

产 品 规 格 书

PRODUCT SPECIFICATION

客户名称:

Customer Name:

产品名称:

Model Name:

Z e r o n e 智能开关 4 键系列模块

客户料号:

客户版次:

Customer Number:

Customer revision:

文档修改记录

序号	日期	稿本	说明	编写者	修改	审核
1	20230512	V2.0	创建文件。	ZON		
2						
3						
4						
5						

免责声明：

1. 深圳市灵妖科技有限公司保留不预先通知而修改此文件的权利，且对本文中的所有信息不承担任何责任。
2. 由于产品版本升级或其他原因，本手册内容有可能变更。本手册仅作为使用指导，深圳市灵妖科技有限公司尽全力在本手册中提供准确的信息，但是深圳市灵妖科技有限公司并不确保手册内容完全没有错误，本手册中的所有。深圳市灵妖科技有限公司保留在没有任何通知或者提示的情况下对本手册的内容进行修改的权利。

目录

目录

目录

目录	3
目录	3
1. 模块特色	4
2. 技术参数	4
2.1 外观尺寸图（单位：mm）	4
2.2 Mesh 模块引脚功能说明：	5
2.3 模块参数说明：	7
3. Mesh 模块应用功能说明：	10
4. PCB 布局注意事项	18
5. 安装注意事项	20

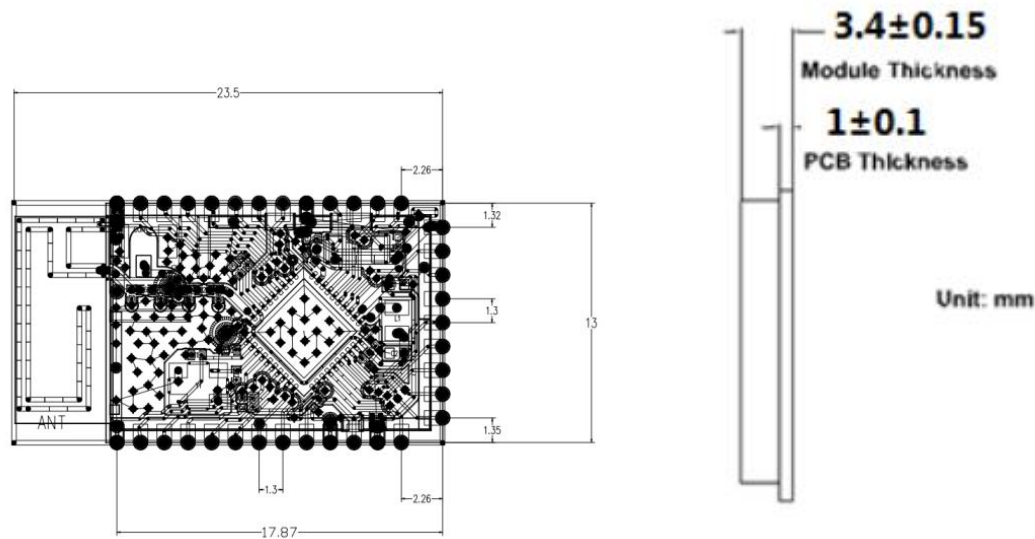
1. 模块特色

模块是基于 Realtek 的 RTL8762CMF 高性能的 BLE 模组，内置 ARM Cortex-M4F 核，高发射功率。
适于智能穿戴，智能家居等诸多应用场景。该模组提供业界最高的集成度，有显著的系统性能，具备较低
功耗和低成本等特点。MHCBO5P 分为两个型号，MHCBO5P-B 为板载天线模组，MHCBO5P-IB 为外接天线模

2. 技术参数

2.1 外观尺寸图（单位：mm）

尺寸：23.5*13*3.4mm （长、宽、厚）



封装说明：
实物图：

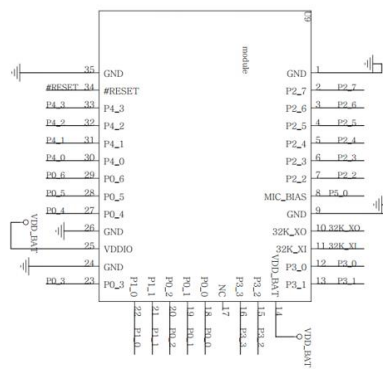


图 3-1 MHCBO5P 引脚管脚分布

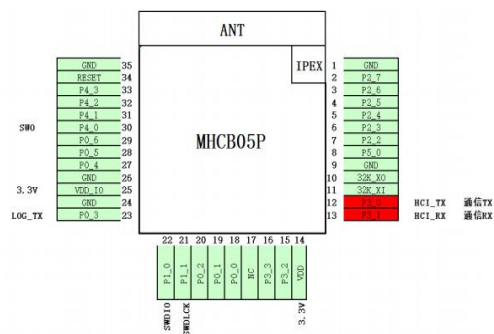
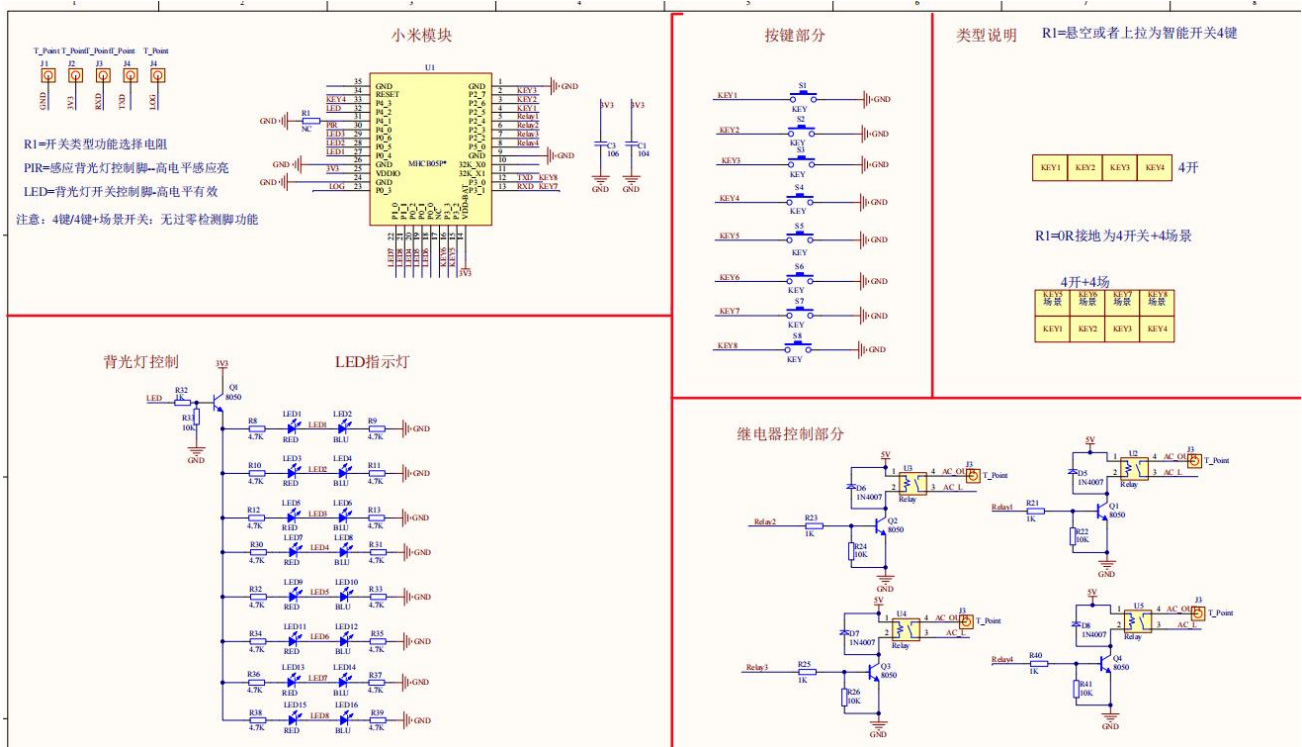


图 3-2 MHCBO5P 管脚定义说明

2.11 应用原理图:



2.2 Mesh 模块引脚功能说明:

脚位	引脚名称	描述	备注	芯片 IO
1	GND	模块电源输入:GND		
2	KEY3	按键 3	低电平有效	P2_7
3	KEY2	按键 2	低电平有效	P2_6
4	KEY1	按键 1	低电平有效	P2_5
5	Relay1	驱动继电器 1	高电平有效	P2_4
6	Relay2	驱动继电器 2	高电平有效	P2_3
7	Relay3	驱动继电器 3	高电平有效	P2_2
8	Relay4	驱动继电器 4	高电平有效	P5_0
9	GND	模块电源输入:GND		
10		预留脚位		
11		预留脚位		
12	TXD	按键 8	低电平有效	P3_0
13	RXD	按键 7	低电平有效	P3_1
14	VCC	电源:3.3V/50mA		
15	KEY5	按键 5	低电平有效	P3_2

16	KEY6	按键 6	低电平有效	P3_3
17		预留脚位		
18	LED6	LED6（按键 6 独立指示灯）	高电平有效	P0_0
19	LED5	LED5（按键 5 独立指示灯）	高电平有效	P0_1
20	LED4	LED4（按键 4 独立指示灯）	高电平有效	P0_2
21	SWDLCK	LED8（按键 8 独立指示灯）	高电平有效	P1_1
22	SWDIO	LED7（按键 7 独立指示灯）	高电平有效	P1_0
23	LOG	烧录 LOG 脚	程序烧录脚	P0_3
24	GND	模块电源输入:GND		
25	VCC	电源:3.3V/50mA		
26	GND	模块电源输入:GND		
27	LED1	LED1（按键 1 独立指示灯）	高电平有效	P0_4
28	LED2	LED2（按键 2 独立指示灯）	高电平有效	P0_5
29	LED3	LED3（按键 3 独立指示灯）	高电平有效	P0_6
30	PIR	感应背光灯检测脚 感应亮：高电平 感应灭：低电平 感应低电平后 10S，背光灯灭	高电平有效	P4_0
31	R1	开关类型选择电阻	低电平有效	P4_1
32	LED	背光灯控制	高电平有效	P4_2
33	KEY4	按键 4	低电平有效	P4_3
34	REST	复位		
35	GND	模块电源输入:GND		

适用范围：4 位 86 开关

说明：建议 P0_3 使用时为 NC 或者上拉处理，如果上电瞬间为低电平，芯片将进入 bypass flash 模式； PIN16, PIN17（UART0）产测通信使用，不建议用户使用；
需要 UART 串口通信时，建议使用 UART1，其他 GPIO 可配，参考芯片数据手册。

注意米家 4 键版本：**无过零检测功能**

2.3 模块参数说明:

MHCB05P 具备特性:

- 1: 高性能 32-bit 40 MHz ARM Cortex®-M4
- 2: 512KB flash, 64KB RAM
- 3: 最高发射功率 8dBm
- 4: 最低接收灵敏度: -97dBm
- 5: 7.3mA current atRX
- 6: 7.9mA current at TX power0dBm
- 7: 9.6mA current at TX power4dBm
- 8: 11.3mA current at TX power8dBm
- 9: 2.6uA current at DLSP (WakeupbyGPIO Timer)
- 10: 450nA current at Powerdown (WakeupbyGPIO)

说明: 如无特殊说明, 测试条件为: VDD=3.3V,温度为 25℃。

4.1 电气特性

表 4-1: 极限参数					
参数	名称	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	VDD	1.8	3.3	3.6	V
存储温度范围	TST R	-55	-	125	℃
工作温度范围	TOP R	-40	-	85	℃

4.2.1 接收器

Parameter	Condition	Minimum	Typical	Maximum
Sensitivity (dBm)	PER $\leq 30.8\%$	-97	-	-
Maximum Input Level (dBm)	PER $\leq 30.8\%$	-	-1	-
C/I	C/I _{co-channel} (dB)	21	-	-
	C/I _{+1MHz} (dB)	15	-	-
	C/I _{-1MHz} (dB)	15	-	-
	C/I _{+2MHz} (dB)	-17	-	-
	C/I _{-2MHz} (dB)	-15	-	-
	C/I _{+3MHz} (dB)	-27	-	-
	C/I _{image} (dB)	-9	-	-
	C/I _{image+1MHz} (dB)	-15	-	-
	C/I _{image-1MHz} (dB)	-15	-	-
Blocker Power (dBm)	30~2000MHz, Wanted signal level = -67dBm	-30	-	-
	2003~2399MHz, Wanted signal level = -67dBm	-35	-	-
	2484~2997MHz, Wanted signal level = -67dBm	-35	-	-
	3000MHz~12.75GHz, Wanted signal level = -67dBm	-30	-	-
Max PER Report Integrity	Wanted signal: -30dBm	-	50%	-
Max Intermodulation level (dBm)	Wanted signal (f0): -64dBm Worst intermodulation level @2f1-f2=f0, f1-f2 =n MHz, n=3, 4, 5...	-50	-	-

4.2.2 发射器

Parameter	Condition	Minimum	Typical	Maximum
Maximum Output Power (dBm)	-	-	-	8
Adjacent Channel Power Ratio (dBm)	+2MHz	-	-	-20
	-2MHz	-	-	-20
	>+3MHz	-	-	-30
	<=-3MHz	-	-	-30
Modulation Characteristics	Δf_{avg} (kHz)	-	250	-
	Δf_{2max} (kHz)	185	-	-
	Δf_{2max} Pass Rate (%)	-	100	-
	$\Delta f_{2avg} / \Delta f_{1avg}$	-	0.88	-
Carrier Frequency Offset and Drift	Average Fn (kHz)	-	12.5	-
	Drift Rate (kHz/50 μ s)	-	10	-
	Avg Drift (kHz/50 μ s)	-	10	-
	Max Drift (kHz/50 μ s)	-	10	-
Output power of second harmonic(dBm)	-	-	-50(note)	-
Output power of third harmonic(dBm)	-	-	-50(note)	-

5 回流焊温度曲线

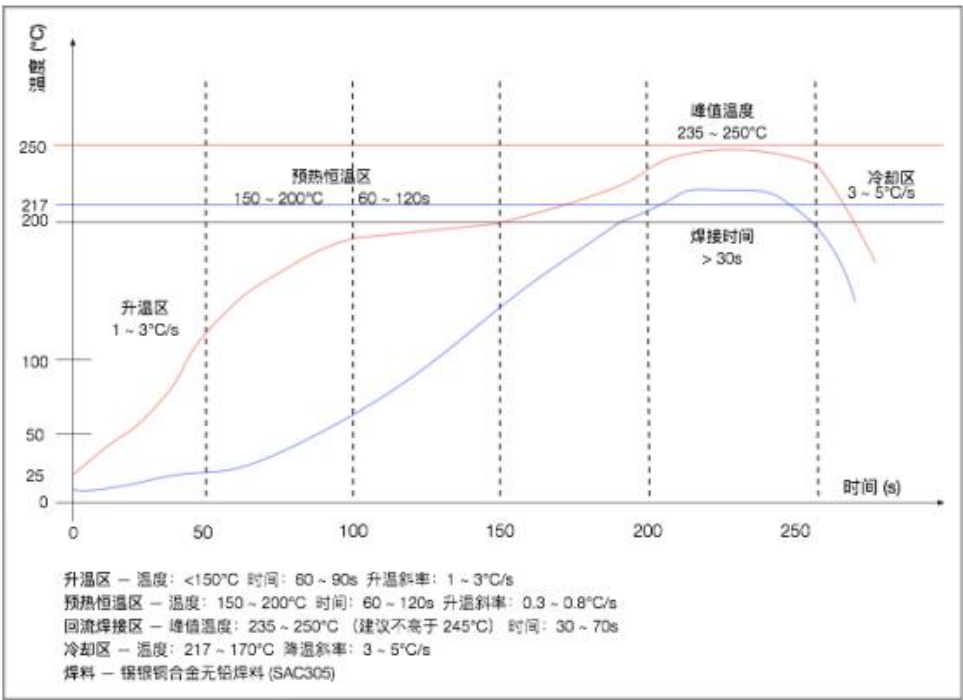


图 5-1. MHC803P 回流焊温度曲线图

焊接说明：在双面 SMT 时，T 面（top side）元器件第一次回流后，需要将电路板翻转，进行另一面的回流焊接，在第二次回流时，原已焊好的 T 面元器件会被锡膏的表面张力所固定，防止元器件在重力的作用下掉件。

motherboard 设计阴阳板拼板过炉（炉温 240-260°）验证无不良，为保证其稳定性，建议点胶。

6 静电释放电压

表 6-1：静电释放参数					
名称	符号	参照	等级	最大值	单位
静电释放电压 (人体模型)	VESD (HBM)	温度：23 ± 5℃ 遵守 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2014	2	2000	V
静电释放电压 (充电器件模型)	VESD (CDM)	温度：23 ± 5℃ 遵守 JEDEC EIA/JESD22-C101F	C2	500	

3. Mesh 模块应用功能说明：

3.1 应用程序说明：

MK431-406286- 3531

431: 表示 PCB 的 BOM 编号

406-286: 程序编号

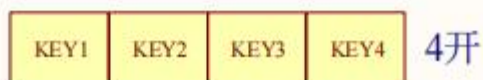
3531: 产品 PID

模块编号	程序类型	按键脚位	指示灯	控制输出脚 (继电器)	备注
MK431-406288-14460	情景 Mesh 四键开关 Pro	KEY1 、KEY2、KEY3、 KEY4	LED1、LED2、LED3、 LED4	Relay1、Relay2、Relay3、 Relay4	

R1=NC: 智能开关类型

类型说明

R1=悬空或者上拉为智能开关4键



R1=0R: 智能开关+场景

R1=0R接地为4开关+4场景



3.2、常规功能说明

功能	状态	说明
按键开/关	短按	打开按键所对应位的继电器
	短按	在继电器打开的状态下关闭继电器
开关指示灯	继电器打开	对应按键 LED 打开
	继电器关闭	对应按键 LED 关闭
配网指示灯 (绿色 LED0)	允许配网状态 (30 分钟)	
	退出配网状态	
	配网成功	所有按键 LED 快速闪烁 3 下 (2Hz 频率)
	已完成配网状态	
	重置恢复出厂设置	所有按键 LED 快速闪烁 5 下 (2Hz 频率)
	APP 删除设备	所有按键 LED 快速闪烁 5 下 (2Hz 频率)
重置恢复出厂设置	1、开关任意按键快按三次，再长按 5S 以上，进入清网状态；所有按键指示灯快闪 5 下表示重置成功 (2Hz 频率)	
	重置信息：清除米家 APP 配网信息，背光灯恢复默认，锁定状态解除恢复正常。	
上电记忆功能	出厂：86 开关上电默认关闭状态	
遥控器对码	对应按键先短按一下关，再长按 3 秒以上，继电器闪一下；进入遥控码学习状态；然后短按遥控器对应分组键的“开”键 3 次；对码成功继电器闪 3 次。LED 也同步闪烁 3 下 (遥控器允许对码为 5 秒；互控时间为 60 秒)	
86 开关互控操作	1、对应按键先短按一下关，再长按 3 秒以上，继电器闪一下，LED 闪烁，进入配对互控状态， 2、另一个开关的对应按键也先短按一下关，再长按 3 秒以上，继电器闪一下，LED 闪烁，进入配对互控状态 3、互控成功后，两个 86 开关 LED 停止闪烁，互控成功。 (遥控器允许对码为 5 秒；互控时间为 60 秒)	
86 开关与 mesh 灯具配对	1、短按一下按键关，再长按，到 3S 时候继电器闪一下，继续保持长按到 8S 时继电器再闪烁一下松手，86 开关发送对码灯具指令，(灯具闪	

	烁 3 下表示 86 开关与灯具配对成功），
遥控器清除配对	<p>1、方法 1：对应按键短按一次，再长按 3 秒以上，继电器闪一下，进入遥控码学习状态，此时继续保持按键按下，直到 12S 后，继电器闪一下后常亮；清除该按键所有配对遥控信息和互控信息和灯控信息。</p> <p>2、方法 2：对应按键先短按一下，再长按 3 秒以上，继电器闪一下；进入遥控码学习状态；然后短按遥控器对应分组键的“关”键 3 次；清码成功继电器闪 3 次。LED 也同步闪烁 3 下</p>
遥控器对码/清码	每个按键遥控相互独立，各不干扰。
遥控器总开关	遥控器总开关默认控制 86 开关的所有继电器
上电记忆功能	86 开关上电默认记忆断电前的 86 开关的状态
锁定继电器功能	APP 点击开启锁定后，按开关不会改变继电器状态， (重置配网后取消锁定继电器功能)
联动情景按键功能	APP 将按键设置为联动情景功能后，可与智能场景配合达到联动情景效果
支持遥控器情景	支持遥控器情景开、情景关、情景保存， 一共支持 16 个情景，每个情景按遥控 ID 区分 情景保存成功，继电器闪一下
支持遥控器数	每个按键位支持 4 个遥控器
遥控器清码	遥控器清码清除所有的遥控器信息

米家 APP 控制支持功能		
功能定义	定义功能操作	备注说明
重置配网操作	任意按键连续短按 3 次再长按 5s，直到指示灯快速闪烁，表示重置成功，恢复到出厂设置，进入配网状态。	
APP 主界面功能	左键、中键、右键 和总开关、定时开关、延时开关、智能场景	
背光	点击可打开/关闭：控制开关的背光灯	
遥控器	APP 添加可以添加遥控器配对	
互控功能	互控开关：在自身状态收到：按键操作、遥控器、APP、语音控制发生开/关状态变化时候，会发送互控信息	

场景操作模式	<p>疾速模式：若该设备只需设置“单击”的自动化,推荐选择此项,设备将快速响应单击操作,提升自动化响应速</p> <p>标准模式：若该设备需要设置“单击”、“双击”、“长按”的自动化,请选择此项</p>	
通电默认状态	<p>每个按键可以独立设置上电状态：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 开启 2. 关闭 3. 记忆状态 	
转凌动开关设置	启用后,开关将无法正常工作控制本身的电线通断,而变为一个凌动开关。通过凌动技术来实现智能灯具的关灯不离线	
转无线开关设置	可将左、中、右键设置为智能场景开关,按键开启该功能后,不可再控制继电器开关状态,可配合智能场景使用实现控制其他智能设备	
锁定参数	锁定参数开启后,转无线开关、转凌动开关、转无线遥控开关、点动、互锁,不会因为重置配网操作恢复到出厂默认的设置)	专业隐藏功能
点动功能	1. 功能开启后,按键触发打开状态下,延时设置时间后,将关闭按键。	专业隐藏功能
互锁功能	1. 互锁功能开启后,通电状态将切换至关闭,若需恢复通电状态,请关闭互锁功能。	专业隐藏功能
转无线遥控器开关	转无线遥控器功能后,将会锁定当前开关的状态,启用后该开关会变成 mesh 遥控开关,可以直连控制 mesh 系统设备。	专业隐藏功能
米家智能场景	<p>If 执行动作：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 按键 1 开 2. 按键 1 关 3. 按键 2 开 4. 按键 2 关 5. 按键 3 开 6. 按键 3 关 7. 按键 4 开 8. 按键 4 关 9. 按键 1 情景单击 10. 按键 1 情景双击 11. 按键 1 情景长按 12. 按键 2 情景单击 13. 按键 2 情景双击 	

	14. 按键 2 情景长按 15. 按键 3 情景单击 16. 按键 3 情景双击 17. 按键 3 情景长按 18. 按键 4 情景单击 19. 按键 4 情景双击 20. 按键 4 情景长按 21. 感应背光灯关 22. 感应背光灯开	
米家智能场景 then	then 执行动作： 1. 按键 1 开 2. 按键 1 关 3. 按键 2 开 4. 按键 2 关 5. 按键 3 开 6. 按键 3 关 7. 按键 4 开 8. 按键 4 关 9. 按键 1 开/关 10. 按键 2 开/关 11. 按键 3 开/关 12. 按键 4 开/关 13. 打开背光灯 14. 关闭背光灯	

转无线开关	开启无线开关后，该按键会转变为一个无线场景开关
	该功能与"转凌动开关"互斥
	支持 IF：短按、双击、长按
	转遥控器功能 和转智能场景功能 默认不冲突，可以同时设置
	转智能场景功能后会锁定继电器状态， APP 和按键操作不会控制继电器状态，只会执行场景功能

功能说明：

1. 无论是否开启转无线开关都会上报单击、双击、长按
2. 开启互锁功能后无法开启转凌动开关、转无线开关、转无线遥控开关功能
3. 开启转凌动开关、转无线开关、转无线遥控开关功能后再开启互锁功能会关闭转凌动、无线、无线遥控功能
4. 开启互锁功能后（通电状态切换至关闭），无法设置通电后默认状态
5. 转凌动开关设置中的“常通电指示灯”只有在开启转凌动功能后才能使用（关闭指示灯，只对开启了凌动开关的按键有效，关闭后触发凌动功能，指示灯闪烁 1S 后熄灭）

APP 界面：



- 1、 1 键、2 键、3 键 4 键 4 个开关按键
- 2、 总开关 按键
- 3、 定时 按键
- 4、 倒计时 按键
- 5、 智能场景
- 6、 日志

支持小爱同学控制指令：（米家智能音箱）

小爱同学控制/查询

完成设备添加后，可以使用同一小米帐号下的小爱同学控制、查询该设备。

语音操作示例：

“小爱同学，打开三键智能开关mesh版”

“小爱同学，关闭三键智能开关mesh版”

“小爱同学，打开三键智能开关mesh版的左键”

“小爱同学，关闭三键智能开关mesh版的中键”

更多语音控制命令可以访问米家APP中“我的”>“产品百科”进行查看。

设备重置配网

任意按键连续短按 3 次再长按 5s，直到指示灯快速闪烁，表示重置成功，恢复到出厂设置，进入配网状态。

4. PCB 布局注意事项

模组设计注意事项

- 模组建议放在底板角落处，外接天线周围至少 15mm 内保持净空，需远离金属器件、传感器、传输高频信号的器件及高频信号走线；从位置上增加距离使得干扰源能量随距离的增加而衰减，继而减小噪声的耦合，提高天线的整体性能。
- 模组供电的电源芯片的选型，建议输出电流至少500mA。
- 模组供电建议独立电源供电。
- 禁止任何物体与天线产生干涉。
- 模组所有需要供电的电源接口及上拉电源，请使用同一个电源网络，保证模组电源接口上电时序一致。
- 给模组供电电源纹波要求：发送数据的包时，电源纹波必须小于 100mV。
- 模组与 CPU 之间通过 SDIO 和 UART 进行通信时，最好在信号线上串联一个 200 欧姆电阻（阻值可以根据实际需要调整），减小驱动电流，减小干扰，同时也可以消除走线长度不一致引起的时序问题。
- 模组周围及下方避免走高速信号，如果避开不了，建议严格按照高频信号处理规则走线，尽量做到对高速信号进行包地处理，牵扯到 data 或 addr 线时成组进行包地处理。
- 如果在系统设计时牵扯到电机等高功率器件，则务必要把模组的电路返回路径（GND）与其它高功率器件的返回路径（GND）分离开来，通过导线把 2 个返回路径（GND）连接起来。
- 建议产品设计完成后，对整机天线性能根据产品定义进行测试，确认天线性能是否符合整机要求。
- 模组参考设计电路，请参考模组原理图。

1. 电源供电

推荐使用直流稳压电源对该模块进行供电，电源纹波系数尽量小，模块需可靠接地，并注意电源正负极的正确连接，如反接可能会导致模块永久性损坏。

2. 天线选择

模块为内置天线，在布板时要做到天线正下方区域完全净空，如下图所示，红色部分为用户底板区域或覆铜区域，绿色部分为用户底板天线净空区域，净空区分界点为屏蔽罩上边沿。天线周边 360° 区域不要有金属部分，否则会影响天线的辐射效率，导致通讯距离受到很大的影响。

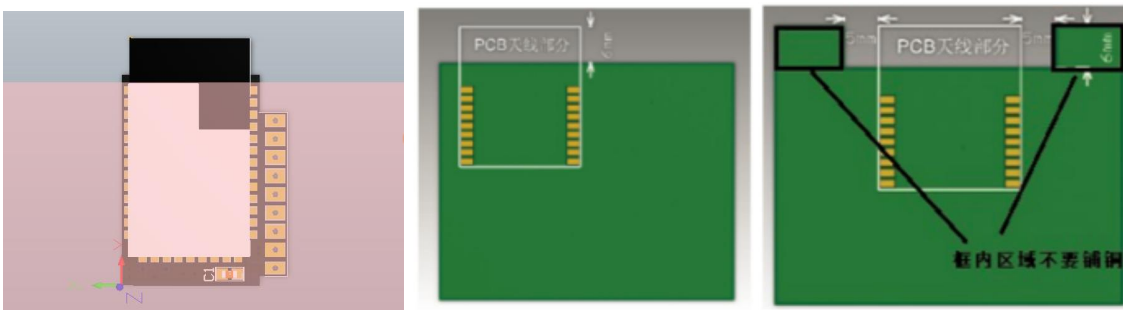


图 4-2 天线净空区域说明

3. 静电注意

用户在设计时需要注意产品的静电要求，并且在终端产品的设计时增加静电防护措施

设计注意事项：使用模块时，要注意 PCB 底板的元器件布局对模块的 2.4G 天线产生的影响，布局不好的情况下会严重影响 2.4G 信号的数据传输距离，根据我们实验的结果，给出以下布局的建议：

- 4.1 模块上有 IC 的一面不能朝向驱动上的高频元件，要朝向驱动板的外侧；
- 4.2 模块要远离驱动上的高频元件；
- 4.3 模块要远离驱动上的高频开关走线；
- 4.4 在进行驱动的 PCB 布局时应把模块的天线摆放位置考虑在内；
- 4.5 对于焊接天线的模块，有正面焊接和背面焊接的方式，在布局时如果发现正面焊接天线的模块不好摆放，可以考虑使用背面焊接天线的模块，但要向乐式提出需求；
- 4.6 天线要远离驱动上的高频元器件；
- 4.7 天线不能碰到任何器件；
- 4.8 驱动给模块供电使用三端稳压要求 $3.3 \pm 0.06V @ DC 100mA$ ，
可使用稳压 IC, 型号：CJA1117B-3.3 SOT-89 (相对于 HT7533 纹波抑制能力要好) ；
- 4.9 模块供电电源纹波要求不超过 $50mV/1kHz$ 。
- 4.10 隔离电源变压器设计注意事项：为了避免对天线性能的干扰
 - 1、变压器设计要求是三明治绕法
 - 2、电源给模块供电要足： $DC 3.3 \pm 0.06V @ DC >100mA$

5. 安装注意事项

模块安装过程中，需要注意天线的摆放位置，摆放不好的情况下会严重影响 2.4G 信号的数据传输距离，造成网关灯具离线，根据我们实验的结果，给出以下布局的建议：

5.1 天线不能碰到任何器件；

5.2 天线要远离驱动上的高频元器件；

5.3 对应外露天线不能碰到金属罩，或者碰到水泥墙，最好悬空放置；天线伸出金属罩长度大于 3cm，天线朝向网关，天线与金属罩间要留 5mm 以上的距离；

5.4 无线模块必须靠 PCB 板边放置，同时将有模块的正面，即元器件的那一面朝外，将背面朝向电路板内部。

5.5 天线需保持直线伸直，天线不可接触任何金属，包括接触天线所在的模块 PCB 上的任何元器件。这样做的目的能确保核心 RF 器件及晶振不受辐射干扰。

天线摆放指导示例：如下图 1、图 2、图 3、图 4



图 1 天线与模块距离过小

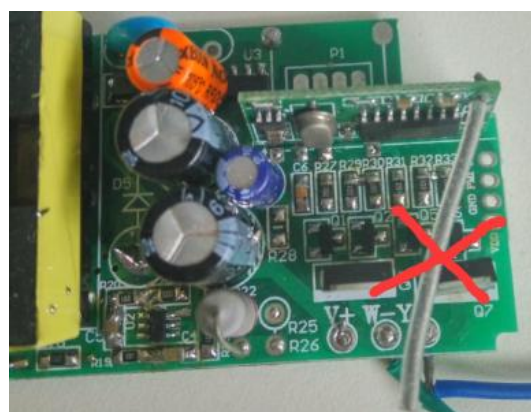


图 2 天线下方有 MOS 管



图 3 天线与电解电容距离过小，容易触碰

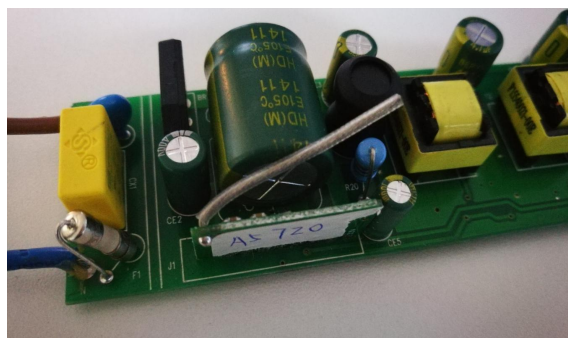


图 4 模块的芯片朝向驱动内侧，天线触碰到电容器

天线正确摆放：如下图 5

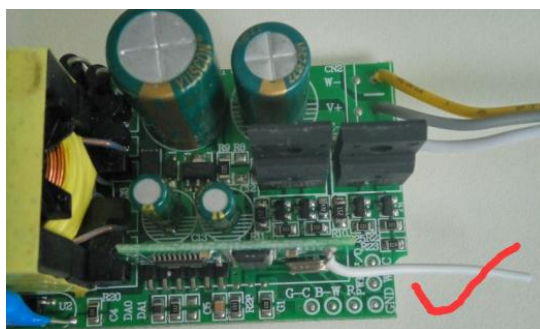


图 5

LDO 推荐元器件：

名称	规格/型号	参数	供应商
三端稳压器	CJA1117B-3.3	3.3+/-0.06V	江苏长电
	SOT-89	DC 100mA	

蓝牙模块在接收、发射的时候，会瞬时消耗电流 $35\text{mA} \pm 5\text{mA}$ ，所以为了让射频模块稳定工作，需要选择额定输出电流为 $50\text{mA}/100\text{mA}$ 的 LDO。