

# 900 MHz NB-IoT 无线网络基站 城区部署方案研究

## Research on NB-IoT 900 MHz Network Deployment Scheme in City

王照宇<sup>1</sup>,张 萌<sup>2</sup>(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司,河南 郑州 450007;2. 郑州市经济技术开发区建设局,河南 郑州 450007)

Wang Zhaoyu<sup>1</sup>,Zhang Meng<sup>2</sup>(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co.,Ltd. Zhengzhou Branch,Zhengzhou 450007,China;2. Construction Bureau of Zhengzhou Economic and Technological Development Zone ,Ltd.,Zhengzhou 450007,China)

### 摘 要:

随着物联网产业链的蓬勃发展,以NB-IoT为代表的低功耗广覆盖技术越来越受到业界的关注。首先对城区场景的NB-IoT 900 MHz基站进行网络仿真,分析站址部署方案。再对NB-IoT 900 MHz实验网基站进行单站覆盖测试和路测,分析单站覆盖范围。最后对NB-IoT 900 MHz基站进行连片覆盖测试,综合分析在城区场景下,合理的NB-IoT 900 MHz基站部署方案。

### 关键词:

物联网;站间距;NB-IoT;900 MHz;仿真  
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.01.009  
中图分类号:TN929.5  
文献标识码:A  
文章编号:1007-3043(2019)01-0042-05

### Abstract:

With the development of the Internet of things, the low power consumption wide coverage technology represented by NB-IoT is attracting more and more attention from the industry. Firstly, the network simulation of NB-IoT 900 MHz base station in urban areas is carried out, and the site deployment plan is analyzed. Then the coverage test and drive test for a single NB-IoT 900 MHz base station are carried out, and the coverage of single station is analyzed. Finally, the continuous coverage test of NB-IoT 900 MHz base station is carried out, and a reasonable deployment scheme of NB-IoT 900 MHz network is given.

### Keywords:

Internet of things; Station spacing; NB-IoT; 900 MHz; Simulation

**引用格式:**王照宇,张萌. 900 MHz NB-IoT 无线网络基站城区部署方案研究[J]. 邮电设计技术,2019(1):42-46.

## 1 概述

近年来,物联网产业链进入高速发展阶段,全球运营商都在积极推进物联网基站的建设。2017年6月,工信部发布了《关于全面推进移动物联网(NB-IoT)建设发展的通知》,提出基础电信企业要加大NB-IoT网络部署力度,提供良好的网络覆盖和服务质量,全面增强NB-IoT接入支撑能力。到2020年,NB-IoT网络实现全国普遍覆盖,面向室内、交通路网、地下管网等应用场景实现深度覆盖,基站规模达到150万个。

NB-IoT网络通过提高功率谱密度、发送重复和上行Inter-site CoMP等方式实现覆盖能力的提高。通过

路损模型可知,NB-IoT 900 MHz网络较GSM 900 MHz网络能提升13~23 dB的无线信号覆盖能力,其与现有的2G、3G、4G无线网络覆盖能力都不同。目前,多家运营商都在进行NB-IoT基站部署建设工作,如何基于现有站址资源合理规划部署NB-IoT 900 MHz基站,对于NB-IoT 900 MHz基站的站址规划具有重要意义。

## 2 NB-IoT 900 MHz 基站仿真

### 2.1 NB-IoT 900 MHz 部署频段

中国联通900 MHz频段的频谱资源为909~915/954~960 MHz,去掉95号保护频点,可用频点为29个,本次研究的NB-IoT无线网络部署主要利用123和124号频点中间的0.2 MHz,部署NB-IoT 900 MHz基站。

### 2.2 NB-IoT 900 MHz 链路预算

收稿日期:2018-12-18

在 Standalone 部署方式下,采用 Okumura-Hata 模型,在典型穿透损耗基础上,考虑 NB-IoT 室内及地下室的覆盖需求,同时增加额外的 10 dB 深度损耗,对 NB-IoT 900 MHz 覆盖性能进行理论计算,得到密集城区、普通城区、郊区、农村场景的 NB-IoT 900 MHz 理论覆盖半径。详见表 1。

表 1 N900 链路预算覆盖能力

参数名	配置			
	密集城区	普通城区	郊区	农村
场景				
业务类型	NB-IoT			
频段/MHz	900			
传播模型	Okumura-Hata			
基站天线增益/dBi	15			
馈线损耗/dB	1			
基站功率配置/dBm	NB-IoT:43			
终端功率配置/dBm	NB-IoT:23			
噪声系数/dB	基站:3			
	终端:5			
穿透损耗/dB	18	14	10	7
额外深度损耗/dB	10	10	10	10
阴影衰落标准差/dB	11.7	9.4	7.2	6.2
覆盖概率/%	99			
干扰余量/dB	NB-IoT:3			
站高/m	25	30	35	40
覆盖半径(95%覆盖概率)/km	1.16	2.46	7.21	20.06
覆盖半径(99%覆盖概率)/km	0.67	1.56	5.04	12.4

根据链路计算结果,在密集城区场景,满足 99% 覆盖率情况下,NB-IoT 900 MHz 频段覆盖半径为 670 m;普通城区场景,满足 99% 覆盖率情况下,NB-IoT 900 MHz 频段覆盖半径为 1 560 m;若降低覆盖率要求至 95%,NB-IoT 在 900 MHz 频段覆盖半径显著增大。

### 2.3 NB-IoT 900 MHz 站址规划

本文基于 A 市市区 G900 基站的站址,初步规划部署 N900 基站。基于 G900 全覆盖的站址,1:1 组网就是 NB-IoT 站点与 G900 全覆盖的站点全部共站部署。1:N(N>1)组网就是从 N 个 G900 的站点中选择 1 个站点与 NB-IoT 站点共站部署。按照 1:1、1:2、1:3 分别规划 N900 站点,详细的各方案规模对比如表 2 所示。

### 2.4 仿真结果

利用 Atoll 仿真软件,对按照 1:2 和 1:3 方案初步规划的 N900 基站进行 RSRP 覆盖仿真,验证 N900 基站规划方案的覆盖效果。仿真采用 20 m 精度的数字地图,Okumura Model 传播模型,穿透 1 堵外墙考虑穿损为 20 dB,1 堵内墙考虑穿损为 10 dB,共考虑穿透 1

表 2 各方案规模对比

区域	1:1 方案 站点数	1:2 方案 站点数	1:2 方案 站间距	1:3 方案 站点数	1:3 方案 站间距
a 区	505	256	502	150	703
b 区	154	92	499	62	610
c 区	223	132	524	86	642
d 区	115	59	507	33	713
e 区	77	51	438	36	556
合计	1 074	590	498	367	647

堵外墙和 2 堵内墙,穿透损耗共 40 dB。RSRP 小于-121 dBm 定义为弱覆盖。各区域仿真结果见表 3。

表 3 各方案 RSRP 仿真结果

区域	1:2 方案 RSRP≥-121 dBm 比例/%	1:3 方案 RSRP≥-121 dBm 比例/%
a 区	99.64	96.76
b 区	99.69	94.61
c 区	98.82	91.59
d 区	99.91	98.11
e 区	99.73	98.66

根据仿真结果,按照 N900 与 G900 1:3 方案,A 市市区主城区的 N900 网络 RSRP≥-121 dBm 的占比在 95% 左右,基本可以满足深度覆盖的要求,平均站间距为 647 m。

## 3 NB-IoT 900 MHz 实验网单站覆盖测试

### 3.1 楼宇室内测试

锁频 1 号实验网基站,对周边的高层住宅小区内的水表箱内外信号覆盖进行验证测试,该小区的水表箱位于每层公共走廊中。在距离基站 300、400、500 m 的楼宇位置,分别在低、中、高层水表箱内外进行测试。从测试结果情况分析,NB 测试设备在水表箱内对信号大约衰减 10 dB 左右,N900 信号整体覆盖较好,在距基站 500 m 的水表箱内,信号强度最低为-102.3 dBm,可满足业务要求。详细的测试数据如表 4 所示。

### 3.2 室外路测

锁频 2 号实验网基站,采用手持测试终端的方式,对该站点的 3 个小区,分别进行路测分析。第 1 小区的路测平均 RSRP 为-67.09 dBm,SINR 为 27.12 dB,在距离该小区最远 610 m 处,RSRP 为-85 dBm;第 2 小区路测平均 RSRP 为-70.12 dBm,SINR 为 29.47 dB,在距离该小区最远 580 m 处,RSRP 为-84 dBm;第 3 小区的路测平均 RSRP 为-77.37 dBm,SINR 为 29.37 dB,在距离该小区最远 930 m 处,RSRP 为-104 dBm。

表4 N900单站覆盖测试结果

距离/m	位置	RSRP/dBm	位置	RSRP/dBm	位置	RSRP/dBm
300	1F门口	-72.7	-	-	-	-
300	2F内	-81.9	10F内	-71.9	15F内	-85.6
300	2F水表箱内	-89.4	10F水表箱内	-83.6	15F水表箱内	-92.9
400	1F门口	-78.1	-	-	-	-
400	2F内	-87.6	10F内	-89.8	15F内	-93.1
400	2F水表箱内	-95.5	10F水表箱内	-101.6	15F水表箱内	-101.5
500	1F门口	-81.9	-	-	-	-
500	2F内	-86.7	10F内	-89.9	15F内	-91.2
500	2F水表箱内	-92.6	10F水表箱内	-102.3	15F水表箱内	-97.8

按照室内穿透1堵外墙(每堵20 dB穿透损耗)、2

堵内墙(每堵10 dB穿透损耗)估算,只有在路测信号为-80 dBm的时候,室内信号为-120 dBm,才能够满足业务要求。从路测结果分析,在距离小区主瓣380 m的位置,信号为-80 dBm左右。

#### 4 NB-IoT 900 MHz 连片覆盖测试

在N900连片覆盖区域内选取2个N900基站,分别测试区域内距离N900基站远、中、近点覆盖情况。由于L1800基站较密,且部分楼宇已进行室分覆盖,因此部分区域L1800的信号强度高于N900,当测试点接收到的N900信号和L1800不是同物理站址时,不进行信号强度对比分析。测试结果如表5~表6所示。

表5 A基站N900与L1800覆盖对比测试

测试点	具体楼宇	测试点	N900 RSRP 对比同站址 L1800的增益/dBm	N900					LTE
				RSRP/dBm	SINR/dB	TX power/dBm	MCL/dB	上行速率/(kbit/s)	RSRP/dBm
近点	A1 测试楼宇(距离A基站117 m)	三号1F	18.01	-81.80	2.935	18.4375	-111.00	2.316	-99.81
		三号3F	24.93	-83.20	2.791	15.385	-112.40	7.200	-108.13
		三号6F	10.66	-82.40	3.330	9.680	-111.60	6.660	-93.06
		五号1F	21.95	-76.40	4.999	11.273	-105.60	3.837	-98.35
		五号3F	19.87	-76.30	3.775	10.786	-105.50	2.900	-96.17
		五号6F	20.70	-79.30	1.580	11.170	-108.50	4.660	-100.00
		七号1F	17.64	-85.10	4.561	13.500	-114.30	4.437	-102.74
		九号1F	20.34	-86.30	5.320	13.400	-115.50	3.967	-106.64
		九号2F	20.53	-68.50	6.350	6.786	-97.70	5.778	-89.03
		九号3F	18.60	-75.10	6.200	2.520	-104.30	3.120	-93.70
		十一号1F	18.99	-86.60	2.730	16.280	-115.80	1.740	-105.59
十一号2F	20.64	-84.00	3.733	14.158	-113.20	4.258	-104.64		
十一号3F	18.71	-79.90	4.744	12.000	-109.10	9.158	-98.61		
中点	A2 测试楼宇(距离A基站223 m)	23F 3	-	-78.20	4.113	7.640	-107.40	6.410	-90.53
		23F 2	-	-80.30	1.400	13.800	-109.50	4.700	-86.74
		23F 1	-	-78.90	2.800	15.270	-108.10	1.760	-81.17
		16F 3	-	-79.70	-0.550	15.640	-108.90	2.760	-76.15
		16F 2	-	-86.70	1.370	14.100	-115.90	1.375	-81.57
		16F 1	-	-87.00	1.600	23.000	-116.20	1.200	-63.37
		6F 3	-	-78.70	3.490	11.260	-107.90	6.170	-83.94
		6F 2	-	-91.20	0.740	20.400	-120.40	6.480	-74.91
6F 1	-	-74.60	4.750	8.590	-103.80	4.000	-81.94		
远点	A3 测试楼宇(距离A基站308 m)	1F1	-	-108.70	-2.378	23.000	-137.90		
		1F2	-	-106.20	-3.770	23.000	-135.40		
		1F3	-	-106.00	-3.478	23.000	-135.20		
		7F1	-	-108.40	-1.600	23.000	-137.60		-114.63
		7F2	-	-109.50	-2.320	23.000	-138.70		-113.50
		7F3	-	-93.90	-1.170	22.100	-123.10		-97.00
		13F1	22.13	-94.00	0.664	20.189	-123.20	5.060	-116.13
		13F2	24.25	-90.00	0.893	20.300	-119.20	4.540	-114.25
		13F3	23.07	-90.43	0.177	18.400	-119.63	3.590	-113.50

表6 B基站N900与L1800覆盖对比测试

测试点	具体楼宇	测试点	N900 RSRP对比同站址L1800的增益/dBm	N900					LTE
				RSRP/dBm	SINR/dB	TX power/dBm	MCL/dB	上行速率/(kbit/s)	RSRP/dBm
近点	B1测试楼宇(距离B基站181 m)	18F 1	19.98	-75.90	4.56	2.28	-105.10	7.080	-95.88
		18F 2	20.75	-78.38	3.94	5.00	-107.58	7.550	-99.13
		18F 3	14.61	-65.64	1.12	14.39	-94.84	7.624	-80.25
		8F 1	28.60	-59.90	5.58	1.67	-89.10	6.678	-88.50
		8F 2	12.80	-78.70	3.15	15.85	-107.90	4.918	-91.50
		8F 3	22.45	-72.30	5.38	8.44	-101.50	9.210	-94.75
		1F 1	22.68	-69.20	4.48	5.36	-98.40	6.790	-91.88
		1F 2	18.79	-78.20	5.49	8.92	-107.40	6.830	-96.99
		1F 3	20.92	-80.28	3.59	18.06	-109.48	4.880	-101.20
		B1F 1	21.55	-96.60	-0.21	21.68	-125.80	5.280	-118.15
		B1F 2	19.43	-84.20	2.92	19.05	-113.40	7.080	-103.63
		B1F 3	24.41	-76.30	-6.19	10.43	-105.50	5.693	-100.71
		B2F 1	-						
		B2F 2	-	-104.20	-3.06	23.00	-133.40		
B2F 3	-								
中点	B2测试楼宇(距离B基站304 m)	17F 1	25.62	-55.10	5.08	-1.30	-84.30	8.040	-80.72
		17F 2	24.60	-81.90	1.89	9.54	-111.10	5.305	-106.50
		17F 3	15.84	-79.40	4.83	11.00	-108.60	6.700	-95.24
		7F 1	24.14	-55.20	6.59	-0.25	-84.40	8.934	-79.34
		7F 2	28.27	-65.60	5.75	0.40	-94.80	7.200	-93.87
		7F 3	19.76	-78.81	3.11	12.29	-108.01	7.204	-98.57
		1F 1	-	-64.00	4.60	4.13	-93.20	8.000	-77.61
		1F 2	-	-79.80	4.79	16.16	-109.00	8.625	-68.66
		1F 3	-	-81.90	5.68	13.66	-111.10	8.440	-71.13
		B1F 1	-	-83.26	5.50	12.33	-112.46	8.290	-74.58
		B1F 2	-	-83.20	3.83	12.00	-112.40	8.308	-72.80
		B1F 3	-	-89.40	3.87	19.10	-118.60	7.135	-73.89
		B2F 1	-	-96.80	1.33	21.07	-126.00	5.810	
		B2F 2	-	-99.20	0.38	21.75	-128.40	5.350	
B2F 3	-	-100.50	-0.85	22.88	-129.70	4.725			
远点	B3测试楼宇(距离B基站417 m)	4F 1	-	-84.54	1.18	15.87	-113.74	9.170	-77.84
		4F 2	-	-89.78	0.77	19.89	-118.98	4.030	-75.60
		4F 3	-	-98.70	0.02	22.15	-127.90	3.690	-75.53
		2F 1	-	-90.40	2.69	17.42	-119.60	5.510	-78.02
		2F 2	-	-104.10	-1.89	23.00	-133.30	4.640	-76.23
		2F 3	-	-105.30	-1.68	22.43	-134.50	3.270	-99.80
		1F 1	-	-92.30	3.38	19.00	-121.50	6.880	-71.83
		1F 2	-	-94.90	2.11	21.27	-124.10	6.910	-75.13
		1F 3	-	-97.60	-1.83	23.00	-126.80	1.060	-89.52

从测试结果可以看出,在近点处,N900信号都能够覆盖到地下一层,在中点处N900信号能够覆盖到部分地下一层,无法覆盖到地下二层,在远点处N900信号能够覆盖到地上建筑物内,无法覆盖到地下一层。

详细的测试结论如表7所示。

## 5 结论

综合NB-IoT 900 MHz网络仿真、单站测试、连片



表7 N900连片覆盖测试结果

距离/m	平均RSRP/dBm		
	地面	地下一层	地下二层
近点(≤180)	-76	-95	无覆盖
中点(180,350]	-85	部分覆盖,覆盖部分平均-103	无覆盖
远点(>350)	-95	无覆盖	无覆盖

覆盖测试的结果,要完善密集市区NB-IoT 900 MHz网络的连续连片深度覆盖,使其能够覆盖到室内水表和地下一层停车场,NB-IoT 900 MHz基站的单站覆盖范围应在340 m左右,最大覆盖距离不建议超过400 m,站间距建议在550~650 m。在站点规划时,首要选择布局层的基站作为N900的备选站,同时结合N900的站间距,选择站高适中的补盲层基站进行补充。

由于在900 MHz频段普遍存在私装直放站干扰的情况,900 MHz频段的底噪干扰较大,一定程度上会影响N900网络性能,在部署N900网络时,需要对干扰较大的小区进行排查,并结合底噪干扰的大小,灵活调整N900的站间距。

NB-IoT 900 MHz网络与传统的2G、3G、4G蜂窝网络不同,是一张针对物联网业务的独立的网络,相关业务无法回落到2G、3G、4G网络上,需要新增独立的基站主设备,或对U900分布式基站设备进行升级改造。结合N900实验网在前期工程部署实施方面的经验,在主设备选型方面,可结合2G的退网策略,在G1800退网的区域,有G900的站点,选择GN900 SDR设备对老旧G900设备进行替换,利旧原900 MHz天线;无G900的站点,新增GN900 SDR设备,可将WCDMA天线替换为多端口高低频独立电调天线,G900、N900、U2100共用天线部署,补充2G的覆盖空洞,减少施工难度。在G900退网的区域,新增N900的设备,可将WCDMA天线替换为多端口高低频独立电调天线,N900和U2100共用天线部署。有U900的站点,采用软件升级的方式,利旧原900 MHz天线部署。

由于部分小区N900的覆盖方向和3G、4G的覆盖区域不同,无法和原3G、4G系统共天线部署,需要独立新增900 MHz天线部署。

#### 参考文献:

[1] 工业和信息化部办公厅. 关于全面推进移动物联网(NB-IoT)建设发展的通知[EB/OL]. [2018-03-30]. <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146592/n3917132/n4062109/c5692602/content.html>.  
[2] 赵元,张力方,邢宇龙. NB-IoT技术评估及组网方案研究[J]. 邮

电设计技术,2017(8):40-45.

[3] 王伟,冷俊,聂昌,等. 城区900 MHz LTE部署方案研究[J]. 邮电设计技术,2017(6):22-25.  
[4] 彭雄根,李新,陈旭奇. NB-IoT技术的发展及网络部署策略研究[J]. 邮电设计技术,2017(3):58-61.  
[5] WANG Y P E, LIN X, ADHIKARY A, et al. A Primer on 3GPP Narrowband Internet of Things (NB-IoT) [J]. IEEE Communications Magazine, 2016, 55(3).  
[6] LAURIDSEN M, KOVACS I Z, MOGENSEN P, et al. Coverage and Capacity Analysis of LTE-M and NB-IoT in a Rural Area [C]// Vehicular Technology Conference. IEEE, 2017: 1-5.  
[7] LAURIDSEN M, NGUYEN H, VEJLGAARD B, et al. Coverage Comparison of GPRS, NB-IoT, LoRa, and SigFox in a 7800 km<sup>2</sup> Area [C]// Vehicular Technology Conference. IEEE, 2017: 1-5.  
[8] RATASUK R, TAN J, MANGALVEDHE N, et al. Analysis of NB-IoT Deployment in LTE Guard-Band [C]// Vehicular Technology Conference. IEEE, 2017: 1-5.  
[9] BEYENE Y D, JANTTI R, RUTTIK K, et al. On the Performance of Narrow-Band Internet of Things (NB-IoT) [C]// Wireless Communications and NETWORKING Conference. IEEE, 2017: 1-6.  
[10] ADHIKARY A, LIN X, WANG Y P E. Performance Evaluation of NB-IoT Coverage [C]// Vehicular Technology Conference. IEEE, 2017: 1-5.  
[11] RATASUK R, VEJLGAARD B, MANGALVEDHE N, et al. NB-IoT system for M2M communication [C]// Wireless Communications and NETWORKING Conference. IEEE, 2016: 428-432.  
[12] 王权,邱涛. 中国联通900 MHz频谱策略研究分析[J]. 邮电设计技术,2017(5):54-57.  
[13] 徐瑞,董春辉. 物联网建设思路及部署方案[J]. 电信科学, 2016(s1):113-120.  
[14] 张超,高有军,丁海煜. NB-IoT性能浅析[J]. 移动通信, 2017, 41(21):47-52.  
[15] 曲井致. NB-IoT低速率窄带物联网通信技术现状及发展趋势[J]. 科技创新与应用, 2016(31):115-115.  
[16] MANGALVEDHE N, RATASUK R, GHOSH A. NB-IoT deployment study for low power wide area cellular IoT [C]// IEEE, International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications. IEEE, 2016: 1-6.  
[17] OH S M, SHIN J S. An Efficient Small Data Transmission Scheme in the 3GPP NB-IoT System [J]. IEEE Communications Letters, 2017, 21(3):660-663.

#### 作者简介:

王照宇,工程师,硕士,主要从事无线网络的研究、规划和设计工作;张萌,学士,主要从事城市规划、质量监督工作。

