

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

通信网络基础

(通信技术专业)

主编 李昭慧 贾昕莉



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

通信网络基础

(通信技术专业)

主编 李昭慧 贾昕莉

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材配套教学用书,根据教育部颁布的中等职业学校通信技术专业教学指导方案编写,同时参考了有关行业的职业资格标准或职业技能鉴定标准。

本书全面介绍现代通信系统的组成,包括通信系统概论、电话通信网络、移动通信网络和数据通信网络等基本知识。

本书可作为职业院校通信技术专业、电子信息类专业及相关专业教材,也可以作为相关岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

通信网络基础/李昭慧,贾昕莉主编. —北京:高等教育出版社,2006.8

通信技术专业

ISBN 7-04-018928-3

I. 通... II. ①李... ②贾... III. 通信网-专业学校-教材 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079967 号

策划编辑	王卫民	责任编辑	许海平	封面设计	李卫青	责任绘图	朱 静
版式设计	王 莹	责任校对	杨雪莲	责任印制	毛斯璐		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 唐山市润丰印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 7.5
字 数 170 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年8月第1版
印 次 2006年8月第1次印刷
定 价 9.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18928-00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010) 58581897/58581896/58581879

传 真: (010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址: 北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编: 100011

购书请拨打电话: (010)58581118

前 言

近年来,中等职业教育的培养目标与教学模式以及中职生生源的实际情况都发生了很大变化,但目前市场上大多数供中职生使用的通信网络教材内容显得偏多、偏深、偏难,该书为适应职教发展实际,始终确立以能力为本位的教学指导思想,围绕职业学校学生特点编写。

本书全面介绍现代通信系统的组成,为让学生在有限的学时内了解现代通信系统的原理,掌握现代通信网的组成,建立完整的现代通信概念,该书将程控交换、移动通信、计算机通信、光纤通信和卫星通信等知识归结在一起,既讲述了基本知识和基本原理,又介绍了新技术、新趋势和新成果。

本书知识面广,语言通俗,实验和例子贴近生活,附加的小知识可以激发学生的学习兴趣,书中思考题可以加深学生对知识的理解。

全书共分4章,第1章为概述,第2章介绍电话通信网络,第3章介绍移动通信网络,第4章介绍数据通信网络,全书教学计划为60学时。学时分配表如下(仅供参考):

学时分配参考表

课 程 内 容			学时	课 程 内 容			学时
第1章 概述 (11学时)	通信的发展历史		2	第3章 移动通信 网络 (15学时)	移动通信系统概述		3
	通信系统的组成和分类		2		移动通信的组网技术		4
	通信系统的常用信道		2		GSM移动通信系统		5
	通信系统的主要性能指标		2		CDMA数字蜂窝移动通信系统		3
	通信网的基本结构		1				
	常用通信网络		1	第4章 数据通信 网络 (18学时)	概述		2
	通信网的发展展望		1		数据通信基本原理		4
第2章 电话通信 网络 (16学时)	电话交换简介		5		数据交换与公用数据网		7
	电话网的交换系统		5		计算机网络		5
	用户电路		2				
	信令系统		3		总计		60
	智能网		1				

本书的第1章由贾昕莉编写,第2章由李昭慧编写,第3章由吴翠英编写,第4章由贾军编写。李昭慧担任本书的主编,负责全书的统稿工作。该书由南京信息职业技术学院杜庆波高级工程师审稿,审者以高度负责的精神,认真仔细审阅书稿,提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢。

鉴于编者水平有限,加上编写时间紧迫,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2006年4月

目 录

第1章 概述	1	2.1 电话交换简介	16
1.1 通信的发展历史	1	2.1.1 交换技术的发展	16
1.1.1 最早的通信	1	2.1.2 公用电话交换网(PSTN)	19
1.1.2 最早的电通信	1	2.2 电话网的交换系统	25
1.1.3 现代通信	2	2.2.1 程控交换机的基本组成与服务 功能	25
1.2 通信系统的组成和分类	2	2.2.2 数字交换网络	28
1.2.1 通信系统的组成	2	2.2.3 交换网络的控制	30
1.2.2 通信系统的分类	4	2.2.4 交换机的软件系统	30
1.3 通信系统的常用信道	5	2.3 用户电路	31
1.3.1 双绞线电话通信信道	5	2.4 信令系统	33
1.3.2 同轴电缆信道	6	2.4.1 信令的概念	34
1.3.3 光导纤维信道	6	2.4.2 信令方式	37
1.3.4 中波地表面波传播信道	7	2.4.3 信令网	37
1.3.5 直射波信道	7	2.5 智能网	38
1.3.6 短波电离层反射信道	8	2.6 习题	39
1.4 通信系统的主要性能指标	8	第3章 移动通信网络	41
1.4.1 通信系统的有效性	9	3.1 移动通信系统概述	41
1.4.2 通信系统的可靠性	9	3.1.1 移动通信的定义	41
1.5 通信网的基本结构	9	3.1.2 移动通信的发展	41
1.5.1 网状网	10	3.1.3 移动通信的特点	43
1.5.2 星状网	10	3.1.4 移动通信的工作方式	44
1.5.3 环状网	10	3.1.5 移动通信的分类	44
1.5.4 总线型网	10	3.2 移动通信的组网技术	46
1.6 常用通信网络	11	3.2.1 移动通信的服务区体制	46
1.6.1 电话通信网	11	3.2.2 移动通信的多址技术	48
1.6.2 计算机通信网	12	3.2.3 移动台位置管理	50
1.6.3 移动通信网	12	3.2.4 信令	51
1.6.4 光纤通信网	12	3.2.5 我国蜂窝移动通信系统的频率 分配	51
1.6.5 卫星通信网	13	3.3 GSM 移动通信系统	52
1.6.6 综合业务数字网	13	3.3.1 GSM 网络概述	53
1.7 通信网的发展展望	13	3.3.2 GSM 系统的网络结构及组成	54
1.8 习题	14		
第2章 电话通信网络	16		

3.3.3 GSM 数字蜂窝系统中移动台的 编号	57	4.2.2 数据通信的系统结构	78
3.3.4 GSM 系统的呼叫处理及路由选择 ...	58	4.3 数据交换与公用数据网	81
3.4 CDMA 数字蜂窝移动通信系统	59	4.3.1 交换技术和路由	82
3.4.1 CDMA 概述	60	4.3.2 电话拨号上网	86
3.4.2 CDMA 移动通信系统的组成	62	4.3.3 综合业务数字网 (ISDN)	86
3.4.3 CDMA 移动通信系统的呼叫处理 ...	62	4.3.4 ADSL 网络快车	90
3.4.4 CDMA 的用户识别卡 (UIM)	64	4.3.5 异步通信网络 (ATM)	92
3.4.5 第三代移动通信 (3G)	64	4.4 计算机网络	94
3.5 习题	66	4.4.1 计算机网络的概念	95
第 4 章 数据通信网络	68	4.4.2 计算机网络的组成	101
4.1 概述	68	4.4.3 计算机网络的作用	106
4.1.1 什么是数据通信网络	68	4.4.4 计算机网络拓扑结构	107
4.1.2 数据通信发展概况	70	4.4.5 Internet 简介	109
4.2 数据通信基本原理	72	4.5 习题	111
4.2.1 数据通信原理	72	参考文献	112

第 1 章 概 述

1.1 通信的发展历史



学习目标:

1. 理解通信的概念;
2. 了解通信发展的历史;
3. 了解现代通信的种类、通信的发展方向。

1.1.1 最早的通信

通信的实质就是信息交流。在中国古代战争时期,当有敌人来犯时,就在烽火台上燃起烟火,告诉人们有敌人入侵做好战斗准备,迎战来犯的敌人。在这里是以烽火作为通信工具的。在古希腊,公元前 490 年,希腊人和波斯人在希腊的马拉松进行了一场激烈的战争,结果希腊人取得了胜利。为了把胜利的消息很快地送到希腊首都——雅典,将军就派了一个叫菲力比斯的战士,从马拉松一直跑到雅典。当他到达雅典时已经筋疲力尽,传达完胜利的消息后便死去了。后来,人们为了纪念这位战士,在 1896 年第一届奥运会上,举行了从马拉松跑到雅典的比赛,优胜者以 2:58'50"的时间跑完了全程。在这里是用人为通信工具。另外,还有很多用马、信鸽、鸟等作为通信工具的例子。我国古代社会早在公元 968 年就发明了一种非常类似今天的电话的,叫做“竹信”的早期近距离通信设备。它采用两只竹筒,各在一头蒙上蛇皮,构成鼓膜,然后用一根细线穿过鼓膜将两只竹筒连起来,一方对着竹筒讲话,另一方听话,这样进行信息交流。

以上这些称得上是最早期的通信手段,但它们的通信工具非常落后。烽烟传播的速度虽然快,但它是视距传播,并且还会受许多因素的影响,如天气等;至于人、马、信鸽、鸟等这些通信工具的速度非常慢,这与今天的有线电通信和无线电通信以及光通信相比就相去甚远。电流、无线电波、光这些现代通信中的传输工具的传播速度都是 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。今后我们所说的通信都是指现代通信。

1.1.2 最早的电通信

1838 年,美国画家和电报发明人莫尔斯先生发明了电报。受电报启示,人们开始研究采用电信号传送语音的电话。直到 1876 年,英国出生的美籍电话发明家亚历山大·格雷

厄姆·贝尔设计出世界上第一部利用电信号传播声音的实用的电磁式电话机。至此出现了最早的电通信。

1.1.3 现代通信

通信发展至今,从传输媒介来说,已由单一的电通信(有线电通信)发展到现在的无线电通信、光通信;从传输信号的形式来说,已由模拟通信发展到数字通信;从交换方式来说,已由单一的电路交换发展到现在的电路交换、分组交换和异步转移模式(ATM)三分天下的局面;从传递的信息来说,已由单一的语音发展到现在的语音、图像、数据、传真等。

现代通信将朝着数字化、综合化、智能化、宽带化、个人化和标准化的方向继续发展。



小知识:

1875年美国科学家贝尔发现电磁现象能够传递声音,次年他利用电磁原理发明电话机,并获得了世界上第一个电话专利。



思考:

1. 什么叫做通信?
2. 一个完整的通信系统应包括哪些组成部分?

1.2 通信系统的组成和分类



学习目标:

1. 掌握通信系统的组成框图,了解信号传输的方向,能够默写该图,并了解各部分的作用;
2. 熟知通信系统的分类方法和种类;
3. 理解有线通信和无线通信的区别,并能够区分实际的通信网;
4. 理解数字通信的优点。

1.2.1 通信系统的组成

信号的传输和处理由通信系统完成。一个通信系统的基本组成,从总体上看包括五个部

分：发送终端、发送设备、信道、接收设备、接收终端，如图 1-1 所示。

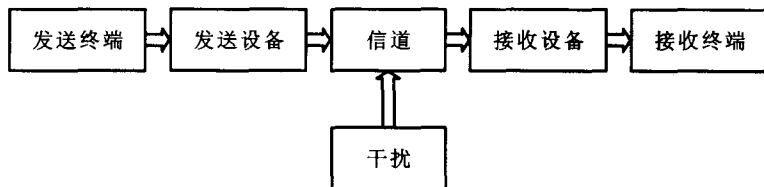


图 1-1 通信系统的组成



小知识：

发送终端又可称为信源，接收终端又称为信宿。发送设备包括放大器、调制器、编码器；接收设备包括放大器、解调器、解码器等。

发送终端将原始信号转换成电信号，即基带信号，发送设备将基带信号进行适当的加工处理，如进行放大、调制等，使基带信号适合在信道中传输。在电话通信中，主叫方的发送设备将基带信号（语音信号）先进行放大，再送往外线。在无线电通信中，发送设备先将基带信号进行调制，即将基带信号调制在高频载波上，然后通过高频天线以电磁波的形式向空间辐射。数据通信中，发送设备要将基带信号进行编码（模数转换）、调制等。接收设备的作用是将接收到的信号经过放大、加工还原为原来的基带信号。接收终端将基带信号（电信号）恢复成原始信号。在电话通信中，接收设备将外线送来的微弱的语音信号进行放大，然后送给接收终端（喇叭），接收终端将其还原为声音。无线电通信中，接收设备将接收到的高频信号经过放大、滤波和解调后恢复为原来的基带信号。数据通信中，接收设备要对接收到的信号进行解码（数模转换）、解调等。

一般来说，发送终端的输出和接收终端的输入是相同的，两个终端的设备也是对应的，例如，发端如果是话筒，则收端就是喇叭或耳机；发端是摄像机，则收端是显示器；发端是计算机，则收端也是计算机。



小知识：

1. 无线通信的最大特点是它可以在移动环境中进行通信。因此它的前景光明，未来通信将主要依靠无线通信来实现个人通信的目的。

2. 无线通信也有致命的弱点，即容易受干扰。

3. 现代通信系统已由模拟通信系统发展到数字通信系统。目前世界上比较典型的数字通信系统有：欧洲的 GSM（我国也使用此种制式）系统，北美的 CDMA 系统，日本的 PDC 系统。

1.2.2 通信系统的分类

1. 有线通信系统与无线通信系统

通信系统按信道形式划分,可分为有线通信系统和无线通信系统两大类。

有线通信系统以双绞线(电话线)、同轴电缆、光导纤维等有线信道为传输媒介。市内电话、有线电视、海底电缆通信、计算机局域网等都属于有线通信系统。

无线通信系统是以无线空间为传输媒介构成的通信系统,如无线电广播、电视、卫星通信、移动通信、无线寻呼系统等都属于无线通信系统。

有线通信系统由于线路敷设等原因,前期投资较大,只有在用户达到一定的数量时其成本才可以降下来,但其具有较高的可靠性,因此适合于近距离定点之间的通信。无线通信具有灵活、不受地理环境限制、通信区域广等特点。在有些场合,如卫星通信、移动体上的通信等,只能采用无线通信,但无线通信容易受到外界干扰、保密性差。在一个大型的通信系统中,有线通信和无线通信系统往往并存,相互补充。

2. 模拟通信系统与数字通信系统

通信系统若按所传输信号的形式划分,可以分为模拟通信系统和数字通信系统。

① 模拟通信系统传输的信号是模拟信号,如声音、图像等信号;

② 数字通信系统传输的信号是数字信号,如电报、传真、GSM 手机、CDMA 手机、计算机等传输的信号。

实际上,模拟信号经过数字编码后可以在数字系统中传输,如 GSM 移动通信系统就是数字通信系统,语音信号属于模拟信号,在 GSM 系统中是先将语音信号进行模数转换,变成数字信号后,才在 GSM 数字交换系统中传输的。而数字信号经过调制以后也可以在模拟系统中传输。现在,无论是模拟通信还是数字通信,都已获得广泛的应用,并且数字通信系统的发展速度已超过模拟通信系统。与模拟通信系统相比,数字通信系统更能适应现代社会对通信技术越来越高的要求,其原因有:

① 数字通信的抗干扰能力强,尤其在远距离中继通信时,数字信号可以再生而消去噪声的积累;

② 信号在传输中出现的差错可以通过抗干扰编码(检错/纠错编码)加以控制,从而能有效地改善通信质量;

③ 便于使用现代计算机对数字信号进行处理;

④ 数字信号易于加密,保密性极强;

⑤ 数字通信系统可以传递各种消息,使通信系统变得通用、灵活。

但是,数字通信要比模拟通信占用的带宽宽。现在可以通过压缩编码的方式,使数字通信占用的带宽变窄。



思考:

数字通信系统有哪些优点?

1.3 通信系统的常用信道



学习目标:

1. 了解常用信道的名称;
2. 掌握各种有线信道的外形特点及其构成, 并能区分信道类型;
3. 熟悉常用信道的用途、优点和缺点。

信道是信号传输的媒介。现代通信常用的信道有: 双绞线电话通信信道, 同轴电缆信道, 光导纤维信道, 中波地表面波传播信道, 直射波信道和短波电离层反射信道。其中, 双绞线电话通信信道、同轴电缆信道和光导纤维信道属于有线信道; 而中波地表面波传播信道、直射波信道和短波电离层反射信道属于无线信道。

1.3.1 双绞线电话通信信道

公共电话交换网(PSTN)中的接入网(电话端局与用户之间的电话网)主要以双绞线作为传输媒介。双绞线就是一对绞合在一起的相互绝缘的铜导线, 如图 1-2 所示。它可以作为计算机主机之间的连接线路, 或是用做电话机与端局交换机之间的通信线路, 也称为传输线。



图 1-2 双绞线的结构

双绞线常用于音频信号的模拟传输。虽然语音的频谱在 $20 \sim 20\,000$ Hz 之间, 但是进行可识别的语音传输所需要的频带却窄得多。一条全双工音频传输通道的标准带宽是 $300 \sim 3\,400$ Hz。在一条双绞线上, 使用频分多路复用技术可以进行多个音频通道的复用, 每个通道的带宽为 4 kHz, 并在通道间提供适当的间隔。双绞线的带宽可达 268 kHz, 相当于 24 条音频通道的容量。

由于双绞线存在着阻抗(包括直流电阻和电抗), 因此它会对信号有衰减作用, 且其衰减程度与双绞线的长度成正比。通常用于模拟语音传输的双绞线的长度不超过 $5 \sim 6$ km, 更长的线路需要加中间放大器。另外双绞线还存在分布电抗, 因此其衰减程度还与频率有关, 并且随着频率的升高而增大。为了使信道在较宽的频率范围内有平坦的特性, 必须在信道中接入频率补偿电路, 通常被称为均衡器。对于一般的双绞线, 往往在线路的适当位置上接入一个负载线圈, 以改善其传输特性。

双绞线一般用于点到点的连接。在低频传输中, 双绞线的抗干扰性能相当于或高于同轴电缆, 但是超过 1 MHz 时, 同轴电缆应明显比双绞线优越。

为了线路的敷设方便, 生产厂家将 $6 \sim 3\,600$ 对双绞线封装在一个护套内形成电话线缆。线缆中相邻对线拧成的螺距不同, 用以限制相互之间的串音。

1.3.2 同轴电缆信道

同轴电缆的频带宽度要比双绞线的宽得多, 其上限频率一般可达到几百兆赫兹, 视线径而定。它的衰减程度与频率的平方根成正比, 因此在远距离传输和宽带工作时仍需要用到均衡器。

同轴电缆目前主要用于本地网(LAN)、有线电视(CATV)和海底电缆通信中。同轴电缆由芯线、内衬层、屏蔽层和外护层构成, 由于同轴电缆的特殊结构(如图1-3所示), 电缆内部的信号不会泄漏到外部, 同样, 外部的干扰也不会进入到线缆内部, 因此同轴电缆信道有很好的保密性和抗干扰性。

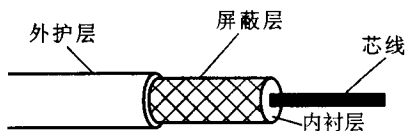


图 1-3 同轴电缆的结构



小知识:

现在, 在小同轴电缆信道中可以传送 300 路话路, 在大同轴电缆信道中可以传输 10 000 路以上的话路, 而在微波、光纤信道中可容纳的话路更多。

1.3.3 光导纤维信道

随着科学技术的迅速发展, 人们对通信的要求越来越高。通信质量好、容量大的光纤通信越来越受到人们的重视和重用。

在现代通信中, 光纤是一种重要的传输媒介, 现在如 ATM 之类的各种大型网络, 其主干网络几乎都是采用光纤来做通信介质的, 这是因为光纤有比铜电缆更加优异的性能, 从下面的比较中就可以清楚地知道这一点。

一条普通电话双绞线可以同时传输七路电话, 一路微波可以同时传输十万路电话, 而一根光纤则可以同时传输两亿路电话; 电话信道或无线电信道易受干扰且保密性不高, 光纤信道不受干扰且保密性高; 另外, 光纤传输的衰减也很小, 可以在很长的距离间隔上设置中继站, 总体成本不高。

光导纤维是由高纯度的石英玻璃制成的, 其直径约为 $125\ \mu\text{m}$ 。图 1-4 所示为光导纤维的结构示意图与光的传播原理图, 它有两层即芯层和外层, 芯层是由有较高折射率的材料制成, 直径约 $50\ \mu\text{m}$ 或 $10\ \mu\text{m}$, 外层材料的折射率较低, 只要光的入射角足够小, 光信号就能沿着芯层传播, 并且在两层之间产生全反射。

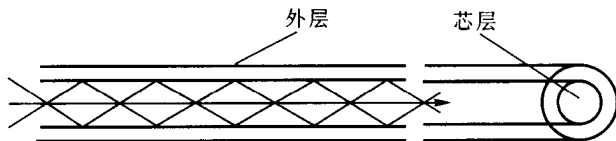


图 1-4 光导纤维的结构示意图与光的传播原理图

利用光纤进行通信有很多优点。

① 光纤是电绝缘的，它可将发送端和接收端隔离；

② 光纤不受电磁辐射的影响，它可以在充满噪声的环境中进行通信而不会受到电磁干扰，一条光缆中的多根光纤之间几乎没有相互串音；

③ 光的频率极高，因此有很大的传输带宽，如果能充分开发 $1.3 \sim 1.8 \mu\text{m}$ 波段，则一根光纤可传送几亿路数字电话。

什么是光纤通信呢？

当一束光照在一张玻璃的表面时，就会有一部分光被反射回来，同样，如果在玻璃内部向玻璃的表面照射一束光，同样会有一部分光被反射回来，而另一部分光则穿过玻璃表面进入空气中，如图 1-5(a) 所示。但人们很快发现，如果这束光射向表面的角度足够小，则光会全部被反射，一点也不会透射到外面，如图 1-5(b) 所示，这在光学中叫做全反射。

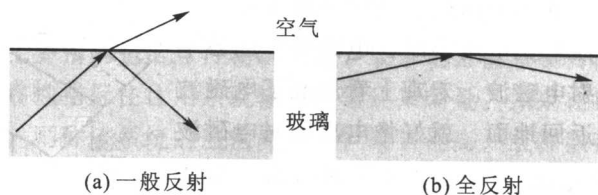


图 1-5 光从玻璃里向外照射时在玻璃表面的反射

由于在全反射下没有光能从玻璃中透出来，因此光就没有损失，如果将玻璃拉成极细的丝，就成了玻璃纤维，将光线照入其中，由于全反射，光就会沿着这根玻璃纤维传输很长的距离，如果给这些光线赋予一定的含义，使之代表一定的信息，则这些信息就会沿着玻璃纤维传输到很远的地方，这就是光纤通信。

但光纤通信也有缺点，主要是由于光纤不导电，一些电设备不能直接接在光纤上，必须进行光电转换。另外光纤的连接要比电线的连接复杂得多，而且费用也高。

1.3.4 中波地表面波传播信道

在中波及以下频段，电磁波能够绕地球的表面进行传播，如图 1-6 所示。地表面波的传播性能与地面的导电性能有关，导电性越好，传播损耗越小，在同样功率的情况下传播的距离就越远。

地表面波的传播损耗随着频率的升高而急剧增加，一般频率超过 2 MHz 传播效果就比较差。地表面波的一大优点是性能稳定，不易受季节和气候的影响。目前这种传播方式主要用于中长波调幅广播、导航和近距离短波通信。

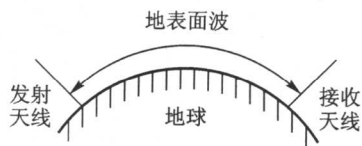


图 1-6 地表面波的传播

1.3.5 直射波信道

直射波是指发送端与接收端间电磁波在视距内直接传播的方式。与地表面波不同的是，它几乎不受地面的影响，并且只能在视距内传播。在超短波以上的波段，电磁波的传播主要以直射波为主。受地表面曲率的影响，直射波的传播一般不超过 50 km ，在发射功率和接收灵敏度

足够的情况下,发、收两端的天线越高,电波传播的距离就越远,如图1-7所示。一个城市里电视台发射天线往往置于最高的建筑物上就是这个道理。

直射波信道被广泛用于超短波通信、地面微波接力通信、卫星通信、调频广播、电视广播以及移动通信等方面。除移动通信外,直射波信道性能稳定。信号在直射波信道中传播时主要考虑的是地面和各种建筑物的反射,它会使电视图像出现重影,或使接收端的信号出现衰落。提高天线的方向性、调整接收天线以避免各个反射波是解决这个问题的最好方法。



图 1-7 直射波的传播

1.3.6 短波电离层反射信道

距地面 60 km 以上的空间有一层由电子、离子等组成的电离层。受太阳的电磁辐射、季节的变化等影响,电离层中的电子浓度、高度和厚度等会发生随机变化。当电磁波照射到电离层时,电离层中的带电粒子受激振动,向外辐射电磁波。宏观上看形成了电磁波的折射,其中一部分会返回地面,就好像电离层对电磁波进行了反射,故将这种信道称为电离层反射信道,如图1-8所示。

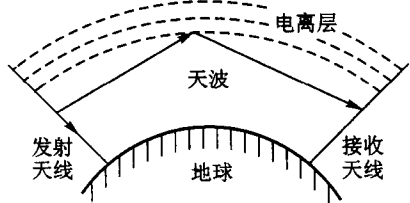


图 1-8 电离层反射波

电离层对短波波段(3 ~ 30 MHz)的电磁波的反射作用

比较明显,故电离层反射信道常被用于短波通信和短波广播。由于地面对短波电磁波也有反射作用,因此借助于电离层与地面之间的多次反射,可以进行全球通信。



思考:

常见信道中,哪些属于无线信道?哪些属于有线信道?

1.4 通信系统的主要性能指标



学习目标:

1. 了解通信系统性能指标的含义;
2. 理解有效性、可靠性的概念;
3. 能根据有效性、可靠性判断常用通信系统的性能优劣。

通信系统的作用是传输信息和交换信息。衡量通信系统性能优劣的基本指标有两个,即系统的有效性和可靠性。在通信中,传输信号就意味着传输信息。信息可以理解为信号中所包含

的、对受信者有意义的内容。

1.4.1 通信系统的有效性

通信系统的有效性主要指的是单位时间内系统传输的信息量。由于通信系统的信息传输速率与系统带宽有关,频带越宽,系统的信息传输速率越高,系统的有效性越好。

数字通信系统的有效性指标用传码率(波特率)和传信率(比特率)表示。波特率定义为单位时间内系统所传送的码元数,它是物理层的参数,波特率的大小与信道的特性有直接的关系;比特率定义为单位时间内系统所传送的比特数,它是数据链路层的参数。在一个特定的数字通信系统中,每一个码元通常带有固定的比特数的信息量(一个二进制码元1或0所含的信息量就是一个比特),因此波特率与比特率有对应的关系。

1.4.2 通信系统的可靠性

通信系统的可靠性主要指的是信息传输的质量,或者说是信息在传输过程中丢失的概率。

模拟通信系统的可靠性指标往往用系统输出信噪比来衡量。如果在相同条件下比较,某一个系统的输出信噪比高,则称该系统的通信质量好,可靠性高,或称该系统抗干扰的能力强。

数字通信系统的可靠性指标用误码率和误信率表示。误码率用以表示码元在传输过程中出现错码的概率;误信率反映信息在系统中传输时丢失的概率。在有线信道内,其误码率还应小于 10^{-6} ,即传输 10^6 个码元时只能允许出现一个错误码元。

通信系统的有效性和可靠性这两个指标是相互矛盾的。要求传输质量好,传输速度就要受到限制,反之亦然。因此,在实践中,只能依据实际要求取得相对统一。在满足一定可靠性指标下,尽量提高传输速度;或在一定的传输速度下,尽量提高传输质量。



思考:

某数字通信系统的误码率为 10^{-5} ,请解释其含义。

1.5 通信网的基本结构



学习目标:

1. 了解通信网的基本结构、优点、缺点及用途;
2. 能将通信网的结构图与各种类型网络的名称对应起来。

通信网用于多个用户的相互连接。目前通信网的网络结构主要有:网状网、星状网、环状网和总线型网四种形式以及它们的组合。

1.5.1 网状网

如图1-9所示(图中的线路交叉点表示网络节点,大圆符号表示用户终端,连接线表示通信链路),网状网也称完全互联网或直达网,各个用户终端(在网络中为节点)之间直接以通信链路连接,通信建立过程中不需要任何形式的转接。

这种结构的最大优点是接续质量高,网络的稳定性好。但由于需要有很多的通信链路,当用户数量大、通信线路长时,网络投资费用很高。一般主干网才采用网状网。

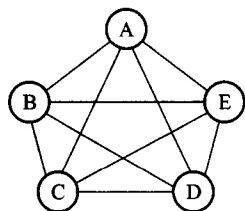


图 1-9 网状网示意图

1.5.2 星状网

在图1-10所示星状网中,各用户终端通过转接中心进行连接。 N 个用户需要 N 条通信链路,与网状网相比节省许多通信链路,但它需要有转接设备,一般是当链路的总费用高于转接设备的费用时采用这种网络结构。由于各用户通信都要通过转接点,通信的质量和可靠性会受到一定的影响,尤其当转接设备发生故障时,可能会造成整个网络通信瘫痪。

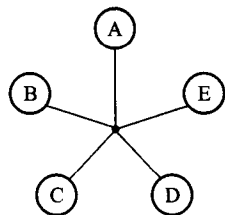


图 1-10 星状网示意图

实用的星状网可以是多层次的,这种结构有时也称为树状结构。电话网中,交换机与用户终端的连接即采用星状网的结构。

1.5.3 环状网

如图1-11所示,环状网的拓扑结构为一封闭环形,各用户终端通过中继器联入网内,各中继器间由点到点链路首尾连接,信息单向沿环路逐点传送。环状网的优点是传输线路短,初始安装比较容易,故障的诊断比较准确,适于用光纤进行各终端的连接。但其可靠性差,可扩展性和灵活性也较其他网络差。

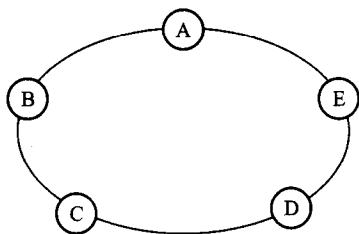


图 1-11 环状网示意图

1.5.4 总线型网

如图1-12所示,总线型网采用公共总线作为传输介质,各节点都通过相应的硬件接口直接连向总线,信号沿介质进行广播式传送。总线型网的主要优点是安装容易,可靠性高,新增终端只要就近接入总线即可;缺点是不易管理,故障诊断和隔离比较困难。

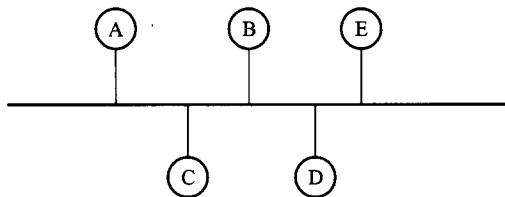


图 1-12 总线型网示意图