

产品使用说明书

LoRa 透传评估板

(A1.1)

导 言

概述

LoRa 透传评估板是专为用户设计，能够简单、易用、快捷的进行 LoRa 通信技术开发评估，以使用户能够花极短的时间测试和了解 LoRa 通信技术与自身业务应用场景的结合性。

本评估板具有结构紧凑、接口多样、使用方便，采用高性能工业级芯片解决方案实现 LoRa 网络数据传输，可快速开发部署 LoRa 网络，实现远距离低功耗的控制和数据采集的目的。

读者对象

本文档适用于：

- ▲ 研发工程师
- ▲ 技术支持工程师
- ▲ 客户

如果您是第一次本产品，建议您从第一章开始，阅读本文档全部内容，以便更好的了解产品功能，熟悉使用方式，防止造成操作不当等人为原因带来的不必要损失。

目 录

概述.....	2
读者对象.....	2
一. 硬件介绍.....	4
二. 软件说明.....	5
2.1 目录结构.....	5
2.2 开发环境.....	5
2.2 调式说明.....	5
2.3 例程说明.....	6
2.4 复位及唤醒.....	7
2.5 代码及流程图.....	8
三. LoRa 透传模块说明.....	9
3.1 概述.....	9
3.2 AT 模式切换.....	9
3.3 使用方式.....	10
四. 封装尺寸.....	11
五. 部分 AT 指令说明.....	12
AT 测试指令.....	12
ATH 帮助指令.....	12
ATI 模块版本信息.....	12
ATZ 恢复默认参数.....	12
ATT 退出配置模式.....	13
ATR 软件复位设备.....	13
AT+POW=<XX> 功率.....	13
AT+TSF=<XX> 发送扩频.....	13
AT+RSF=<xx> 接收扩频.....	13
AT+TFREQ=<XX> 发送频率.....	13
AT+RFREQ=<XX> 接收频率.....	14
AT+BRATE=<XX> 配置串口波特率.....	14
AT+EL=<XXXX> 休眠时间设置.....	14
AT+TX=< X.X > 发送数据.....	14

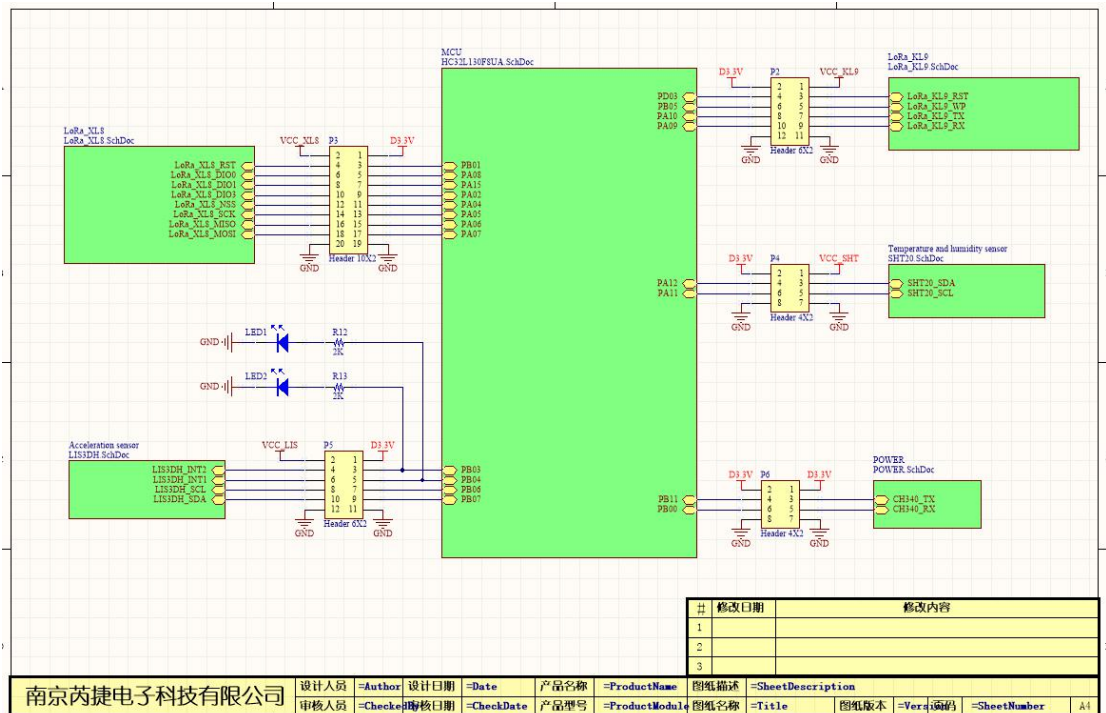
一. 硬件介绍

1.1 硬件介绍



Sensor KIT 传感器开发评估板由一颗 Cortex M0+ 的 MCU 作为主控，采用的是华大 HC32L13 单片机，64K Flash，8K RAM。板上集成 USB 转串口芯片 CH340C，温湿度传感器 SHT20，以及通过排针引出的众多 IO。另外，板上还集成两个 LoRa 终端模组，一个是基于 SX1278 的纯射频模组 M-XL8，通过 SPI 接口与 MCU 连接，另外一个 LoRa 透传模组 M-KL9，通过 UART 与 MCU 连接。

1.2 电路原理框图



如需要详细的电路图，请与我们联系。

二. 软件说明

2.1 目录结构

 driver	2018/6/
 example	2018/6/
 kernel	2018/6/
 libs	2018/6/
 mcu	2018/6/
 middleware	2018/6/

Driver:MCU 驱动文件

Example: 测试工程所在目录

Kernel: RTOS 系统内核

Libs: 通用库文件

Mcu:MCU 相关配置文件

Middleware: 主板相关驱动实现

2.2 开发环境

评估板例程采用 IAR 编译环境 ARM 版，版本需要 7.7 及以上版本，以便支持对应 MCU 的相关历程及配置。相关软件请自行在官网下载和安装：

<https://www.iar.com/iar-embedded-workbench>。

仿真器可采用 J-Link 仿真或 IAR 支持的相关仿真器，采用 SWD 接口。

2.2 调式说明

本评估板使用 MCU 仿真的话，需要注意两点。

1. MCU 深度休眠时无法使用 SWD 调式，需要复位芯片以恢复 SWD 调式口功能进行程序仿真。
2. MCU 启动支持 BOOT 选择开关，对应的端口是 PD03，PD03 低电平则为调式模式，高电平为烧录模式。







在本评估板中，PD03 默认通过跳线帽可以短接到 LoRa 透传模块（M-KL9）的对应 RST 引脚上，但是注意 RST 必须拉高才能保证 M-KL9 模块正常运行，如果拉低则会导致 M-KL9 掉电（原因参考 2.4 复位介绍）。因此如果需要控制 M-KL9 的 RST 引脚，在仿真前，需要断开 PD03 的跳冒以便评估板进入调式模式（原因

参考上述 2.2 调式说明 2)。仿真启用后再接上跳线帽，在主程序中，操作完 RST 引脚后保持高电平。

2.3 例程说明

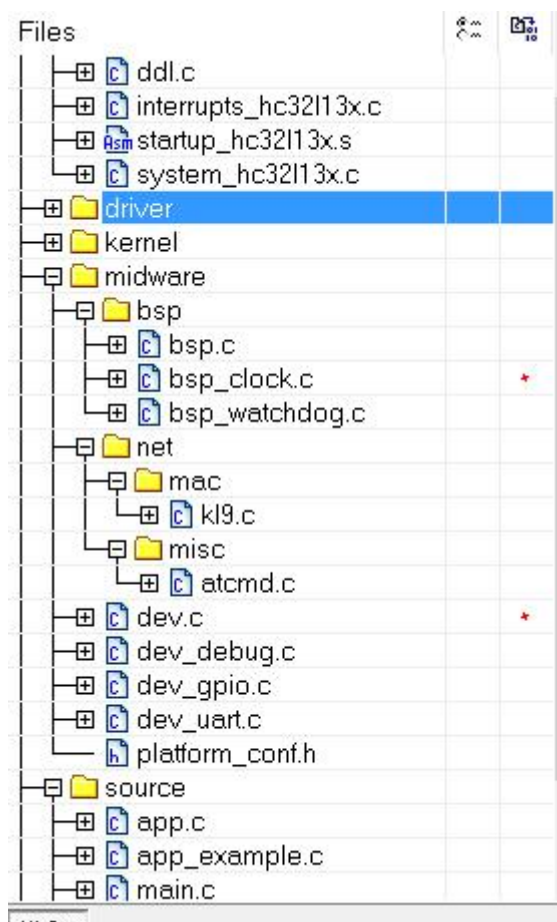
例程经过很好的代码封装，模块化耦合度低，且使用了 RTOS 系统（RTX），能够方便做各种任务扩展和调度。RTX 是 ARM 公司出品的具有良好的代码移植性和优秀的 RAM 资源消耗，相关操作使用学习请参考 ARM 公司相关 RTX 介绍。

例程主要业务层（应用层）代码如下：

名称	修改日期
 app.c	2018/6/
 app.h	2018/6/
 app_example.c	2018/6/
 ddl_device.h	2018/6/
 main.c	2018/6/
 RTX_Conf_CM.c	2018/6/

Main 文件为主程序入口，统一的 app 函数接口，具体实现可自定义源文件，通过 app 统一接口定义，可以方便使用统一的系统启动工程，而根据自己的业务需求自定义自身的程序。比如此处的例程主代码为 app_example.c。

工程整体代码引用如下所示。Middleware 为硬件驱动成，net 为对用的 LoRa 无线模块操作接口，已实现了 AT 命令的函数封装。



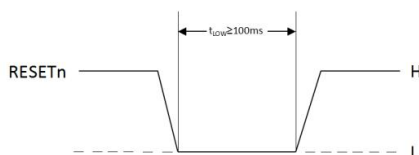
上述代码中：

bsp 前缀的主要为 MCU 级别的底层驱动

dev 前缀的代码主要为与主板相关的设备驱动代码

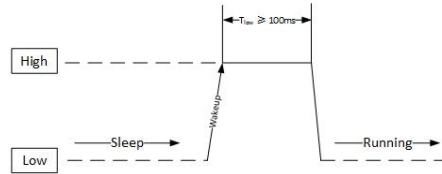
2.4 复位及唤醒

LoRa 透传模块在启动后会自动复位，也可以在任何需要的时间对其进行复位，具体方法是给 RESETn 引脚施加一个不小于 100ms 的低电平。



模块复位时序

模块在 AT 模式下，可以通过 AT 指令控制模块进入休眠状态。当需要唤醒时可通过 Wake_UP 引脚输入一个下降沿来唤醒模块。为了节约功耗，正常工作时可将此引脚做拉低处理。

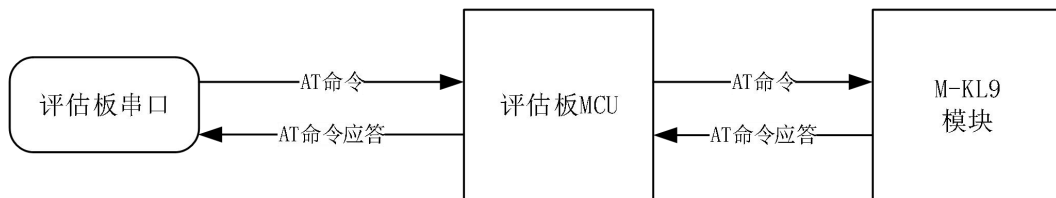


模块唤醒时序

本评估板采用的 LoRa 模块默认是透传模式，如果需要进入配置（AT）模式，则可以通过命令进行切换。

2.5 代码及流程图

评估板主要实现了对 M-KL9 的操作，为了便于使用测试，评估板例程实现了一种透明方式对 M-KL9 模块的操作。数据流程图如下所示。



如果用户需要对 M-KL9 做特定的参数配置或其它操作，可以参考本评估板例程进行修改。

主要操作的接口代码如下

```
/* KL9 初始化，主要初始化 AT 命令操作函数接口 */
bool KL9_Init(struct atcmd_handle_t *handle);

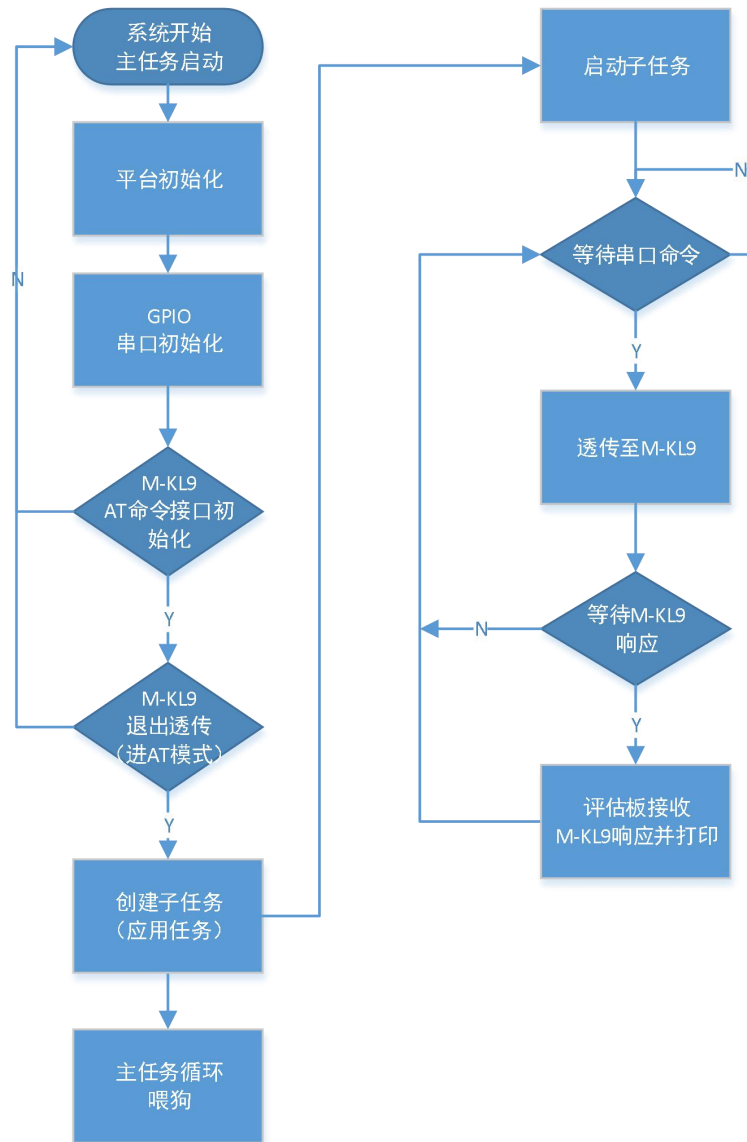
/* KL9 数据发送 */
bool KL9_Send(bool direct, uint8_t *data, uint32_t len);

/* KL9 退出透传模式（即进入配置命令（AT）模式） */
bool KL9_ExitTransparent(void);

/* KL9 检测是否 AT 模式*/
bool KL9_CheckAT(void);

/* KL9 AT 参数设置，该函数实现了部分参数设置的代码，如需要其他更多的
AT 命令操作参数设置，可参考改写 */
bool KL9_AtSet(AT_CMD_TYPE type, uint32_t value);
```

程序整体流程图



三. LoRa 透传模块说明

3.1 概述

LoRa 透传模块 M-KL9 支持 AT 命令配置参数，配置完后自动保存。

默认运行自动识别 AT 引脚电平，如果电平为高，则 AT 模式（模块不开接收）；如果电平为低，则为透传模式（模块自动开启接收）。只有在 AT 模式下才能修改参数，因此，首先需要确保模块处于 AT 命令模式。

3.2 AT 模式切换

AT 模式与透传模式切换支持硬件和软件两种方式。

Sensor KIT LoRa 透传评估板使用说明 V1.1

硬件方式：通过 AT 引脚高低电平控制（根据外接的 IO 电平判断）。

软件方式：通过+++（退出透传）和 ATT（进入透传）命令切换模式。

注意，+++命令不带回车换行符，其它 AT 命令末尾都带回车换行符。另外，+++命令操作后并不会保存，如果系统复位，则会恢复成根据 AT 引脚电平来确定模块所处的模式。

请根据需要来切换 AT 模块和透传模式。

3.3 使用方式

方式 1：如果项目模块量少，参数配置完后不变化，可以一次性配置好，后面模块上电即用，不用担心配置的问题，只需采用透传方式或 AT 命令方式直接发送数据即可。

方式 2：如果需要软件控制，随时改变，则按如下流程。

步骤 1：系统上电或复位运行，首先通过模块 RST 引脚复位 M-KL9，具体操作参考 KL9 相关数据手册。

步骤 2：通过 AT 命令检测 M-KL9 是否 AT 模式，如果是 AT 模式，则会立即返回 OK，如果不是，则无返回值（即透传模式），该 AT\r\n 命令会当做数据发送出去。

步骤 3：AT 命令是否有响应可定义一个超时时间 1s（除发送命令外），其它 AT 命令响应时间应该不超过 1 秒，根据 2 判断结果，如果当前是透传，则可以通过+++命令或拉高 AT 引脚，退出透传模式。

步骤 4：然后再次执行 2 检测是否 AT 模式，如果是则执行 5，否则继续 2，重试多次不成功请检查硬件。

步骤 5：执行 AT 对应的命令配置参数，正常返回值是\r\nOK\r\n，可通过返回字符串判断是否配置成功，否则再次尝试，重试多次不成功请检查硬件。

步骤 6：配置完成后，切换回透传模式，直接发送数据即可（透传模式无返回值），如果需要通过返回值判断是否发送成功，则可以不切换回透传模式，直接通过 AT+TX=HEX DAT\r\n 方式发送数据，发送成功则返回\r\nOK\r\n。

步骤 7：如果模块发送完成后，需要休眠系统，可以按照 2 步骤，切换回 AT 模式，通过 AT+EL 命令来进入休眠。

步骤 8：休眠结束后，如果需要提前唤醒（或从永久休眠唤醒），则通过操

Sensor KIT LoRa 透传评估板使用说明 V1.1

作 WAKEUP 引脚来唤醒设备。具体参照 M-KL9 数据手册的唤醒操作。也可以通过掉电方式来进行节电处理，主控 MCU 休眠结束后重新上电 M-KL9。

总之，系统操作的原则就是，AT 命令需要先判断 M-KL9 处于 AT 模式，需要知道执行结果，则判断返回值。正常情况下，用软件配置参数后，如果不更改，参数是保存的，上述流程只需要配置参数成功执行一遍，后面周期性执行业务数据发送即可。

四. 封装尺寸

M-KL9 模块尺寸如下图 7-1 所示：

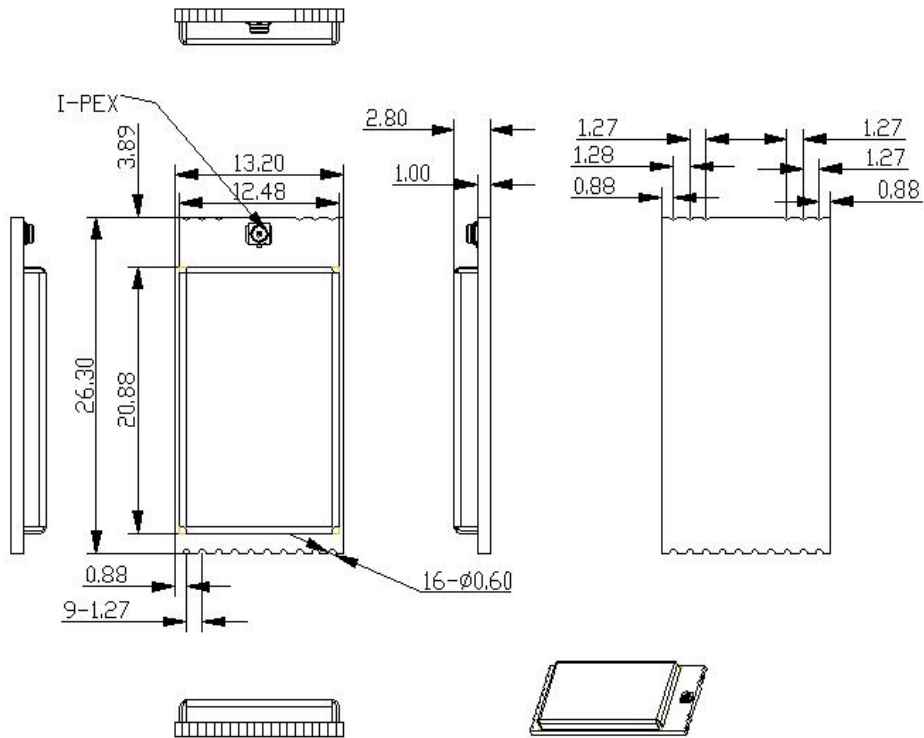


图 7-1: M-KL9 模块尺寸

五. 部分 AT 指令说明

本手册中所有命令行必须以“AT”作为开头，以回车(<CR><CF>)作为结尾。响应通常紧随命令之后，它的样式是“<回车><新行><响应内容><回车><新行>”(<CR><LF><响应内容><CR><LF>)。整本手册里，只有<响应内容>被自始至终介绍，而<回车><新行>被有意省略了。<响应内容>和设置参数值<XX>为十六进制字符串。

模块串口支持多种波特率，默认使用 9600 bps，8 位数据位，无校验位，1 位停止位，串口发送均采用字符串格式发送和接收。

在 AT 配置模式下，每一条 AT 指令都有回响，用户在使用时须等待指令的回响结果再做下一步操作，如果命令执行失败，响应对应错误代码。常见命令错误代码如下。

错误代码	代码含义	错误代码	代码含义
ER00	语法错误	ER05	保存失败
ER01	参数错误	ER06	缓冲区满
ER02	执行失败	ER07	超时
ER03	信道忙	ER08	配置拒绝
ER04	长度错误	ER09	不可读

AT 测试指令

命令语句	正确回响内容	说明
AT	OK	查询模块是否支持 AT 指令

此命令将不做任何动作，在 AT 模式下模块随时都可以接收此命令。

ATH 帮助指令

命令语句	正确回响内容	说明
ATH	AT 指令列表	返回模块支持的 AT 指令

此命令将不做任何动作，在 AT 模式下模块随时都可以接收此命令。

ATI 模块版本信息

命令语句	正确回响内容	说明
ATI	LoRa KL9 Firmware V2003	模块版本信息，格式为： LoRa 模块名 Firmware Vxx

ATZ 恢复默认参数

命令语句	正确回响内容	说明
ATZ	OK	模块恢复默认参数

此命令解析正确则返回“OK”，将立即恢复出厂配置参数并重启模块。

ATT 退出配置模式

命令语句	正确响应内容	说明
ATT	OK	退出配置模式

此命令解析正确则返回“OK”，模块由配置模式切换到透传模式。注意：如果此时 AT 引脚检测为高，则无法退出配置模式。相对应退出透传模式仅且使用“+++”，可参考 4.2 说明。

ATR 软件复位设备

命令语句	正确响应内容	说明
ATR	OK	复位设备

此命令解析正确则返回“OK”后，将立即重启模块。

AT+POW=<XX> 功率

命令语句	正确响应内容	说明
AT+POW=<XX>	OK	XX 发射功率（单字节十六进制字符串），如<14>：POW 值为 20dBm

AT+TSF=<XX> 发送扩频

命令语句	正确响应内容	说明
AT+TSF=<XX>	OK	XX 为 SF 值（单字节十六进制字符串），如<0C>：SF 值为 12，有效范围 6~12

AT+RSF=<xx> 接收扩频

命令语句	正确响应内容	说明
AT+RSF=<xx>	OK	xx 为 SF 值（单字节十六进制字符串），如<0C>：SF 值为 12，有效范围 6~12

AT+TFREQ=<XX> 发送频率

命令语句	正确响应内容	说明
AT+TFREQ=<XXXXXXXX>	OK	XXXXXXXX 为频率值（4 字节的十六进制字符串），如<1C12E3C0>：配置模块发射频率 471MHz

Sensor KIT LoRa 透传评估板使用说明 V1.1

AT+RFREQ=<XX> 接收频率

命令语句	正确回响内容	说明
AT+RFREQ=<XXXXXXXX >	OK	XXXXXXXX 为频率值（4 字节的十六进制字符串），如 <1C12E3C0>：配置模块接收频率 471MHz

AT+BRATE=<XX> 配置串口波特率

命令语句	正确回响内容	说明
AT+ BRATE=<XX>	OK	<00>: 1200bps <01>: 2400bps <02>: 4800bps <03>: 9600bps（默认） <04>: 19200bps <05>: 38400bps <06>: 57600bps <07>: 115200bps <08>: 230400bps <09>: 380400bps

该命令配置成功后，会自动重启生效。版本 V2008 以后

AT+EL=<XXXX> 休眠时间设置

命令语句	正确回响内容	说明
AT+EL=<XXXX>	OK	<XXXX>为休眠时间十六进制字符串形式

注意：

- ① 参数形式为 16 进制数据，例如： <0020>为 32 秒，最长 12 小时<A8C0>。
- ② 如定时时间未到，亦可通过 wakeup 引脚唤醒。
- ③ 0000—长期低功耗模式，可通过 wakeup 引脚或者复位模块的方式唤醒。

AT+TX=< X..X > 发送数据

本模块除了可以使用透传命令传输数据外，还可以使用 AT 命令进行数据发送。为了匹配正常的 ASCII 命令格式，通过 AT+TX 命令发送数据时，需要对发送的数据进行 ASCII 码转换成十六进制的字符串串，相关说明如下所示。

命令语句	正确回响内容	说明
AT+TX=< X..X >	OK	< X..X>数据内容（十六进制）

<123456>：发送十六进制数据 0x12,0x34,0x56