

窄带、重传、低频--NB-IoT 强覆盖能力的三剑客

2017-04-12

LPWAN 技术公众号：强覆盖是 NB-IoT 技术的最大特点之一，不仅可以满足农村这样的广覆盖需求，对于厂区、地下车库、井盖这类对深度覆盖有要求的应用同样适用。以井盖监测为例，过去 GPRS 的方式需要伸出一根天线，车辆来往极易损坏，而 NB-IoT 只要部署得当，就可以很好的解决这一难题。这主要得益于 NB-IoT 的强覆盖能力。

1.衡量标准

为了衡量 NB-IoT 的覆盖能力，3GPP 标准组织对此进行了定义，要求相比现有 GSM、宽带 LTE 等网络覆盖要增强 20dB。

2.标准由来

为什么是 20dB 呢？借用网上报道的水表例子来理解。水表所处位置无线环境差，与智能手机相比，高度差导致信号差 4dB，同时再盖上盖子，额外增加约 10dB 左右损耗，所以需要增强约 20dB。



根据 3GPP 标准定义，不同网络下的 MCL 要求如下表所示。从表中可见，各制式下覆盖的瓶颈均在上行，其中 NB-IoT 的上行 MCL 为-164dBm，而 GSM、宽带 LTE 网络的上行 MCL 为-144dBm，因此 20dB 的增益是相比 GSM 和现有 LTE 网络而言的。

3.关键技术

那么 20dB 的增益是怎么得来的呢？在回答这个问题之前，先了解几个关键概念。
MCL: Maximum Coupling Loss，最大耦合损失。是指接收端为了能正确地解调发射端发出的信号，整个传输链路上允许的最大路径损耗(dBm)。

PSD: power spectral density，功率谱密度。表示每单位频率波携带的功率(W/Hz)。

窄带、重传、低频--NB-IoT 强覆盖能力的三剑客。

3.1 窄带

窄带所带来的增益用 PSD 衡量。NB-IoT 上行载波带宽为 3.75/15KHz，相比现有 2G/3G/4G 上行 200KHz(除去保护带宽，实际为 180KHz)的 PRB，PSD 增益约为 11dB： $\log((200\text{mW}/15\text{KHz})/(200\text{mW}/180\text{KHz}))=10.7\text{dB}$ 。也就是 NB-IoT 单位带宽所携带的能量比 2G/3G/4G 更高，因此同等情况下可覆盖更远距离。其中 200mW 对应发射功率为 23dB 的终端($10\log 200\text{mW}=23\text{dB}$)。

3.2 重传

相比传统方式，NB-IoT 支持更多次数的重传。重传次数每翻一倍，速率就会减半，同时带来 3dB 的增益，通俗点讲就是说一遍听不清，就多说几遍，提高听清的概率。

标准中定义上行重传次数最大可达 128 次，但考虑边缘场景下的速率以及小区容量，上行重传次数最大一般限为 16 次，对应 9dB 的增益（实际比理论低了约 3dB）。

3.3 低频

NB-IoT 虽然可以部署于任何频段，但考虑覆盖需求，一般选择 1GHz 以下低频频段部署。相比高频，低频具有路径损耗更低、绕射能力更强等优点，更加适合远距离覆盖。（高频则更加适合视距范围内的通信，即发射端与接收端之间无遮挡、距离近）

前述 20dB 的增益就是这么来的： $11\text{dB}(\text{PSD})+9\text{dB}(\text{重传})=20\text{dB}$ ，再加上 NB-IoT 普遍部署于 1GHz 以下的低频频段上，三者共同保证了 NB-IoT 技术的更强覆盖。

4.Q&A

细心的读者可能已经有疑问了：

Q1: 上行子载波带宽有 3.75/15kHz 两种，如果采用 3.75kHz 的带宽，PSD 增益不就到 17dB 了吗？此时的增益是不是就达到了 30dB？

A: 有一定道理: $\log((200\text{mW}/3.75\text{KHz})/(200\text{mW}/180\text{KHz}))=17\text{dB}$ 。之所以没有使用 3.75kHz 计算, 主要是考虑边缘区域的速率因素, 为了保证边缘区域与宽带 LTE 具有相当的速率 (相同评估模型), 前面按 15kHz 来计算的。

Q2: 前面是基于终端的发射功率为 200mW、对应发射功率为 23dB 来计算的, 实际上 GSM 最大发射功率可达 33dB, 此时 NB-IoT 的增益是不是就只有 10dB 了?

A: 当边缘区域与 GPRS 速率相当时 (相同评估模型), NB-IoT 通过加大重传次数依然可获得 20dB 的增益: $17\text{dB}(\text{PSD})+(12+)\text{dB}(\text{重传})-10\text{dB}(\text{发射功率差异})=19+\text{dB}$ 。

微信扫描以下二维码, 免费加入【5G 俱乐部】, 还赠送整套: 5G 前沿、NB-IoT、4G+ (VoLTE) 资料。

