



大话核心网  
(第2版)



5G 新技术丛书

# 大话核心网

(第2版)

陈学梁 李 丹 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书根据核心网演进的脉络,采用浅显易懂的类比方式,描述了程控交换、七号信令、NGN 网络、SIP 协议、IMS 网络、UMTS PS 核心网、LTE EPC 核心网、软件化的 5G 核心网等系统,并根据多年的技术理解,论述了核心网演进的基本规律,向读者描述了一张完整的核心网发展图。通过回顾核心网的历史,可以更深入地理解作者关于核心网发展的一些思考和结论。本书是在第 1 版的基础上修订而成的,主要增加了 5G 的定义、特点、标准化进程、频谱、关键技术和所面临的挑战等内容。

本书面向通信从业人员,用浅显易懂的表述方式,全新地阐述了核心网的方方面面,适合高校教师、相关专业的学生、运营商、设备商,以及通信网络规划人员阅读与参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

大话核心网/陈学梁,李丹编著. —2 版. —北京:电子工业出版社,2017.10  
(5G 新技术丛书)  
ISBN 978-7-121-32718-6

I. ①大… II. ①陈… ②李… III. ①移动网—研究 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 228635 号

策划编辑:李树林

责任编辑:李树林

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:720×1 000 1/16 印张:20.5 字数:315 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版

2017 年 10 月第 2 版

印 次:2017 年 10 月第 1 次印刷

定 价:68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010) 88254463; lisl@phei.com.cn。

# 自序

本书最初源于作者在通信人家园所写的连载文章——《夜话核心网》，其帖子浏览量近 40 万人次，在 C114 论坛引起极大的关注。随着文章的一篇篇发布，其对核心网技术独特的论述视角和轻松愉悦的文风受到了众多读者的关注和喜爱，很多人在帖子中留下了评语，有些虽然只有短短的一句话，但也可以看出是对作者由衷的鼓励和感谢。

本书立意原本是用来纪念作者 8 年的通信生涯，也许是情之所至，文中的很多感悟都引起了广大通信界朋友的共鸣，这些朋友中有大学新生、在校研究生、运营商、设备商、设计规划人员等。

本书作者硕士毕业后，在通信界混迹 8 年，所感所悟皆化为本书的几十万字，也许书中的某些文字段落看起来并不那么精彩，但是融入了作者的情感，也都成了整个温馨故事中的一部分。

正如“不是所有的牛奶都是特仑苏”，也不是所有的文章都有真情实感，希望本书能够成为通信界的“特仑苏”。

编著者

## 第2版前言

转眼间,《大话核心网》第1版已经出版3年了,在这3年中,虽然核心网的基础架构并未发生革命性的变革,但是新技术已经逐渐渗透到核心网的方方面面,新的需求也对核心网提出了新的挑战。

尤其即将到来的5G时代,将传统的人与人之间的通信,拓展到自动驾驶、工业互联网、AR/VR/MR和物联网等垂直行业中,从而将带来无限的商机,并引领人类迈入万物互联的社会。5G的应用场景对系统架构提出了巨大的挑战,我们需要用新的技术来重构现有的核心网。

目前,5G的研究取得了重大的进展,5G核心网的规范也处于标准化的阶段,未来5G核心网将区别于现有的核心网架构,大量采用一些新技术,比如C/U分离、SDN/NFV、多种接入方式、原生云和AI等都将应用到5G核心网中,从而适配5G超大带宽、海量连接和超低时延的特性。

未来5G核心网将基于数据中心(Data Center, DC),构建全集中式的云计算平台,其业务功能模块将迁移到DC中部署;通过引入C/U分离,将控制功能部署到云DC中,而用户面功能将通过MEC(移动边缘计算)构建分布式的网络,这样可以最大程度地降低用户面时延;通过引入SDN/NFV和网络切片(Network Slicing)等技术,为各种行业应用提供差异化的服务。

为适应 5G 核心网技术，本书对第 1 版做了大量修订，增加了 5G 技术的可能框架，5G 核心网的推荐架构，以及 5G 核心网所面临的挑战等内容。5G 技术依然在不断发展，未来 5G 的标准化也在进行中，因此本书也将随之做相应的修订，以满足读者对最新 5G 核心网技术的需求。

编著者

2017 年 9 月

**慕城雪：**前辈人生阅历甚为丰富，90 后小弟深感佩服。2G/3G/4G 知识详谈甚为详细，感谢分享！

**wcdmaiscome：**交换的未来，拥抱客户者得天下，新的革命即将到来。读罢好文，仿佛能看到未来美丽的物联智慧世界。从狭义看，曾经语音主导的通信网络，核心网已经演进乏力；从广义看，核心网仍然那么辉煌灿烂，新的大陆就在前方。不用犹豫，朝阳已经升起，鼓足勇气，披上战袍，骑上宝马，前进吧！

**SUOSUOYAN：**相见恨晚的帖子，最喜欢这样深入浅出的系统性的见解了。教科书到处都是枯燥的标准、架构。

**majesty100：**利用节前比较空闲的这几天，把到目前为止的全部内容都看完了。我做的东西和核心网有些关系，但过去只关心相关的部分，我对核心网内部是“小白”了。今天午饭后公司就放假了，一直在公司待到现在看完，感谢 LZ（楼主）。

**285205000@qq.co：**作为一个已经入行 2 年半的设备商核心网 IT 民工，楼主的帖子深入浅出，看完收获也不少……

**lips：**我本想下载，但家园说我好久不上了，不能下。好吧，我评论一下，写得真的很好！

**asd7920596：**楼主的文笔和专业知识都令我折服。

lishunkang1982: 楼主写得不错, 持续关注, 写完确实可以考虑出书。

荒村听雨滴: 好文, 学习啦! 非常感谢楼主!

donowait: 读了, 收藏; 再读, 再收藏……如此反复!

szczj88: 花了一天多的时间仔细看完了, 对通信核心网的演进又多了一层理解, 多谢楼主无私的奉献! 顶起。

pamge\_ly: LZ ( 楼主 ) 大牛, 希望有一天我也能发这样的帖子!

oyjiangtao: 好帖学习了, 对于自己的工作, 学习得再深都不为过。

chenshuyan: 文笔很好, 写得不错, 期待中!

shyhahawin: 支持好帖子。

deanpu: 楼主说得很容易理解, 哇, 谢谢! 嘿嘿……

bigdog615: 牛, 必须拜读。

yb28895272: 进来学习, 真的颇有感受。

酷酷鱼: 发现好帖, 收藏, 慢慢看!

CFO: mark&膜拜一个……

xuwenqiang1: 嗯, 很好, 很棒! 谢谢!

我们有缘: 大牛人辛苦了, 希望早日出书, 最好还有电子书, 这样我们追起来也能轻松一些!

my\_192: 天天期盼有更新啊……

svip: 楼主好文笔, 技术也是很牛的。

家园副管 09: 感谢! 你也辛苦了, 这么久的坚持真是不容易, 小编顶一个!

**调累它：**楼主辛苦，不光学习知识，也学习这种精神！

**ttwx：**受教颇深，感谢楼主大神。

**my\_192：**楼主将难懂晦涩的技术问题，描述成生活中的一个个生动的小故事，浅显易懂，生动有趣，有时又不乏生活的哲理与感悟，不是一般的工科男啊，学习膜拜呵呵……

**洪欣 1225：**每天一点点，等到12月30日，再回过头来看，已经完成了一件多么不可思议的事了啊，赞一个！

**沃爱德华：**加入收藏夹，拜读！

**leishengjie6：**我来顶一个，写得真不错！

**fangshifeng：**强帖学习，楼主有爱。

**通信青苹果：**楼主的广泛推理、演进，联系起来讲解很奇妙哦！

**wwang034：**楼主知识面很广，文笔好，生活又有体验；值得向楼主学习。

**xiwenbao123：**每天一更新，好帖必须顶起，我每天都在偷偷地写入笔记中。

**jbqs：**很好，很强大！

**liuzhang1221：**学习中……出书吧！支持！

**zhaoyongchang：**很好！有些问题用很简单的表达方法，就能说得很明白。

**xmxiaodai：**写得很好，要是能出书就更好了！

**guoli800：**楼主你写得真好！

……

**原帖参见：**<http://bbs.c114.net/thread-712446-1-1.html>

转眼从业 CT ( Communication Technology ) 已经 8 年，从年少轻狂到现在人老珠黄。经历过大悲，体验过大喜，内心有时静如止水，有时波涛澎湃。回顾过去的 30 多年，最幸福的事情莫过于为人夫，为人父。背负着肩上的责任，自然不敢松懈，每日在职场辛苦打拼，回家看到嗷嗷待哺的孩子，心中的压力立刻烟消云散。

晚上拖着疲惫的身躯，终于躺在床上，从业多年的辛劳历历在目，回想曾经的学生生涯，尽管是所理工院校，但是自己的文笔还算过得去，也曾吟诗作赋，对酒当歌，只是在职场多年，文笔每况愈下，当年的文艺范也越发久远，使得我心中颇为担忧。

多年来，一直有写本书的愿望，一来是给过去 8 年的职业生涯做个总结；二来是本书立意之日，正是妻子的生日，也是女儿满月之时，过去的一年坚持完成此书，也是想把这份礼物送给我这辈子最爱的两个女人。

尽管 10 年前，运营商就在惊呼管道化、ICT 融合、IT ( Information Technology ) 打败 CT……但是真正让所有的 CT 人感受到恐慌的，恰是最近几年 Android、iOS 设备的广泛使用，带来诸如 Facebook、Twitter、WhatsApp、微博、微信、陌陌等 OTT 应用的崛起，进而引起运营商短信、彩信、语音收入的大幅下滑，更为严重的是这种趋势不可扭转。

为应对 IT 对 CT 的巨大冲击，电信运营商和电信设备商纷纷选择

转型。

电信运营商：面对 OTT 的强势入侵，运营商自然不肯将现有利益拱手让给他人，纷纷想出奇招进行应对，例如法国电信、ATT、意大利电信、德国电信等早在 6 年前就已经启动向 OTT 转型，推出基于 IMS 的增值业务、IMS Based IPTV 系统，以及自有的 OTT 业务等；但是，纵观世界范围内的电信运营商，尚未有向 IT 转型的成功例子。

电信设备商：爱立信成功地由电信设备提供商转型为电信服务提供商；华为则立足电信设备市场，同时向企业网市场、消费电子市场拓展；诺西（诺基亚西门子通信技术有限公司）则不断收缩业务，聚焦于无线接入网络市场；而阿朗（阿尔卡特·朗讯）和中兴则依旧在艰难探索……

在传统电信设备商一片哀嚎的时候，三星通信（网络系统）借助其在 LTE 上的深厚积累异军突起，大有跻身电信设备商三强的态势。借助 LTE，三星可能迅速补齐其在 2G（GSM）、3G（UMTS）方面的技术短板。可以预见，未来三星不仅会在移动通信领域，而且在固网、传输、交换领域也将大放异彩。

这是一个最好的时代，也是一个最坏的时代；这是明智的时代，也是愚昧的时代；这是信任的纪元，也是怀疑的纪元；这是光明的季节，也是黑暗的季节；这是希望的春日，也是失望的冬日；我们面前应有尽有，我们面前也一无所有；我们都将直上天堂，我们也都将直下地狱……

今日的通信人，毫无疑问在当年学生生涯中，是比较突出的一个群体，只是选择了通信这条路，注定了只能风雨兼程。历史告诉我们，变化的时代，机遇和挑战永远如影随形，无论未来如何变化，让我们成为自己心中的 Better Man……

1 | 第 1 章

梦田：从程控交换说起

- 1.1 为什么需要交换 / 3
- 1.2 那些年追过的交换原理 / 7
  - 1.2.1 初识程控交换 / 8
  - 1.2.2 程控交换中的高速公路 / 10
  - 1.2.3 数字交换基础——PCM / 11
  - 1.2.4 时分复用 / 20
- 1.3 曾经的七格格——No.7 信令 / 26
  - 1.3.1 什么是格格——信令 / 27
  - 1.3.2 格格的一家人——交换信令 / 28
  - 1.3.3 七格格的花衣——模型 / 32
  - 1.3.4 七格格的脸和唇 / 34

41 | 第 2 章

老男孩：谈谈下一代

- 2.1 玩概念的 NGN / 43
- 2.2 NGN 的 High Level——身材 / 46
- 2.3 NGN 的 Low Level——网络接口 / 49
- 2.4 NGN 的少帅——软交换机 / 52

- 2.5 NGN 的全家福——关键网元 / 55
  - 2.5.1 网元的形态 / 56
  - 2.5.2 NGN 的虎将——再话媒体网关 / 66
- 2.6 NGN 中的普通话——SIP 协议 / 71
  - 2.6.1 时代的呼唤——SIP 中的角色定义 / 72
  - 2.6.2 SIP 协议栈结构 / 79
  - 2.6.3 SIP 消息 / 80
  - 2.6.4 典型 SIP 交互流程 / 85
- 2.7 NGN 中的方言 / 89
- 2.8 NGN 的缺憾 / 91

### 93 | 第 3 章

## 等待：IMS 的那点事

- 3.1 IMS 为何而来 / 95
- 3.2 IMS 的 High Level——身材 / 98
- 3.3 IMS 的全家福 / 102
  - 3.3.1 呼叫控制网元——CSCF / 103
  - 3.3.2 数据库网元——HSS / 106
  - 3.3.3 业务平台——AS 应用服务器 / 108
  - 3.3.4 互通设备——IMS/PSTN/PLMN 的  
互联 / 110
  - 3.3.5 IMS 网元功能——MRF（媒体资源  
管理） / 111
- 3.4 IMS 的 Low Level——接口 / 112
- 3.5 IMS 的流程 / 114

- 3.5.1 如何区分 IMS 中的用户——IMS 用户身份标识 / 114
- 3.5.2 如何区分 IMS 中的业务——PSI 标识 / 115
- 3.5.3 IMS 注册——简约而不简单 / 116
- 3.5.4 IMS 呼叫流程 / 119
- 3.6 IMS 如何提供业务 / 123
  - 3.6.1 IMS 的业务框架 / 125
  - 3.6.2 AS 在业务控制中的角色 / 126
  - 3.6.3 IMS 的业务引擎 / 127
- 3.7 生不逢时的 IMS / 132

## 135 | 第 4 章

### 怒放的生命：PS 的核心网

- 4.1 GSM 是如何打电话的 / 137
- 4.2 手机上网的功臣——PS / 141
- 4.3 拨开 PS 的外衣 / 144
- 4.4 GPRS 的协议 / 147
- 4.5 PS 如何用来上网 / 149

## 153 | 第 5 章

### 我们的梦：4G 的核心网——EPC

- 5.1 下一代的 PS——EPC / 155
- 5.2 不得不说的 LTE / 159
  - 5.2.1 LTE 的架构 / 161
  - 5.2.2 LTE 的交互流程 / 163
  - 5.2.3 LTE 物理层处理流程 / 170

|       |                      |       |
|-------|----------------------|-------|
| 5.3   | EPC 协议分析             | / 172 |
| 5.3.1 | 协议架构                 | / 173 |
| 5.3.2 | S1 传输协议的问题           | / 174 |
| 5.4   | 什么叫 Bearer（承载）       | / 176 |
| 5.5   | TD-LTE 和 FDD-LTE 的问题 | / 178 |
| 5.6   | EPC 的业务流程            | / 180 |
| 5.6.1 | UE 开机 Attach 流程      | / 181 |
| 5.6.2 | UE 去附着流程             | / 189 |
| 5.6.3 | UE 发起的去附着            | / 189 |
| 5.6.4 | MME 发起的去附着           | / 191 |
| 5.6.5 | HSS 发起的去附着           | / 191 |
| 5.6.6 | 专有承载流程               | / 192 |
| 5.7   | 新旧美人赛——PS vs EPC     | / 201 |

203 | 第 6 章

飞得更高：软件化的 5G 核心网

|       |           |       |
|-------|-----------|-------|
| 6.1   | 软件改变世界    | / 205 |
| 6.2   | 移动通信技术的发展 | / 209 |
| 6.3   | 什么是 5G    | / 211 |
| 6.4   | 5G 的特点    | / 215 |
| 6.5   | 5G 的标准化进展 | / 218 |
| 6.5.1 | ITU       | / 219 |
| 6.5.2 | 3GPP      | / 223 |
| 6.6   | 5G 的频谱    | / 228 |
| 6.7   | 5G 网络关键技术 | / 230 |

|        |              |       |
|--------|--------------|-------|
| 6.8    | 5G 架构关键技术    | / 233 |
| 6.8.1  | SDN (软件化)    | / 233 |
| 6.8.2  | C-U 分离       | / 265 |
| 6.8.3  | NFV 和业务编排    | / 267 |
| 6.8.4  | 网络切片         | / 268 |
| 6.8.5  | C-RAN        | / 270 |
| 6.8.6  | 基于云计算的 5G 架构 | / 273 |
| 6.8.7  | 统一的数据库管理     | / 274 |
| 6.9    | 5G 面临的技术挑战   | / 276 |
| 6.10   | 5G 终端的挑战     | / 280 |
| 6.10.1 | 多频段接入挑战      | / 280 |
| 6.10.2 | 多连接接入的挑战     | / 281 |
| 6.10.3 | 多天线接入挑战      | / 281 |
| 6.10.4 | 低功耗的挑战       | / 282 |

## 283 | 第 7 章 最初梦想: No Core, No More

|     |                         |       |
|-----|-------------------------|-------|
| 7.1 | 网络发展的驱动力                | / 285 |
| 7.2 | We ——To Be Or Not To Be | / 290 |

## 292 | 后记

# 第 1 章 梦田：从程控交换说起

为什么需要交换

那些年追过的交换原理

曾经的七格格——No.7 信令