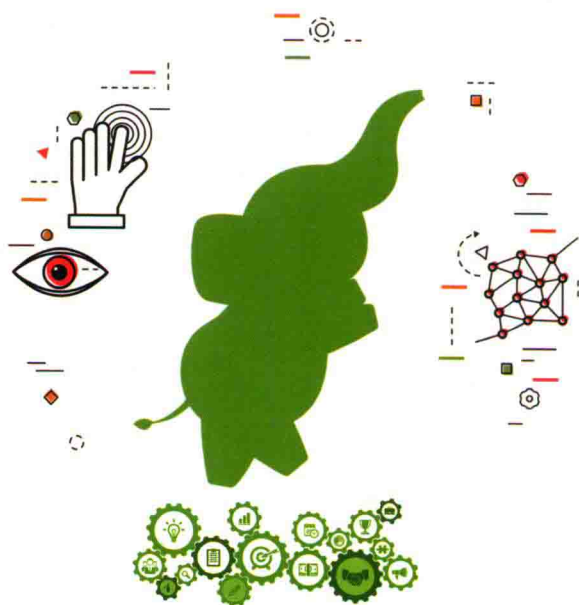


亚信新技术系列

# 大型企业微服务架构 实践与运营

亚信科技AIF研发小组集体成果

薛浩◎编著



—— 让大象舞动起来 ——

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

亚信新技术系列

# 大型企业微服务架构 实践与运营

亚信科技AIF研发小组集体成果

薛浩◎编著



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

大型企业微服务架构实践与运营 / 薛浩编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2019. 2 (2019. 2 重印)  
ISBN 978-7-115-48774-2

I. ①大… II. ①薛… III. ①大型企业—计算机网络  
IV. ①TP393.18

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第290032号

## 内 容 提 要

本书以电信运营商业务支撑系统为背景, 讲述其业务发展、运营管理对架构的影响。本书通过讲述电信企业为实现业务发展和运营管理要求对软件架构升级改造的过程, 还原一个真实的微服务架构实践场景, 同时介绍了为实现真正企业级的微服务架构还需要做哪些工作, 最后从运营商的视角讲述了微服务架构的发展方向以及如何基于微服务架构进行系统运营。

本书适合大中型企业 CIO、CTO、CPO、架构师、软件开发工程师、系统运维工程师, 以及大学、科研院所的研究人员和工程师学习参考。

- 
- ◆ 编 著 薛 浩  
责任编辑 李 强  
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>  
北京印匠彩色印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16 彩插: 1  
印张: 18.75 2019 年 2 月第 1 版  
字数: 399 千字 2019 年 2 月北京第 2 次印刷
- 

定价: 88.00 元

读者服务热线: (010)81055448 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315



# 序

宽带资本董事长、亚信集团董事长 田溯宁

回顾过去的 25 年，中国的创业者不断面临着各行各业的挑战和变化，在不同阶段进行着永不停步的创业和重组，再造中国的软件实力。从 PC 互联网、移动互联网到万物互联，从 Client/Server 到虚拟化、云计算、人工智能，从贝尔发明电话到程控交换、5G 时代的网络虚拟化、软件定义网络，技术长期驱动着行业的数字化转型。如果说过去互联网更多是在改变每个个体的生活，那么未来互联网将改变众多的行业和企业的运行模式，这是一个大的格局。

亚信帮助运营商服务于电信和企业用户。亚信的软件每天支撑着中国 10 亿多的用户，服务每个用户，提供通信服务、内容订购和计费、咨询及技术支持，解决客户面临的实际问题，从而亚信也积累了深厚的行业知识和经验。

本书介绍了在电信业务支撑系统架构转型的要求下，亚信关于 PaaS 产品研发的探索和实践。早在微服务理念还是星星之火的时候，产品研发团队就敏锐地认识到技术的发展趋势，大胆规划、谨慎实践，从 0 到 1，逐步构建了中间件、微服务、容器等一系列云原生架构，并通过在电信行业及类电信行业的实践，孵化出基础架构平台产品，打造功能强大的 PaaS 平台，实时感知客户变化、预知客户需求，为各行各业瞬息万变的前端应用提供敏捷、高效的通用基础设施，同时也成功探索出“从客户中来，到客户中去”的面向企业的软件开发路径。

在万物互联的时代，每个企业都需要实时感知客户，成为“客户的运营商”。亚信积累的 IT、CT、DT 能力将使能企业数字化转型，帮助企业实时、智能感知客户需求。在这样的过程中，亚信也志在成为数字基础设施、大型软件和平台运营的提供者，从而成长为具有全球竞争力的软件和服务公司。

本书的作者虽然是一位年轻的产品开发带头人，但他拥有数十年的电信行业从业经验。他一直在客户服务的一线，曾经历过多次软件架构转型升级和重大版本割接，对行业、客户和产品都有着深刻的理解。工作之余，他能够总结经验，并将其编辑成册，难能可贵。希望这本书能够对电信从业人员、大型企业级应用软件从业人员有所帮助，也期待更多的亚信技术人员把亚信的知识、经验编辑成册，分享传播。



# 序 二

中国移动浙江公司信息系统部总经理 王晓征

2015年对我而言是具有特殊意义的一年，这一年阿里巴巴集团启动了著名的“中台战略”，同年年底我也接过了浙江移动第三代业务支撑系统建设的重担。

微服务化、容器化是本期建设的关键架构目标。这么大的架构革新，尤其是在现有的核心系统上朝着“厚平台，薄应用”的方向去改造，犹如“大象学跳舞”，这在当时运营商中还没有先例可循，一切都得自己“摸着石头过河”。

“明知山有虎，偏向虎山行”。我带着浙江移动云计算中心的兄弟们经过三年的艰苦奋斗，经历了容器平台建设、微服务平台建设、业务中心化拆分建设、敏捷开发平台建设……大胆构想，小步快跑，逐渐形成了一套基于微服务、容器等技术的PaaS平台。同时，我们不断地进行自我完善，通过异构系统、跨域、互联网化业务的接入打磨，最终形成完整的运营商中台能力。当然，我们也没有就此满足，仍在不断完善中。

三年后的今天，我们的CRM系统已经成为中国移动内部最大规模的容器化、微服务化的实施案例。我们和亚信联合研发的微服务平台，经历了电信级业务连续性、数据一致性、可维护性的考验，目前日均服务调用量已超过4亿次，持续稳定运行时间超过450天。

回顾三年的艰辛历程，我要感谢我的团队，也要感谢我的主要合作伙伴之一：亚信公司。感谢亚信集团董事长田溯宁博士、亚信科技CEO高念书先生、副总裁兼商业发展中心总经理王力平女士等对项目的支持，特别感谢薛浩和他的团队，和我们一起在一线日夜拼搏，一起部署、一起保障、一起迭代、一起把一个个创意变成产品。

很高兴，一路与你同行！



# 前言

做 IT，始于颜值、陷于挑战、忠于兴趣。毕业以后我被“IT”“通信”靓丽光环吸引，加入亚信科技平台架构部工作，从一名程序员成长为技术总监，见证了电信十年的软件架构变迁。十年磨一剑，十年的专注、十年的不离不弃、十年的不懈努力，让我们完成了电信 IT 支撑系统从 MVC 单体架构到微服务架构平台的演进，并在公司内外部塑造了一个品牌，倾注了自己的青春梦想。

宝剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来。在漫长的演进过程中，伴随着大量工程实施，我们经历了大大小小几百个战役。只有参与过战斗的人才能体会到收获的来之不易。在经历了“X86”化、“微服务”化、“PaaS”化后，目前平台正向着“ABC”（AI+Big Data+Cloud）化迈进。微服务架构平台的演进落地印证了“精品源于实践”。我们的技术未必是最先进的，但在这个行业是最合适的，我们对此很有自信，这种自信来源于对这个行业的深刻理解，来源于对整个 IT 技术发展的洞察和预研。

工作十年至今，试点、上线、解决故障、规划、演进、落地推广等工作占据了我大量的时间和精力。目前产品方向已基本确定，演进迭代也在有序地推进，我才能够抽出些时间把多年来积累的经验落在笔下，这也是对十年工作的一个总结。

本书把电信 IT 业务支撑系统比作大象，讲述了如何通过一步步的架构升级让大象学会跳舞，这也是架构研发的主要目的。本书共分为 4 部分，15 章。第一部分主要解析行业背景，讲述了电信业务的发展历程和 IT 业务支撑系统的演进历史，分析了电信与电商模式上的主要区别以及如何让大象学会跳舞。第二部分讲述微服务架构的基本知识，分享了早期如何同运营商一步步地进行 IT 系统微服务架构的探索和实践，并介绍了微服务架构基础组件的设计和实现。第三部分主要讲述了企业级微服务架构的关注点及其必备能力，即在微服务架构的基础上更进一步构建比较完善的“PaaS”平台，讲述了应用托管、服务治理、DevOps 等在“PaaS”平台化过程中的作用和实现。第四部分讲述了一些面向未来的架构实践和展望。

本书主要从实践的角度描述打造企业微服务架构平台的过程，除了一些有创意的代码，主要侧重于过程方法和方案的说明。“他山之石，可以攻玉”，希望本书能够让更

多企业的 IT 开发人员、架构师和规划专家从中获取有价值的信息，希望能够让电信行业 IT 从业人员对业务支撑系统有一个更全面的了解。此外，本书对于想了解电信行业 IT 发展历史的读者，也是一本不错的入门书籍。全书由薛浩主笔，曹向辉负责全书统稿并完成第 1、2、9、10、11 章的初稿，他们是对本书的主要贡献者，刘尧、邵玉梅、苗森等负责编辑策划。

想写的东西很多，由于时间关系，实在没有太多精力投入，仓促完稿之际，感慨万千。此书的完成，是亚信人集体智慧的结晶，也离不开大家的帮助与支持，更离不开我们长久服务的电信客户的支持，是他们为 PaaS 平台的发展提供了成长的土壤。

能够完成本书需要感谢很多人：

首先感谢客户给予我们技术落地的机会，尤其感谢浙江移动王晓征先生等对前瞻性技术推动的支持和理解，那些年联合研发和你们一起经历的困难，是我们共同成长的印记；

感谢公司，何其有幸，何等荣耀，在亚信产业互联网 2.0 升级的道路上有这么一段奋斗的岁月，有这么一段激情燃烧的青春；感谢亚信公司为产品研发提供了足够大的空间和舞台。

感谢亚信集团董事长田溯宁博士、亚信科技 CEO 高念书先生、副总裁兼商业发展中心总经理王力平女士、副总裁兼 CTO 欧阳晔博士、CRM 研发中心总经理王鹏先生、CRM 业务架构师张峰先生对 PaaS 平台的总体指导；感谢一直以来并肩奋战在一线的王亮、王峰、刘尧、陈龙、吴宗泽、林国明、袁志勇、梁勇等（排名按姓氏笔画）团队成员，同心协力、激情付出，做出了一款有影响力的产品。

感谢亚信高级副总裁兼首席人力官吕守升先生、亚信学院院长吴晓洁女士、TM Forum 高级技术协作总监徐俊杰先生对图书出版给予的支持，还有很多默默支持我们的领导和同事们，在此一并表示感谢。

亚信科技 AIF 产品研发总监 薛浩  
2018 年 8 月 20 日

# 目 录

## 第一部分 电信行业架构综述

<b>第 1 章 认识大象</b> .....	2
1.1 何谓大象 .....	2
1.2 电信业务支撑系统的发展历程 .....	4
1.2.1 “大算盘”时代 .....	6
1.2.2 C/S 时代 .....	6
1.2.3 MVC 垂直应用 .....	7
1.2.4 SOA 服务化.....	9
1.2.5 微服务架构 (MSA) .....	10
1.3 电信业务支撑困境 .....	11
1.4 电信与电商 .....	13
<b>第 2 章 让大象学跳舞</b> .....	15
2.1 大象能跳舞吗 .....	15
2.2 大象的舞台 .....	15
2.3 大象跳舞“四步曲” .....	16

## 第二部分 构建微服务架构

<b>第 3 章 微服务架构综述</b> .....	18
3.1 微服务的本质 .....	18
3.1.1 什么是微服务.....	18
3.1.2 微服务架构特点.....	20
3.1.3 SOA 与微服务.....	21
3.2 实现微服务架构 .....	22
3.2.1 微服务参考架构.....	23
3.2.2 应用的拆分粒度.....	24
3.2.3 微服务的集成.....	25



- 3.2.4 微服务对交付模式的要求 ..... 27
- 3.2.5 实现微服务面临的挑战 ..... 27
- 3.3 微服务架构的实践 ..... 29
  - 3.3.1 建平台 ..... 29
  - 3.3.2 业务拆分 ..... 34
  - 3.3.3 容器化封装 ..... 35
  - 3.3.4 完善技术组件，提升稳定性 ..... 35
- 第4章 分布式服务框架** ..... 37
  - 4.1 分布式服务框架的一般原理 ..... 37
  - 4.2 分布式服务调用框架的实现 ..... 39
    - 4.2.1 分布式服务框架总体架构 ..... 39
    - 4.2.2 通信框架 ..... 40
    - 4.2.3 序列化与反序列化 ..... 41
    - 4.2.4 客户端功能实现 ..... 42
    - 4.2.5 服务端功能实现 ..... 45
    - 4.2.6 注册中心 ..... 47
    - 4.2.7 服务治理 ..... 48
    - 4.2.8 API 网关 ..... 51
  - 4.3 容量评估与性能保障 ..... 53
    - 4.3.1 容量评估常用指标 ..... 53
    - 4.3.2 容量指标估算方法 ..... 57
    - 4.3.3 性能保障 ..... 61
    - 4.3.4 如何评价系统性能 ..... 62
  - 4.4 一致性问题解决之道 ..... 63
    - 4.4.1 强一致性事务保障 ..... 63
    - 4.4.2 最终一致性事务保障 ..... 65
    - 4.4.3 事务补偿机制 ..... 66
- 第5章 服务调用链日志跟踪** ..... 68
  - 5.1 服务调用链实现的一般原理 ..... 68
  - 5.2 实现调用链日志跟踪 ..... 71
    - 5.2.1 总体架构 ..... 71
    - 5.2.2 日志数据采集 ..... 72
    - 5.2.3 日志数据分析处理 ..... 77
    - 5.2.4 服务调用链信息展示 ..... 78
  - 5.3 调用链日志跟踪的应用 ..... 79
    - 5.3.1 总体监控 ..... 80
    - 5.3.2 监控预警 ..... 80
    - 5.3.3 安全审计 ..... 81
    - 5.3.4 故障定位及链路分析 ..... 82

5.4	日志系统的容量和性能评估 .....	82
<b>第 6 章</b>	<b>分布式数据访问平台 .....</b>	<b>84</b>
6.1	传统数据库架构面临的挑战 .....	84
6.1.1	新业务支撑乏力 .....	84
6.1.2	持续的分库分表难以为继 .....	85
6.1.3	管理上的挑战 .....	86
6.2	数据库技术发展现状 .....	86
6.2.1	数据库发展历史回顾 .....	86
6.2.2	SQL、NoSQL 和 NewSQL .....	87
6.2.3	运营商去“O”实践 .....	89
6.2.4	数据架构发展方向 .....	90
6.3	数据库选型 .....	91
6.3.1	数据库的技术特性 .....	91
6.3.2	数据库应用特性 .....	92
6.3.3	应用特性与技术特性的对应关系 .....	94
6.3.4	数据库选择建议 .....	94
6.4	实现分布式数据访问平台 .....	95
6.4.1	分布式应用数据总线 .....	95
6.4.2	分库分表功能实现 .....	96
6.4.3	读写分离功能实现 .....	97
6.4.4	结果集合并功能实现 .....	98
6.4.5	数据库节点路由功能实现 .....	98
6.4.6	分布式事务功能保障 .....	99
6.5	异地多活数据同步平台 .....	101
6.5.1	异地多活架构设计 .....	102
6.5.2	数据同步平台架构设计 .....	104
<b>第 7 章</b>	<b>消息平台 .....</b>	<b>114</b>
7.1	消息中间件产品介绍 .....	114
7.1.1	ActiveMQ .....	114
7.1.2	RocketMQ .....	115
7.1.3	Kafka .....	116
7.1.4	RabbitMQ .....	117
7.1.5	消息中间件特性对比 .....	118
7.2	消息平台总体架构设计 .....	119
7.3	消息控制台 .....	120
7.3.1	配置管理 .....	120
7.3.2	监控管理 .....	122
7.3.3	运维管理 .....	124
7.3.4	系统管理 .....	126

7.4	消息客户端 .....	127
7.4.1	客户端功能介绍 .....	127
7.4.2	客户端关键流程 .....	131
<b>第 8 章</b>	<b>分布式缓存平台 .....</b>	<b>134</b>
8.1	缓存中间件介绍 .....	134
8.1.1	Memcached .....	134
8.1.2	Redis .....	135
8.1.3	Coherence .....	137
8.1.4	缓存中间件产品特性对比 .....	137
8.2	缓存策略 .....	138
8.2.1	热点缓存 .....	138
8.2.2	多级缓存 .....	139
8.3	缓存平台的架构与实现 .....	141
8.3.1	总体架构 .....	141
8.3.2	缓存管理控制平台 Web .....	142
8.3.3	缓存管理平台 App .....	146
8.3.4	缓存客户端 SDK .....	148

### 第三部分 构建企业级微服务架构

<b>第 9 章</b>	<b>企业级微服务架构综述 .....</b>	<b>152</b>
9.1	什么是企业级微服务架构 .....	152
9.2	企业级微服务架构必备能力 .....	152
9.2.1	自动化软件交付 .....	153
9.2.2	智能化系统运维 .....	153
9.2.3	系统化业务运营 .....	154
9.3	实施企业级微服务架构的前提条件 .....	155
<b>第 10 章</b>	<b>构建基于容器的应用托管和任务调度平台 .....</b>	<b>157</b>
10.1	容器的发展历程 .....	157
10.2	Docker 带来的改变 .....	159
10.3	基于 Kubernetes 的应用托管平台 .....	160
10.3.1	Kubernetes 基本原理 .....	160
10.3.2	系统架构 .....	165
10.3.3	底层资源管理 .....	166
10.3.4	应用托管管理 .....	167
10.3.5	平台监控 .....	173
10.4	弹性任务调度平台 .....	175
10.4.1	总体架构 .....	176
10.4.2	任务配置管理 .....	178

10.4.3	任务调度管理 .....	180
10.4.4	X86 裸机集群任务调度流程 .....	185
10.4.5	容器化资源任务调度流程 .....	189
<b>第 11 章</b>	<b>深化的服务治理体系 .....</b>	<b>193</b>
11.1	服务治理演进历史 .....	193
11.1.1	SOA 服务治理 .....	193
11.1.2	分布式服务治理 .....	194
11.1.3	深化的服务治理 .....	195
11.2	构建“管、诊、治”服务治理体系 .....	196
11.3	“管、诊、治”总体思路 .....	196
11.3.1	服务治理总体架构 .....	198
11.3.2	服务资产管理 .....	199
11.3.3	服务关系管理 .....	201
11.3.4	服务生命周期管理 .....	204
11.3.5	服务监控 .....	205
11.3.6	分布式服务调用框架 .....	206
11.3.7	辅助工具 .....	206
<b>第 12 章</b>	<b>DevOps 打造软件生产流水线 .....</b>	<b>208</b>
12.1	认识 DevOps .....	208
12.1.1	什么是 DevOps .....	208
12.1.2	DevOps 与敏捷 .....	209
12.1.3	DevOps 的兴起 .....	210
12.2	DevOps 核心原则 .....	210
12.2.1	基础架构即代码 .....	210
12.2.2	持续交付 .....	211
12.2.3	协同工作 .....	212
12.3	DevOps 的技术栈和工具链 .....	212
12.4	DevOps 平台解决方案 .....	214
12.4.1	软件生产流水线 .....	214
12.4.2	DevOps 平台架构 .....	215
12.4.3	配置管理 .....	217
12.4.4	质量保障 .....	221
12.4.5	实现软件生产流水线 .....	228
12.4.6	数据度量 .....	231

## 第四部分 打造下一代基础架构平台

<b>第 13 章</b>	<b>多租户架构 .....</b>	<b>234</b>
13.1	多租户的模型及体系结构 .....	234

13.2	租户隔离 .....	236
13.3	多租户管理平台 .....	238
13.3.1	管理平台架构 .....	238
13.3.2	多租户管理平台的实现原理 .....	239
13.3.3	多租户的访问控制 .....	240
13.3.4	多租户的安全访问 .....	241
<b>第 14 章</b>	<b>能力开放平台 .....</b>	<b>243</b>
14.1	总体设计 .....	243
14.2	能力开放门户 .....	245
14.2.1	开发者视图 .....	245
14.2.2	运营者视图 .....	248
14.3	沙箱环境 .....	249
14.4	安全管控 .....	250
14.4.1	IP 黑白名单校验 .....	250
14.4.2	流量配额控制 .....	251
14.4.3	服务升降级控制 .....	253
14.4.4	熔断控制 .....	254
14.4.5	流量控制 .....	254
14.4.6	传输安全控制 .....	255
14.4.7	用户授权 .....	257
14.5	服务管控 .....	264
14.5.1	服务注册 .....	264
14.5.2	服务编排与封装 .....	265
14.5.3	服务参数匹配 .....	266
14.5.4	服务路由 .....	267
<b>第 15 章</b>	<b>智能运维 .....</b>	<b>269</b>
15.1	大数据技术概述 .....	269
15.1.1	大数据技术特点 .....	270
15.1.2	大数据技术的未来发展 .....	272
15.1.3	大数据与人工智能 .....	273
15.1.4	大数据与智能运维 .....	273
15.2	智能运维平台架构设计 .....	274
15.3	智能运维整体流程 .....	275
15.4	智能化运维场景分析 .....	276
15.5	深度学习应用举例 .....	278
15.5.1	原理分析 .....	278
15.5.2	关键技术介绍 .....	282
	<b>结束语 .....</b>	<b>284</b>

# 第一部分 电信行业架构综述



# 第 1 章

## 认识大象

大象给人的印象是体形庞大、行动迟缓，“大象”这个词也是电信行业内部对老系统的一贯称谓。“大象”的比喻一方面说明传统业务支撑系统经过多年积累变得越来越庞大，另一方面也说明传统的运维模式已不能满足当下敏捷的业务支撑响应要求，这与以互联网为代表的新兴软件行业形成了极大的反差。

比较传统与新兴两大行业，同样是 IT 软件从业人员，却存在截然不同的工作状态，这从两者的朋友圈分享就可以看出差别。从事传统企业 IT 软件开发的团队分享的以项目上线、加班、熬夜居多，而互联网公司 IT 开发团队则是以新技术分享、创新实践居多。是什么造成两者工作状态的巨大差别呢？本章将带领大家认识一下电信行业中的“大象”。

### 1.1 何谓大象

本书中的“大象”是对复杂、聚合、大型业务系统的一种比喻。由于本书是基于电信业务支撑系统的微服务架构实践，这里的“大象”也可理解为电信业务支撑系统（BSS, Business Supporting System）。

21 世纪的前十年，通信行业的 IT 圈可以说是国内最热闹的 IT 圈，后来随着互联网、电商的迅猛发展，电信 IT 风头不再，跌入到“传统 IT”的圈子，在 IT 建设、系统运营管理等方面相较于互联网有很大的差别。经过十几年的快速发展，电信行业 IT 系统变得巨大臃肿、步履蹒跚。以业务支撑系统为例，一个 EAR 包 400 多兆，包含二十多个大的业务模块，模块间边界模糊、交叉重叠。由于整个团队都是分块作业，大家各司其职，系统对于他们来说如同盲人摸象（如图 1-1 所示）、不识全貌，这些都给系统运维带来极大的压力。

每周一到两次的新业务上线，对一段代码的修改引发关联性问题的情况时有发生，让人防不胜防。开发运维人员每次上线发布都是通宵达旦、提心吊胆。面对问题的无助、命令行的无奈、回退时的沮丧，给开发运维人员造成了极大的心理压力。

如何才能消除 IT 人员的无助感，让系统变得轻盈、敏捷呢？





图 1-1 盲人摸象

小规模迭代，全天候发布，前端无感、后端无痛是我们的目标，也是技术变革的价值所在。然而，变革是要付出代价的，会面临很多阻碍，最大的挑战莫过于业务方对技术变革产生的价值认可。新技术、新思路的推进都不会一帆风顺，如同当年蒸汽机的发明，在当时马车占主要地位的欧洲各国，蒸汽火车处处受到非难和排挤。

只有接受变化、拥抱变革，才能推动助力社会的快速发展。当下，我们生活在“最好的时代”，人们思想开放、积极进取，必将助力我们紧跟技术潮流，实现企业的梦想。

如图 1-2 所示的“让大象学会跳舞”是我们的目标，也是我们对传统架构的使命。结合企业业务特点，把握技术发展趋势，大胆尝试、小心践行，我们的心愿必将实现。



图 1-2 让大象学会跳舞



## 1.2 电信业务支撑系统的发展历程

电信业务支撑系统随着电信技术的快速迭代而不断发展和壮大。近二十年，电信行业进入了爆发期，业务支撑系统也随之迎来了黄金发展期。回顾业务支撑系统发展历程，该历程大致可分为4个阶段：初始阶段、成型阶段、稳定阶段和变革阶段（如图1-3所示）。

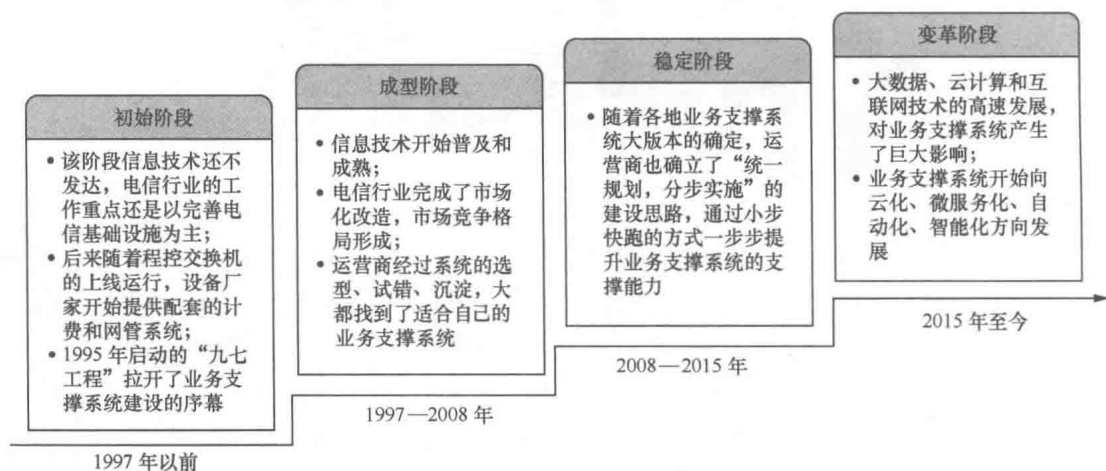


图 1-3 业务支撑系统发展历程

### 1. 初始阶段

20世纪80年代，拥有9亿人口的中国，电话用户数仅为280多万，电话普及率为0.43%。当时还是政企合一，邮电部既是电信行业的主管部门，又是电信运营商，主要的工作重点是建设和完善电信基础设施，由于信息技术还不发达，因此国内并没有真正意义上的运营支撑系统。在80年代中后期，随着程控数字交换机的上线，出现了简单的计费和网管系统。但是这些软件仅限于本厂家的设备，功能单一且规模小。从80年代后期到1997年，随着网络规模的快速扩大，产生了具备跨厂商设备管理能力的网管系统。随着用户规模的扩大以及移动通信网的建设，计费系统也开始发展起来。这些都是由邮电部组织和委托高校和科研机构开发的，并没有独立的软件企业和专业人员进行相关的软件开发工作。随着用户数和业务量的爆发式增长，电信的服务和管理水平遇到了发展瓶颈，为了解决日益增长的用户需求与落后的服务手段之间的矛盾，1995年5月，邮电部电信总局提出开发和建设“市内电话业务计算机综合管理系统”，即“九七工程”。“九七工程”是一个里程碑，它拉开了业务支撑系统建设的序幕。

### 2. 成型阶段

从1997年到2008年，业务支撑系统进入了快速发展阶段，这个阶段也是我国电