



NB-IoT

原理和优化

NB-IOT PRINCIPLE
AND OPTIMIZATION

主 编 陈 铭
副主编 朱洪俊 马怀庆 王亚东



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



NB-IoT

原理和优化

NB-IOT PRINCIPLE AND OPTIMIZATION

主编 陈 铭
副主编 朱洪俊 马怀庆 王亚东



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

NB-IoT原理和优化 / 陈铭主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2020.1
ISBN 978-7-115-52180-4

I. ①N… II. ①陈… III. ①互联网络—应用②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第214533号

内 容 提 要

本书以 NB-IoT 网络的原理和目前的应用为出发点, 通过大量的实例详细介绍了 NB-IoT 网络的基本原理、网络结构以及基站安装、网络维护、网络优化各项工作的要点与细节, 最后重点阐述了 NB-IoT 在 5G 时代的发展, 展望了后续 5G 时代 NB-IoT 的发展和应用。

本书适合 NB-IoT 网络规划设计、工程施工、维护人员以及对 NB-IoT 技术感兴趣的人员参考阅读, 也可以作为大专院校相关专业的辅导教材。

-
- ◆ 主 编 陈 铭
 - 副 主 编 朱洪俊 马怀庆 王亚东
 - 责任编辑 王建军
 - 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: 787×1092 1/16
印张: 21.75 2020 年 1 月第 1 版
字数: 515 千字 2020 年 1 月北京第 1 次印刷
-

定价: 128.00 元

读者服务热线: (010)81055493 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

编委会

主 编

陈 铭

副主编

朱洪俊 马怀庆 王亚东

编 委

朱 斌 张 峰 张 明 马传项 邱易波
丁 博 王海飞 陆 震 邓 宁 蒋建勇
李 勇

前言 PREFACE

随着 5G 时代的到来，移动通信从人与人的连接，到物与物的连接，将为人类社会的发展与进步带来新一轮的产业革命。在 2G/3G/4G 多网并存的年代，语音和数据业务已达到高峰，下一个业务的蓝海是什么？万物互联将成为第三个需求高峰。

在此背景下，运营商纷纷启动了大连接战略。NB-IoT 技术因先天具备广覆盖、低功耗、低成本、大连接等特点，被工业和信息化部及众多运营商选中，已经进入现网部署阶段，是目前物联网中最火热的技术之一。

面对 NB-IoT 这种全新的技术，一线技术人员深入了解 NB-IoT 技术原理，加快完善网络规划建设、日常维护、网络优化工作，是一件非常有必要的工作。一线技术人员希望了解 NB-IoT 网络，对原理、组网到实际操作全过程的多方面需求日益迫切。

中邮建技术有限公司（以下简称中邮建）作为国内第一批 NB-IoT 的建设优化服务商，拥有丰富的建设、维护、优化经验，储备了大量物联网相关人才。中邮建创建于 1958 年，具备 60 多年的通信网络建设和维护经验；同时，作为行业内首批网络优化服务商，经过近 20 年的发展，中邮建已具备网络规划、网络优化、大数据分析、软件平台开发、物联网集成等服务能力。为争创标杆，培育企业在行业内的领军能力，发掘长板优势，中邮建组建了博士工作室、ICT 研发中心，为客户提供更加专业化和个性化的贴心定制服务。

2019 年，中邮建组织 NB-IoT 建设、优化现场方面的技术专家编制了本书，

对 NB-IoT 网络从原理、施工、维护、网络优化方面进行了详细阐述。

本书以 NB-IoT 网络的原理和目前的应用为出发点,介绍了目前 NB-IoT 网络的基本原理、网络结构以及基站安装、网络维护、网络优化各项工作的要点与细节。全书共 7 章,第 1 章介绍了 NB-IoT 网络的概念、发展历史、主要特点以及主流的应用;第 2 章介绍了 NB-IoT 技术的原理,从网络架构、空口协议、关键技术、物理信道、主要流程、节能技术等多个方面进行了详细的介绍;第 3 章介绍了 NB-IoT 网络的组网,阐述了 NB-IoT 网络的规划方式,以及三种主流的组网方式,并结合实际举例说明了国内主流运营商的组网模式;第 4 章介绍了 NB-IoT 网络中基站的施工技术,详细介绍了基站施工的内容、方法、流程、控制要点等;第 5 章介绍了 NB-IoT 网络的维护技术,包括维护的要点、方法、注意事项等;第 6 章详细介绍了目前 NB-IoT 网络优化的技术,从 NB-IoT 网络的优化方法、覆盖优化、容量优化、参数优化等方面进行了阐述,并列举了实际工作中网络优化的案例;第 7 章简要介绍了最新的 5G 技术概念、原理和应用,重点阐述了 NB-IoT 在 5G 时代的发展,展望了后续 5G 时代 NB-IoT 的发展和应用。

本书第 1 章由张峰、张明撰稿;第 2 章由朱斌、马传项撰稿;第 3 章由丁博撰稿;第 4 章由张明、邓宁、蒋建勇撰稿;第 5 章由李勇、邱易波撰稿;第 6 章由张明撰稿;第 7 章由张峰、马传项、张明、王海飞撰稿;朱洪俊、王海飞、邱易波、丁博、张明负责了最后的核对和修正工作;朱洪俊、王亚东担任本书副主编,并负责审稿;陈铭担任本书主编,负责协调、校稿、最终定稿并撰写了前言。在编写本书的过程中,我们还得到了中邮建技术委员会各位专家的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢。同时也感谢华为、中兴等设备厂商的鼎力协助。

本书初衷在于普及 NB-IoT 网络基础知识和基本操作技能,帮助广大业内新人更快地了解行业、融入行业,适应工作需要,为 NB-IoT 网络的建设、维护、优化略尽绵薄之力。由于编者水平有限,对于某些技术的理解可能有所偏差,加之时间仓促,书中难免有错误与不足之处,恳请读者批评指正。

NB-IoT 简介



第1章



近两年来，无线通信技术快速发展，NB-IoT 是最热门的物联网技术。作为本书的开篇，本章主要介绍了 NB-IoT 网络的背景、发展历史、主要特点以及物联网方面的应用。本章让读者对物联网的发展历史有一个系统的了解；重点对 NB-IoT 的，强覆盖、低功耗、低成本、大连接四大特性进行了阐述；对目前市面上主流的 NB-IoT 应用进行了逐一的介绍，包括应用的原理、应用场景、解决方案等。

目录 CONTENTS

第1章 NB-IoT简介

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1.1 NB-IoT背景简介 / 1 | 1.6 NB-IoT物联网的应用 / 10 |
| 1.2 物联网的层次划分 / 2 | 1.6.1 在公共事业上的应用 / 10 |
| 1.3 为什么NB-IoT会出现 / 3 | 1.6.2 在停车方面的应用 / 15 |
| 1.4 NB-IoT的主要特性 / 5 | 1.6.3 在农业方面的应用 / 16 |
| 1.5 NB-IoT的优势 / 9 | |

第2章 NB-IoT基本原理

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 2.1 NB-IoT网络架构 / 19 | 2.3 NB-IoT空口用户面协议 / 42 |
| 2.1.1 引言 / 19 | 2.3.1 媒体接入控制 (MAC) / 42 |
| 2.1.2 总体框架概述 / 19 | 2.3.2 无线链路控制 (RLC) 层 / 47 |
| 2.1.3 协议栈架构 / 21 | 2.3.3 分组数据汇聚协议 (PDCP) 层 / 49 |
| 2.1.4 网络接口 / 22 | |
| 2.1.5 网元实体 / 27 | 2.4 NB-IoT关键技术 / 51 |
| 2.2 NB-IoT空口控制面协议 / 31 | 2.5 NB-IoT物理信道 / 53 |
| 2.2.1 概述 / 31 | 2.5.1 下行物理信道 / 55 |
| 2.2.2 RRC架构 / 31 | 2.5.2 上行物理信道 / 62 |
| 2.2.3 连接控制 / 32 | 2.5.3 物理层的变更 / 70 |

- 2.6 NB-IoT主要流程 / 70
 - 2.6.1 附着 / 70
 - 2.6.2 去附着 / 74
 - 2.6.3 跟踪区域更新 / 77
 - 2.6.4 业务请求 / 79
 - 2.6.5 控制平面数据传输 / 80
 - 2.6.6 用户平面数据传输 / 85
 - 2.6.7 控制平面方案和用户平面方案的切换 / 88
 - 2.6.8 非IP数据传输 / 90
- 2.7 小区接入 / 97
 - 2.7.1 小区搜索过程 / 97
 - 2.7.2 随机接入过程 / 100
 - 2.7.3 上行同步 / 105
 - 2.7.4 下行传输过程 / 106
 - 2.7.5 上行传输过程 / 110
 - 2.7.6 上行功率控制 / 112
- 2.8 小区选择和重选 / 113
 - 2.8.1 PLMN选择策略 / 115
 - 2.8.2 选择了新的PLMN后的小区选择策略 / 115
 - 2.8.3 空闲模式的测量策略 / 116
 - 2.8.4 小区重选策略 / 116
 - 2.8.5 UE进入连接模式时的小区选择 / 117
 - 2.8.6 UE离开连接模式时的小区选择 / 117
 - 2.8.7 处于正常驻留状态的UE的行为 / 117
 - 2.8.8 处于任何小区选择状态的UE的行为 / 117
- 2.9 UE节能技术 / 117
 - 2.9.1 PSM / 119
 - 2.9.2 eDRX / 121

第3章 NB-IoT网络组网

- 3.1 NB-IoT网络规划 / 125
 - 3.1.1 NB-IoT网络规划流程 / 125
 - 3.1.2 覆盖规划 / 127
 - 3.1.3 容量规划 / 130
 - 3.1.4 频率规划 / 133
 - 3.1.5 参数规划 / 134
- 3.2 NB-IoT主流组网模式 / 135
 - 3.2.1 Stand-alone部署 / 137
 - 3.2.2 LTE Guard-band部署 / 139
 - 3.2.3 LTE In-band部署 / 141



3.2.4 实际部署举例：中国
移动的方案 / 149

3.2.5 实际部署举例：中国
电信的方案 / 156

第4章 NB-IoT基站施工

4.1 施工概述 / 163

手段 / 170

4.1.1 施工的内容 / 163

4.1.7 安全生产管理 / 171

4.1.2 施工流程 / 163

4.2 施工方案 / 174

4.1.3 施工阶段划分及各阶段
的具体内容 / 163

4.2.1 施工准备 / 174

4.1.4 实施过程中的技术
要点 / 165

4.2.2 施工要求 / 177

4.2.3 施工步骤 / 183

4.1.5 施工风险分析及预警
措施 / 166

4.3.1 RRU吊装盘施工工法 / 214

4.1.6 施工质量信息化监控

4.3.2 BBU-RRU光缆施工
方法 / 216

第5章 NB-IoT网络维护

5.1 NB-IoT系统维护
规则 / 219

5.2.1 故障处理流程 / 224

5.1.1 日常维护 / 219

5.2.2 故障分析与定位的常用
方法 / 226

5.1.2 应急维护 / 222

5.2.3 NB-IoT网络常见故障
处理 / 227

5.2 NB-IoT接入网设备常见的
故障分析与处理 / 224

5.2.4 终端常见故障处理 / 244

第6章 NB-IoT网络优化

- 6.1 优化综述 / 247
 - 6.1.1 覆盖优化继承4G网络优化的方法 / 247
 - 6.1.2 参数个性化的优化方法 / 247
- 6.2 覆盖分析优化 / 251
 - 6.2.1 概述 / 251
 - 6.2.2 典型覆盖问题分析优化流程 / 251
 - 6.2.3 影响覆盖的常见问题及解决方法 / 252
 - 6.2.4 常用的测试方法 / 253
 - 6.2.5 部分特殊场景下的覆盖优化思路 / 258
 - 6.2.6 覆盖案例 / 259
- 6.3 话务统计分析 / 261
 - 6.3.1 概述 / 261
 - 6.3.2 话统KPI指标简介 / 261
 - 6.3.3 话统分析整体思路 / 264
- 6.4 掉话问题分析 / 265
- 6.5 接入问题分析 / 265
 - 6.5.1 定位思路 / 265
 - 6.5.2 典型案例 / 266
- 6.6 重选问题分析 / 268
 - 6.6.1 概述 / 268
 - 6.6.2 重选相关参数 / 269
 - 6.6.3 典型案例 / 270
- 6.7 大容量场景优化方法 / 271
 - 6.7.1 接入参数优化 / 271
 - 6.7.2 大连接保障参数优化 / 271
 - 6.7.3 双频点同覆盖组网, 提升容量 / 273
- 6.8 NB-IoT干扰分析 / 274
 - 6.8.1 概述 / 274
 - 6.8.2 发现干扰 / 274
 - 6.8.3 定位干扰 / 274
 - 6.8.4 处理干扰 / 275
 - 6.8.5 典型案例 / 276
- 6.9 优化分析类应用案例 / 277
 - 6.9.1 居民区场景的深度覆盖优化 / 277
 - 6.9.2 道路场景的覆盖提升及移动性优化 / 285
 - 6.9.3 NB-IoT终端实际性能评估 / 289



第7章 5G时代NB-IoT的发展

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 7.1 5G技术简介和应用 / 295 | 7.3.2 哪些是5G中最关键的
三个设计目标 / 313 |
| 7.1.1 什么是5G / 295 | |
| 7.1.2 技术标准化 / 297 | 7.3.3 通常可以优化哪些网络
方面 / 313 |
| 7.1.3 5G是如何工作的 / 298 | |
| 7.1.4 5G技术的影响 / 299 | 7.3.4 网络管理如何受到这些架构
变化的影响 / 313 |
| 7.1.5 5G几大误区 / 300 | |
| 7.1.6 5G关键技术 / 301 | 7.3.5 可以采取哪些措施来降低
5G的能耗 / 313 |
| 7.1.7 5G应用展望 / 305 | |
| 7.2 5G时代NB-IoT网络的
发展 / 310 | 7.3.6 在5G设计和优化中使用了
哪些模型和方法 / 314 |
| 7.3 NB-IoT和5G时代的
展望 / 312 | 7.3.7 NB-IoT和5G如何并存
发展 / 314 |
| 7.3.1 4G和5G规划有什么
区别 / 312 | 7.3.8 大数据在NB-IoT和5G网络
优化中的应用 / 315 |

附录

- | | |
|-------------|--------------|
| 1 缩略语 / 329 | 2 参考文献 / 335 |
|-------------|--------------|

●●1.1 NB-IoT 背景简介

自从 20 世纪 80 年代第一代模拟通信开始，无线通信技术已经经历了四代的传承与发展。从开始的人与人的连接，发展到人与物的连接，是否可以将所有的物都连在一起呢？从实际商业的角度来看，语音通信（人与人连接）的业务收入已经见顶，由于 4G 的大力建设，数据业务（人与人 & 人与物的连接）支撑运营商业收入进入了新的巅峰，那么下一个业务收入的蓝海将是什么？从目前的发展情况来看，物与物的连接将成为第三个波峰，而物联网将是重要的载体。物联网的发展前景如图 1-1 所示。

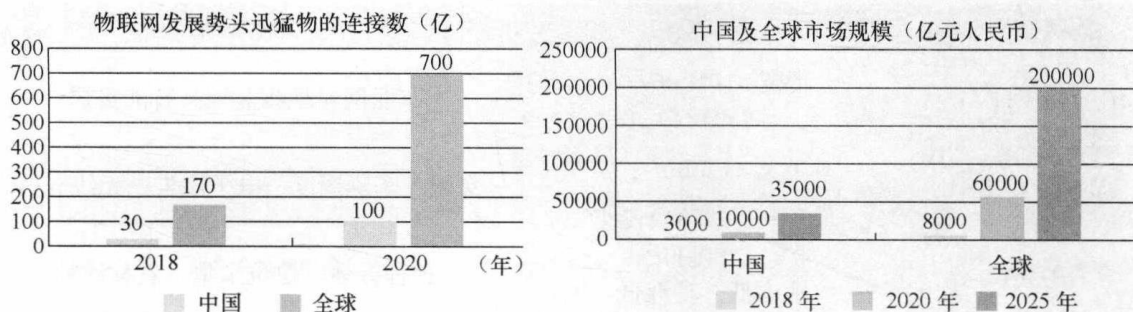


图1-1 物联网前景

物联网是新一代信息技术的重要组成部分，也是“信息化”时代的重要发展阶段。其英文名称是：“Internet of Things (IoT)”。顾名思义，物联网就是物物相连的互联网。这有两层意思：其一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；其二，其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间进行信息交换和通信，也就是物物相息。物联网通过智能感知、识别技术与普适计算等通信感知技术，被广泛应用于网络的融合中，也因此被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。物联网是互联网的应用拓展，与其说物联网是网络，不如说物联网是业务和应用。因此，应用创新是物联网发展的核心，以用户体验为核心的创新 2.0 是物联网发展的灵魂。

因为车身锁内集成了嵌入式芯片（卫星定位系统模块和 SIM 卡），用户通过手机 App 可以查看附近的单车，通过地图引导找到单车，并扫二维码开锁，完成付费并记录行驶线路；慢性病患者无需住院，只要在身体上放置几个小小的仪器，医生就能 24 小时监控其血压、脉搏等生理参数；当你驾车驶入停车场，无需为寻找停车位劳神，车载终端会自动显示导航信息，将你引导到最近的停车位；智能化住宅中的传感器检测到主人离开后，能自动通知控制器关闭水、电、气和门窗，并监控住宅内的安全情况，实时向主人的手机发送异常情况报告……这些不是科幻电影中的场景，随着“物联网”的逐步实现和普及，每个人的生活都

将步入物联网时代。

NB-IoT (Narrow Band Internet of Things, 窄带 IoT) 是一种基于蜂窝的窄带物联网技术, 支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接。它是低功耗广域网 (Low Power Wide Area Network, 简称 LPWAN) 技术的一种标准, 并由 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划, 负责制定 GSM/EDGE 无线接入网技术规范) 负责其标准化工作。

NB-IoT 主要应用于低吞吐量、能容忍较大时延且低移动性的场景, 如智能电表、遥感器和智能建筑等。NB-IoT 可直接部署于已有的 GSM 或 LTE 网络中, 即可复用现有基站以降低部署成本, 实现平滑升级。

各网络制式特点对比见表 1-1。

表 1-1 各网络制式特点对比

网络类型	特点	业务应用
4G/5G、LTE-V	带宽 >10Mbit/s; 功耗较高	车联网、视频监控、智能机器
eMTC、GPRS	带宽 <1 Mbit/s; 成本较低; 功耗较低	穿戴、车辆调度、电子广告、无线 ATM
NB-IoT	带宽 <200kbit/s; 成本低; 功耗低	远程抄表、定位采集、农林渔牧

●● 1.2 物联网的层次划分

物联网的层次划分如图 1-2 所示。

(1) 感知识别层

感知识别层负责信息采集和信号处理。通过感知识别技术, 让物品“开口说话、发布信息”, 这是物联网区别于其他网络的最独特部分。感知识别层的信息生成设备, 既包括采用自动生成方式的 RFID 电子标签、传感器、定位系统等部分, 还包括采用人工生成方式的各种智能设备, 例如智能手机、PDA、多媒体播放器、笔记本电脑等。感知识别层位于物联网四层模型的最底端, 是所有上层结构的基础。

(2) 网络构建层

直接通过现有的互联网、移动通信网、卫星通信网等基础网络设施, 接入和传输来自感知识别层的信息。在物联网四层模型中, 网络构建层接驳感知识别层和平台管理层, 具有强大的纽带作用。

(3) 平台管理层

在高性能网络计算机的环境下, 平台管理层能够将网络内海量的信息资源通过计算机整合成一个可互联互通的大型智能网络。平台管理层可解决数据如何存储 (数据库与海量



存储技术)、如何检索(搜索引擎)、如何使用(数据挖掘与机器学习)、如何不被滥用(数据安全与隐私保护)等问题。平台管理层位于感知识别层和网络构建层之上,处于综合应用层之下,是物联网的智慧源泉。人们通常把物联网应用冠以“智能”的名称,如智能电网、智能交通、智能物流等,而其中的智慧就来自于这一层。



图1-2 物联网的层次划分

(4) 综合应用层

综合应用层是物联网系统的用户接口,通过分析处理后的感知数据,为用户提供丰富的特定服务。具体来看,综合应用层接收网络构建层传来的信息,并对信息进行处理和决策,再通过网络构建层发送信息,以控制感知识别层的设备和终端。物联网的应用以“物”或物理世界为中心,涵盖物品追踪、环境感知、智能物流、智能交通、智能海关等各个领域。

●● 1.3 为什么 NB-IoT 会出现

物联网实现的基础之一在于数据的传输,不同的物联网业务对数据传输能力和实时性都有着不同要求。

根据传输速率的不同,可将物联网业务区分为高速、中速和低速业务。

高速率业务: 主要使用 3G、4G 技术,例如车载物联网设备和监控摄像头,对应的业务特点要求实时的数据传输。

中等速率业务: 主要使用 GPRS 技术,例如居民小区或超市的储物柜,使用频率高但并非实时使用,对网络传输速率的要求远不及高速率业务。

低速率业务：业界将低速率业务市场归纳为 LPWAN 市场，即低功耗广域网。目前还没有对应的蜂窝技术，多数情况下通过 GPRS 技术实现，从而带来了成本高的问题，影响低速率业务普及度。

也就是说，目前急需开拓低速率业务市场，而低速率业务市场其实是最大的市场，如建筑中的灭火器、科学研究中使用的各种监测器，此类设备在生活中出现的频率很低，但汇集起来的总数却很可观，收集这些数据用于各类用途，比如改善城市设备的配置等。

NB-IoT 是一种新的窄带蜂窝通信技术，可以帮助我们解决这个问题。

2013 年，沃达丰与华为携手开始了新型通信标准的研究，起初他们将该通信技术称为“NB-M2M(LTE for Machine to Machine)”。

2014 年 5 月，3GPP 的 GERAN 组成立了新的研究项目——“FS_IoT_LC”，该项目主要研究新型的无线电接入网系统，“NB-M2M”成为该项目的研究方向之一。稍后，高通公司提交了“NB-OFDM”(Narrow Band Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 窄带正交频分复用)的技术方案。

2015 年 5 月，“NB-M2M”方案和“NB-OFDM”方案融合成为“NB-CIoT”(Narrow Band Cellular IoT)。该方案的融合之处主要在于：通信上行采用 FDMA 多址方式，而下行采用 OFDM 多址方式。

2015 年 7 月，爱立信联合中兴、诺基亚等公司，提出了“NB-LTE”(Narrow Band LTE)的技术方案。

在 2015 年 9 月的 RAN#69 次全会上，经过激烈的讨论和协商，各方案的主导者将两个技术方案(“NB-CIoT”和“NB-LTE”)进行了融合，3GPP 对统一后的标准工作进行了立项。该标准作为统一的国际标准，称为“NB-IoT 基于蜂窝的窄带物联网”。自此，“NB-M2M”“NB-OFDM”“NB-CIoT”“NB-LTE”都成为历史。

2016 年 6 月，NB-IoT 的核心标准作为物联网专有协议，在 3GPP Rel-13 被冻结。同年 9 月，完成 NB-IoT 性能部分的标准制定。2017 年 1 月，完成 NB-IoT 一致性测试部分的标准制定。

促成这几种低功耗蜂窝技术“结盟”的关键，并不仅仅是日益增长的商业诉求，还有其他新生的(非授权频段)低功耗接入技术的威胁。LoRa、SIGFOX、RPMA 等新兴接入技术的出现，促成了 3GPP 中相关成员企业和组织的抱团发展。

和其竞争对手一样，NB-IoT 着眼于低功耗、广域覆盖的通信应用。终端的通信机制相对简单，无线通信的耗电量相对较低，适合小数据量、低频率(低吞吐率)的信息上传，信号覆盖的范围则与普通的移动网络技术基本一样，行业内将此类技术统称为“LPWAN 技术”。

NB-IoT 针对 M2M 通信场景对原有的 4G 网络进行了技术优化，适当地平衡网络特性和终端特性，以适应物联网应用的需求。



在“距离、品质、特性”和“能耗、成本”中，保证“距离”上的广域覆盖，一定程度地降低“品质”（例如采用半双工的通信模式，不支持高带宽的数据传送），减少“特性”（例如不支持切换，即连接态的移动性管理）。

网络特性“缩水”的好处就是：同时也降低了终端的通信“能耗”，并可以通过简化通信模块的复杂度来降低“成本”（例如简化通信链路层的处理算法）。

所以说，为了满足部分物联网终端的个性要求（低能耗、低成本），网络做出了“妥协”。NB-IoT 是“牺牲”了一些网络特性，满足物联网中不同以往的应用需要。

最初，NB-IoT 的规范是针对静态的应用场景（如智能抄表）设计的，所以在 Rel-13 版本（2016 年 6 月）中，它并不支持连接状态下的移动性管理，即不支持“无线切换”。在随后的 Rel-14 版本中，NB-IoT 会支持基站小区间的切换，保证业务在移动状态下的连续性。

从 NB-IoT 的特性中可以看出，NB-IoT 通过“信号增强”“寻呼优化”加强了通信覆盖的深度。主要通过三个方面“照顾”终端对低耗电、低成本的要求：

- ① 引入了低功耗的“睡眠”模式（PSM、eDRX）；
- ② 降低了对通信品质的要求，简化了终端设计（半双工模式、协议栈简化等）；
- ③ 通过两种功能优化模式（CP 模式、UP 模式）简化流程，减少了终端和网络的交互量。

这些对广域移动通信技术的“优化”设计，使得 NB-IoT 更加适合于部分物联网的场景应用，也就是 LPWAN 类型的应用。并且由于引入了睡眠模式，降低了通信品质的要求（主要是实时性要求），NB-IoT 的基站比传统基站能够接入更多的（承载 LPWAN 业务的）终端。

采用 NB-IoT 的终端可以在满足低功耗的需求下，用于较高密度部署、低频次数据采集的应用（包括固定位置的抄表、仓储和物流管理、城市公共设置的信息采集等），或者是较低密度部署、长距离通信连接的应用（包括农情监控、地质水文监测等）。

当然，作为一种 LPWAN 技术，NB-IoT 有其固有的局限性，它显然并不适用于要求低时延、高可靠性的业务（车联网、远程医疗），而且中等需求的业务（智能穿戴设备、智能家居）对于它来说也稍显“吃力”。

在物联网技术生态中，没有一种通信接入技术能够适用所有的应用场景，各种接入技术之间存在一定的互补效应，NB-IoT 能够依靠其技术特性在物联网领域中占据着一席之地。

●● 1.4 NB-IoT 的主要特性

物联网技术主要包括应用于局域网的物联网技术，包括 Wi-Fi、ZigBee 或 Bluetooth（蓝牙）等，以及应用于广域网的物联网技术，包括 Sigfox、LoRa 和蜂窝 IoT 等。NB-IoT