

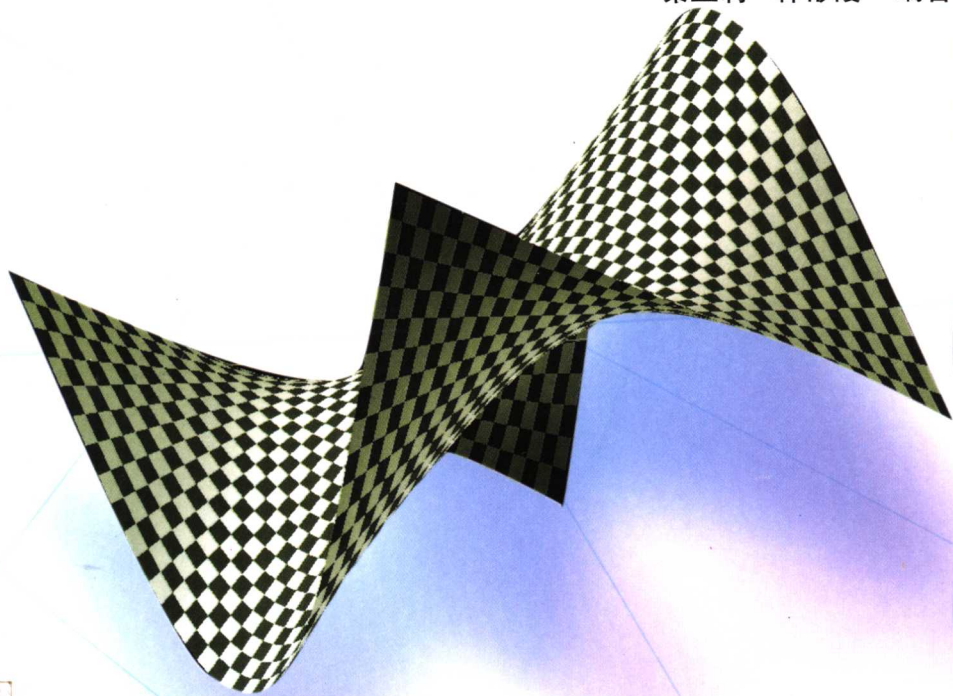
21 世纪通信教材

现代通信网概论

XIANDAI TONGXIN WANG GAILUN

秦 国 主编

秦亚莉 韩彬霞 编著



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪通信教材

现代通信网概论

主编 秦国

编者 秦亚莉 韩彬霞

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信网概论 / 秦国主编, 秦亚莉 韩彬霞编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.2
(21 世纪通信教材)
ISBN 7-115-11920-1

I. 现... II. ①秦...②秦... III. 通信网—教材 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 120410 号

内 容 提 要

现代通信网的分类方法有多种, 本书以网络处理信息的具体对象为主线, 从现代通信网络的基本知识入手, 对涉及现代通信网络的通信系统、通信网络、传输网络、交换网络、接入网络、支撑网络、下一代通信网络等的基本概念、特点、结构、功能等要素做了深入浅出的阐述。

本书图文并茂, 语言叙述简洁, 具有较强的系统性和科学性。在内容的安排和介绍中, 本书力求循序渐进、丰富实用, 叙述简明、深入浅出, 既可作为非通信工程专业本科生的教材, 也可作为从事通信工程的技术人员参考使用。

21 世纪通信教材 现代通信网概论

◆ 主 编 秦 国

编 著 秦亚莉 韩彬霞

责任编辑 滑 玉

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67194042

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.5

字数: 445 千字

2004 年 2 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2004 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11920-1/TP · 3752

定价: 24.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

编 者 的 话

社会已进入信息时代,在广泛的信息交流过程中,人们期望实现在地球的任何地方、任何时间,同任何人,以任何方式进行信息交流。现代通信网可拉近人与人之间的距离,满足人们快速、灵活的信息交流需求。因此,现代通信网络倍受人们的重视。

近年来,通信网将朝着数字化、宽带化、智能化、个人化的方向发展。通常的情况下,现代通信网主要由传输网、交换网、接入网三大部分组成。从我国现代通信网络的发展来看,传输网已基本实现了数字化、光纤化,交换网也基本实现了程控化、数字化,接入网的发展也很快。接入网是整个通信网络中建设技术复杂、实施难度大、投资费用高、影响范围大的关键部分。

现代通信网的分类方法有多种,本书以通信网处理信息的具体对象为主线,从现代通信网络的基本知识入手,对涉及现代通信网的基础技术、电话通信网、数据通信网、宽带综合业务数字网、接入网、支撑网、下一代通信网等的基本概念、特点、结构、功能等要素做了深入浅出的阐述。

本书图文并茂,语言叙述简洁,具有较强的系统性和科学性。全书共分8章。

第一章主要介绍了现代通信网的分类及特点,通信网的发展阶段和发展趋势,以及通信管理网的发展趋势等。

第二章就现代通信网所涉及的且影响现代通信网质量的通信网基本组成、结构、传输系统、交换技术、通信协议、路由选择、拥塞与流量控制等基础技术进行了有益的探讨。

第三章主要讨论了电话通信网的基本概念和分类,固定电话通信网和移动电话通信网的基本构成、特点、相关技术及其发展等基本内容。为正确把握现代电话通信网奠定了一定的基础。

第四章主要讨论了分组交换数据网、数字数据网、计算机通信网、帧中继网、ATM通信网和IP通信网等各具体的数据通信网的基本概念、主要功能、基本构成、基本原理及基本发展或演变过程。

第五章主要讨论了综合业务数字网构成原理、网与网之间的连接、宽带综合业务数字网的构成及其发展。

第六章主要介绍了接入网的基础和V5接口,有线接入、无线接入和宽带接入等技术。

第七章讨论了信令网、同步网和管理网的相关概念、网络的构成和网络的主要功能等。

第八章介绍了下一代通信网的定义、特点、体系结构。

本书的第一、二、三、七章由西安通信学院秦国教授编写,第四、五由西安通信学院秦亚莉高级工程师编写,第六、八章由西安通信学院韩彬霞副教授编写。秦国教授对全书进行了统稿。

本书力求叙述简明、深入浅出,内容的组织循序渐进、丰富实用,既可作为非通信工程

专业本科生的教材，也可作为从事通信工程技术人员参考书使用。

在编写的过程中，引用了一些专家学者的研究成果和学术论文、著作，另外李振富教授对全书提出了许多修改意见，在此一并表示诚挚的感谢。

由于时间较紧，加之通信技术发展迅猛，本书中的错误和疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评、指正。

编者

目 录

第一章 概述	1
1.1 现代通信网基本构成	1
1.2 现代通信网的分类	2
1.3 现代通信网的主要特点	3
1.4 现代通信网的发展	3
小结	12
练习思考题	12
第二章 现代通信网基础技术及其发展	13
2.1 通信网	13
2.1.1 通信网一般组成	13
2.1.2 通信网组成的基本要素	13
2.2 现代通信网的结构	15
2.2.1 网络的基本拓扑结构	15
2.2.2 等级制网络结构	17
2.3 现代通信网传输技术	19
2.3.1 多路复用技术	19
2.3.2 准同步数字系列和同步数字系列	22
2.3.3 现代通信网常用传输信道	25
2.4 交换技术	30
2.4.1 电路交换	31
2.4.2 报文交换	32
2.4.3 分组交换	33
2.4.4 三种交换方式的比较	34
2.4.5 ATM 交换方式	36
2.4.6 光交换技术	37
2.5 通信协议	37
2.5.1 协议的概念	37
2.5.2 通信协议的分层	39
2.5.3 ISO/OSI 参考模型和协议	40
2.6 通信网路由选择	45
2.6.1 路由选择原则	45
2.6.2 最短路由选择算法	46

2.6.3 路由选择策略	47
2.7 拥塞和流量的控制	52
2.7.1 流量和拥塞	52
2.7.2 流量控制方法	53
2.7.3 拥塞控制方法	55
2.8 信令及接口	58
2.8.1 信令的一般概念	58
2.8.2 我国目前采用的信令方式及配置	59
2.8.3 接口及其配置	60
小结	61
练习思考题	61
第三章 电话通信网	63
3.1 电话通信网的基本概念	63
3.1.1 电话通信的概念	63
3.1.2 电话通信网基本构成	63
3.1.3 电话通信网的分类	64
3.2 固定电话通信网	64
3.2.1 固定电话通信网概念	64
3.2.2 固定电话通信网的网络结构	64
3.3 移动电话通信网	66
3.3.1 移动电话通信网概述	66
3.3.2 移动电话通信系统	70
3.4 公众移动电话通信网	73
3.4.1 900MHz 蜂窝模拟移动电话通信网组成	74
3.4.2 公众蜂窝模拟移动电话通信网制式和区域	75
3.4.3 公众蜂窝模拟移动电话通信网结构	76
3.4.4 公众蜂窝式模拟移动电话入网方式	77
3.5 数字移动电话通信网	77
3.5.1 数字移动电话通信网组网方式	78
3.5.2 数字移动电话通信网结构	78
3.6 集群移动通信系统	81
3.6.1 集群系统的概念与特点	81
3.6.2 集群移动通信系统组网方式	81
3.6.3 集群移动电话通信系统的工作方式	83
3.6.4 集群移动通信系统进入市话网的方式	83
3.7 未来的移动电话通信网	84
3.7.1 移动通信网向第三代过渡	85
3.7.2 无线局域网的发展	86
3.7.3 红外线无线通信的发展	87

3.7.4 无线因特网的发展	87
小结	88
练习思考题	88
第四章 数据通信网	89
4.1 数据通信网概述	89
4.1.1 数据通信网的基本概念	89
4.1.2 数据通信网的分类	90
4.1.3 数据通信网主要质量指标	90
4.1.4 数据通信网建设与发展	91
4.2 分组交换网	93
4.2.1 分组交换网基本结构	93
4.2.2 分组交换网	95
4.3 数字数据网	97
4.3.1 数字数据网概念及特点	98
4.3.2 数字数据网的构成	98
4.3.3 网间连接	100
4.3.4 我国 DDN 规划	100
4.4 计算机通信网	102
4.4.1 计算机通信网发展过程	102
4.4.2 计算机通信网主要功能特点	103
4.4.3 计算机通信网的组成与分类	104
4.4.4 局域网	105
4.4.5 城域网	109
4.4.6 广域网	109
4.4.7 中国公用计算机互联网 (CHINANET)	110
4.4.8 计算机通信网的安全性	110
4.5 帧中继网	114
4.5.1 帧中继技术及其特点	114
4.5.2 中国公用帧中继网	115
4.5.3 帧中继业务及应用	117
4.5.4 用户接入	117
4.5.5 公用帧中继网与其它数据网的关系	118
4.6 ATM 通信网	119
4.6.1 ATM 与宽带综合业务数字网 (B-ISDN)	119
4.6.2 ATM 的基本工作原理	120
4.6.3 ATM 网络面临的挑战	122
4.7 IP 通信网	124
4.7.1 IP 电话	124
4.7.2 IP 通信网协议和标准	126

小结.....	135
练习思考题	135
第五章 宽带综合业务数字网	136
5.1 综合业务数字网	136
5.1.1 综合业务数字网 (ISDN) 及其演化.....	136
5.1.2 ISDN 的特点	137
5.1.3 ISDN 的目标	137
5.1.4 建立 ISDN 的原则	138
5.1.5 ISDN 可实现的主要传输功能.....	138
5.1.6 ISDN 的基本结构	139
5.1.7 ISDN 的发展趋势	139
5.2 ISDN 的用户-网络接口与 ISDN 交换机	140
5.2.1 对 ISDN 用户-网络接口的要求	140
5.2.2 ISDN 用户-网络接口的参考配置	140
5.2.3 信道类型与接口速率	142
5.2.4 用户接口协议	142
5.2.5 ISDN 交换机	143
5.3 ISDN 与其他通信网的互通	145
5.3.1 ISDN 与电话通信网的互通	145
5.3.2 ISDN 与分组交换公众数据网的互通	145
5.3.3 ISDN 的应用	147
5.4 宽带综合业务数字网	147
5.4.1 宽带综合业务数字网发展动因	148
5.4.2 B-ISDN 与 ISDN 的差别	148
5.4.3 B-ISDN 结构	149
5.4.4 B-ISDN 的规程参考模型	150
5.4.5 B-ISDN 的应用	150
小结	155
练习思考题	155
第六章 接入网	157
6.1 接入网的概念	157
6.1.1 接入网的功能和接入类型	157
6.1.2 接入网的主要接口	161
6.2 有线接入网	163
6.2.1 铜线接入网	164
6.2.2 光纤接入网	166
6.2.3 混合光纤/同轴电缆 (HFC) 接入网	167
6.3 无线接入网	170
6.3.1 无线本地环路	171

6.3.2	全球移动通信系统	174
6.3.3	无绳系统	177
6.3.4	卫星系统	180
6.3.5	个人通信	181
6.4	宽带接入网	183
6.4.1	IP 接入网	183
6.4.2	宽带综合接入	186
小结		195
练习思考题		197
第七章	支撑网	198
7.1	信令网	198
7.1.1	信令的概念与分类	198
7.1.2	七号 (No.7) 信令系统的概念与特性	199
7.1.3	七号信令系统的组成	200
7.1.4	七号信令网概念及分类	201
7.1.5	七号信令网组成与结构	203
7.1.6	我国信令网结构与组织	204
7.1.7	七号信令网的信令区及信令点的编码	206
7.2	同步网	208
7.2.1	同步网的概念	208
7.2.2	同步方式	208
7.2.3	同步网的等级结构	209
7.2.4	我国同步网的组网方式及等级结构	210
7.3	电信管理网 (TMN)	213
7.3.1	电信管理网的概念	213
7.3.2	电信管理网的功能	215
7.3.3	网络管理	216
7.3.4	我国电信管理网系统	218
小结		226
练习思考题		226
第八章	下一代通信网络	227
8.1	概述	228
8.1.1	下一代网络的定义	228
8.1.2	下一代网络的特点	229
8.1.3	下一代网络的分层	231
8.1.4	下一代网络的体系结构	232
8.1.5	下一代网络的主要协议	236
8.2	软交换	238
8.2.1	软交换的定义	238

8.2.2	软交换的主要特点	239
8.2.3	软交换的主要功能	239
8.2.4	软交换支持的主要协议	242
8.2.5	软交换网络中存在的问题	245
8.3	网关	246
8.3.1	媒体网关	248
8.3.2	信令网关	253
8.4	软交换的业务与安全	259
8.4.1	软交换的增值业务架构	259
8.4.2	软交换与应用服务器间的交互	259
8.4.3	应用服务器之间的交互	261
8.4.4	业务应用编程接口 (Services API)	261
8.4.5	软交换中的安全	263
8.5	三网融合	269
	小结	273
	练习思考题	274
	参考资料	275
	附录 缩略语	276

第一章 概 述

通信是现代信息社会中包括能源、交通、通信等在内的三大基础结构之一，是现代信息社会运行机体的神经系统。因此，认真地研究、合理地使用现代通信网这个工具，对于我们及时掌握社会发展动态，紧跟时代发展的步伐，把握时代发展的脉搏，永远立于不败之地具有重要的作用。

现代通信网是由一系列通信设备、信道和规章（则）组成的有机整体，使与之相连的用户终端设备可以进行有意义的电信息交流。简单地说，通信网是能够在多个用户间相互传递电信息的网络，如我们经常使用的电话通信网、电报通信网、数据通信网、计算机通信网等等。

1.1 现代通信网基本构成

现代通信网由于科学技术的不断进步，各种通信功能部件层出不穷，由此构成了不同的通信网，完成不同的通信业务功能。但是，抛开具体的业务功能，抽取其核心的东西不难看出，现代通信网中的通信系统基本模型是一致的，如图 1.1 所示。

通常的情况下，我们把以电信号作为传递和交换信息手段的通信方式所构成的系统称为通信系统。因此，通信系统是各种协调工作的通信设备和通信信道集合而成的一个整体。

从图 1.1 中我们可以看到，一个通信系统主要包括：信源、变换器、信道、噪声源、反变换器和信宿等六部分。

一、信源

信源是指发出信息的基本设施。在人与人之间进行通信时，信源指的就是直接发出信息的人。在设备与设备之间进行通信时，信源指的就是能够发出信息的设备，如电话机、传真机、计算机等。

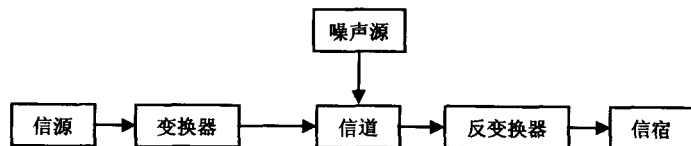


图 1.1 通信系统基本模型示意图

二、变换器

变换器是将信源发出的信息按一定的目的进行变换的设备。通过变换器的变换，信源发出的信息被变换成适合在信道上传输的信息。如电话通信系统的变换器就是送话器，通过送话器把人们的语音变换成电信号。当然，为了更有效、更可靠地传递信息，系统中还会使用

更复杂或者更完善的变换和处理装置。另外，信源发出的信息形式不同，也需要不同的变换和处理方式，因而，也就构成了不同类型的通信系统与网络。如对应语音形式的通信系统就是电话通信系统；如信源的信息形式是文字或数据，就有电报通信系统或数据通信系统与之相对应；同理，如信源的信息形式是图像、语音、文字的混合体，就有多媒体通信系统与之相对应等。

三、信道

信道是信息传输介质的总称。如前所述，不同的信源形式所对应的变换处理方式不同，与之对应的信道形式也会不同。通常的情况下，信道的划分标准有两种方式。

其一，信道按传输介质的不同可分为无线信道和有线信道。如果使电磁信号能够在自由空间传输的信道称为无线信道。例如我们常说的长波、短波、超短波、微波、散射和卫星信道等。把电磁信号约束在某种有形传输介质上传输的信道称为有线信道，例如经常使用的各种被覆线、双绞线、电缆和光缆等。

其二，信道按传输信号形式的不同可分为模拟信道和数字信道。模拟信道上传送的是模拟信号，主要有音频信号的实线传输和采用频分复用技术的多路传输等方式；数字信道上传输的是数字信号。

四、反变换器

反变换器的工作过程是变换器的逆工作过程。因为，变换器把不同形式的信息变换和处理成了适应信道上传输的信号，一般情况下这种信号是不能为信息接收者所直接接收的，所以，反变换器的功能就是把从信道上接收的信息变换成接收者可以接收的信息。

五、信宿

信宿是信息传输的终点，也就是信息的接收者。它可以与信源相对应而构成人-人通信或者机-机通信；也可以与信源不一致而构成人-机或机-人通信。

六、噪声源

噪声源并不是人为实现的实体，但在实际通信过程中又是实际存在的。模型中的噪声源是以集中的形式表示的，实际上这种干扰噪声可能在信源信息初始产生的周围环境中就混杂而入了，也可能从构成变换器的电子设备引入。另外，传输信道中的电磁感应以及接收端各种设备中引入的干扰都会产生影响。

通信的基本形式是在信源和信宿之间建立一个传输（包括信息转移）信息的通道，即传输信道。但由于通信的信源和信宿之间的不确定性和多元性，也出于技术和经济上的考虑，在构成通信网络的实际通信系统中一般不在它们之间建立固定的信息信道，即不是将所有的用户都通过直达线路连接起来。因此，就需要设置公用的交换转接设备和传输设备、公用的路由选择设备、公用的信息处理软件和公用的管理系统。这些设备和要素构成了灵活的通信网，完成人们的通信任务。

1.2 现代通信网的分类

现代通信网从各个不同的角度出发，可有各种不同的分类。常见的有：

（1）按通信的业务类型进行分类：电话通信网、电报通信网、电视网、数据通信网、计算机通信网（局域网、城域网和广域网）、多媒体通信网和综合业务数字网等。

(2) 按通信的传输手段进行分类：长波通信网、载波通信网、光纤通信网、无线电通信网、卫星通信网、微波接力网和散射通信网等。

(3) 按通信服务的区域进行分类：农话通信网、市话通信网、长话通信网和国际通信网或局域网、城域网和广域网等。

(4) 按通信服务的对象进行分类：公用通信网、专用通信网等。

(5) 按通信传输处理信号的形式分：模拟通信网和数字通信网等。

(6) 按通信的活动方式分：固定通信网和移动通信网等。

1.3 现代通信网的主要特点

现代通信网主要建立以城市为中心固定的等级结构网络，结合区域蜂窝结构的移动通信网络，为用户提供快捷方便的信息服务。随着科技的不断发展，先进的科学技术成果优先在通信领域推广和应用，为通信网的快速发展提供了强大的物质基础。现代通信网的快速发展，为更多的用户提供了方便、快捷、安全可靠和灵活多样的通信服务功能，其主要有以下特点：

一、使用方便

功能强大的通信终端可为用户提供方便的使用条件。电话机、传真机、计算机等通信终端使用非常便利，操作者通过简单的几个按键或点击鼠标，即可向远在万里的人们传递信息，达到信息交流的目的。

二、安全可靠

现代通信网是社会的神经系统，已成为社会活动的主要机能之一，人们迫切希望现代通信网传递信息安全、可靠。现代通信网的服务功能充分考虑了用户传递信息的安全和可靠因素，采用了大量的有效措施。例如，对传输信息的传输链路加密、网络进入的认证等方式，有效地防止了信息的误传；对网络结构的安排有效地解决了部分设备故障带来的信息传递的延误等。

三、灵活多样

在现代通信网络中，双方既可以进行文字的交流，也可以交换和共享数据信息；既可以进行真诚的语音交流，也可以进行富有感情色彩的多媒体信息交流。总之，现代通信网提供了丰富多彩、灵活多样的信息服务。

四、覆盖范围广

“海内存知己，天涯若比邻”，现代通信网拉近了人与人之间的距离。无论你是出差办事、商务活动、还是探亲访友；无论你是否在国内活动，还是在国外旅游，现代通信网都能为你提供广泛的信息交流服务。

1.4 现代通信网的发展

21 世纪人类的活动越来越多地依赖于通信网，通信网日益成为现代社会的基础结构，人类社会正明显地向以通信网为主体的信息社会演变。人类目前拥有各种各样的通信网，如电话通信网、数据通信网、计算机通信网等，它们的任务都是传递信息。通信网对人类社会发展的最重要贡献是，消除了通信用户之间在地理上的距离，使世界在信息共享意义上成为了

“地球村”，为人类大范围的合作创造了良好的条件。

但是，目前的通信网还存在许多问题，如容量有限、转移效率不高等。最重要的问题是：现有各种通信网在技术上过于个性化，即为保障实时通信，通信网采用了电路交换技术，因而不能充分有效地利用传输资源；为适应非实时数据通信，计算机通信网采用分组交换，这样又不能有效支持实时通信的要求；为适应电视点对面的广播性质，采用了单向传输技术，这又不利于实现互动和交互的双向通信。总之，由于不同通信网的技术体制不同，妨碍了通信资源的共享。因此，下一步的发展将是在各种通信网之间实现技术的兼容、融合和集成，这是不可避免的趋势。随着高速路由器技术与异步转移模式技术的结合，技术融合可望在 21 世纪头一个 10 年内大体完成。

20 世纪 80 年代以后，一方面是信息技术各方面的快速变化，技术复杂性的不断增加，科学新思想的提出和技术的进展，另一方面又由于要经过产品开发周期、市场确认，以及解决建设资金和技术过渡兼容性等一系列问题，即使得转入实际的大面积推广应用时间已难以确定。所以，现代通信网作为十分庞大和复杂的系统工程，鉴于经济、政治和技术等原因，它的发展也就变成了一个渐进的过程。这种现代通信网发展速度和信息技术创新的不同步，导致越来越难于按每个具体的时间来划分现代通信网的发展阶段；另一个难于划分的原因是世界各国通信网发展水平差别巨大。本书现代通信网的发展过程和趋势主要以先进国家的发展作为依据。

一、现代通信网的发展过程

现代通信网的发展过程，大体可分为以下四个阶段。

1. 第一阶段

现代通信网发展的第一阶段是 19 世纪中叶至 20 世纪 40 年代。从有线通信的角度来看，1844 年有线电报的发明人莫尔斯 (Samuel Morse) 亲自从华盛顿向他的大学发出第一份电报；1854 年美国军队在克里米亚战争中，建立了从司令部到下属部队的电报通信网；美国在内战中，联邦政府共架设了 2.4 万公里的电报线。自 1876 年贝尔 (Alexander Graham Bell) 发明电话以后的很短时间里，人们已经开始意识到电话线应该汇接到一个中心，在中心点上建立两个电话的线路连接，这就是以人工交换台为基础的电话通信网；1889 年 Almond B. Strower 发明了机电式的步进制交换机，由用户拨号脉冲直接控制机电器械选择路由的步进制交换机，一直用至 20 世纪 70 年代，在此期间 1932 年瑞典人发明了类似继电器接通的纵横制交换机。

从无线通信的角度来看，1895 年马可尼和波波夫分别发明了无线电收发报机。这种不受位置限制、通信距离远和速度快的通信手段很快风靡军队。1897 年美国陆军在纽约附近建立了一条试验性舰岸无线线路。1905 年清朝政府北洋新军为海军船只装备了无线电台。

在第二次世界大战中，出现了短波、超短波无线电台、无线接力机，配合传真机和多路载波机等通信设备，开始产生保障通信的完整体制和编制。

现代通信网发展的第一阶段形成了有线电话、电报和无线电电台为主，简易信号和运动通信为辅的通信网。近代通信业务主要是电话和电报，电话业务占统治地位，且为模拟信号传输。20 世纪 30~40 年代长途、公用电话仍主要依靠人工接续或半自动接续，电报的编、译码和交换方式还是以人工为主。

综上所述，现代通信网发展第一阶段的主要技术特征是信息开始以电磁信号的形式实现远距离传输，即电话、电报传输。

2. 第二阶段

现代通信网发展的第二阶段是在 20 世纪 50~70 年代。晶体管、半导体集成电路和计算机等技术的发展,为通信网的发展起到了关键作用。1951 年美国建成了第一条有 100 个中继站的微波接力通信线路,采用 4GHz 工作频率和 20MHz 带宽,从此,中大容量模拟无线接力系统在全世界推广应用。20 世纪 60 年代基于脉冲编码调制(PCM)(每路电话 64kbit/s)的数字传输体系开始建立,至今仍是通信网传输体系的骨干。1965 年美国 AT&T 推出了第一个程控本地交换系统。1962 年美国发射了一颗 AT&T 通信卫星,第一次实现了跨越大西洋的电视转播。1965 年第一颗地球同步通信卫星 INTELSAT—I 发射。在这第二阶段中,以模拟通信为主的通信网技术得到了快速发展。主要发达国家在这一时期基本建立了统一的综合通信网,主要包括自动电话网、自动电报网和自动保密电话网。由于卫星通信的距离远、容量大、可靠性高、监视能力强等显著优点,在通信网中受到高度重视,并得到了迅速发展和广泛应用。通信网从独立、按业务分类的单一通信网,开始过渡到以电缆(地缆、海缆)、无线接力、散射和卫星综合传输体系为基础的综合通信网。这里综合通信网的概念是针对各自独立通信网而言的,是各种业务综合利用的数字传输设备和信道实现统一协调的互通;但不同的业务如电话、电报,仍然要采用各自不同的交换设备,还不能以统一的信号形式实现综合交换,也没有综合业务的终端设备。现代通信网发展的第二阶段中,数字通信体制的出现(由于抗干扰能力强、便于计算机处理、高安全性加密,以及能很好地满足现代通信自动控制的要求)使得原来占绝对统治地位的模拟通信体制不可逆转地被数字体制替代。

现代通信网发展第二阶段的主要技术特征是自动交换、数字传输体系、卫星通信等共同作用而实现的综合通信网。

3. 第三阶段

现代通信网发展的第三阶段大致在 20 世纪的 70~80 年代。1970 年一根涂有二氧化硅的光导纤维的传输损耗达到了 20dB/km,而 1959 年激光的发明导致光通信技术的起步。1966 年在美国国防部高级研究计划署的资助下,建立了第一个分组交换实验网-ARPA 网(Arpanet),1971 年开始投入试验运行。分组交换的概念早在 1964 年由美国空军兰德公司的 Paul Baran 提出,而在 Larry Roberts 领导下的 ARPA 网,使分组交换技术得到了发展和广泛的应用。1974 年 R.M.Metcalf 和同事们作为实验计划,开始了后来最为人们熟悉的以太网(Ethernet)研究。同一时期 Norman Abramson 在夏威夷大学主持了第一个分组无线电网 ALOHA(Alohanet)的研究。从此数据通信网从主要面向终端的系统,进展到以分组交换为基础的计算机之间的互连。在此期间,作为不同产品实现网络互连所必须的网络体系结构、协议和标准开始制定,并得到世界广泛公认。1964 年美国信息交换标准码(ASCII 码)颁布,1969 年电子工业协会推荐的第一版本标准 RS232D,使编码信息可以通过调制解调器在电话网中传递。1976 年国际电话电报咨询委员(原 CCITT,1993 年起成为国际电信联盟 ITU 的标准化部门)提出了具有深刻影响的 X.25 协议建议,为分组交换网在世界各地的推广打开了大门。在原 CCITT 的协助下,国际标准化组织(ISO)1978 年通过了“开放式系统互连(OSI)”参考模型,对以后网络分层工作模式和通信协议的发展具有深刻的影响。

现代通信网发展的第三阶段中,数据通信网开始成为通信网的重要组成部分。在这阶段,通信信息中非语音内容显著增加,如大量数字化图像的情报、导航、定位和计算机信息等。1982 年美国开始建设国防数据通信网。在 1990 年第二期工程结束时,建立了 500 多个分组

交换节点,能连接 14000 台各类计算机或数据终端设备,允许其中 6400 台同时工作,并配置使用移动分组交换设备,主要提供美国国家部门和部队之间进行图像、数据和电子函件的传递功能。在 20 世纪 80 年代后期一些西方国家试验发展了以快速包分组交换为基础的战术(役)通信网,提供数据通信为主、辅助语音通信的业务。

现代通信网发展的第三阶段中,大容量的光纤传输系统、数字微波系统开始形成,并取代电缆逐渐成为地面干线传输的主要手段。抗干扰通信如跳频、扩频、频率自适应、天线自适应调零和猝发通信,以及保密通信被普遍采用。通信网从过去的语音业务为主,开始形成语音和数据业务并重的局面。

现代通信网发展的第三阶段的主要技术特征是数据网络、分组交换系统和大容量光纤、数字微波传输体系的形成。

4. 第四阶段

现代通信网发展的第四阶段开始于 20 世纪 80 年代中期。1972 年原 CCITT(现为 ITU-T)在 G.703 建议中初步定义了综合业务数字网(ISDN)的概念,1984 年通过了 ISDN 的 I 系列建议,被称为 ISDN 发展的第一个里程碑。1988 年原 CCITT 的蓝皮书及以后的 ITU-T 系列建议书,对 1984 年 ISDN 建议进行了进一步的阐述。在 ISDN 提出以前,尽管已建立综合传输体系,但通信网都以专用目的设计建设,如电话通信网、电报通信网、有线电视网、分组数据交换网等。公用电话通信网建立在每路约 3kHz 的带宽、有线电视网视频信号建立在每路 6MHz 的信道带宽基础上,并按均匀速率(带宽)设计的。对不同速率的非话业务(传真、数据)在电话网上的传输,需要较高代价的辅助适配设备。通信网的专用化设计,使网络对不同业务的兼容性、灵活性和资源利用率存在严重不足。所以在数字传输系统和数字交换技术发展以后,随着用户对各种新业务需求的增长,产生了建立一个支持各种业务的数字通信网思想,即 ISDN。这是一种全数字化、业务综合化、传输与交换一体化和标准用户接口的全新通信网。ISDN 提供电话、数据、文字、图像业务和线路承载(租用)。在 20 世纪 80 年代的原 CCITT—I 系列建议中,提供基于 64kbit/s 数字传输率的 144kbit/s 基本速率接口(其用户的标准接口速率是两个全双工 64kbit/s 的 B 信道和一个全双工 16kbit/s 的信令 D 信道,简称 2B+D),与 1.5Mbit/s 或 2.09Mbit/s 的一次群速率接口。这样的速率可以支持广泛的业务,但不支持高速率的业务,如动态图像、视频信号和局域网互连。通常称 64kbit/s 的 ISDN 为窄带 ISDN(N-ISDN)。

现代通信网发展的第四阶段,计算机通信网,特别是因特网(Internet)及其网上应用系统的出现,极大地推动了多媒体通信的发展。国防通信网开始从原来的传输网向信息网转化,如美军原来的国防通信系统(Defence Communication System, DCS)开始转化为国防信息系统网(Defence Information System Network, DISN)。通信网逐步形成信息传输和应用一体化的趋势。

现代通信网发展的第四阶段主要技术特征是 ISDN 和互联网的形成。

二、现代通信网的发展趋势

在当今科技高速发展的年代,信息呈爆炸式出现和广为人们所利用,作为信息的载体——网络及其发展也格外为人们所重视。因此,研究和探讨未来通信网发展的趋势,从容地应对挑战必须引起我们的高度重视。

具体来讲,现代通信网发展的趋势主要体现在五个方面。