



建筑电气专业系列教材

建筑通信技术



高 瑞 黄民德◎主编

建筑电气专业系列教材

建筑通信技术

高 瑞 黄民德 主编



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

内容简介

本书介绍了建筑通信技术的相关知识,主要包括建筑通信技术概述、信息、信号、系统与网络、建筑通信业务及终端、信号的传输技术、信号的数字化处理技术、信号的交换技术、智能建筑外部公用通信网络技术、智能建筑内部通信系统技术等。它可作为高等院校自动化、建筑电气与智能化、电气工程与自动化、计算机、网络工程、通信工程等本科专业和高职高专院校建筑电气工程、通信技术、楼宇智能化工程、通信网络与设备、建筑工程管理等专业的教材,也可供成人高等教育和大专院校相关专业使用,还可以供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑通信技术/高瑞,黄民德主编. —哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2014. 9

ISBN 978 - 7 - 5661 - 0842 - 5

I. 建… II. ①高… ②黄… III. 智能化建筑 - 通信系统 IV. ①TU855 ②TN914

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 188705 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

地 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码 150001

发行电话 0451 - 82519328

传 真 0451 - 82519699

经 销 新华书店

印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本 787mm × 1 092mm 1/16

印 张 20. 75

字 数 515 千字

版 次 2014 年 9 月第 1 版

印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷

定 价 40. 00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

通信技术是实现信息传递与应用的手段和工具,是智能建筑信息设施系统的基础,支撑着建筑物内的语音、数据、图像及多媒体信息的通信。随着智能建筑与通信技术的迅速发展,在建筑设计和施工中,与通信相关内容的比重逐渐增加,相关从业人员对建筑通信知识的渴求也越来越强烈,急需一本系统介绍建筑通信技术的书籍,来满足行业在培养人才方面的需要和行业发展的新情况、新要求。

本书将在建筑通信技术大力发展的新形势下,在对其原理性的知识进行介绍的同时,从工程设计的角度出发,本着实用的原则,侧重于工程应用介绍,既有理论又有实践,全面介绍了建筑通信新技术。

本书是根据建筑通信技术教学的基本要求,结合建筑行业的需求而编写的教材。书中对建筑通信的基本概念,建筑通信系统的基本原理、基本知识等做了较全面的阐述;对通信传输技术、数字化处理技术、交换技术等进行了介绍。另外,结合建筑特点,详细阐述了智能建筑外部公用通信网络技术和内部通信系统技术。

全书共分8章,内容为建筑通信技术概述,信息、信号、系统与网络,建筑通信业务及终端,信号的传输技术,信号的数字化处理技术,信号的交换技术,智能建筑外部公用通信网络技术,智能建筑内部通信系统技术。

本书由天津城建大学的高瑞、黄民德主编,第1~3章由黄民德编写,第4~8章由高瑞编写,高瑞负责全书统稿。

在本书编写过程中,得到了天津工业大学苗长云教授,天津城建大学龚威教授、郭福雁副教授的指教,以及陈建伟、胡林芳、齐利晓等同志的协助,在此表示感谢。

限于编者水平,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者和同行批评指正。

编 者

2014年5月

目 录

第1章 概 述	1
1.1 建筑通信技术概述	1
1.2 通信技术发展历史及趋势	3
1.3 通信技术的社会作用	6
1.4 通信行业中的标准与法规	7
思考题	8
第2章 信息、信号、系统与网络	9
2.1 信息及其度量	9
2.2 信号及其描述	12
2.3 通信系统	17
2.4 通信网络	22
思考题	25
第3章 建筑通信业务与终端	26
3.1 建筑通信业务	26
3.2 通信终端	42
思考题	61
第4章 信号的传输技术	62
4.1 传输技术概述	62
4.2 模拟信号的调制传输	84
4.3 数字信号的基带传输	91
4.4 数字信号的调制传输	102
4.5 光信号的传输	117
思考题	118
第5章 信号的数字化处理技术	119
5.1 传输编码技术	119
5.2 多路复用技术	133
5.3 数字复接技术	135
5.4 同步技术	139
5.5 同步数字系列技术	141
5.6 数据信息处理技术	147
思考题	155
第6章 信号的交换技术	156
6.1 交换技术概述	156
6.2 数字程控交换技术	162
6.3 ATM 交换技术	166
6.4 以太网交换技术	168

6.5 光交换技术	170
思考题.....	173
第7章 智能建筑外部公用通信网络技术	174
7.1 公用交换电话网技术	174
7.2 公用数据网技术	178
7.3 智能网技术	187
7.4 移动通信网技术	189
7.5 有线电视网技术	194
思考题.....	195
第8章 智能建筑内部通信系统技术	196
8.1 电话交换系统技术	196
8.2 信息网络系统技术	235
8.3 综合布线系统技术	247
8.4 室内移动通信覆盖技术	250
8.5 卫星通信系统技术	256
8.6 有线电视及卫星电视接收技术	258
8.7 广播系统技术	265
8.8 会议系统技术	276
8.9 信息导引及发布系统技术	290
8.10 时钟系统技术.....	296
8.11 接入网技术.....	298
思考题.....	323
参考文献	325

第1章 概述

1.1 建筑通信技术概述

通信技术(communication technology)是指将信息从一个地点传送到另一个地点所采取的方法和措施。随着建筑智能化的不断发展,通信技术越来越先进,越来越成熟,通信技术在建筑中的应用越来越广,也越来越深入。建筑通信技术是通信技术在建筑中的应用,它是建筑智能化的保障,是现代智能建筑的“中枢神经系统”。通信技术对现代建筑有着十分重要的作用,建筑通信系统是现代建筑的不可或缺的重要组成部分,建筑通信系统的功能越来越强。建筑通信技术在某种程度上决定了建筑智能化和城市智慧化的发展方向和实现程度,未来建筑、城市的发展必将通过通信技术来推动。

谈到通信(communication),我们每个人都不陌生,通信就是互通信息。从这个意义上来说,通信在远古的时代就已存在。人之间的对话是通信,用手势表达情绪也可算是通信。以后用烽火传递战事情况是通信,快马与驿站传送文件当然也可可是通信。舰船上的旗语通过灯的闪烁和旗子的挥动与另一舰船或港口进行无声的对话是通信。传统的信函以游子的思乡之情浓缩于尺素之中,再利用邮政媒体送达家人是通信。在各种建设工地工人们经常使用对讲机相互联络,协调工作是通信。通过因特网(Internet),我们足不出户就可看报纸、听新闻、查资料、看电影、玩游戏、上课、看病、聊天、购物、收发电子邮件是通信。还有电报、电传、电话、寻呼、移动电话、有线广播、无线广播、电视等这些当代最为普及的通信手段都是现实生活中我们所熟悉的通信实例。

在上述实例中我们发现,无论是远古狼烟滚滚的烽火,还是今天四通八达的电话、网络,无论饱含情意的书信,还是绚丽多彩的电视画面,尽管通信的方式各种各样,传递的内容千差万别,但都有一个共性,那就是进行信息的传递。因此,我们对通信下一个简练的定义:所谓通信,就是信息的传递。这里的“传递”可以认为是一种信息传输和交换的过程或方式。实现通信的方式很多,利用“电”来传递消息的方式称为“电通信”,利用“光”来传递消息的方式称为“光通信”,这都是现代通信采用的方式。

我国2007年7月正式实施的《智能建筑设计标准》(GB/T 50314-2006),对智能建筑的定义是“以建筑物为平台,兼备信息设施系统、信息化应用系统、建筑设备管理系统、公共安全系统等,集结构、系统、服务、管理及其优化组合为一体,向人们提供安全、高效、便捷、节能、环保、健康的建筑环境。”

智能建筑是建筑技术和信息技术的产物,建筑是主体,智能化系统是信息技术在建筑中的应用,目的是赋予建筑“智能”。信息技术涉及信息的生产、获取、检测、识别、变换、传递、处理、存储、显示、控制、利用等技术,其主体技术是感测技术、通信技术、计算机技术和控制技术。感测技术获取信息,赋予建筑感觉器官的功能;通信技术传递信息,赋予建筑神经系统的功能;计算机技术处理信息,赋予建筑思维器官的功能;控制技术实施信息,赋予建筑效应器官的功

能,使信息产生实际的效用。

通信是人类社会传递信息、交流文化、传播知识的有效手段,随着社会的进步和科学技术的发展,人们对信息通信需求日益增长,特别是进入以信息为资源的信息化社会,信息资源已成为与材料和能源同等重要的战略资源。随着信息量的增加和信息形式的多样化,人们对信息的需求更大、要求更高,信息已成为社会组成的主要部分,信息业务已深入到社会的各个方面,渗透到人们的工作和生活之中。人们提出信息社会的标准:连接所有村庄、社区、学校、科研机构、图书馆、文化中心、医院以及地方和中央政府,连接是信息生活的基础。智能建筑是信息社会中的一个环节、一个信息小岛、一个节点,因此必须具有完善的通信功能。智能建筑通信系统基本功能如图 1-1 所示,要求如下。

(1)能与全球范围内的终端用户进行多种业务的通信功能。支持多种媒体,多种信道,多种速率,多种业务的通信。比如(可视)电话、互联网、传真、计算机专网、VOD、IPTV、VoIP 等。

(2)完善的通信业务管理和服务功能。比如可以应对通信设备增删、搬迁、更换和升级的综合布线系统,保障通信安全可靠的网管系统等。

(3)信道冗余,在应对突发事件、自然灾害时通信更加可靠。

(4)新一代基于 IP 的多媒体高速通信网、光通信网是未来新的通信业务支撑平台。

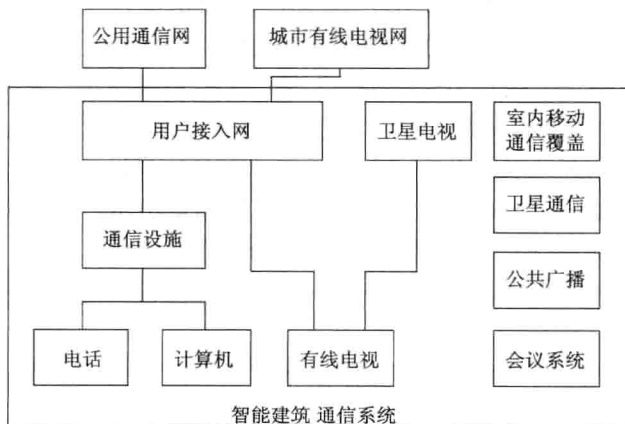


图 1-1 智能建筑通信系统基本功能

通信技术是实现信息传递和应用的手段和工具,现代通信技术采用最新的技术不断优化通信的各种方式,让人与人的沟通变得更为便捷、有效。现代通信技术包括信号的传输技术、信号的数字化处理技术、信号的交换技术、通信网技术等。现代通信技术是智能建筑信息设施系统的基础,支撑着建筑物内的语音、数据、图像及多媒体信息的通信。现代通信技术具有以下特点。

(1)数字化 目前已经完成由模拟通信向数字通信的转化。通信数字化可以使信息传递更为准确可靠,抗干扰性与保密性强。数字信息便于处理、存储和交换,通信设备便于集成化、固体化和小型化,适合于多种通信,能使通信信道达到最佳化。

(2)大容量化 现代通信的通信容量大,在各种通信系统中,光纤通信更能反映这个特点。光纤通信容量比电气通信大 10 亿倍。云计算更需要有大通信容量的支撑。

(3)网络系统化 现代通信形成了由各种通信方式组成的网络系统。通信网是由终端设

备、交换设备、信息处理与转换设备及传输线路构成的。网络化的宗旨是共享功能与信息,提高信息的利用率。这些网络包括电话网、分组交换网、综合业务数字网、以太网等。可以采用网络互联等技术把各种网络连接起来,进一步扩大信息传递的范围。

(4) 计算机化 通信技术与计算机技术的结合使通信与信息处理融为一体。表现为终端设备与计算机相结合,产生了多功能与智能化的电话机。与此同时,与计算机相结合的数字程控交换机也已推广应用。

(5) 开放化 开放是指开放的体系结构、开放的接口标准,使各种异构系统便于互联和具有高度的互操作性,归根结底是标准化问题。

(6) 集成化 是将各种信息源的业务,综合在一个通信网络中,在同一个网络上,允许各种消息传递,为用户提供综合性优质服务,即不但满足人们对电话、数据、电视、传真等业务的需求,而且能满足未来人们对信息服务的更高要求。

(7) 高性能化 高性能表现在网络应当提供高速的传输、高效的协议处理和高品质的网络服务。高性能网络应具有可缩放功能,即能接纳增长的用户数目,而不降低网络的性能;能高速低延迟地传送用户信息;按照应用要求来分配资源;具有灵活的网络组织和管理。

(8) 融合化 互信息融合是信息技术发展的方向,融合将成为网络通信发展的“主旋律”。随着网络应用加速向 IP 汇聚,网络将逐渐向着对 IP 业务最佳的分组化网的方向演进和融合。融合将体现在“话音与数据”、“传输与交换”、“电路与分组”、“有线与无线”、“移动与固定”、“管理与控制”、“电信与计算机”、“集中与分布”、“电域与光域”等多个方面。

(9) 智能化 在通信中赋予智能控制功能,在通信的传输和处理上能向用户提供更为方便、友好的应用接口,在路由选择、拥塞控制和网络管理等方面显示出更强的主动性和灵活性。

(10) 个人化 实现个人通信,达到任何人在任意时间内,能与任何地方的人进行通信。采用与网络无关的唯一个人通信号码,不受地理位置和终端的限制。随着移动终端的发展,现代通信技术伴随着更高级的移动通信工具还显示出便捷的移动性。

1.2 通信技术发展历史及趋势

建筑是信息社会中的一个环节、一个信息小岛、一个节点,通信技术应用其中用来完成信息的传递,突显必不可少的重要作用。单从通信技术的发展角度,纵观通信技术的发展分为以下三个阶段。

第一阶段是语言和文字通信阶段。19 世纪以前,漫长的历史时期内,人类传递信息主要依靠人力、畜力,也曾使用邮递、信鸽或借助烽火等方式来实现。这些通信方式简单,内容单一,效率极低,都受到地理距离及地理障碍的极大限制。

第二阶段是电通信阶段。把电作为信息载体是人类通信的革命性变化。随着社会的发展,人们对信息传递和交换的要求越来越高,通信技术得到了迅猛的发展。1844 年,美国人莫尔斯(S. B. Morse)发明了莫尔斯电码,并在电报机上传递了第一条电报,大大缩小了通信时空的差距。1876 年,贝尔(A. G. Bell)发明了电话,首次使相距数百米的两个人可以直接清晰地对话。1892 年,史瑞桥自动交换局设立。这样,利用电磁波不仅可以传输文字,还可以传输语音,由此大大加快了通信的发展进程。1895 年,马可尼发明无线电设备,从而开创了无线电通信发展的道路。1912 年,美国 Emerson 公司制造出世界上第一台收音机。1925 年,英国

人约翰·贝德发明了世界上第一台电视机。

第三阶段是电子信息通信阶段。从总体上看,此阶段通信技术实际上就是通信系统和通信网的技术。通信系统是指点对点通信所需的全部设施,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。

1946年,世界上第一台通用数字计算机“埃尼阿克”(ENIAC)在美国宾夕法尼亚大学诞生,是通信技术发展史上的又一座纪念碑。1948年,香农提出了信息论,建立了通信统计理论,控制论、信息论等信息通信理论形成。1950年多路通信应用于电话系统。1951年直拨长途电话开通。1956年铺设越洋通信电缆。1958年发射第一颗通信卫星。

20世纪80年代后,电报发展为用户电报和智能电报。电话发展为自动电话、程控电话、可视图文电话和IP电话。同时还出现了数据通信、移动通信、光纤通信、微波及卫星通信、接入网和数字电视等多种通信技术。通信技术和通信产业是80年代以来发展最快的领域之一。不论是在国际还是在国内都是如此。这是人类进入信息社会的重要标志之一。

最近50年,通信技术包括了数据传输信道的发展、数据传输技术的发展和面向多方向的发展。例如包括基带与频带传输及调制技术、同步技术、多路复用技术、程控交换技术、压缩与编码技术、差错控制技术、接入网与接入技术、通信网技术等。

90年代以后,以计算机为核心的信息通信技术(ICT, Information and Communications Technology)凭借网络飞速发展,渗透到社会生活的各个领域。信息通信技术,它是信息技术(IT, Information Technology)与通信技术(CT, Communications Technology)相融合而形成的一个新的概念和新的技术领域。以往通信技术与信息技术是两个完全不同的范畴:通信技术着重于消息传播的传送技术,而信息技术着重于信息的编码或解码,以及在通信载体的传输方式。随着技术的发展,这两种技术慢慢变得密不可分,从而渐渐融合成为一个范畴。ICT不同于传统通信技术,ICT产生的背景是行业间的融合以及对信息社会的强烈诉求。通常,一个成功的信息应用系统必然要将IT与CT这两方面的知识和资源有机地结合起来,如远程教育、远程医疗、电子交通、电子农业、电子政务、电子商务、信息安全等领域。这些都是智能建筑和智慧城市发展所必需的组成的要素。智慧城市功能构成如图1-2所示。

21世纪初,八国集团在冲绳发表的《全球信息社会冲绳宪章》中认为:“信息通信技术是21世纪社会发展的最强有力动力之一,并将迅速成为世界经济增长的重要动力。”信息通信技术是信息技术与通信技术相融合而形成的一个新的概念和新的技术领域。作为一种技术,一般人的理解是ICT不仅可提供基于宽带、高速通信网的多种业务,也不仅是信息的传递和共享,而且还是一种通用的智能工具。三网融合、物联网、云计算只是ICT的一个基础和前奏,IPTV、手机电视等仅仅是冰山一角而已。

目前,通信技术已脱离纯技术驱动的模式,正在走向技术与业务相结合、互动的新模式。通信技术发展的基本方向是开放、集成、融合、高性能、智能化和移动性。通信网络正逐步朝着高速、宽带、大容量、多媒体、数字化、多平台、多业务、多协议、无缝连接、安全可靠的保证质量的新一代网络演进,同时充分考虑固定与移动的融合。从技术角度看,将呈现如下趋势。

(1)交换技术从电路到分组交换转变。随着业务从语音向数据的转移,从传统的电路交换技术逐步转向分组交换技术特别是无连接IP技术为基础的整个电信新框架将是一个发展趋势。现有的电路交换技术在传送数据业务方面效率较低,不能按需支持宽带业务,而现有的IP网在支持实时业务方面缺乏服务质量保证,因此从电路交换向分组交换的转变不是简单的



图 1-2 城市功能构成图

转变。同时,从传统的电路交换网到分组化网将是一个长期的渐进过程,采用具有开放式体系架构和标准接口,实现呼叫控制与媒体层和业务层分离的软交换将是完成这一平滑过渡任务的关键。

(2) 传送技术从点对点通信到光互联网转变。光波分复用(WDM)技术的出现和发展为电信网提供了巨大的容量和低廉的传输成本,有力地支撑了上层业务和应用的发展。但点对点 WDM 系统只提供了原始的传输带宽,需要有灵活的网络结点才能实现高效的组网能力。自动交换光网络(ASON)的出现吸取了 IP 网的智能化经验,有效解决了 IP 层与光网层的融合问题,代表了下一代光网络的研究方向。

(3) 接入技术从窄带到宽带转变。面对核心网和用户侧带宽的快速增长,中间的接入网却仍停留在窄带水平,而且仍主要是以支持电路交换为基本特征,与核心网侧和用户侧的发展趋势很不协调。接入网已经成为全网带宽的最后瓶颈,接入网的宽带化和 IP 化将成为本世纪初接入网发展的主要大趋势。有线接入除发展数字用户线路和以太网等宽带接入技术外,以以太无源光网络(Ethernet Passive Optical Network, EPON)为代表的宽带光接入技术以及城域以太网技术将成为主要的研发方向和应用重点。无线接入技术方面除了第 3 代移动通信和无线以太网技术等现有宽带接入技术会大量应用外,具有更高速率、频谱效率和智能的新一代宽带移动通信技术将成为新的发展方向。

(4) 无线技术从 3G 到 4G,从单一无线环境到通用无线环境。在宽带业务需求不断增长的情况下,无线传输作为个人通信的重要手段,其与宽带业务发展需求之间的矛盾显得十分突出。尽管第 3 代移动通信系统(3G)能提供 Mbit/s 量级的传输速率,但与宽带业务的发展需求相比还相差甚远,远远不能满足未来个人通信的要求。具有高数据率、高频谱利用率、低发射功率、灵活业务支撑能力的未来无线移动通信系统(4G)可将无线通信的传输容量和速率提高数十倍甚至数百倍。同时根据各种接入技术的特点,构建分层的无缝隙全覆盖整合系统,形成“通用无线电环境”,并实现各系统之间的互通,将是通往未来无线与移动通信系统的必然途径。

1.3 通信技术的社会作用

通信技术不但在现在建筑智能化进程中发挥了重要作用,同时通信也是国家和现代社会的神经系统,通信产业本身又是国民经济的基础结构和先行产业。通信技术是随社会的发展和人类的需要而发展起来的;反过来,通信技术的发展又对社会的发展起着巨大的推动作用。通信技术被公认为国民经济发展的“加速器”和社会效益的“倍增器”,现代通信技术是改变人们生活方式的“催化剂”,是信息时代和信息社会的生命线。其作用可表现为以下几个方面。

(1)通信产业对其他产业的发展具有促进作用。通信产业是国家发展国民经济的重要基础产业,通信产业的发展可以带动国民经济各部门的快速发展,从而产生巨大的经济效益。比如日本在1995年建成的高级通信网总投资为8 001 200亿美元,由此诱发国民经济各部门生产活动所产生的经济波及效益可达4 000亿美元,其增长系数为3.3~5。美国哈迪博士研究统计了50多个发达、发展中国家的电话普及率提高与所引起的国民经济增长的关系,其结论是若前5年电话普及率提高1%,则后7年人均国民生产总值可提高3%。总之,通信产业和通信事业对于国民经济各产业部门,如建筑、交通、能源、航空、铁道、水利、金融、广播电视等的发展有着重要的促进作用。

(2)通信发展能够缩短时间和空间的跨度,加快资金周转。通信技术可以提高各种设备的运营效率和能力,尤其在当代,经济关系的国际化、数据交换的全球化,使发达国家可以通过国际互联的数据通信网让资金周游世界。如美国、日本等国的某些财团利用东半球和西半球的时间差,通过通信手段调拨资金,让资金在24小时内都能充分发挥作用。

(3)通信技术的发展可以明显地缓和交通运输的压力,大大减少人员的流动及实物的流通总量,节约能源的消耗。利用通信手段可代替出差、外出联系工作和信息获取。据统计在中国由此每天节省的能源是当日用量的7%,同时还减少了废气和噪声的污染,保护了生态环境。

(4)通信可以实现数据库等资源的共享,为发展经济提供更多的成功机会。在信息社会里,信息不仅是资源,而且是资本,是产品。通过数据通信网络及与数据库相连的计算机通信终端,科研院所和大小企业能迅速得到有价值的数据资料,为科研和生产的决策服务。

(5)通信可以促进劳动生产率和工作效率的提高。据报道,法国巴黎最新设计的服装资料通过Internet(因特网),只需1分钟就可以在广州的计算机上显示出来,再经过不到一个小时的时间,这种最新设计的服装便可以展示在商店的橱窗内。这个例子说明通信使生产效率和工作效率提高到惊人的地步。据美国对201种行业的440种职业调查统计表明,信息产业创造的价值占美国国民经济的48%。随着现代通信技术与计算机技术的迅速发展,劳动生产效率必定会进一步提高。

(6)通信技术与计算机技术的结合,使现代战争变成了“电子信息战争”。通信技术已成为现代信息战争取得胜利的关键因素。过去的战争硝烟弥漫,在战场上是以飞机、坦克为核心,以摧毁对方的肉体和设备来战胜对方;现代战争悄然无声,战场上是以计算机通信技术为核心,以摧毁敌方的“神经中枢”系统而夺取战争的胜利。现代战争是双方在通信技术和计算机技术等高科技方面发展的较量,谁拥有高新技术,谁就能胜利。

(7)通信技术的发展正在改变着人类以往的生活方式。现代信息社会,人们时刻进行着

频繁的信息交流。信息交流已成为人们日常生活中不可缺少的“必需品”。随着 Internet 的发展,上网又成为人们获取和交流信息的一种重要方式,收发电子邮件、网上冲浪、下载文件、网上购物已成为人们生活的一部分;“家庭办公”、“电子货币”已成为当今时尚;“远程教育”、“远程医疗”正在悄然兴起……这一切正在改变着人类的生活方式,使人们的生活更加丰富多彩、幸福快乐。

(8)现代通信技术为政府机关、企事业单位提供了快速高效、灵活便捷的工作平台。

总之,在信息社会中,人类的行为、观念和生活、学习、工作方式都将发生深刻的变化。通信作为信息社会的生命线将成为现代社会的“神经系统”。日新月异的通信技术和各种各样的通信手段与每一个人息息相关,因此了解通信技术的形成与发展,熟悉通信方式的简单原理和主要应用,认识现代通信工具的特点与功能,将会对提高人们的学习、工作和生活质量产生极为积极的作用,也是人们步入信息时代,适应人类进步和社会发展的必要准备。

1.4 通信行业中的标准与法规

任何行业的发展都必须遵循一定的标准、规章、制度等,建筑行业如此,通信行业也不例外,无论是业务的运营还是技术的研发,包括整个企业的运作,都要受到这些“条条框框”的限制。这些限制主要包括政策法规和技术标准两个方面。

1. 通信行业中的政策法规

政策法规主要由各国的政府部门制订。这些政策规章对于通信运营最主要的影响就是“准入”。基本上,在任何国家电信业务都是受到管制的,也就是要经过政府部门的批准。以我国为例,骨干网和接入网的运营资格都是被严格控制的。未来的发展趋势是业务的运营、特别是增值电信业务的运营将逐步放松管制,而以话音业务为代表、包括网络基础设施建设在内的基础电信业务运营仍将在各国受到严格的管制。

2. 通信行业中的技术标准

通信行业中的技术标准主要由各种技术标准化团体以及相关的行业协会负责制订,典型的标准化组织包括国际电联(ITU)、电气和电子工程师协会(IEEE)、第三代移动通信伙伴项目(3GPP)等,主要由设备制造商与网络运营商组成。下面以 IEEE 802 系列标准的制订过程为例,对此通信技术标准的制订过程进行说明。

(1)一个新的标准必然会针对某个特定的市场,先行关注这一市场的公司一般也会是技术上的先行者,他们会向 IEEE 申请设立这一标准的研究机构。

(2)这些研究机构会定期举行会议,以交流工作进展,参加这些研究机构的资格即通过参加这些会议来取得。

(3)标准的研究机构下设多个工作组与研究组,它们针对不同的技术主题,并接受各种研究提案,会提出很多草稿(draft)以供进一步的研究。

(4)完成以上研究之后即会进行表决,包括内部的表决和之后提交给 IEEE 的表决。

(6)IEEE 表决通过之后,即成为 IEEE 各系列的标准,这些标准又会经常被很多国家的标准化机构所引用,成为该国的国家标准。

思 考 题

1. 什么是通信技术？列举出建筑中和通信有关的系统。
2. 试分析《智能建筑设计标准》GB/T 50314 - 2006 对智能建筑的定义包含了几层意思，并说明相互间的关系。
3. 现代通信技术具有哪些特点？
4. 通信技术的发展经历了哪几个阶段？

第2章 信息、信号、系统与网络

通信的目的是传递信息,也可以说是传递含有信息的消息。消息是信息的物理表现形式,信息是消息的内涵。消息具有不同的形式,例如符号、文字、话音、音乐、数据、图片、活动图像等等。作为消息的内涵,信息是非常抽象的东西,它是消息中所包含的受信者原来不知而待知的内容。信息的大小可以用信息量来度量。为了传递消息,各种消息需要转换成信号。信号是消息的电的表示形式,或者说与消息相对应的电量或光量。例如在电通信系统中,消息的传递是通过它的物质载体——电信号来实现的,也就是说把消息寄托在电信号的某一参量上,如连续波的幅度、频率或相位;脉冲波的幅度、宽度或位置。

在信息通信技术领域中,常常利用通信系统进行信号的传输、交换与处理。通信系统是以完成信息传输过程的技术系统的总称。系统通常是由具有特定功能、相互作用和相互依赖的若干单元组成的、完成统一目标的有机整体。通常,组成通信系统的主要部件中包括大量的、多种类型的设备和电路。电路也称电网络或网络。信号、电路(网络)与系统之间有着十分密切的联系。离开了信号,电路与系统将失去意义。信号作为待传输消息的表现形式,可以看做运载消息的工具,而电路或系统则是为传送信号或对信号进行加工处理而构成的某种组合。

总之,通信是信息的传递,消息是信息的外壳,信号是信息的载体,信息则是消息的内核和信号所载荷的内容,电路或系统是完成信息传输过程的组合。

2.1 信息及其度量

组成客观世界三大基本要素:物质、能量和信息。人类社会从农业时代经过工业时代发展到信息时代,社会的发展都离不开物质(材料)、能量(能源)和信息资源。美国学者欧廷格说:“没有物质什么都不存在,没有能量什么都不发生,没有信息什么都没意义。”

关于信息的定义,据说到目前为止已有上百种信息的定义或说法。例如“信息是事物之间的差异”,“信息是物质与能量在时间与空间分布的不均匀性”,“信息是收信者事先不知道的东西”等,可见对信息的定义种类繁多。信息有许多与物质、能量相同的特征,例如信息可以产生、消失、携带、处理和量度;信息也有与物质、能量不同的特征,例如信息可以共享,可以无限复制等。

在信息理论中,信息和消息是紧密相关的两个不同的概念。一般认为,消息是信息的载体,如语言、文字、各种符号、声音、图片等,而信息蕴含在消息之中。同一个消息,比如说当天新闻联播的一篇报道,不同的人从中获取的信息是不一样的;一封家书,对于收信人而言可抵万金,但对旁人来说可能是废纸一张。因此信息是一个奇妙的东西,它是有别于物质和能量的一种存在。

实际上,信息可以划分为两个大的层次:本体论层次和认识论层次。从本体论层次上看,信息是客观的,即它是独立于人或其他有感知的事物而存在的,这就是说,在人类出现以前信

息就存在了。从认识论层次上看,信息是通过认识主体的感受而体现出来的。现在我们所说的信息实际上是指认识论层次的信息。当前一种比较普遍的描述信息的说法是:信息是认识主体(人、生物、机器)所感受的和所表达的事物运动的状态和运动状态变化的方式。以这种定义为基础,可以把信息分成三个基本层次,即语法(syntactic)信息、语义(semantic)信息和语用(pragmatic)信息,分别反映事物运动状态及其变化方式的外在形式、内在含义和效用价值。

语法信息是事物运动的状态和变化方式的外在形式,不涉及状态的含义和效用。像语言学领域的“词与词的结合方式”,不考虑词的含义与效用,在语言学中称为语法学。语法信息还可细分为概率信息、偶发信息、确定信息、模糊信息等。

语义信息是事物运动的状态和变化方式的含义。在语言学里,研究“词与词结合方式的含义”的学科称为语义学。

语用信息是事物运动状态及其状态改变方式的效用。

下面举例说明信息三个层次的含义。有一个情报部门,其主要任务是对经济情报进行收集、整理与分析以提供给决策机构。该部门设三个组:信息收集组、信息处理组和信息分析组。信息收集组的任务是将收集到的资料按中文、英文或其他文字、明文、密文进行分类,不管这些资料的含义如何都交到信息处理组。信息处理组根据资料的性质进行翻译或破译得到这些资料的含义,然后交到信息分析组。信息分析组从这些资料中挑选出有价值的情报提交给决策机构。可见,信息收集组是根据所得到的消息提取出语法信息,信息处理组是根据所得到的语法信息提取出语义信息,而信息分析组是根据所得到的语义信息提取出语用信息。

人们普遍认为,1948年美国工程师和数学家香农(Shannon)发表的《通信的数学理论》(A Mathematical Theory of Communication, BSTJ, 1948)这篇里程碑性的文章标志着信息论的产生,而香农本人也成为信息论的奠基人。文章中的经典论断:“通信的基本问题是在一点精确地或近似地恢复另一点所选择的消息。通常,这些消息是有含义的,即它对于某系统指的是某些实在的或抽象的实体。这些通信的语义方面与通信问题无关,而重要的方面是实际消息是从一个可能消息集合中选择出的一条消息。”可见,香农在研究信息理论时,排除了语义信息与语用信息的因素,先从语法信息入手,解决当时最重要的通信工程一类的信息传递问题。

香农指出,通信的基本问题是在一点精确地或近似地恢复另一点所选择的消息。人们从这个基本问题出发,对通信系统制定了三项性能指标:传输的有效性、传输的可靠性、传输的安全性。

有效性是指对于离散信号,信号平均代码长度应尽量短;信息传输应尽量快,即高的传信率(单位时间传送信息的速率),实际上是有效利用时间资源;信息传送应该有高的频谱利用率,实际上是有效利用频率资源。

可靠性是指传输差错要尽量少,对于数字传输就是要求低的误码率。

安全性是指传输的信息不能泄露给未授权人。

信息的核心问题是它的度量问题。从目前的研究来看,要对通常意义下的信息给出一个统一的度量是困难的。至今最为成功的,也是最为普及的信息度量是由信息论创始人香农提出的、建立在概率统计模型上的信息度量。他把信息定义为“用来消除不确定性的东西”。

一个消息之所以会含有信息,正是因为它具有不确定性,而通信的目的就是为了消除或部分消除这种不确定性。比如在得知足球比赛结果前,我们对于结果会出现输球、赢球、或是打平是不确定的,通过通信,我们得知了比赛结果,消除了不确定性,从而获得了信息。用数学的

语言来讲,不确定性就是随机性,具有不确定性的事件就是随机事件,因此可运用研究随机事件的数学工具——概率来测度不确定性的大小。

1928年,哈特莱(Hartley)首先提出了对数度量信息的概念,即一个消息所含有的信息量用它的所有可能的取值的个数的对数来表示。比如抛掷一枚硬币可能有两种结果:正面和反面,所以当我们得知抛掷结果后获得的信息量是 $\log_2 2 = 1 \text{ bit}$; 而一个十进制数字可以表示 $0 \sim 9$ 中的任意一个符号,所以一个十进制数字含有 $\log_2 10 = 3.3219 \text{ bit}$ 的信息量。这里对数取以2为底,信息量的单位为比特(bit, binary unit)。注意:计算机术语中 bit 是位的单位(bit, binary digit),与信息量单位不同,但有联系,1位的二进制数字最大能提供1 bit 的信息量。

关于信息的度量的几个重要的概念。

(1) 自信息(量)

一个事件(消息)本身所包含的信息量,它是由事件的不确定性决定的,比如抛掷一枚硬币的结果是正面这个消息所包含的信息量。

随机事件的自信息量定义为该事件发生概率的对数的负值。设事件 x_i 的概率为 $P(x_i)$, 则它的自信息量定义为

$$I(x_i) = -\log_2 p(x_i) = \log_2 \frac{1}{p(x_i)} \quad (2-1)$$

$I(x_i)$ 代表两种含义:在事件 x_i 发生以前,等于事件 x_i 发生的不确定性的量;在事件 x_i 发生以后,表示事件 x_i 所含有或所能提供的信息量。

(2) 互信息(量)

一个事件所给出关于另一个事件的信息量,比如今天下雨所给出关于明天下雨的信息量。

一个事件 y_i 所给出关于另一个事件 x_i 的信息定义为互信息,用 $I(x_i; y_i)$ 表示。

$$I(x_i; y_i) = I(x_i) - I(x_i | y_i) = \log_2 \frac{p(x_i | y_i)}{p(x_i)} \quad (2-2)$$

互信息 $I(x_i; y_i)$ 是已知事件 y_i 后所消除的关于事件 x_i 的不确定性,它等于事件 x_i 本身的不确定性 $I(x_i)$ 减去已知事件 y_i 后对 x_i 仍然存在的不确定性 $I(x_i | y_i)$ 。互信息的引出,使信息的传递得到了定量的表示。

(3) 平均自信息(量),或称信息熵

事件集(用随机变量表示)所包含的平均信息量,它表示信源的平均不确定性,比如抛掷一枚硬币的试验所包含的平均信息量。

自信息量是信源发出某一具体消息所含有的信息量,发出的消息不同它的自信息量就不同,所以有信息量本身为随机变量,不能用来表征整个信源的不确定度。我们用平均自信息量来表征整个信源的不确定度。平均自信息量又称为信息熵或信源熵,简称熵。

因为信源具有不确定性,所以把信源用随机变量来表示,用随机变量的概率分布来描述信源的不确定性。通常把一个随机变量所有可能的取值和这些取值对应的概率 $[X, P(X)]$ 称为它的概率空间。

假设随机变量 X 有 q 个可能的取值 $x_i, i = 1, 2, \dots, q$, 各种取值出现的概率为 $p(x_i), i = 1, 2, \dots, q$, 它的概率空间表示为

$$\begin{bmatrix} X \\ p(X) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X = x_1 & \cdots & X = x_i & \cdots & X = x_q \\ p(x_1) & \cdots & p(x_i) & \cdots & p(x_q) \end{bmatrix}$$