

NB-IoT组网应用研究

Research on Application of NB-IoT Networking

陈海¹,许绍松¹,陈锋¹,许国平²(1. 中国联通福建分公司,福建福州 350001;2. 中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033)

Chen Hai¹,Xu Shaosong¹,Chen Feng¹,Xu Guoping²(1. China Unicom Fujian Branch, Fuzhou 350001, China; 2. China United Network Communications Group Co.,Ltd., Beijing 100033, China)

摘要:

基于福州联通NB-IoT智能水务商用网络部署运营,结合NB-IoT技术特点,研究了NB-IoT的组网策略。同时针对NB-IoT行业应用困境,提出异网测量参照、用户覆盖画像、业务风暴解决等技术创新方案以及网业联动管理创新方案,最后对物联网的发展进行了展望。

关键词:

组网策略;异网测量;用户画像;网业联动
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.05.011
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
文章编号:1007-3043(2019)05-0047-05

Abstract:

Based on the deployment and operation of NB-IoT intelligent water business network in China Unicom Fuzhou Branch, combined with the characteristics of NB-IoT technology, it studies networking strategy of NB-IoT. At the same time, aiming at the application predicament of NB-IoT industry, it puts forward technological innovation schemes, such as measurement reference of different network, user coverage portrait, business storm resolution, and network industry linkage management innovation schemes. Finally, it prospects the development of the IoT.

Keywords:

Networking strategy; Measurement of different network; User portrait; Network business linkage

引用格式:陈海,许绍松,陈锋,等. NB-IoT组网应用研究[J]. 邮电设计技术,2019(5):47-51.

1 概述

NB-IoT又称为窄带物联网技术,具有工作在授权频点、蜂窝网、深度覆盖、超低成本、超低功耗、海量连接等优势,主要应用于对时延、移动性要求不高的小包物联网业务。

2016年底,福州承接了全球规模最大的智慧水务商用项目,首批部署30万台集成了NB-IoT技术的智能水表,当地政府推动三大运营商共同承接,福州联通对NB-IoT的组网方案、问题诊断方法以及行业应用

等方面进行了深入的研究,取得了一系列具有重要参考价值的结论。

2 NB-IoT组网策略

2.1 NB-IoT覆盖预测

2.1.1 理论计算

首批水表部署在福州市区,福州联通城区LTE网从MR测量、城区测评及用户口碑来看覆盖良好。NB-IoT具有覆盖增强技术,从成本及覆盖上考虑,采取与现网3G/4G共站部署。

移动网覆盖受限于上行,子载波带宽从LTE的180 kHz,下降到上行15 kHz、3.75 kHz,根据信号强度

收稿日期:2019-03-07

设立了3个覆盖等级,不同覆盖等级采用2~16次不同的重复发送次数,这2项技术使NB-IoT上行比LTE增强了20 dB。

表1给出了NB-IoT的链路预算(PDSCH信道)。

表1 NB-IoT链路预算结果

参数	Stand-alone (20 W)	Stand-alone (6.7 W)	Guard Band (2× 1.6 W)	In-Band (2× 1.6 W)	15 kHz	3.75 kHz
①基站发射功率/dBm	43	38.2	35 (2T2R)	35 (2T2R)	23	23
②自由空间底噪/dBm	-174	-174	-174	-174	-174	-174
③带宽/kHz	180	180	180	180	15	3.75
④接收机噪声/dBm	5	5	5	5	3	3
⑤干扰余量/dB	0	0	0	0	0	0
⑥有效噪声功率(②+10lg③+④+⑤)/dBm	-116.4	-116.4	-116.4	-116.4	-129.3	-135.3
⑦需要的SINR/dB	-5	-9.7	-12.6	-12.6	-12	-12
⑧接收灵敏度(⑥+⑦)/dBm	-121.2	-126.1	-129	-129	-141.3	-147.3
⑨接收机处理增益/dB	0	0	0	0	0	0
⑩最大路损(⑧-⑨)/dB	164.4	164.3	164	164	164.3	170.3

上下行路损相当,约164 dB,考虑到实际网络有干扰,接收机灵敏度弱些,一般取下行电平大于-110 dBm作为覆盖的标准。

2.1.2 仿真结果

相比L1800(即部署在1 800 MHz频段上的LTE基站),NB1800水表上行增强20 dB,NB900水表增强26 dB。采用NB1800有4种方案可选,对应不同的基站部署密度,仿真结果如表2所示。

表2 不同方案仿真结果

方案	NB与LTE的站点比例	覆盖率(>-110 dBm)/%
方案1	1:1	98.78
方案2	1:1.5	98.41
方案3	1:2	97.59
方案4	1:3	86.36

其中方案3整体效果良好且较经济,拟以方案3为基础进行部署。方案3整体仿真结果如图1所示。从图1中可以看出,局部区域存在弱覆盖问题,需要补充建设部分基站。

2.2 试验结果

2.2.1 拉远测试

福州仓山浦上大桥移动灯杆(NB1800网络,站高20 m),选取NB边缘站点进行验证测试,通过多轮测

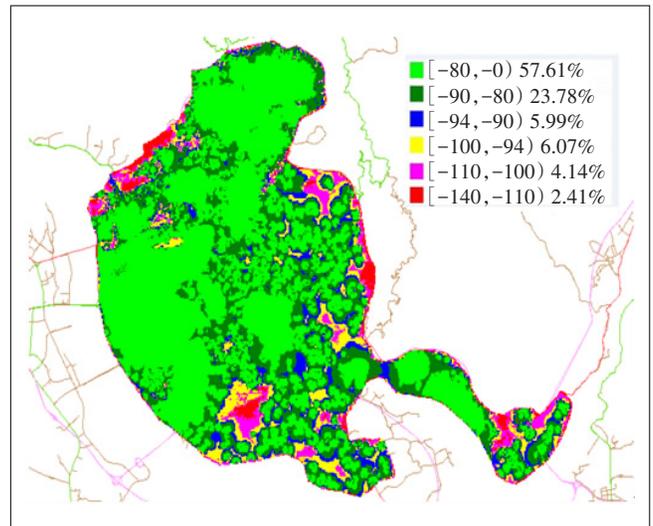


图1 方案3仿真结果

试,结论如下:

a) 当RSRP在-126.1 dBm, SINR在-5.3 dB的时候,业务发包失败。

b) 当RSRP在-134.3 dBm, SINR在-9.2 dB的时候,终端脱网。

测试结果已经达到理论值。直线拉距环境:实际覆盖能力超过拉距情况(4 km)。

2.2.2 小区损耗测试

选取福州仓山建新刘宅灯杆NB站点,对仓山区金辉天鹅湖高层住宅小区内的水表箱内外信号覆盖进行验证测试。

在距离基站300 m、400 m、500 m的楼宇位置,分别在低层、中高层、高层水表箱内外进行测试,从测试结果情况分析,NB信号整体覆盖较好,可满足业务要求,也验证了仿真方案。

NB测试设备在水表箱内相比水表箱外,信号大概衰减10 dB左右,在NB仿真时,相对于LTE仿真增加了10 dB的损耗,与此次测试结果大致吻合。

2.3 组网策略

2.3.1 网络资源分布概况

分析中国联通网络现状发现,市区LTE基站中L1800数量占比超过73%,依托L1800网络打造物联网,可以有效节省投资。

2.3.2 网络部署思路

持续推进NB1800模组应用,结合L1800网络建设情况,通过软件功能开通及少量扩容基带板件资源,快速部署NB1800。

初期在频率资源充足情况下,采用Stand-alone方式部署NB-IoT网络;中期4G负荷上升,NB-IoT频点需要扩容时,采用Guard Band方式部署;后期可以通过In-Band方式来实现部署。

特殊区域:只支持900业务的在固定区域内建设NB900覆盖。

组网整体上采取NB1800与LTE 1:2站址来布局,针对智慧水表业务覆盖不足区域,可以加密NB1800站点、用NB900方案、小型射灯天线及应急手机伴侣等增强信号方案多样化快速部署。

2.3.3 组网频率方案

整体上采用900 MHz与1 800 MHz频段混合组网方案。

福州全网清频G900的6 MHz带宽,NB-IoT采用123、124频点中间的0.2 MHz,与L900间隔300 kHz,采用Stand-alone网模式。

1 800 MHz频段中国联通共30 MHz频率,双载波20 MHz+10 MHz,NB1800可设在其中一个载波的Guard Band保护带,如图2所示。

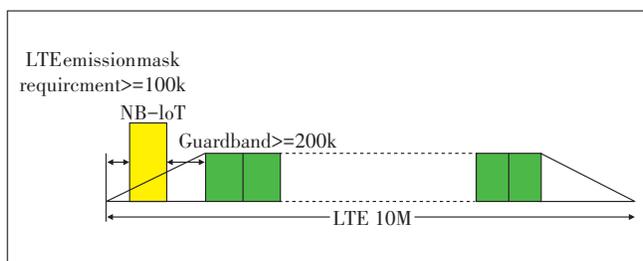


图2 Guard Band部署方式(LTE 10 MHz及以上带宽)

3 NB-IoT 在行业应用中的挑战及解决方案

3.1 NB-IoT 在行业应用中的挑战

在实际的应用中,NB-IoT还存在一些挑战。以智慧水务项目为例来分析,主要存在如下挑战。

a) 无线环境差:水表面临的环境恶劣,有的安装在地下室1层和2层,建筑物大楼主表多埋在地下、高档小区铁门、楼梯通道窗户下,有的水表集中安装在箱体内部,链路损耗大。

b) 电池寿命:若覆盖等级差,重复发送,难以进入休眠,耗电加大,增加成本。

c) 后台信号监控缺乏:为了节电,提高电池寿命,物联网终端没有传统移动网的MR测量报告,R16以前版本也没有定位功能,从后台网管无法获取到NB-IoT水表终端的信号测量。

d) 漏报问题难定位:物联网是海量连接的,一个居民小区水表多达上千户,如果发生水表漏报,有可能网络覆盖不足或故障,也有可能是水表终端个案问题,难以界定,均安排现场测试核实工作量极大。

e) 业务风暴:当前NB每个小区具有成千上万终端,NB每小区5万大连接的前提是绝大多数终端处于睡眠状态。NB-IoT 1个载波180 kHz,同时只支持12个子载波用户,若终端同时苏醒将形成业务风暴。

f) 终端接收能力弱:在某住宅小区进行同时同位置对比测试,发现水表设备的接收能力比NB测试终端弱12 dB左右。

3.2 建议方案

3.2.1 异网测量参照

NB与WCDMA与LTE共站,LTE网有功能强大的MR测量报告,加上手机上报GPS或通过算法估算位置,可以精确地得出终端覆盖,可根据WCDMA的U900、U2100与L1800覆盖能力来推算NB覆盖能力。异网栅格MR测量如下:栅格MR是精度50 m×50 m,通过三角定位模型定位,可采用所有用户测量数据(见图3)。

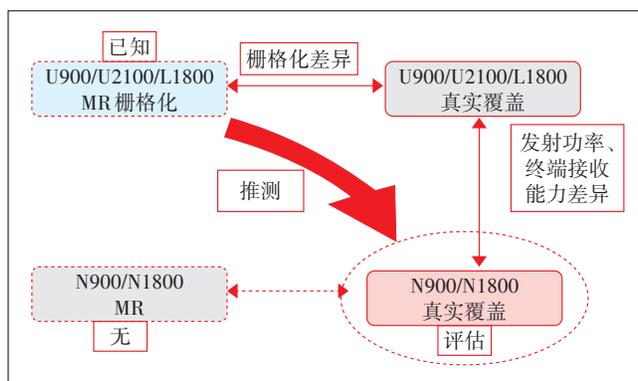


图3 异网栅格MR测量参照示意图

N900和L1800覆盖对比如下。

a) 理论值差异。现网NB900参考信号功率为32.2 dBm;LTE1800参考信号功率为15.2 dBm。另外,由于频率差异,N900比L1800的路损低6 dB。因此得到N900/N1800与异网L1800参考信号功率理论差异为N900比L1800高:32.2-15.2+6=23 dB。

b) 测试值差异。对N900和L1800 50个测试点进行实际测试,对比测试结果;整体差值保持平稳,约为22 dB,即N900 RSRP比L1800 RSRP高约22 dB(见图4)。

实测与理论差异值很接近,可以用LTE MR栅格

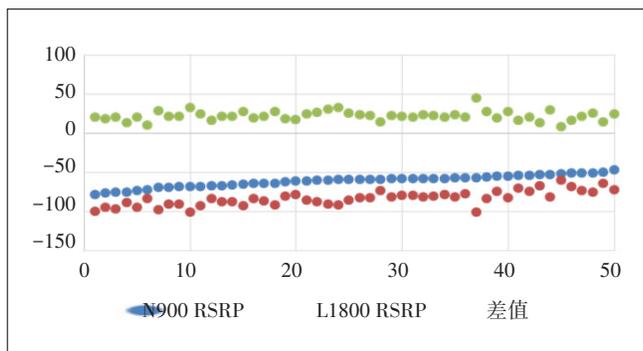


图4 NB900与L1800 RSRP实测对比图

仿真做参照推测NB的信号。

3.2.2 最小化路测参照

异网栅格MR测量虽然较准确,但位置信息不够准确。可以考虑引入最小化路测(MDT)技术对覆盖进行精确定位。MDT原理如下:3G和4G网络中打开AGPS或MDT功能,手机上报给系统测量报告MR,MR数据中包含位置信息数据。

MDT可以大幅降低测试工作量,节约测试成本。若2网站址密度不同,可以取某个小区MDT做参照。

通过异网测量参照和最小化路测参照可以快速定位无线环境差问题,从而加以优化补点,改善NB信号覆盖,延长电池寿命。

3.2.3 问题用户画像

通过后台跟踪用户,目前智能水表与智能路灯项目中的水表与路灯均属于固定位置的终端,对固定终端可以一次性跟踪,建立终端信号档案,从而快速定位漏报问题。多平台信息联动具体如下。

a) 水表应用平台:提供终端地址信息、终端编号、终端NB模组的SIM卡号对应表。

b) 运营商NB-IoT平台:通过NB Jasper平台,可查询SIM卡状态、是否在线以及流量计费情况。

c) 基站网络:通过分析,明确该SIM卡模块的信号覆盖、所在基站小区。从而建立水表终端的地址、电平、正常流量等信息。

通过问题用户画像,可解决后台信号监控缺乏、漏报问题难定位问题。

3.2.4 业务风暴问题

NB-IoT水表数据业务模型如下:若水表数据无法发送到应用服务器,收不到应用服务器的响应消息,2min后再次发送,会重复发4次,4次之后会自动重启,发送、重启过程持续3次后,终端即转入休眠。

在此异常场景下,大量用户在短时间内不断尝试接入,会触发大量NB终端集中接入,大量消耗基站的PDCCH资源引起资源受限,进而使用户接入失败。

a) 减少重复传送。为解决PDCCH资源不足问题,可修改基站资源配置,减少重传次数(见表3)。

表3 参数优化减少重复传送次数

覆盖等级	参数	修改前参数值	修改前参数值含义	修改后参数值	修改后参数值含义
0(设RSRP≥-128 dBm)	PDCCH最大重复次数	8次	PDCCH周期:8×16=128 ms,PDCCH初始传输重复次数:8×1=8次	8次	PDCCH周期:8×2=16 ms,PDCCH初始传输重复次数:8×1/8=1次
	PDCCH周期因子	16倍		2倍	
	PDCCH初始传输重复次数因子	1次		1/8	
1(设-128<RSRP≤-137 dBm)	PDCCHMAXREPETITIONCNT	8次	PDCCH周期:8×16=128 ms,PDCCH初始传输重复次数:8×1=8次	16次	PDCCH周期:16×2=32 ms,PDCCH初始传输重复次数:16×1/8=2次
	PDCCHPERIODFACTOR	16倍		2倍	
	PDCCHTRANSRPTCNTFACTOR	1次		1/8	
2(设RSRP<-137 dBm)	PDCCHMAXREPETITIONCNT	8次	PDCCH周期:8×16=128 ms,PDCCH初始传输重复次数:8×1=8次	32次	PDCCH周期:32×2=64 ms,PDCCH初始传输重复次数:32×1/4=8次
	PDCCHPERIODFACTOR	16倍		2倍	
	PDCCHTRANSRPTCNTFACTOR	1次		1/4	

为防止信令风暴,在覆盖等级好时,大幅降低PDCCH初始传输重复次数,并且设置差异化周期,信号好时周期小,用户容量更大。经过参数优化,业务风暴问题得到解决,为后期物联网应用积累优化经验。

b) 分时上报策略。NB小区有成千上万终端,大连接的前提是绝大多数终端属于睡眠状态。NB基站每小区单载波200 kHz,最大12个子载波,即最大支持

同时接入用户数12个。如果终端同时苏醒,终端为了保证接入就会重复发送并按照最大功率发射,迅速抬升基站底噪形成恶性循环,这样业务风暴无法避免,上述减少重复传送次数的参数调整也杯水车薪,而分时上报策略可以解决该问题。例如福州NB智慧水务项目规划100万台NB水表终端,中国联通预计份额30万台,水表每天上报一次数据,上报时间02:00—08:00。全网设置水表错峰分时上报策略如下:水表编号

每递增1,上报时间点相隔1s,上报时间6h,共 $6 \times 3600 = 21\,600$ s,30万台/ $21\,600$ s=14台/s,即全网每秒只有14台NB终端同时上报,网络能力十分富余。

3.2.5 网业联动 服务支撑

NB-IoT架构如图5所示。

相比传统移动网,行业终端与IoT模块种类极为

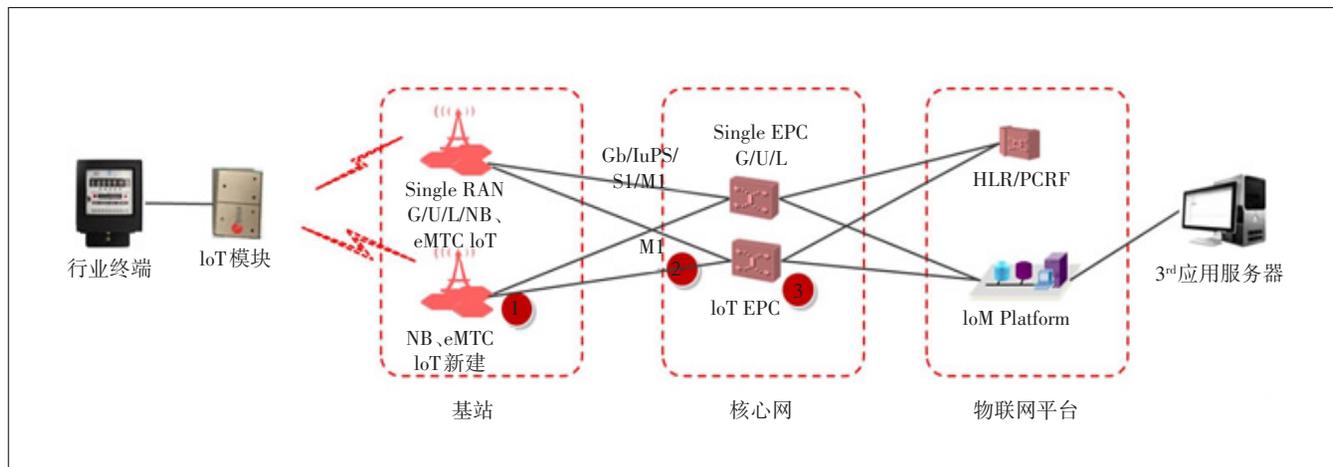


图5 NB-IoT组网架构示意图

丰富,对网络需求差异大;并增加了物联网平台与应用平台。涉及需求发现、方案制定、工程实施、运营保障多个环节,需多个专业协调合作,专业间协同合作难度大。

需建立跨产业互联网、网建、网优、运维多专业的服务支撑团队,形成后端专业支撑前端专业,前端专业支撑业务发展的机制。团队内部“前项”支撑,售前、售中、售后联合面向客户需求,售前、售后提前介入需求发现、方案制定、业务开通环节。例如针对终端接收能力弱问题,可快速界定责任方,协同解决。

4 结束语

物联网连接成为运营商切入垂直行业应用的关键点,不同速率时延的物联网需求对制式要求也不同。福州首个智慧水务项目组网部署也为低功耗广域网的众多应用积累经验。

参考文献:

[1] 赵静. 低速率物联网蜂窝通信技术现场及发展趋势[J]. 移动通信, 2016, 40(7): 27-30.
 [2] 戴国华,余骏华. NB-IoT的产生背景、标准发展以及特性和业务研究[J]. 移动通信, 2016, 40(7): 31-36.
 [3] 卢斌. NB-IoT物联网覆盖增强技术探讨[J]. 移动通信, 2016, 40(19): 55-59.
 [4] 谢东海,杨洋,席晨晨. NB-IoT技术在表计行业的应用[J]. 数字技术与应用, 2018, 36(8): 55-56.
 [5] 程阐明. NB-IoT网络RRC连接成功率问题分析与处理[J]. 移动通信, 2018, 42(10): 63-67.

[6] 刘玮. NB-IoT关键技术与规划仿真方法[J]. 电信科学, 2016 (Z1): 144-148.
 [7] 程日涛. NB-IoT规划目标及规划思路初探[J]. 电信科学, 2016 (Z1): 137-143.
 [8] 李言兵,刘毅,刘立洋. 依托GSM900 MR开展NB-IoT覆盖预测的方法[J]. 移动通信, 2018, 42(10): 63-67.
 [9] 郭宝,刘毅,张阳. NB-IoT组网规划分析[J]. 移动通信, 2018, 42(3): 48-53.
 [10] 胡泽妍. NB-IoT网络部署方案探讨[J]. 邮电设计技术, 2018(7): 6-10.
 [11] 李建军. NB-IoT组网方案研究[J]. 移动通信, 2017, 41(6): 14-18.
 [12] 周竞科. GSM与FDD、NB-IoT融合组网研讨[J]. 通信电源技术, 2018, 171(3): 209-211.
 [13] 孟凡,王金忠. NB-IoT联合组网及优化策略[J]. 电信工程技术与标准化, 2018, v.31; No.249(06): 32-36.
 [14] 陈博,甘志辉. NB-IoT网络商业价值及组网方案研究[J]. 移动通信, 2016, 40(13): 42-46.
 [15] 王计艳,王晓周,吴倩,等. 面向NB-IoT的核心网业务模型和组网方案[J]. 电信科学, 2017, 33(4): 148-154.
 [16] 黄悦,汤远方. NB-IoT物联网组网及覆盖能力探讨[J]. 移动通信, 2017, 41(18): 11-15.
 [17] 邹玉龙,丁晓进,王全全. NB-IoT关键技术及应用前景[J]. 中兴通讯技术, 2017, 23(1): 43-46.

作者简介:

陈海,毕业于重庆大学,高级工程师,硕士,主要从事无线网络优化网络规划工作;许绍松,毕业于南京邮电学院,高级工程师,学士,主要从事网络优化工作;陈锋,毕业于福建农林大学,高级工程师,学士,主要从事无线网络优化工作;许国平,毕业于北京邮电大学,高级工程师,博士,主要从事网络优化工作。