



HLK-L09

规格和使用说明书 v1.1

目录

1 产品简介	5
1.1 产品特点	5
1.2 应用领域	5
2 规格参数	6
3 引脚定义	8
3.1 引脚分配图	8
3.2 引脚描述	8
3.3 GPIO 默认状态	10
3.4 I/O 接口特性	10
4 天线	11
4.1 天线连接器	11
4.2 连接器尺寸	11
4.3 天线要求	12
4.4 测试底板说明	12
5 电源特性	13
6 射频特性	14
7 功耗	15
8 通信配置	16
8.1 串口配置参数	16
8.2 P2P 模式	17
8.3 单 Tone 模式	18
8.4 RX 测试模式	19
8.5 通信频点选择注意事项	19
9 模组及封装尺寸	20
9.1 模组尺寸	20

9.2 封装	21
10 注意事项	22
11 修订记录	25

图形目录

图 3-1 模块接口示意图（俯视图）	8
图 4-1 IPEX 连接器	11
图 4-2 天线连接器尺寸示意图	12
图 9-1 接口连接示意图	16
图 9-2 模组 UART 电平转换电路	16
图 11-1 模组尺寸示意图	20
图 11-2 推荐封装的尺寸	21

表格目录

表 2-1 HLK-L09 规格参数	7
表 3-1 模块引脚描述	9
表 3-2 IO 属性定义	10
表 3-3 GPIO 默认状态	10

表 3-4 I/O 接口特性参	10
表 4-1 模组主天线要求	12
表 5-1 电源特性	13
表 6-1 发射特性	14
表 6-2 接收特性	14
表 7-1 模组功耗	15

1 产品简介

HLK-L09 是一款专为 LPWAN 物联网应用而研制的无线模组，它采用 TurMass™ 作为全新的 LPWAN 技术，具有超大容量、高速率、广覆盖和低成本的特点。

HLK-L09 提供基于 UART 的通用 AT 命令接口、以及灵活的参数配置能力。用户可根据应用需求，完成模组发射功率、工作频率、速率、工作模式等多种参数的配置，快速实现数据的无线收发。

1.1 产品特点

- 采用独创的 TurMass™ 窄带物联网技术
- 支持速率范围广泛，0.441 kbps ~ 85.106 kbps
- 灵敏度高、传输距离远，-129 dBm (mode6 @1.8Kbps, PER=5%)
- 工作模式灵活多样，支持时隙 TDD 或 ALOHA
- 支持 AT 命令或数据透传模式

1.2 应用领域

- 智慧城市
- 智能家居
- 智慧抄表
- 互动表决、银行排队管理系统
- 物联网工业设备及仪表
- 智能交通

2 规格参数

技术指标	参数
工作模式	SoC 模式
工作电压	1.8V ~ 3.6V
工作频段	470MHz~510MHz
调制方式	DPFSK
通信标准	TurMass™
加密方式	AES128/256
编码方式	卷积码、极化码
速率范围	0.441Kbps ~ 85.106kbps
接收灵敏度	-129dBm@1.8kbps
发射功率	> 20dBm
发射电流	< 120mA@20dBm
接收电流	< 14.5mA ^[1]
休眠电流	< 1.8uA
控制器 MCU	RISC-V N205 内核
通信接口	UART-3.3V TTL
串口配置	115200bps 8N1
射频接口	IPEX 接头或邮票孔
工作温度	-40°C ~ +85°C
工作湿度	相对湿度 10%~90%，无冷凝
外形尺寸	16mm×24mm×3.5mm (长×宽×高)

封装方式	SMD
------	-----

[1]：数据接收状态下的测量结果，如果在搜索同步阶段接收电流会相应增加 1.5mA。

表 2-1 HLK-L09 规格参数

3 引脚定义

3.1 引脚分配图

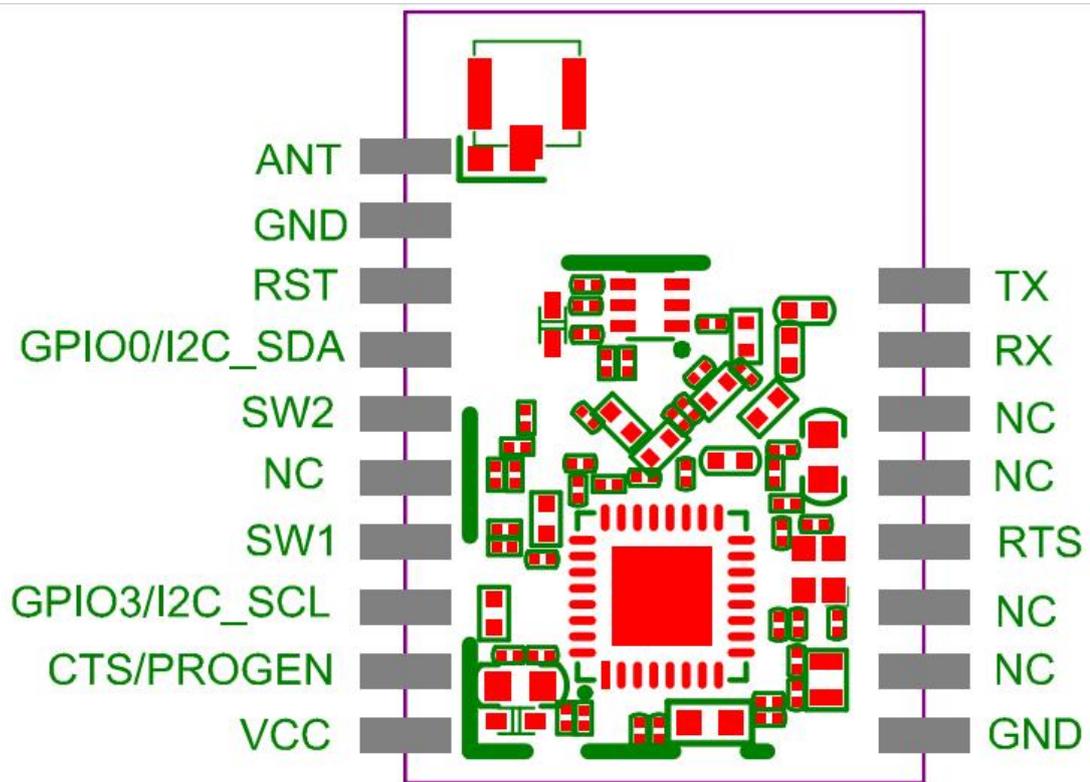


图 3-1 模块接口示意图（俯视图）

3.2 引脚描述

编号	名称	属性	说明
1	ANT/NC	AIO	射频信号 (采用 IPEX 射频接头版本模组, 此管脚需要 NC)
2	GND	GND	地
3	RESET	DI	复位信号输入, 高有效
4	GPIO0/I2C_SDA	DIO	普通 GPIO, 支持 GPIO 外部高电平唤醒, I2C_SDA
5	SW2	DIO	预留
6	NC	NC	悬空

7	SW1	DIO	预留
8	GPIO3/I2C_SCL	DIO	普通 GPIO，支持 GPIO 外部高电平唤醒，I2C_SCL
9	CTS/PROGEN		默认配置为 update 管脚，接串口的 UART_CTS； 烧录固件时该引脚需要拉高
10	VCC	PI	电源输入
11	GND	GND	地
12	NC	NC	悬空
13	NC	NC	悬空
14	GPIO_6	DIO	普通 GPIO，默认配置为 UART_RTS
15	NC	NC	悬空
16	NC	NC	悬空
17	GPIO_5	DI	默认配置为 UART_RXD，串口接收
18	GPIO_4	DO	默认配置为 UART_TXD，串口发送

表 3-1 模块引脚描述

属性	说明
PI	电源输入
GND	电源地
RF	射频信号
AIO	模拟双向
DI	数字输入
DO	数字输出

DIO	数字双向
NC	悬空

表 3-2 IO 属性定义

3.3 GPIO 默认状态

下表定义了程序没有进行配置时，模组各 GPIO 的默认状态。

名称	默认状态
GPIO_0	输入，下拉
GPIO_1	输入，下拉
GPIO_2	输入，下拉
GPIO_3	输入，下拉
GPIO_4	输入，上拉
GPIO_5	输入，上拉
GPIO_6	输入，下拉

表 3-3 GPIO 默认状态

3.4 I/O 接口特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
VIH	输入高电平电压	$0.7 \times V_{BAT}$	$V_{BAT} + 0.3$	V
VIL	输入低电平电压	-0.3	$0.2 \times V_{BAT}$	V
VOH	输出高电平电压	$V_{BAT} - 0.3$	V_{BAT}	V
VOL	输出低电平电压	0	0.4	V

表 3-4 I/O 接口特性参

4 天线

4.1 天线连接器

HLK-L09 模组上预留有一个用于连接天线的 IPEX 连接器，连接器阻抗为 50 Ω 。

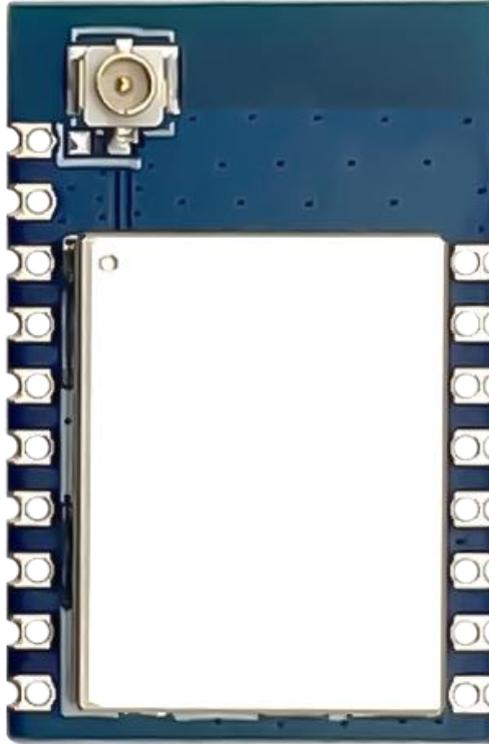


图 4-1 IPEX 连接器

4.2 连接器尺寸

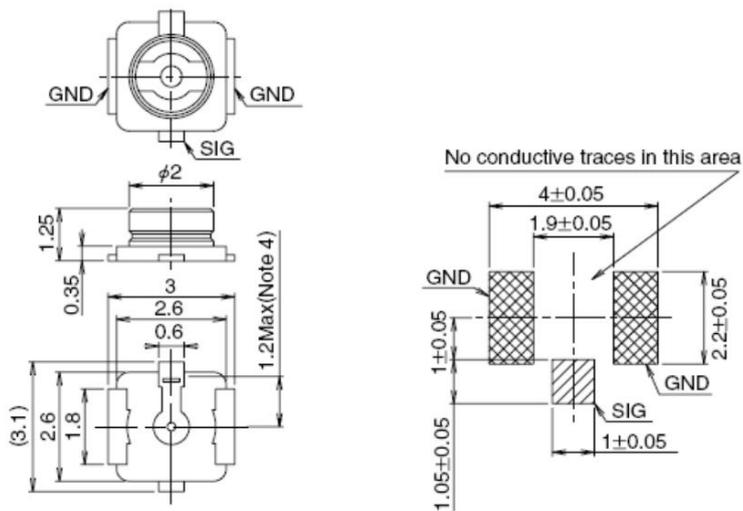


图 4-2 天线连接器尺寸示意图

4.3 天线要求

下表列出了对模组主天线的要求：

参数	描述
VSWR	≤ 2
效率	$> 30\%$
特性阻抗	50Ω
线缆插入损耗 (470Mhz)	$< 1.5\text{db}$

表 4-1 模组主天线要求

4.4 测试底板说明

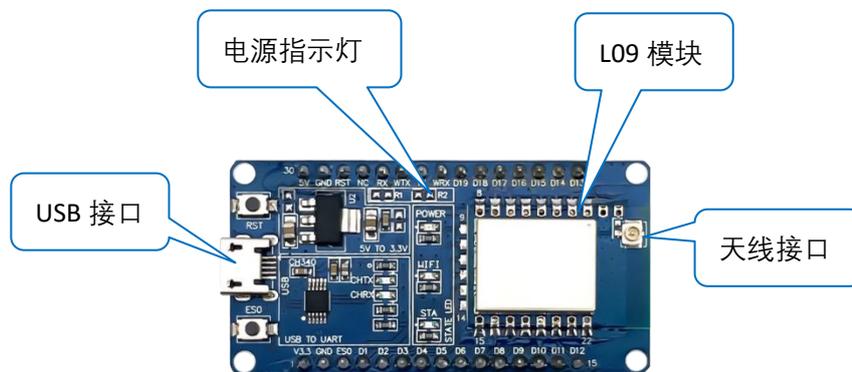


图 4-3 测试底板

USB 接口：连接到电脑后，可以发送 AT 指令对模块进行设置和数据发送

测试底板上的两个按键没有功能

注意：此测试底板没有接 UART_RTS,UART_CTS 引脚，对于多条指令同时发送的时候，只会回第一条指令，对于数据传输有要求的应用场景，可以把流控引脚 UART_RTS,UART_CTS 引脚接上，提升传输效率

5 电源特性

HLK-L09 模块采用单引脚供电，输入电压为 1.8~3.6 V，典型值为 3.3 V；供电输入至少要满足 0.3A 供流能力。模块输入电源要求如下表所示：

参数	描述	最小值	最大值	典型值	单位
VBAT	模块电源	1.8	3.6	3.3	V

表 5-1 电源特性

6 射频特性

频率	测试条件 (环境温度: 25°C)	发射功率 (典型值)	单位
470~510MHz	AT+TXP=15 AT+WORKMODE=71	20	dBm

表 6-1 发射特性

频率	测试条件 (环境温度: 25°C)	灵敏度 (典型值)	单位
470~510MHz	AT+RATE=6 AT+FREQ=490300000,490300000,490300000 AT+WORKMODE=72	-129	dBm

表 6-2 接收特性

7 功耗

工作模式	测试条件	功耗(典型值)	单位
休眠模式	休眠模式	1.5	uA
数据接收	RX 模式 (scan 状态下)	14.5	mA
数据发送	发单 Tone, 发射功率 20dBm	110	mA

表 7-1 模组功耗

8 通信配置

HLK-L09 模组提供 1 路 UART 串口为固件升级和数据通信复用接口，用户必须连接。

接线见图 9-1。请悬空未用的引脚，以免引入干扰。

模组内无 TTL 电平转换芯片，TTL 电平为 V+供电电压，因此用户需要考虑与主系统电平的兼容性。如该电平过高或过低需要增加电平转换电路。

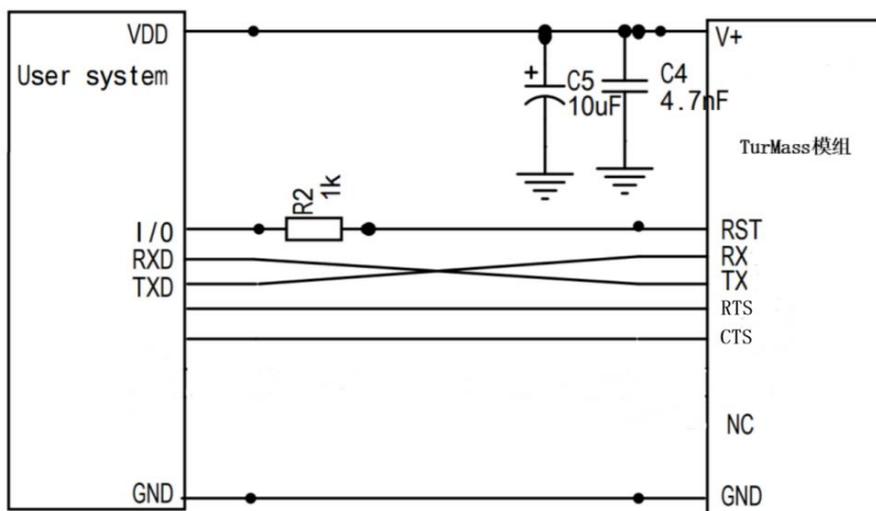


图 9-1 接口连接示意图

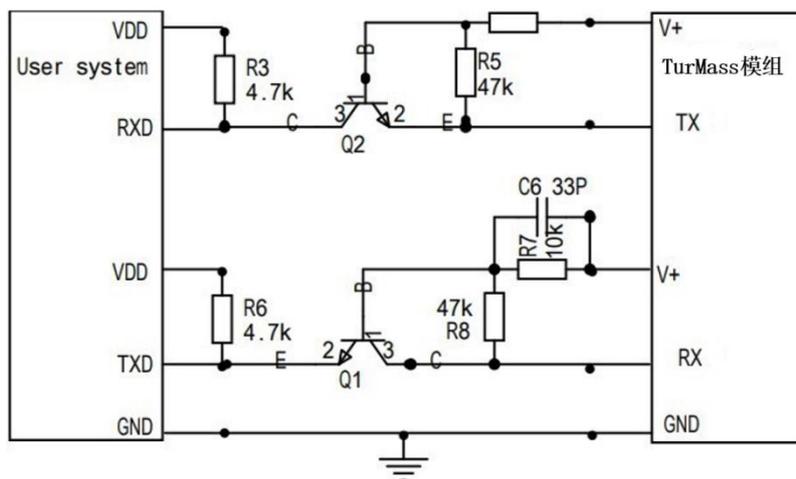


图 9-2 模组 UART 电平转换电路

8.1 串口配置参数

串口波特率为 115200bps, 8 位数据, 一位停止位, 无校验, 如下图: 参数设置如下:

项	参数
波特率	115200
数据位	8
停止位	1
校验位	无

8.2 P2P 模式

P2P 模式是变长突发模式, 不带应答, 测试 P2P 通信需要准备 2 个 HLK-L09 模组, 并对其进行配置, 配置步骤如下, 实现模组 1 和模组 2 P2P 通讯 (模组 1 和模组 2 配置方式相同, 均按步骤 1~4)。

模组设置步骤:

1) 配置相关频率

示例: AT+FREQ=490300000,490300000,490300000 // 设置发送频率、接收频率及

率及

BCN 频率为 490.3Mhz

AT_OK // 指令成功响应

2) 配置发射功率

示例: AT+TXP=15 // 设置发射功率模式为 15, 发射功率 20dBm

AT_OK // 指令成功响应

3) 配置通信速率

示例: AT+RATE=6 // 设置无线传输速率为 6, 即 1.8Kbps

AT_OK // 指令成功响应

4) 模组 1 发送数据

示例： AT+SENDB=010203040506070809 // 发送十六进制数据

AT_OK // 指令成功响应

5) 配置通信模式模式

示例： AT+WORKMODE=21 // 设置工作模式为变长突发模式

AT_OK // 指令成功响应

配置完成后，模组 2 的打印信息里可以显示已收到 010203040506070809，则通信成功。

8.3 单 Tone 模式

单 Tone 模式用于测试模组的发射功率，对单 Tone 的频点和功率进行相关配置后，可以用相关仪器测量模组的发射功率，一般配置方法如下。

1) 配置相关频率

示例： AT+FREQ=490300000,490300000,490300000 // 设置发送频率、接收频率及

BCN 频率为 490.3Mhz

AT_OK // 指令成功响应

2) 配置发射功率

示例： AT+TXP=15 // 设置发射功率模式为 15,发射功率

20dBm

AT_OK // 指令成功响应

3) 配置通信模式模式

```
示例：AT+WORKMODE=71           // 设置工作模式为单 Tone 模式
```

```
AT_OK                             // 指令成功响应
```

配置成功后，即可用仪器测量到具体的频域波形。

8.4 RX 测试模式

RX 测试模式用于测试模组的接收灵敏度，对接收频点进行相关配置后，可以用相关仪器测量模组的接收灵敏度，一般配置方法如下。

1) 配置相关频率

```
示例：AT+FREQ=490300000,490300000,490300000 // 设置发送频率、接收频率及
```

```
BCN 频率为 490.3Mhz
```

```
AT_OK                             // 指令成功响应
```

2) 配置通信模式模式

```
示例：AT+WORKMODE=72           // 设置工作模式为 RX 测试模式
```

```
AT_OK                             // 指令成功响应
```

配置成功后，模组进入 RX 测试模式，此时可用外部信号源发送波形，测试模组灵敏度。

8.5 通信频点选择注意事项

为保证模组的通信性能，建议频点设置为带小数点的频点如 xxx.3MHz、xxx.6MHz、xxx.75MHz、xxx.8MHz 且尽量远离 32MHz 倍频的频点如 $32\text{MHz} \times 13 = 416\text{MHz}$ 、 $32\text{MHz} \times 14 = 448\text{MHz}$ 、 $32\text{MHz} \times 15 = 480\text{MHz}$ 、 $32\text{MHz} \times 16 = 512\text{MHz}$ 等。在多信道通信时推荐信道间隔采用 550KHz 或 1.25MHz 整数倍。

9 模组及封装尺寸

9.1 模组尺寸

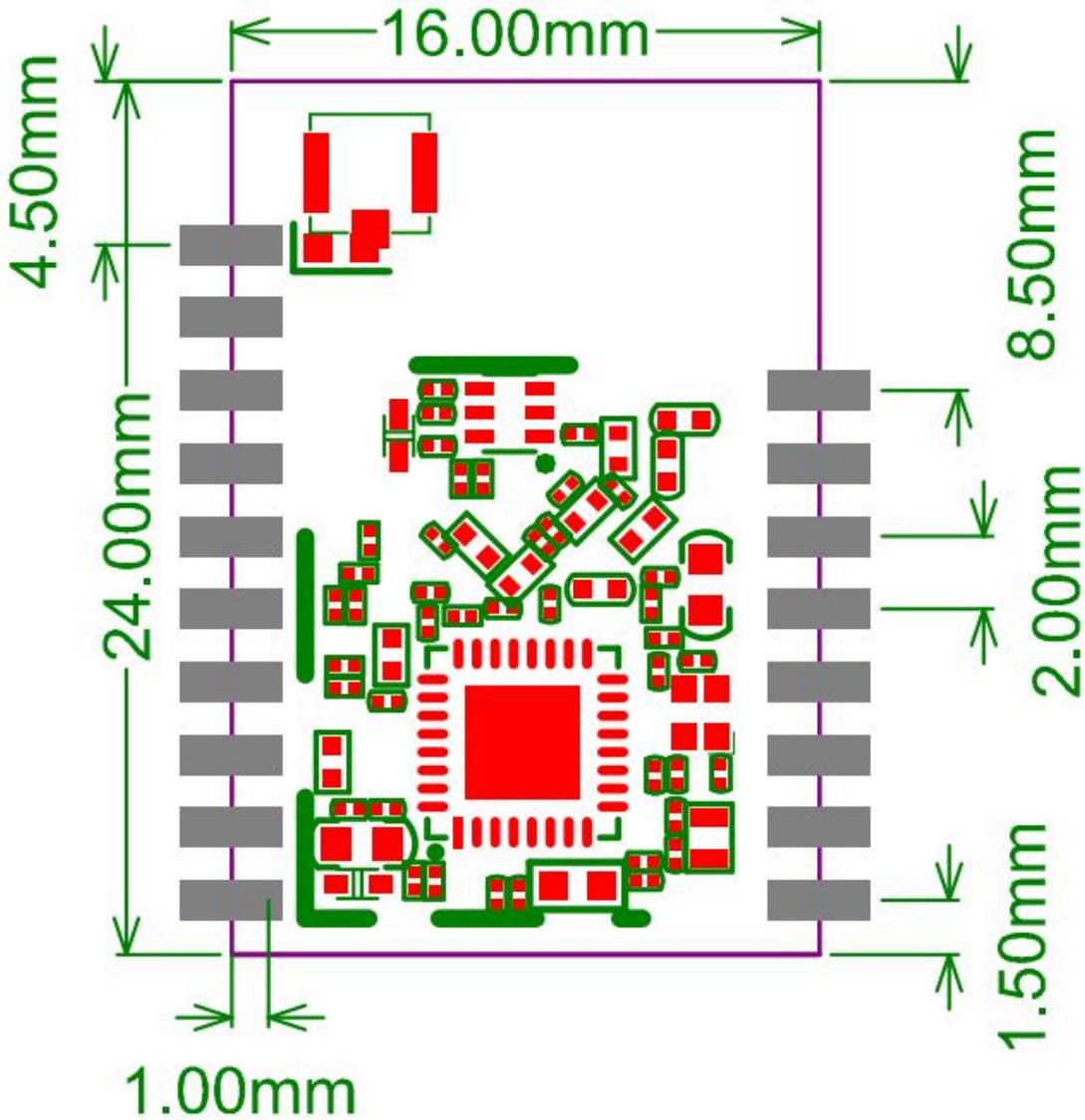


图 11-1 模组尺寸示意图

9.2 封装

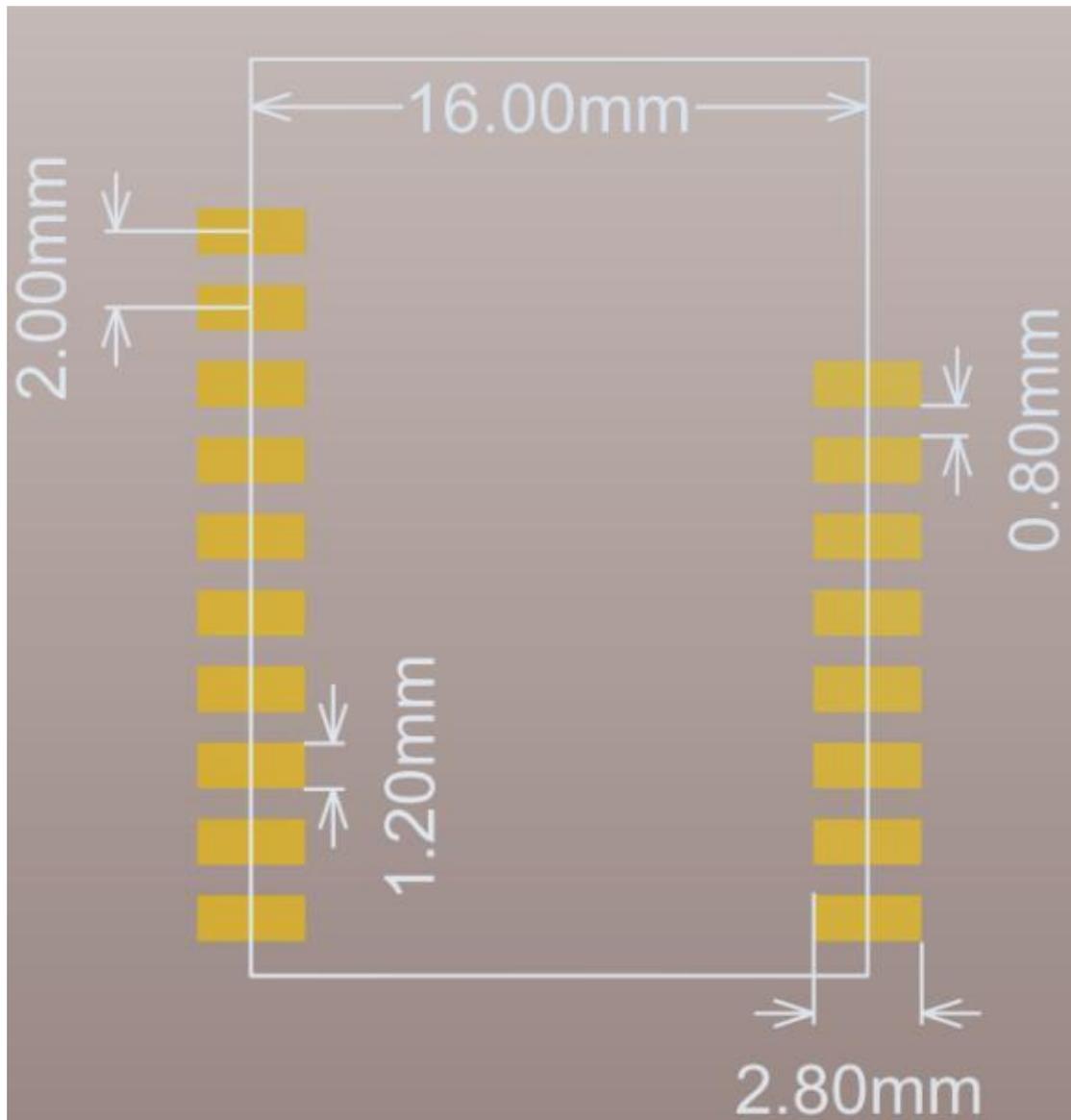


图 11-2 推荐封装的尺寸

10 注意事项

1. 半双工工作方式

HLK-L09 模组的通信是半双工的方式。同一时刻在同一信道网络中只允许一个模组向空中发射数据，多模组同时发送会引起网络碰撞，导致数据丢包，通信不稳定的情况发生。

2. 网络结构

HLK-L09 可实现点对点和一点对多点的通信方式。用户可采用轮询的方式组建传输数据。

3. 现场网络布点

考虑到无线环境的复杂性和难预测性，用户规划方案前应做好应用现场的实地勘察工作。比如用 HLK-L09 模组在现场做通信测试，逐步筛选和优化节点位置。前期合理的布点将大大提升网络的通信质量，加快施工进度，减少调试难度，降低后期维护的成本。

4. 模组集成及安装

兼容性设计是用户在集成设计时需要考虑的问题，包括结构尺寸、电磁兼容性等设计。

同时要考虑到天线的因素：

- 外置天线四周预留空间，不应紧贴结构件；
- 内置天线需要阻抗匹配；
- 在施工允许的前提下，现场天线的安装应尽量遵循架高、开阔、无遮挡的原则。

5. 常见故障分析处理

故障现象	可能原因	解决方法
上电模块无反应， 无上电信息	电源连接不可靠，供电电压不稳、 纹波大、电池电量低	更换电源线、调整电压、更换 电池
	模块硬件故障	模块损坏，返厂

工作电流异常大/ 异常低（不在休眠 状态）、发热	模块硬件故障（静电、供电电压异常、模块质量导致）	模块损坏，返厂维修，同时检查设备其他电路是否存在异常
通信异常，乱码/丢包	HLK-L09 与设备之间的串口波特率或数据格式不一致	检查并修改模块的配置串口
	相互通信的 HLK-L09 彼此波特率、BW、模式或时隙不一致	
通信不稳定，时好时坏	无线环境改变（同频干扰、邻信道干扰、天线损坏）	检查天线、更换信道避开干扰
	EMC 干扰 HLK-L09（模块附件有大功率设备，如：电机、变频器）	增加屏蔽盖、增加滤波电路设计
	HLK-L09 干扰了用户电路（不常见的原因）	增加屏蔽盖、增加滤波电路设计
	模块传输距离达到临界，环境新增屏蔽因素	调整天线位置、更换高增益天线、更换布点位置
	网络通信时序问题，出现空中碰撞	调整通信策略，避免多模组同时发送数据的情况发生
	串口连接线断裂、锈蚀或接口松脱	更换串口连接线
	串口线缆过长，引入干扰	使用屏蔽线缆、优化布线距离
传输距离近/变近	模块传输性能恶化（发射功率低、接收灵敏度下降）	模块损坏，返厂维修
	天线松动、锈蚀或损坏	紧固天线连接，更换天线

	新增干扰源	优先考虑更换信道，调整/升级天线
--	-------	------------------

11 修订记录

修订时间	修订版本	修订描述
2024-3-30	V1.0	a. 初始版本
2024-4-2	V1.1	b. 更新样式

重要声明

海凌科“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源（以下简称“这些资源”），不保证没有瑕疵且不做任何明示或者暗示担保，包括但不限于对适应性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的明示或者暗示担保。并特别声明不对包括但不限于产生于该应用或者使用任何本公司产品与电路造成的任何必然或偶然的损失承担责任。

海凌科保留对本文档发布的信息（包括但不限于指标和产品描述）和所涉及的任何本公司产品变更并恕不另行通知的权利，本文件自动取代并替换之前版本的相同文件编号文件所提供的所有信息。

这些资源可供使用海凌科产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用 选择合适的海凌科产品，(2) 全生命周期中设计、验证、运行您的应用和产品，(3) 确保您的应用满足所有相应 标准，规范和法律，以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

海凌科授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的海凌科产品的应用。未经海凌科许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制这些资源的部分或全部，并不得以任何形式传播。您无权使用任何其他海凌科知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对海凌科及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，海凌科对此概不负责。

海凌科提供的产品受海凌科的销售条款或者海凌科产品随附的其他适用条款的约束。海凌科提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改海凌科针对海凌科产品发布的适用的担保或担保免责声明。