

通信新技术与 信息系统应用

TONGXIN XIN JISHU YU
XINXIXITONG YINGYONG

廖贵成 杨 鑫 韩兴传 著



电子科技大学出版社

廖贵成 男，生于1970年3月，研究生学历，广西科技大学电气学院副教授，通信与信息系统专业毕业。主要研究方向：无线通信技术、信号与信息处理、嵌入式计算机及其开发等。近年来，发表专业论文8篇，主持省厅级、部级课题4项。

杨鑫 女，汉族，生于1982年2月，讲师，硕士研究生学历，研究方向：计算机科学与技术。工作单位：武汉职业技术学院。

韩兴传 男，1963年6月生，汉族，1985年7月哈尔滨工业大学通信工程专业本科毕业，工学学士，讲师。研究方向：计算机通信。工作单位：广元广播电视大学。

内容简介

《通信新技术与信息系统应用》介绍了现代通信领域中的新技术以及新一代的信息技术及其应用，主要内容包括光通信技术、数字微波通信技术、数字移动通信技术、量子通信技术以及以移动互联网、社交网络、云计算、大数据为特征的新一代信息技术及其在社会经济生活中的各方面应用。

编写组成员均来自相关高校的一线教师和行业内的资深专家，长期从事通信与信息系统的科研和教学，通过鼎力合作、精心编写，力求简明扼要、深入浅出；注重理论联系实际，避免抽象的理论表述和复杂的公式推导，并有较多的图例以帮助读者结合工程应用实例来理解。

本书可供从事通信与信息技术专业的科研和工程技术人员学习与参考，也可作为高等院校通信或电子信息专业类本科学生用教材或教学参考书。



通信新技术与 信息系统应用

ISBN 978-7-5647-4147-1



9 787564 741471 >

定价：29.00元

通信新技术与 信息系统应用

TONGXIN XIN JISHU YU
XINXIXITONG YINGYONG

廖贵成 杨 鑫 韩兴传 著



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

通信新技术与信息系统应用 / 廖贵成, 杨鑫, 韩兴
传著. -- 成都: 电子科技大学出版社, 2017.1
ISBN 978-7-5647-4147-1

I. ①通… II. ①廖… ②杨… ③韩… III. ①通信技
术—信息技术 IV. ①TN91②G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 001332 号

通信新技术与信息系统应用

廖贵成 杨鑫 韩兴传 著

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦
邮编: 610051)

策划编辑: 谭炜麟

责任编辑: 谭炜麟

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都市天金浩印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印 张 7.75 字 数 160 千字

版 次: 2017 年 1 月第一版

印 次: 2017 年 1 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-4147-1

定 价: 29.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 通信及其发展历程	(1)
第二节 现代通信技术概述	(6)
第三节 未来通信新技术	(12)
第二章 光纤通信技术	(16)
第一节 光纤通信	(16)
第二节 数字光纤传输体制	(24)
第三节 光波复用技术	(35)
第四节 全光通信技术	(53)
第五节 数字光纤通信技术的运用	(62)
第三章 数字微波通信技术	(72)
第一节 数字微波通信概述	(72)
第二节 微波传输信道	(82)
第三节 数字微波通信系统	(95)
第四节 数字微波通信新技术——SDH 数字微波	(106)
第五节 数字微波通信技术的应用	(112)
参考文献	(116)



第一章 绪论

第一节 通信及其发展历程

30 年前，我们只是见过政府办公室里的电话长什么样，但没几个人打过电话，更不知道手机为何物；20 年前，我们城里的部分家庭花上一两年的工资收入作为初装费装上并用上了电话，我们也从企业老板那里见识了“大哥大”，但只可远观，不能近玩，两三万元一部，十几年工资，玩不起，只能玩玩“BB 机”；10 年前，我们每个家庭几乎都用上了比“大哥大”更先进的手机，包括农村的一些老太太，但是我们还不知道有“朋友圈”，更不知“微信”为何物……而如今，我们人人都用手机淘宝购物、支付，在朋友圈刷“存在感”，甚至我们年迈的父母都用微信晒着他们的晚年幸福！我们不禁感叹，这个通信技术是在发生怎样翻天覆地的变化啊！

一、通信的概念

通信，指人与人或人与自然之间通过某种行为或媒介进行的信息交流与传递。通信在不同的环境下有不同的解释，在出现电波传递通信后通信（Communication）被单一解释为信息的传递，是指由一地向另一地进行信息的传输与交换，其目的是传输消息。然而，通信是在人类实践过程中随着社会生产力的发展对传递消息的要求不断提升使得人类文明不断进步。在各种各样的通信方式中，利用“电”来传递消息的通信方法称为电信（Telecommunication），这种通信具有迅速、准确、可靠等特点，且几乎不受时间、地点、空间、距离的限制，因而得到了飞速发展和广泛应用。在古代，人类通过驿站、飞鸽传书、烽火报警、符号、身体语言、眼神、触碰等方式进行信息传递。在现代科学水平的飞速发展，相继出现了无线电、固定电话、移动电话、互联网甚至视频电话等各种通信方式。通信技术拉近了人与人之间的距离，提高了经济的效率，深刻地改变了人类的生活方式和面貌。

二、通信的发展历程

从通信的发展可以看到社会的进步的过程。让我们先来回顾一下通信的发展历史



吧。通信发展的历史没有明确的界限，但大致可以分为三个阶段，即古代通信、近代通信和现代通信。

（一）古代通信

这是利用原始语言、符号和文字通信的阶段。在这一阶段，通信方式简单，内容单一。在远古时候，我们的祖先就已经能够在一定范围内借助于呼叫、打手势或采取以物示意的办法来相互传递一些简单的信息，至今在我们的生活中仍然能找到这些方式的影子，如旗语（通过各色旗子的舞动）、号角、灯塔、喇叭、击鼓敲锣、风筝、信鸽等。

烽火通信作为一种原始的声光通信手段，是通过烽火及时传递军事信息的，远在周代时就服务于我国军事战争。烽火台的布局十分重要，它分布在高山险岭或峰回路转的地方，而且必须是要3个台都能相互望见，以便于看见和传递。图1-1为位于崇山峻岭中的长城烽火台遗址。



图1-1 长城烽火台

（二）近代通信

近代通信是利用电和磁的技术实现通信目的，被称为“电信”。近代通信起始的标志就是电报的诞生。

（一）电报与电话的发明

1837年，莫尔斯发明电报机是电报通讯的起源，它的通讯电码是以点、划符号组合而成，每一个码代表一个字母和一个数字。发报员用电键发出长短不一的电码，收报员听到滴答的声音。答的声音是滴的三倍长。收报员抄录滴答组合的电码后再译成电文，这就是早期的电报。图1-2为莫尔斯和他的电报机。

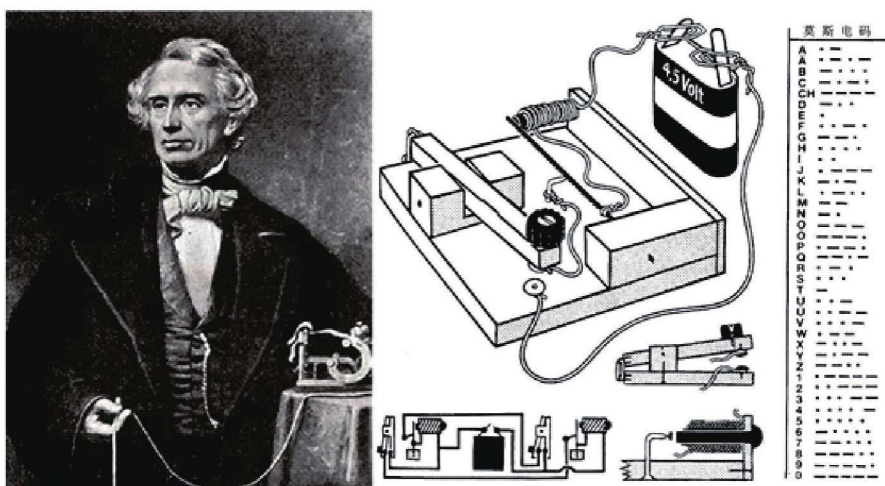


图 1-2 莫尔斯和他的电报机

1842 年美国国会通过了开发电报技术的议案，拨款 3 万美元架设华盛顿和巴尔的摩之间长距离的电报线路，全长 64.4 千米。1844 年 5 月 24 日，这条电报线路在美国国会大厅里进行试验，随着人类历史上的第一份电报——“上帝创造了何等奇迹！”的出现，莫尔斯的电报因为简单、准确和经济实用的特点迅速风靡全球，而 1844 年 5 月 24 日也成了国际公认的电报发明日。之后为了顺利实现国际电报通信，在 1865 年 5 月，法、德、俄、意、奥等 20 个欧洲国家的代表在巴黎签订了《国际电报公约》，国际电报联盟（International Telegraph Union, ITU）也宣告成立。国际电报联盟也是联合国机构中历史最长的一个国际组织，于 1934 年 1 月 1 日起正式改称为“国际电信联盟”，总部设于瑞士日内瓦，其成员包括 191 个成员国和 700 多个部门成员及部门准成员，在 1968 年第 23 届行政理事会上，国际电信联盟决定将每年的 5 月 17 日定为“世界电信日”。

中国于 1871 年在上海秘密开通电报，1879 年李鸿章修建了第一条军用电报线路，接着又开通了津沪电报线路，并在天津设立电报总局。

1876 年，亚历山大·格雷厄姆·贝尔利用电磁感应原理发明了电话。“沃森先生，请过来，我有事找你！”随着美国人贝尔这句标志性对话出现，标志着全球近代通信技术的历史开端，也预示着个人通信时代的开始。图 1-3 所示，贝尔用他发明的电话机进行人类首次电话语音通信。



图 1-3 贝尔在用他的电话机进行通话

电话的发明也成为继莫尔斯发明电报之后又一页崭新的人类通信史,1877年,在波士顿设的第一条电话线路开通,1878年,贝尔电话公司正式成立,人类也从此开始了公众使用电话的时代。

1879年,第一个专用人工电话交换系统投入运行。1882年2月,丹麦大北电报公司在上海外滩扬子天路办起我国第一个电话局,用户25家。

(二) 无线电通信的诞生

电报、电话的电信号都是通过金属线传送的,线路架设到的地方,信息才能传到。无线通信与早期的电报、电话通信不同,它不是依靠有形的金属导线,而是利用无线电波来传递信息的。1888年,赫兹制作出简易电磁波发射和接收装置。1895年,意大利青年马可尼发明了无线电报机,成功发射穿越大西洋的长波无线电信号,并因此于1908年获得诺贝尔奖。他由此开创了人类利用电磁波进行通信的历史,也开启了无线电通信发展的道路。

(三) 广播与电视的出现

1906年,继英国工程师弗莱明发明真空二极管之后,美国人福雷斯特又制造出了世界上第一个真空三极管。同年,美籍加拿大人费森登在纽约附近设立了世界上第一个广播站。1915年巴黎与华盛顿长距离无线电通信成功;1920年,收音机问世。1920年,英国人贝尔德成功进行了电视画面的传送,被誉为电视发明人。1926年,英国人贝阿特在英国皇家研究所完成电视图像研制。1936年,在柏林举行的第6届奥林匹克运动会进行了电视转播。

(三) 现代通信

电话、电报从其发明的时候起,就开始改变人类的经济和社会生活。但是,只有在以计算机和数字通信融合为代表的信息技术,特别是通信信息网络进入商业化以后,



才完成了近代通信向现代通信的转变。

1957 年 10 月世界上第一颗人造卫星升空，正式拉开了卫星通信的序幕。1964 年 8 月 19 日，美国休斯登公司哈罗德·罗森发明了地球同步卫星（图 1-4），并第一次向全世界通过同步卫星的方式转播了当时在东京举办的奥林匹克运动会。1990 年，摩托罗拉（Motorola）公司推出全球个人通信新概念——“铱”星系统。

1973 年 4 月，美国摩托罗拉公司的工程技术人员马丁·库帕站在纽约街头对着一个约有两块砖头大的设备讲话，引得过路人纷纷驻足侧目。这正是摩托罗拉 DynaTAC 移动电话系统的设计原型，也就是“大哥大”的雏形。而在随后的 1983 年，摩托罗拉另一件里程碑事件是美国联邦通讯委员会批准摩托罗拉生产全球首部商用手机，1984 年，这款被俗称为“大哥大”的手机进入了消费市场，并且让摩托罗拉在随后的十几年里成为全球最大的移动电话厂商。我国在 1987 年开始使用模拟式蜂窝电话通信，1987 年 11 月，第一个移动电话局在广州开通。



图 1-5 马丁·库帕和他的全球第一部手机

模拟式蜂窝电话迅速发展，也开始显现出它的缺点，特别是在人口密集的大城市，由于模拟式蜂窝电话采用的频分多址技术造成频率资源严重不足，同时，模拟式蜂窝电话易被窃听和码机，造成对用户利益的危害。进入 20 世纪 80 年代后期，大规模集成电路、微型计算机、微处理器和数字信号处理技术的大量应用，为开发数字移动通信系统提供了技术保障。1982 年，欧洲成立了 GSM（移动通信特别组），制定了泛欧洲的数字蜂窝移动通信系统，并用该研究小组名字的缩写“GSM”命名。

1993 年，浙江嘉兴首先开通了我国第一个数字移动通信网。1994 年，第一个省级数字移动通信网在广东省开通，从此 GSM 手机在国内迅速成长，发展到今天人手一机的光辉业绩。



第二节 现代通信技术概述

一、现代通信的主要技术

通信技术包括通信系统和通信网的技术。通信系统是指点对点通所需的全部设施,而通信网是由许多通信系统组成的多点之间能相互通信的全部设施。现代通信主要有数字通信技术、程控交换技术、信息传输技术、通信网络技术、数据通信与数据网、宽带 IP 技术、接入网与接入技术等。

(一) 数字通信技术

数字通信即传输数字信号的通信,是通过信源发出的模拟信号经过数字终端的信源编码成为数字信号,终端发出的数字信号经过信道编码变成适合与信道传输的数字信号,然后由调制解调器把信号调制到系统所使用的数字信道上,经过相反的变换最终传送到信宿。数字通信以其抗干扰能力强,便于存储、处理和交换等特点,已经成为现代通信网中的最主要的通信技术基础,广泛应用于现代通信网的各种通信系统。

(二) 程控交换技术

程控交换,即存贮程序控制交换,这是用计算机控制的交换方式。它把各种控制功能、步骤、方法编成程序,放入存贮器,通过运行存贮器内所存贮的程序来控制整个交换工作。以程控交换技术发展起来的数字交换机处理速度快,体积小,容量大,灵活性强,服务功能多,便于改变交换机功能,便于建设智能网,向用户提供更多、更方便的电话服务,还能实现传真、数据、图像通信等交换,它由程序控制,是由时分复用网络进行物理上电路交换的一种电话接续交换设备。常见结构有集中控制、分散控制或两者结合。

随着电信业务从以话音为主向以数据为主转移,交换技术也相应地从传统的电路交换技术逐步转向给予分组的数据交换和宽带交换,以及向基于 IP 的软交换方向发展。就控制方式而论,程控电话交换机主要应用分为分布线逻辑控制(WLC)和存储程序控制(SPC)两大类。

(三) 信息传输技术

主要是指一台计算机向远程的另一台计算机或传真机发送传真,一台计算机接收远程计算机或传真机发送的传真,两台计算机之间屏幕对话及两台计算机之间实现文件传输,即 EDI(ElectronicDataInterchange)技术。

现代计算机信息传输技术的蓬勃发展,给现代信息传输带来了一场深刻的革命,享受 ISP 提供的 Internet 服务是信息传输的最广泛、发展最快的有效途经,它是现代计算机技术和现代通信技术的有机结合,促进了现代信息传输技术的发展,尤其近十多



年，以 HTML 语言为基础的 WWW（万维网）技术的广泛应用，使信息服务进入前所未有的发展热潮，并朝着多媒体方向发展。

（四）通信网络技术

通信网是一种由通信端点、节（结）点和传输链路相互有机地连接起来，以实现在两个或更多的规定通信端点之间提供连接或非连接传输的通信体系。通信网按功能与用途不同，一般可分为物理网、业务网和支撑管理网等三种。

物理网是由用户终端、交换系统、传输系统等通信设备所组成的实体结构，是通信网的物质基础，也称通信装备网。用户终端是通信网的外围设备，它将用户发送的各种形式的信息转变为电磁信号送入通信网路传送，或把通信网路中接收到的电磁信号等转变为用户可识别的信息。交换系统是各种信息的集散中心，是实现信息交换的关键环节。传输系统是信息传递的通道，它将用户终端与交换系统之间以及交换系统相互之间连接起来，形成网路。

业务网是完成电话、电报、传真、数据、图像等各类通信业务的网络，是指通信网的服务功能，按其业务种类可分为电话网、电报网、数据网等。业务网具有等级结构，即在业务中设立不同层次的交换中心，并根据业务流量、流向、技术及经济分析，在交换机之间以一定的方式相互连接。

支撑管理网是为了保证业务网正常运行，增强网路功能，提高全网服务质量而形成的网络。在支撑管理网中传递的是相应的控制、监测及信令等信号，按其功能不同可分为信令网、同步网和管理网。信令网由信令点、信令转接点、信令链路等组成，旨在为公共信道信令系统的使用者传送信令。同步网为通信网内所有通信设备的时钟（或载波）提供同步控制信号，使它们工作在同一速率（或频率）上。管理网是为保持通信网正常运行和服务所建立的软、硬系统，通常可分为话务管理网和传输监控网两部分。

（五）数据通信与数据网

数据通信是通信技术和计算机技术相结合而产生的一种新的通信方式。要在两地间传输信息必须有传输信道，根据传输媒体的不同，以有线与无线区分，但它们都是通过传输信道将数据终端与计算机联结起来，从而使不同地点的数据终端实现软、硬件和信息资源的共享。信号是数据的电磁编码，信号中包含了所要传递的数据。信号一般以时间为自变量，以表示消息（或数据）的某个参量（振幅、频率或相位）为因变量。信号按其自变量时间的取值是否连续，可分为连续信号和离散信号；按其因变量的取值是否连续，又可分为模拟信号和数字信号。

信号具有时域和频域两种最基本的表现形式和特性。时域特性反映信号随时间变化的情况；频域特性不仅含有信号时域中相同的信息量，而且通过对信号的频谱分析，还可以清楚地了解该信号的频谱分布情况及所占有的频带宽度。由于信号中的大部分能量都集中在一个相对较窄的频带范围之内，因此我们将信号大部分能量集中的那段



频带称为有效带宽,简称带宽。任何信号都有带宽。一般来说,信号的带宽越大,利用这种信号传送数据的速率就越高,要求传输介质的带宽也越大。

(六) 宽带 IP 技术

ATM 曾被认为是一种十分完美的、用来统一整个通信网的技术,未来的所有语音、数据、视频等多种业务均通过 ATM 来传送。国际上,特别是电信标准化机构对该项技术进行了多年的研究,而且也得到了实际应用,但事与愿违,ATM 没有能够达到原来所期望的目标。与此同时,IP 的发展速度大大出乎人们的预料,一方面,在若干年前自始至终没有一种独立的 IP 骨干网技术;另一方面,IP 在高速发展的同时确实有一定的缺陷,如 QoS 不高等。因此,在宽带 IP 骨干网中首先产生的是 IOverATM (IPOA) 技术。

IOverATM 的基本原理是将 IP 数据包在 ATM 层全部封装为 ATM 信元,以 ATM 信元形式在信道中传输。当网络中的交换机接收到一个 IP 数据包时,它首先根据 IP 数据包的 IP 地址通过某种机制进行路由地址处理,按路由转发。随后,按已计算的路由在 ATM 网上建立虚电路 (VC),以后的 IP 数据包将在此虚电路 VC 上以直通 (Cut - Through) 方式传输,从而有效地解决 IP 路由器的瓶颈问题,并将 IP 包的转发速度提高到交换速度。IOverATM 技术很多,但按模型可归类为重叠模型和集成模型两种。

(七) 接入网与接入技术

从整个电信网角度讲,可以将全网划分为公用网和用户驻地网 (CPN) 两大块。其中 CPN 属用户所有,因而,通常意义的电信网指的是公用电信网部分。

公用电信网又可以划分为长途网、中继网和接入网 (AccessNetwork,简称 AN) 三部分。长途网和中继网合并称为核心网。相对于核心网,接入网介于本地交换机和用户之间,主要完成使用户接入到核心网的任务。

接入网可由三个接口界定,即网络侧经由 SNI 与业务节点相连,用户侧由 UNI 与用户相连,管理方面则经 Q3 接口与电信管理网 (TMN) 相连。传统以太网技术不属于接入网范畴,而属于用户驻地网 (CPN) 领域。基于以太网技术的宽带接入网由局侧设备和用户侧设备组成。局侧位于小区内,用户侧位于居民楼内。这种技术有强大的网管功能,而且和传统以太网兼容,成本更低。

二、现代通信的种类

按照传送信息的线路与媒质不同,通信可分为利用导线传送信息的有线通信和利用无线电波传送信息的无线通信两种。按照传输技术的不同,可分为光纤通信、数字微波通信、数字移动通信、量子通信技术、卫星通信等。

光纤通信是利用光波作载波,以光纤作为传输媒质将信息从一处传至另一处的通信方式,被称之为“有线”光通信。当今,光纤以其传输频带宽、抗干扰性高和信号衰减小,而远优于电缆、微波通信的传输,已成为世界通信中主要传输方式,在现代



电信网中起着举足轻重的作用。光纤通信作为一门新兴技术,其近年来发展速度之快、应用面之广是通信史上罕见的,也是世界新技术革命的重要标志和未来信息社会中各种信息的主要传送工具。光纤通信与以往的电气通信相比,主要区别在于有很多优点:它传输频带宽、通信容量大;传输损耗低、中继距离长;线径细、重量轻;绝缘、抗电磁干扰性能强;还具有抗腐蚀能力强、抗辐射能力强等优点,可在特殊环境或军事上使用。其中传输频带宽、速度快是其最大的优点,电子器件的速率才达到吉比特/秒量级,各种波长的高速激光器的出现使光纤传输达到太比特/秒量级($1\text{Tb/s} = 1000\text{Gb/s}$)。光纤的发明者,英籍华人高锟由此获得了2009年诺贝尔奖,他的发明,也引发了通信技术的一场革命!

微波通信,是使用波长在 1mm 至 1m (频率为 $0.3\text{GHz} \sim 300\text{GHz}$)之间的电磁波——微波进行的通信。与同轴电缆通信、光纤通信和卫星通信等现代通信网传输方式不同的是,微波通信是直接使用微波作为介质进行的通信,不需要固体介质,当两点间直线距离内无障碍时就可以使用微波传送。利用微波进行通信具有容量大、质量好并可传至很远的距离,因此是国家通信网的一种重要通信手段,也普遍适用于各种专用通信网。由于微波波段频率资源极为丰富,而微波波段以下的频谱十分拥挤,为此移动通信等也向微波波段发展。此外数字技术及微电子技术的发展,也促进了微波通信逐步从模拟微波通信向数字微波通信过渡。在当今世界的通信革命中,微波通信仍是最有发展前景的通信手段之一。

移动通信是移动体之间的通信,或移动体与固定体之间的通信。移动体可以是人,也可以是汽车、火车、轮船、收音机等在移动状态中的物体。移动通信系统由两部分组成:空间系统和地面系统。其中,地面系统包括移动无线电台和天线以及关口站、基站等,采用的频段遍及低频、中频、高频、甚高频和特高频。

移动通信按使用要求和工作场合不同可以分为:集群移动通信、蜂窝移动通信、无绳电话等。集群移动通信,也称大区制移动通信。它的特点是只有一个基站,天线高度为几十米至百余米,覆盖半径为30公里。用户数为几十至几百,它们可以与基站通信,也可通过基站与其他移动台及市话用户通信,基站与市站有线网连接。蜂窝移动通信,也称小区制移动通信。它的特点是把整个大范围的服务区划分成许多小区,每个小区设置一个基站,负责本小区各个移动台的联络与控制,各个基站通过移动交换中心相互联系,并与市话局连接。利用超短波电波传播距离有限的特点,离开一定距离的小区可以重复使用频率,使频率资源可以充分利用。蜂窝移动通信系统从20世纪80年代诞生以来,到目前已经发展到了第4代(4G),预计到2020年,将从第4代过渡到第5代(5G)。

量子通信是指利用量子纠缠效应进行信息传递的一种新型的通讯方式。量子通讯是近二十年发展起来的新型交叉学科,是量子论和信息论相结合的新的研究领域。量子通信主要涉及:量子密码通信、量子远程传态和量子密集编码等,近来这门学科已



逐步从理论走向实验，并向实用化发展。高效安全的信息传输日益受到人们的关注。基于量子力学的基本原理，并因此成为国际上量子物理和信息科学的研究热点。量子通信相比其他通信方式，其安全性和高效性都是其他通信方式无法与之相提并论的。量子通信在国家安全、金融等信息安全领域有着重大的应用价值和前景。

卫星移动通信是指移动用户之间或移动用户与固定用户之间，利用通信卫星作为中继站而进行的通信。系统一般由通信卫星、关口地球站、控制中心以及移动终端组成。与其他技术体制相比，卫星移动通信系统拥有全球覆盖和网络安全的优势，是目前唯一面向全球用户、独立完整的点对点通信系统。它的覆盖范围包括海洋和陆地（含极地）、任何地形以及地面基础设施不宜涉足的地方，用户可以在卫星波束的覆盖范围内自由移动，卫星传递信号，保持与地面通信系统和专用系统用户或其他移动用户的通信。与其他通信方式相比，卫星移动通信具有覆盖区域大、通信距离远、通信机动灵活、线路稳定可靠等优点。

三、现代通信中的数字技术

莫尔斯在 1845 年发明的电报标志着电子通信从数字技术开始起步。他著名的以点和短线表示的代码代表流经长距离电报线的电流的二进制（0、1）编码。无线通信同样也始于数字技术，借助莫尔斯代码生成连续波火花隙脉冲的 0、1 传输。

现在，模拟技术正在慢慢消退，仅在传统电话系统前、后端，AM 和 FM 无线电广播，业余无线电、短波接收装置以及一些传统的双向移动无线电设备中还采用模拟技术。而几乎所有其他应用（包括电视）都采用数字技术。

传统的有线电话，在送入交换机之前，所有从终端话机来的语音信号都要经过 PCM 编码器变成数字信号，然后通过程控数字交换机进行交换，再利用多路数字复接技术，将多路数字语音信号复接到干线，经过数字调制后由数字光纤进行远距离干线传送。从语音信号的处理、交换、调制以及传送，全部采用数字技术。而对于移动通信，除了麦克风和它最前端的话音信号放大电路是模拟的外，其余的处理环节全部都是数字的，包括无线信号。而且，无论手机还是固定电话，信号的远距离传送也都是采用数字光纤或数字微波等数字的形式进行的。整个通信网络都是采用数字接入、数字处理、数字传送。数字技术已经成了通信领域的通用技术标准。

“数字化”已经成了现代通信的基本特征。美国著名未来学家、网络专家尼葛庞帝提出，要实现信息化，数字技术是关键。纵观已经使用的信息产品，通信技术与装备和更广泛的信息技术，如数字通信、数字光纤通信、数字卫星通信、数字移动通信以及数字电视系统等，全都离不开“数字”二字。

数字信号为何那么神通广大？数字技术为什么发展如此迅速呢？这主要是因为数字信号及数字通信有许多独特的优点。

1. 数字信号便于存储、处理（加密等）。正是因为数字信号便于存储、处理，才