

NB-IOT低功耗详解

谷雨文档中心

<http://doc.iotxx.com>

2019-08-24

NB-IOT低功耗详解

在《NB-IOT技术揭秘》[手册 1]一文中，描述了NB-IOT的前世今生，也对NB-IOT低功耗的实现做了简要介绍。

本文详细描述NB-IOT低功耗的实现，以让读者掌握NB模组低功耗的实施方法。

1 低功耗的必要性

为满足安装环境没有电源供电，需要使用电池，同时为了满足电池达到 5 到 10 年寿命的需求，NB-IoT 网络引入了 PSM 和 eDRX，PSM和eDRX技术极大降低了终端功耗，使得NB设备在生命周期绝大部分时间处于极低功耗状态，从而保证电池的使用寿命。

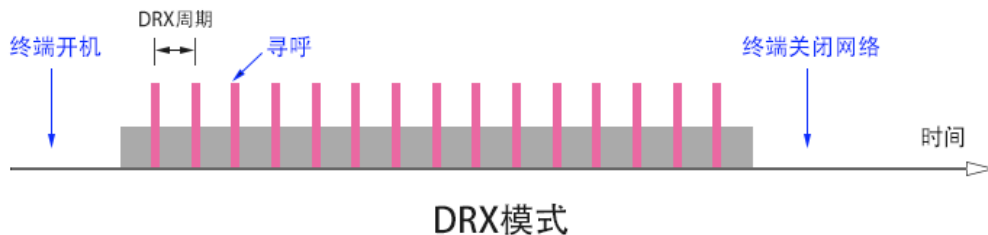
NB低功耗需要从三种工作模式来描述：

- **DRX模式**：传统技术模式，终端时刻在线，例如我们的手机，只要开机，就可以时刻被呼叫。
- **eDRX模式**：DRX模式的扩展，将网络先开一会，再停一会（休眠），开的时候可以收到数据，停的时候收不到数据。
- **PSM模式**：可以理解为把eDRX模式中的休眠时间拉的更长，从几小时到几天时间，功耗大幅下降，从而能做到“一节电池用5年”。

2 DRX模式说明

DRX的意思是不连续接收Discontinuous Reception的简称，但对硬件产品通信时的宏观层面来看，是“连续接收”，随时可以收到数据，因此功耗也最高（DRX待机功耗大概在1mA左右）。

从下图可以看出，在时域上，时间被划分成一个个联系的DRX周期，在这些周期里，终端寻呼监听网络，网络侧的数据随时可以下达。

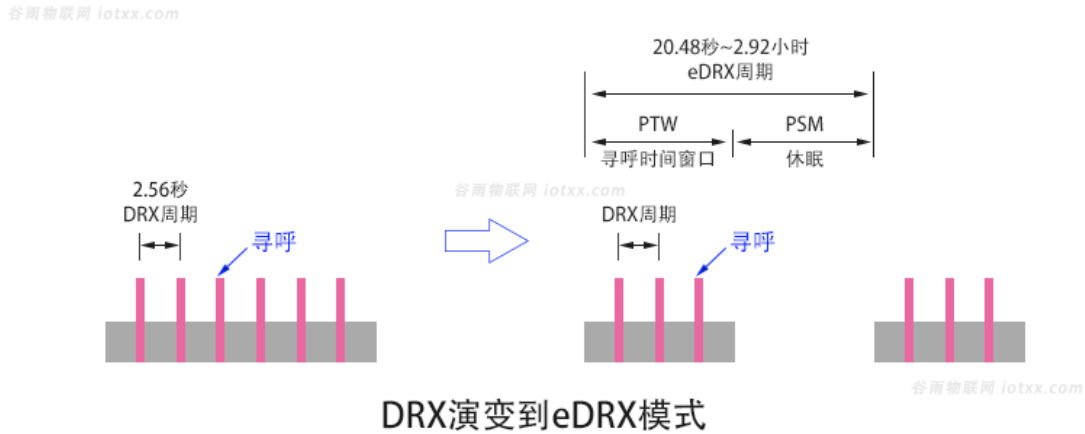


对于时延特别敏感的客户应用，可以考虑只使用传统的 DRX 模式（DRX 寻呼周期最短 1.28 秒），从而缩短数据下发到终端的时延。但是如果大量终端采用 DRX 模式，平台同时下发数据到大量终端时，会导致NB 网络资源耗尽，出现无法正常下发数据到终端的情况。因此，平台在对终端下发数据时，应充分考虑分散下发时间点，避免集中下发。

从NB-IOT的设计初衷就可以看出，NB网络中很少使用该中工作模式，因此，NB-IOT主要以eDRX和PSM两种模式为主。

3 eDRX模式说明

eDRX是扩展不连续接收，为进一步减少终端在空闲状态监听网络的寻呼次数，通过扩展寻呼网络的周期，减少终端监听网络寻呼的时间，从而降低终端功耗。

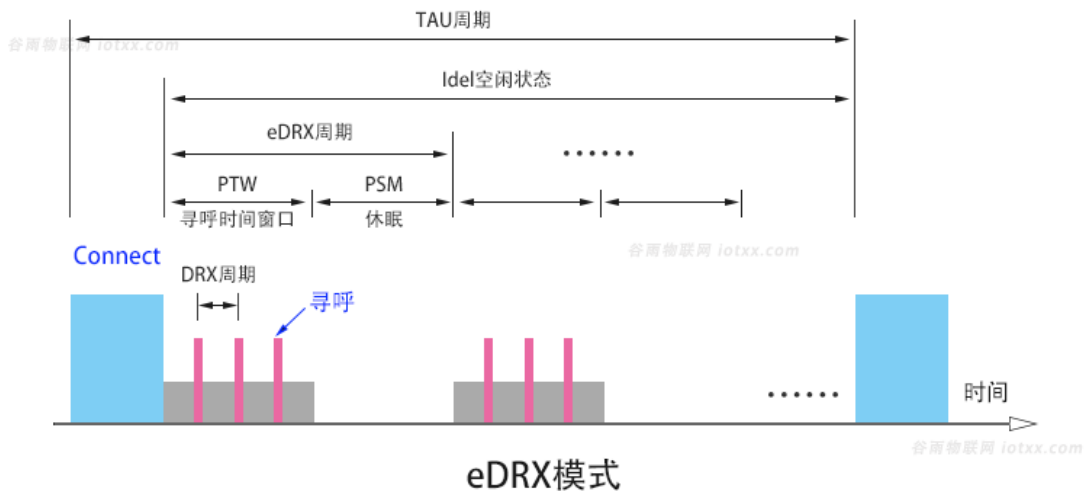


DRX演变到eDRX模式

为了适应物联网更低功耗、时延更不敏感的业务特点，在省电方面提出了 eDRX 技术，通过扩展现有 DRX 周期可以达到分钟、小时级别（eDRX 周期为 20.48s ~ 10.24s*210，最大约为 2.92小时）。使用 eDRX 功能的终端只需要在eDRX寻呼周期内的寻呼时间窗口（PTW）才需要监听网络下发寻呼消息。如果eDRX周期越大，PTW寻呼时间窗口越小，那么终端大部分时间中都不需要监听网络，从而达到省电的效果。

处于eDRX状态下，终端是支持下行数据的接收，如果平台再寻呼窗口内下发数据，终端可以很快的接收到数据。

如果平台下发数据时刻，终端寻呼时间串口（PTW）尚未到来，核心网网关（SGW）可缓存10个数据包（超过丢弃，注意，实际缓存的数量请联系运营商确认）。直到终端寻呼窗口时间到达时，核心网才会寻呼终端并下发数据。因此平台数据下发到终端接收到数据的最大时延为一个eDRX寻呼周期。因此，eDRX 模式适宜具备一定时延容忍度，又有节电需求的场景。所以eDRX的寻呼周期设置，需与业务场景匹配，以平衡功耗和实时性。



- 一个TAU周期内，包含一个连接态和一个Idle空闲态。
- Idle空闲态中包含了多个eDRX寻呼周期。eDRX周期最小值为20.48秒，最大值2.92小时。
- 每个eDRX寻呼周期中又包含了一个PTW周期和一个PSM周期。PTW周期最小值为2.56秒，最大的值为40.96秒
- 在PTW周期内，DRX周期的最小值为1.28秒，最大值为10.24秒。

PTW和PSM的状态会周期性的出现在TAU中，使得终端能够间歇性地处于待机的状态，等待网络对其的呼叫。

TAU是LTE中的“位置更新（也叫跟踪区更新）”每当位置更新周期到来时，终端会主动寻呼网络。在PSM中，我们会详细描述。

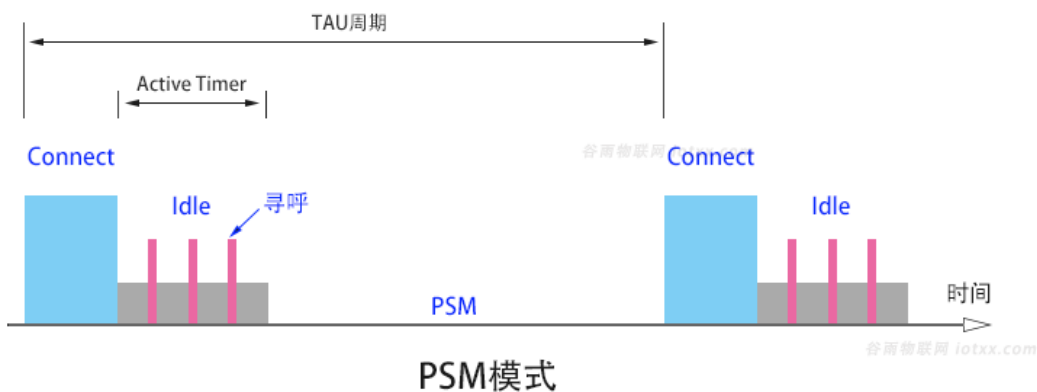
4 PSM模式说明

PSM 状态是指终端进入功率节省状态（Power Saving Mode），处于 PSM 状态终端关闭收发信号机，不监听无线侧寻呼，与网络没有任何消息交互，最大程度降低功耗。当终端处于 PSM 状态时，平台发送给终端任何数据，网络都不会立即下发给终端。只有当用户终端离开 PSM 状态进入到连接状态时，平台侧下发的数据才会发送给终端。因此，对于使用 PSM 模式终端，如果平台需要下发数据，需等待终端主动上传数据时，才能进行数据下发。

进入 PSM 状态：

当终端上传数据完成后，无线基站启动“不活动计时器”（默认 20 秒），如果终端在这个定时器时间内一直没有接收和发送数据，基站将释放终端无线连接（核心网用户会话信息保持，终端 IP 地址不变），终端进入 Idle 状态并启动激活定时器（ActiveTime），当激活定时器超时后，终端才会进入 PSM 状态。若下图所示，20s不活动定时器的状态被省略。

谷商物联网 iotxx.com



在PSM模式下，平台有数据下发需求时，应在终端上报数据发生后、尚未进入PSM状态时可以进行下行通信，下行通信时段为：不活动定时器时长（默认20s）+激活定时器（ActiveTime）时长。因此可以设置ActiveTime来实现快速进入PSM或者延缓进入PSM状态的时间，如若应用场景仅须上传数据无下行需求，则ActiveTime设置最小值2秒；若应用场景有上传数据也有下行通信需求，则可ActiveTime设置大一些（ActiveTime设置范围：2秒到186分钟）。一般ActiveTime不超过30分钟。

退出PSM状态：

终端离开PSM状态条件有两个原因：

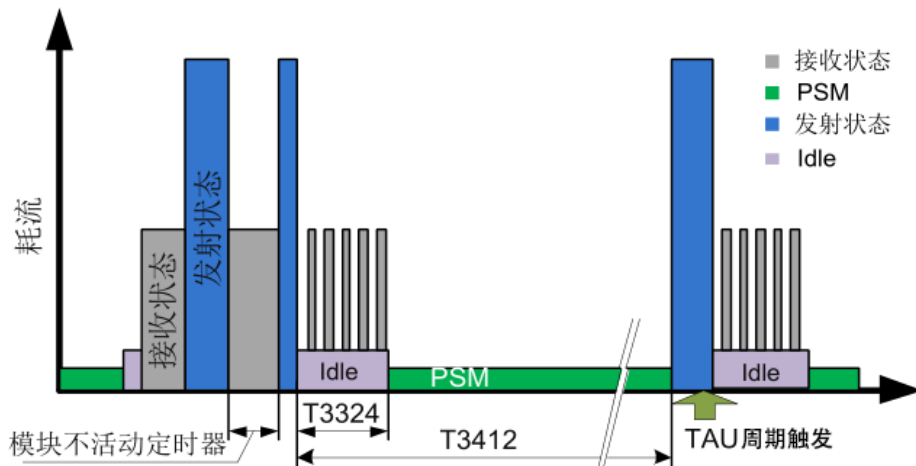
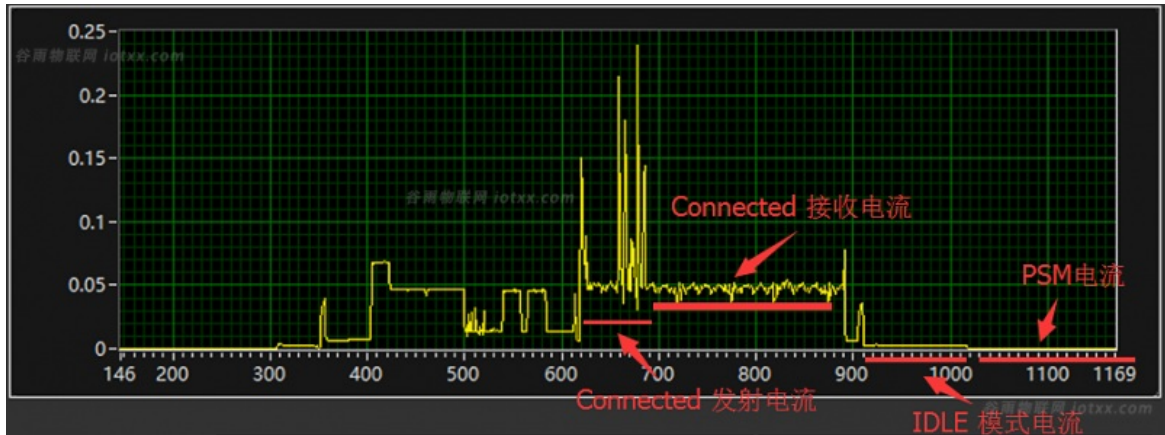
- 终端主动上报数据，用户有数据上报时，可以立即激活网络连接并离开PSM状态，进入连接状态，传输数据。
- TAU周期到达（位置更新定时器）。每当位置更新定时器超时后，终端都会离开PSM状态，进入连接状态（上报终端位置信息）。通过增加TAU周期时长，可降低终端功耗。TAU周期最小值54分钟，最大值310小时，一般设置为24小时。

5 电流消耗

如下图是各个状态的电流消耗情况：

终端状态	电流消耗
连接态发射电流	最大268mA
连接态接收电流	平均50mA
Idle状态	平均1mA
PSM状态	平均5uA

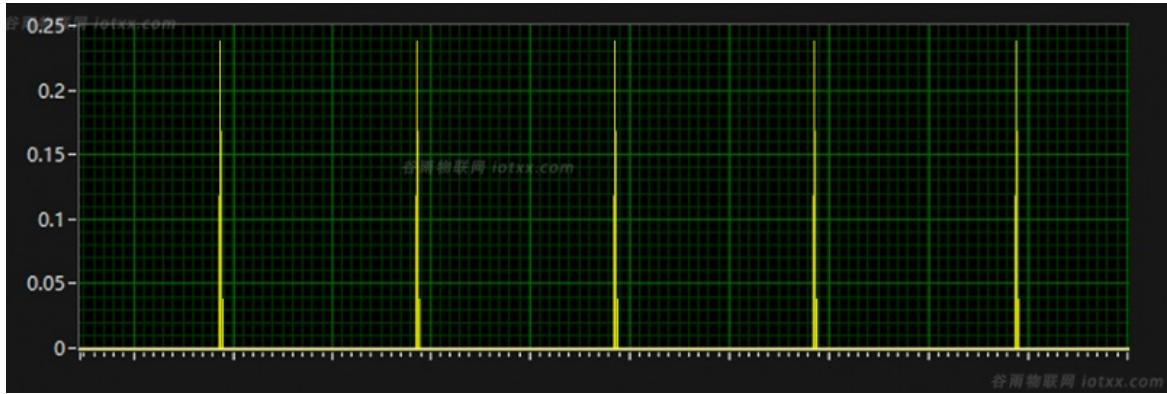
终端发送一次数据的时候一次需要建立连接发送数据-》监听网络数据-》进入Idle-》进入PSM状态。



首先，连接状态中数据传输对应Connect发射电流，数据发送完成后进入无数据传输的连接状态，此时对应Connect接收电流，这部分存在一个不活动定时器，该定时器由核心网配置，默认默认值为20s，随后进入Idle状态，在该模式中存在一个激活定时器（ActiveTime），该定时器上面章节有描述过，由运营商通过APN来配置，该定时器超时后进入PSM状态。

连接结束的时候启动T3412定时器，该定时器超时后会触发TAU更新，再次进入连接态，终端上报相关数据并且寻呼网络是否有数据下发。

TAU周期中的T3412时长和T3323（也就是ActiveTime）时长均由运营商配置。电信默认的APN，TAU周期为24小时，下图是TAU周期引起的电流消耗。



6 适用场景

根据前面的NB-IOT低功耗特点，以下几种业务需求不适宜NB网络承载：

- 由于 NB 速率只有 15kbps 左右，带宽型大速率的业务是不能使用 NB 承载。
- 由于 NB 不支持切换，对于高速移动（大于30Km/h）数据业务是不能使用 NB 承载。
- 由于 NB 传输时延普遍较长，对于时延特别敏感类业务是不适宜使用 NB 承载，应充分测试评估。

NB-IOT适用场景：

- 公共事业，例如水表电表气表，以及路灯、井盖监控等。
- 一般工业，例如光伏发电、货物跟踪，能耗监测等。
- 智能应用，例如商用公调，医疗健康等领域。

结合NB-IOT技术的特点，我们将业务场景分类两类：

- 监控上报类。
- 下发控制类。

6.1 监控上报

监测上报类应用场景以上行通信为主，下行通信为辅，可细分为长周期、短周期等2类。

- 长周期监测上报类应用场景为：井盖、消防栓、烟雾报警、建筑倾斜等。其场景特点为：
 - 1) 偶尔事件上报+每日签到；
 - 2) 主要以终端上行通信为主，下行通信为辅；
- 短周期监测上报类应用场景为：抄表、动物监测、停车、环境监测等，其场景特点为：
 - 1) 小时级别的周期或离散数据上报；
 - 2) 上行通信为主，下行通信为辅

6.1.1 上行通信配置思路

终端主动上报数据，数据传送结束后进入Idle空闲态，ActiveTime定时器到时后，终端直接进入PSM状态。终端离开PSM状态条件：1) 终端主动上报数据；2) 位置周期更新定时器；

若TAU位置更新周期大于用户数据上报周期，可节省一次TAU位置更新导致的终端唤醒和网络连接，从而节省空口资源、增加网络容量。建议周期性TAU的周期时长尽量大于终端上报数据周期时长，例如周期性TAU时长=终端上报周期时长+10分钟，假如水表每个24小时上报一次读数，则TAU周期设置为24h+10min。

6.1.2 下行通信配置思路

平台有数据下发需求时，应在终端有上报数据发生后、尚未进入PSM状态下下发，下行通信的时段为：不活动定时器时长+ ActiveTime时长。

因此可通过设置ActiveTime来实现快速进入PSM或者延缓进入PSM状态的时间，如若应用场景仅须上传数据无下行需求，则ActiveTime设置为最小值2秒；若应用场景有上传数据也有下行通信需求，则可ActiveTime设置大一些（ActiveTime设置范围：2秒到186分钟）。一般ActiveTime不超过30分钟。



6.2 下发控制

下发控制类的应用场景主要为：路灯开关、家电开关、共享单车开锁等。

命令下发： 云端应用对终端实时发送指令，要求终端立即执行所需动作。

通信特点： 终端不仅有周期性上报数据，还需相对快的接收到网络侧消息。即上下行通信并重模式。

应用举例：

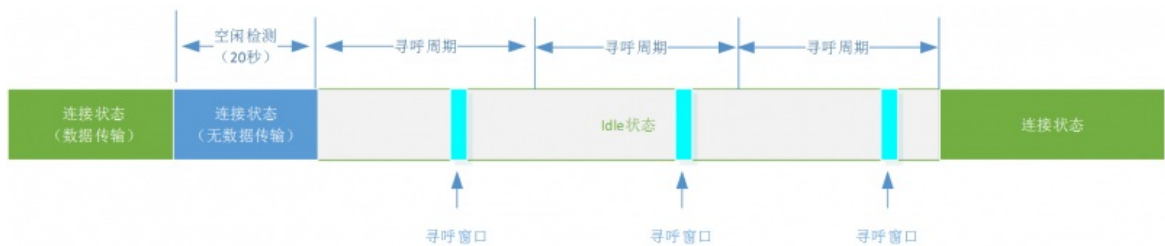
- 路灯：云端应用可随时向路灯下发指令（开、关、亮度30%、亮度50%等），路灯在几十秒内执行该指令所要求的动作。路灯定时或按需上报路灯终端的数据（电流、电压、外挂传感器数据）。
- 空调：云端应用可随时向空调下发指令（状态查询、开、关、温度、风向等），空调在几十秒内或立即执行该指令所要求的动作。空调定时上报终端的数据。
- 共享单车：云端应用可随时向自行车下发指令（开锁等），自行车立即执行该指令所要求的动作。

6.2.1 通信配置思路

下发控制类应用场景主要提出了下行控制的实时性，为了保障终端能够相对快地接收到网络侧消息，不启用PSM模式，确保上下行通信均可满足需求。

下行控制的实时性等级取决于寻呼周期的长短。寻呼周期主要有：空闲态DRX、IDLE态eDRX。其中空闲态DRX为基站侧全局配置；而IDLE态eDRX则以核心网MME基于APN配置实施。因此在NB-IOT的下行控制实时性主要以eDRX寻呼周期的长短为主。

对于时延敏感的应用场景，使用较小的eDRX寻呼周期，甚至可不启用eDRX。对于控制实时性要求不高的场景，设置较大的eDRX寻呼周期，达到降低功耗的目的。eDRX寻呼周期越大，越有利于终端省电。




7 运营商配置

运营商配置是指运营商提供的NB网络APN，APN可以理解是预设定的网络环境参数模板，用户在开卡时选择合适的APN来签约。

7.1 中国电信

电信NB卡默认签约APN为“ctnb”，终端不需要设置，由网络附着时下发，不同的APN对应不同的定时器参数，根据业务需要选择合适的定时器参数。详情请联系电信公司。

NB特殊定制APN



NB卡默认签约APN为“ctnb”，终端不需要设置，由网络下发。不同的APN对应不同的定时器参数，根据业务需要选择合适的定时器参数

APN名称	APN描述	PSM	eDRX	激活定时器	eDRX周期	寻呼窗口
ue.prefer.ctnb	用户设置为准，使用用户上传的参数为准配置	终端上报	终端上报	终端上报	终端上报	终端上报
ctnb	监测上报类，立即PSM（2秒），不启用eDRX	开启	关闭	2秒	-	-
psmA.eDRX0.ctnb	监测上报类，立即PSM（2秒），不启用eDRX	开启	关闭	2秒	-	-
psmC.eDRX0.ctnb	监测上报类，稍后PSM（60秒），不启用eDRX	开启	关闭	60秒	-	-
psmF.eDRXC.ctnb	监测上报类，稍后PSM（180秒），启用eDRX，寻呼周期20秒	开启	开启	180秒	20.48s	10.48s
psm0.eDRXH.ctnb	下发控制类，关闭PSM，启用eDRX，下发时延（15分钟）	关闭	开启	-	655.36s	10.24 s
psm0.eDRXD.ctnb	下发控制类，关闭PSM，启用eDRX，下发时延（1分钟）	关闭	开启	-	40.96 s	10.24 s
psm0.eDRXC.ctnb	下发控制类，关闭PSM，启用eDRX，下发时延（30秒）	关闭	开启	-	20.48 s	10.24 s
psm0.eDRX0.ctnb	下发控制类，关闭PSM，启用DRX，下发时延（10秒）	关闭	关闭(DRX)	-	2.56s	-

7.2 中国移动

中国移动默认签约APN为cmnbiot，下图中虽然说PSM和eDRX由终端控制，但是在开卡时仍然需要由移动来设置低功耗模式和定时器时长。详情请联系移动公司

序号	APN名称	PSM	eDRX		适用场景
		T3324	TeDRX	TPTW	
1	cmnbiot	终端控制			
2	cmnbiot1	不启用	不启用		1.对节电无要求业务 2.有平台主动触发下行数据，下行数据随时发起，时延要求极高业务（20.48s以下）
3	cmnbiot2	8s	不启用		上行数据发送，无平台主动触发下行数据发送业务
4	cmnbiot3	不启用	20.48s	10.24s	有平台主动触发下行数据，下行数据随时发起，对时延要求为21s-1min的业务
5	cmnbiot4	不启用	81.92s	10.24s	有平台主动触发下行数据，下行数据随时发起，对时延要求为1min-2mins的业务
6	cmnbiot5	不启用	163.84s	10.24s	有平台主动触发下行数据，下行数据随时发起，对时延要求为2mins以上的业务
7	cmnbiot6	120s	20.48s	10.24s	有平台主动触发下行数据，下行数据随时发送，实时性要求不高

8 模组低功耗状态查询

通过上面章节我们了解到，NB 应用的低功耗机制和 SIM 卡运营商的配置密不可分，那么我们怎么确定我的卡所支持的低功耗机制呢？因为模块的低功耗机制是一定的，只是其中几个关键定时器的值是动态

的，而这几个值是这张卡在注册网络时同步下来的，那么我们可以通过 **CGREG** 这个指令获取网络分配的定时器值，我们通过看 **AT** 指令手册可以看到这个指令的相关描述：

首先发送指令设置**CEREG**模式：**AT+CEREG=5**，准备用来查询从网络侧获取到的定时器参数。

然后发送指令查询：**AT+CEREG?**，模块返回：**+CEREG:5,1,4638,04669A51,7,,00000001,00111000**，格式详情，请阅读模组的**AT**指令手册，下面是相关截图：

<n>	Integer type
0	Disable network registration unsolicited result code
1	Enable network registration unsolicited result code: "+CEREG:<stat>"
2	Enable network registration and location information unsolicited result code: "+CEREG:<stat>[,<lac>],[<ci>],[<AcT>]"
3	Enable network registration, location information and EMM cause value information unsolicited result code: "+CEREG:<stat>[,<lac>],[<ci>],[<AcT>],[<cause_type>,<reject_cause>]"
4	For a UE that requests PSM, enable network registration and location information unsolicited result code: "+CEREG:<stat>[,<lac>],[<ci>],[<AcT>],[,<Active-Time>],[<Periodic-TAU>]]]"
5	For a UE that requests PSM, enable network registration, location information and EMM cause value information unsolicited result code: "+CEREG:<stat>[,<lac>],[<ci>],[<AcT>],[<cause_type>],[<reject_cause>],[<Active-Time>],[<Periodic-TAU>]]]"

<Active-Time> String type. One byte in an 8-bit format. Indicates the active time value (T3324) allocated to the UE in E-UTRAN. The active time value is coded as one byte (octet 3) of the GPRS Timer 2 information element coded as bit format (e.g. "00100100" equals 4 minutes).

Bits 5 to 1 represent the binary coded timer value.

Bits 6 to 8 defines the timer value unit for the GPRS timer as follows:

Bits

8 7 6

0 0 0 value is incremented in multiples of 2 seconds

0 0 1 value is incremented in multiples of 1 minute

0 1 0 value is incremented in multiples of decihours

1 1 1 value indicates that the timer is deactivated.

Other values shall be interpreted as multiples of 1 minute in this version of the protocol.

<Periodic-TAU> String type. One byte in an 8-bit format. Indicates the extended periodic TAU value (T3412) allocated to the UE in E-UTRAN. The extended periodic TAU value is coded as one byte (octet 3) of the GPRS Timer 3 information element coded as bit format (e.g. "01000111" equals 70 hours).

Bits 5 to 1 represent the binary coded timer value.

Bits 6 to 8 defines the timer value unit for the GPRS timer as follows:

Bits

8 7 6

0 0 0 value is incremented in multiples of 10 minutes

0 0 1 value is incremented in multiples of 1 hour

0 1 0 value is incremented in multiples of 10 hours

0 1 1 value is incremented in multiples of 2 seconds

1 0 0 value is incremented in multiples of 30 seconds

1 0 1 value is incremented in multiples of 1 minute

1 1 0 value is incremented in multiples of 320 hours

1 1 1 value indicates that the timer is deactivated

即对应的**ActiveTimer**是：**00000001**，**TAU**周期值为：**00111000**。然后按照3GPP中的规定对参数进行解析，

对应解析之后 **ActiveTime** (T3324) 为：2 秒 * 1，**TAU** (T3412) 为：1小时 * 24。这就是电信NB卡默认签约的apn: ctnb

9 平台的必要性

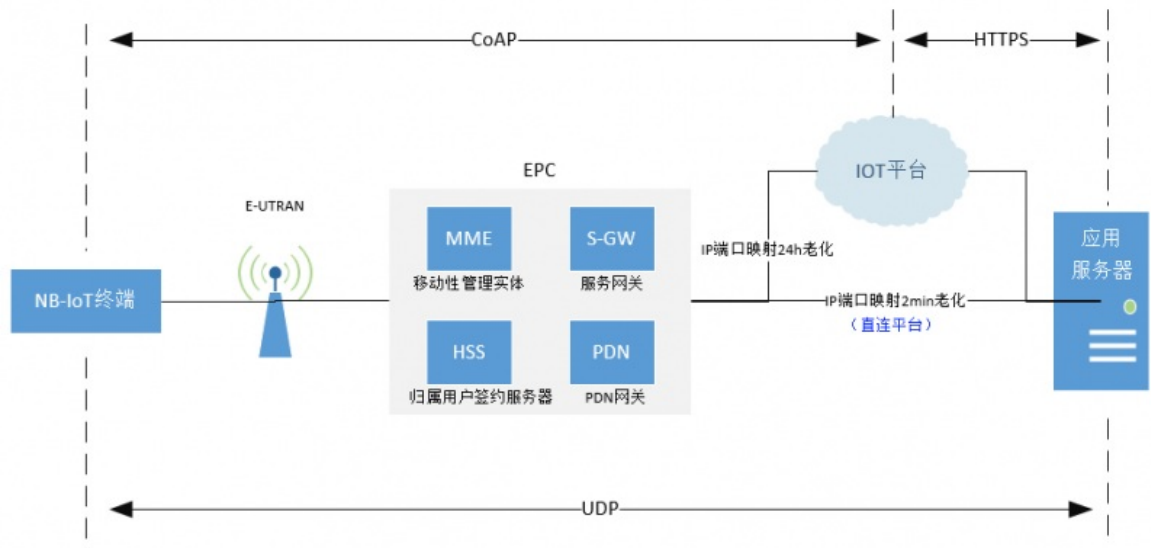
习惯了自建全能服务器的用户来说，电信平台（华为OceanConnect中的独立NB-IOT业务）的引入显得非常突兀，那么电信平台的价值在哪，为什么一定要使用平台？

本章节做一个简单的介绍，下图是电信平台的宣传重点。



在我们看来，前三个特性才是NB网络平台的价值所在，核心网与平台的深度定制。

- 免心跳，自建服务器必须要终端不断的发送心跳包才能维持连接，否则服务器无法下发数据（请阅读NAT网络穿透与端口老化相关资料），但这导致终端无法长时间的深度休眠，从而导致功耗大幅增加。
- 命令缓存：当终端处于休眠状态，且心跳时刻上位到达，自建服务器此时下发数据将会石沉大海。
- 拥塞控制：自建服务器无法检测NB-IOT网络的拥堵情况。



采用直连的方式连接通信时（终端通过核心网EPC与其他公网服务器通信），EPC会将内网的IP映射成一个外网的IP加端口，这一映射存在老化机制。实际测试发现，如果成功入网的设备超过2分钟不与公网服务器进行数据交互，则上次通信的IP及端口映射关系失效，此时即便模块处于eDRX升至DRX模式，公网

服务器仍然无法通过上次成功通信的IP和端口与终端进行通信。大家可以在电脑上用任意的网络调试助手与公网服务器连接测试。

因此，就需要IOT平台来作为终端与应用服务器之间的桥梁，由于IoT平台与EPC深度结合，能够通过一些机制保证IP和端口映射长时间不老化（目前可实现24h）。

另外由于NB-IOT是一个窄带通信协议，并发性非常有限，不建议频繁通信占用带宽。

10 本文参考

1. [NB-IOT技术揭秘](#)，一文读懂NB-IOT

本PDF由谷雨文档中心自动生成，点击下方链接阅读最新内容。

取自“<http://doc.iotxx.com/index.php?title=NB-IOT低功耗详解>”

- 本页面最后编辑于2019年1月14日（星期一） 21:38。