

MN316

硬件设计手册

NB-IoT 系列

版本：V1.2.0

日期：2021 年 1 月

服务与支持

如果您有任何关于模组产品及产品手册的评论、疑问、想法，或者任何无法从本手册中找到答案的疑问，请通过以下方式联系我们。



中移物联网有限公司

OneMO 官网: onemo10086.com

邮箱: SmartModule@cmiot.chinamobile.com

客户服务热线: 400-110-0866

微信公众号: CMOneMO



中国移动
China Mobile

文档声明

注意

本手册描述的产品及其附件特性和功能，取决于当地网络设计或网络性能，同时也取决于用户预先安装的各种软件。由于当地网络运营商、ISP，或当地网络设置等原因，可能也会造成本手册中描述的全部或部分产品及其附件特性和功能未包含在您的购买或使用范围之内。

责任限制


除非合同另有约定，中移物联网有限公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证，并且不对特定目的适销性及适用性或者任何间接的、特殊的或连带的损失承担任何责任。

在适用法律允许的范围内，在任何情况下，中移物联网有限公司均不对用户因使用本手册内容和本手册中描述的产品而引起的任何特殊的、间接的、附带的或后果性的损坏、利润损失、数据丢失、声誉和预期的节省而负责。

因使用本手册中所述的产品而引起的中移物联网有限公司对用户的最大赔偿（除在涉及人身伤害的情况中根据适用法律规定的损害赔偿外），不应超过用户为购买此产品而支付的金额。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。公司保留随时修改本手册中任何信息的权利，无需进行提前通知且不承担任何责任。

商标声明

 中国移动
China Mobile 为中国移动有限公司注册商标。

本手册和本手册描述的产品中出现的其他商标、产品名称、服务名称和公司名称，均为其各自所有者的财产。

进出口法规

出口、转口或进口本手册中描述的产品（包括但不限于产品软件和技术数据），用户应遵守相关进出口法律和法规。

隐私保护

关于我们如何保护用户的个人信息等隐私情况，请查看相关隐私政策。

操作系统更新声明

操作系统仅支持官方升级；如用户自己刷非官方系统，导致安全风险和损失由用户负责。

固件包完整性风险声明

固件仅支持官方升级；如用户自己刷非官方固件，导致安全风险和损失由用户负责。

版权所有©中移物联网有限公司。保留一切权利。

本手册中描述的产品，可能包含中移物联网有限公司及其存在的许可人享有版权的软件，除非获得相关权利人的许可，否则，非经本公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并以任何形式传播。



关于文档

修订记录

版本	发布日期	作者	描述
V1.0.0	2020/1/8	林瑞	初版
V1.0.1	2020/4/20	林瑞	<ul style="list-style-type: none"> 修改开机和关机章节内容描述； 修改 DEEPSLEEP 功耗为 1uA； 优化文档格式排版。
V1.1.0	2020/7/16	林瑞	<ul style="list-style-type: none"> 开放 ADC 接口； 更改 3.5 章节内容描述； UART1 串口波特率增加 2400bps 和 4800bps； 更新功耗数据； 更新全文档字体。
V1.2.0	2021/1/26	张睿	<ul style="list-style-type: none"> 增加 MN316 模组型号说明； 手册以 MN316-DBRD 型号为基础，增加 MN316-DBRD 相关数据： <ul style="list-style-type: none"> (1)增加 MN316-DBRD Band5/8 功耗数据； (2)更新 MN316-DBRD 射频参数； (3)更新 SIM 卡供电电压为 1.8/3.0V； (4)更新开关机部分参数。 更新湿敏等级相关描述； 更新卷带包装信息、模组产品示意图、模组封装示意图。

目录

服务与支持.....	2
文档声明.....	3
关于文档.....	5
修订记录.....	5
目录.....	6
图片索引.....	8
表格索引.....	9
1 引言.....	10
1.1 安全须知.....	10
2 概述.....	11
2.1 产品示意图.....	11
2.2 产品概述.....	12
2.2.1 主要性能.....	12
2.2.2 工作模式.....	12
2.2.3 功耗状态.....	13
2.3 系统框图.....	14
3 应用接口.....	15
3.1 引脚分配.....	16
3.2 引脚定义.....	17
3.3 电源供电.....	21
3.3.1 供电接口.....	21
3.3.2 供电设计.....	21
3.4 开机.....	22
3.5 关机.....	22
3.6 复位和唤醒.....	22
3.7 UART 接口.....	23
3.7.1 UART 接口概述.....	23
3.7.2 UART1 串口.....	24
3.7.3 DBG 串口.....	25
3.7.4 串口应用.....	26
3.8 SIM 卡接口.....	28
3.9 状态指示接口.....	30
3.10 GPIO 接口.....	31
3.11 ADC 接口.....	31
4 天线接口.....	32
4.1 射频参考电路.....	33
4.2 RF 输出功率.....	34

4.3 RF 接收灵敏度34

4.4 工作频率34

4.5 天线要求35

4.6 推荐 RF 焊接方式.....35

5 电气性能和可靠性 36

5.1 绝对最大值.....36

5.2 温度范围36

5.3 工作耗流37

5.4 静电防护38

6 封装尺寸 39

6.1 模组机械尺寸39

6.2 模组推荐封装40

7 存储和生产 41

7.1 存储41

7.2 生产焊接41

7.3 包装42

8 附录 参考文档及术语缩写 43



图片索引

图 2-1：模组俯视图和底视图.....11

图 2-2：功能框图14

图 3-1：引脚分配图.....16

图 3-2：VBAT 输入参考电路21

图 3-3：UART1 串口连接示意图.....24

图 3-4：DBG 串口连接示意图25

图 3-5：3.3V 电平转换参考电路26

图 3-6：三极管电平转换参考电路.....27

图 3-7：SIM 卡连接器参考电路.....28

图 3-8：状态指示灯参考电路.....30

图 4-1：射频参考电路33

图 6-1：机械尺寸图（单位：mm）39

图 6-2：推荐封装（单位：mm）40

图 7-1：载带卷盘尺寸参考图（单位：mm）42



表格索引

表 2-1: 模组型号说明	11
表 2-2: 模组主要性能	12
表 2-3: 工作模式	12
表 2-4: 功耗状态	13
表 3-1: 引脚类型定义	17
表 3-2: 引脚描述	17
表 3-3: 电源引脚定义	21
表 3-4: RST_WKUP 引脚定义	22
表 3-5: 串口引脚定义	23
表 3-6: 串口逻辑电平	23
表 3-7: SIM 卡引脚定义	28
表 3-8: STATE 网络状态指示	30
表 3-9: WAKEUP_OUT 工作状态指示	30
表 3-10: GPIO 引脚定义	31
表 3-11: ADC 引脚定义	31
表 3-12: ADC 特性	31
表 4-1: RF 引脚定义	32
表 4-2: RF 传导功率	34
表 4-3: RF 传导灵敏度	34
表 4-4: 模组工作频率	34
表 4-5: 天线电缆的要求	35
表 4-6: 天线的要求	35
表 5-1: 绝对最大值	36
表 5-2: 温度范围	36
表 5-3: 模组耗流	37
表 5-4: ESD 性能参数 (温度: 25℃, 湿度: 45%)	38
表 7-1: 存储条件参考表	41
表 8-1: 参考文档	43
表 8-2: 术语缩写	43

1 引言

本文档定义了 MN316 模组及其硬件接口规范，电气特性和机械规范。通过此文档的帮助，结合我们的应用手册和用户指导书，客户可以快速应用 MN316 模组于无线应用。

1.1 安全须知

通过遵循以下安全原则，可确保个人安全并有助于保护产品和工作环境免遭潜在损坏。



道路行驶安全第一！当你开车时，请勿使用手持移动终端设备，除非其有免提功能。请停车，再打电话！



登机前请关闭移动终端设备。移动终端的无线功能在飞机上禁止开启以防止对飞机通讯系统的干扰。忽略该提示项可能会导致飞行安全，甚至触犯法律。



当在医院或健康看护场所，注意是否有移动终端设备使用限制。RF 干扰会导致医疗设备运行失常，因此可能需要关闭移动终端设备。



移动终端设备并不保障任何情况下都能进行有效连接，例如在移动终端设备没有话费或 SIM 无效。当你在紧急情况下遇见以上情况，请记住使用紧急呼叫，同时保证您的设备开机并且处于信号强度足够的区域。



您的移动终端设备在开机时会接收和发射射频信号。当靠近电视，收音机电脑或者其他电子设备时都会产生射频干扰。



请将移动终端设备远离易燃气体。当你靠近加油站，油库，化工厂或爆炸作业场所，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险场所操作电子设备都有安全隐患。

2 概述

MN316 是一款基于芯翼 XY1100 平台的工业级 NB-IoT 通信模组。它采用了低功耗技术，深度睡眠模式下的工作电流低至 1uA，主要应用于低功耗的数据传输业务，满足 3GPP Release 13 标准。

MN316 采用 LCC 封装，40 个引脚，尺寸仅有 16mm×18mm×2.2mm。MN316 支持 TCP/UDP 等传输协议及扩展命令。

MN316 系列型号说明如下表。

表 2-1：模组型号说明

项目	VBAT 供电电压	频段	适用地区及运营商
MN316-DBRD	VBAT 范围：3.1V~4.2V， Type：3.6V	Band 5/Band 8	中国地区； 中国移动、中国电信。

2.1 产品示意图

下图为 MN316 模组俯视图和底视图，请以最终实物为准。

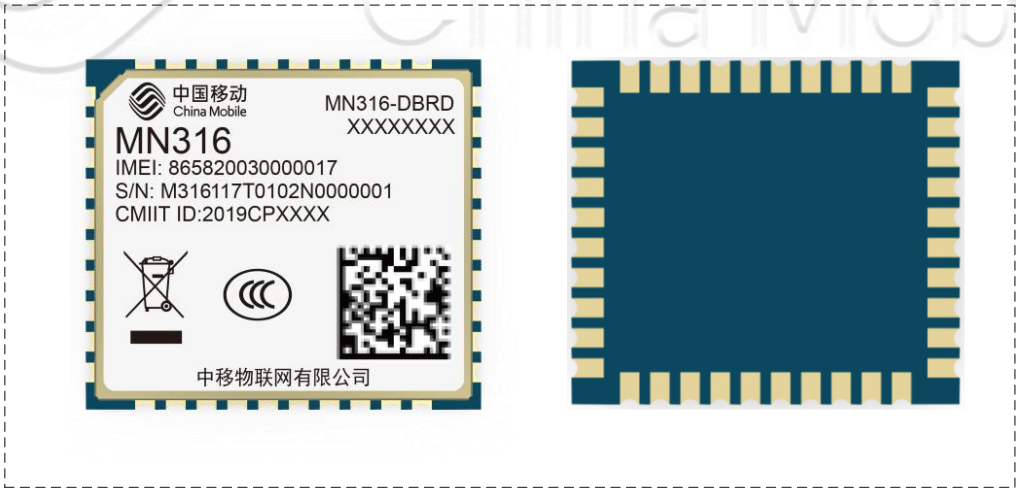


图 2-1：模组俯视图和底视图



如上为 MN316 模组的设计效果图，实际的产品外观和标签信息，请参照中移物联网的最终实物。

2.2 产品概述

本章节描述 MN316 模组的主要性能、工作模式和功耗状态。

2.2.1 主要性能

表 2-2: 模组主要性能

特性	说明
供电	VBAT 供电电压范围: 3.1V ~ 4.2V 推荐供电电压: 3.6V
省电	深度睡眠模式耗流低至 1uA
频段	Band5/Band8
发射功率	23dBm±2dB
温度范围	正常工作温度: -35°C ~ +75°C 扩展工作温度: -40°C ~ +85°C 存储温度: -45°C ~ +90°C
SIM 卡接口	支持外置 SIM 卡: 1.8/3.0V 支持内置 SIM 卡: 1.8/3.0V(2*2mm) 内外置 SIM 卡不能同时使用
天线接口特征阻抗	50 欧姆
物理特征	尺寸: (16±0.2)mm×(18±0.2)mm×(2.2±0.2)mm 重量: 约 1.3g
固件升级	串口升级 (UART1)

2.2.2 工作模式

下表简要地叙述了 MN316 模组的几种典型工作模式。

表 2-3: 工作模式

工作模式	描述
Active	模组处于活动状态, 所有功能正常可用, 可以进行数据发送和接收; 模组在此模式下可切换到 Idle 模式或 PSM 模式。
Idle	模组处于 DRX 或者 eDRX 状态, 网络保持连接状态, 可接收寻呼消息; 模组在此模式下可切换至 Active 模式或者 PSM 模式。
PSM	模组处于最低功耗状态, 网络处于非连接状态, 不再接收寻呼消息; 可以通过拉高 RST_WKUP 引脚唤醒模组, 或者定时器 T3412 超时后退出 PSM。

2.2.3 功耗状态

下表简要叙述了 MN316 模组的几种典型功耗状态。

表 2-4：功耗状态

功耗模式	描述	典型场景
WORKING	模组正常工作，没有休眠，串口可以正常收发 AT 命令。	数据发送和接收状态。
STANDBY	模组进入浅睡眠，VDD_EXT 电压保持输出，GPIO 状态继续保持，串口可以响应 AT 命令，也可以通过 RST_WKUP 外部中断唤醒。	20ms < 协议可睡眠时长 < 11s 的场景，比如周期小于 11s 的 DRX/eDRX 和连续多个子帧不需要空口 TX/RX 调度的场景，以及 WORKLOCK 锁未释放的 PSM 状态。
DEEPSLEEP	模组进入深睡眠，VDD_EXT 电压关闭输出，GPIO 状态无法保持，串口不能响应 AT 命令，可以通过 RST_WKUP 外部中断唤醒，底电流 1uA 左右。	协议可睡眠时长 > 11s 的场景，例如 WOKLOCK 锁释放后，下一次 TAU 时间大于 11s 的 PSM 状态。



- STANDBY 状态下，如果使用串口唤醒，当波特率不高于 9600bps 时，串口发送第一条 AT 命令可以将模组唤醒，并且正常执行。当波特率高于 9600bps 时，串口发送第一条 AT 命令只能唤醒模组，不会正常执行，再次发送第二条 AT 命令才能正常执行；
- 如需了解各种工作模式和功耗状态相关的应用信息，请参考《MN316_通信流程示例》。

2.3 系统框图

下图为 MN316 模组功能框图，主要有以下功能模块：

- 电源管理
- 基带处理
- 射频单元
- 外围接口

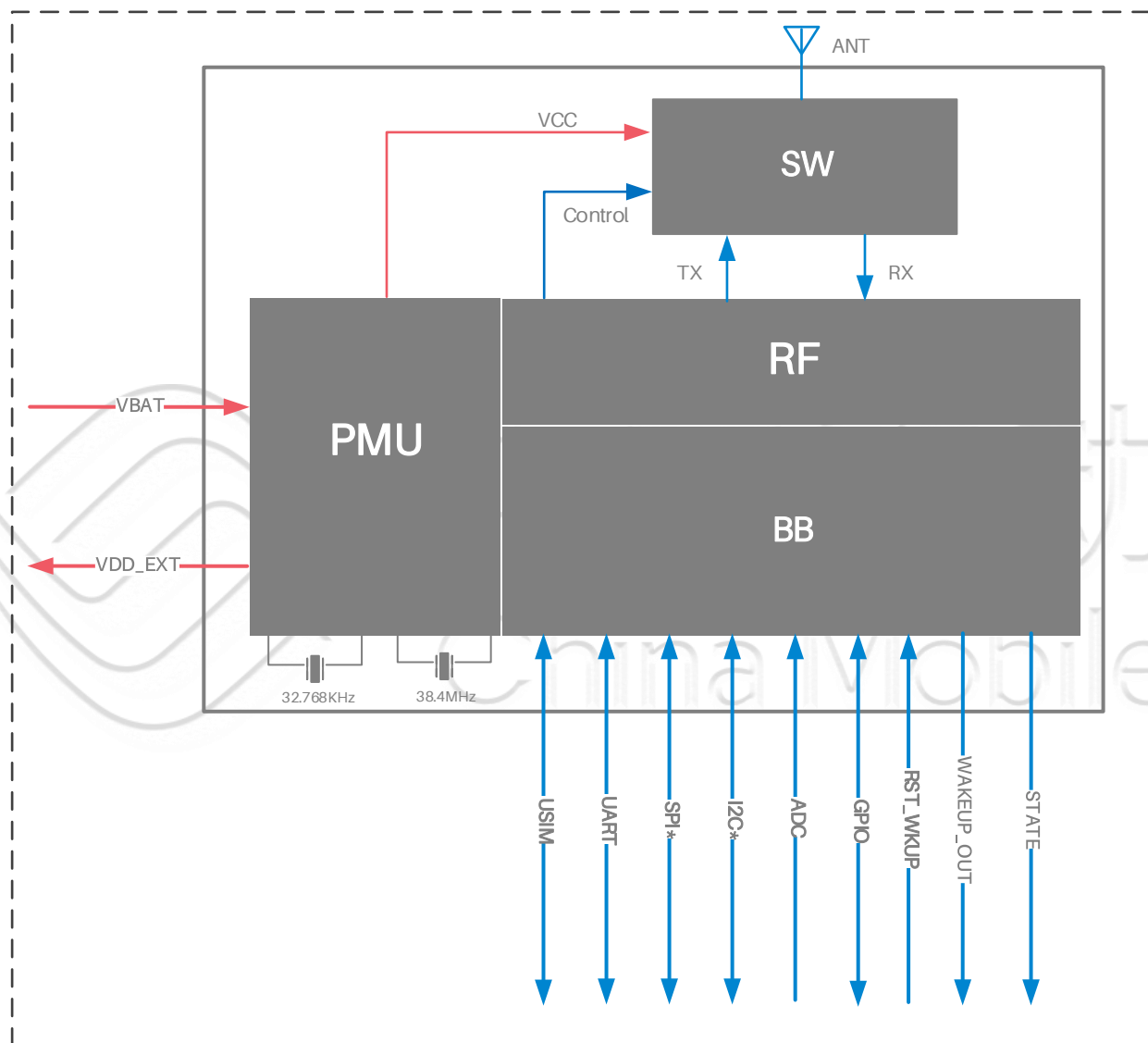


图 2-2：功能框图

3 应用接口

本章节详细阐述了模组各个接口的功能，主要包括：

- 电源接口
- 复位唤醒接口
- GPIO 接口
- UART 接口
- SIM 卡接口
- STATE 接口
- WAKEUP_OUT 接口



中国移动
China Mobile

3.1 引脚分配

MN316 模组总共有 40 个 LCC 引脚，如下图所示。

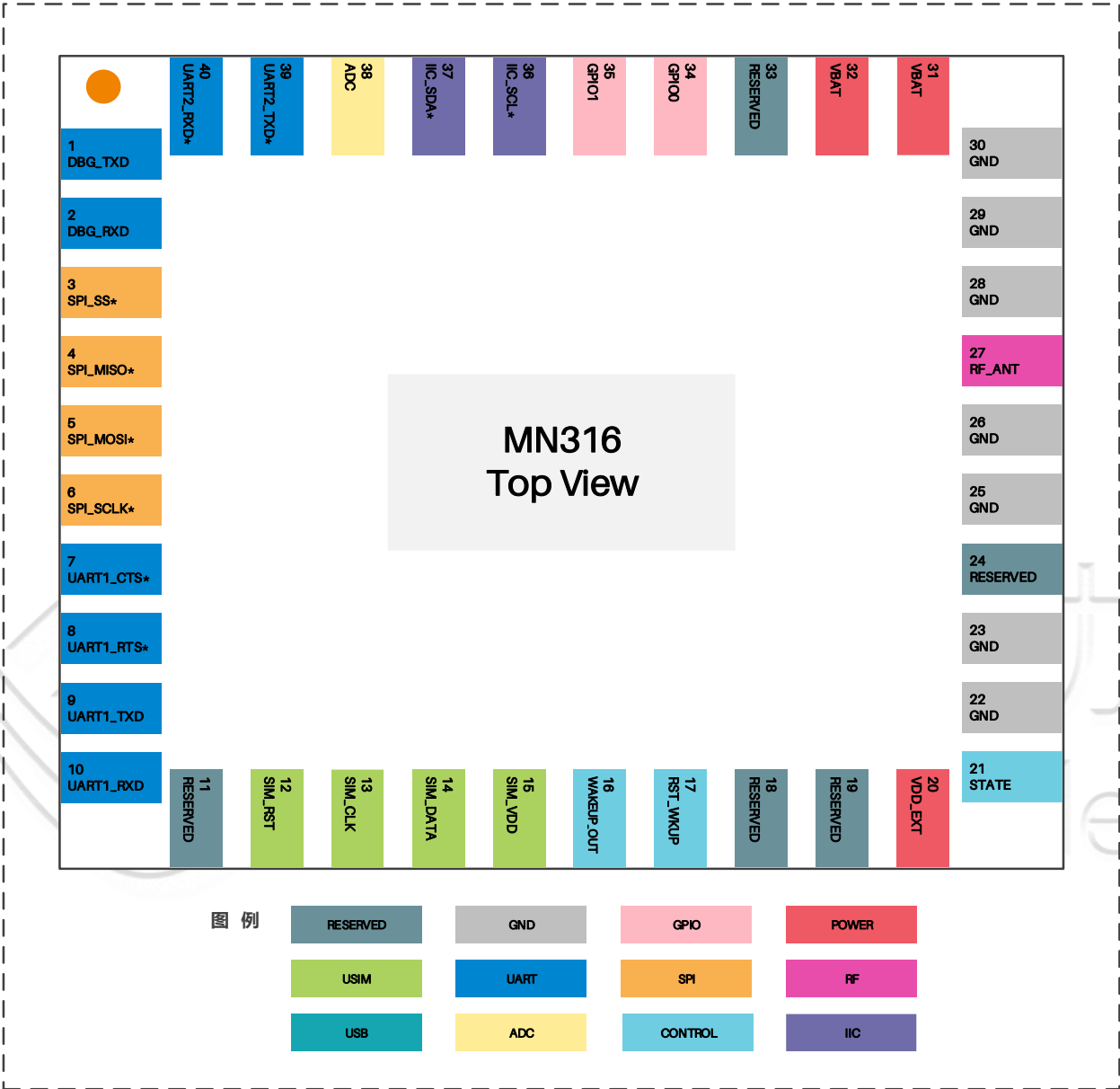


图 3-1：引脚分配图



- 带*的引脚表示正在开发中，暂时不支持该功能；
- RESERVED 表示预留引脚，电路设计时请保持悬空，不要进行任何电气连接；
- Pin16、Pin21 和 Pin34 是 BOOT 引脚，模组上电开机时禁止上拉到高电平，否则将会进入固件下载模式。

3.2 引脚定义

下表主要描述了 MN316 模组的引脚定义。

表 3-1: 引脚类型定义

类型	描述
PI	电源输入
PO	电源输出
DI	数字输入
DO	数字输出
IO	双向数字端口
AI	模拟输入
OD	漏极开路

表 3-2: 引脚描述

电源					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
31, 32	VBAT	PI	模组主电源 VBAT=3.1V~4.2V	Vmax=4.2V Vmin=3.1V Vnorm=3.6V	电源必须提供 0.5A 以上电流。
20	VDD_EXT	PO	模组数字电源 输出 3.0V	Vmax=3.15V Vmin=2.85V Vnorm=3.0V Imax=20mA	如果给外部供电，需并联 2.2uF ~ 4.7uF 旁路电容，深度睡眠模式下会关闭电压输出，不用则悬空。
22, 23, 25, 26, 28, 29, 30	GND	-	地	-	-

复位唤醒					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
17	RST_WKUP	DI	模组复位唤醒	VIHmin=1.2V VIHmax=3.6V	该引脚具备复位和唤醒双重功能，通过脉冲宽度进行区分，高电平有效。

指示灯					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
21	STATE	DO	模组网络状态指示输出	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	开机时禁止上拉，不用则悬空。
16	WAKEUP_OUT	DO	模组工作状态指示输出	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	开机时禁止上拉，不用则悬空。

GPIO 接口					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
34	GPIO0	IO	通用 IO 口	VILmin=-0.3V VILmax=0.3V VIHmin=2.7V VIHmax=3.3V	GPIO0 开机时禁止上拉，不用则悬空。
35	GPIO1	IO	通用 IO 口	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	

IIC 接口					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
36	IIC_SCL*	OD	IIC 数据时钟	-	开漏输出，需要外部上拉到 VDD_EXT，不用则悬空。
37	IIC_SDA*	OD	IIC 数据信号	-	

RESERVED					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
11, 18, 19, 24, 33	RESERVED	-	预留引脚	-	保持悬空

UART 串口					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
9	UART1_TXD	DO	UART1 发送数据	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	3.0V 电压域， 不用则悬空。
10	UART1_RXD	DI	UART1 接收数据	VILmin=-0.3V VILmax=0.3V VIHmin=2.7V VIHmax=3.3V	
7	UART1_CTS*	DI	UART1 流控清除发送	VILmin=-0.3V VILmax=0.3V VIHmin=2.7V VIHmax=3.3V	
8	UART1_RTS*	DO	UART1 流控请求发送	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	
39	UART2_TXD*	DO	UART2 发送数据	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	
40	UART2_RXD*	DI	UART2 接收数据	VILmin=-0.3V VILmax=0.3V VIHmin=2.7V VIHmax=3.3V	
1	DBG_TXD	DO	调试串口发送数据	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	
2	DBG_RXD	DI	调试串口接收数据	VILmin=-0.3V VILmax=0.3V VIHmin=2.7V VIHmax=3.3V	

天线接口					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
27	RF_ANT	I/O	射频天线接口	50 欧姆特性阻抗	请参考第 4 章

ADC					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
38	ADC	AI	数模转换	电压输入范围： 0V ~ 1.0V	不用则悬空

SIM 卡					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
15	SIM_VDD	PO	SIM 卡供电电压	Vnorm=1.8/3.0V	SIM 卡接口建议使用 TVS 管进行 ESD 保护, SIM 卡座到模组最长布线不要超过 200mm。
14	SIM_DATA	IO	SIM 卡数据	VILmax=0.25xSIM_VDD VIHmin=0.75xSIM_VDD VOLmax=0.15xSIM_VDD VOHmin=0.85xSIM_VDD	
13	SIM_CLK	DO	SIM 卡时钟	VOLmax=0.15xSIM_VDD VOHmin=0.85xSIM_VDD	SIM 卡接口建议使用 TVS 管进行 ESD 保护, SIM 卡座到模组最长布线不要超过 200mm。
12	SIM_RST	DO	SIM 卡复位	VOLmax=0.15xSIM_VDD VOHmin=0.85xSIM_VDD	

SPI 接口					
引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
3	SPI_SS*	DO	SPI 片选	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	不用则悬空
4	SPI_MISO*	DI	SPI 数据主输入从输出	VILmin=-0.3V VILmax=0.3V VIHmin=2.7V VIHmax=3.3V	
5	SPI_MOSI*	DO	SPI 数据主输出从输入	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	
6	SPI_SCLK*	DO	SPI 时钟输出	VOLmax=0.3V VOHmin=2.7V	

3.3 电源供电

3.3.1 供电接口

MN316 模组提供了两个 VBAT 接口用于外部供电。下表是 VBAT 和 GND 接口描述。

表 3-3：电源引脚定义

引脚号	引脚名	描述	最小值	典型值	最大值	单位
31,32	VBAT	模组主电源	3.1	3.6	4.2	V
22,23,25,26,28,29,30	GND	模组地	-	0	-	V

3.3.2 供电设计

电源设计对模组工作的稳定性至关重要，供电电源必须能够提供 500mA 以上的负载电流。MN316 模组 VBAT 的电压输入范围为 3.1V ~ 4.2V，如果电压跌落低于 3.1V，模组可能因为电压过低而导致工作异常。

为保证更好的电源供电性能，在靠近模组 VBAT 输入端，建议并联一个低 ESR (ESR=0.7Ω) 的 100uF 钽电容，以及 100nF、33pF、10pF 滤波电容。VBAT 的 PCB 走线尽量短且足够宽，走线宽度不少于 2mm，并且走线越长，线宽越宽。VBAT 输入端参考电路如下图所示。

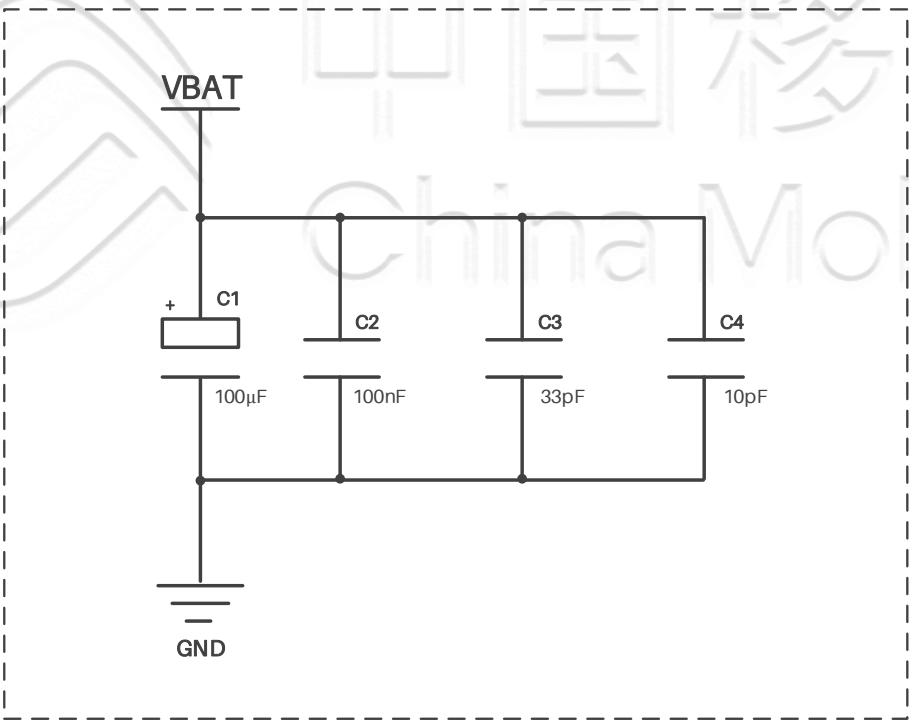


图 3-2：VBAT 输入参考电路

3.4 开机

MN316 模组的 VBAT 引脚正常供电，待 VBAT 电压上升到 3.1V 后，模组将会自动开机。



- 上电开机时，禁止将引脚 Pin16、Pin21 和 Pin34 上拉到高电平，否则将会进入固件下载模式；
- VBAT 电压在 2.2V~3.1V 区间时，模组可能会启动但无法保证正常的工作状态。

3.5 关机

断开 MN316 模组的 VBAT 引脚供电，待 VBAT 电压下降到 2.2V 以下即可关机。



- DEEPSLEEP 模式下可以直接断开 VBAT 供电。由于 DEEPSLEEP 模式下功耗仅有 1uA，如果 VBAT 并联了大电容，VBAT 断电后，电压下降可能会比较慢，需要等待一定时间才能关机；
- 其他模式下，需要先发送 AT+CPOF=2 执行软关机流程，当收到模组上报的“POWERDOWN”后，再断开 VBAT 供电。执行 AT+CPOF=2 软关机后的功耗为 mA 级，VBAT 断电后，电压下降速度比 DEEPSLEEP 模式断电下降快，等待时间较短；
- VBAT 电压在 2.2V~2.4V 区间时，由于个体差异，模组可能处于关机状态；但只有低于 2.2V 才能确保模组均处于关机状态。

3.6 复位和唤醒

MN316 模组使用一个 RST_WKUP 引脚同时实现复位和唤醒功能，通过脉冲宽度进行区分，高电平有效，高电平最小值 1.2V，最大不能超过 3.6V。

表 3-4: RST_WKUP 引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
17	RST_WKUP	DI	模组复位唤醒	释放唤醒信号后,延时 40ms 以上再进行 AT 命令发送等操作。

RST_WKUP 引脚复位和唤醒的逻辑如下：

- **复位：**高电平脉冲宽度大于 6s。
- **唤醒：**高电平脉冲宽度大于 100us，小于 5s。

3.7 UART 接口

3.7.1 UART 接口概述

MN316 模组提供了两个通用异步收发器：UART1 和 DBG 串口。UART1 串口主要用于 AT 命令通信和固件更新等，DBG 串口主要用于调试和 log 打印等。

串口引脚定义如下表所示。

表 3-5：串口引脚定义

接口	引脚名	引脚号	描述
UART1 串口	UART1_TXD	9	模组 UART1 发送数据
	UART1_RXD	10	模组 UART1 接收数据
	UART1_RTS*	8	模组 UART1 请求发送
	UART1_CTS*	7	模组 UART1 允许发送
DGB 串口	DBG_TXD	1	模组 DBG 串口发送数据
	DBG_RXD	2	模组 DBG 串口接收数据

串口逻辑电平如下表所示。

表 3-6：串口逻辑电平

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VIL	-0.3	0	0.3	V
VIH	2.7	3	3.3	V
VOL	-0.3	0	0.3	V
VOH	2.7	3	3.3	V

3.7.2 UART1 串口

UART1 串口有如下特点：

- 8 个数据位，无奇偶校验，一个停止位；
- 用于 AT 命令通信和固件更新等；
- 支持波特率如下：2400bps、4800bps、9600bps、19200bps、38400bps、57600bps、115200bps，可通过 AT 命令配置，默认 9600bps。

UART1 串口流控 CTS、RTS 不用可以悬空，连接示意图如下所示。

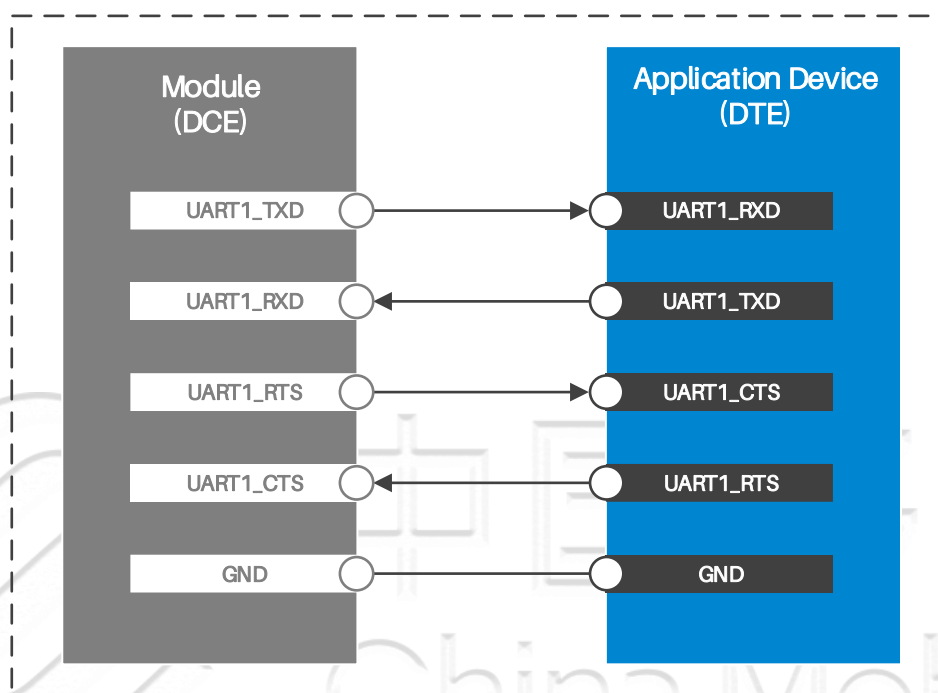


图 3-3：UART1 串口连接示意图

3.7.3 DBG 串口

调试串口波特率固定为 921600bps，用于调试和 log 打印等，客户设计时建议预留测试点。连接示意图如下图所示。

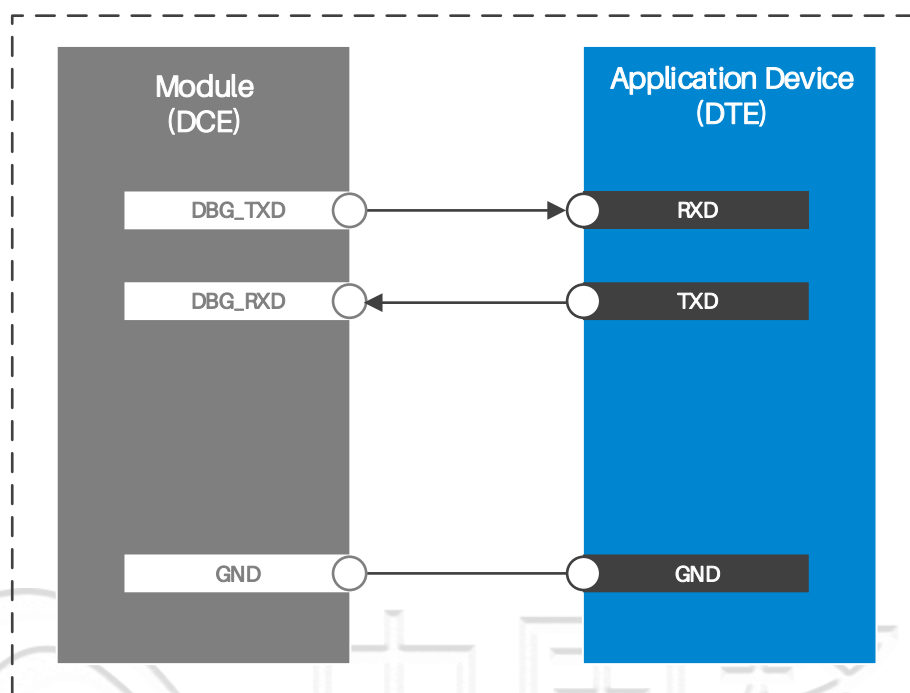


图 3-4：DBG 串口连接示意图

3.7.4 串口应用

MN316 模组串口电平为 3.0V，使用时需要与外部 MCU 进行电平匹配。如果外部 MCU 电平为 3.3V，请使用以下参考设计。

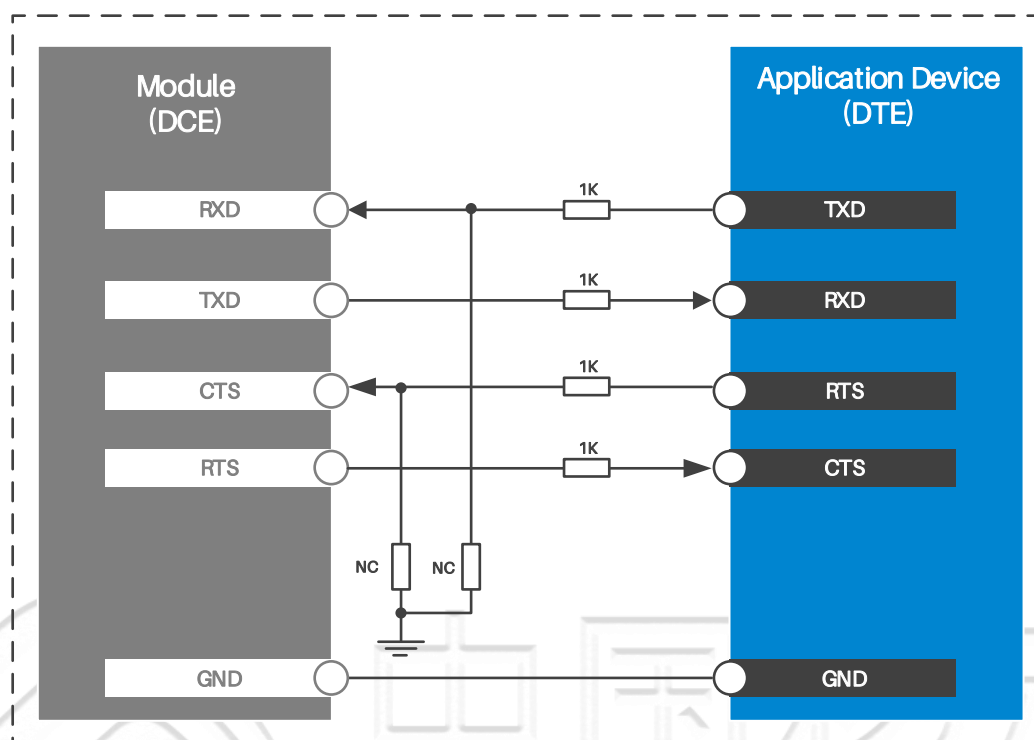


图 3-5: 3.3V 电平转换参考电路

当外部 MCU 电平为 5V 时可以通过三极管搭建电平转换电路，建议在三极管基极限流电阻两端并联电容，可以加速三极管的开关速率，此方案电平转换效率与三极管开关时间有密切关系，建议此类转换波特率不要高于 460800。参考电路如下所示。

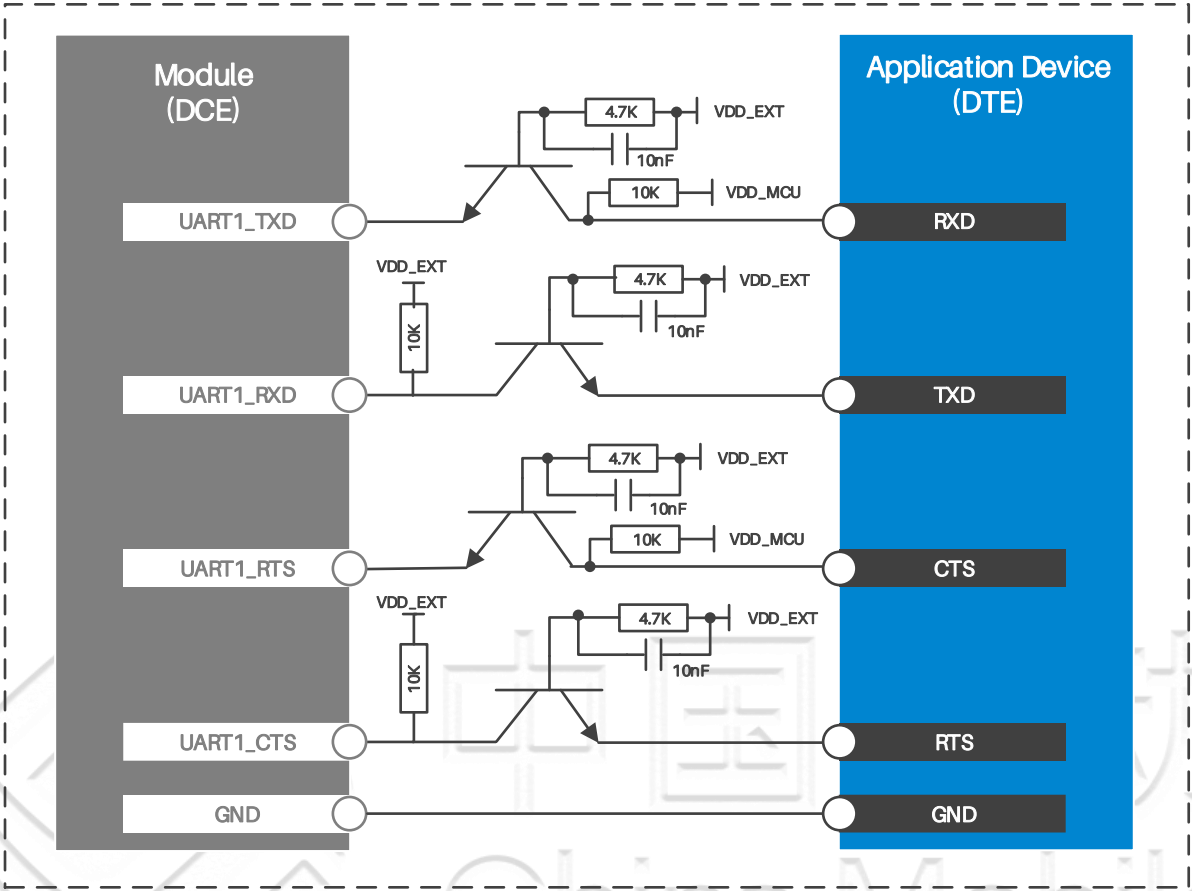


图 3-6: 三极管电平转换参考电路



- 当模组处于关机状态或者 DEEPSLEEP 状态下，需设置外部 MCU 的串口为高阻态，防止 MCU 串口高电平的电流灌进模组，增加系统功耗；
- 更详细的设计信息，请参考《MN316 参考设计》。

3.8 SIM 卡接口

MN316 模组提供外置 SIM 卡接口，同时也支持内置 2mm × 2mm 贴片 SIM 卡；两种方式不可兼容。

普通版本模组仅支持外置 SIM 卡；如需使用内置 SIM 卡，请购买内置 SIM 卡版本模组。

表 3-7：SIM 卡引脚定义

引脚号	引脚名	描述	备注
14	SIM_DATA	SIM 卡数据信号	模组内部 20K 电阻上拉至 SIM_VDD
15	SIM_VDD	SIM 卡供电引脚 供电压 1.8V/3.0V	-
13	SIM_CLK	SIM 卡时钟信号	-
12	SIM_RST	SIM 卡复位信号	-

SIM 卡连接器参考电路如下。

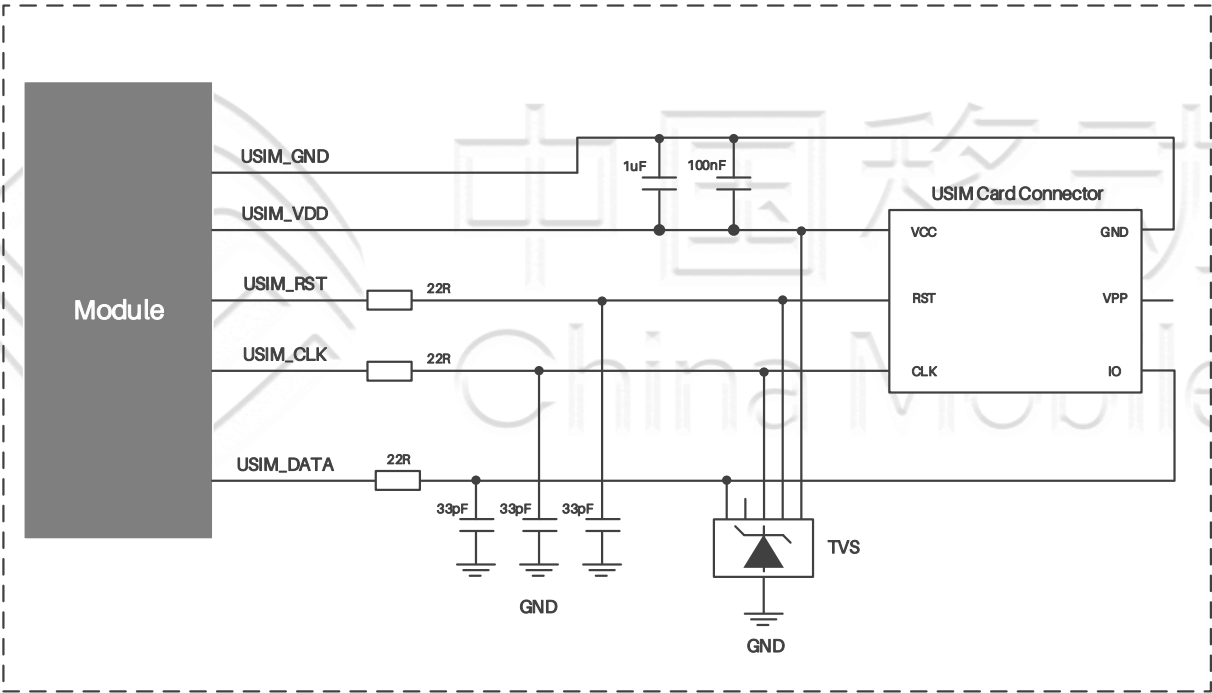


图 3-7：SIM 卡连接器参考电路



为了保证 SIM 卡在实际应用中的可靠性和可用性，请按照以下标准进行 SIM 卡电路设计。

- 布局时尽可能的将 SIM 卡靠近模组，走线长度尽可能小于 200mm；
- SIM 卡信号线远离 RF 和 VBAT 等干扰源；
- 确保模组和 SIM 卡之间的地线短而粗，接地宽度不小于 0.5mm，并且靠近模组主地就近连接，如果客户 PCB 地平面完整，也可以直接接到 PCB 主地；
- 如果 SIM 卡走线过长，建议 SIM_DATA 引脚预留上拉电阻至 SIM_VDD；
- SIM_VDD 建议并联 1uF 电容，增加电压稳定性，同时并联 100nF 去耦电容，并靠近 SIM 卡放置；
- 为避免 DATA 和 CLK 之间的串扰，应满足 3W 规则，并对其进行包地处理；
- SIM_DATA、SIM_CLK 和 SIM_RST 需要并联 33pF 去耦电容，靠近 SIM 卡放置；
- 为了提供良好的 ESD 保护，建议 SIM 卡引脚就近添加 TVS，TVS 结电容需要小于 15pF。



中国移动
China Mobile

3.9 状态指示接口

MN316 模组提供两个状态指示接口 STATE 和 WAKEUP_OUT。

STATE 接口用于指示模组的网络状态，如下表所示。

表 3-8: STATE 网络状态指示

STATE 高低电平状态	模组网络状态
500ms 高电平，500ms 低电平	模组未注册上网络，正在搜网。
持续高电平	模组已成功注册上网络。
持续低电平	模组没有开机或者进入深度睡眠。

WAKEUP_OUT 接口用于指示模组的工作状态，如下表所示。

表 3-9: WAKEUP_OUT 工作状态指示

WAKEUP_OUT 高低电平状态	模组工作状态
持续高电平	模组开机后没有进入深度睡眠。
持续低电平	模组没有开机或者进入深度睡眠。

状态指示接口的连接参考电路如下图所示。

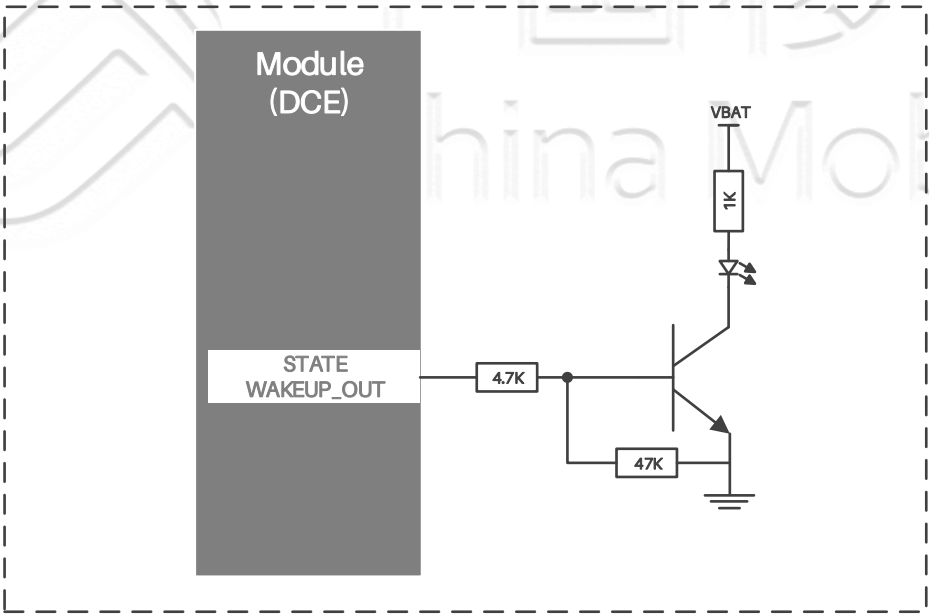


图 3-8: 状态指示灯参考电路



状态指示功能默认关闭，可以使用 AT+CMSYSCTRL 命令打开此功能，详细见《MN316_AT 命令用户手册》。

3.10 GPIO 接口

MN316 模组提供了 2 个 GPIO 接口，不用则悬空。

表 3-10: GPIO 引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述
34	GPIO0	IO	通用 GPIO
35	GPIO1	IO	通用 GPIO



- 输入模式下，GPIO0 只能配置下拉和浮空，GPIO1 只能配置上拉和浮空；
- GPIO 详细配置方法请参考《MN316_AT 命令用户手册》。

3.11 ADC 接口

MN316 提供一路外部 ADC 接口，可以使用 AT+CMADC 读取电压值，其引脚定义如下表所示。

表 3-11: ADC 引脚定义

引脚号	引脚名	作用
38	ADC	模数转换器接口

表 3-12: ADC 特性

特性	最小值	典型值	最大值	单位
电压范围	0	-	1.0	V
ADC 分辨率	-	10	-	bits



若被测电平接近 1.0V，测试值误差较大。

4 天线接口

引脚 27 是 RF 天线接口，该接口的阻抗为 50 欧姆。

表 4-1：RF 引脚定义

名称	引脚	作用
GND	25	地
GND	26	地
RF_ANT	27	RF 天线接口
GND	28	地
GND	29	地



中国移动
China Mobile

4.1 射频参考电路

对于天线接口的外围电路设计，为了能够更好地调节射频性能，建议预留匹配电路。射频参考电路如下图所示。其中 C1, C2 缺省不贴，只贴 0 欧姆 R1 电阻。

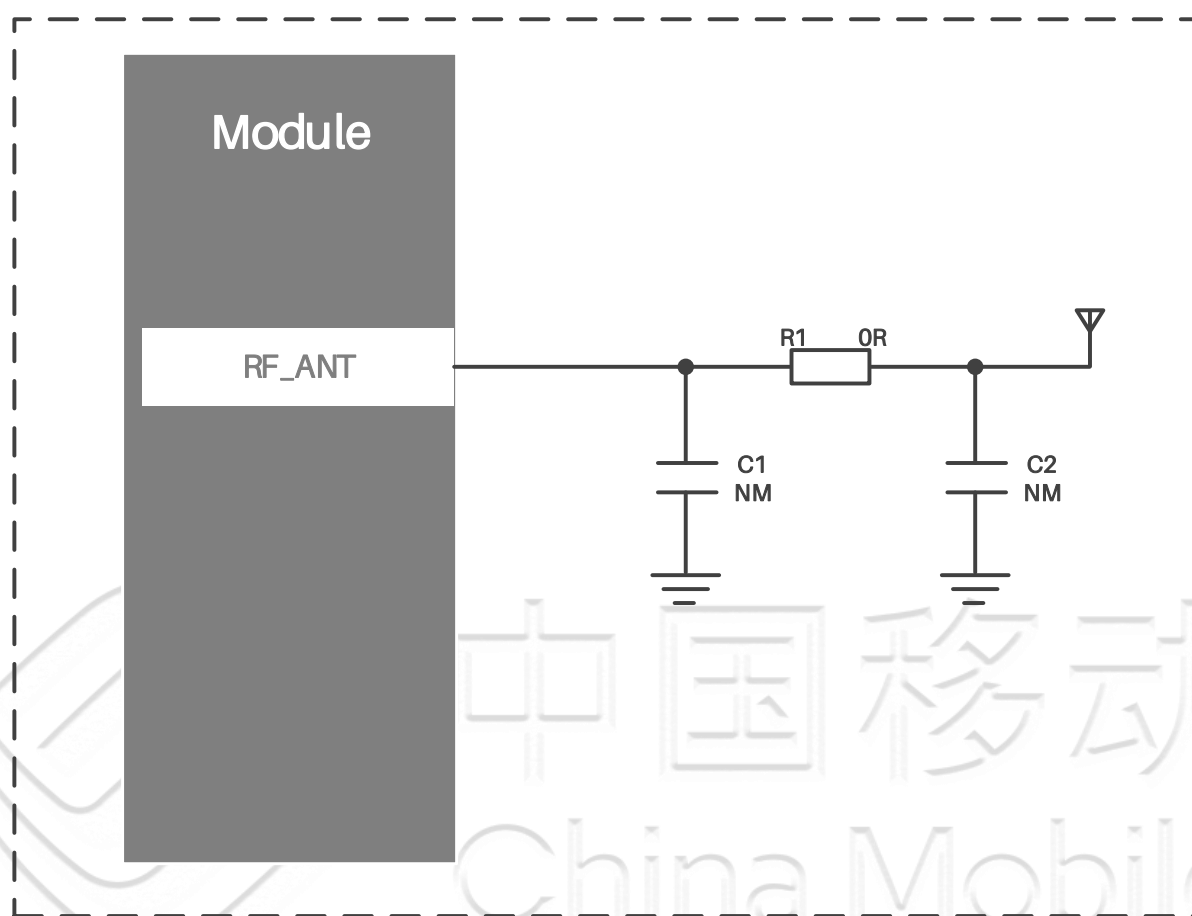


图 4-1：射频参考电路

MN316 模组提供了一个 RF 焊盘接口连接外部天线。从该焊盘到天线连接器间射频走线的特性阻抗要控制在 50 欧姆左右，且走线尽可能短。

为了最小化 RF 走线或者 RF 线缆上的损耗，必须谨慎设计。建议插入损耗必须满足以下条件：

- 824MHz ~ 900MHz < 0.5dB

4.2 RF 输出功率

表 4-2: RF 传导功率

频段	最大	最小
Band 5	23dBm±2dB	<-40dBm
Band 8	23dBm±2dB	<-40dBm

4.3 RF 接收灵敏度

表 4-3: RF 传导灵敏度

频段	接收灵敏度（无重传机制）	接收灵敏度（重传机制）
Band 5	-115dBm	-134dBm
Band 8	-115dBm	-134dBm

4.4 工作频率

表 4-4: 模组工作频率

频段	接收频率	发射频率
Band 5	869MHz ~ 894MHz	824MHz ~ 849MHz
Band 8	925MHz ~ 960MHz	880MHz ~ 915MHz

4.5 天线要求

下表为 NB-IoT 天线的要求。

表 4-5: 天线电缆的要求

频率	要求
824-960MHZ	插入损耗<1dB

表 4-6: 天线的要求

参数	要求
频率范围	824MHz ~ 960MHz
VSWR	≤ 2
Gain (dbi)	≥ 1
最大输入功率 (W)	5
输入阻抗 (Ω)	50
极化方式	线极化

4.6 推荐 RF 焊接方式

如果连接外置天线的射频连接器是通过焊接方式与模组相连的，请务必注意连接线的剥线方式及焊接方法，必须充分接地，请按照正确的焊接方式进行操作，以避免因焊接不良引起线损增大。

5 电气性能和可靠性

5.1 绝对最大值

下表所示是模组数字、模拟引脚的电压最大耐受值。

表 5-1: 绝对最大值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT	-0.3	4.2	V
RST_WKUP	-0.3	3.6	V
其他数字引脚	-0.3	3.3	V

5.2 温度范围

下表所示为模组工作温度和存储温度的范围。

表 5-2: 温度范围

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作温度	-35	25	+75	°C
扩展工作温度	-40	25	+85	°C
存储温度	-45	-	+90	°C



- 在正常工作温度范围内，模组的射频性能指标满足 3GPP 标准要求；
- 在扩展工作温度范围内，模组的个别射频性能指标可能会超出 3GPP 标准范围，但是模组仍然能够保持工作状态，具备数据传输等功能，不会出现不可恢复的故障。当温度返回至正常工作温度范围时，模组射频性能指标满足 3GPP 标准要求。

5.3 工作耗流

模组典型工作模式下的耗流情况如下表所示。

表 5-3：模组耗流

参数	模式	描述	频段@功率	典型值	单位
I _{VBAT}	软关机	AT+CPOF=0	Band5/8	1.0	uA
		AT+CPOF=2	Band5/8	7.8	mA
	PSM	深睡眠模式	Band5/8	1.0	uA
	eDRX	PTW=10.24s	Band5	379	uA
		eDRX Cycle=20.48s	Band8	353	uA
	IDLE	DRX Cycle=2.56s	Band5	405	uA
			Band8	400	uA
	射频发射状态 3.75kHz		Band5@23dB	203	mA
			Band5@10dB	72	mA
			Band5@0dB	47	mA
			Band8@23dB	220	mA
			Band8@10dB	68	mA
			Band8@0dB	45	mA
			Band5@23dB	111	mA
			Band5@10dB	46	mA
			Band5@0dB	33	mA
			Band8@23dB	119	mA
	射频发射状态 15kHz Single-tone		Band8@10dB	43	mA
			Band8@0dB	32	mA



- 所有功耗数据均在实验室环境下，VABT 供电 3.6V，连接 SP8315 射频综测仪测试所得；
- 现网环境下由于网络参数的影响，模组的功耗数据与实验室可能会存在一定差异；
- 耗流会随着 VBAT 的变化而有波动，当 VBAT 电压在降低时，电流会增加；上表测试的功耗值仅供参考，具体以实际为准。

5.4 静电防护

在模组应用中，由于人体静电、微电子间带电摩擦等产生的静电，通过各种途径放电给模组，可能会对模组造成一定的损坏，因此 ESD 防护应该受到重视。在研发、生产组装和测试等过程中，尤其在产品设计中，均应采取 ESD 防护措施。例如，在电路设计的接口处以及易受静电放电损伤或影响的地方，应增加静电保护，生产中应佩戴防静电手套等。

下表为模组重点引脚 ESD 耐受电压情况。

表 5-4：ESD 性能参数（温度：25℃，湿度：45%）

测试点	接触放电	空气放电	单位
VBAT, GND	± 5	TBD	kV
天线接口	± 5	TBD	kV
UART 接口	± 2	TBD	kV
SIM 卡接口	± 2	TBD	kV
其他接口	± 0.5	TBD	kV



6 封装尺寸

本章节描述了 MN316 模组的机械尺寸和推荐 PCB 封装等信息。

6.1 模组机械尺寸

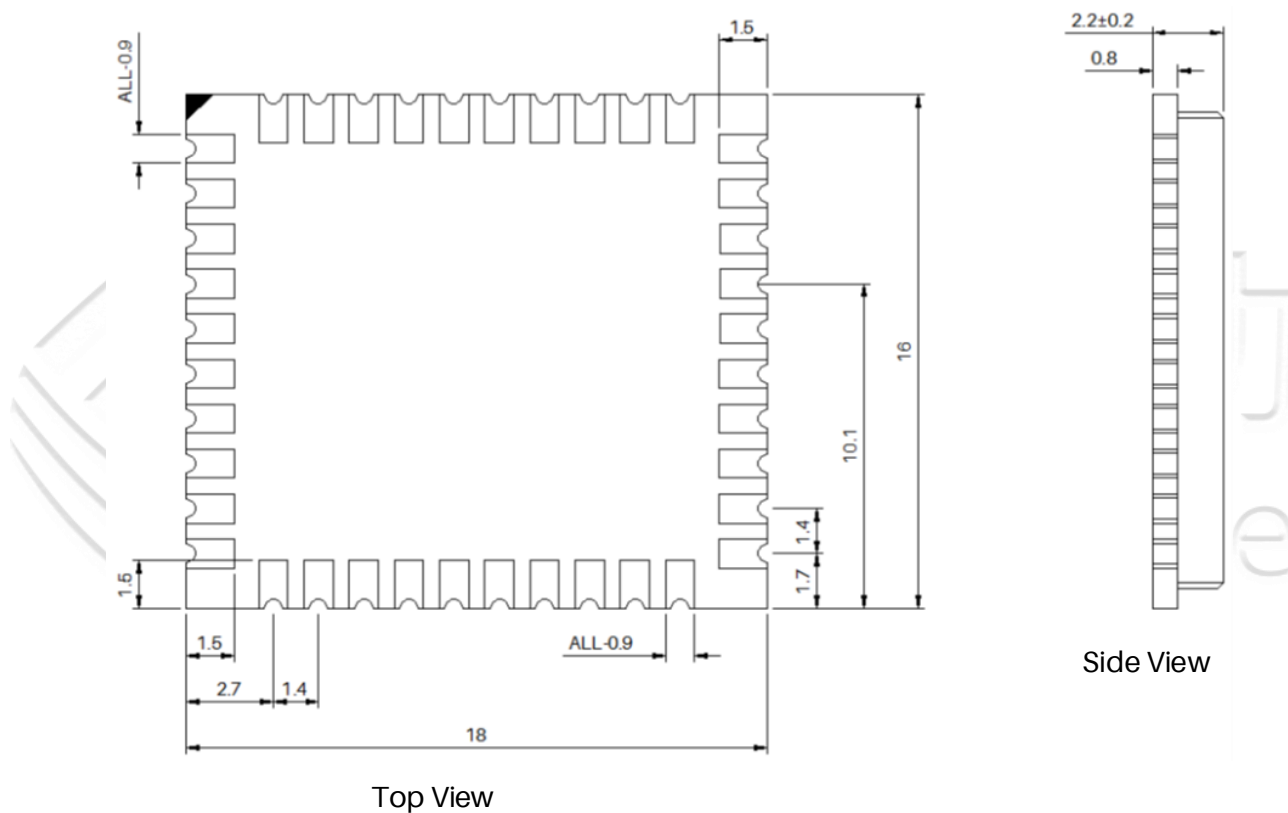


图 6-1: 机械尺寸图 (单位: mm)

6.2 模组推荐封装

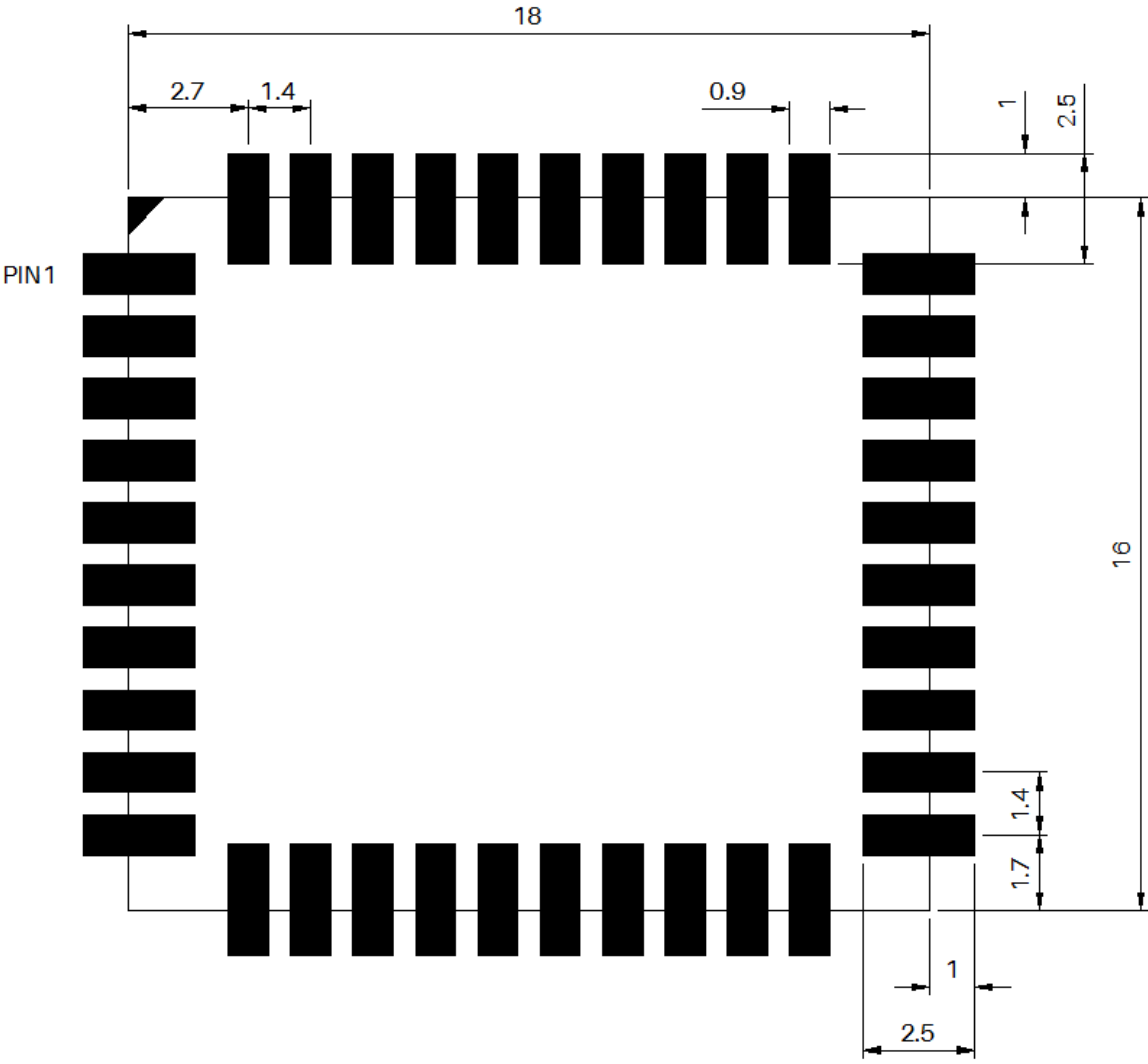


图 6-2：推荐封装（单位：mm）

7 存储和生产

7.1 存储

模组为湿敏产品，湿敏等级定义为 3 级。

模组拆封后需注意存储条件，具体标准请参考下表。存储时长超过下表所示车间寿命，必须烘烤后再贴片。

表 7-1：存储条件参考表

潮湿等级	车间寿命（工厂环境 $\leq +30^{\circ}\text{C}/60\% \text{RH}$ ）
1	无限期保质，在环境 $\leq +30^{\circ}\text{C}/85\% \text{RH}$ 条件下
2	1 年
2a	4 周
3	168 小时
4	72 小时
5	48 小时
5a	24 小时
6	强制烘烤后使用；烘烤后的模组，必须在规定时限内完成贴片。（具体时限以标签所示为准）



- 模组包装无法承受高温烘烤，烘烤前请移除模组包装；短时间的烘烤，请参照 IPC/JEDECJ-STD-033 规范执行；
- 模组存储与烘烤相关的详细标准请参考《中移物联网智能模组部通信模组贴片应用指导》。

7.2 生产焊接

MN316 模组为 LCC 封装，生产时需要制作合适的钢网并设置合理的炉温曲线，采用回流焊进行 SMT 焊接。



钢网制作和回流焊相关的详细要求请参考《中移物联网智能模组部通信模组贴片应用指导》。

7.3 包装

MN316 模组用卷带包装，并用真空密封袋将其封装。每个卷带包含 500 个 MN316 模组，胶盘直径 330 毫米，具体规格如下。

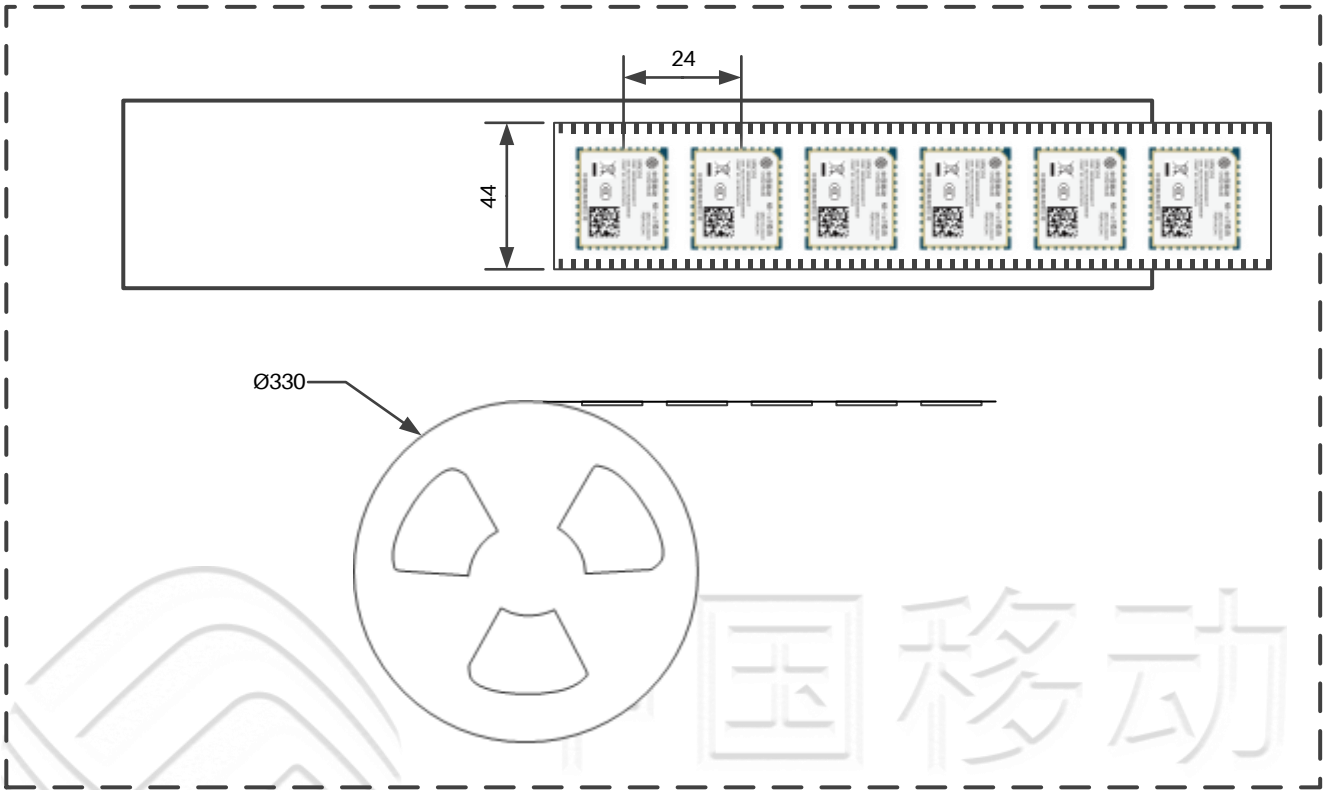


图 7-1：载带卷盘尺寸参考图（单位：mm）

8 附录

参考文档及术语缩写

表 8-1: 参考文档

序号	文档名称	备注
[1]	MN316_AT 命令用户手册	-
[2]	MN316_通信流程示例	-
[3]	MN316_参考设计	-
[4]	中移物联网智能模组部通信模组贴片应用指导	-

表 8-2: 术语缩写

缩写	描述
CTS	Clear To Send
DRX	Discontinuous Reception
DCE	Data Communications Equipment (typically module)
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, external controller)
eDRX	Enhanced Discontinuous Reception
ESD	Electrostatic Discharge
I/O	Input / Output
I _{max}	Maximum Load Current
I _{norm}	Normal Current
kbps	Kilo Bits Per Second
PCB	Printed Circuit Board
PSM	Power Save Mode
RF	Radio Frequency
RTC	Real Time Clock
RTS	Request To Send
RX	Receive Direction
SIM	Subscriber Identification Module
TX	Transmitting Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio

缩写	描述
Vmax	Maximum Voltage Value
Vnorm	Normal Voltage Value
Vmin	Minimum Voltage Value
VIHmax	Maximum Input High Level Voltage Value
VIHmin	Minimum Input High Level Voltage Value
VILmax	Maximum Input Low Level Voltage Value
VILmin	Minimum Input Low Level Voltage Value
VImax	Absolute Maximum Input Voltage Value
VImin	Absolute Minimum Input Voltage Value
VOHmax	Maximum Output High Level Voltage Value
VOHmin	Minimum Output High Level Voltage Value
VOLmax	Maximum Output Low Level Voltage Value
VOLmin	Minimum Output Low Level Voltage Value
ADC	Analog to Digital Converter

