

Air780E

功耗低

尺寸小

信号好

示例全

产品硬件手册 V1.0

Docs.openLuat.com

Air780E 硬件手册 V1.0

特别说明：

1. 是的，你没看错，是“硬件手册”，不是“硬件设计手册”；
2. 传统的“硬件设计手册”在模组行业这么多年一直是一种约定俗成墨守成规的格式，能解决的实际问题相对有限，只是为了给大家一个交代，合宙之前的“硬件设计手册”也一样；
3. 新版的“硬件手册”，会从大家在实际使用过程中可能出现或关心的问题进行说明和解答，格式上可能不太正式，排版上可能也不太美观，请谅解。

一. Air780E 硬件手册主要内容:	4
二. Air780E 规格介绍	5
三. Air780E 核心功能:	7
3.1 这一章节的目的是什么	7
3.2 Air780E 核心信息描述	7
3.3 Air780E 实网功耗数据	8
3.4 Air780E 之 AT 功能梳理	9
3.5 Air780E 之 LuatOS 功能梳理	10
3.6 Air780E 常见咨询	11
四. Air780E 用于 AT 指令开发方式时的使用指导	13
4.1 Air780E 用于 AT 时的管脚介绍	13
4.2 Air780E 用于 AT 时的原理图参考设计	15
1) 典型应用参考设计	15
2) 开机启动及外围电路	15
3) 供电设计及选型推荐	15
4) 串口电路设计指导	15
5) SIM 卡电路设计指导	15
6) 天线电路设计指导	15
五. Air780E 用于 LuatOS 二次开发方式时的使用指导	16
5.1 Air780E 用于 LuatOS 时的管脚介绍	16
5.2 Air780E 用于 LuatOS 时的原理图参考设计	19
1) 典型应用参考设计	19
2) 开机启动及外围电路	19
3) 供电设计及选型推荐	19
4) 串口电路设计指导	19
5) SIM 卡电路设计指导	19
6) GPIO 使用注意事项	19
7) USB/SPI/I2C/ADC/LED	19
8) 天线电路设计指导	19
六. 模组封装尺寸	20
6.1 推荐 PCB 封装	20
七. 存储和生产	21
7.1 存储	21
7.2 生产焊接	21
八. 合宙产品选型手册	22

一. Air780E 硬件手册主要内容:

1. Air780E核心规格相关介绍,可以认为就是之前的“硬件规格书”,目的是让大家对Air780E这款模块在不改变原有阅读习惯的前提下先有一个初步的认识;
2. Air780E核心功能相关解读,这部分的内容不偏重于技术细节,更多是从“说人话”的角度帮助理解这款模组,而且,重点会引申出来说明Air780E的三大特性:
 - 1) Air780E 用于 AT 指令开发时的使用方式;
 - 2) Air780E 用于 LuatOS 二开开发时的使用方式;
 - 3) Air780E 低功耗特性介绍;
3. Air780E用于AT指令开发方式时的相关指导,如果您使用的是AT指令开发方式,请重点关注这三点:
 - 1) Air780E 用于 AT 时的管脚介绍;
 - 2) Air780E 用于 AT 时的原理图参考设计;
 - 3) Air780E 用于 AT 时的硬件电路说明;
4. Air780E 用于 LuatOS 二次开发方式时的相关指导,如果您使用的是 LuatOS 二次开发方式,请重点关注这三点:
 - 1) Air780E 用于 LuatOS 时的管脚介绍;
 - 2) Air780E 用于 LuatOS 时的原理图参考设计;
 - 3) Air780E 用于 LuatOS 时的硬件电路说明;
5. Air780E 封装方面的相关介绍,给出 PCB 封装制作时的相关建议;
6. Air780E 生产方面的相关介绍,给出贴片回流焊时的推荐炉温曲线;
7. 最新版合宙产品选型手册介绍,目的是想让大家对合宙所有的模组型号有一个总体性的熟悉,万一 Air780E 不是最优选择呢?

二. Air780E 规格介绍

Air780E 是合宙推出的一款经典 4G Cat.1 全网通模组，支持中国移动、电信、联通三大运营商；既支持 AT 指令开发方式，也支持合宙 LuatOS 二次开发方式，当然，也支持合宙 4G 低功耗：

频段

LTE-TDD: B34/B38/B39/B40/B41

LTE-FDD: B1/B3/B5/B8

(如果不理解这个参数是什么意思，你只需要知道这些参数代表了 Air780E 对中国移动/电信/联通三大运营商全都支持，用哪家运营商的 SIM 卡都可以)

数据

上行理论最大速率：5Mbps

下行理论最大速率：10Mbps

(如果不理解这个参数是什么意思，你只需要知道这个世界上 99% 的物联网场景 4G Cat.1 模组的传输速率都没有任何问题，包括 Air780E)

功耗

Air780E 支持三种功耗模式，常规模式、低功耗模式和 PSM+模式：

- 1) 常规模式：长连接状态，供电电压 3.8V，实网状态下最小平均电流 4.7mA；
- 2) 低功耗模式：长连接状态，供电电压 3.8V，实网状态下最小平均电流 0.47mA；
- 3) PSM+模式：飞行状态，供电电压 3.8V，实网状态下平均电流 3uA；

温度

-40° C ~ +85° C

(这个温度范围，也就是大家常说的“工业级”)

供电

范围 3.3V~4.3V，典型值 3.8V

(你可以简单理解为 3.3V~4.3V 的供电电压范围就是我们常用的锂电池电压工作范围，也就是可以直接用锂电池供电，如果要使用电源适配器供电，建议将电压值设置为 3.8V)

IO 电平

可配置为 1.8V/3.3V

(Air780E 的 IO 电平默认 1.8V，但可以通过软硬件配置为 3.3V，如果与 Air780E 搭配的 MCU 的 IO 电平为 3.3V，这意味着你将不再需要额外的电平转换电路)

外设接口

对于 AT 指令使用方式来说，外设接口是固定的，包括供电、开机、复位、SIM 卡(双卡单待)、

串口、天线、状态灯等，Air780E 全部支持。

对于 LuatOS 二次开发来说，除以上所述接口外，Air780E 还支持 2 路串口、1 路 SPI、1 路 I2C、2 路 ADC、4 路 PWM、N 路 GPIO 等；

(之所以说是 N 路 GPIO 而没有写具体数字，是因为大多数 GPIO 都是复用的，我会在第 4 部分“Air780E 用于 LuatOS 二次开发方式时的相关指导”做详细介绍)

射频指标

发射功率

TDD: Class3(23dBm+1/-3dB)

FDD: Class3(23dBm+-2dB)

灵敏度

FDD B1: -99dBm (10M)

FDD B3: -99dBm (10M)

FDD B5: -99dBm (10M)

FDD B8: -99dBm (10M)

TDD B34: - 100dBm (10M)

TDD B38: - 100dBm (10M)

TDD B39: - 100dBm (10M)

TDD B40: - 100dBm (10M)

TDD B41: - 100dBm (10M)

(对大多数用户来讲，这些指标过于专业和陌生，大家只需要理解为 Air780E 即便在弱信号下通信能力也非常强悍就可以了)

开发方式

Air780E 既支持传统的 AT 指令开发方式，也支持当下比较流行的 Open 二次开发；

Air780E 二次开发的方式，不同于传统的 C-SDK，是合宙独家开发的 LuatOS；

有关 LuatOS 的详细介绍，请参考 <https://docs.openluat.com/LuatOS/>；

模组照片



三. Air780E 核心功能;

这一章节，也可以在合宙 Docs 资料网站进行阅读：

<https://docs.openluat.com/air780e/>

3.1 这一章节的目的是什么

从用户的角度，解答大家对Air780E这款模组最关心的问题；
不深入探究技术细节，更多从选型、应用等非技术维度展开；
阅读本篇章节之前，建议先仔细阅读一遍《[合宙产品选型手册](#)》。

3.2 Air780E 核心信息描述

- 1) Air780E是一款面向国内的全网通模组，支持移动、电信、联通三大运营商；
- 2) Air780E封装尺寸是16*18*2.3mm，仅比合宙Air700ECQ/Air700EAQ/Air700EMQ相对大一些；
- 3) Air780E软件上既支持传统的AT指令，也支持合宙基于Lua脚本开发的嵌入操作系统LuatoS；
- 4) Air780E硬件上支持丰富的外设管脚，比如USB、UART、SPI、I2C、PWM、GPIO等；
- 5) Air780E支持丰富的网络协议，比如TCP/UDP、TCP-SSL/TCP-TLS、MQTT、HTTP、WEBSOCKET、NTP等；
- 6) Air780E不支持TTS语音播放，也不支持VoLTE语音通话，需要支持这两个功能的应用推荐选择合宙Air724UG等；
- 7) Air780E功耗表现在合宙现有模组中排名中等，低功耗模式下低于0.5mA，低功耗表现最好的模组型号是合宙Air780EPS；

3.3 Air780E 实网功耗数据

Air780E 模组:	常规模式	低功耗模式	PSM+模式
4G 在线状态:	在线, 长连接	在线, 长连接	离线, 飞行模式
定时器唤醒:	支持	支持	支持
中断唤醒:	支持	支持	支持
串口唤醒:	支持	支持, 唤醒时波特率需先设置为 9600bps	支持, 唤醒时波特率需先设置为 9600bps
服务器 4G 唤醒:	支持, 1 秒内	支持, 1 秒内	不支持
上行发送:	1 秒内响应	1 秒内响应	1.5 秒内响应
VEXT 电源输出状态:	保持输出	不能保持输出, 也不能保持关闭, 间歇性输出状态	不能保持输出, 也不能保持关闭, 间歇性输出状态
所有 GPIO 管脚是否可以控制输出电平:	可以	不可以	不可以
常规 GPIO 管脚是否可以保持电平:	可以	不可以	不可以
特殊 AGPIO 管脚是否可以保持电平:	可以	可以	可以
RAM 供电及唤醒后软件运行状态:	RAM 供电, 正常工作, 满血状态	RAM 供电, 唤醒后保持原状态运行	RAM 掉电, 唤醒后程序从初始状态运行 (PSM+状态前运行数据丢失)
典型功耗表现:	较低 (4.7mA)	均衡 (0.47mA)	极低 (3uA)

测试环境:

Air780E, 供电电压 3.8V, 移动网络, 频段 B3, RSRP 值-88 附近, DRX 2.56 秒, 心跳间隔 5 分钟, 心跳数据 100Byte, TCP 协议, 合宙服务器, 回环测试;

Air780E, 同等环境下, 低功耗模式, DRX 1.28 秒时, 平均电流 0.6mA, DRX0.64 秒时, 平均电流 0.95mA;

Air780E, 同等环境下, 常规模式, DRX 1.28 秒时, 平均电流 4.8mA, DRX 0.64 秒时, 平均电流 4.9mA;

DRX, Discontinuouseception, 非连续接收, 可简单理解为模块与基站之间保持心跳的间隔, 一般为 0.64 秒/1.28 秒 R /2.56 秒, 需要注意的是, DRX 由基站根据网络实际情况而定, 模组无法自行控制;

Air780E 功耗表现在合宙现有模组中排名中等, 低功耗模式下低于 0.5mA, 低功耗表现最好的模组型号是合宙 Air780EPS。

3.4 Air780E 之 AT 功能梳理

不同的模组型号，所支持的 AT 功能有所不同；

Air780E 是合宙主推 4G Cat.1 模组型号之一，其主要 AT 功能参考如下；

功能点	Air700ECQ Air700EAQ Air700EMQ Air780EQ	Air780ER	Air780EP	Air780E Air780EX	Air780EPS	Air724UG	Air780EEN Air780EEU Air780EEJ	Air780EG	备注说明
基础指令	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
TCP/UDP	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
HTTP	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	
MQTT	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	
FTP	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	
NTP	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	NetworkTimeProtocol 网络时间协议
SSL	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	TLS/SSL 配置
FS	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	建立文件,枚举文件,传 输 TLS/SSL 证书
SMS	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	短信功能, Air724UG 支持移动联通电信, 其余型号仅支持移动 联通, 电信不支持
WiFiScan	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	WiFi 扫描,用于定位
LBS	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	基站定位
GPS								Y	定位功能
TTS						Y			Text To Speech
VoTLE						Y			语音通话
PPP		Y		Y			Y	Y	PPP 拨号上网
USB_RNDIS_BCM		Y		Y			Y	Y	USB 网络驱动

3.5 Air780E 之 LuatOS 功能梳理

功能点	Air780EQ	Air780ECQ Air780EAQ Air780EMQ	Air780E	Air780EX	Air780EG	Air780EP	Air780EPS	Air724UG	备注
总 Flash	4M	4M	5MB	5MB	5MB	4MB	8MB	8M	
用户代码可用 Flash (含脚本和脚本 FOTA)	1.4M	1.4M	>1.6MB	>1.6MB	>1.6MB	<1.6MB	<5MB	>4M	
总 RAM	1M	1M	2MB (SRAM)	2MB (SRAM)	2MB (SRAM)	2MB (SRAM) +2MB (PSRAM)	2MB (SRAM) +2MB (PSRAM)	16M (PSRAM)	
TCP/UDP	2 路	2 路	6 路	6 路	6 路	6 路	6 路	8 路	
TCP-SSL/TCP-TLS	1 路	1 路	2 路	2 路	2 路	2 路	2 路	4 路	
MQTT	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	mqtt 通信
HTTP	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	http 通信
FTP	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	ftp 通信
WEBSOCKET	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	websocket 通信
NTP 网络对时	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	时钟, 必带
JSON	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	json
SMS 短信	Y (不支持电信)	Y (不支持电信)	Y (不支持电信)	Y (不支持电信)	Y (不支持电信)	Y (不支持电信)	Y (不支持电信)	Y	短信功能
阿里云/腾讯云/ 百度云/华为云	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	各种云平台的密钥计算
REPL 控制台 repl								Y	控制台 repl
PROTOBUF			Y	Y	Y	Y	Y	Y	谷歌 PB 编解码
RSA 加密			Y	Y	Y	Y	Y	Y	RSA 加密
XXTEA 加密			Y	Y	Y	Y	Y	Y	XXTEA 加密
国密算法			Y	Y	Y	Y	Y	Y	国密加密
加密解密 md5/sha1/aes	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	加密/解密, md5/sha1 之类
64 位数据处理	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	64 位数据的处理库
ICONV 字符集转换	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	字符编码转换
ZBUFF(C 内存数组)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	c 风格内存数组, tcp/udp 需要
PACK 数据编解码	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	数据打包解包
zlib 解压	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	zlib 压缩
内部 WDT 硬狗	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	硬狗, 必带
PM 功耗管理	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	功耗管理
低功耗模式	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		长连接低功耗模式
接口类									
GPIO	Y(仅 AONGPIO)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	复用较多, 数量见具体硬件手册
UART	Y(2 个)	Y(2 个)	Y(2 个)	Y(2 个)	Y(1 个)	Y(3 个)	Y(3 个)	Y(3 个)	串口通信/485/少量传感器
I2C		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	传感器居多
SPI		Y	Y		Y	Y	Y	Y	传感器/各种外设/SPI 屏幕
ADC		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	测外部电压/供电电压/CPU 温度
PWM		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	输出方波, 驱动马达
GPS 定位					Y				GPS 定位功能
WIFISCAN	Y(共用天线)	Y(共用天线)	Y(共用天线)	Y(共用天线)	Y(共用天线)	Y(共用天线)	Y(共用天线)	Y	Wi-Fi 扫描, 用于 Wi-Fi 定位
音频类									
音频播放 (MP3)								Y	播放 AMR/MP3
录音								Y	录音
TTS								Y	TTS
VOLTE								Y	VoLTE
UI 类									
SPI 串口屏								Y	SPI 屏幕
墨水屏								Y	墨水屏驱动
OLED 单色屏								Y	OLED 驱动
中文字体								Y	字体管理
LVGL								Y	LVGL
摄像头								Y	摄像头功能
扫码								Y	

3.6 Air780E 常见咨询

1) Air780E 支持 C-SDK 开发吗?

Air780E 不支持 C-SDK 开发，推荐您使用 LuatOS 开发方式；

LuatOS 基于 Lua 脚本语言开发，Demo 功能库齐全，文档丰富，用户只需定义好业务逻辑便可快速开发；

LuatOS 专用调试工具 LuaTools，具备项目代码维护、软件下载、查看运行 Trace，快速定位问题等功能。

2) Air780E 支持 FOTA 功能吗?

Air780E 支持 FOTA 功能；

合宙 IoT 平台(IOT.OPENLUAT.COM)可以对个人账号下的每一片模组进行 FOTA 管理；

Air780E 支持差分升级，无论 AT 软件，还是 LuatOS 软件，都可以通过合宙 IoT 后台进行 FOTA 升级。

3) Air780E 支持数据透传吗?

Air780E 支持数据透传功能；

无论 AT 指令，还是 LuatOS，Air780E 都可以方便的实现数据透传功能；

如果您想更快速的实现设备上网功能，可以使用合宙的 DTU 模组或整机，

详见 DTU.OPENLUAT.COM。

4) Air780EX 与 Air780E 什么关系?

Air780EX 与 Air780E 封装尺寸完全相同；

Air780EX 是 LCC 邮票孔封装，相对 Air780E 的 LGA 封装，更方便手动焊接；

Air780EX 与 Air780E 软件完全通用，但由于 Air780EX 只有外围一圈硬件管脚，所以 Air780EX 的硬件管脚相对 Air780E 较少，且在管脚排列布局上稍有不同，产品设计时请注意这一点。

5) Air780EQ/Air780EP/Air780EPS 与 Air780E 什么关系?

Air780EQ/Air780EP/Air780EPS 与 Air780E 封装尺寸完全相同；

就 AT 指令功能来讲，Air780EQ/Air780EP/Air780EPS 与 Air780E 之间可以完全替代，但功耗表现有差异；

就 LuatOS 二次开发来讲，Air780EQ/Air780EP/Air780EPS 与 Air780E 之间除了功耗表现有差异外，个别功能和个别管脚上也存在区别，但大部分相同，需仔细阅读硬件资料进行选择。

6) Air780ER 与 Air780E 有什么关系?

Air780ER 与 Air780E 封装尺寸完全相同;

Air780ER 与 Air780E 在产品功能定义上不同, Air780E 主打 AT 和 LuatOS, Air780ER 主打 USB 上网功能;

配合 Windows/Linux/Android 操作系统, 结合 Air780ER 的 RNDIS/PPP 功能, 可快速实现 USB 上网功能;

7) Air780E 可以支持海外市场吗?

Air780E的频段 (FDD: B1/3/5/8;TDD: B34/38/39/40/41) 可以支持中国移动、电信、联通三大运营商;

印度与中国的4G频段相同, 理论上Air780E也可以支持印度, 但印度运营商众多, 建议出货前务必场测;

东南亚诸国与中国的4G频段接近, 但部分国家会略有不同, 多集中在B7和B28的差异, 贸然出货不排除在部份区域由于基站频段与Air780E频段的不匹配而导致无法通信。

Air780EEN/Air780EEU/Air780EEJ与Air780E封装兼容, 可以支持海外不同的国家和地区:

Air780EEN 频段支持 FDD: B2/4/5/12/13/66/71; TDD: B40/41, 主要面向北美区域;

Air780EEU 频段支持 FDD: B1/3/5/7/8/20/28; TDD: B40/41, 主要面向欧洲亚洲区域;

Air780EEJ 频段支持 FDD: B1/3/8/18/19/26/28; TDD: B40/41, 主要面向日本。

四. Air780E 用于 AT 指令开发方式时的使用指导

接下来的介绍，我们按照大家在实际工作中常见的需求顺序进行介绍：

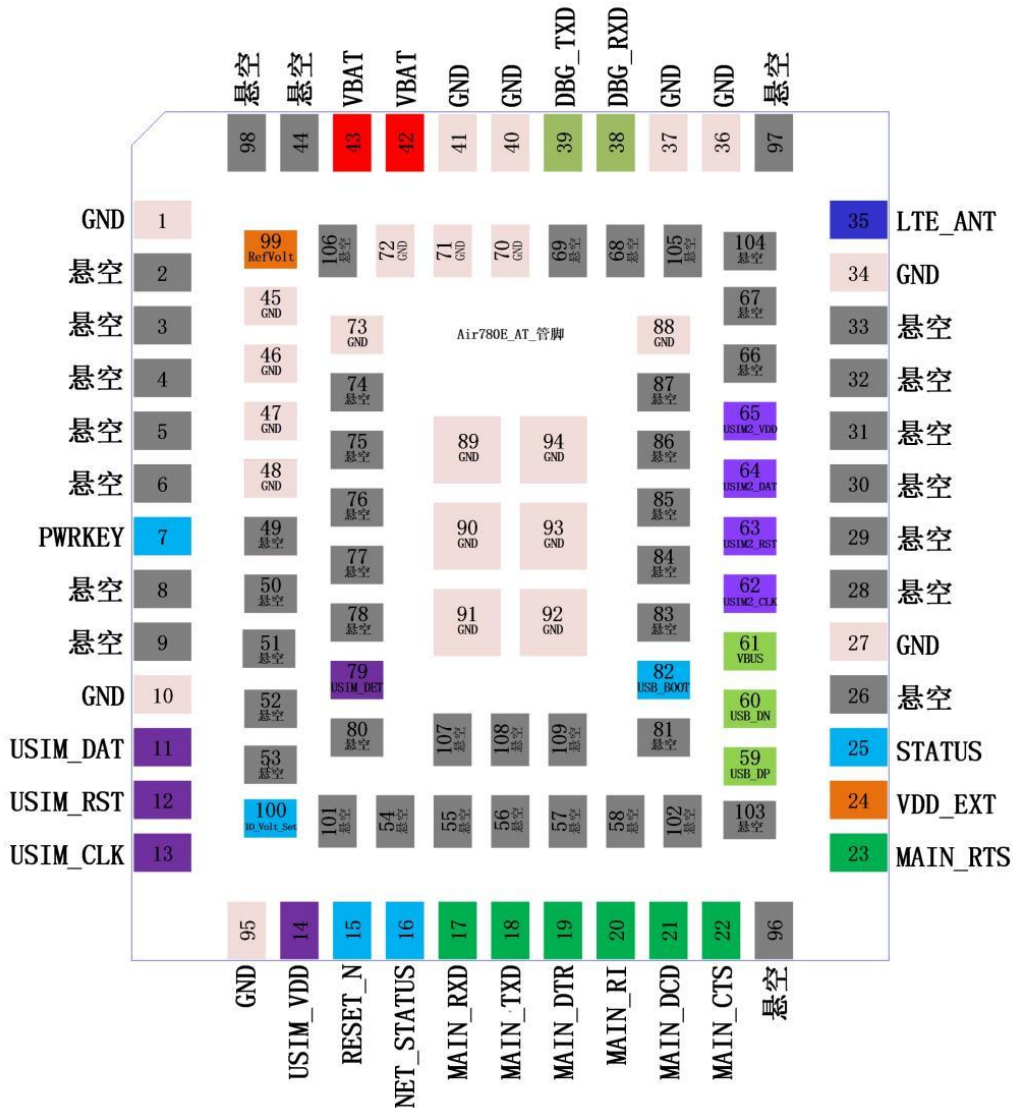
Air780E用于AT时的管脚介绍；

Air780E用于AT时的原理图参考设计；

Air780E用于AT时的硬件电路说明。

4.1 Air780E 用于 AT 时的管脚介绍

管脚透视图



Air780E 用作 AT 开发方式时的管脚功能详细说明：

管脚号	AT 管脚	AT 功能说明
PIN1	GND	
PIN7	PWRKEY	1) 开机键，拉低 1.5S 后开机； 2) 建议 PCB 引出测试点，以便配合夹具批量下载软件。
PIN10	GND	
PIN11	USIM_DAT	
PIN12	USIM_RST	1) SIM1，只使用单 SIM 卡的产品请默认使用 SIM1； 2) 请注意 PIN62-65 关于 SIM2 的管脚说明；
PIN13	USIM_CLK	3) 请注意 PIN79:USIM_DET 的管脚说明；
PIN14	USIM_VDD	4) SIM1 自适应支持 1.8V/3.3V 电平的 SIM 卡；
PIN15	RESET_N	1) 强制关机，拉低有效； 2) 注意！只能关机，无法重启，开机仍需操作 PWRKEY。
PIN16	NET_STATUS	网络状态指示灯控制；
PIN17	MAIN_RXD	
PIN18	MAIN_TXD	
PIN19	MAIN_DTR	AT 串口；
PIN20	MAIN_RI	1) 除 PIN17:MAIN_RXD 和 PIN18: MAIN_TXD 外，其余管脚不需要时请悬空；
PIN21	MAIN_DCD	2) 通过 AT 指令通知模组从低功耗模式或 PSM+模式转到常规模式时，主控 MCU 发送 AT 指令的波特率需要设置为 9600bps，待 Air780E 被唤醒后再将主控 MCU 调回至正常工作时的波特率；
PIN22	MAIN_CTS	
PIN23	MAIN_RTS	
PIN24	VDD_EXT	电源输出管脚： 1) 仅在常规模式下正常输出，在低功耗模式和 PSM+模式下既不能保持输出，也不能保持关闭； 2) 电源输出 1.8V 还是 3.3V，取决于 PIN100:IO_Volt_Set 的配置，悬空时输出 1.8V，下拉到 GND 时输出 3.3V； 3) 如果将 VDD_EXT 当做外设供电电源使用，注意电流输出不能超过 30mA，且不受低功耗模式和 PSM+模式下的电源输出不确定状态的影响； 4) 如果需要在一个在常规/低功耗/PSM+模式下都可以稳定输出的参考电源，比如电平转换电路需要的参考电源，可以使用 PIN99:RefVolt 管脚，但需注意此管脚电流输出上限为 3mA。
PIN25	STATUS	开机 400ms 后输出高电平，用于模块运行状态指示，可灵活输入给主控 MCU，也可控制 LED 指示灯；
PIN27	GND	
PIN34	GND	
PIN35	LTE_ANT	4G 天线
PIN36	GND	
PIN37	GND	
PIN38	DBG_RXD	
PIN39	DBG_TXD	仅用于调试使用的 UART，建议 PCB 引出测试点，以便需要时用于分析输出 Trace；
PIN40	GND	
PIN41	GND	
PIN42	VBAT	
PIN43	VBAT	模组供电管脚，电压输入范围 [3.3V, 4.3V]；
PIN45	GND	
PIN46	GND	
PIN47	GND	
PIN48	GND	
PIN59	USB_DP	
PIN60	USB_DM	USB，建议 PCB 引出测试点，以便在调试需要时用于分析输出 Trace；
PIN61	VBUS	
PIN62	USIM2_CLK	
PIN63	USIM2_RST	1) 请注意 PIN11-14 关于 SIM1 的管脚说明；
PIN64	USIM2_DAT	2) 请注意 PIN79:USIM_DET 的管脚说明；
PIN65	USIM2_VDD	3) SIM2 所支持 SIM 卡的 IO 电平与 PIN100 所配置的 GPIO 电平一致，无法自适应 SIM 卡电平
PIN70	GND	
PIN71	GND	
PIN72	GND	
PIN73	GND	
PIN79	USIM_DET	1) SIM 卡插入检测，上下边沿电压触发中断，常态高电平； 2) Air780E 支持双卡单待，同一时间只能有一路 SIM 卡工作； 3) 产品确定只使用一张 SIM 卡时，请优先使用 SIM1； 4) Air780E 开机后首先初始化 SIM1，确认 SIM1 无卡时再初始化 SIM2； 5) Air780E 双卡单待功能，常用于 SIM2 使用贴片 SIM 卡，SIM1 使用插拔卡的场景，此时 SIM1 需要搭配 USIM_DET 使用，以便系统检测到 SIM1 已插入并切换为 SIM1 工作；
PIN82	USB_BOOT	USB 升级软件时需将此管脚拉低，建议 PCB 引出测试点，以便在需要下载升级软件时使用；
PIN88	GND	
PIN89	GND	
PIN90	GND	
PIN91	GND	
PIN92	GND	
PIN93	GND	
PIN94	GND	
PIN95	GND	
PIN99	RefVolt	1) 无论常规、低功耗还是 PSM+模式，始终输出高电平； 2) 此高电平可用于参考电源使用，比如电平转换电路上拉参考电源； 3) 通过 PIN100:IO_Volt_Set 可以设置所有 IO 电平，包括 UART，都与 VDD_EXT 保持一致，比如，如果 UART 需要电平转换，更推荐通过 PIN100:IO_Volt_Set 来实现； 4) 不能用于给外设供电用，只能用作参考电源，电流输出不能超过 3mA；
PIN100	IO_Volt_Set	1) VDD_EXT 电压输出选择管脚，悬空时为 1.8V，接地时为 3.3V； 2) Air780E 所有 IO 的电平，包括 UART，都与 VDD_EXT 电平保持一致；
其它	悬空, 不接	PIN2/3/4/5/6/8/9/26/28/29/30/31/32/33/44/49/50/51/52/53/54/55/ 56/57/58/66/67/68/69/74/75/76/77/78/80/81/83/84/85/86/87/96/97/ 98/101/102/103/104/105/106/107/108/109

4.2 Air780E 用于 AT 时的原理图参考设计

模组用于 AT 使用方式时，管脚使用方式相对固定，比如供电、开机、SIM 卡、UART、状态指示灯、天线等，Air780E 也不例外；

关于 Air780E 参考设计的说明，已在合宙 Docs 网站做了详细介绍，本文将不再重复描述，如有需要，请直接点击链接查看；

1) 典型应用参考设计

<https://docs.openluat.com/air780e/at/hardware/design/reference/>

2) 开机启动及外围电路

<https://docs.openluat.com/air780e/at/hardware/design/poweron/>

3) 供电设计及选型推荐

<https://docs.openluat.com/air780e/at/hardware/design/power/>

4) 串口电路设计指导

<https://docs.openluat.com/air780e/at/hardware/design/uart/>

5) SIM 卡电路设计指导

<https://docs.openluat.com/air780e/at/hardware/design/sim/>

6) 天线电路设计指导

<https://docs.openluat.com/air780e/at/hardware/design/ant/>

五. Air780E 用于 LuatOS 二次开发方式时的使用指导

接下来的介绍，我们按照大家在实际工作中常见的需求顺序进行介绍：

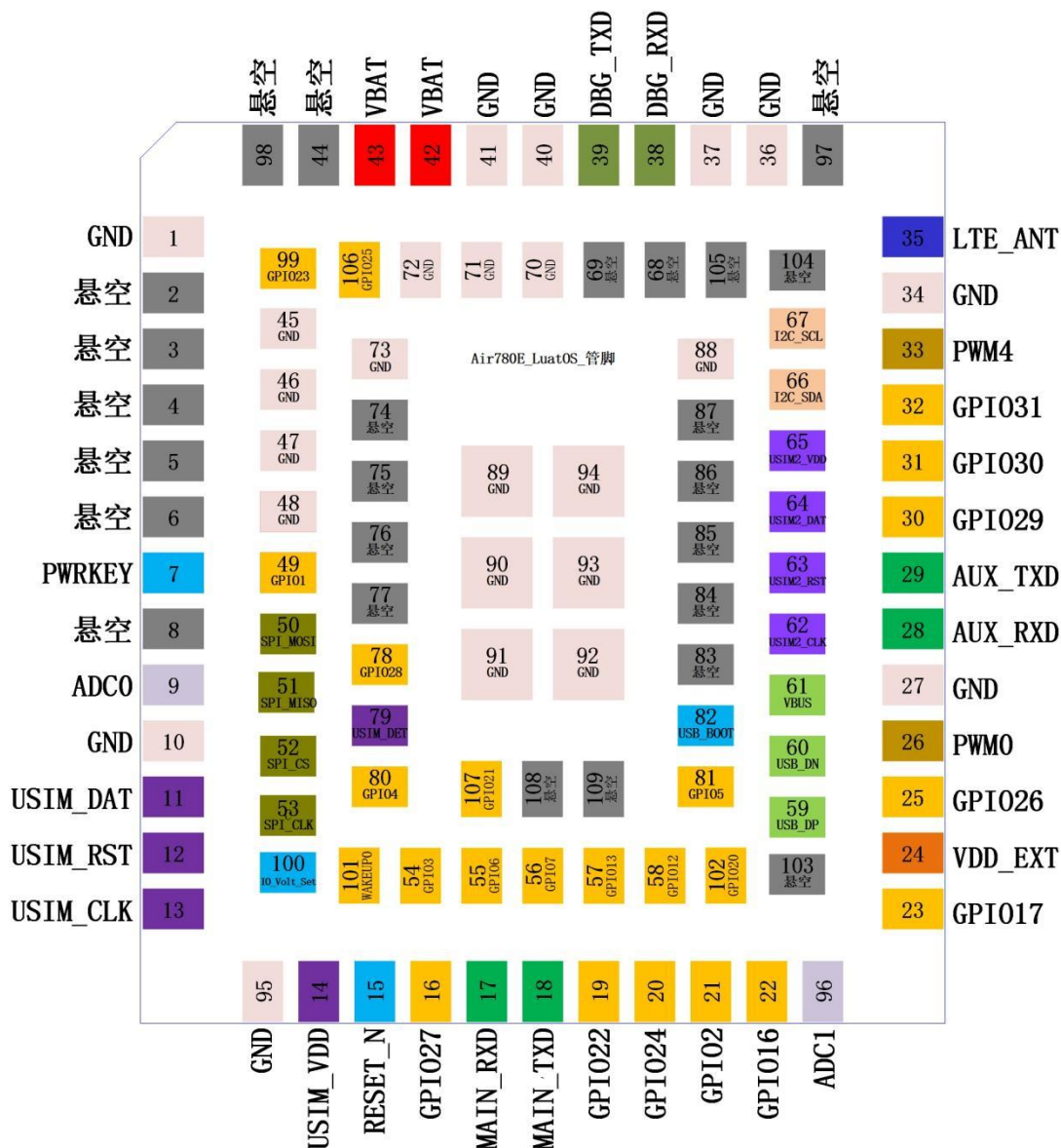
Air780E用于LuatOS时的管脚介绍；

Air780E用于LuatOS时的原理图参考设计；

Air780E用于LuatOS时的硬件电路说明；

5.1 Air780E 用于 LuatOS 时的管脚介绍

管脚透视图



Air780E 用作 LuatOS 开发方式时的管脚功能说明：

管脚号	LuatoS 管脚	LuatoS 主要功能	LuatoS 下可用作 GPIO	特殊 GPIO 说明	LuatoS 下可用作 PWM
PIN1	GND				
PIN7	PWRKEY	1) 开机键，拉低 1.5S 后开机； 2) 建议 PCB 引出测试点，以便配合夹具批量下载软件；			
PIN9	ADC0	1) 分辨率 12bit； 2) 电压输入范围不能超过 1.1V；			
PIN10	GND				
PIN11	USIM_DAT	1) SIM1，只使用单 SIM 卡的产品请默认使用 SIM1； 2) 请注意 PIN62~65 关于 SIM2 的管脚说明； 3) 请注意 PIN79:USIM_DET 的管脚说明； 4) SIM1 自适应支持 1.8V/3.3V 电平的 SIM 卡；			
PIN12	USIM_RST				
PIN13	USIM_CLK				
PIN14	USIM_VDD				
PIN15	RESET_N	1) 强制关机，拉低有效； 2) 注意！只能关机，无法重启，开机仍需操作 PWRKEY；			
PIN16	GPIO27		GPIO27	AON_GPIO	
PIN17	MAIN_RXD	UART1	GPIO18		
PIN18	MAIN_TXD		GPIO19		
PIN19	GPIO22		GPIO22	可配置为：AON_GPIO 也可配置为中断输入	
PIN20	GPIO24		GPIO24	AON_GPIO	
PIN21	GPIO2		GPIO2		
PIN22	GPIO16		GPIO16		
PIN23	GPIO17		GPIO17		
PIN24	VDD_EXT	电源输出管脚： 1) 仅在常规模式下正常输出，在低功耗模式和 PSM+ 模式下既不能保持输出，也不能保持关闭； 2) 电源输出 1.8V 还是 3.3V，取决于 PIN100:IO_Volt_Set 的配置，悬空时输出 1.8V，下拉到 GND 时输出 3.3V； 3) 如果将 VDD_EXT 当做外设供电电源使用，注意电流输出不能超过 30mA，且不受低功耗模式和 PSM+ 模式下的电源输出不确定状态的影响； 4) 如果需要在一个在常规/低功耗/PSM+ 模式下都可以稳定输出的参考电源，比如电平转换电路需要的参考电源，可以使用任一 AON_GPIO 特性的 GPIO 一直输出高电平方式来实现，但需注意 AON_GPIO 电流输出上限为 3mA。			
PIN25	GPIO26		GPIO26	AON_GPIO	
PIN26	PWM0				PWM0
PIN27	GND				
PIN28	AUX_RXD	UART2 PIN28 与 PIN51、PIN29 与 PIN53，为同一个硬件信号连接到了 Air780E 两个不同的管脚，无法同时使用；	GPIO10		
PIN29	AUX_TXD		GPIO11		
PIN30	GPIO29		GPIO29		PWM1
PIN31	GPIO30		GPIO30		PWM2
PIN32	GPIO31		GPIO31		
PIN33	PWM4				PWM4
PIN34	GND				
PIN35	LTE_ANT	4G 天线			
PIN36	GND				
PIN37	GND				
PIN38	DBG_RXD	仅用于调试使用的 UART，建议 PCB 引出测试点，以便需要时用于分析输出 Trace。			
PIN39	DBG_TXD				
PIN40	GND				
PIN41	GND				
PIN42	VBAT	模组供电管脚，电压输入范围 [3.3V, 4.3V]，建议 PCB 引出测试点，以便配合夹具为 Air780E 供电用；			
PIN43	VBAT				
PIN45	GND				
PIN46	GND				
PIN47	GND				
PIN48	GND				

合宙Air780E硬件手册V1.0

PIN49	GP101		GP101		
PIN50	SPI_MOS1	SPI PIN51与PIN28, PIN53与PIN29, 为同一个硬件信号连接到了Air780E两个不同的管脚, 无法同时使用;	GP109		
PIN51	SPI_MISO		GP1010		
PIN52	SPI_CS		GP108		
PIN53	SPI_CLK		GP1011		
PIN54	GP103		GP103		
PIN55	GP106		GP106		
PIN56	GP107		GP107		
PIN57	GP1013		GP1013		
PIN58	GP1012		GP1012		
PIN59	USB_DP	USB, 建议PCB引出测试点, 以便配合夹具批量下载软件, 也可以在需要时用于分析输出Trace;			
PIN60	USB_DM				
PIN61	VBUS				
PIN62	USIM2_CLK	1) 请注意 PIN11-14 关于 SIM1 的管脚说明; 2) 请注意 PIN79:USIM_DET 的管脚说明; 3) SIM2 支持 SIM 卡 IO 电平的类型跟 PIN100:IO_Volt_Set 相关联, 当 GPIO 电平为 1.8V(PIN100 悬空)时, SIM2 只支持 1.8V 的 SIM 卡, 当 GPIO 电平为 3.3V(PIN100 接地)时, SIM2 只支持 3.3V 的 SIM 卡;			
PIN63	USIM2_RST				
PIN64	USIM2_DAT				
PIN65	USIM2_VDD				
PIN66	I2C_SDA		I2C	GP1015	
PIN67	I2C_SCL	GP1014			
PIN70	GND				
PIN71	GND				
PIN72	GND				
PIN73	GND				
PIN78	GP1028		GP1028	AON_GPIO	
PIN79	USIM_DET	1) SIM 卡插入检测, 上下边沿电压触发中断, 常态高电平; 2) Air780E 支持双卡单待, 同一时间只能有一路 SIM 卡工作; 3) 产品确定只使用一张 SIM 卡时, 请优先使用 SIM1; 4) Air780E 开机后首先初始化 SIM1, 确认 SIM1 无卡时再初始化 SIM2; 5) Air780E 双卡单待功能, 常用于 SIM2 使用贴片 SIM 卡, SIM1 使用插拔卡的场景, 此时 SIM1 需要搭配 USIM_DET 使用, 以便系统检测到 SIM1 已插入并切换为 SIM1 工作;	WAKEUP2	仅用作中断输入	
PIN80	GP104		GP104		
PIN81	GP105		GP105		
PIN82	USB_BOOT	USB 升级软件时, 需将此管脚拉低, 建议 PCB 引出测试点, 以便配合夹具批量下载软件;			
PIN88	GND				
PIN89	GND				
PIN90	GND				
PIN91	GND				
PIN92	GND				
PIN93	GND				
PIN94	GND				
PIN95	GND				
PIN96	ADC1	1) 分辨率 12bit; 2) 电压输入范围不能超过 1.1V;			
PIN99	GP1023		GP1023	AON_GPIO	
PIN100	IO_Volt_Set	1) VDD_EXT 电压输出选择管脚, 悬空时为 1.8V, 接地时为 3.3V; 2) Air780E 所有 IO 的电平, 包括 UART, 都与 VDD_EXT 电平保持一致; 3) VDD_EXT 电压输出选择也可以通过 LuaTOS 软件配置;			
PIN101	WAKEUP0		WAKEUP0	仅用作中断输入	
PIN102	GP1020		GP1020	可配置为: AON_GPIO 也可配置为中断输入	
PIN106	GP1025		GP1025	AON_GPIO	
PIN107	GP1021		GP1021	可配置为: AON_GPIO	
其它	悬空, 不接	PIN2/3/4/5/6/8/44/68/69/74/75/76/77/83/84/85/86/87/97/98/103/104/105/108/109			

Air780E 在低功耗控制方面非常出色, 相应的在低功耗模式和 PSM+模式下会有一些跟传统模组不太一致甚至反直觉的操作, 比如 GPIO;

接下来, 我将在后面的一个章节对 Air780E 的 GPIO 特性进行详细介绍, 请务必注意!!!

5.2 Air780E 用于 LuatOS 时的原理图参考设计

模组用于 LuatOS 二次开发方式时，相对于 AT 指令使用方式，主要增加了 UART 自定义、SPI 接口、I2C 接口、GPIO 操作、ADC 检测、PWM 输出等功能的灵活应用；

关于 Air780E 参考设计的说明，已在合宙 Docs 网站做了详细介绍，本文将不再重复描述，如有需要，请直接点击链接查看：

1) 典型应用参考设计

<https://docs.openluat.com/air780e/luatos/hardware/design/reference/>

2) 开机启动及外围电路

<https://docs.openluat.com/air780e/luatos/hardware/design/poweron/>

3) 供电设计及选型推荐

<https://docs.openluat.com/air780e/luatos/hardware/design/power/>

4) 串口电路设计指导

<https://docs.openluat.com/air780e/luatos/hardware/design/uart/>

5) SIM 卡电路设计指导

<https://docs.openluat.com/air780e/luatos/hardware/design/sim/>

6) GPIO 使用注意事项

<https://docs.openluat.com/air780e/luatos/hardware/design/gpio/>

7) USB/SPI/I2C/ADC/LED

<https://docs.openluat.com/air780e/luatos/hardware/design/adcledi2cspiusb/>

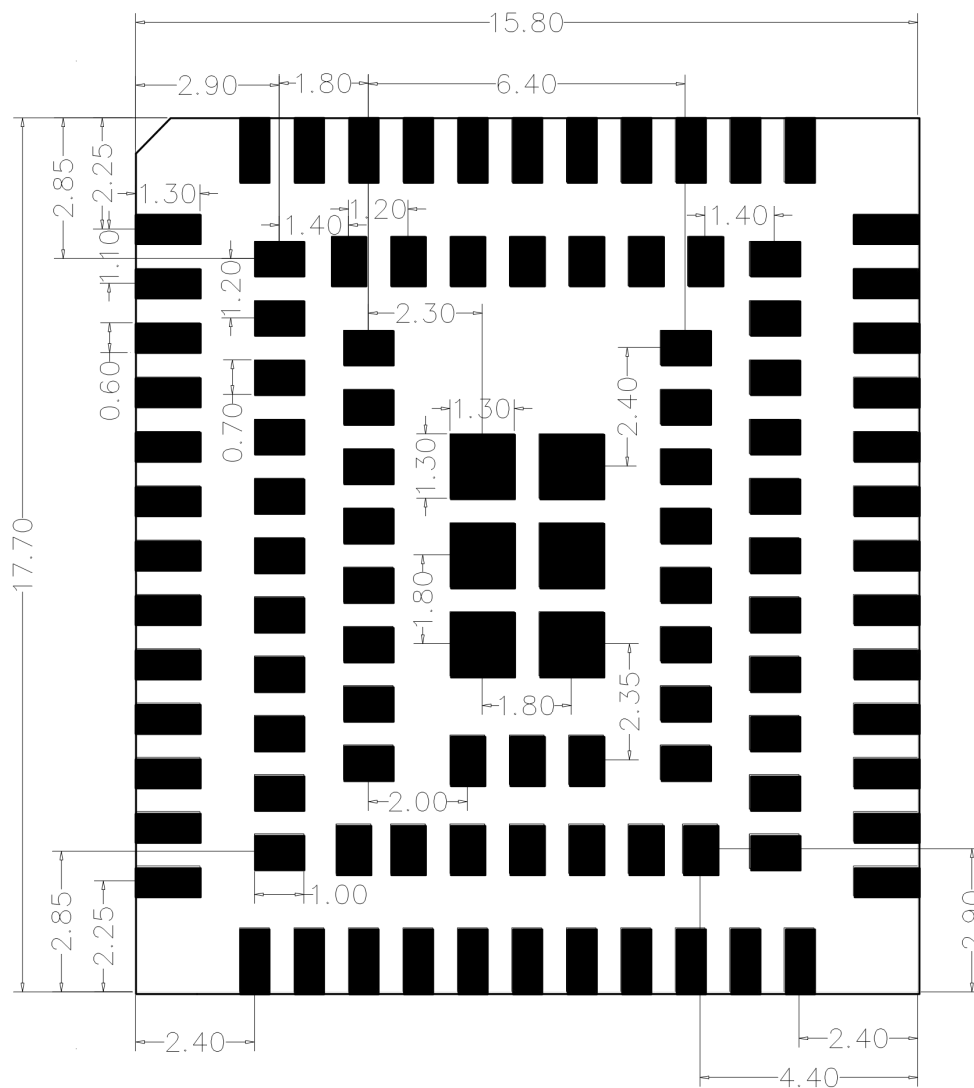
8) 天线电路设计指导

<https://docs.openluat.com/air780e/at/hardware/design/ant/>

六. 模组封装尺寸

该章节主要描述模块的物理尺寸，以及用户在使用 Air780E 模块时推荐的 PCB 封装尺寸；

6.1 推荐 PCB 封装



正视图，Air780E PCB 封装（单位：毫米）

注意：

1. PCB板上模块和其他元器件之间的间距建议至少**3mm**；
2. 请访问<https://docs.openluat.com/air780e/product/>来获取Air780E原理图PCB封装库；

七. 存储和生产

7.1 存储

Air780E以真空密封袋的形式出货，模块的存储需遵循如下条件：

环境温度低于40摄氏度，空气湿度小于90%情况下，模块可在真空密封袋中存放12个月。

当真空密封袋打开后，若满足以下条件，模块可直接进行回流焊或其它高温流程：

环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，工厂在 72 小时以内完成贴片；

若模块处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤：

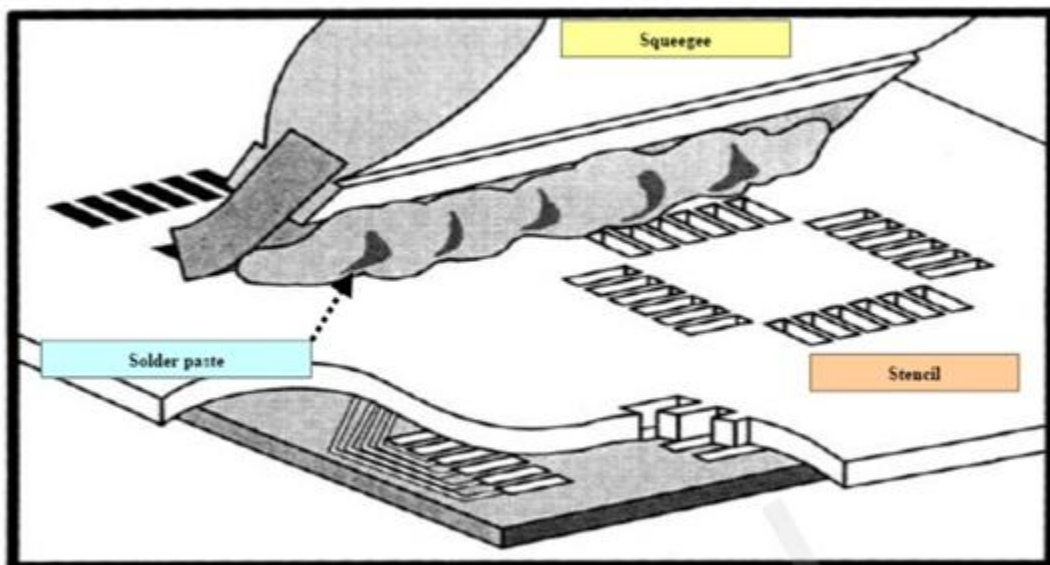
- * 当环境温度为23摄氏度(允许上下5摄氏度的波动)，空气湿度指示卡显示湿度大于10%时；
- * 当真空密封袋打开，模块环境温度低于30摄氏度，空气湿度小于60%，但工厂未能在72小时以内完成贴片时；
- * 当真空密封袋打开后，模块存储空气湿度大于10%时；如果模块需要烘烤，请在125摄氏度下(允许上下5摄氏度的波动)烘烤48小时；

特别注意：

模块的包装无法承受如此高温，在模块烘烤之前，请移除模块包装;如果只需要短时间的烘烤，请参考 IPC/JEDECJ-STD-033 规范。

7.2 生产焊接

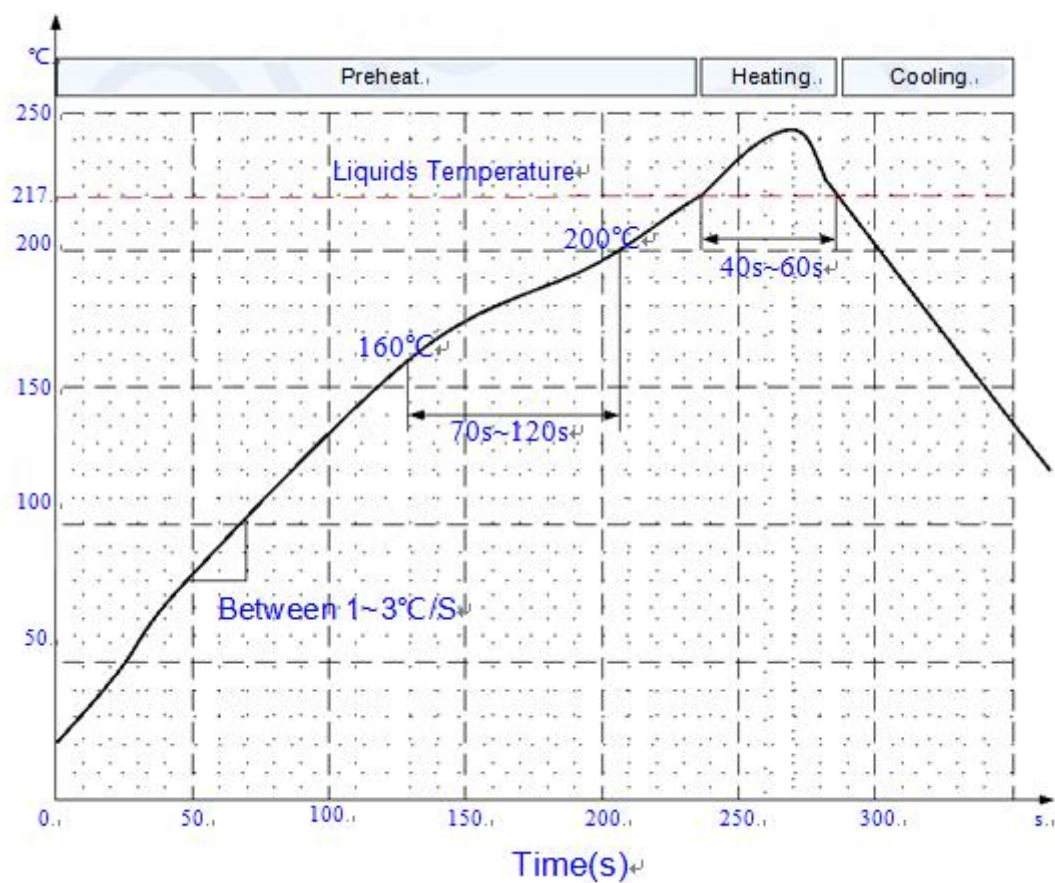
用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB上，印刷刮板力度需调整合适，为保证模块印膏质量，Air780E模块焊盘部分对应的钢网厚度应为0.2mm。



印膏图

为避免模块反复受热损伤，建议客户PCB板第一面完成回流焊后再贴模块。

推荐的炉温曲线图如下图所示：



推荐炉温曲线

八. 合宙产品选型手册

合宙最新产品选型手册，强烈推荐阅读！

<https://docs.openluat.com/product/>