

宽带资本董事长 田溯宁 作序

物联网沙场 “狙击枪”

低功耗广域网络产业市场解读

赵小飞 / 著



低功耗广域网是什么，将带来哪些改变？

本书带你解密

- LPWAN的前世今生 · NB-IoT的产业格局 · 超强LoRa阵营揭秘 ·
- 共享单车、跑步鸡、物联网抓老鼠等典型应用 · 未来红利初探 ·



中国工信出版集团



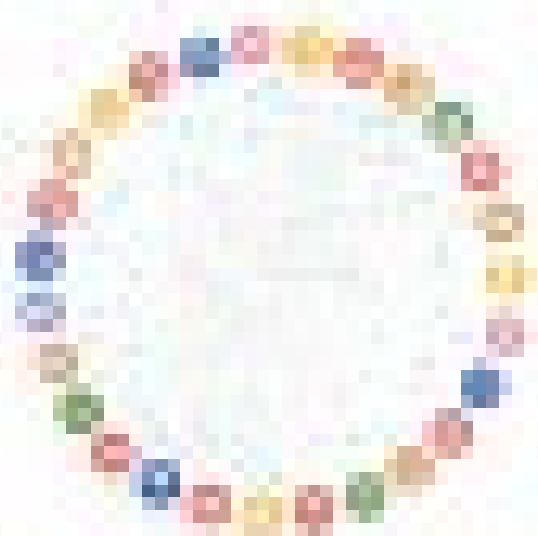
电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

物联网沙场“狙击枪”

物联网沙场 “狙击枪”

物联网沙场“狙击枪”

物联网沙场“狙击枪”



物联网沙场“狙击枪”

物联网沙场“狙击枪”

物联网沙场“狙击枪”

物联网沙场“狙击枪”

物联网沙场“狙击枪”

——低功耗广域网络产业市场解读

赵小飞 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

随着物联网行业的迅猛发展，人们对物与物连接的需求不断提高，需要低功耗、长距离、低成本、大容量连接方式的终端种类越来越多，传统物联网通信方式已无法满足这一类型终端的需求。物联网通信层的短板已成为阻碍物联网发展的重要因素，因此，低功耗广域网络（LPWAN）应运而生。

从 2015 年至今，低功耗广域网络从默默无闻发展成为物联网最热门的领域之一。目前产业界的大部分企业都和低功耗广域网络有着直接或间接的关系。本书从市场的角度诠释了低功耗广域网络近年来发展的历程，并从产业经济的视角分析了低功耗广域网络不同主流技术在商用中的各种状况，包括各种技术的演进状况、商用发展历程、生态竞争格局、主要供给方和需求方所发挥的作用。

本书并未涉及技术性的内容，更多的是产业、市场方面的内容，可供从业者、投资人或对物联网感兴趣的人员参考。

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

物联网沙场“狙击枪”：低功耗广域网络产业市场解读/赵小飞著. —北京：电子工业出版社，2018.1

ISBN 978-7-121-33493-1

I. ①物… II. ①赵… III. ①远程网络—产业市场—研究 IV. ①TP393.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 009448 号

策划编辑：李 洁

责任编辑：李 洁 文字编辑：张 京

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：15.25 字数：219 千字

版 次：2018 年 1 月第 1 版

印 次：2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价：58.00 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 zllts@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：lijie@phei.com.cn。

祝贺物联网智库赵小飞的新作出版。

最近，我一直在讲“万物+”的概念，它来自我很长一段时间的观察和思考。

回顾通信业的变革，我们会发现，重要的商业模式转变，新的现象级企业的诞生，与通信协议的变化有着深刻的关系。在贝尔发明电话后，通信一直是基于“X.25”协议的；到了1992年，美国提出建设信息高速公路，IP协议成为通信业最重要的标准，中国也建立了世界上最大的IP网络——ChinaNet，互联网开始蓬勃发展；2001年，全球电信运营商提出了CDMA和GSM两个移动通信协议，激发了无所不在的移动通信能力。而现在，我们又站在了一个新的伟大时代的关口，窄带物联网协议（NB-IoT）的诞生，将使万物互联变为可能。

NB-IoT标准是5G演进的组成部分，它可以解决过去我们在IP时代、移动互联时代通信传输所遇到的时延问题、

能耗问题、安全问题等，它可以将海量的“物”接入网络。这场新的通信行业底层技术的变革，预示着一个新的伟大时代——“万物+”时代的到来。

“万物+”时代意味着对所有联网的物体，我们都能感知它的状态，产生海量的感知数据；意味着这些感知数据能够实时地被网络所传递；意味着这些数据通过云计算、人工智能能够被干预，被赋予智能。形象地说，“万物+”为我们的世界构建了一套神经网络系统。

之所以“万物+”时代能够在今天诞生，这是云计算、人工智能、大数据、传感器，以及窄带物联网等多种技术融合的结果。万物能够互联，相联之后被赋能，而赋能的结果就是人与人、人与物、物与物之间能够有效地协同，在这个过程中又会出现商业模式和技术的创新。

在“万物+”时代，企业最核心的能力，应该是如何通过万物互联进行客户运营。如何运营？就是要保持实时在线和连接，实时知道客户所处的场景，并在关键时刻提供关键服务。比如说，这个鞋子客户穿没穿，使用的效率怎么样，通过不断感知鞋子的状态，了解客户所处的场景和需求，并在关键的时刻提供关键的服务。我们正从一种物质充分消费的时代，变成要为感受付费的时代。而所有的感受付费，

都和客户所处的场景有关。“万物+”时代，业务模式要从卖产品、卖服务转换到运营上来，即所谓的“万物皆运营”。这种运营的核心，就在于为客户在关键的时刻提供各种各样关键的服务。

在“万物+”时代，我们今天所有的技术架构都将会变得无效。在海量设备实时连接的场景下，新一代的芯片、操作系统、数据库、软件，等等，都需要新的架构和设计。“万物+”时代，为中国提供了在 ICT 领域进行颠覆性创新的最好机遇。我们有全球数量最大的设备连接需求，全球 ICT 产业链基本上都在中国，中国又有政策支持上的优势。在互联网的冲击下，全球电信运营商都在减少投资，但中国的电信运营商在政府的支持与引导下，正在规划建设世界上规模最大的窄带物联网，这将意味着中国绝大部分的国土都能被高覆盖、低功耗、高穿透的新型网络所覆盖，而网络计费也会更加低廉。

我们处在这样一个激动人心的时代，技术创新正在不断达到它的最高点，云计算、大数据、人工智能、物联网等技术正在打造一个人类曾经设想而今天正在不断实践的，万物都有传感器、万物都能被连接、万物都能被赋能、万物都能协同创造的新时代！

有人预测，到 2020 年，全世界将有 500 亿设备通过窄带物联网被连接起来。这个数字很惊人，但我以为，未来远比我们的预测和想象更精彩！

欢迎“万物+”新时代的到来！

宽带资本董事长
田溯宁

2016—2017 年物联网产业中最热门的话题莫过于低功耗广域网络 (LPWAN), 尤其是 2016 年 6 月 NB-IoT 核心协议冻结后掀起的新一轮物联网产业热。物联网产业链中的各类企业纷纷开始对 NB-IoT 给予高度关注并制订了相关产品开发计划, 资本圈更是密集挖掘物联网概念股和优质的物联网项目。一时间, 只要是以 NB-IoT 为主题各类技术、产业或投资的论坛, 一定是人气爆满。

NB-IoT 带动的不仅是自身产业生态阵营的快速发展, 也让 LoRa、Sigfox、RPMA 等其他低功耗广域网络技术获得了绝佳的市场机会。尤其是 LoRa 以及以此为基础制定的 LoRaWAN 规范。在过去一年多的时间里, 国内外从业者对 LoRa 并不陌生, 而且有大量基于 LoRa 的物联网应用项目已经落地。

2009 年起, 物联网经历过几轮起伏, 包括对 RFID 等传感层技术的炒作、对智能硬件的追捧, 但是整个技术的成熟度、需求环境、成本收益还不足以支撑大规模物联网的落地,

尤其是在连接部分存在短板，即大量需要低成本、低功耗、长距离连接的终端没有有效的技术支持。而低功耗广域网络技术的成熟，让这一短板得到了补充，而且不少行业的应用需求也渐趋明显，产业链中的各类企业经过数年的残酷竞争也变得非常务实了。由低功耗广域网络带来的这一轮物联网热潮比前几次更接地气，各企业更加关注采用低功耗广域网络能够带来哪些落地应用和商业模式。

从 2015 年起，笔者就开始对低功耗广域网络产业的发展进行持续跟踪观察，在物联网智库公众号、行业期刊等平台上发布了近百篇市场分析文章，及时介绍各类技术的最新进展和观点，对各阵营的产业结构、市场行为、产业绩效、生态布局、竞争格局等进行了分析。为了系统地回顾该领域的产业和市场发展状况，从 2017 年 7 月开始，笔者对此前撰写的文章进行整理、归纳、总结，形成本书。关注该领域，一方面是因为本人就职于物联网智库，这是一个聚焦物联网垂直领域的新媒体、产业研究公司，需要对物联网前沿、热门领域进行密切跟踪；另一方面，也是因为笔者从参与通信行业工作开始就接触物联网，所以对于物联网通信方面更为关注。

进入物联网这个领域，源于笔者 2011 年 3 月开始在中国信息通信研究院（原工业和信息化部电信研究院）工作。当时所在部门的主要业务是给通信企业提供管理咨询服务，

包括战略、市场、业务和运营等方面的业务。入职后参与的第一个项目是“新疆移动 M2M 与物联网发展领域研究”，这是我首次接触物联网，也是对这个产业学习的开始。整个项目周期为 3 个月，我和项目组同事在新疆移动公司驻点两个月以上，每天和新疆移动集团客户部 M2M 负责人一起工作，梳理新疆移动发布的物联网产品、各地市公司物联网市场状况、行业客户营销行为，并协助新疆移动编撰了运营商物联网应用案例集，修订了《行业经理物联网业务规范手册》。

在中国信息通信研究院此后的工作中，我参与的项目不少都和物联网相关，包括珠海移动、中国电信北京研究院、新疆移动的各类市场、运营咨询项目，并开始对运营商物联网产品、业务模式有了系统的了解。当时，运营商对其物联网产品已有通道类、集成类、平台类等分类，孵化出宜居通、千里眼、电梯卫士、大棚管家、无线 POS 等多样化的产品，确实解决了不少用户的痛点。不过，这些产品更多是借助了运营商逐渐闲置的 GSM 网络资源提供的通道型业务，而且行业需求非常分散、规模很小，加上当时 3G 正处于扩张期，因此物联网无法在运营商整体战略中占据一席之地。

令我印象最深的一个物联网应用是新疆生产建设兵团农场实施的远程滴灌。这个项目推出的背景是：一方面兵团某师有数十万亩大田需要有效灌溉，另一方面是新疆缺水干旱的环境，通过物联网解决方案可对滴灌电磁阀开关、灌溉

水量、灌溉时间等进行精准化控制。虽然当时主要采用 2G 网络，以短信形式来控制滴灌设备，但确实起到了科学灌溉和节约用水的效果。项目论证时，我们将 2G 网络和微波、ZigBee、WiFi 等方式进行比较，推荐使用 2G 连接方案作为最佳方式（新疆广袤的地域中不一定都有 2G 覆盖）。不过，除了滴灌外，数十万亩大田里还蕴含着大量物联网可以发挥作用的舞台，而当时的技术和方案水平并不能完全满足人们的需求，而且滴灌设备必须有专门的电力供应。曾有人提出未来可能通过一种专门用于物与物连接的网络形式，其成本和功耗比 2G 更低，覆盖距离远远超过 2G，可以非常有效地满足万亩大田的物联网连接需求。这可以算是对低功耗广域网络的一种初步的需求，而且这种需求确实明显地存在。

2014 年 5 月，我加入物联网智库，当时整个产业对智能家居、智能硬件非常狂热，在那种背景下我们也不断地组织行业研讨会和沙龙，撰写文章并帮助企业做市场推广。这些产品形态背后需要的更多是 WiFi、蓝牙、ZigBee 等短距离连接方式，与我此前关注的基于运营商的物联网产品、业务模式差别很大。由于之前的工作经历，我也在不断收集和关注基于广域网络连接的物联网技术和方案，并经常与运营商、通信设备厂商等进行交流。2015 年年初，Sigfox 公布的法国创业公司融资记录的新闻在海外物联网圈子中有一定的影响力，加上 2015 年 2 月在巴塞罗那举行的世界移动

通信大会上沃达丰和华为联合展出了基于 C-IoT 的智能抄表应用，低功耗广域网络开始展露头脚。我们也抓住这些新的热点，开始持续跟踪这一领域的进展，在 5 月份我们开始将 LoRa 加入关注范围。本书大部分的内容素材，都源于那时开始每周撰写的市场观察文章，如今整理成书，也算是对之前工作的一个总结。

写书是一个漫长的过程，由于要考虑到各章节之间的连贯性和逻辑性，加上物联网市场的发展日新月异，本书的内容虽然源于此前撰写的文章，但是将这些分散的文章变成一本书需要做大量的细化工作，大部分工作是对原来文章进行大幅修改，有些甚至是重新撰写的。很感谢在写作过程中得到各方朋友的支持，包括中国信息通信研究院、高通、华为、中兴、中移物联、Semtech、中科院计算机网络中心等单位的专家及物联网智库的各位同仁，同时也感谢电子工业出版社李洁编辑的辛苦工作。

本书主要由笔者之前所写文章汇编而成，难免带有主观色彩，由于笔者水平有限，本书内容难免有欠缺之处。对于书中不当之处，敬请读者谅解并给予宝贵意见。

赵小飞

2017 年 10 月 26 日于北京

第一章 横空出世：从图卢兹小镇上一家创业公司说起 / 1

- 1.1 明星创业公司——法国 Sigfox 超记录融资光环和业务模式吸引全球目光 / 2
 - 1.1.1 超规模融资和重量级投资机构 / 2
 - 1.1.2 全球物联网网络运营商的野心 / 4
- 1.2 Sigfox 的启示——物联网需要专用的网络为人们所认可 / 5
 - 1.2.1 虚拟运营商专家的建议 / 7
 - 1.2.2 众说纷纭 / 8
- 1.3 补齐网络短板——物联网终端对功耗和距离的需求 / 9
 - 1.3.1 物联网网络层仍有重大短板 / 10
 - 1.3.2 在矩阵中发现短板 / 11
 - 1.3.3 低功耗广域网络补齐短板 / 13
 - 1.3.4 低功耗广域网络的特点 / 14
- 1.4 开启新的应用——大量行业、海量终端接入带来的效应 / 16
 - 1.4.1 战场上武器的类比 / 16
 - 1.4.2 广阔的应用场景 / 18

第二章 庞大家族：低功耗广域网络的发展历史和阵营 / 21

2.1 三十年沉浮——低功耗广域网络早期的雏形和概况 / 22

2.1.1 安防应用网络 AlarmNet / 22

2.1.2 数据服务网络 ARDIS / 23

2.2 历史的青睐——世界移动通信大会上的潜在力量 / 25

2.3 今日家族——十多个技术方向形成两大阵营 / 27

2.3.1 明显的两大阵营 / 27

2.3.2 无线电频谱也是阵地 / 28

2.4 初探各类技术的来龙去脉 / 32

2.4.1 授权频谱阵营技术 / 32

2.4.2 非授权频谱阵营技术 / 35

2.5 为何“三十年河东、三十年河西” / 47

2.5.1 需求扩展：更多的应用场景 / 47

2.5.2 供给扩展：低廉的网络部署成本 / 48

第三章 商用演进：高度标准化和产业生态推动的力量 / 50

3.1 规模效应和公共资源的充分利用：少量技术标准的市场 / 51

3.1.1 无线通信商用中的规模效应 / 51

3.1.2 公共频谱资源的“公地悲剧” / 52

3.2 高度标准化和产业参与者是决定因素 / 55

3.2.1 他山之石——WiFi 商用中高度标准化作用 / 55

3.2.2 产业生态的力量 / 57

3.3 不得不说的标准化组织 / 59

3.3.1 3GPP / 59

3.3.2 LoRa 联盟 / 61

第四章 跑马圈地：各类主流技术抢占先机 / 66

- 4.1 多样化的运营商参与跑马圈地 / 67
 - 4.1.1 多样化物联网运营商矩阵 / 67
 - 4.1.2 三类典型的物联网运营商 / 69
- 4.2 商用现状——各类技术已圈到的“地盘” / 72
 - 4.2.1 授权频谱技术 NB-IoT/eMTC 的“地盘” / 72
 - 4.2.2 草根 LoRa “逆袭”，“地盘”遍及全球 / 91
 - 4.2.3 行业明星 Sigfox 在全球开疆扩土 / 106
 - 4.2.4 Ingenu 公司的全球 RPMA 网络之梦 / 109
- 4.3 跑马圈地的逻辑——物联网应用的生命周期保障黏性 / 111
 - 4.3.1 时间窗口的先机 / 112
 - 4.3.2 用户黏性保障物联网市场的一席之地 / 113

第五章 产业生态：产业经济视角下低功耗广域网络市场格局 / 115

- 5.1 产业经济学研究的经典框架 / 116
 - 5.1.1 产业链研究框架 / 116
 - 5.1.2 产业组织理论框架 / 117
- 5.2 不同于传统通信业的产业链 / 118
 - 5.2.1 传统通信行业的产业生态 / 119
 - 5.2.2 多样化和碎片化催生的新的产业生态 / 120
- 5.3 产业组织理论框架下的低功耗广域网络 / 123
 - 5.3.1 低功耗广域网络所处的市场结构 / 124
 - 5.3.2 市场结构下低功耗广域网络企业的行为 / 130
 - 5.3.3 低功耗广域网络绩效：互补和替代 / 134

- 5.4 产业生态的力量：“猛虎”还是“蚁群” / 139
 - 5.4.1 新产业环境，一体化、整合化需求提高 / 139
 - 5.4.2 新环境下的生态优势 / 140
 - 5.4.3 企业优势全景图下的低功耗广域网络产业 / 142

第六章 赋能力量：产业生态中的“供给侧”群体 / 145

- 6.1 切莫拔苗助长，目前仅是供给方拉动阶段 / 146
 - 6.1.1 利好不断就代表全面繁荣吗 / 146
 - 6.1.2 供给和需求力量博弈的三个阶段 / 149
- 6.2 供给侧的主要力量 / 152
 - 6.2.1 低功耗广域网络芯片供应商 / 152
 - 6.2.2 低功耗广域网络模组供应商 / 157
 - 6.2.3 共享化的商业模式——TTN 和 CLAA / 158
- 6.3 几个典型的供给方代表 / 160
 - 6.3.1 逆袭的事实标准推动者：Semtech / 161
 - 6.3.2 另一个法国物联网新星 Actility / 170

第七章 需求广泛：低功耗广域网络的应用逐渐开启 / 174

- 7.1 不仅仅是抄表停车，大量示范应用已经开启 / 175
 - 7.1.1 机遇：数十种应用已孵化和落地 / 175
 - 7.1.2 挑战：长尾需求的市场 / 178
- 7.2 探索用户的需求 / 182
 - 7.2.1 关注用户需求模型 / 183
 - 7.2.2 需求方视角下的成本因素转变 / 186