



ommunication

全国信息通信专业咨询工程师继续教育培训系列教材

丛书主编 张同须 侯士彦

核心网架构与 关键技术

吕红卫 冯征 吴成林 尹凤庆 刘为 等 著



CORE NETWORK
ARCHITECTURE AND
KEY TECHNOLOGIES



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



ommunication

全国信息通信专业咨询工程师继续教育培训系列教材

丛书主编 张同须 侯士彦

核心网架构与 关键技术

吕红卫 冯征 吴成林 尹凤庆 刘为 甘邵华 曹韶琴
沈晖 吴英娜 彭宇 余永聪 王题 董育萍 著



CORE NETWORK
ARCHITECTURE AND
KEY TECHNOLOGIES

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

核心网架构与关键技术 / 吕红卫等著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2016. 7
全国信息通信专业咨询工程师继续教育培训系列教材
ISBN 978-7-115-41811-1

I. ①核… II. ①吕… III. ①移动网—继续教育—教材
IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第089416号

内 容 提 要

本书由固定电话网、移动核心网、IMS 核心网、信令网、智能网、同步网六部分组成, 重点介绍近年来核心网等专业领域引入的新技术, 同时为保证完整性, 涵盖核心网网络架构等内容。第一部分为固定电话网, 主要介绍 PSTN 的等级结构、固网智能化、软交换技术, 以及 PSTN 向 IMS 的演进。第二部分为移动核心网, 主要介绍 2G/3G/4G 核心网、PCC 系统体系架构、接口与协议、网络组织及关键技术等。第三部分为 IMS 核心网, 主要介绍 IMS 技术特点、体系架构、网络架构及网络演进趋势。第四部分为信令网, 主要介绍 TDM/IP 承载的 No.7 信令、基于 IP 的 H.248 / Megaco 信令、BICC 信令、SIP-T(I)信令、SIP 信令、Diameter 信令的功能、组网结构等。第五部分为智能网, 主要介绍固定智能网、GSM/CDMA 移动智能网的体系架构、发展与演进。第六部分为同步网, 主要介绍时钟同步网、时间同步网的网络架构、节点设置等。

本书是全国信息通信专业咨询工程师继续教育培训系列教材的交换网络部分, 也可作为通信行业广大管理人员、技术人员及其他从业人员的参考学习资料。

◆ 著 吕红卫 冯 征 吴成林 尹凤庆 刘 为
甘邵华 曹韶琴 沈 晖 吴英娜 彭 宇
余永聪 王 题 董育萍

责任编辑 牛晓敏

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 700×1000 1/16

印张: 7

2016 年 7 月第 1 版

字数: 141 千字

2016 年 7 月河北第 1 次印刷

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

全国信息通信专业咨询工程师继续教育培训系列教材

编 委 会

主任委员

张同须 中国移动通信集团设计院有限公司院长

副主任委员

侯士彦 中国移动通信集团设计院有限公司副总工程师

委 员

颜海涛 中国移动通信集团设计院有限公司规划所副所长
《信息通信市场业务预测与投资分析》编写组组长

高军诗 中国移动通信集团设计院有限公司有线所副所长
《光通信技术与应用》编写组组长

高 鹏 中国移动通信集团设计院有限公司技术部总经理
《无线通信技术与网络规划实践》编写组组长

吕红卫 中国移动通信集团设计院有限公司网络所所长
《核心网架构与关键技术》编写组组长

崔海东 中国移动通信集团设计院有限公司采购物流部总经理
《数据与多媒体网络、系统与关键技术》编写组组长
《IT 支撑系统与关键技术》编写组组长

侯士彦 中国移动通信集团设计院有限公司副总工程师
《通信电源供电及节能技术》编写组组长

- 陈 勋 中国联通网络技术研究院规划部主任
《信息通信市场业务预测与投资分析》编写组副组长
- 曾石麟 广东省电信规划设计院有限公司北京分院技术总监
《信息通信市场业务预测与投资分析》编写组副组长
- 沈艳涛 中国移动通信集团设计院有限公司有线所咨询设计总监
《光通信技术与应用》编写组副组长
- 王 云 广东省电信规划设计院有限公司综合通信咨询设计院副院长
《光通信技术与应用》编写组副组长
- 魏贤虎 江苏省邮电规划设计院有限责任公司网络通信规划设计院副院长
《光通信技术与应用》编写组副组长
- 陈崴崴 中国联通网络技术研究院网优与网管技术研究部主任
《无线通信技术与网络规划实践》编写组副组长
- 曾沂粲 广东省电信规划设计院有限公司电信咨询设计院院长
《无线通信技术与网络规划实践》编写组副组长
- 单 刚 华信咨询设计研究院有限公司副总工程师
《无线通信技术与网络规划实践》编写组副组长
- 甘邵华 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司交换与信息部总工程师
《核心网架构与关键技术》编写组副组长
- 彭 宇 华信咨询设计研究院有限公司移动设计院副院长
《核心网架构与关键技术》编写组副组长
- 余永聪 广东省电信规划设计院有限公司电信咨询设计院总工程师
《核心网架构与关键技术》编写组副组长
- 丁亦志 中国移动通信集团设计院有限公司网络所高级咨询设计师
《数据与多媒体网络、系统与关键技术》编写组副组长
- 倪晓熔 中国移动通信集团设计院有限公司网络所资深专家
《IT 支撑系统与关键技术》编写组副组长
- 刘希禹 中讯邮电咨询设计院有限公司原电源处总工程师
《通信电源供电及节能技术》编写组副组长
- 程劲晖 广东省电信规划设计院有限公司建筑设计研究院副院长
《通信电源供电及节能技术》编写组副组长

序 言

作为曾在邮电通信战线战斗过的老兵，受通信信息专业委员会之邀为全国信息通信专业咨询工程师继续教育培训系列教材作序，欣然之情溢于言表。

2015年8月，中国工程咨询协会启动了咨询工程师继续教育，这是工程咨询行业的一件大事，对于加强咨询工程师队伍建设，完善咨询工程师职业资格制度，促进工程咨询业健康可持续发展将发挥重要作用。

工程咨询是以技术为基础，综合运用多学科知识、工程实践经验、现代科学和管理方法，为经济社会发展、投资建设项目决策与实施全过程提供咨询和管理的智力服务。作为工程咨询的从业人员，咨询工程师需要具备广博、扎实的经济、社会、法律、技术、工程、管理等领域的理论知识和实践经验。随着我国经济社会的快速发展和改革开放的不断深入，国家及地方投资建设领域新的政策、法规、规范标准不断出台，工程咨询相关领域的新理论、新技术、新方法层出不穷，这些都要求咨询工程师努力适应日新月异的形势和市场变化，与时俱进，不断学习、掌握、了解各类新事物，为经济社会发展和各类投资主体提供更优质的、专业化的服务。

为配合行业继续教育的开展，中国工程咨询协会通信信息专业委员会以高度负责的精神，组织通信信息全行业的专家、精英，倾力编写出通信信息专业咨询工程师继续教育培训系列教材，内容全面、充实，反映了通信信息行业在技术、投资咨询等领域最新发展成果和未来发展趋势，对提高通信信息专业咨询工程师专业素质和能力必将起到积极作用。在此我对通信信息专委会和参与编写教材的专家学者表示衷心的感谢，对你们所取

得的成果表示祝贺。

咨询工程师队伍的素质和能力，决定着工程咨询的质量和水平，以及工程咨询业在经济社会发展中的地位。希望全国广大咨询工程师牢固树立终身教育的理念，积极参加继续教育，不断提高自身素质和能力，努力把工程咨询业发展成为学习创新型行业，真正成为各级政府部门和各类投资主体的智库和参谋。



中国工程咨询协会会长

2016年1月

前 言

为建立健全咨询工程师(投资)职业继续教育教材体系,满足通信专业咨询工程师参加继续教育的需要,受中国工程咨询协会委托,中国工程咨询协会通信信息专业委员会组织编写了全国信息通信专业咨询工程师继续教育培训系列教材。该教材作为通信行业咨询工程师继续教育的专业培训用书,为本行业咨询工程师参加继续教育培训提供了必要的帮助。

全国信息通信专业咨询工程师继续教育培训系列教材共分7册:《信息通信市场业务预测与投资分析》、《光通信技术与应用》、《数据与多媒体网络、系统与关键技术》、《核心网架构与关键技术》、《IT支撑系统与关键技术》、《无线通信技术与网络规划实践》、《通信电源供电及节能技术》。本系列教材丛书出自通信行业各类专家之手,既有较深入的技术探讨,也有作者多年的最佳实践总结。课程内容紧密结合了工程咨询业务的实际需要,从体现更新知识、提高职业素质和业务能力的原则出发,尽量使教材内容具有一定的前瞻性,突出了内容的新颖和实用,平衡了基础知识与新技术更新方面的内容比例,使课程内容做到与公共课程的衔接,避免了内容重复交叉,且结合本专业特点对公共课相关内容加以细化、深化和延伸。

本系列教材的编写从起草到修编历时6年,历经国家相关政策的多次调整,在行业专业委员会各委员单位和行业专家的积极推动和鼎力支持下,终于出版了。广大通信行业咨询设计从业人员藉此有了一个更便捷的学习平台。在此我们要感谢中国工程咨询协会和中国通信企业协会通信建设分会相关领导和同志们的关心与指导,还要特别感谢所有参编单位的大力支持!他们是:中国移动通信集团设计院有限公司、广东省电信规划设计院有限公司、

中讯邮电咨询设计院有限公司、江苏省邮电规划设计院有限责任公司、华信咨询设计研究院有限公司。

为传播优秀经验，推广创新技术，我们与人民邮电出版社合作出版此系列教材，希望此教材能为行业从业人员在职业生涯发展上提供一定的帮助与支持，为我国信息通信行业的大发展做出更大的贡献！

再次感谢积极组织、参加教材编写的各位领导和专家，感谢你们长期以来对中国工程咨询协会通信信息专业委员会广大会员的支持与关爱。相信在大家的共同努力下，我国信息通信事业的发展会取得更大的进步！

张同频

中国移动通信集团设计院有限公司

中国工程咨询协会通信信息专业委员会

2016年1月

目 录

第 1 章 固定电话网	1
1.1 TDM 电话网	1
1.1.1 PSTN 概述	1
1.1.2 PSTN 组网结构	2
1.1.3 固网智能化	4
1.2 软交换电话网	6
1.2.1 软交换电话网的体系架构	7
1.2.2 软交换网的组成及节点功能	8
1.2.3 各节点间接口及采用的协议	9
1.2.4 组网结构	10
1.3 向 IMS 的演进	11
思考题	12
第 2 章 移动核心网	13
2.1 2G/3G 核心网	13
2.1.1 GSM/WCDMA/TD-SCDMA 核心网	13
2.1.2 CDMA/cdma2000 核心网	27

2.2	4G 核心网	36
2.2.1	EPC 网络体系架构	36
2.2.2	网元间接口与协议	38
2.2.3	EPC 组网结构	40
2.2.4	4G 网络语音解决方案	43
2.3	PCC 系统	45
2.3.1	概述	45
2.3.2	系统架构及主要网元	45
2.3.3	网元间接口与协议	47
2.3.4	组网结构	48
	思考题	49
第 3 章	IMS 核心网	51
3.1	IMS 技术发展及主要特点	51
3.1.1	概述	51
3.1.2	主要技术特点	52
3.2	网络系统架构	54
3.2.1	体系架构	54
3.2.2	系统组成	55
3.2.3	接口及协议	58
3.2.4	IMS 核心网与其他网络的关系	58
3.3	网络演进趋势	60
	思考题	60
第 4 章	信令网	61
4.1	No.7 信令	62

4.1.1 No.7 信令分层架构	62
4.1.2 No.7 信令传送方式	64
4.1.3 No.7 信令网网络组织	65
4.1.4 链路承载方式	68
4.2 基于 IP 的信令	71
4.2.1 信令种类及功能	71
4.2.2 组网结构	74
思考题	80
第 5 章 智能网	81
5.1 概述	81
5.2 固定智能网	82
5.2.1 固定智能网的体系架构及接口协议	82
5.2.2 固定智能网发展现状及后续演进	84
5.3 移动智能网	85
5.3.1 移动智能网的体系架构	85
5.3.2 移动智能网的发展及演进	87
思考题	88
第 6 章 同步网	89
6.1 时钟同步网	89
6.1.1 概述	89
6.1.2 时钟同步网网络结构	90
6.1.3 时钟同步网的节点设置及时钟等级	91
6.1.4 定时信号传送	93
6.2 时间同步网	93

6.2.1 概述 93

6.2.2 时间同步网的基本结构 95

思考题 97

参考文献..... 99

第 1 章

固定电话网

固定电话网是为固定电话用户提供业务的网络，最早建设的固定电话网采用的是电路交换技术，即 TDM 电话网。随着 IP 技术的发展，电话网中引入了软交换技术，固定电话运营商逐渐用软交换电话网替代传统的 TDM 电话网。本章将分别介绍这两种网络技术，其中将传统的 PSTN 归入 TDM 电话网范畴。

1.1 TDM 电话网

1.1.1 PSTN 概述

公众交换电话网（Public Switched Telephone Network, PSTN），是以电路交换为信息交换方式，主要提供话音业务的通信网，也可提供传真等低速数据业务。

PSTN 网由传输系统、交换系统、用户系统和信令系统 4 部分组成，按所覆盖的地理范围划分，PSTN 可分为本地电话网、长途电话网。可提供的业务分为基本业务、承载业务和补充业务。

1.1.2 PSTN 组网结构

1.1.2.1 组网原则

通信网络需按一定的网络结构来组网，网内设置的各类交换中心（节点）需互联并遵循一定的路由规则互通，经济、合理、高效、优质地疏通过户之间的话务，可采用无级架构和等级架构方式。国内的电话网通常采用等级架构，其等级设置主要依据交换中心间的话务流量、流向，传输成本及运营管理模式等因素。

目前国内 PSTN 基本由本地电话网、长途电话网构成，通常采用三级结构，由本地端局 / 汇接局、省际交换中心（DC1）和地市级交换中心（DC2）组成，如图 1-1 所示。

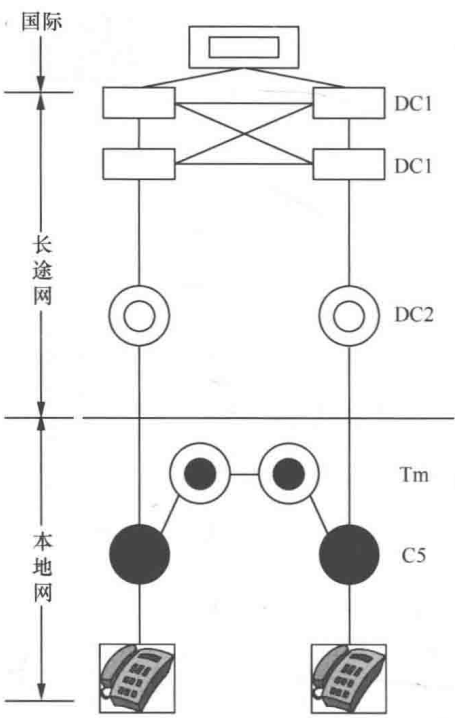


图 1-1 三级电话网络结构

1.1.2.2 本地电话网

本地电话网简称本地网，是由端局（或者由端局和汇接局）、局间中继线、用户线以及话机所组成的网络。本地网用来疏通本地长途编号区范围内，任何两个用户间的本地电话呼叫和用户的长途来去话业务。

本地网内通常设置端局（LS）和汇接局（Tm）。端局通过用户线和用户相连，其职能是负责疏通本局用户的去话和来话话务。汇接局与所管辖的端局相连，以疏通这些端局间的话务；汇接局还与其他汇接局相连，疏通不

同汇接区端局间的话务。根据需要，汇接局还与长途交换中心相连，用来转接本汇接区的长途话务。

本地网组网结构可依据本地网规模、端局数量来确定，一般有两种结构：网状网结构和两级网结构。

网状网结构下所有端局均互联，端局之间设置直达电路，如图 1-2 所示，这种网络结构适用于本地网内端局较少的情况。当端局数量较多时，仍采用网状网结构将导致局间中继线数量急剧增加，不利于网络稳定和维护管理，宜采用汇接方式，即把本地网分为若干个汇接区，在汇接区内设置汇接局，管辖本汇接区内的端局，端局间的话务通过汇接局转接，构成两级本地电话网，如图 1-3 所示（图中所示为去话汇接、来话全覆盖方式）。在这种架构下，当某两个端局间的话务量较大时，也可根据需要设置直达中继（图中未表示）。

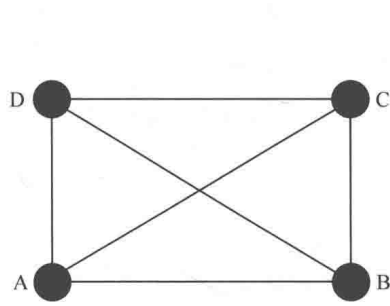


图 1-2 网状网结构示意

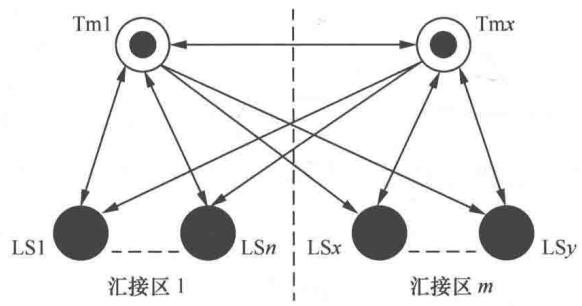


图 1-3 两级网结构示意

1.1.2.3 长途电话网

目前国内各运营商的 PSTN 长途电话网采用两级结构，如图 1-4 所示，分为省际层面和省内层面。其中省际层面设置的长途交换中心以 DC1 表示，其职能是汇接所在省的省际长途来去话话务，以及所在本地网的长途终端话务（兼有 DC2 的功能）；省内层面设置的长途交换中心以 DC2 表示，其职能是汇接所辖本地网的长途终端来去话话务。

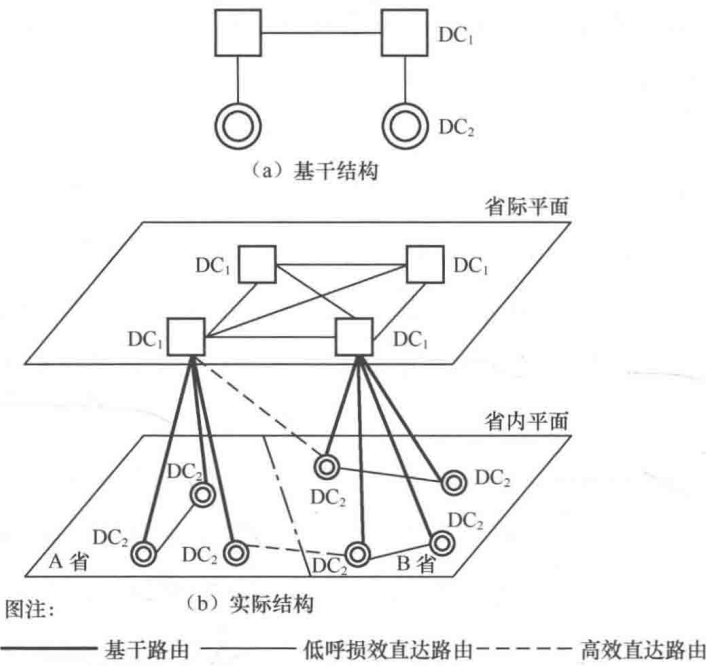


图 1-4 两级结构的长途电话网示意

不同省（直辖市）的 DC1 以网状网相互联接，与本省各地市的 DC2 以星型方式连接；本省各地市的 DC2 之间以网状或不完全网状相连，同时辅以一定数量的直达电路与非本省的 DC1 相连。

1.1.3 固网智能化

1.1.3.1 概述

固网智能化是指通过对传统 PSTN 结构的优化、资源的整合、节点设备的升级和改造、新技术的引入以及管理流程优化等手段来实现网络优化、网元智能化、新业务提供的目标。

固网智能化将在 PSTN 网内设置集中用户数据库，使用户的业务号码独立于交换局，并对交换机适当改造使之具备访问该数据库获取用户信息和重新路由接续的能力，实现基于用户属性的新型增值业务。集中设置的用户数