

中国电信 NB-IoT 终端 开发参考白皮书

2018 版

Version 1.0

本白皮书主要起草人：

陈正文、陈寿炎、刘奇峰、于翔、罗丹、魏民、王诚志、任永攀、叶青、陈平辉

前言

2017 年 6 月，中国电信率先在全球商用了 NB-IoT 网络，在产业链合作伙伴的共同推动下，NB-IoT 产品形态持续丰富，新兴应用不断涌现。伴随 NB-IoT 产品的快速发展，终端通信设计的重要性逐步显现，终端通信行为特征与网络特性的良好适配能够使 NB-IoT 优势能力在产品中得到更优体现。

为使 NB-IoT 终端产品在设计开发阶段就与网络通信特征紧密适配，中国电信编制本白皮书，作为合作伙伴 NB-IoT 终端开发的技术参考，希望与合作伙伴共同推动 NB-IoT 终端产品的成熟，促进 NB-IoT 市场应用的繁荣。

本白皮书描述了 NB-IoT 终端开发所涉及的技术要点，着重对 NB-IoT 终端硬件设计、软件设计、通信能力、功耗优化和安全要求等提出了设计建议。

目录 | CONTENT

1	范围	4
2	规范性引用文件	4
3	缩略语	5
4	总则要求	6
5	硬件设计	7
	5.1 模组选型	7
	5.2 电源设计	7
	5.3 串口设计	9
	5.4 USIM 卡设计	9
	5.5 模组扩展 MCU 设计	11
	5.6 单板硬件设计	11
6	软件设计	13
	6.1 下发控制	13
	6.2 并发和重传	15
	6.3 终端主动释放 RRC 连接	18
	6.4 软件可靠性设计	19
	6.5 支持 CoAP 协议接入	20
	6.6 FOTA 升级	21
	6.7 DTLS 特性使用说明	22
7	SIM 卡选型参考	23

8	通信相关功能	28
	8.1 射频性能	28
	8.1.1 发射机	28
	8.1.2 接收机	28
	8.2 APN 选择	28
	8.3 终端接入 NB-IoT 业务接入网关	30
	8.4 异频重选	30
	8.5 避免断电	30
	8.6 上报网络质量数据	30
	8.7 定位功能	31
	8.8 短消息功能	
9	安全要求	31
	9.1 物理安全	31
	9.2 身份认证和访问控制	31
	9.3 传输通道机密性	31
	9.4 数据和用户隐私	32
	9.5 应用和升级软件完整性	32
10	附件	33
	10.1 消费级插拔卡物理特性参数	33
	10.2 消费级贴片卡物理特性参数	34
	10.3 工业级插拔卡物理特性参数	35
	10.4 工业级贴片卡物理特性参数	36

1 范围

本白皮书适用于在中国电信 NB-IoT 网络中使用的 NB-IoT 物联网终端。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- [1] 中国电信移动终端需求白皮书 – 机卡兼容功能分册
- [2] 中国电信物联网模块需求白皮书 –NB-IoT 分册（2018.v1）
- [3] 中国电信物联网模块需求白皮书 –NB-IoT 模块硬件规格分册 (2018.v1)
- [4] 中国电信物联网专用卡需求白皮书（总册）（2018.v1）
- [5] 中国电信物联网专用卡需求白皮书（插接式封装形式分册）（2017.v1）
- [6] 中国电信物联网专用卡需求白皮书（贴片式封装形式分册）（2018.v1）
- [7] 中国电信物联网专用卡需求白皮书（消费级）（2017.v1）
- [8] 中国电信物联网专用卡需求白皮书（工业级）（2017.v1）
- [9] 3GPP TS36.521-1 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) conformance specification;Radio transmission and reception;Part 1: Conformance Testing

3 缩略语

表 3-1. 缩略语释义表

缩写	英文全称	中文名称
2FF	second Form Factor	长 2.5 厘米，宽 1.5 厘米的 SIM 卡
3FF	Third form factor	长 1.5 厘米，宽 1.2 厘米的 SIM 卡
4FF	fourth form factor	长 1.23 厘米，宽 0.88 厘米的 SIM 卡
APN	Access Point Name	接入点名称
APP	Application	计算机应用程序
AT	Attention	终端设备与应用处理器之间的连接与通信的指令
B5	Band 5 (824~849MHZ,869~894MHZ)	频段 5
CN	Core Network	核心网
DCE	Data Circuit terminating Equipment	数据通信设备，本文指通讯模组
DRX	Discontinuous Reception	非连续接收
DTE	Data Terminal Equipment	数据终端设备
eDRX	Enhanced Discontinuous Reception	增强型非连续接收
FOTA	Firmware Over-The-Air	固件空中下载升级
IP	Internet Protocol	网络之间互连的协议
MCU	Microcontroller Unit	微控制单元
NB-IoT	Narrow Band Internet of Things	基于蜂窝的窄带物联网
PCB	Printed Circuit Board	印制电路板
PIO	Programming input output	可编程输入输出脚
PSM	Power Saving Mode	低功耗模式
RSRP	Reference Signal Receiving Power	参考信号接收功率
SIMID	SIM Identity	基于 SIM 卡的身份认证
SINR	Signal to Interference plus Noise Ratio	信号与干扰加噪声比
TAU	Tracking Area Update	跟踪区域更新
USIM	Universal Subscriber Identity Module	全球用户识别卡

4 总则要求

本白皮书从硬件、软件、SIM 卡、通信功能、安全能力等方面给出 NB-IoT 终端开发设计建议。

表 4-1. 设计建议表

分类	具体项目	作用	参考章节
硬件设计	电源设计	包括直接供电和电池供电两种方式，需要满足上下电时序要求	5.2
	串口设计	给出串口设计建议	5.3
	USIM 卡设计	给出 USIM 卡电路设计准则，避免烧卡和信号完整性问题	5.4
	模组扩展 MCU 设计	对于复杂应用可扩展增加 MCU	5.5
	单板硬件设计	给出终端硬件设计上的关注点，保证产品可靠性	5.6
软件设计	下发控制	给出 PSM 和非 PSM 两种模式下的下发控制建议，以满足省电和实时控制要求	6.1
	并发和重传	并发和重传机制需要重点关注，给出推荐设计。	6.2
	终端主动释放 RRC 连接	由终端根据业务场景按需采用，有助于快速离开连接态，节省功耗	6.3
	软件可靠性设计	给出各种场景下的软件可靠性设计建议，避免程序挂死	6.4
	支持 CoAP 协议接入	终端需要支持 CoAP 通信协议，方便接入中国电信 NB-IoT 业务接入网关	6.5
	FOTA 升级	FOTA 升级是必选功能，给出软硬件设计建议	6.6
	DTLS 特性使用	采用 DTLS 协议对应用 / 管理数据进行保护	6.7
SIM 卡选型	SIM 卡选型	介绍 SIM 卡的基本知识，根据具体应用场景选择消费级卡、工业级卡和贴片卡	7
通信相关功能	射频性能	列出主要的射频发射、接收的性能要求	8.1
	APN 选择	介绍中国电信多种 APN 对应的节电参数，满足各种应用场景	8.2
	终端接入 NB-IoT 业务接入网关	终端接入中国电信 NB-IoT 业务接入网关的简介	8.3
	异频重选	终端不锁定频点，支持异频重选，伴随网络优化享受更优无线质量	8.4
	避免断电	避免断电机制后重新附着网络引起的额外功耗	8.5
	上报网络质量数据	建议终端向云端上报无线网络质量	8.6
	定位功能	终端对 NB-IoT 定位功能支持	8.7
	短消息功能	终端对短消息功能支持。	8.8

分类	具体项目	作用	参考章节
安全要求	物理安全	NB-IoT 终端的物理安全防护机制	9.1
	身份认证和访问控制	NB-IoT 终端设备加强访问控制，以防范非授权用户的恶意访问	9.2
	传输通道机密性	NB-IoT 终端在传输业务数据时需要传输通道进行必要的加密	9.3
	数据和用户隐私	NB-IoT 终端需要一定的安全防护能力，确保隐私数据在无授权的情况，被他人非法盗取	9.4
	应用和升级软件完整性	NB-IoT 终端应当具备一定的安全防护机制，确保自身软件的完整性，以避免受到外部恶意代码的侵入	9.5

5 硬件设计

5.1 模组选型

中国电信入库的 NB-IoT 模组可在中国电信天翼终端信息平台查询：

http://surfing.hicdma.com/pud_kuandai.do?pid=10070&navId=nav_cpk

5.2 电源设计

(1) 对于外部适配器供电或直流源供电情况

通过电源适配电路调整供电电压为模组的典型电压，供电系统电流需大于 500mA，电源瞬态 1A 时确保系统不掉电。电源设计需要考虑纹波 <1%，噪声 <3%，功能需要防反接、短路保护、过流保护、大动态切换等。模组供电电路外围参考设计见图 5-1：

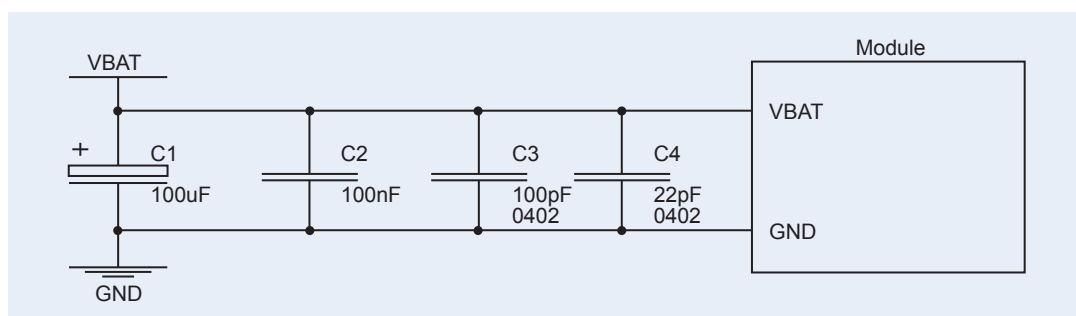


图 5-1. 模组供电电路设计图

（2）对于使用电池供电情况

NB-IoT 模组的输入电源电压分两类：A 类供电电压：典型电压 3.6V，截止电压 3.1V，最高电压 4.2V；B 类供电电压：典型电压 3V，截止电压 2.1V，最高电压 3.6V。

（3）NB-IoT 模组上下电时序要求

模块可以通过 VBAT 上电进行开机，为了保障模块能够稳定的运行，建议上电时序见图 5-2：

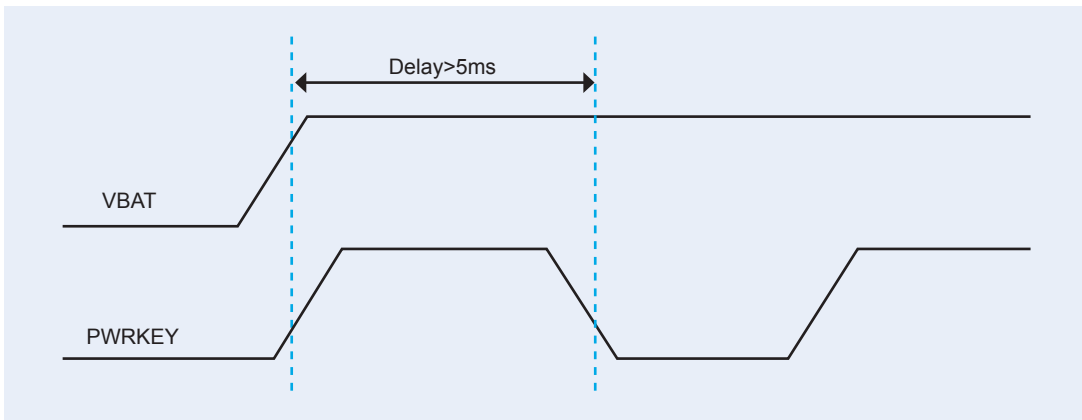


图 5-2. 模组上电时序图参考图

模块可以通过 VBAT 断电进行关机，为了保障模块能够稳定的运行和模块的程序处理完成，建议下电时序见图 5-3：

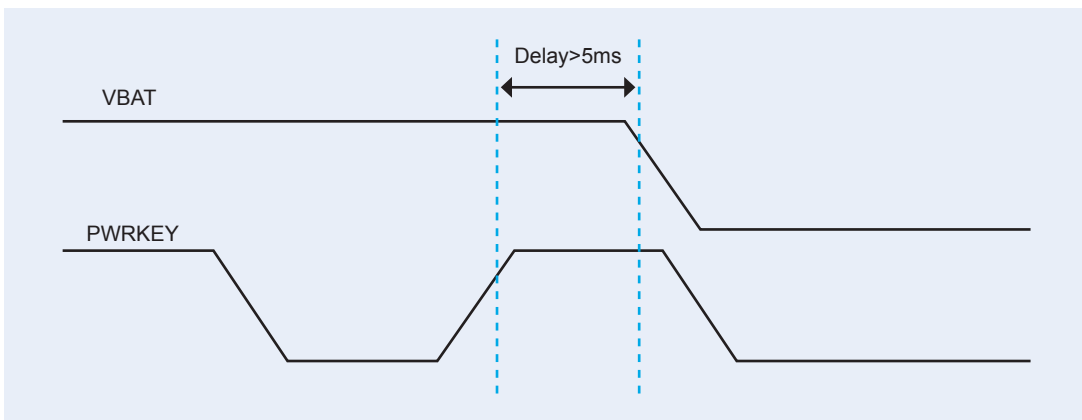


图 5-3. 模组下电时序图参考图

终端整机断电建议模组 VBAT 断电后 10S 才能断电，否则容易导致模组损坏和 SIM 卡损坏。

5.3 串口设计

NB-IoT 芯片当前有两路串口，AT 命令口及日志 Log 检测口。

对于终端底板没有 MCU 的场景，AT 命令口需要对接终端设备，由于 NB-IoT 的串口是 3.0V /2.8V/1.8V 电平，需要做好电平转换，并在接口处增加 TVS 等防护。建议 AT/Log 串口都预留接插件（建议整机结构件预留），AT 串口实现近端升级，Log 口用于项目前期的问题定位。

对于终端底板有 MCU 的场景，AT 串口需要 MCU 做串口透传，建议 Log 也接到 MCU 串口管脚，便于后续 MCU 记录日志等功能。同时模组出来的 AT/Log 串口都预留接插件（建议整机结构件预留），AT 串口实现近端升级，Log 口用于项目前期的问题定位。

模组和外部 MCU 或者 PC 端口连接方式建议见图 5-4，RI 信号根据终端设计的实际需求进行选择连接。

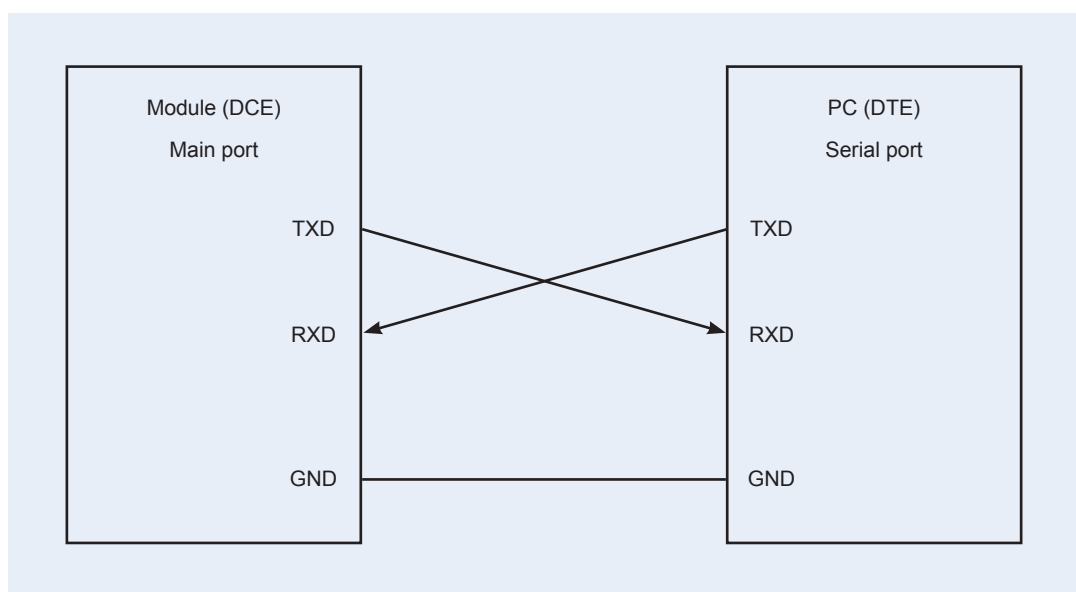


图 5-4. 模组与 MCU/PC 连接方式参考图

5.4 USIM 卡设计

硬件设计上 USIM 由于经常手动插拔，因此信号线上建议增加 TVS 管防护，同时数据线增加 20K 上拉电阻（USIM 协议要求）。SIM 卡的设计建议加 TVS 保护，同时接口上建议加 RC 电路，电路设计参考见图 5-5：

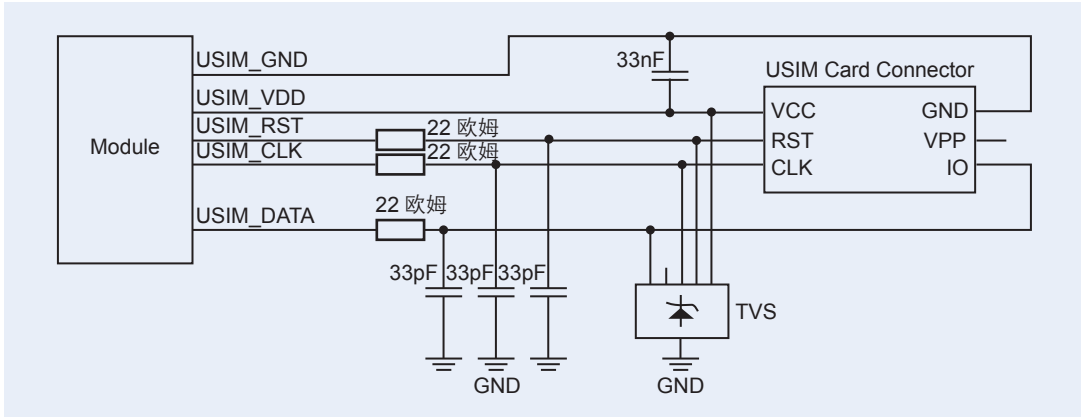


图 5-5. SIM 卡设计电路设计参考图

为了提高客户对 USIM 卡设计的可靠性和可用性，建议遵循以下 USIM 卡电路设计准则：

(1) USIM 卡布局尽可能靠近模块。保证走线长度尽可能小于 50mm。

(2) 保持 USIM 卡信号远离频信号和 V_BAT 电源走线。

(3) 确保模块和 USIM 卡之间的接地短而宽；并保持地和 USIM_VCC 的宽度不少于 0.5mm。USIM_VCC 退耦电容应小于 1uF 并且靠近 USIM 卡。

(4) 为了避免 USIM_DATA 和 USIM_CLK 之间互扰，在信号走线周围包地隔离。

(5) 为了提供良好的静电保护，建议添加 TVS 管。

另外，SIM 的电路设计建议满足上下电时序图，防止出现逻辑烧卡现象，如图 5-6 和图 5-7 所示。

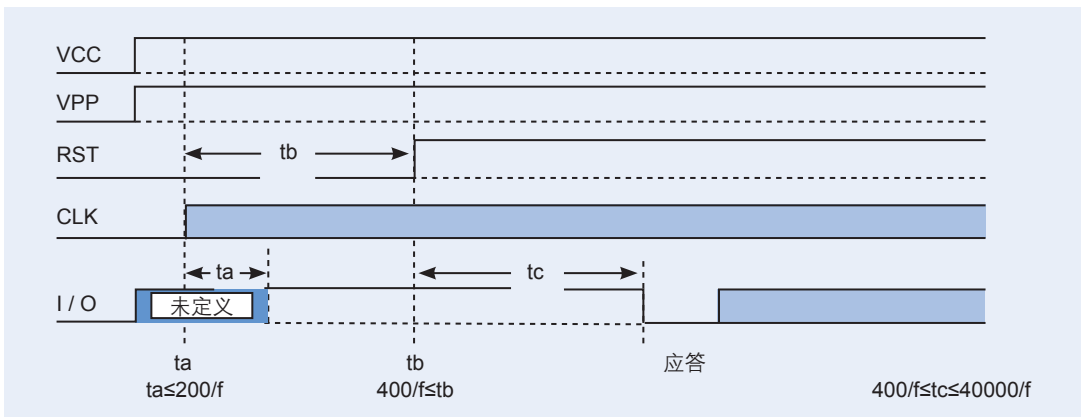


图 5-6. SIM 卡上电时序图参考

上电前,所有端口皆处于低电平(L)态; VCC 电源电压先上电(H 态),后提供 VPP 编程电压,在智能 SIM 卡中, VPP 端无用; VCC 电源端稳定一段时间后,将 I/O 端口置为接收方式(H 态),并提供稳定的 CLK 时钟信号(注: I/O 口需在提供 CLK 信号前或在提供 CLK 信号后 200 个时钟周期内 (ta) 置为接收方式); RST 复位信号需在提供 CLK 信号后 400 个时钟周期内 (tb) 保持 L 态,之后才可置为 H 态;提供复位信号后 400 ~ 40000 个时钟周期内 (tc), I/O 口有复位应答。

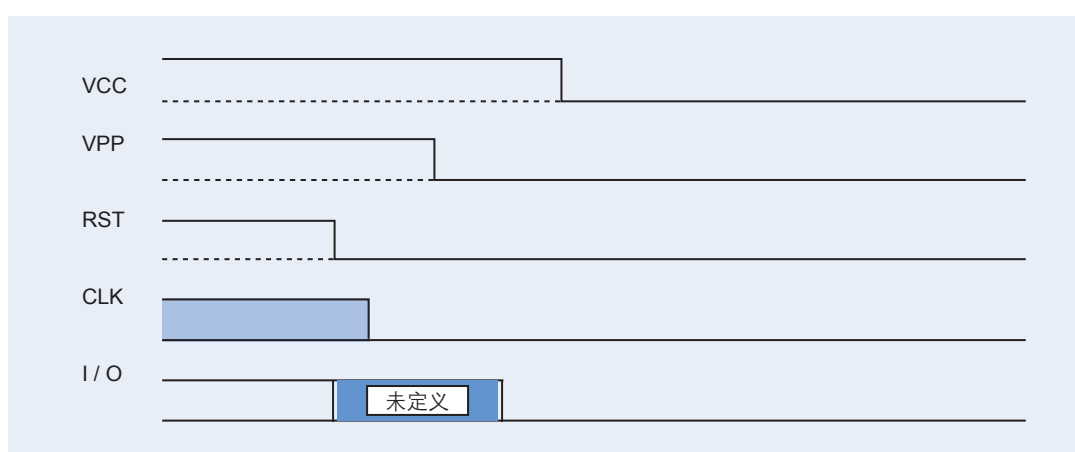


图 5-7. SIM 卡下电时序图

当信息交换结束下电时,首先将 RST 端置为 L 态;然后结束 CLK 输入并将 I/O 口置为 L 态;最后将 VCC 端置为 L 态。

5.5 模组扩展 MCU 设计

对于复杂应用,由于对外部接口和软件协议栈都有特殊要求,在模组内部资源不足以支撑繁重的任务调度及接口复用需求时,可以增加 MCU 扩展接口、RAM/Flash 资源等。

MCU 的选型需要根据自己的硬件接口和软件协议栈所需要的开销进行分析选择,针对 MCU 主流厂家及型号的分析,选择型号着重考虑低功耗漏电、唤醒方式、成本、面积、接口及 Flash 资源等

5.6 单板硬件设计

NB-IoT 终端产品,由于产品应用场景多,使用场景复杂多样,上网应用产品数量巨大,各种应用具体要求也不相同。产品实际设计中要根据应用规格需求做分析设计,特别关注终端产品使用年限、寿命、可靠性等要求,在产品阶段必须保证寿命、性能指标、可靠性满足产品实际使用要求,开发中需要关注以下

几点：

（1）终端产品设计要考虑系统级可靠性，建议在芯片内或终端底板增加硬件看门狗电路，避免模组软件异常后系统挂死；

（2）终端硬件单板器件选型要满足产品使用年限。产品器件选型、硬件可靠性要按照最长使用年限设计，并通过可靠性测试认证。

（3）终端设备单板、电池等器件选型，要满足设备使用环境温度要求；

（4）终端产品开发阶段，需要进行高低温测试、中长期可靠性等各种测试验证，提前暴露、发现产品可靠性缺陷，并进行优化改进，通过产品可靠性测试认证，确保最终批量上网产品可靠性能够满足最长使用年限要求，避免海量产品在使用生命周期中间出现产品批次硬件故障。

（5）终端硬件射频设计需要在传导环境下符合 3GPP 协议标准；在非重传模式下的测试指标为 REFSENS -108.2dbm、FER<5%，重传模式下，需要达到 3GPP 规定的最大路损 164dbm。终端天线的性能建议通过 OTA 测试来保障天线性能达到 3GPP 规定的要求。

（6）PCB 布局时，做好隔离分区，避免射频信号受干扰；数字信号和模拟分开；电源和射频信号放置在芯片两侧，减少电源对射频的干扰；如果 PCB 空间容许，时钟最好单独隔腔处理。做好 PCB 叠层设计，实现 50 欧姆阻抗匹配；终端产品板推荐至少 4 层 PCB 设计，做好隔离和屏蔽设计，避免单板 PCB 设计不好影响 NB 模组射频接收性能；建议第二层作为完整地，实现良好隔离。

（7）终端产品外壳建议不使用全金属材料封闭，最低也要满足天线辐射处金属开窗要求；天线布局要满足尽量远离射频器件、电源、金属屏蔽盖器件的原则；模组到天线口的射频走线采用微带线设计，表层走线尽量短，不要穿层减少损耗；天线信号处大面积铺铜，打地孔包住射频。

电池供电产品，电池的选择需考虑电池自身损耗、受温度影响等诸多因素，建议提供终端业务模型给专业电池厂家，进行电池评估选型，以确保产品使用寿命功耗要求。

6 软件设计

6.1 下发控制

6.1.1 PSM 模式的下发控制

业务场景

终端大部分通信是主动上报数据,终端上报数据结束后,很快进入 PSM 状态直至终端再次上报数据。云端应用对终端有下发控制需求,但对下发控制时延不敏感,如抄表、环境监测等。

业务设计建议

(1) 终端在 PSM 状态下,应用下发命令至中国电信 NB-IoT 业务接入网关,由中国电信 NB-IoT 业务接入网关对命令进行缓存。终端主动上报数据时(终端周期性上报或者终端触发上报),模组会切换至连接态主动上报数据,中国电信 NB-IoT 业务接入网关检测到终端处于激活状态后自动下发客户缓存的命令,主要适用于终端会进入 PSM 模式但是又有少量命令下发需求的应用场景。

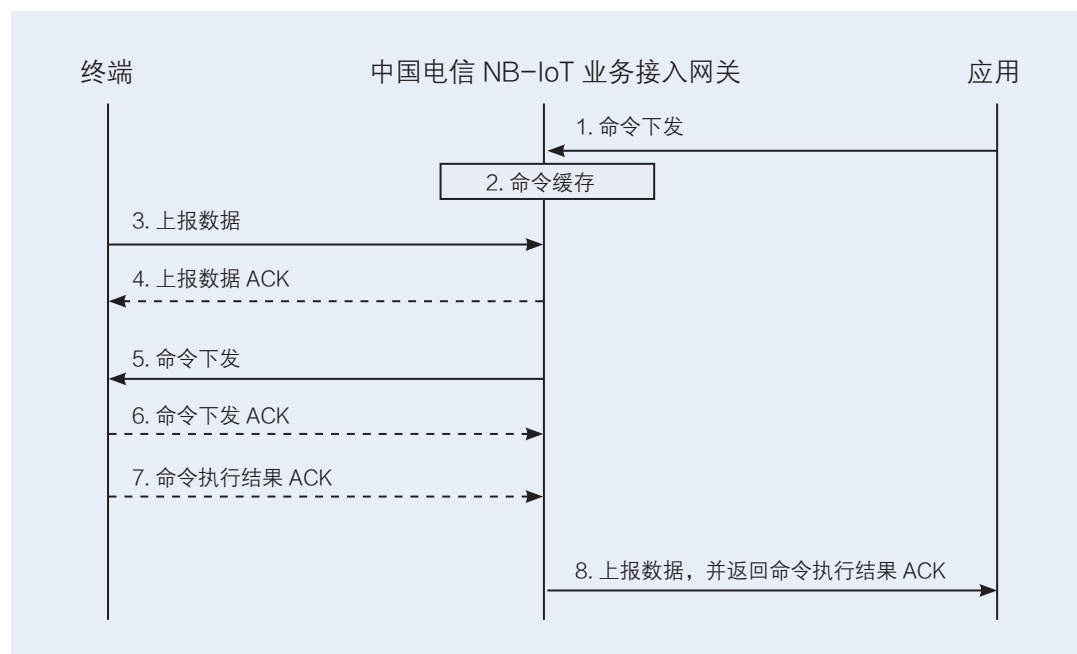


图 6-1. PSM 模式的下发控制时序图

6.1.2 DRX 模式的下发控制

业务场景

云端应用需要下发指令控制终端，终端对功耗不敏感但是对时延有较高要求，如空调、路灯等可以使用 DRX 模式。对于有下发控制需求，且终端对功耗相对敏感，但是对时延要求不高，如动物监测等可以使用 eDRX 模式，通过设置较大的寻呼周期，达到降低功耗的要求。

业务设计建议

(1) 对于时延特别敏感的场景，可以使用 DRX 模式（对应的 apn 是 psm0.edrx0.ctnb），使用最小的寻呼周期。对于控制实时性要求不高的场景，可以使用 eDRX 模式，设置较大的寻呼周期，达到降低功耗的要求，寻呼周期越大，越有利于终端省电。

(2) 终端接入中国电信 NB-IoT 业务接入网关后，可以无需为了 IP 地址保活而与云端应用交互心跳消息。

6.1.3 编解码插件自动下行响应

终端上报数据后需应用服务器下发确认消息的场景中，为减少确认消息的流转流程，建议在终端接入 NB-IoT 业务接入网关的编解码插件中自动下发业务层响应消息。

(1) 在开发编解码插件时增加自动响应的逻辑，终端上报数据后，插件自动下发业务层响应，终端可以根据是否收到该业务层响应决定是否重发，保证终端数据上报的成功率。

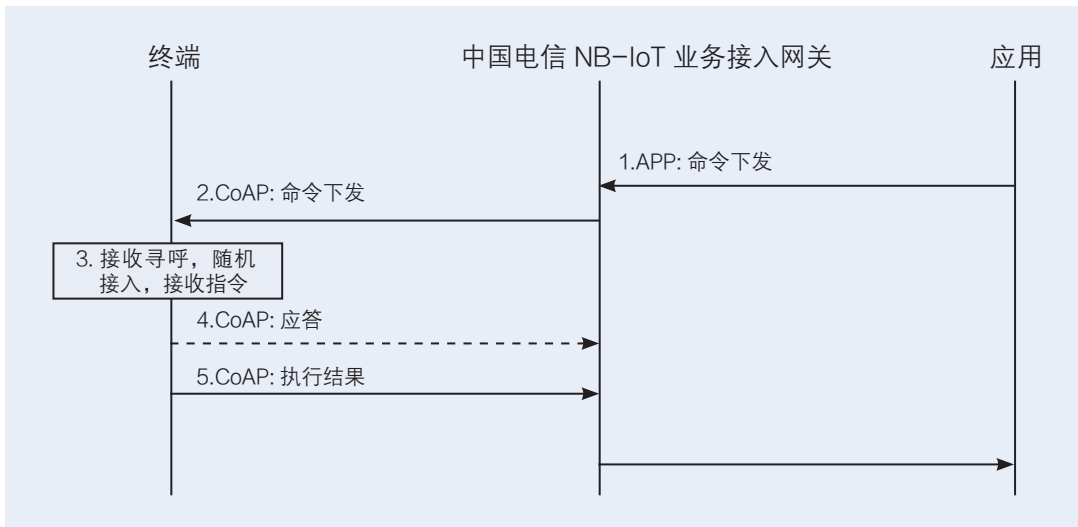


图 6-2. DRX 或 eDRX 模式的下发控制时序图

(2) 如果终端与服务器的交互模型设计中，终端上报业务数据前需要先发一条状态确认消息到客户服务器，服务器收到后响应确认消息，终端收到该确认消息后开始上报业务数据。建议原来由应用服务器响应的确认消息由编解码插件自动响应，不依赖应用服务器来响应，从而减少确认消息的流转流程，避免因为该确认响应机制导致终端无法触发业务数据的上报。

6.2 并发和重传

6.2.1 终端并发处理

业务场景

- (1) 同一时刻多个终端接入网络场景，如在停电后恢复供电，基站内多终端同时并发入网。
- (2) 同一时刻多个终端上报数据场景，如同一个基站内多个终端同时上报数据。

业务设计建议

- (1) 终端重启或者首次入网时，模组与 NB-IoT 业务接入网关之间有一个注册过程，注册如失败模组会提示错误，并丢弃当前上报的数据。MCU 收到报错（例如：+CME ERROR: 513）后，延迟 10s~20s（采用离散机制）后再尝试重新发送，可通过 AT 指令（例如：AT+NMSTATUS?）查询 NB-IoT 业务接入网关注册状态，返回成功注册（例如：+NMSTATUS:MO_DATA_ENABLED）后，再尝试重新发送。
- (2) 接入网络失败后，采用离散方式重试接入网络。
- (3) 数据业务并发失败后，采用离散方式重传数据。

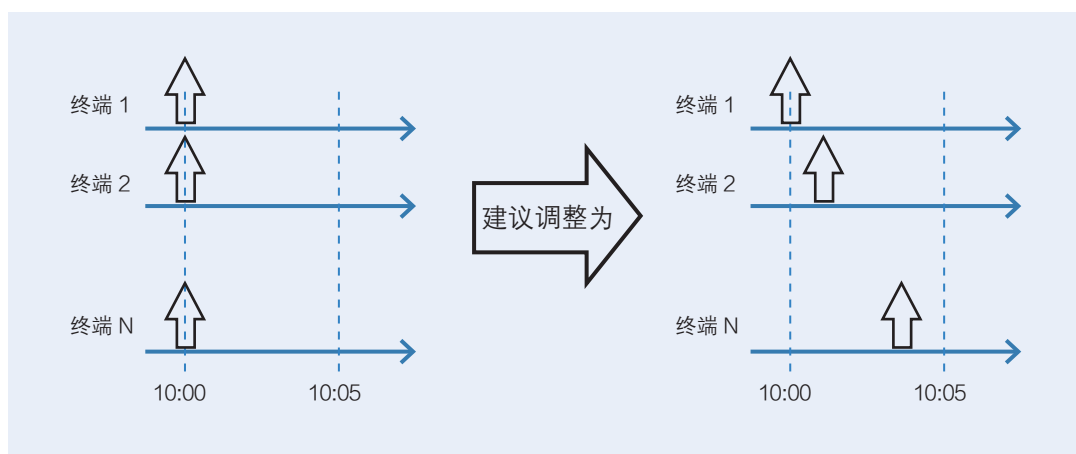


图 6-3. 并发离散处理参考

6.2.2 终端重传处理

业务场景

(1) 触发型业务：例如开关状态改变，温度 / 湿度 / 环境参数变化量超过门限等。无固定上报周期，上报频率与实际情况相关。

(2) 周期型业务：定期将采集的信息上报到业务平台，周期可配置。

业务设计建议

(1) 动态数据响应超时时间

由于在不同网络环境下，数据响应时间不同，固定的数据响应超时时间将导致效率低下或者设置不合理的情况。建议可以根据实际网络超时响应时间动态调整，例如将前 3 次数据的响应（中国电信 NB-IoT 业务接入网关的响应或者客户云端应用的响应）时间平均值的 2 倍作为响应超时时间。例如，某空调最近 3 次交互的响应时间分别为 7s, 10s 和 10s，则响应超时时间建议设置为： $2 \times (7 + 10 + 10) / 3 = 18s$ 。

(2) 数据重传机制

为了保证业务数据的发送成功率，建议支持数据的重发。例如当数据发送后，在响应定时器超时后，仍未收到响应（中国电信 NB-IoT 业务接入网关的响应或者客户云端应用的响应），则认为发送失败：

正常上报未成功，尝试重发，最大重发次数 n 次；

若还不成功，软重启后联网再重发，最大重发次数 n 次；

若还不成功，硬重启后联网再重发，最大重发次数 n 次；

若还不成功，结束本次发送，等待下一个上报周期。

注： n 可根据实际场景进行调整，建议为 1-3。

(3) 数据分类原则

针对周期型业务，如果发送周期相近的数据项，建议在相同的消息中承载，不同发送周期的消息数尽量少。

针对实时性要求不高的数据项，建议数据采集周期大于数据发送周期，即将多个相同的数据项在同一条消息中发送，以降低信令开销。

以下为数据重传处理参考代码，用户可根据实际应用场景进行调整：

```
int main( void )
{
    int err = -1;
    int index = 0;

    for(index = 0; index < 3; index++)
    {
        err = data_report();// 上报数据
        if(err > 0)
        {
            printf("data report success!\n");
            return err;
        }
    }

    err = soft_reset();// 软重启
    if (err < 0)
    {
        printf("soft reset failed!\n");
        return err;
    }

    for(index = 0; index < 3; index++)
    {
        err = data_report();
        if(err > 0)
        {
            printf("data report success!\n");
            return err;
        }
    }

    err = hardware_reset();// 硬重启
    if (err < 0)
    {
        printf("hardware reset failed!\n");
        return err;
    }

    for(index = 0; index < 3; index++)
    {
        err = data_report();
        if(err > 0)
        {
            printf("data report success!\n");
            return err;
        }
    }

    return enter_psm();// 进入 PSM 模式，等待下一个上报周期
}
```

6.3 终端主动释放 RRC 连接

当 NB-IoT 终端希望节省耗电时，根据 3GPP 标准提供的释放辅助指示（Release Assistance Indication）机制，终端可以在每次业务通信交互的最后一次通信时告知网络终端希望及早退出 RRC(Radio Resource Control) 连接态，从而不必等待基站对终端的不活动检测超时（通常为 20 秒）再退出 RRC 连接态。

中国电信 NB-IoT 业务接入网关支持 NB-IoT 终端主动提出释放辅助指示，终端可以在每次业务通信交互的最后一次数据上报时携带指示标识，向核心网表明希望释放 RRC 连接，避免因等待基站对终端的不活动检测而在后续 20 秒内处于 RRC 连接态，从而以最短时间离开高功耗的连接态，从而达到进一步省电的目的。

（1）未使用释放辅助指示

终端在最后一次数据交互后等待 20 秒的连接态时长才可离开高功耗的连接态。

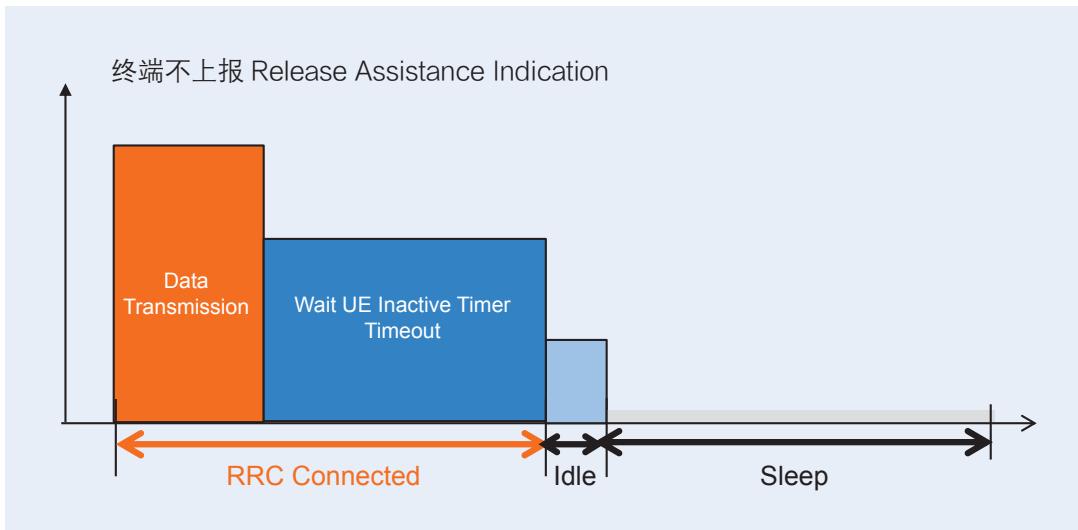


图 6-4. 未使用释放辅助指示终端数据交互图

（2）使用释放辅助指示

采用携带释放辅助指示的 AT 指令，在数据上报时携带 Release assistance Indication 标识，分为两种情况：

Release assistance Indication 取值为 01：不等待紧跟的下行数据，MME 将上行数据发送后立即通知基站释放该终端的 RRC 连接；

Release assistance Indication 取值为 10：MME 收到并发送下行消息时通知基站当数据成功发送给终端后释放 RRC 连接。

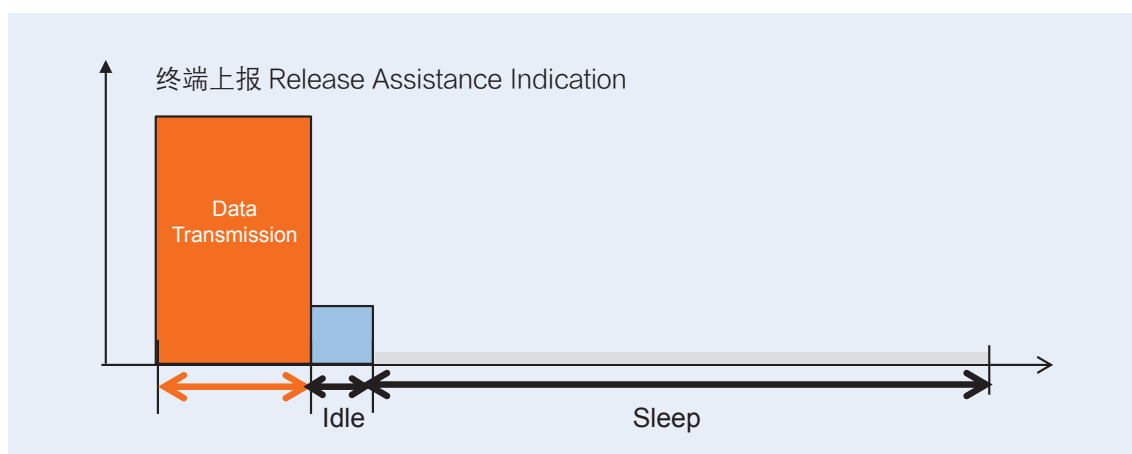


图 6-5. 携带释放辅助指示的终端数据交互图

综上，采用了释放辅助指示的省电模式满足了部分场景发完数据或接收回应后立即离开高功耗的连接态，从而实现了部分终端进一步省电的业务需求。

软件约束：

模组需要支持携带 Release assistance Indication 标识的数据发送 AT 命令。

6.4 软件可靠性设计

6.4.1 控制面防挂死设计

系统类的异常，包括：死循环挂死、空指针拷贝导致的指令跑飞、局部变量内存拷贝导致堆栈溢出、动态内存不释放导致内存泄露无可可用内存等。

（1）支持软件和硬件看门狗

软件看门狗监控系统内的重要任务，硬件看门狗监控软件看门狗。

（2）堆栈溢出

建议使用操作系统自带的堆栈溢出检测自愈功能，堆栈溢出后可自愈。

6.4.2 数据面防挂死设计

终端数据上传路径有 2 个风险：模组没有硬件看门狗，如果芯片软件彻底挂死之后没有自愈机制。MCU 到模组的路径上可能会出现软件原因导致数据发送失败问题。需要增加检测和自愈手段，防止终端数据长时间无法上报。

所以 MCU 和模组之间的消息发送必须等应答，MCU 每次给模组透传终端数据时必须等待模组的应答，只有收到应答或等待超时之后才能发送下一条消息。

增加检测机制

(1) 有 MCU 的场景：MCU 每次给模组透传终端数据后，如果连续 3 次无法收到应答或收到的失败应答，认为模组异常；如果在重传周期之内收到其它 AT，暂停重传，暂停计数；如果在重传周期之内收到数据转发命令，停止重传，计数清零。

(2) 无 MCU 的场景：应用发送数据之后，如果连续 3 次都失败，认为系统异常；如果在重传周期之内收到其它 AT，暂停重传，暂停计数；如果在重传周期之内收到数据转发命令，停止重传，计数清零。

增加自愈机制

(1) 有 MCU 的场景：MCU 检测到模组异常之后，控制模组 RESET 管脚重启，之后再重启 MCU。

(2) 无 MCU 的场景：软件检测到系统异常之后，重启系统。

6.5 支持 CoAP 协议接入

CoAP 协议是建立在 UDP 协议之上，以减少开销，适合受限网络和终端。

NB-IoT 终端通过 CoAP 通信协议与中国电信 NB-IoT 业务接入网关对接有以下优势：

(1) NB-IoT 终端的下发控制免心跳消息

CoAP 协议传输层基于 UDP 协议，会话保持时间较短，为了保持会话需要频繁发送心跳消息。接入中国电信 NB-IoT 业务接入网关后，终端无需发送心跳消息即可保持会话，实现云端应用主动发起的下发控制。

(2) 基于 LwM2M 的批量升级，提升终端的升级维护效率

中国电信 NB-IoT 业务接入网关集成了基于 LwM2M 协议的批量升级功能，只需在 NB-IoT 业务接入网关建立升级任务即可。中国电信 NB-IoT 业务接入网关能够感知基站的拥塞情况，合理调度升级任务，保证升级的成功率。

(3) 离线命令缓存

终端进入 PSM 模式后无法接收下行命令。针对进入 PSM 模式的终端，中国电信 NB-IoT 业务接入网关提供命令缓存下发功能。NB-IoT 业务接入网关感知当前设备是否处于可接收下行命令的状态，决定何时下发命令，保证命令下发的成功率。

（4）故障诊断功能，便于客户管理终端

中国电信 NB-IoT 业务接入网关能够为客户提供端到端的故障诊断，卡 -> 终端 -> 无线 -> 核心网 -> NB-IoT 业务接入网关，及时、准确地定位故障、解决问题。

6.6 FOTA 升级

NB-IoT 终端应支持 FOTA 升级，LwM2M 提供设备更新管理功能。FOTA 端到端系统架构如下所示：

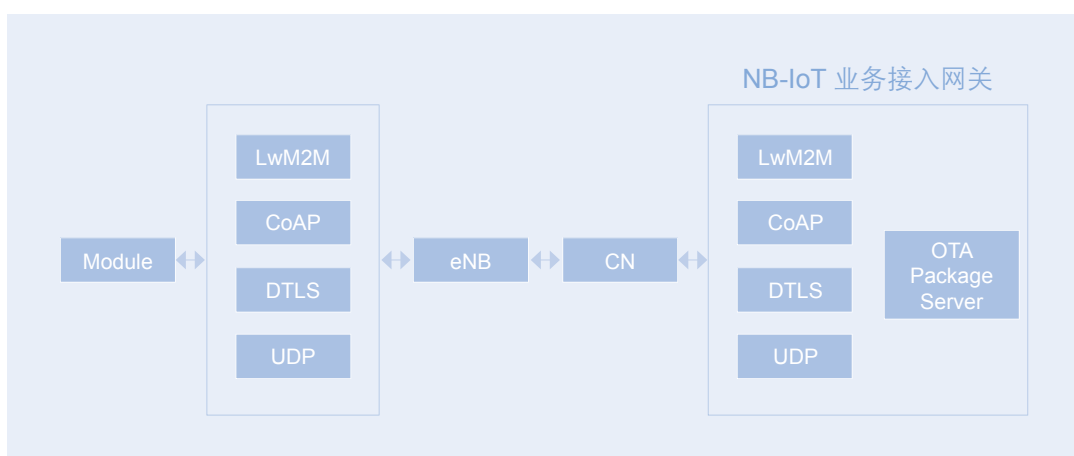


图 6-6. FOTA 端到端系统架构示意

NB-IoT 终端需要管理 FOTA 升级流程，终端侧 LwM2M 系统状态机可参考下图实现：

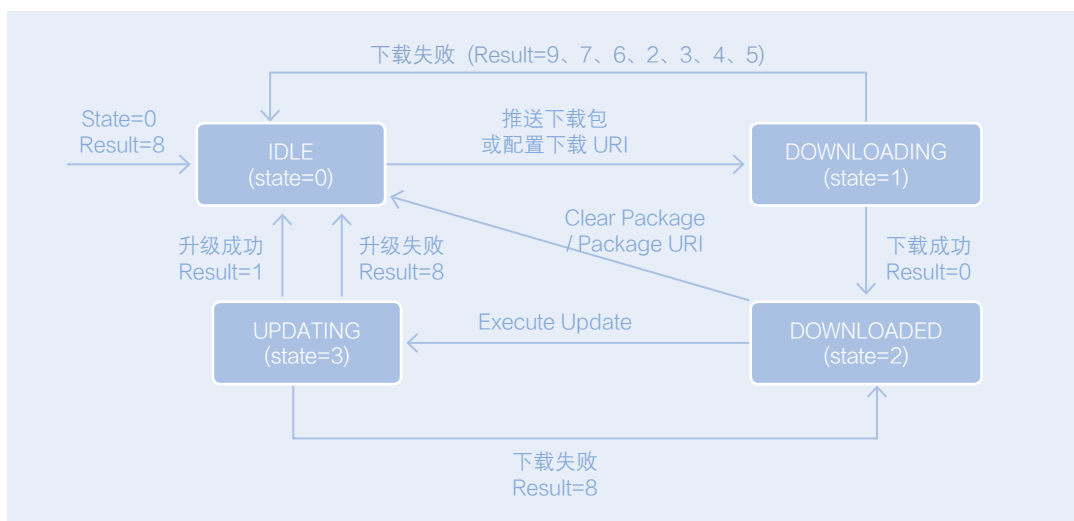


图 6-7. 终端侧 LwM2M 系统状态机

硬件约束

(1) 当芯片内部空间不满足版本升级空间要求时，模组需要增加外挂 flash，且自身软件升级要求外挂 flash 大于模组版本升级空间要求。如果对 MCU 有升级诉求，模组的外挂 flash 资源需满足模组 +MCU 版本升级空间要求。

(2) 模组外需要设计芯片的复位按钮，以支持近端升级的场景。

软件约束

(1) FOTA 升级，模组应支持 LwM2M 所规定的 Object5、下载协议和状态机要求。在模组遵从中国电信 FOTA 流程前提下，当有需求与第三方差分服务商对接下载时，可在平台侧配置第三方服务器的访问地址。模组应能识别平台下发的第三方服务器访问地址，采用相应的协议与其交互。

(2) 在 FOTA 升级时禁止上传或下载业务。

(3) 升级包建议采用差分包，升级包大小应该尽量小，如果太大，芯片内部存储空间不够，需要外置存储 flash，硬件成本会增加。

(4) 有节省耗电需求的终端不建议采用断电模式，推荐采用 PSM 模式。且在升级过程中终端不能断电，避免出现不可预知的错误。推荐终端向 NB-IoT 业务接入网关上报电量，NB-IoT 业务接入网关检查是否有足够的电量从而决定是否进行 FOTA 升级。

(5) MCU 和模组之间通过中断方式进行通讯。

6.7 DTLS 特性使用说明

在 NB-IoT 网络中，NB-IoT 终端和中国电信 NB-IoT 业务接入网关之间采用 DTLS 协议对应用 / 管理数据进行保护，DTLS 特性使用时需要在模组和 NB-IoT 业务接入网关上进行相应的配置。模组上的配置包括：

表 6-1. DTLS 使用说明表

	模组侧配置	NB-IoT 业务接入网关侧配置	备注
PSK 预置	使用指令（如：AT+NSETPSK）设置模组内存储的 PSK	在向 NB-IoT 业务接入网关导入设备的时候，同时导入 PSK	模组和 NB-IoT 业务接入网关的 PSK 一致，才能保证加解密正常
DTLS 特性开关	使用指令（如：AT+NSECSWT）设置当前模组使用 DTLS 模式（无 DTLS/ 标准 DTLS）	在向 NB-IoT 业务接入网关导入设备的时候，同时设置设备的 "isSecure" 属性为 true，标识此设备为安全设备	模组和 NB-IoT 业务接入网关的运行模式一致，DTLS 链路才能协商成功

其它注意事项：

(1) 使用 DTLS 特性时，与 NB-IoT 业务接入网关对接的端口建议使用 5684（安全端口）；

(2) 如使用无 DTLS 模式，则与 NB-IoT 业务接入网关对接的端口建议使用 5683（非安全端口）。

7 SIM 卡选型参考

NB-IoT 卡承载着运营商的码号资源，是物联网设备接入 NB-IoT 无线网络的身份标识，根据应用场景分为消费级 NB-IoT 卡与工业级 NB-IoT 卡，根据封装类型又分为插拔卡与贴片卡，卡分类可参考下表。

表 7-1. 卡分类参考

产品名称	封装类型	型 号	规 格
消费级 NB-IoT 卡	插拔卡	2FF(SIM 卡)	25mm × 15mm
		3FF(Micro-SIM 卡)	15mm × 12mm
		4FF(Nano-SIM 卡)	12.3mm × 8.8mm
	贴片卡	MFF2 (主流)	5mm × 6mm
		2 × 2 贴片卡	2mm × 2mm
工业级 NB-IoT 卡	插拔卡	2FF(SIM 卡)	25mm × 15mm
		3FF(Micro-SIM 卡)	15mm × 12mm
		4FF(Nano-SIM 卡)	12.3mm × 8.8mm
	贴片卡	MFF2 (主流)	5mm × 6mm
		2 × 2 贴片卡	2mm × 2mm

常用的 2FF/3FF/4FF 插拔卡为 6 脚，管脚接口定义如下图。

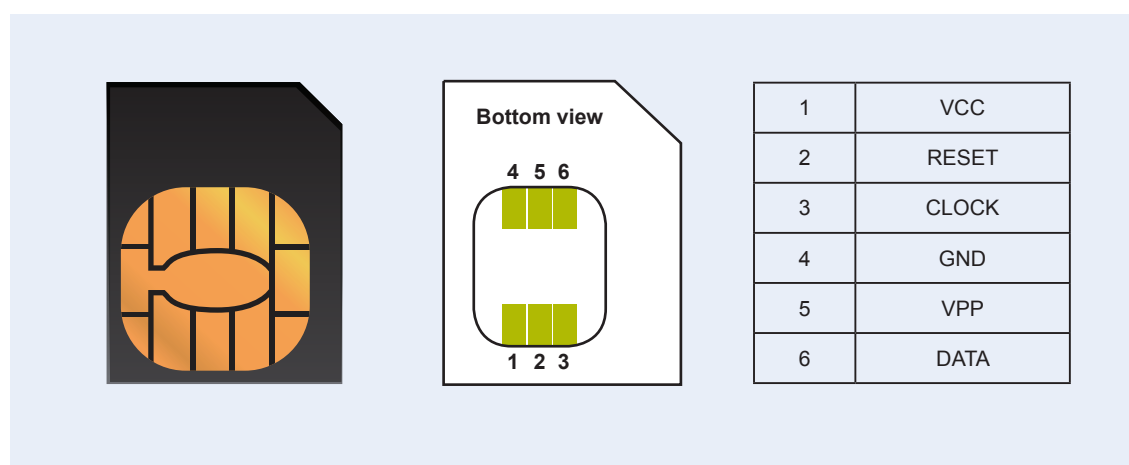


图 7-1. 插拔卡管脚接口定义图

MFF2 贴片卡采用 VQFN8 封装，市面主流的 MFF2 底视图、尺寸参数、封装管脚及触点定义分别如下。

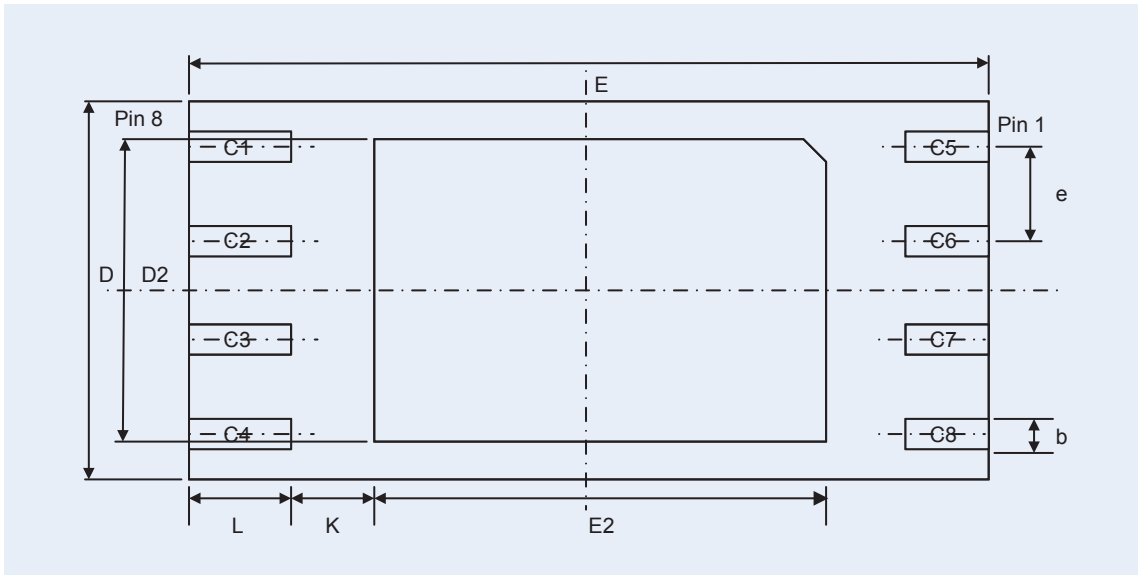


图 7-2. MFF2 底视图

注：内部接头可以是矩形或圆形。

表 7-2. MFF2 尺寸参数

参数	描述	尺寸 (mm)
E	封装水平方向长度	6.00 ± 0.15
D	封装垂直方向长度	5.00 ± 0.15
L	封装外部管脚水平方向长度	0.60 ± 0.15
B	封装外部金属管脚的最小垂直距离	0.40 ± 0.10
E2	封装内部散热片水平长度	min 3.30
D2	封装内部散热片垂直长度	min 3.90
K	封装外部管脚与内部散热片最近的距离	min 0.20
e	封装外部金属管脚的中心线到相邻金属管脚中心线的距离	1.27 见 bbb 和 ddd 中描述
bbb	中心线公差	0.10
ddd	点间距离公差电	0.05

表 7-3. 封装管脚及触点定义

封装管脚	触点	封装管脚	触点
1	C5 GND	8	C1 VCC
2	C6 NC	7	C2 RESET
3	C7 I/O(DATA)	6	C3 CL0CK
4	C8 NC	5	C4 NC

2X2 贴片卡底视图、封装管脚及触点定义、详细参数示意图、尺寸参数分别如下。

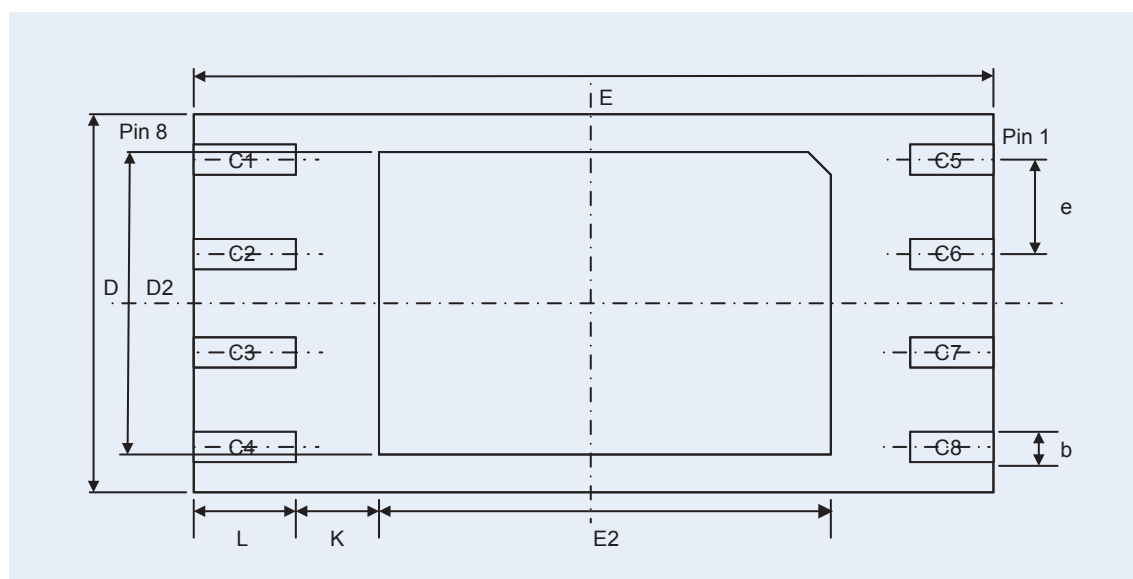


图 7-3. 2×2 贴片卡底视图

表 7-4. 封装管脚及触点定义

封装管脚	触点	封装管脚	触点
1	C5 GND	8	C1 VCC
2	C6 NC	7	C2 RESET
3	C7 I/O(DATA)	6	C3 CL0CK
4	C8 NC	5	C4 NC

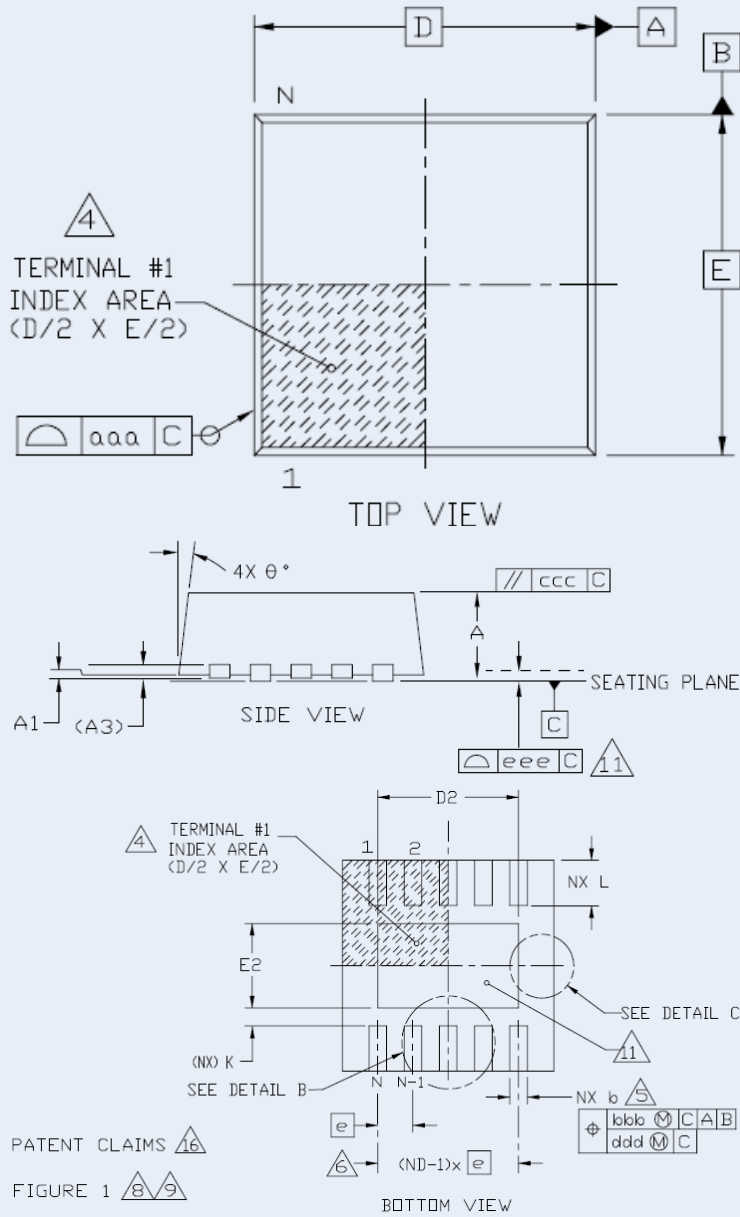


图 7-4. 2×2 贴片卡详细参数示意图

注：图 7-4 为参数示意图，目的是为了标明各个参数的含义，2X2 贴片卡为 8 管脚，ND 取值应为 4，详细的尺寸参数见表 7-5。

表 7-5 尺寸参数

参数	参数描述	尺寸最小值 (mm)	尺寸基准值 (mm)	尺寸最大值 (mm)
E	封装体的水平方向尺寸	1.9	2.0	2.1
D	封装体的垂直方向尺寸	1.9	2.0	2.1
L	封装体边缘到接触焊盘的长度	0.2	0.3	0.45
b	暴露在封装体底部表面接触焊盘镀有金属膜部分 (包括铅涂层) 的宽度	0.18	0.25	0.30
E2	暴露金属热特性 (暴露的焊盘) 的水平尺寸	Min 0.55		
D2	暴露金属热特性 (暴露的焊盘) 的垂直尺寸	Min 1.15		
k	任意触点与散热片的距离	Min 0.2		
e	相邻触点中心线的距离	0.5		
bbb	该误差控制触点格局与水平封装中心线位置。每个触点误差区域的中心由基础维度 e 与水平封装中心线定义。	0.1		
ddd	触点之间位置的误差范围。中心区域的值可见上述 e 的定义	0.05		
A	卡片厚度, 具体见图 7-4 所示	—	0.75	0.8
A1	具体见图 7-4 所示	0	0.02	0.05
A3	具体见图 7-4 所示	0.20		
(ND-1)*e	具体见图 7-4 所示	1.5		
aaa	具体见图 7-4 所示	0.15		
ccc	具体见图 7-4 所示	0.1		
eee	具体见图 7-4 所示	0.08		
θ	具体见图 7-4 所示	0°	—	14°

封装底部的方向标: 封装底部的方向标志需在 C5 拐角处清晰标示。

封装顶部的方向标: 封装顶部方向标与封装底部方向标位于同一位置。

NB-IoT 非常适用于低功耗、低速率、广连接与深覆盖的场景, 需根据具体的应用场景环境参数来选择对应的 SIM 卡。若应用场景类似于像手机一样的类人体环境, 建议采用消费级 NB-IoT 卡, 若是应用场景在室外、高温、高湿、高腐蚀等工业级环境, 建议采用工业级 NB-IoT 卡, 若是对体积、防水性及防震要求特别高, 建议采用相应的贴片卡, 具体选型请参考各类型 SIM 卡物理特性参数, 详见第 10 章附件。

8 通信相关功能

8.1 射频性能

8.1.1 发射机

8.1.1.1 最大输出功率

需满足 3GPP TS36.521-1 中 6.2.2F 的要求。

8.1.1.2 频率误差

需满足 3GPP TS36.521-1 中 6.5.1F 的要求。

8.1.1.3 误差矢量幅度 (EVM)

需满足 3GPP TS36.521-1 中 6.5.2.1F.1 的要求。

8.1.2 接收机

8.1.2.1 参考灵敏度电平

需满足 3GPP TS36.521-1 中 7.3F.1 的要求。

8.2 APN 选择

NB-IoT 网络的省电参数 (PSM、eDRX) 通过 NB-IoT 用户卡开户时选择 APN 的方式实现。

结合目前 NB-IoT 业务的特点，可以将 NB-IoT 业务场景分为 3 类：监控上报类，下发控制类，综合定制类。

表 8-1. NB-IoT 典型业务场景

场景分类	PSM 功能	eDRX 功能
监控上报类	开启	关闭 / 启用
下发控制类	关闭	关闭 / 启用
综合定制类	根据客户场景定制	根据客户场景定制

为了适应不同的业务场景，NB-IoT 用户卡开户时可在多种既定的 APN 中选择所需的 APN。终端可根据应用场景自主上报所需 APN，也可以不设置 APN 而由网络自动下发开户时选择的默认 APN。不同的 APN 对应不同的省电参数。NB-IoT 终端在进行软件开发前需确定所采用的省电参数，根据业务特点以及省电参数进行软件的设计与开发。

NB-IoT 业务最常用的两种 APN 是 ctnb（默认）和 psm0.eDRX0.ctnb。其中，ctnb 是省电模式的 APN，开启 PSM 功能；psm0.eDRX0.ctnb 是下发控制模式的 APN，同时关闭 PSM 和 eDRX 功能。

表 8-2. 不同场景 APN 配置表

APN 名称	APN 描述	PSM	eDRX	激活定时器	eDRX 周期	寻呼窗口
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，稍后 PSM（15 秒），不启用 eDRX	开启	关闭	15 秒	/	/
psmB.eDRX0.ctnb	监测上报类，稍后 PSM（30 秒），不启用 eDRX	开启	关闭	30 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	10.24s
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	/	40.96s	10.24s
psm0.eDRXC.ctnb	下发控制类，关闭 PSM，启用 eDRX，下发时延（30 秒）	关闭	开启	/	20.48s	10.24s
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	/
ue.prefer.ctnb	终端上报为准，使用终端上报的参数	终端上报	终端上报	终端上报	终端上报	终端上报

8.3 终端接入 NB-IoT 业务接入网关

目前 NB-IoT 业务接入网关支持 NB-IoT 终端通过 CoAP/LwM2M 标准协议进行通信，由于 NB-IoT 设备一般对省电要求较高，应用层 payload 数据采用紧凑制二进制码流形式，编解码插件需要以字节为单位对设备上传数据进行解析。

具体的对接流程可与中国电信政企客户经理联系，获取具体指引材料。

8.4 异频重选

随着 NB-IoT 网络扩容和优化，同一物理地点的网络频点会发生变化。为了保障终端尽量驻留在无线质量好的频点，终端不能锁定某个频点，应支持异频重选功能。

8.5 避免断电

NB-IoT 网络出现之前，部分物联网终端为了节省耗电，曾采用通信完成后断电、下次通信时再上电的设计方法。NB-IoT 网络支持 PSM 的省电模式，支持终端 IP 地址常在线，进入 PSM 模式也能保持终端 IP 地址不变。

因此，建议尽量避免终端通信后直接断电，而是采用 PSM 和释放辅助指示（参见 6.3）降低功耗。若终端每次数据上报完成后就立即断电，则每次数据上报前都需重新附着网络获取新的 IP 地址，反而增加终端的功耗。并且可能影响终端的 FOTA 升级功能实现。

8.6 上报网络质量数据

业务的端到端时延和成功率与终端所处物理位置的无线网络覆盖情况密切相关。建议终端向 NB-IoT 业务接入网关或应用上报无线网络质量数据（例如：RSRP、SINR、CellID 等），便于运营商在业务出现问题时快速判断故障点，保障业务端到端平稳运行。

8.7 定位功能

E-CID 方案中，需要终端将参考信号接收功率 (Reference SignalReceivedPower, RSRP)、参考信号接收质量 (ReferenceSignalReceived Quality, RSRQ) 等相关数据发送至定位平台，平台调用特征库算法实现定位功能。

OTDOA 方案是 3GPP TS23.271 定义的 LCS 定位流程，采用 OTDOA 算法。OTDOA 是根据三个基站与移动终端信号传播的时间差值进行定位的技术。通讯模组向网络发送 SFN-SFN Observed Time Difference 测量值。它包含了它所测得的服务小区和邻近小区的定时差值。由于网络已知服务小区到通讯模组的传播延迟，因此

可以将通讯模组提供的 OTDOA 测量值转换为 OTTA(Observed Time of Arrival) 从而估算出该近基站到移动终端的距离。

建议 NB-IoT 终端未来逐步支持定位功能。

8.8 短消息功能

NB-IoT 终端需要具备 SGs 短信的能力。通过 3GPP TS27.005 定义的相关 AT 命令来实现短消息的业务功能。终端完成附着后，通过 AT+CSMS 设置短消息类型、AT+CSCA 配置短消息服务中心地址、AT+CMGS 组包 PDU 格式内容进行短消息收发，具体的指令使用说明建议参考模组厂家提供的 AT 指令手册。

9 安全要求

NB-IoT 终端处于感知层的末端，是整个物联网的“安全前哨”，是物联网安全的重点防护对象。物联网终端的安全防护主要包括物理防护安全、身份认证和访问控制、传输通道机密性、数据和用户隐私、应用和升级软件完整性、服务可用性等多个方面。

9.1 物理安全

NB-IoT 终端需要具备足够的物理安全防护机制以确保工作期间自身接口和本地芯片不被损坏，为终端设备的正常运转提供必要支撑；除此之外，也应做到在设备遭遇物理性攻击或破坏的情形下，即使攻击者获得硬件设备也难以获取有效数据；户外部署的终端设备，需要具备足够的抗振动、防挤压、防水等强物理特性，另外，对于需要特殊防护的设备，可以安装防护外壳、进行封装保护。

9.2 身份认证和访问控制

NB-IoT 终端设备必须加强访问控制，以防范非授权用户的恶意访问。比如必须对默认账号密码、弱的密码策略进行定时修改，杜绝安全配置长期不更新、不核查；当其他业务类型的设备要与之进行通信交互时，必须进行身份认证和访问管理，防止设备内数据被非授权恶意读取。

9.3 传输通道机密性

NB-IoT 终端在传输业务数据时需要对传输通道进行必要的加密，以防止被明文传输时遭受恶意窃取，泄露用户机密。实际终端厂商在研制携带有加密机制的设备时，需要结合 NB-IoT 终端自身的能力和实际业务需求考虑算法的使用、密钥的分发和存储机制等。

9.4 数据和用户隐私

NB-IoT 终端内部存有用户的隐私数据，例如身份信息、指纹信息、生物特征等个人信息，或健康信息、联系人等隐私数据。终端设备需要一定的安全防护能力，来确保这些隐私数据在无用户本人授权的情况，被他人非法盗取。终端通常可以采用一些 SE 安全模块、SIMID、eSIM 卡、TEE 等技术来保证隐私数据的安全性。

9.5 应用和升级软件完整性

NB-IoT 设备应当具备一定的安全防护机制，确保自身软件的完整性，以避免受到外部恶意代码的侵入。对于支持应用部署的设备，必须在安装前执行合法性校验，对于来源不明的外来应用直接进行拦截丢弃；设备在通过 OTA 技术进行远程系统升级时，必须对下载后的软件升级包进行完整性校验，防止软件升级包被恶意篡改和恶意代码的注入；另外，设备在开机启动时，也需要同时进行自身文件系统及其数据的完整性和一致性校验，如若不能通过，则启用回退机制，若是发现不完整就回退至原有备份状态；若原有备份数据丢失，就删除不完整数据。

10 附件

10.1 消费级插拔卡物理特性参数

表 10-1. 消费级插拔卡物理特性参数

技术参数描述	消费级插拔卡
工作和存储温度	T1 -25 to +85° C
湿度	H1 在 50 度温度，相对湿度范围 90%~95%，1000 小时的条件下，可以保证卡的操作和存储正常
数据保留时间	R1 10 年
擦写次数	E1 10 万次
震动	V1 5Hz to 500Hz
抗静电	S1 卡接受 $\pm 2000V$ 的接触放电电压， $\pm 4000V$ 非接触放电电压后，电性能正常，ATR 应正常返回，且电气性能正常
附着力	A1 对卡施加 60N 的拉力并持续 1 分钟，模块不应从卡上分离，卡的操作和存储正常（一体成型的卡无需测此项）
抗电磁干扰	M1 在卡暴露在稳定的 79500A/m (1000Qe) 磁场下，不应降低卡片功能
腐蚀	C1 在 2% 盐度 (NaCl) 的环境下存储至少 24 小时，卡的操作和存储正常
抗 X 射线	X1 在卡的任何一面每边在受到 0.1Gy 剂量，相当于 70 ~ 140KeV 中等能量 X 射线照射时（一年的累计剂量），不应降低卡片功能
触点与卡基表面偏差	触点最高点不能高于卡表面 0.05mm、最低点不能低于卡表面 0.1mm
抗紫外线	卡接受总能量为 15Ws/cm ² 的光照射后，卡功能应正常
机械强度	施加 10N 的力，应保持其功能完好
翘曲	从水平刚性平台到卡任何表面凸起部分应不大于 1.0mm
触点位置和尺寸	应符合 GB/T 16649-2 要求

10.2 消费级贴片卡物理特性参数

表 10-2. 消费级贴片卡物理特性参数

技术参数描述	工业级贴片卡
工作和存储温度	T1 -25 to +85° C
湿度	H1 在 50 度温度，相对湿度范围 90%~95%，1000 小时的条件下，可以保证卡的操作和存储正常
湿度 / 回流焊	MX1 符合国际技术规范 IPC/JEDEC J-STD-020 中的规定：温度 260°C (Tc) 支持无铅工艺；湿度敏感等级 3; 无铅装配回流标准曲线级别
数据保留时间	R1 10 年
擦写次数	E1 10 万次
震动	V1 5Hz to 500Hz
抗静电	S1 卡接受 $\pm 2000V$ 的接触放电电压， $\pm 4000V$ 非接触放电电压后，电性能正常，ATR 应正常返回，且电气性能正常
抗电磁干扰	M1 在卡暴露在稳定的 79500A/m (1000Qe) 磁场下，不应降低卡片功能
腐蚀	C1 在 2% 盐度 (NaCl) 的环境下存储至少 24 小时，卡的操作和存储正常
抗 X 射线	X1 在卡的任何一面每边在受到 0.1Gy 剂量，相当于 70 ~ 140KeV 中等能量 X 射线照射时（一年的累计剂量），不应降低卡片功能
抗紫外线	卡接受总能量为 15Ws/cm ² 的光照射后，卡功能应正常

10.3 工业级插拔卡物理特性参数

表 10-3. 工业级插拔卡物理特性参数

技术参数描述	消费级插拔卡
工作和存储温度	T3 -40 to +105° C
湿度	H2 在 85 度温度，相对湿度范围 90%~95%，1000 小时的条件下，可以保证卡的操作和存储正常
数据保留时间	R1 10 年
擦写次数	E2 50 万次
震动	V1 5Hz to 500Hz
抗静电	S2 卡接受 $\pm 4000V$ 的接触放电电压， $\pm 8000V$ 非接触放电电压后，电性能正常，ATR 应正常返回，且电气性能正常
附着力	A1 对卡施加 60N 的拉力并持续 1 分钟，模组不应从卡上分离，卡的操作和存储正常（一体成型的卡无需测此项）
抗电磁干扰	M1 在卡暴露在稳定的 79500A/m (1000Qe) 磁场下，不应降低卡片功能
腐蚀	C2 在 2% 盐度 (NaCl) 的环境下存储至少 240 小时，卡的操作和存储正常
抗 X 射线	X1 在卡的任何一面每边在受到 0.1Gy 剂量，相当于 70 ~ 140KeV 中等能量 X 射线照射时（一年的累计剂量），不应降低卡片功能
触点与卡基表面偏差	触点最高点不能高于卡表面 0.05mm、最低点不能低于卡表面 0.1mm
抗紫外线	卡接受总能量为 15Ws/cm ² 的光照射后，卡功能应正常
机械强度	施加 10N 的力，应保持其功能完好
翘曲	从水平刚性平台到卡任何表面凸起部分应不大于 1.0mm
触点位置和尺寸	应符合 GB/T 16649-2 要求

10.4 工业级贴片卡物理特性参数

表 10-4. 工业级贴片卡物理特性参数

技术参数描述	工业级贴片卡
工作和存储温度	T3 -40 to +105° C 或 T4 -40 to +125° C
湿度	H2 在 85 度温度，相对湿度范围 90%~95%，1000 小时的条件下，可以保证卡的操作和存储正常
湿度 / 回流焊	MX1 符合国际技术规范 IPC/JEDEC J-STD-020 中的规定：温度 260°C (Tc) 支持无铅工艺；湿度敏感等级 3; 无铅装配回流标准曲线级别
数据保留时间	R1 10 年或 R2 15 年
擦写次数	E2 50 万次
震动	V1 5Hz to 500Hz
抗静电	S2 卡接受 $\pm 4000V$ 的接触放电电压， $\pm 8000V$ 非接触放电电压后，电性能正常，ATR 应正常返回，且电气性能正常
抗电磁干扰	M1 在卡暴露在稳定的 79500A/m (1000Qe) 磁场下，不应降低卡片功能
腐蚀	C1 在 2% 盐度 (NaCl) 的环境下存储至少 24 小时，卡的操作和存储正常
抗 X 射线	X1 在卡的任何一面每边在受到 0.1Gy 剂量，相当于 70 ~ 140KeV 中等能量 X 射线照射时（一年的累计剂量），不应降低卡片功能
抗紫外线	卡接受总能量为 15Ws/cm ² 的光照射后，卡功能应正常



中国电信集团有限公司

地址：北京市西城区金融大街 31 号

邮编：100033

网址：www.chinatelecom.com.cn

联系我们

客户服务电话：4008285656

客户服务邮箱：zgdxwlw@189.cn



中国电信物联网



天翼物联产业联盟