.3	馈线的衰减	(188)
5.2.4	不平衡系数及波角差	(188)
5.2.5	馈线的天线效应	(188)
5.3	明馈线的选用及架设工艺	(188)
5.3.1	明馈线的选用	(188)
5.3.2	明馈线的架设工艺	(189)
5.4	明馈线架设	(192)
5.4.1	明馈线的安装方式	(192)
5.4.2	明馈线的转弯	(193)
5.4.3	明馈线引入机房的方法	(194)
5.5	同轴射频电缆的选用与架设	(196)
5.5.1	同轴射频电缆的选用	(196)
5.5.2	同轴射频电缆的空中架设	(197)
5.5.3	同轴射频电缆的敷设	(199)
5.6	电台、馈线、天线间的阻抗匹配	(201)
5.6.1	指数变阻线	(201)
5.6.2	阻抗匹配器	(202)
5.6.3	阻抗匹配方法举例	(203)
	复习思考题	(204)
第6章	接地与地线	(205)
6.1	接地的基本知识	(205)
6.1.1	接地的目的、作用与意义	(205)
6.1.2	接地装置(系统)的组成与分类	(206)
6.1.3	接地电阻的概念	(208)
6.1.4	对接地电阻的要求	(211)
6.2	土壤的电阻率	(211)
6.2.1	土壤电阻率的概念	(211)
6.2.2	影响土壤电阻的因素	(212)
6.2.3	土壤电阻的季节修正系数	(214)
6.2.4	土壤电阻率的测量	(215)
6.3	接地体的接地电阻计算	(217)
6.3.1	均匀土壤中单一垂直接地体	(217)
6.3.2	均匀土壤中单一水平接地体	(219)
6.3.3	非均匀土壤中的单一接地体	(221)
6.3.4	多个接地体的计算	(222)
6.3.5	深埋接地体的计算	(226)
6.3.6	接地体的冲击特性	(227)
6.4	接地体的设计与安装	(229)
6.4.1	收集原始资料	(229)

6.4.2	选择接地方式	(229)
6.4.3	选择接地体的材料	(229)
6.4.4	接地体的埋设	(230)
6.4.5	接地导线和接地母线的制作与敷设	(230)
6.4.6	设计举例	(231)
6.5	特殊接地材料	(233)
6.5.1	石墨接地棒(砖)	(233)
6.5.2	铜包钢接地棒	(234)
6.5.3	电解离子接地系统	(234)
6.6	降低接地电阻的方法	(236)
6.6.1	换土法	(236)
6.6.2	食盐层叠法	(236)
6.6.3	食盐溶液灌注法	(237)
6.6.4	化学降阻剂法	(237)
6.7	接地电阻的测量	(240)
6.7.1	测量接地电阻的目的	(240)
6.7.2	接地电阻的测量方法	(240)
6.7.3	测量时常见问题	(243)
	复习思考题	(243)
第 7 章	雷电与电磁武器的保护	(244)
7.1	概述	(244)
7.1.1	云团的离子分布及放电过程	(244)
7.1.2	雷电防护策略与分区	(244)
7.1.3	雷电防护的构成	(245)
7.1.4	雷电防护的等级要求	(246)
7.2	直击雷的防护	(246)
7.2.1	接闪器	(246)
7.2.2	引下线	(248)
7.2.3	接地体	(248)
7.2.4	值得注意的问题	(248)
7.3	感应雷电及电磁武器的防护	(249)
7.3.1	电磁脉冲 (EMP) 效应	(249)
7.3.2	电磁弹和感应雷电的破坏机理	(250)
7.3.3	防护设计	(250)
7.4	等离子避雷球工作原理	(253)
	复习思考题	(255)
第 8 章	通信线路	(256)
8.1	通信线路一般概念	(256)
8.1.1	线路材料分类	(256)

8.1.2	线路构成结构分类	(258)
8.1.3	通信线路的敷设方式	(259)
8.1.4	通信管道	(260)
8.2	电缆、光缆的结构与选用	(261)
8.2.1	全塑通信电缆结构	(261)
8.2.2	通信电缆类型和使用场合	(262)
8.2.3	光缆型号与选择要点	(264)
8.3	通信线路施工	(267)
8.3.1	通信线路施工安装项目的特征	(267)
8.3.2	线路施工筹备	(268)
8.3.3	通信电缆的单盘检验与配盘	(270)
8.3.4	通信光缆的单盘检验与配盘	(271)
8.3.5	路由复测	(272)
8.3.6	电缆、光缆敷设	(272)
8.4	线缆接续	(276)
8.4.1	电缆接续	(276)
8.4.2	光缆拼接	(279)
8.5	线路测试	(283)
8.5.1	电缆测试	(283)
8.5.2	光缆测试	(284)
8.6	工程竣工验收	(285)
8.7	主要施工机具和仪表	(286)
8.7.1	施工机具	(286)
8.7.2	施工仪表	(286)
	复习思考题	(287)
第9章	通信电源与配电	(288)
9.1	电力系统概论	(288)
9.1.1	电力系统与供配电系统简介	(288)
9.1.2	低压配电系统的制式及特点	(290)
9.2	通信电源的供给和要求	(294)
9.2.1	通信设备对供电的要求	(294)
9.2.2	通信电源设备及供电系统的基本组成	(295)
9.3	电力负荷及计算	(296)
9.3.1	电力负荷分类	(296)
9.3.2	负荷的有关物理量	(297)
9.3.3	用电设备的设备容量	(298)
9.3.4	用户负荷的计算	(299)
9.4	低压配电电缆的选择	(302)
9.4.1	材料与型号的选择	(302)

9.4.2	截面积的选择	(303)
9.4.3	导线颜色的选择	(307)
9.5	低压配电器的选择	(308)
9.5.1	低压熔断器及刀开关熔体额定电流的选择	(308)
9.5.2	空气开关(断路器)的选用	(309)
9.5.3	通信机房分支供电	(311)
9.6	电源线的安装	(312)
9.6.1	电源线施工注意的问题	(312)
9.6.2	塑料护套线电源线的布线方式	(313)
9.6.3	硬塑料管配线	(317)
9.6.4	金属线管布线施工	(321)
9.6.5	测试与验收	(322)
9.7	低压配电系统中漏电火灾的危险性及其防范措施	(322)
9.7.1	漏电火灾的危险性	(323)
9.7.2	漏电火灾的防范措施	(324)
	复习思考题	(325)
第 10 章	通信设备安装	(326)
10.1	光传输设备安装	(326)
10.1.1	安装开通流程	(326)
10.1.2	安装准备	(327)
10.1.3	硬件安装	(328)
10.1.4	检查及上电	(330)
10.1.5	软件安装	(331)
10.1.6	系统调试	(332)
10.2	程控电话交换设备的装调	(333)
10.2.1	工程准备	(334)
10.2.2	硬件安装	(335)
10.2.3	检查及上电	(337)
10.2.4	软件安装	(338)
10.2.5	系统测试	(341)
10.2.6	系统初次验收测试	(341)
10.2.7	割接	(342)
10.2.8	工程总验收	(343)
10.3	微波通信设备的安装调试	(343)
10.4	卫星通信设备的安装调试	(344)
10.5	通信设备全程调测	(344)
	复习思考题	(345)
第 11 章	通信工程监理	(346)
11.1	通信工程监理的职能	(346)

11.2	通信工程监理的内容与期限.....	(346)
11.3	通信工程监理服务流程与实施.....	(348)
11.4	通信工程监理的依据与收费标准.....	(357)
11.5	监理公司与监理工程师资质.....	(359)
11.5.1	监理公司资质	(359)
11.5.2	监理工程师资质	(359)
11.6	通信工程项目监理实施方法举例.....	(360)
	复习思考题.....	(360)
附录 A 通信工程监理工程师资质管理规定		(361)
附录 B 《××省××市应急联动中心信息工程》监理及验收的实施方法.....		(364)
参考文献		(379)

第1章 概 述

信息的传输是人类社会向前发展所必需的,其中,通信系统与网络起着十分重要的作用。随着社会经济的发展、生活水平的提高,人们对通信系统与网络的要求也越来越高;另一方面,科学技术的发展,又促进了通信系统与网络的发展,并使通信手段逐步实现了现代化,通信系统与网络也随之不断向前发展,并成为综合应用各种科技成果的复杂的信息系统。而通信系统与网络的建设、扩容、更新、维护、运营等都离不开通信工程。

本章将就通信系统的基本概念、通信系统分类、通信系统和网络的组成与结构、通信工程施工技术特点、通信工程规范等内容进行概述,使读者对整个通信网的组成及通信工程的特点有一个基本的了解,为学习后述各章做好准备。

1.1 通信系统的基本概念

通信的任务是完成消息的传递和交换。以点对点通信为例,可以看出要实现消息从一地到另一地的传输,无论通信采用何种形式都必须有三个部分:一是发送端,二是接收端,三是收发两端之间的信道。图 1.1 是高度抽象概括的通信模型。

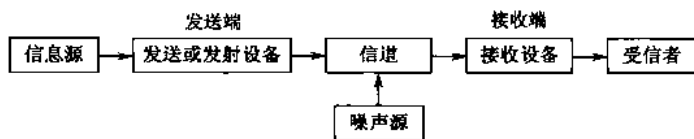


图1.1 高度抽象概括的通信模型

信息源(简称为信源)的作用是把待传输的消息,如语音、文字、图像、数据等,转换成原始电信号,如电话系统中电话机可看做信息源。信息源输出的信号称为基带信号,所谓基带信号是指没有经过调制(频率搬移)的原始信号,其特点是频率较低,基带信号可分为数字基带信号和模拟基带信号。为了使原始信号(基带信号)适合在信道中传输,由发送设备对基带信号进行某种变换或处理,使之适应信道的传输特性要求。发送设备是个总体概念,它包括许多具体电路与系统。

信道是指传输信号的通道,从发送设备到接收设备之间信号传输所经过的媒介,可以是无线的,也可以是有线的,有线和无线均有多种传输媒介。信道既给信号以通路,也会对信号产生各种干扰和噪声,传输媒介的固有特性和干扰直接关系到通信的质量。图 1.1 中的噪声源是信道中的所有噪声以及分散在通信系统中其他各处噪声的集合。

在接收端,接收设备的功能正好与发送设备相反,它将从接收到的信号中恢复出相应的原始信号。受信者(也称为信宿或收终端)是将复原的原始信号转换成相应的消息,如电话机将对方传来的电信号还原成声音。

多数情况下,信源兼为信宿,通信的双方需要随时交流信息,因而要求双向通信。通信

双方都要有发送设备和接收设备，如果两个方向有各自的传输媒介，则双方都可独立地进行发送和接收。但若共用一个传输媒介，则用频率或时间分割的办法来共享信道。通信系统除了完成信息传输之外，还要进行信息的交换，传输系统和交换系统共同组成一个完整的通信系统，乃至通信网络。

1.2 通信系统的分类

通信的种类很多，有许多不同的分类方法，下面介绍几种常用的分类方法。

1. 按业务的不同分

按业务的不同可分为电报、电话、传真、数据传输、可视电话、无线寻呼等。另外从广义的角度来看，广播、电视、雷达、导航、遥控、遥测也可以列入通信范畴。由于广播、电视、雷达、导航的不断发展，目前它们已从通信中派生出来，形成了独立的学科。

2. 按用户类型分

按用户类型可分为公用通信和专用通信。公用通信如公用电话网、GSM 等，专用通信如机场通信、军事通信等。

3. 按传输媒介分

按传输媒介可分为以下三类。

(1) 有线通信

有线通信即电信号在电线、电缆、波导等介质上传输的通信，分别称为明线通信、电缆通信、波导通信，其特点是媒质能看得见、摸得着。

(2) 光纤和光缆通信

光信号在光纤（或光缆）介质上传输的通信，称为光纤通信（或光缆通信），其特点是介质中传输的是光信号，线路器件是光信号处理器件。

(3) 无线通信

电波在空间传输的通信称为无线通信。现有两种分类法：①按传输方式可分为微波中继通信、散射通信、卫星通信等；②按所用波段可分为超长波通信、长波通信、短波通信、超短波通信、微波通信、毫米波通信和光通信等。其特点是媒质为看不见、摸不着的媒质（如电磁波）的一种通信形式。

4. 按所传输信号的形式分

按所传输信号的形式可分为模拟通信、数字通信和数据通信。模拟通信包括普通电话、普通传真、普通电视等，数字通信包括数字电话、数字电视等，消息或信息以数据格式传输的通信称为数据通信，这是现代通信的主要形式，如分组交换通信网、因特网、帧中继网（FRN）等。

数据和数字没有统一严格的区分，一般可以这样认为：数据是预先约定的具有某种含义的数字、字母或符号的组合。用数据表示信息的内容是十分广泛的，如电子邮件、各种文本

文件、电子表格、数据库文件、图形和二进制可执行程序等，所以数据信号属于数字信号。

5. 接收信者是否运动分

接收信者是否运动可分为移动通信和固定通信。移动通信是指通信双方至少有一方在运动中进行消息传输与交换。由于移动通信具有建网快、投资少、机动灵活，它使用户能随时随地快速可靠地进行信息传递，因此，移动通信具有广阔的前景。

6. 按工作频段分

根据通信设备的工作频率不同，通信通常可分为长波通信、中波通信、短波通信、微波通信等。为了比较全面地对通信中所使用的频段有所了解，下面把通信使用的频段、传输媒介与主要用途说明列入表 1.1 和表 1.2 中，仅作为参考。

表 1.1 无线电频段和波段划分

序号	频段名称	频率范围（含上限，不含下限）	波段名称	波长范围（含下限，不含上限）
1	极低频	3~30 Hz	极长波	$10^4\sim10^5$ km
2	超低频	3~300 Hz	超长波	1 000~10 000 km
3	特低频	300~3 000 Hz	特长波	100~1 000 km
4	甚低频（VLF）	3~30 kHz	甚长波	10~100 km
5	低频（LF）	30~300 kHz	长波	1~10 km
6	中频（MF）	300~3 000 kHz	中波	100~1 000 m
7	高频（HF）	3~30 MHz	短波	10~100 m
8	甚高频（VHF）	30~300 MHz	米波	1~10 m
9	特高频（SHF）	300~3 000 MHz	分米波	微波 0.1~1 m 1~10 cm 1~10 mm 0.1~1 mm
10	超高频（SHF）	3~30 GHz	厘米波	
11	极高频（EHF）	30~300 GHz	毫米波	
12	至高频	300~3 000 GHz	丝米波	

表 1.2 各波段无线电波传输媒介与主要用途

频率范围	传输媒介	用途
3 Hz~30 kHz	有线线对、长波无线电	音频、电话、数据终端、长距离导航时标
30~300 kHz	有线线对、长波无线电	导航、信标频、率标准、电力线通信
300 kHz~3 MHz	有线线对、同轴电缆、中波无线电	导航、调幅广播、移动陆地通信、业余无线电
3~30 MHz	有线线对、同轴电缆、短波无线电	导航、移动无线电、短波广播、定点军用通信、业余无线电
30~300 MHz	有线线对、同轴电缆、波导、米波无线电	导航、电视、调频广播、空中管制、车辆通信、导航、集群通信、无线寻呼
300MHz~3GHz	波导、分米波无线电	电视、空间遥测、导航、点对点通信、移动通信
3~30 GHz	波导、厘米波无线电	微波接力、卫星和空间通信、导航
30~300 GHz	波导、毫米波无线电	导航、微波接力、射电天文学
$10^4\sim10^7$ GHz	光纤、激光空间传播	光通信

7. 按调制方式分

根据消息在达到信道之前是否采用调制，通信可分为基带传输和频带传输。所谓基带传输是指信号没有经过调制而直接在信道中传输的一种方式，而频带传输是指信号经过调制后再送到信道中传输，接收端有相应解调设备的通信系统。频带传输又可分为模拟频带传输和数字频带传输，模拟频带传输还可分为 AM、FM、PM 等，数字频带传输还可分为 ASK、FSK、

PSK 等。

8. 按多址复用方式分

通信网有模拟通信网和数字（数据）通信网，按其多址方式可分为空分多址通信、频分多址通信、时分多址通信、码分多址通信、波分多址通信等多址通信复用方式。

9. 按消息传输的方向分

按消息传输的方向，通信的工作方式可分为单工通信、半双工通信及全双工通信。

所谓单工通信，是指消息只能单方向进行传输的一种通信工作方式，如图 1.2 (a) 所示，如广播、遥控、无线寻呼等；所谓半双工通信方式，是指通信双方都能收发消息，但不能同时进行收发消息，如图 1.2 (b) 所示，如对讲机、收发报机等；所谓全双工通信，是指通信双方可同时进行双向传输消息的工作方式，如图 1.2 (c) 所示，这种方式，双方都可同时进行收发消息，很明显，全双工通信的信道必须是双向信道，如电话、CDMA 手机等。

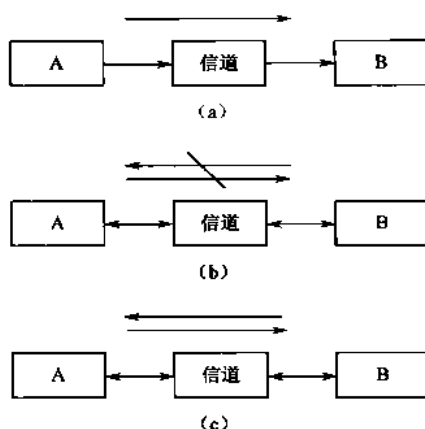


图1.2 消息传送的方向

10. 按数字信号排列的顺序分

在数字通信中，按照数字信号排列的顺序不同，可将通信方式分为串序（串行）传输和并序（并行）传输。

所谓串行传输，是将代表消息的数字信号序列按时间顺序一个接一个地在信道中传输的方式，如图 1.3 (a) 所示；如果将代表消息的数字信号序列分割成两路或两路以上的数字信号序列同时在信道上传输，则称为并行传输通信方式，如图 1.3 (b) 所示。

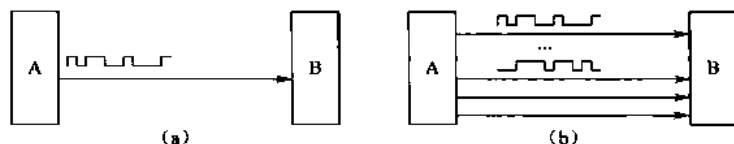


图1.3 数字信号排列的顺序

一般的数字通信方式大都采用串行传输，这种方式的优点是只需占用一条通路，缺点是占用时间相对较长。并行传输方式主要在近距离通信中应用，优点是传输时间较短，缺点是