

丛书主编：卢光跃 / 丛书副主编：张利 杨武军

全国通信专业技术人员职业水平考试参考用书

通信专业实务（初级） 考试辅导

石敏 李瑛 王竹霞 编著

清华大学出版社

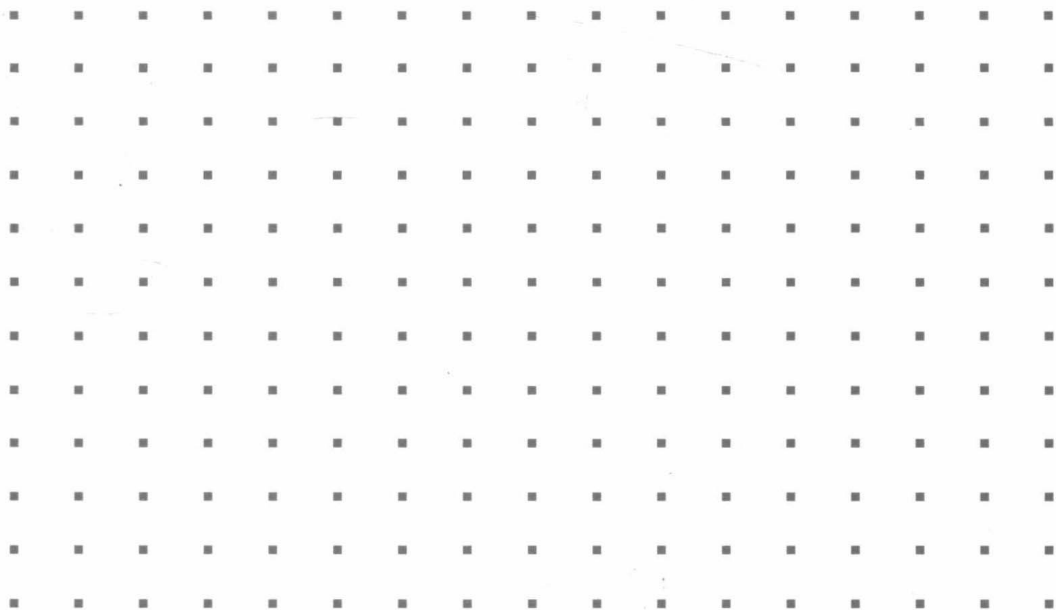


丛书主编：卢光跃 / 丛书副主编：张利 杨武军

全国通信专业技术人员职业水平考试参考用书

通信专业实务（初级） 考试辅导

石敏 李瑛 王竹霞 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书依据信息产业部颁发的《全国通信专业技术人员职业水平考试大纲》要求编写。全书共 14 章, 知识内容涵盖电信网、电话网、分组交换网、数字数据网、帧中继网、综合业务数字网、Internet 网、No.7 信令网、数字同步网、电信管理网。移动通信网、智能网、接入网、下一代网络以及传输网的基本知识和相关技术, 并系统的讲解了电信设备的维护、故障处理的方法以及常用仪器仪表的使用方法。

本书既可作为全国通信专业技术人员中级职业水平考试的教材, 也可作为职业大中专在校学生的学习辅导教材, 还可供通信行业专业技术人员自学参考。

本书扉页为防伪页, 封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

通信专业实务(初级)考试辅导/石敏等编著. —北京: 清华大学出版社, 2014

全国通信专业技术人员职业水平考试参考用书

ISBN 978-7-302-37029-1

I. ①通… II. ①石… III. ①通信技术-工程师-水平考试-自学参考资料 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 143078 号

责任编辑: 柴文强 薛 阳

封面设计: 常雪影

责任校对: 胡伟民

责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社总机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×230mm 印 张: 19 防伪页: 1 字 数: 478 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版 印 次: 2014 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 39.00 元

序 言

当今世界，通信领域的发展日新月异，各种通信新技术、新产品、新服务大量涌现。在国家“十一五”发展规划纲要和“十二五”发展规划纲要中明确提出要大力发展通信产业；2010年10月发布的《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，提出加快建设宽带、泛在、融合、安全的信息网络基础设施；在2012年7月颁布的《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》，首次明确提出实施“宽带中国”工程，在2013年8月国务院颁布的《“宽带中国”战略及实施方案》，将宽带网络提升为新时期我国经济社会发展的战略性公共基础设施；在2013年8月出台的《国务院关于促进信息消费扩大内需的若干意见》，力求在扩大居民消费需求方面，给信息产业带来新的增长点。面对激烈的国际竞争，建设一支适应国际化、水平一流的人才队伍成为了我国信息与通信行业（ICT）成败的关键。

为此，由国家人力资源和社会保障部、工业和信息化部领导组织了国家级通信专业技术人员职业水平考试（以下简称通信考试），其目的是科学、公正地对全国通信专业技术人员进行职业资格、专业技术资格认定和专业技术水平测试。根据原人事部、信息产业部文件（国人部发[2006]10号），通信专业技术人员职业水平评价，纳入全国专业技术人员职业资格证书制度统一规划，分初级、中级和高级三个级别层次。初级、中级职业水平采用考试的方式评价；高级职业水平实行考试与评审相结合的方式评价。

该项考试既是职业资格考试，又是职称资格考试，近几年每年参加该项考试的人员稳定在4~5万人左右。参加通信专业技术人员初级、中级职业水平考试，并取得相应级别职业水平证书的人员，表明其已具备相应专业技术岗位工作的水平和能力。用人单位可根据《工程技术人员职务试行条例》有关规定和相应专业岗位工作需要，从获得相应级别、类别职业水平证书的人员中择优聘任。取得初级水平证书，可聘任技术员或助理工程师职务；取得中级水平证书，可聘任工程师职务。通信专业技术人员初级、中级职业水平考试在全国实施后，各地区、各部门不再进行通信工程相应专业和级别任职资格的评审工作。

然而，目前，图书市场上有关通信考试的教材很少，真正从考试的角度，用简单、通俗易懂的语言讲述通信考试内容的书籍还是寥寥无几，很难满足市场的需要。为此清华大学出版社与西安邮电大学合作，邀请了一批教学与工程实践经验丰富的老师，参与本套丛书的编写，丛书合计8本，包含初级职业水平考试用书2本（《通信专业综合能力》和《通信专业实务》）和中级职业水平考试6本（《通信专业综合能力》和《通信专业实务》，其中《通信专业实务》分为交换技术、传输与接入、终端与业务、互联网技术、设备环境5个专业方向。该丛书旨在兼顾通信知识的系统性及通信技术最新发展的前提下，为读者提供一

套通俗易懂、涵盖通信考试基本知识点和考试内容的考试用书。

本书力图用通俗易懂的语言，给读者提供一种全新的阅读体验，将艰深复杂的通信知识进行通俗的解读，并围绕考试大纲和历届考题的形式，设计了针对性的仿真考题，并进行讲解，读者一方面能够对当代通信的基本原理和关键技术有一个全面的了解，另一方面对通信考试内容进行有针对性的复习备考。本书读者对象主要是通信行业从业人员。

历经一年多的撰写，在丛书即将出版之际，非常感谢清华大学出版社的柴文强老师、丛书编写团队教师一起筹划丛书、精炼内容所付出的辛苦；感谢编写团队的各位老师们在繁重教学科研任务下，保质保量完成本丛书所付出的辛勤与智慧；感谢柴文强老师及各位编辑们的对书稿撰写的指导及编辑工作。但由于时间仓促及作者学识有限，书中内容难免会有欠妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

前 言

应清华大学出版社约稿，西安邮电大学积极组织相关教师编撰。本书以全国通信专业技术人员职业水平考试办公室编写的《通信专业实务（初级）》为主要参考教材，其目的主要是为“全国通信专业技术人员职业水平考试”应试者编写。

目前，随着计算机科学的迅猛发展，国内外通信技术有了长足的进步。掌握通信技术的相关知识是通信行业专业技术人员必须具备的专业技能。本书紧扣信息产业部颁发的《全国通信专业技术人员职业水平考试大纲》，结合考试要点，以电信网的组成为主线，深入阐述了通信技术的相关内容。全书共 14 章节。第 1 章电信网概述，主要介绍电信网的基本概念、分类和结构。第 2 章介绍电话网通信技术和电话网组成。第 3 章介绍分组交换和中国公用分组交换网。第 4 章介绍数字数据网的概念和中国公用数字数据网。第 5 章介绍帧中断技术和中国公用帧中继网。第 6 章介绍窄带综合业务数字网和宽带综合业务数字网。第 7 章介绍 Internet 的基本概念、IP 网络结构、TCP/IP 协议组、中国公众计算机互联网、IP 城域网、Internet 业务。第 8 章介绍 No.7 信令网、数字同步网和电信管理网。第 9 章介绍移动通信的基本概念、第二代移动通信网和第三代移动通信系统。第 10 章介绍智能网的概念、智能网的体系结构。第 11 章介绍接入网的概念和接口以及有线和无线接入网。第 12 章介绍下一代网络的概念和网络结构以及软交换技术。第 13 章介绍传输技术基础以及 SDH 光传输网、微波传输系统、卫星传输系统和光传送网。第 14 章介绍电信设备的维护、电信设备故障处理的一般方法和常用仪器仪表。

本书既可作为全国通信专业技术人员中级职业水平考试的教材，也可作为职业大中专在校学生的学习辅导教材，还可供通信行业专业技术人员自学参考。

本书由石敏主编，第 1 章、第 7 章、第 13 章、第 14.3 节、模拟题部分由石敏编写；第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 8 章、第 14.1 节由李瑛编写；第 9 章、第 10 章、第 11 章、第 12 章、第 14.2 节由王竹霞编写。

通信技术的发展日新月异，涉及的知识非常广泛。由于作者水平有限，书中难免有疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者
2014 年 4 月

目 录

第 1 章 电信网 1	2.4 国际电话网24
1.1 电信网概述..... 1	2.4.1 国际电话网概述..... 24
1.1.1 电信网的定义..... 1	2.4.2 国际电话网的网络结构..... 25
1.1.2 电信网的构成要素..... 1	考试要点..... 25
1.1.3 电信网的分类..... 2	练习题..... 26
1.1.4 电信网的拓扑结构..... 3	参考答案..... 27
1.1.5 电信网的业务类型..... 5	第 3 章 分组交换 32
1.2 电信网的交换技术..... 5	3.1 分组交换和分组交换网..... 32
1.2.1 交换技术概述..... 5	3.1.1 分组交换的特点..... 32
1.2.2 主要的交换技术..... 6	3.1.2 虚电路与数据报..... 33
1.3 电信网的体系结构..... 7	3.1.3 分组交换网..... 35
1.3.1 电信网分层的概念..... 7	3.2 ChinaPAC 网..... 36
1.3.2 OSI 七层参考模型..... 9	3.2.1 ChinaPAC 网的结构..... 36
考试要点..... 10	3.2.2 ChinaPAC 网的业务..... 37
练习题..... 10	考试要点..... 38
参考答案..... 12	练习题..... 38
第 2 章 固定电话网 14	参考答案..... 39
2.1 电话通信技术..... 14	第 4 章 数字数据网 42
2.1.1 电路交换节点的引入..... 14	4.1 DDN 介绍..... 42
2.1.2 电路交换的接续过程..... 15	4.1.1 什么是 DDN..... 42
2.1.3 电路交换的特点..... 15	4.1.2 DDN 的特点..... 42
2.2 固定电话网的组成..... 16	4.1.3 DDN 的组成结构..... 43
2.2.1 电话网的组成..... 16	4.1.4 用户接入 DDN 的方式..... 45
2.2.2 电话网的等级结构..... 17	4.1.5 DDN 的业务功能..... 45
2.2.3 国内长途电话网..... 18	4.2 DDN 及应用..... 46
2.2.4 本地电话网..... 20	4.2.1 DDN 的网络结构..... 47
2.3 路由的概念及分类..... 21	4.2.2 DDN 的应用..... 48
2.3.1 路由的概念..... 22	4.2.3 中国公用数字数据网的 网络现状..... 49
2.3.2 路由的分类..... 22	考试要点..... 49
2.3.3 路由选择..... 23	

练习题	49	7.3.2 网络协议	90
参考答案	51	7.3.3 IP 编址方式	92
第 5 章 帧中继	54	7.3.4 子网划分	96
5.1 帧中继技术的发展背景	54	7.3.5 IPv6	97
5.2 帧中继的介绍	54	7.4 IP 电话技术	99
5.2.1 帧中继的参考模型	54	7.4.1 IP 电话的基本概念	99
5.2.2 帧中继技术的特点	55	7.4.2 IP 电话的基本原理	101
5.2.3 帧中继协议	56	7.5 中国计算机互联网的组成结构	104
5.3 帧中继网络	58	7.5.1 骨干网	104
5.3.1 帧中继网络组成	58	7.5.2 城域网	106
5.3.2 帧中继的网络管理	60	7.5.3 宽带驻地网	108
5.3.3 用户接入帧中继网的方式	60	7.6 因特网业务提供商及业务	111
5.4 帧中继的应用	61	考试要点	113
考试要点	61	练习题	113
练习题	61	参考答案	116
参考答案	63	第 8 章 电信支撑网	120
第 6 章 综合数字业务网	66	8.1 No.7 信令网	120
6.1 ISDN 概述	66	8.1.1 No.7 号信令系统	120
6.1.1 ISDN 的定义	66	8.1.2 No.7 信令网的组成与结构	124
6.1.2 ISDN 的特点	66	8.2 数字同步网	129
6.1.3 ISDN 的基本结构	66	8.2.1 数字网中的同步技术	129
6.1.4 N-ISDN 提供的业务	67	8.2.2 网同步设备和定时分配	
6.2 B-ISDN	67	链路	130
6.2.1 B-ISDN 产生背景	67	8.2.3 网同步技术	132
6.2.2 B-ISDN 体系及结构	68	8.2.4 我国的同步网	139
6.2.3 B-ISDN 主要业务应用	68	8.3 电信管理网	140
6.2.4 ATM 介绍	68	8.3.1 电信管理网的介绍	140
考试要点	79	8.3.2 TMN 的网络结构和	
练习题	80	设备配置	144
参考答案	81	考试要点	145
第 7 章 因特网	86	练习题	145
7.1 因特网的基本概念	86	参考答案	148
7.2 因特网的网络结构	87	第 9 章 移动通信网	154
7.3 Internet 体系结构	88	9.1 概述	154
7.3.1 OSI 与 TCP/IP 分层结构	88	9.1.1 移动通信的特点	154

9.1.2 移动通信的分类	154	11.3 接入网的接口类型	191
9.1.3 移动通信的技术	155	11.3.1 接入网的接口	191
9.2 第二代移动通信网	156	11.3.2 V5 接口	192
9.2.1 产生背景	156	11.4 宽带有线接入网	193
9.2.2 GSM 数字蜂窝移动通信系统	157	11.4.1 光纤接入网	193
9.2.3 GPRS 网	162	11.4.2 混合光纤同轴网	194
9.2.4 N-CDMA (IS-95) 简介	166	11.4.3 各种数字用户网	196
9.3 第三代移动通信系统	169	11.5 无线接入网	198
9.3.1 WCDMA 移动通信系统	169	11.5.1 无线接入	198
9.3.2 CDMA 2000 移动通信系统	170	11.5.2 无线局域网	199
9.3.3 TD-SCDMA 移动通信技术概述	171	11.5.3 LMDS 和 MMDS	200
考试要点	172	考试要点	201
练习题	172	练习题	201
参考答案	177	参考答案	204
第 10 章 智能网	180	第 12 章 下一代网络概述	207
10.1 智能网概述	180	12.1 下一代网络的背景	207
10.1.1 智能网的定义	180	12.2 下一代网络概述	207
10.1.2 智能网的基本特点	180	12.2.1 下一代网络的定义	207
10.1.3 智能网的层次结构	180	12.2.2 下一代网络的目标	208
10.1.4 智能网的应用	181	12.2.3 下一代网络的特点和问题	208
10.1.5 智能网的演变和发展趋势	181	12.2.4 下一代网络的关键技术	210
10.2 智能网体系结构	182	12.3 下一代网络架构	211
10.3 移动智能网	184	12.4 软交换技术简介	212
10.3.1 移动智能网的结构	184	12.4.1 概述	212
10.3.2 移动智能网的应用	185	12.4.2 基于软交换的网络体系结构	212
考试要点	185	12.4.3 软交换技术的主要特点	213
练习题	185	12.4.4 软交换的主要功能	214
参考答案	187	12.5 IMS 简介	215
第 11 章 接入网及接入技术	189	12.5.1 概述	215
11.1 接入网的概念	189	12.5.2 IMS 的体系结构	215
11.1.1 接入网的定义	189	12.5.3 IMS 和软交换比较	216
11.1.2 接入网的分类	190	考试要求	216
11.2 接入网的功能结构	190	练习题	216

参考答案	218	14.1.1 概述	257
第 13 章 传输网	221	14.1.2 交换设备的数据维护	258
13.1 传输技术基础	221	14.1.3 移动通信系统的维护	260
13.1.1 传输的基本概念	221	14.2 电信设备故障处理的一般方法	260
13.1.2 数字传输的主要性能指标	224	14.2.1 概述	260
13.2 多路复用技术	225	14.2.2 电信设备的常见故障处理	261
13.2.1 频分复用	226	14.2.3 以太交换机的常见故障	
13.2.2 时分多路复用	226	和处理方法	261
13.2.3 波分复用技术	227	14.2.4 路由器的常见故障	
13.3 数字复接技术	228	和处理方法	263
13.3.1 复接技术	229	14.2.5 传输网络的故障处理办法	265
13.3.2 复接的同步	230	14.2.6 ADSL 宽带的常见故障	
13.4 SDH 传送网	230	处理方法	267
13.4.1 SDH 简介	230	14.2.7 帧中继网络的故障	
13.4.2 SDH 光纤传输系统	233	处理方法	269
13.4.3 SDH 自愈网	235	14.2.8 DDN 的故障处理方法	269
13.5 微波通信系统	238	14.3 常用仪器仪表	270
13.5.1 微波通信的基本概念	238	14.3.1 光时域反射仪	270
13.5.2 数字微波传输系统模型	239	14.3.2 光纤熔接机	271
13.6 卫星通信系统	240	14.3.3 数字传输分析仪	272
13.6.1 卫星通信系统的概述	240	14.3.4 移动网络无线接口测试仪	273
13.6.2 卫星系统的构成	242	14.3.5 NO.7 信令测试仪	274
13.6.3 卫星通信网	243	14.3.6 以太网测试仪	275
13.7 光传送网	245	考试要点	276
13.7.1 光传送网的背景	245	练习题	277
13.7.2 光传送网的分层	245	参考答案	279
13.7.3 光传送网的热点技术	246	附录 A 模拟题与参考答案	282
考试要点	250	A1 模拟题一	282
练习题	250	A2 模拟题一参考答案	285
参考答案	253	A3 模拟题二	287
第 14 章 电信专业技能	257	A4 模拟题二参考答案	290
14.1 电信设备的维护	257	参考文献	293

第1章 电信网

1.1 电信网概述

1.1.1 电信网的定义

由一定数量的节点（包括终端节点、交换节点）和连接这些节点的传输系统有机地组织在一起，按约定的信令或协议完成任意用户间信息交换的通信体系称为通信网。侧重于提供电信业务的通信网称为电信网，它是以提供语音业务为主的网络。与电信网并存的通信网络还有计算机网络（以提供数据业务为主）、广播电视网（以提供广播及图像业务为主），这三种网络结合起来，我们称为“三网融合”。

1.1.2 电信网的构成要素

1. 电信网的硬件构成

实际的电信网是由软件和硬件按特定的方式构成的一个通信系统，每一次都需要软硬件共同协调完成，这里我们着重介绍电信网的硬件部分。

电信网的硬件由以下部分组成。

(1) 终端节点：终端节点是电信网的产生者和网上信息的使用者。其功能主要包括用户信息的接收与发送以及控制信息的处理。最常见的终端节点有电话机、手机、传真机、计算机、Pad等。

(2) 交换节点：交换节点是电信网的核心设备，主要负责集中、转发终端节点产生的用户信息，但它自己并不产生信息。最常见的交换节点有程控交换机、分组交换机、数据路由器、数据交换机等。交换节点的功能主要有：

- ① 用户业务的集中和接入功能，主要由各类用户接口和中继接口负责完成。
- ② 交换功能，通常由交换矩阵完成，实现任意入线到任意出线的数据交换。
- ③ 信令功能，完成呼叫控制和连接的建立、监视、释放等。
- ④ 其他控制功能，如路由表的更新和维护、计费、话务统计、维护管理等。

(3) 业务节点：业务节点通常由连接到电信网络外围的计算机系统、数据库系统组成。最常见的业务节点有智能网中的业务控制节点（SCP）、智能外设、语音信箱系统，以及Internet上的各种信息服务器等，如DHCP服务器、DNS服务器。业务节点的主要功能有：

- ① 实现各种与交换节点相独立的业务执行和控制；

- ② 实现对交换节点呼叫建立的控制；
 - ③ 为用户提供智能化、个性化、有差异的服务。
- (4) 传输系统。

传输系统将网络中的终端节点、交换节点、业务节点连接在一起，从而为各节点之间信息的传输提供传输信道。传输系统的硬件组成应包括线路接口设备、传输媒介、交叉连接设备等。

1.1.3 电信网的分类

站在不同的角度可将电信网划分为不同类型的网络，从电信网的构成和功能的角度看，一个完整的现代电信网可以分为相互依存的三部分：业务网、传送网、支撑网，如下图所示。

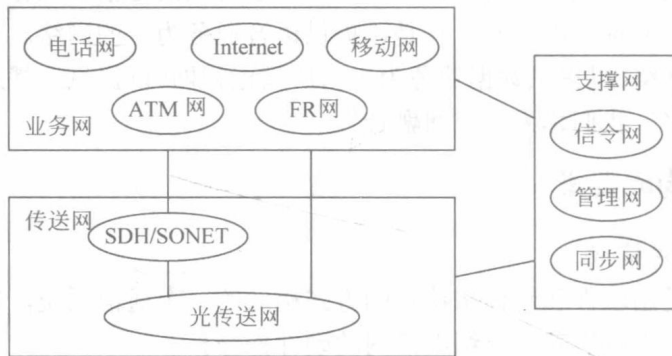


图 1-1 电信网的功能结构图

(1) 业务网：业务网负责向用户提供各种通信业务，如基本话音、数据、多媒体、租用线、VPN等。不同的业务网所提供的业务类型、交换节点所使用的交换技术以及交换节点设备也不同，其中交换节点设备是构成业务的核心因素。如公共电话网主要提供的是普通电话业务，所使用的交换节点为数字程控交换机，使用的交换技术是电路交换技术。表 1-1 列出了目前业务网的主要类型。

表 1-1 主要的业务网类型

业务网	基本业务	交换节点设备	交换技术
公共电话网	普通电话业务	数字程控交换机	电路交换
移动通信网	移动话音、数据	移动交换机	电路/分组交换
分组交换网(X.25)	低速数据业务 (≤ 64 kb/s)	分组交换机	分组交换
帧中继网	局域网互联 (≥ 2 Mb/s)	帧中继交换机	帧交换
Internet	Web、数据业务	路由器、服务器	分组交换
ATM网络	综合业务	ATM交换机	信元交换

(2) 传送网：负责按需为交换节点/业务节点之间的信息传输分配电路，提供节点间信息的透明传输通道，同时它还具有一定的管理功能，如电路调度、网络性能监视、故障切换等。目前主要的传送网有 SDH/SONET 和光传送网 (OTN)，传送网上使用的新技术有自动交换光网络技术、波分复用技术等。

(3) 支撑网：支撑网负责为业务网提供其正常运转所必需的信令、同步、网络管理、业务管理、运营管理等功能，提高网络的服务质量。中国目前的支撑网包含以下三部分：

① 数字同步网。由节点时钟设备和定时链路组成物理网络，为业务网络提供同步参考信号。实现业务网同步，是现代通信网络必不可少的重要组成部分，它能准确地将同步信息从基准时钟向同步网络的各个节点传递，调节网络时钟，保持同步，满足电信网络传递业务信息对传输、交换、数据的性能要求，保证通信网中各种业务运行的基础。

② No.7 信令网。信令网负责在网络节点之间传送可以指导终端、交换系统、传输系统进行协同工作的控制信息流。

③ 电信管理网。电信管理网通过实时和近实时来监视业务网的运行情况，相应地采取各种控制和管理手段来管理网络，以达到在各种情况下充分利用网络资源，保证通信的服务质量的目的。如电信网可根据各局间的业务流向、流量统计数据有效地组织网路流量分配；根据网路状态，经过分析判断进行调度电路、组织迂回和流量控制等，以避免网路过负荷和阻塞扩散；在出现故障时根据告警信号和异常数据采取封闭、启动、倒换和更换故障部件等，尽可能使通信及相关设备恢复和保持良好的运行状态。

另外，我们还可以根据通信网提供的业务类型，采用的交换技术、网络的物理位置、运营方式、通信终端类型等方面的不同来对其进行各种分类。这里给出几种常见的分类方式：

a. 按业务类型分：电话通信网、数据通信网、广播电视网、传真网、综合业务网、信令网等。

b. 按空间距离分：广域网 (Wide Area Network, WAN)、城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)、局域网 (Local Area Network, LAN)。

c. 按运营方式分：公用通信网、专用通信网。

d. 按信号传输方式分：模拟通信网、数字通信网。

e. 按网络的物理位置分：用户驻地网、接入网、核心网。

f. 按通信的终端分：固定网、移动网。

1.1.4 电信网的拓扑结构

电信网的拓扑结构有多种形式，常用的有网状网、星型网、环型网、总线型网、复合型网，如图 1-2 所示。

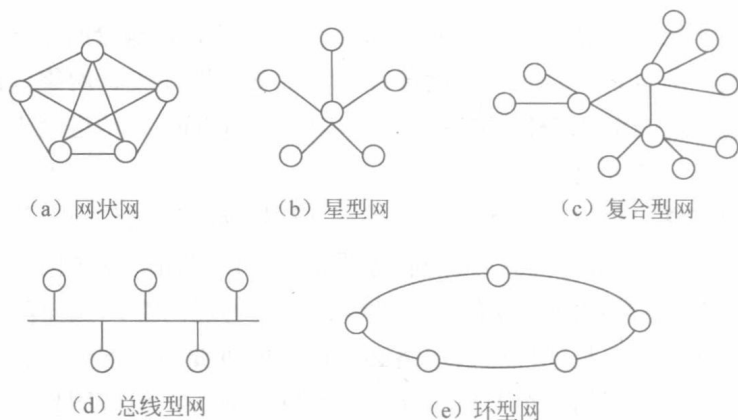


图 1-2 电信网的拓扑结构

1) 网状网

网状网（如图 1-2（a）所示）内的任意两个节点之间均由直达线路连接， N 个节点的网络需要有 $N(N-1)/2$ 条传输线路。网络线路的冗余大，可靠性高，任意两点间可直接通信。当节点数量增加时，传输线路成 N 倍增加，扩容非常不方便，且线路的利用率低。

2) 星型网

星型网（如图 1-2（b）所示）又称为辐射网，其增加了一个节点作为中心转接点，其他节点都与转接点有线路相连。网内如果有 N 个节点，就需要 $N-1$ 条传输线路。与网状网相比，其降低了传输线路的数量，减少了成本，线路利用率高。但其网络的可靠性差，中心节点一旦发生故障或转接能力不足，就会造成全网瘫痪。

3) 复合型网络

复合型网络（如图 1-2（c）所示）由网状网和星型网复合而成。其在业务量较大的转换中心区间采用网状网结构，因而使整个网络结构比较经济，且稳定性好。目前规模较大的局域网和电信骨干网中广泛采用分级的复合型网络结构。

4) 总线型

总线型网（如图 1-2（d）所示）是将所有节点都连接在一个公共的传输通道（总线）上的网络，任何时候只允许一个用户占用总线发送或接收数据。该网络结构简单，常用于中间需要上下电路的传输网中，但该网络的稳定性差，节点数目不宜过多，网络覆盖范围很小。

5) 环型网

环型网（如图 1-2（e）所示）该结构中所有节点首尾相连形成一个闭合环路。 N 个节点的环网需要 N 条传输链路。该网络结构简单，容易实现，具有自愈能力，能实现网络的自动保护；但如果节点较多时，转接时延无法控制，并且环型结构不好扩容，每加入一个节点都会破坏其原有结构。

1.1.5 电信网的业务类型

目前,各种网络为用户提供了大量的不同业务,根据信息类型的不同,业务可以分为4类。

(1) 电话业务:主要包括固定电话业务、移动电话业务、VoIP、会议电话业务和电话语音信息服务业务等。业务所需带宽小于 64 kb/s,采用电路或分组方式承载。

(2) 数据业务:低速数据业务主要包括电报、电子邮件、数据检索、Web 浏览等。主要通过分组网络承载,所需带宽小于 64 kb/s。高速数据业务包括局域网互联、文件传输、面向事务的数据处理业务,所需带宽大于 64 kb/s,采用电路或分组方式承载。

(3) 图像、视频、多媒体业务:如传真、CAD/CAM 图像传送、可视电话、视频会议、视频点播、普通电视、高清晰度电视等。这些业务所需要的带宽差别很大,如会议电视需要 64 kb/s~2 Mb/s,而高清晰度电视需要 140 Mb/s 左右。

(4) 承载业务与终端业务:承载业务是网络提供的单纯的信息传送业务,并且不对信息做任何处理和解释;用户终端业务为所有各种面向用户的业务,它是在承载业务的基础上增加了高层功能而形成的。

承载业务和用户终端业务的实现位置如图 1-3 所示。

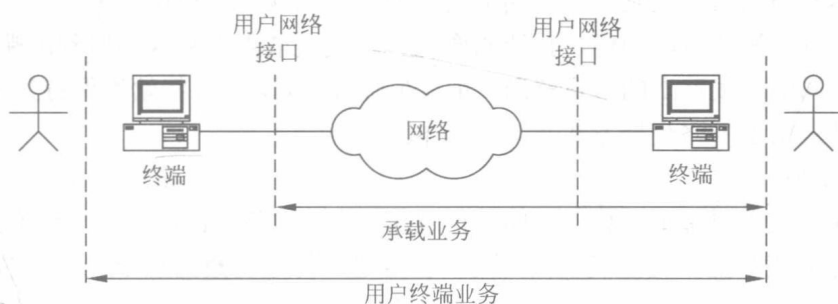


图 1-3 承载业务和用户终端业务

1.2 电信网的交换技术

1.2.1 交换技术概述

根据网络传递用户信息时是否预先建立源端到目的端的连接,我们将网络使用的交换技术分为两类:面向连接和无连接型。

在面向连接型的网络中,两个通信节点间进行一次通信需经历连接建立、数据传输和连接释放三个阶段。其中,连接建立阶段要确定从源端到目的端的连接应走的路由,并在

沿途的交换节点中保存该连接的状态信息,这些连接信息说明了属于该连接的信息在交换节点应被如何处理和转发,连接释放阶段传递的是控制信息;数据传输阶段主要是用户信息数据传输完毕后,进入连接释放阶段,网络负责释放连接。

在无连接型的网络中,数据传输前,不需要在源端和目的端之间先建立通信连接,就可以直接通信。

两种方式各有优缺点,面向连接方式适用于大批量、可靠的数据传输业务,但网络控制机制复杂;无连接方式控制机制简单,适用于突发性强、数据量少的数据传输业务。

1.2.2 主要的交换技术

目前在电信网上使用的交换技术主要有电路交换、分组交换、帧中继、ATM 技术。其中电路交换和分组交换是通信网中最基本的交换技术,后来发展起来的帧中继、ATM 以及 IP 交换技术和 MPLS 技术都是基于这两种技术综合或改进的,各种交换技术的特点如下:

1) 电路交换

电路交换方式主要用于目前的电话通信网,它是一种面向连接的技术,一次通信过程分为连接建立、数据传输和连接释放三个阶段。在连接建立阶段,网络要完成两项工作:第一,确定本次通信从源端到目的地端,用户业务信息应走的路由;第二,在该路由途经的交换节点进行全程的资源预留,预留的资源包括交换节点中从入端口到出端口的内部通道和交换节点间中继线路上的带宽资源,并且在通信期间,资源将始终保持为该连接专用。程控交换就是采用了电路交换方式。

2) 分组交换

分组交换方式主要用于计算机间的数据通信业务,如路由器,它的出现晚于电路交换。它是在“存储-转发”的基础上发展而来的,它将用户传送的数据划分成一定的长度,每个部分叫做一个分组。在每个分组的前面加上一个分组头,以指明该分组发往何地址,然后由交换机根据每个分组的地址标志,将它们转发至目的地。它可以方便地支持终端间异步、可变速率的通信要求。根据网络处理分组方式的不同,分组交换分为两种类型:数据报和虚电路。

(1) 数据报。

数据报属于无连接方式,它无需建立连接,无需为每次通信预留带宽资源。同时由于每一分组在网上都独立寻路,因而抵抗网络故障的能力很强,特别适合于突发性强,数据量小的通信业务。目前,通信网上该方式主要用于信令、控制管理信息和短消息等(例如 SS7、SNMP、SMS 等)的传递,Internet 的 IP 技术也属于此类。

(2) 虚电路。

虚电路是一种面向连接的分组交换方式,它将数据报和电路交换这两种技术的优点结合起来。采用虚电路技术,用户之间在通信之前,需要在源端和目的地端先建立一条连接,

虚电路一旦建立,所有的用户分组都将在这—虚电路上传送。建立连接是它与电路交换的相同之处,也是它与数据报的不同之处。

3) 帧中继

帧中继是从综合业务数字网中发展起来的,是一种分组交换技术,通过一条物理连接提供多条逻辑链路,主要用于广域网,其特点如下:

- (1) 仅提供面向连接的虚电路服务。
- (2) 仅能检测到传输错误,而不试图纠正错误,只是简单地将错误帧丢弃。
- (3) 帧长度可变,允许最大帧长度在 1600B 以上。
- (4) 帧中继是一种宽带分组交换,使用复用技术时,其传输速率可高达 44.6Mb/s。

因为采用了基于变长帧的异步多路复用技术,帧中继主要用于数据传输,而不适合语音、视频或其他对时延敏感的信息传输。目前帧中继主要用于 LAN 间的高速互联,VPN 的组建,远程高品质视频、图像信息的传递,帧中继曾被认为是从窄带到宽带 ISDN 的首选过渡技术。

4) ATM

ATM (Asynchronous Transfer Mode) 即异步传送模式,其主要设计目标是在一个网络平台上用分组交换技术来实现话音、数据、图像等业务的综合传送交换。为达到对综合业务优化的设计目标,在技术上,ATM 采用了短而固定长度的短分组技术、统计复用技术、面向连接并预约传输资源的工作方式以及简化了协议等策略。它适用于局域网和广域网,具有高速数据传输率和支持许多种类型如声音、数据、传真、实时视频、CD 质量音频和图像的通信。

1.3 电信网的体系结构

1.3.1 电信网分层的概念

从降低网络设计的复杂度,方便异构网络设备的互联,增强网络的可升级性等方面考虑,电信网采用分层的体系结构。虽然,每一层和每一层完成的功能各不相同,但其每层设计的指导思想却完全相同,即每一层的设计目的都是为其上一层提供某种服务。

1. 通信协议

通信协议 (Communications Protocol) 是指双方实体完成通信或服务所必须遵循的规则和约定的集合。协议定义了数据单元使用的格式,信息单元应该包含的信息与含义,连接方式,信息发送和接收的时序,从而确保网络中的数据顺利地传送到确定的地方。一个通信协议主要包括以下内容。

- (1) 语法: 协议的数据格式;
- (2) 语义: 包括协调和错误处理的控制信息;
- (3) 时序: 包括同步和顺序控制。