

文章编号：1007-5399(2019)03-0012-04

窄带物联网在中国邮政的应用研究

荆孟春

(邮政科学研究规划院，北京 100096)

摘 要：介绍了窄带物联网技术的网络结构，基于窄带物联网的优势特点和关键技术提出了窄带物联网在中国邮政应用的总体架构，并结合典型应用场景探讨了窄带物联网技术在中国邮政的应用方案。

关键词：窄带物联网；应用架构；实验平台

中图分类号：F61 **文献标识码：**A

伴随万物互联的大趋势，中国邮政正在加快物联网技术应用创新实验室建设，开展物联网技术的研究应用。窄带物联网（Narrow Band Internet of Things, NB-IoT）是物联网领域的新兴技术，是万物互联网络的一个重要分支，属于低功耗广域网，支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接，同时还能提供全面的室内蜂窝数据连接覆盖，适应于广泛部署物联网终端、低速率、低流量的物联网应用。

本文结合数字邮政建设和窄带物联网技术的新发展，研究了窄带物联网在中国邮政的应用。通过对窄带物联网关键技术和网络部署的研究，提出了窄带物联网在中国邮政应用的总体架构、典型应用场景和解决方案，提出了窄带物联网应用实验平台建设方案。通过窄带物联网应用实验平台的建设，为窄带物联网应用的具体场景进行技术和原型验证，进一步提出了窄带物联网在中国邮政应用的端对端解决方案，以抢占新技术行业应用前沿，推进数字邮政建设工作。

1 窄带物联网的网络结构

窄带物联网是第三代合作伙伴计划（3GPP）R13标准中针对物联网应用制定的新一代面向低功耗、低成本、广覆盖的窄带蜂窝通信技术，是运营商第一个电信级广域物联网技术。窄带物联网发展得很快，自2016年6月冻结标准，而后快速前行，目前已达到规模商用条件。2017年6月，在3GPP第76次全会上，业界就移动物联网技术R15演进方向达成了共识：不再新增系统带宽高于200kHz的窄带物联网终端类型。3GPP这一共识表明：窄带物联网终端未来将聚焦于带宽在200 kHz的应用场景，通过大规模部署，进一步降低终端芯片/模组的成本。总之，窄带物联网让蜂窝物联网从“更低”走向“超低”，从“更大”走向“超大”，超低功耗、超低成本、超低流量、超强覆盖、超大规模连接是窄带物联网的显著特征。

窄带物联网的网络结构中重要的几个节点从下至上分

别是：窄带物联网终端、窄带物联网基站、窄带物联网核心网、物联网平台和窄带物联网应用等，如图1所示。

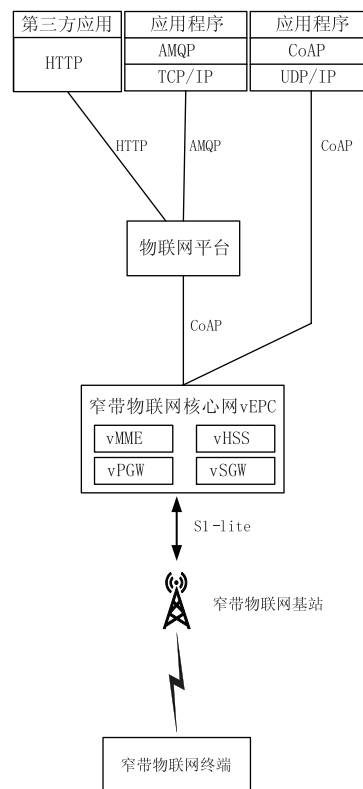


图1 窄带物联网网络结构示意图

2 窄带物联网的优势

2.1 广深覆盖

窄带物联网发射功率最大可以达到23dBm，GSM终端发射功率为33dBm，因此窄带物联网终端比GSM终端功率谱密度高7dB。窄带物联网与GPRS或LTE系统相比，最大链路预算提升了20dB，相当于提升了100多倍，由此，即使在地

下室、地下管道等普通无线网络信号难以到达的地方也很容易覆盖到。和GPRS相比，窄带物联网在下行信道上覆盖增强的增益主要来源于重复发送，即同一个控制消息或业务数据在空口信道上发送时，通过多次重复发送，用户终端在接收时，对接收到的重复内容进行合并，从而增强覆盖能力。在上行方向上，窄带物联网支持3.75kHz、15kHz两种子载波间隔，支持单载波（Single-Tone）和多子载波（Multi-Tone）资源分配。窄带物联网依赖功率谱密度增强和时域重复来获得比GPRS或LTE系统多20dB的覆盖增强。

2.2 低功耗

窄带物联网终端降低芯片复杂度使得工作电流变小；简化空口信令以减小单次数传功耗；基于覆盖等级的控制和接入，减少了单次数传时间；低功耗模式减少了天线、射频、信令处理等功耗，终端功耗仅有15uW；扩展的非连续接收减少了终端监听网络的频度；长周期TAR/RAU减少了终端发送位置更新的次数；只支持小区选择和重选的移动性管理，减少了测量开销。

2.3 低成本

窄带物联网在芯片设计方面，低速率、低功耗、低带宽带来的是低成本优势。速率低不需要大的缓存，功耗低意味着射频设计要求低，带宽低不需要复杂的均衡算法，简化盲检次数，减小最大传输块，简化调制解调编码方式，直接去掉IP多媒体子系统协议栈，简化天线设计。相比LTE芯片，窄带物联网基带复杂度降低10%，射频降低约65%，众多因素使得窄带物联网芯片设计简化，进而带来低成本优势。另外，窄带物联网 Rel-13仅支持FDD半双工（Half-Duplex FDD）Type-B模式，半双工的设计意味着只需多一个切换器即可改变发送和接收模式，比起全双工所需的元器件，成本更低廉，还可降低电池能耗。

2.4 大连接

窄带物联网上行使用SC-FDMA，考虑到窄带物联网终端的低成本需求，在上行要支持单频（Single Tone）传输，子载波间隔除了原有的15kHz，还新制订了3.75kHz的子载波间隔，共48个子载波。而窄带物联网发射功率最大可达到23dBm，这显示了窄带物联网所采用的窄带技术，使得上行等效功率提升，从而大大提升了信道容量。窄带物联网还通过减小信令开销来提升频谱效率，通过独立的准入拥塞控制和终端上下文信息存储来优化窄带物联网基站，通过终端上下文存储和下行数据缓存来优化核心网。窄带物联网的高功率谱密度带来了极度覆盖下更高的频谱效率，而更小的资源粒度降低了小包传输下的资源浪费，因此窄带物联网能支持更多的并发连接，在混合业务模型下，连接数可达每小区5万左右，相对于LTE每小区1200个连接已实现了数量级的增长变化。

3 窄带物联网的关键技术

窄带物联网在中国邮政的应用需要一些关键技术，用于支撑窄带物联网实现广深覆盖、低功耗、低成本、大连接等

功能，具体包括MQTT协议，CoAP协议，IoT平台关键能力以及Profile和编解码插件等。

3.1 消息队列遥测传输（MQTT）协议

MQTT协议是IBM开发的一个即时通讯协议，已成为物联网的重要组成部分。该协议支持所有平台，几乎可以把所有“物”连接起来，被用来当做传感器和控制器之间的通信协议。MQTT协议使用发布/订阅消息模式，提供一对多的消息发布，解除应用程序间的耦合；使用TCP/IP提供网络连接，开销很小，协议交换最小化，可降低网络流量。

3.2 受限制的应用协议（CoAP）

由于物联网中的很多设备都是资源受限型的，即只有少量的内存空间和有限的计算能力，而传统的HTTP协议应用在物联网上就显得过于庞大而不适用。CoAP协议是通过在UDP上传输消息来完成的，它以消息为数据通信载体，通过交换网络消息来实现设备间的数据通信。CoAP协议是基于消息的双向通信，类似HTTP，设备端可通过4个请求方法（GET、PUT、POST、DELETE）对服务器端资源进行操作，而请求与响应的数据包都是放在CoAP消息里面进行传输的。

3.3 IoT平台关键能力

IoT平台既是连接管理平台，也是应用使能平台。作为连接管理平台，它通过南向接口进行数据集成，提供Agent来对不同设备操作系统和硬件进行适配，集成了网络各层通信协议，提供了各厂家网络设备接入能力，包括传输协议适配、设备管理、设备通信管理、轻量级鉴权等。作为应用使能平台，IoT平台通过北向接口进行应用集成，提供丰富的API统一开放接口（物联网平台北向API、大数据北向API、第三方物联网平台对接API等），开发服务器端应用，支持各领域、跨领域的业务应用解决方案，包括进行鉴权、设备操作、应用管理、设备管理、设备资源管理、大数据分析、规划引擎、订阅通知等。

3.4 Profile和编解码插件

设备的Profile文件是用来描述一款设备是什么、能做什么以及如何控制该设备的文件。Profile描述了一款设备的能力信息，包括这款设备的识别属性和提供的服务（功能）列表，其中设备识别属性包括设备类型、厂商、型号、协议类型等，服务列表提供具体的功能服务说明。设备的Profile文件为JSON格式，需要导入IoT平台。编解码插件能够完成窄带物联网设备的码流信息和JSON文件格式（根据Profile定义的）之间的相互转换，相关参数名称必须和Profile文件中定义的完全一致。采用编解码插件的方式，主要是因为窄带物联网设备出于省电方面的考虑使用CoAP协议传输十六进制码流，而这些码流对于平台来说是不可知的，所以需要有一个附着在平台之上的合作伙伴开发的编解码插件，实现十六进制码流到实际服务的转换。

4 窄带物联网在中国邮政应用的总体架构

窄带物联网在中国邮政应用的总体架构遵从中国邮政信息化业务平台总体架构和物联网三层模型，由感知层、

网络层和应用层组成（见图2），涵盖全面感知、可靠通信、基础平台、邮政业务应用等，提供了窄带物联网完整的端到端邮政应用解决方案，可提高业务智能化和分析决策水平。

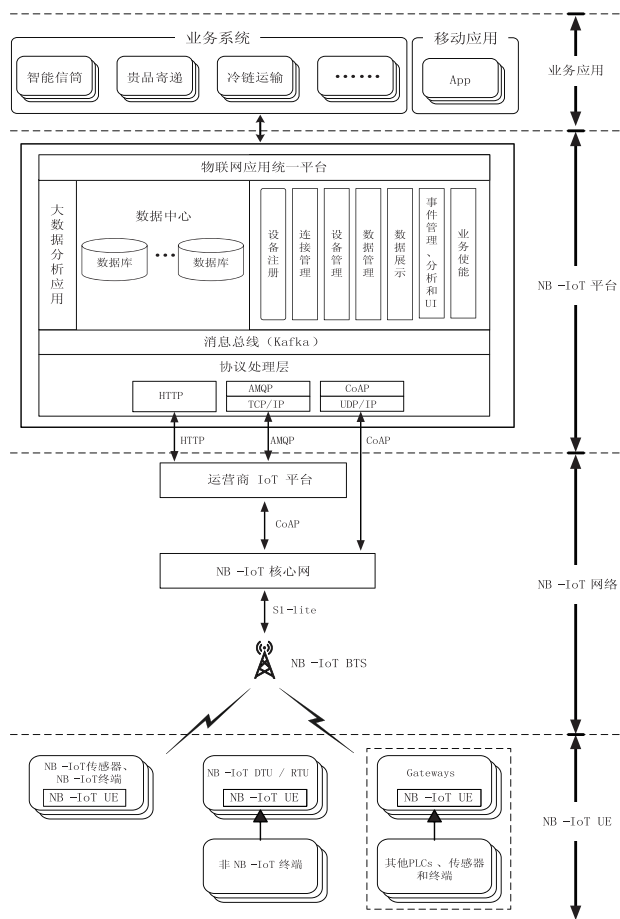


图2 窄带物联网在中国邮政应用的总体架构示意图

4.1 感知层

感知层主要通过传感器技术感知和采集各种数据，包括遥测值和遥信值。窄带物联网终端是感知层的主要设备。感知层设备主要通过三种方式接入窄带物联网网络：一是窄带物联网终端和传感器直接接入窄带物联网网络；二是非窄带物联网终端通过窄带物联网DTU/RTU接入窄带物联网网络；三是其他PLCs、终端和传感器通过支持窄带物联网通信的网关设备接入窄带物联网网络。在感知层制定各类型传感器接入的统一信息模型规范，以实现各厂家各类型不同型号传感器的即插即用，满足兼容性要求。

4.2 网络层

网络层由电信运营商提供相应服务，主要由窄带物联网基站收发台（BTS）、窄带物联网核心网和运营商IoT平台组成。一个完整的窄带物联网BTS包括无线发射/接收设备、天线和所有无线接口特有的信号处理部分，并和基站控制器一起构成了基站子系统，接收来自感知层窄带物联网终端采集的数据。窄带物联网核心网的集成架构包括升级方式和专

网方式，是数据传输过程中的骨干网络。运营商IoT平台是由运营商提供的实现设备接入与设备连接并提供综合性服务的物联网解决方案，它能解决协议适配、海量连接、数据存储、设备管理、规则引擎、事件告警等物联网应用开发的共性问题，为企业应用开发提供一系列接口服务，以缩短开发周期。

4.3 应用层

应用层从窄带物联网网络接收数据，进行协议解析、数据存储、业务应用等，主要包括窄带物联网平台以及基于平台之上的业务应用系统。窄带物联网平台的协议处理层包括对基于UDP的CoAP协议、基于TCP的AMQP协议的解析，以及对IoT平台提供的HTTP服务的调用。窄带物联网平台采用Apache Kafka作为消息总线系统，Kafka是Apache软件基金会开发的一种高吞吐量的分布式发布订阅消息系统，能够应对协议处理层发来的大规模传感器数据。窄带物联网平台对窄带物联网终端采集的数据进行统一存储，提供统一的数据服务，同时窄带物联网具有设备注册、连接管理、设备管理、数据管理、数据展示、事件管理分析及UI、业务使能等功能，向业务应用系统提供统一的应用服务。

5 窄带物联网在中国邮政的典型应用场景

根据窄带物联网技术研究情况和中国邮政窄带物联网总体架构，研究窄带物联网应用的具体场景和解决方案，抢占新技术行业应用前沿，具有提升行业竞争力、加快创新转型升级的重大意义。窄带物联网在邮政业务中的应用场景较多，本文主要介绍邮政信筒智能化、贵品寄递全程跟踪、温湿度监测、智能笼车四个典型应用场景。

5.1 邮政信筒智能化

邮政信筒地理位置不变、监测频次不高等特点正切合窄带物联网的技术优势，是窄带物联网在邮政应用的重要场景之一。通过定位、窄带物联网等技术实现全国邮政信筒联网管理；通过窄带物联网传感器实现信筒监测功能，用以监测信筒是否有信，有无投信动作，以及投信时间、投信次数等；安装窄带物联网智能锁具，支持刷卡、App、机械钥匙等开锁方式，用以监测开锁人员身份、开锁时间、开锁方式等，实现信筒的安全管理；利用智能邮筒管理平台和App，在地图上显示全国邮政信筒的具体位置，区分有信信筒和无信信筒，方便投信用户和揽收人员通过地图找到合适的信筒，并进行信筒位置的自动路径规划与引导；通过采用低功耗的窄带物联网技术进行通信，内置电池供电，更换一次电池可使用一年以上。

5.2 贵品寄递全程跟踪

窄带物联网技术应用在邮政贵品寄递全程跟踪业务上，可以实现贵品寄送箱的定位和安全管理。通过定位装置采集贵品的当前位置；通过在寄送箱内安装基于窄带物联网的智能锁具，用于感知箱门是否被打开，实现寄送箱的安全管理。寄送箱智能锁的控制部分与箱体通过金属触点通讯，在未通电状态下门锁保持关闭状态。

5.3 温湿度监测

目前的温湿度传感器主要采用GPRS进行无线远传，由于其功耗大，需要从用户侧取电，安装不方便，通信信号较差，成本和通信费也较高。基于窄带物联网技术研发的温湿度传感器，具有稳定的无线网络通信能力，全网覆盖，采用锂电池供电，超低功耗，更低成本，无需布线，工程零安装，可广泛应用于邮政冷链运输业务中的冷链和运输车辆的温湿度监测，提高冷链运输实时监测水平。

5.4 智能笼车

笼车是邮件处理中心包裹转运的重要载体，目前主要依靠人工进行作业，不具有智能化水平。建议采用基于窄带物联网通信技术的漫反射传感器，配合已装邮件体积之和与笼车容积之比来实时监测笼车是否已装满邮件，并进行报警提醒。通过应用窄带物联网技术，可使笼车实现联网管理和智能调度，节省了人力，提高了作业效率和智能化水平。智能笼车的运用可以大大提高邮件处理中心的包裹转运能力和邮车装载效率。

6 窄带物联网应用实验平台

窄带物联网应用实验平台是一个开放平台，用于邮政自主研发或其他厂家的窄带物联网终端接入测试和邮政应用实验，可实现窄带物联网终端的即插即用、可靠通信以及数据接收和处理（见图3）。通过搭建窄带物联网应用实验平台，可实现窄带物联网端到端完整的解决方案，为窄带物联网技术研究提供实验室验证环境，为窄带物联网应用的具体场景进行技术验证和产品原型测试。

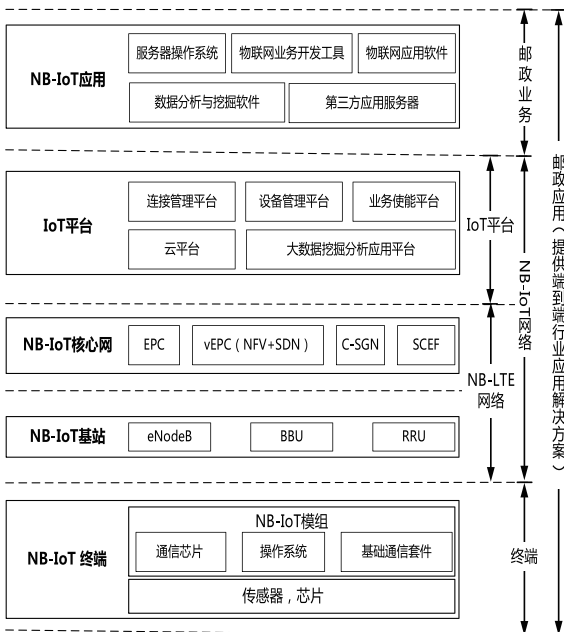


图3 窄带物联网应用实验平台功能架构示意图

为兼容不同窄带物联网终端的接入，窄带物联网应用实验平台可提供统一的窄带物联网终端信息模型规范，即统

一的设备能力描述文件Profile。窄带物联网终端的CoAP协议栈一般由窄带物联网芯片模组实现，CoAP消息的payload为应用层数据，应用层数据的格式由窄带物联网应用实验平台统一约定。另外，由于窄带物联网设备一般对省电要求较高，因此应用层数据一般不采用流行的JSON格式，而是采用二进制格式或者tlv格式，需要提供统一的编解码插件，进而实现二进制消息转JSON格式的功能，以供App服务器使用。

窄带物联网应用实验平台可以支持较大规模窄带物联网终端的接入。在窄带物联网海量设备高并发场景，窄带物联网应用实验平台与窄带物联网网络进行有机协同，可有效缓解数据拥塞压力，提高数据处理能力，充分发挥窄带物联网应用实验平台的实验测试特性和应用价值。

7 结语

窄带物联网是蜂窝网络应对万物互联的一项重要技术，主要聚焦于低功耗、广覆盖、广域通信的物联网市场，将在未来较长时间内得到广泛应用。本文通过探讨窄带物联网在中国邮政的实际应用，旨在进一步推进数字邮政基础技术研究和应用工作，更好地支撑数字邮政建设。

参考文献

- 1 Zhu S, Wu W, Feng L, et al. Energy - Efficient Joint Power Control and Resource Allocation for Cluster - Based NB - IoT Cellular Networks. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 2017, 10
- 2 Chen M, Miao Y, Hao Y, et al. Narrow Band Internet of Things. IEEE Access, 2017, 5
- 3 Chen J, Hu K, Wang Q, et al. Narrowband Internet of Things: Implementations and Applications. IEEE Internet of Things Journal, 2017, 6
- 4 Andres-Maldonado P, Ameigeiras P, Prados-Garzon J, et al. Narrowband IoT Data Transmission Procedures for Massive Machine-Type Communications. IEEE Network, 2017, 6
- 5 孔继利, 栾世超, 朱洪利. 邮政快递智能系统体系研究. 物流工程与管理, 2018, 1
- 6 白炜翔, 汤永健, 金光昊, 等. 关于中国邮政寄递服务模式变革的思考. 邮政研究, 2018, 1
- 7 戴博, 袁弋非, 余媛芳. 窄带物联网 (NB-IOT) 标准与关键技术. 通信世界, 2017, 9
- 8 邹玉龙, 丁晓进, 王全全. 窄带物联网关键技术及应用前景. 中兴通讯技术, 2017, 1
- 9 刘克清, 王粟, 周俊, 等. 窄带物联网深度覆盖特性及网络性能评估体系研究. 移动通信, 2017, 23

收稿日期：2019-02-27

作者简介：荆孟春（1981~），男，山东青岛人，硕士，工程师，主要从事计算机软件与理论研究。