

[无线大数据]

运营商转型启示

Wireless
Big Data

殷一平 张四海 王振
著

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

[无线大数据]

运营商转型启示

Wireless
Big Data



殷一平 张四海 王振
著

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

无线大数据：运营商转型启示 / 殷一平，张四海，王振著. — 北京：人民邮电出版社，2018.10
ISBN 978-7-115-49041-4

I. ①无… II. ①殷… ②张… ③王… III. ①电信企业—企业发展—研究—中国 IV. ①F632.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第237031号

内 容 提 要

这是一本面向电信行业从业人员、研究人员、信息科学专业的本科生和研究生介绍大数据技术与应用相关内容的科普书籍。本书通过通俗易懂的语言，深入浅出地介绍大数据时代下电信运营商转型的必要性和紧迫性，指明他们正在面临的机遇和挑战，并给出了数据平台建设的建议和可能的数据资源应用方向，通过实际的案例说明运营商转型的可能方向。本书在内容上尽可能涵盖运营商利用大数据转型的各个方面，理论联系实际，对运营商如何有效利用大数据手段和发挥自身数据优势，进行了系统而详细的介绍。

◆ 著 殷一平 张四海 王 振

责任编辑 代晓丽

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>

北京市艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本：700×1000 1/16

印张：9.5

2018年10月第1版

字数：214千字

2018年10月北京第1次印刷

定价：78.00元

读者服务热线：(010)81055488 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

推荐序

移动通信在经历了过去数十年的快速发展后，目前正面临重大变革，主要体现在两个领域。在基础研究领域，研究人员在谋求通过引入计算的力量来进一步提高通信的性能，中国的通信研究团队已经开始相关研究；在产业应用领域，移动通信运营商需要突破原有产业模式，从传统的通信服务商转变为综合服务商，但此项工作才刚刚起步。这两个领域的变革是由于目前大数据和人工智能的基础进步，从量变导致质变，导致产学研界共同关注后形成的。中国的移动通信产业在其发展的最近数十年，其规模和产业层次都取得了很大成功，但目前也遇到了种种问题，确实到了需要变革的节点，只是尚未看到很明显的变革趋势。其原因主要是，如何利用大数据和人工智能去实现企业转型尚未得到很好的认识。所以在此领域，本书恰逢其时，值得相关人员研读、理解和讨论。

本书章节的选题恰如其分，并未单纯讨论运营商的未来转型问题，而是从运营商目前的实际工作出发，通过众多实例说明运营商转型不仅非常必要，而且现实可行。同时，本书的组织架构清新自然、论述流畅，有较高的可读性。

特别的一点感受是，通信运营商的数据研发部门的经验，是非常值得众多相关人员进行探讨和学习的重要财富。中国的运营商有世界上最大的用户群体，也有庞大的运营和研发团队，积累了丰富的经验，其网络平台和数据产品是整个生态系统的重要基础。我们完全有必要去了解和熟悉运营商的成熟方法、工具和技术，尤其是平台建设、分析技术和成熟案例，而本书就提供了我们所需要的这些内容。这本书系统、全面并且生动形象地把上述内容介绍给我们，值得一读。

朱近康

中国科学技术大学教授

2018年10月5日于合肥

自序

几乎现在的每个人都知道大数据这个词，这可以从两方面来理解。首先，大数据确实深入人心，因为大数据概念的理解门槛很低，当然近些年一些著名案例的宣传效应也功不可没；其次，人们对大数据的期望值很高，导致人人都觉得事情需要而且能够用大数据来解决。以上两方面对于大数据的产业发展来说，既是好事也是坏事。好处是，大数据项目遍地开花，各路人马斗志昂扬；坏处是，很多项目的实际效果不佳，反而导致人们对大数据产生了动摇和怀疑。

我们三位作者中有两位来自业界，一位来自学界，在各自领域内分别从事与大数据相关的产学研工作，对于电信业和大数据具有较深刻的理解。特别是在实际工作中，都体会过大数据分析带来的成功和喜悦，也遭遇过一筹莫展的窘境。因此我们希望借助于本书把自身的一些理解与大家分享。在选题上，本书不是泛泛的大数据科普书籍，而是综合了一般性和行业性的科普读物，目的是希望能够以电信行业为例，引发其他传统行业探讨如何利用大数据进行企业转型。从大约一年前开始写作，到今天初稿完成，心里始终诚惶诚恐，考虑到这本书的主题可能会受到关注，读者阅读的时候也会以审慎的眼光来评价。因此，我们尽量做到最好，以此来接受读者的审阅。

中国的移动通信行业，特别是运营商，从 2G 到 3G、从 4G 再到正在来临的 5G，总体上来说，日子一直过得很滋润，但是，情况正在慢慢变化。比如，近几年 ARPU 不增反降，三大运营商都感受到了巨大的压力，未来的出路在哪里这一问题已经摆在了他们的面前。在本书中我们对这一问题提供了一些思考和回答，简而言之，我们的答案是，传统电信运营商必须改变自身定位，要从简单地传输语音/数据业务的传统企业，转变为提供数据服务的大数据企业。这不仅是未来电信行业，也应该是几乎所有具有丰富数据资源企业的必由之路。

事实上，电信业内部已经有了很好的技术积累，开展了很多工作。例如，中国移



动研究院与华为和中国科学技术大学合作，牵头组织成立了无线智能产学研联盟，其主旨就是用大数据和人工智能来推动无线通信领域内的研究和产业进展。中国联通的大数据平台经过多年建设，已经取得了很好的成绩。中国电信总部及各个分公司的大数据研发工作也在迅速开展起来，在内部挖潜和外部合作方面有很多成果。国外电信运营商更加超前一些，在欧洲和日本，本领域的基础研究工作已经积累了很多成果，在具体事实上也已经有明确计划。本书也对相关工作有具体论述。

这本书的适用读者群体包括电信行业从业人员、移动通信领域的科研人员、数据科学研究人员以及信息科学和移动通信的研究生群体，希望这本书能对他们有所裨益。

由于作者学力有限、经验不足，书中观点和内容难免有不当之处，请多加批评指正。

作者

2018年9月10日于合肥

前言

这是最好的时代，这是最坏的时代。

——查尔斯·狄更斯，《双城记》（1859）

虽然稍显俗套，但我还是觉得用这句话来开篇很合适：对于大数据应用领域，这是最好的时代，产学研界都已经认识到大数据的威力和重要性，都在努力从这个大数据金矿中挖掘出更多价值；这是最坏的时代，各路人马出于各种目的似乎都想贴上大数据的标签，却并没有充分认识到大数据的局限之处，导致投入可观却常常收效甚微。

对于中国的移动通信行业，这同样是最好的时代。根据 2017 年中国移动、中国联通和中国电信的年报，在该年度中国三大运营商都取得了可观的营收和丰厚的利润^[1]。其中，中国移动优势明显，营运收入达 7 405 亿元、净利润为 1 143 亿元^[2]；中国电信营收 3 662.3 亿元，净利润为 186.2 亿元^[3]；中国联通 2016 年营收 2 490 亿元，净利润为 23.8 亿元^[4]。这三大运营商营运总额高达 13 557.5 亿元，净利润总计为 1 353 亿元，每日净利润超过 1 亿元。在 2017 年，三大运营商都十分重视对 4G 业务的推广，4G 用户群体迅速壮大。目前，中国移动 4G 用户达到 6.5 亿户，中国电信 4G 用户达到 1.82 亿户，中国联通 4G 用户达到 1.76 亿户，三大运营商 4G 用户合计 10.08 亿。截至 2017 年底，中国移动移动电话客户达到 8.87 亿户，净增 3 838.20 万户，其中 4G 用户净增 1.14 亿户；4G 网络建设上卓有成效，新增 4G 基站 29 万个，总量达到 180 万个，覆盖人口超过 13 亿，建成全球规模最大的 4G 网络。中国电信 2017 年移动电话客户净增 3 496 万户，达到 2.5 亿户，市场份额比 2015 年底提高了 0.7 个百分点，已达 16.2%，4G 用户数量迅速增长，2017 年净增 6 017 万户，市场份额达到 18.1%，中国电信已建成国内 FDD 4G 全覆盖网络，成为全球最大的 FDD 4G 运营商。截至 2017 年年底，

中国联通移动电话客户达到 2.84 万户，净增 2 034.1 万户，4G 用户净增 7 033 万户。

在主营业务方面，流量扛起大梁，逐渐成为运营商收入的主要来源。可以预见，未来流量经营将成为三大运营商的主营业务，不排除后续会出现针对“流量经营”的多种业务模式。据中国移动报告中显示，无线上网收入达到 3 473.29 亿元，较去年上升 27%，占通信服务收入比达到 52%，超过通信服务收入的一半，成为第一大收入来源^[2]。中国电信这边手机上网收入达到 908.65 亿元，全年手机上网总流量同比增长 33.1%，其中 4G 手机上网总流量同比增长 180%，4G 用户每月户均流量达 2.01GB，移动 ARPU 稳步提升^[5]。中国联通手机上网收入同比增长 28.8%，达到 921.4 亿元，手机数据流量达到 77 860 亿 MB，同比增长 384%。中国联通手机客户每月户均流量达到 2.4GB，同比增长 359.0%，仍具有巨大的增长潜力。中国联通 4G 客户每月户均流量高达 4.4GB^[4]。

三家企业同样积极拓展新业务。中国移动积极拓展数字化服务，建成了全球最大的物联网专用核心网络，物联网连接数超过 1 亿^[6]。互联网业务体验持续改善，访问成功率进一步提高，TOP100 网站首屏打开时间进一步缩短；自有视频业务使用创新技术进行分发缓存，下载速率提高 3 倍；手机支付稳步发展，“和包”交易额超过 2.1 万亿元。中国电信天翼高清全年收入同比增长 24%，用户净增 2 443 万户，用户到达规模超过 8 000 万达到 8 576 万户；翼支付业务月均活跃用户同比增长超过 3 倍，全年交易额同比增长近 30%；物联网业务也迅速起步，实现全网集约运营，全年用户净增 1 321 万户^[7]。云和大数据业务保持快速发展势头，全年收入同比增长 55%。中国联通也正在发展创新型业务，企图抵消固网语音收入的下降。中国联通发挥光纤网络和信息化优势，聚焦产业互联网和平台类业务，全面提升核心能力。互联网数据中心及云计算业务实现收入人民币 94.5 亿元，同比增长 33.7%。信息通信技术业务实现收入人民币 59.4 亿元，同比增长 37%，同时在教育信息化领域保持快速发展势头和市场领先地位，在医疗信息化领域也加快规模发展。

但也许这也是最坏的时代。全球通信行业已经告别了黄金时代，用户和数据流量的增长未能抵消全球通信运营商总体收入的滑坡趋势，中国的三大运营商日赚 3.65 亿

的高光数据背后，是利润空间快速萎缩、转型升级刻不容缓的现实。“居安思危”这句古训，对目前的移动通信行业更加具有警示作用。

首先，三大运营商在固网宽带领域的竞争日趋白热化。由于政策等原因，中国移动进军固网宽带市场较晚，但是利用价格优势，实现了捷足先登。2017年年底，宽带用户达到了1.13亿户，净增3 506.7万户，击败了中国联通，成为固网宽带市场第二大运营商。这对电信和联通的固有优势造成了严重的冲击^[8]。

2017年年底，中国移动有线宽带客户达到1.13万户，净增3 506.7万户。家庭数字化产品“魔百和”用户达到5 725万户，家庭宽带综合ARPU达到33.3元，较上年增长17.5%^[2]。在固定网络方面，中国电信全年有线宽带用户净增1 041万户，达到1.34亿户，其中FTTH用户达到1.26亿户，净增2018万户^[4]。全年有线宽带接入收入767.44亿元，与2016年持平。2017年，联通固网宽带接入收入427亿元，下降22.6%，同比保持平稳。固网宽带用户净增130.3万，达到7 653.9万户，其中FTTH用户占比达到74%^[3]。“智能沃家”用户在固网宽带用户中的渗透率达到30.9%，同比提高9.8个百分点。

其次，三大运营商还不能完全做到“一切以用户价值为依归”，其很多产品都不对潜在用户开放，缺乏互联网精神，合作不够深入。虽然开放、共享、协作、共赢的理念在当今商业模式中已经被广泛接受，过去运营商“各自为政”的电信增值业务多已销声匿迹，运营商在通信领域也逐渐开放（比如组建铁塔公司，宽带向民资开放，中国联通和中国电信进行网络“共建共享”），但在互联网转型的过程中依然存在着过去简单粗暴的竞争现象，与真正的互联网精神背道而驰。例如，邮箱、即时通信、云盘、阅读、音乐、视频等相继出现在运营商的产品目录当中，也包括面向移动互联网基础服务而生的流量宝等流量经营平台。但这些产品始终处于不温不火的状态，很难出现像微信这样的互联网爆款产品。其背后的原因不言自明。

如果运营商在互联网化转型中能够取他山之石，积极地开放合作、资源共享，充分利用运营商先天的网络资源优势，不仅能在流量经营方面占得先机，甚至有可能在邮箱、云盘、大数据这种与互联网紧密结合的产品领域打破现有的市场格局^[9]。退一

步而言，运营商至少可借鉴互联网领域常见的资本合作、业务独立的模式，在资本层面扫清隔阂，为互联网业务营造一个合理的竞争环境^[10]。

中国的移动通信运营商应该以领先的综合智能信息服务运营商为战略定位，聚焦客户信息化创新，加快推进网络智能化、业务生态化和运营智慧化，满足用户丰富多样、随需使用、品质体验的信息通信消费需求，引领数字生态，打造卓越企业，筑力网络强国，服务社会民生。同时，贯穿“智能”这一主线，按照网络智能化、业务生态化、运营智慧化的三大方向，以资源要素升级、业务产品升级、运营能力升级为着力点，强化市场驱动、技术驱动、创新驱动，推进网络重构、业务重构、运营重构与管理重构，引领用户信息消费潮流，不断提升企业价值。这其中，网络智能化是基础，推进网络重构，打造简洁、集约、敏捷、开放、安全的新型网络；业务生态化是核心，推进业务重构，形成业务和应用生态化发展布局；运营智慧化是关键，推进运营与管理重构，实现协同高效的一体化智慧运营。中国的通信运营商在数据资源、技术资源、资本资源方面具有厚重的积累，在现今的产业政策环境下，面对的需求压力其实也不算巨大，在这种相对宽松的环境下，实现企业转型具有极大的可行性。

本书首先阐述通信运营商，特别是中国的通信运营商所面临的挑战，以及当前企业迫切需要转型的动机。当前的中国通信运营商都已经认识到大数据的能力所在，也都在努力开展一定的科技研发和业务创新，但是相比百度、阿里和腾讯三大巨头来说，其步伐相对缓慢，前景也不够清晰。其后本书论述了作为企业转型所必需的基础数据采集和处理能力，并以某省级通信运营商公司作为实际案例。在具体转型规划上，从提升自身实力和外延数据服务两个角度进行论证，旨在为中国通信行业的未来之路提供有益的建议。

参 考 文 献

- [1] 赵超. 对比三大运营商“期末成绩单”——从数据中看拼杀[N]. 人民邮电报, 2018-02-01.
- [2] 2017 年中国移动年报.

- [3] 2017 年中国联通年报.
- [4] 2017 年中国电信年报.
- [5] 中国电信主要运营数据.
- [6] 中华人民共和国工业和信息化部运行监测协调局, 2017 年通信业统计公报.
- [7] 宁玮. 电信运营商物联网平台型商业模式研究与评价[D]. 长沙: 湖南大学, 2016.
- [8] 宽带发展联盟, 2017 年中国宽带普及状况报告.
- [9] 辛鹏骏. 移动互联网时代电信运营商商业模式创新研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2012.
- [10] 许丽萍. OTT 异军突起——运营商转型融合通信[J]. 上海信息化, 2016(09):40-43.

第1章 大数据时代下电信行业转型的优势

1.1 后发优势	2
1.1.1 数据优势	4
1.1.2 数据来源	6
1.2 国外通信行业转型	9
1.2.1 欧洲 (Orange)	9
1.2.2 美国 (Verizon)	10
1.2.3 日本 (NTT)	11
参考文献	12

第2章 数据为王

2.1 大数据建设	17
2.1.1 大数据管理的挑战	17
2.1.2 运营商大数据平台的设计原则	18
2.2 数据采集	20
2.2.1 数据采集接口	20
2.2.2 数据采集技术	21
2.2.3 数据规整化	23
2.3 数据存储	24
2.3.1 硬件	24
2.3.2 在线离线存储	25
2.4 数据处理	26
2.4.1 数据处理架构	26
2.4.2 数据处理技术	27
2.5 数据挖掘	29
2.6 资源管理	30
2.7 能力开放与平台管理	31
参考文献	32



第3章 修炼内功

3.1 精准营销	37
3.1.1 精准营销概念	37
3.1.2 精准营销在通信运营商的应用	38
3.2 智能客服	45
3.2.1 智能语音交互	45
3.2.2 服务互联网化	47
3.2.3 主动服务	51
3.3 用户维护	54
3.3.1 用户维护的意义	54
3.3.2 用户维护方法	55
3.4 网络品质	57
3.4.1 基本原则	58
3.4.2 无线网络规划和优化	60
3.4.3 用大数据提升网络品质的前景	63
参考文献	65

第4章 跨界合作

4.1 智慧洞察	68
4.1.1 商圈洞察	69
4.1.2 大数据洞察	70
4.2 智慧征信	71
4.3 精准广告	75
4.3.0 精准广告的优势	76
参考文献	77

第5章 公共服务

5.1 智慧交通	81
-----------------	----

5.1.1 实时路况呈现, 提供信息支持	83
5.1.2 提前预测路况, 更好地引导交通	84
5.2 犯罪洞察	87
5.2.1 运营商助力警方, 精准打击犯罪行为	89
5.2.2 结合运营商数据预测犯罪行为	90
5.3 公共卫生	93
5.3.1 提供基础支撑, 助力智慧医疗建设	95
5.3.2 监测疾病爆发, 提高预警能力	96
5.3.3 协助政府组织, 减缓疾病传播	98
参考文献	100

第 6 章 AI 转型

6.1 大势所趋	104
6.2 只欠东风	107
6.3 有所不为	111
参考文献	116

第 7 章 趋势与前景

7.1 转型过程面临的挑战	120
7.2 美好前景	123
参考文献	125

致谢	127
-----------------	-----

名词解释	129
-------------------	-----

名词索引	133
-------------------	-----



第 1 章

大数据时代下电信行业 转型的优势

1.1 后发优势

1.2 国外通信行业转型

The winter is coming.

——HBO,《权力的游戏》(2016)

如今,我们已经进入了大数据时代,几乎所有产业都认识到了大数据的重要性,数据能驱动产业发展、数字化创新将成为各行业发展不可错过的东风。据 Gartner 数据显示,全球数据每两年翻一倍,每年新产生的和复制的数据将从 2013 年的 4.4ZB 增长到 2020 年的 44ZB^[1]。海量数据背后蕴藏着的是机遇,抓住这个机遇,企业才能从容应对时代发展与市场竞争。在基于大数据的业务创新方面,互联网行业具有先发优势,目前处于领先地位。然而,通信行业,特别是中国通信行业,在大数据领域虽然起步稍晚,却具有其无可比拟的数据优势。越来越多的移动设备和覆盖越来越广的通信网络,为运营商提供了丰富的数据来源。抓住大数据带来的机遇,推动技术进步,开拓业务范围,才能在市场竞争中不落于下乘。

1.1 后发优势

移动互联网、物联网、云计算等各类通信及处理技术的快速发展,导致了数据流量的爆炸式增长和数据结构类型的复杂多样化。这些数据都需要通过移动通信网络进行传输和存储,驱使移动通信系统进入大数据时代。对于大数据,麦肯锡全球研究所给出以下定义:一种规模大到在获取、存储、管理、分析方面大大超出了传统数据库软件工具能力范围的数据集合,具有海量的数据规模、快速的数据流转、多样的数据类型和价值密度低四大特征。这些巨量数据的传输对移动通信系统的传输能力提出了巨大的挑战,促使通信技术从 4G 迈向 5G,乃至可能的 6G 时代。其中 5G 系统的关键技术,如大规模 MIMO、密集小区覆盖等,首先需要解决的还是提高数据速率。

但是,大数据时代的到来,与其说给移动通信系统带来了严峻的挑战,还不如说带来了巨大的机遇。这个机遇就在于移动通信系统中存储的巨量用户数据,它们是通

信运营商把握发展契机、紧跟数据时代发展的核心资源。当然，谈起大数据资源，首先想到的多为各大互联网公司。的确，它们是大数据领域的先发者，无论是在数据处理水平还是应用的成熟度上，它们都处于领先的地位，因此对其所从事的垂直领域具有较大的发言权。但从全面性、完整性等角度来看，移动通信运营商的数据蕴含着更大的潜力与价值。通信领域的众多研究人员已经认识到这种潜力，在研究上率先进行，提出无线大数据的概念^[2]。对于无线大数据，目前学术界与工业界均没有给出一个确切的定义。除了考虑到大数据的 4V 特性，即数据体量 (Volume)，数据速度 (Velocity)，数据种类 (Variety) 与数据真实性 (Veracity)，无线大数据还有其他的本质特性（这些本质特性就是可以用于无线通信的大数据，而且这些数据难以被现有的通信网络系统在可以接受的时间内传输、接入、处理与服务）等。目前的理解是，无线移动通信服务对象的大量数据与为其服务衍生的频谱、传输、接入、网络的大量数据，统称为无线大数据，主要包括以下特征。

- 巨量数据：根据爱立信的预测，从 2017 年底到 2023 年底，全球移动数据总流量预计将增长 8 倍。到 2023 年底，每月产生的移动数据总流量将接近 110EB。2017 年第三季度，全球数据流量季度同比增长约 10%，年度同比增长约 65%^[3]。
- 业务类型演进：受互联网高速发展的影响，通信业务从传统的语音、短信业务向具有互联网特征的新业务拓展，如即时通信类业务、交互类业务、在线的流媒体业务等。而传统无线通信网在通信机制、互联互通规则等方面的设计理念与互联网完全不同，现有网络基础难以适应新业务的要求。
- 无线数据多样化：各类无线终端产生的不同业务类型导致了数据类型的多样化，包括结构化数据、半结构化数据和非结构化数据，其中非结构化数据已占 95% 以上^[4]。多种数据格式带来的不兼容问题以及读取和存储的随机性带来的数据管理问题，使得无线通信系统的传输带宽、控制信令开销、资源分配等面临严峻挑战。