合宙通信

合宙低功耗4G-Cat.1模组

Air780EPM

功耗低 尺寸小 信号好 示例全

产品硬件手册

V1.0

Docs.openLuat.com

Air780EPM 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，努力解决大家实际使用中的真问题；

一．Air780EPM 硬件手册主要内容 4
二．Air780EPM 规格介绍 5
三．Air780EPM 核心功能； 7
3.1 这一章节的目的是什么 7
3.2 Air780EPM 核心信息描述 7
3.3 Air780EPM 实网功耗数据 8
3.4 Air780EPM 之 LuatOS 功能梳理 9
3.6 Air780EPM 常见咨询 10
四．Air780EPM 用于 LuatOS 二次开发方式时的使用指导 11
4.1 Air780EPM 用于 LuatOS 时的管脚介绍 11
4.2 Air780EPM 用于 LuatOS 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）GPIO 使用注意事项 15
7）LCD 参考电路和选型推荐 15
8）摄像头参考电路和选型推荐 15
9）USB/SPI/I2C/ADC/LED ..... 错误！未定义书签。
10）天线电路设计指导 16
五．模组封装尺寸 16
5.1 推荐 PCB 封装 16
六．存储和生产 17
6.1 存储 17
6.2 生产焊接 17
七．合宙产品选型手册 18

一．Air780EPM 硬件手册主要内容

1. Air780EPM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Air780EPM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. Air780EPM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Air780EPM的三大特性：

   1）Air780EPM 用于 LuatOS 二开开发时的使用指导；
   2）Air780EPM 更适合 LuatOS 二开开发的特性介绍；
   3）Air780EPM 低功耗特性介绍；

3. Air780EPM 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）Air780EPM 用于 LuatOS 时的管脚介绍；
   2）Air780EPM 用于 LuatOS 时的原理图参考设计；
   3）Air780EPM 用于 LuatOS 时的硬件电路说明；

4. Air780EPM 封装方面的相关介绍，给出 PCB 封装制作时的相关建议；

5. Air780EPM 生产方面的相关介绍，给出贴片回流焊时的推荐炉温曲线；

6. 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 Air780EPM 不是最优选择呢？

二. Air780EPM 规格介绍

Air780EPM 是合宙 2025 年主推 4G Cat.1 全网通模组，
16mm*18mm*2.3mm，经典模组封装，
支持中国移动、电信、联通三大运营商；
支持合宙 LuatOS 二次开发方式，也支持合宙 4G 低功耗；
(使用 AT 指令开发方式时推荐选择合宙 Air780EQ/Air780EP，Air780EQ 价格稍低，Air780EP 功耗较低)

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 Air780EPM 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，全网通)

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%的低速物联网场景 4G Cat.1 模组的传输速率都可以胜任，包括 Air780EPM)

功耗

Air780EPM 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 4.6mA；
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 0.38mA；
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

默认 3.0V
(Air780EPM 的 IO 电平可以设置为 1.8V/2.8V/3.0V/3.3V，通过软硬件配置，Air780EPM 出厂默认设置为 3.0V，这意味着如果你的产品与 Air780EPM 搭配的 MCU 的 IO 电平为 2.8V 或 3.3V，你将不再需要额外的电平转换电路，直连即可)

外设接口

除常见固定接口，包括供电、开机、复位、SIM 卡(双卡单待)、串口、天线、状态灯等外，Air780EPM 还支持 4 路串口(用户可用 3 路+1 路系统调试使用)、4 路 SPI、1 路 I2C、4 路 onewire、4 路 ADC、5 路 PWM、38 路 GPIO；

同时，合宙官方新增支持了 485(Modbus 协议)、CAN、以太网(RJ45)等工业场景常见的接口和协议。

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 Air780EPM 即便在弱信号下通信能力也非常强悍就可以了)

开发方式

重要的事情再说一遍！得益于 4MB 大内存配置，Air780EPM 只支持 LuatOS 开发方式；

使用 AT 指令开发方式时推荐选择合宙 Air780EQ/Air780EP，Air780EQ 价格稍低，Air780EP 功耗较低；

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

模组照片

三．Air780EPM 核心功能；

这一章节，也可以在合宙 Docs 资料网站进行阅读：
http://docs.openluat.com/air780epm/

3.1 这一章节的目的是什么

从用户的角度，解答大家对Air780EPM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，建议先详细阅读一遍《合宙产品选型手册》。

3.2 Air780EPM 核心信息描述

1) Air780EPM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) Air780EPM封装尺寸是16*18*2.3mm，仅比合宙Air700ECQ/Air700EAQ/Air700EMQ相对大一些；
3) Air780EPM软件上只支持合宙基于Lua脚本开发的嵌入操作系统LuatOS；
4) Air780EPM IO电压出厂默认设置3.0V，更符合实际应用场景；
5) Air780EPM硬件上支持丰富的外设管脚，比如USB、UART、SPI、I2C、PWM、GPIO、CAN、以太网、OneWire等，也支持LCD、Camera多媒体应用；
6) Air780EPM支持丰富的网络协议，比如TCP/UDP、TCP-SSL/TCP-TLS、MQTT、HTTP、WEBSOCKET、Modbus、NTP等；
7) Air780EPM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；
8) Air780EPM功耗表现在合宙现有模组中排名中等，低功耗模式下低于0.4mA，低功耗表现最好的模组型号是合宙Air780EPS；

3.3 Air780EPM 实网功耗数据

Air780EPM 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(4.6mA)	均衡(0.38mA)	极低(3uA)

测试环境：

Air780EPM，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；

Air780EPM，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 0.9mA；

Air780EPM，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 4.8mA；

DRX，Discontinuous Reception，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；

Air780EPM 功耗表现在合宙现有模组中排名中等，低功耗模式下低于 0.4mA，低功耗表现最好的模组型号是合宙 Air780EPS。

3.4 Air780EPM 之 LuatOS 功能梳理

二次开发推荐使用合宙 LuatOS，LuatOS 推荐选择合宙 Air780EPM；
Air780EPM 用户可用内存高达 1024KB，自由使用，不易溢出；支持 LCD、Camera 多媒体应用，支持 485、232、以太网、CAN 接口、OneWire 接口，支持 Modbus 协议，支持 MQTT、WebSocket、TCP/UDP 等丰富的网络协议。

合宙Cat.1模组LuatOS主要功能库一览

功能点	Air780EPM	Air780EP	Air780E	Air724UG
系统类				
总RAM	4MB (PSRAM)	2MB (SRAM) + 2MB (PSRAM) 其中2MB PSRAM休眠状态下掉电不可用。	2MB (SRAM)	16MB (PSRAM)
系统占用RAM	3072KB	3540KB	3540KB	15104KB
① LuatOS占用RAM	1024KB	256KB	256KB	1280KB
② 用户可用RAM	1024KB	256KB	256KB	800KB
总Flash	4MB	4MB	4MB	8MB
系统和LuatOS占用Flash	3MB	3MB	3MB	6MB
用户可用脚本区	256KB	256KB	128KB	720KB
用户可用文件系统	160KB	110KB	288KB	1.3M
③ 用户可用FOTA区	600KB	600KB	488KB	与文件系统共用
协议类				
TCP/UDP	8路	6路	6路	8路
TCP-SSL/TCP-TLS	4路	2路	2路	4路
HTTP MQTT FTP WebSocket	8路 基于TCP的上层协议 (HTTP/MQTT/FTP/WebSocket) 共享，总共8个连接。	6路 基于TCP的上层协议 (HTTP/MQTT/FTP/WebSocket) 共享，总共6个连接。	6路 基于TCP的上层协议 (HTTP/MQTT/FTP/WebSocket) 共享，总共6个连接。	8路 基于TCP的上层协议 (HTTP/MQTT/FTP/WebSocket) 共享，总共8个连接。
Modbus	✓			
JSON	✓	✓	✓	✓
NTP	✓	✓	✓	✓
④ SMS短信	✓ (不支持电信SIM卡)	✓ (不支持电信SIM卡)	✓ (不支持电信SIM卡)	✓
阿里云/百度云/腾讯云/华为云/Tlink/OneNET/Tuya	✓	✓	✓	✓
REPL控制台				✓
PROTOBUF	✓	✓	✓	✓
RSA加密	✓	✓	✓	✓
XXTEA加密	✓	✓	✓	✓
国密算法	✓	✓	✓	✓
加密解密MD5/SHA1/AES	✓	✓	✓	✓
64位数据处理	✓	✓	✓	
ICONV字符集转换	✓	✓	✓	✓
ZBUFF(C内存数组)	✓	✓	✓	
PAK数据编解码	✓	✓	✓	✓
ZLIB解压	✓	✓	✓	✓
内部WDT硬件看门狗	✓	✓	✓	✓
PM功耗管理	✓	✓	✓	✓
低功耗模式	✓	✓	✓	✓
原始接口类				
GPIO	最大可支持38个	最大可支持38个	最大可支持29个	最大可支持28个
UART	用户最多可用3个	用户最多可用3个	用户最多可用2个	用户最多可用3个
I2C	1路	1路	1路	2路
SPI	4线SPI，共4路 1路驱动SPI LCD，开发板实测速率76.8Mbps 1路驱动SPI摄像头，开发板实测速率25.6Mbps 1路驱动SPI以太网，开发板实测速率76.8Mbps 1路用户自定义，开发板实测速率65Mbps	4线SPI，共2路 开发板实测速率44Mbps 用户均可自定义使用	4线SPI，共2路 开发板实测速率25.6Mbps 用户均可自定义使用	4线SPI，共3路 1路驱动SPI LCD，开发板实测速率50Mbps； 2路用户自定义使用，开发板实测速率33.3Mbps
OneWire	4路			
ADC	4路	4路	2路	2路
PWM	5路	5路	5路	2路
Wi-Fi Scan	✓	✓	✓	✓
扩展接口类				
485	UART转485，搭配SP3485EEN等芯片实现			
232	UART转232，搭配MAX232等芯片实现			
以太网	SPI转以太网，搭配CH390H等芯片实现			
CAN	CAN接口，搭配川土微CA-IF1051等芯片实现			
UI类				
单色屏(U8g2)	✓			✓
SPI彩屏(LCD)	✓			✓
英文字库	✓			✓
12号中文字库				✓
14号中文字库				✓
16号中文字库				✓
摄像头	✓			✓
扫码	✓			✓
音频类				
音频播放(MP3)				✓
录音				✓
TTS				✓
VoLTE				✓

相关备注说明：

① Air724UG固件包含2G协议栈，因此固定占用的RAM较多。
② LuatOS-Air的代码占用RAM较多，导致Air724UG的用户可用RAM比使用LuatOS的用户可用RAM要少；
LuatOS-Air——只有Air724UG支持的LuatOS架构； LuatOS ——曾用名LuatOS-SoC，Air780EPM/Air780EP/Air780E支持的LuatOS架构；
Air724UG既支持LuatOS-Air，也支持与Air780EPM/Air780EP/Air780E相同的LuatOS框架。
③ Air780EPM/Air780EP/Air780E的脚本FOTA区独立，大小不可调。
④ Air780EPM/Air780EP/Air780E在使用中国电信运营商的SIM卡时，不支持SMS短信功能。

3.6 Air780EPM 常见咨询

1）Air780EPM 支持 C-SDK 开发吗？

Air780EPM 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）Air780EPM 支持 FOTA 功能吗？

Air780EPM 支持 FOTA 功能；
合宙 IoT 平台(IOT.OPENLUAT.COM)可以对用户账号下的每一片模组进行 FOTA 管理；
Air780EPM 支持差分升级，通过合宙 IoT 后台，可以对设备 FOTA 升级进行管理。

3）Air780EPM 与 Air780EP 什么关系？

Air780EPM 与 Air780EP 封装尺寸完全相同，LuatOS 脚本代码也可以通用，但 Core 文件不一样；
相对 Air780EP，Air780EPM 用户可用内存 1024KB 是 Air780EP 可用内存 256KB 的四倍，可以放心使用，内存溢出限制较小；
另外，Air780EPM 还支持 LCD、Camera 多媒体应用，大大丰富了应用场景；
除常规 MQTT、WebSocket、TCP/UDP 等网络协议外，Air780EPM 新增支持了工业场合非常通用的 Modbus 协议，可大大缩短工业场景下物联网设备的研发时间；

4）Air780EPM 可以支持海外市场吗？

Air780EPM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Air780EPM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Air780EPM频段的不匹配而导致无法通信；

Air780EEN/Air780EEU/Air780EEJ与Air780EPM封装兼容，可以支持海外不同的国家和区域：

Air780EEN 频段支持 FDD:B2/4/5/7/12/13/17/18/25/26/66/71；TDD:B40/41，面向北美区域；
Air780EEU 频段支持 FDD:B1/3/5/7/8/20/28；TDD:B40/41，面向欧洲亚洲区域；
Air780EEJ 频段支持 FDD:B1/3/8/18/19/26/28；TDD:B40/41，面向日本；

四. Air780EPM 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；

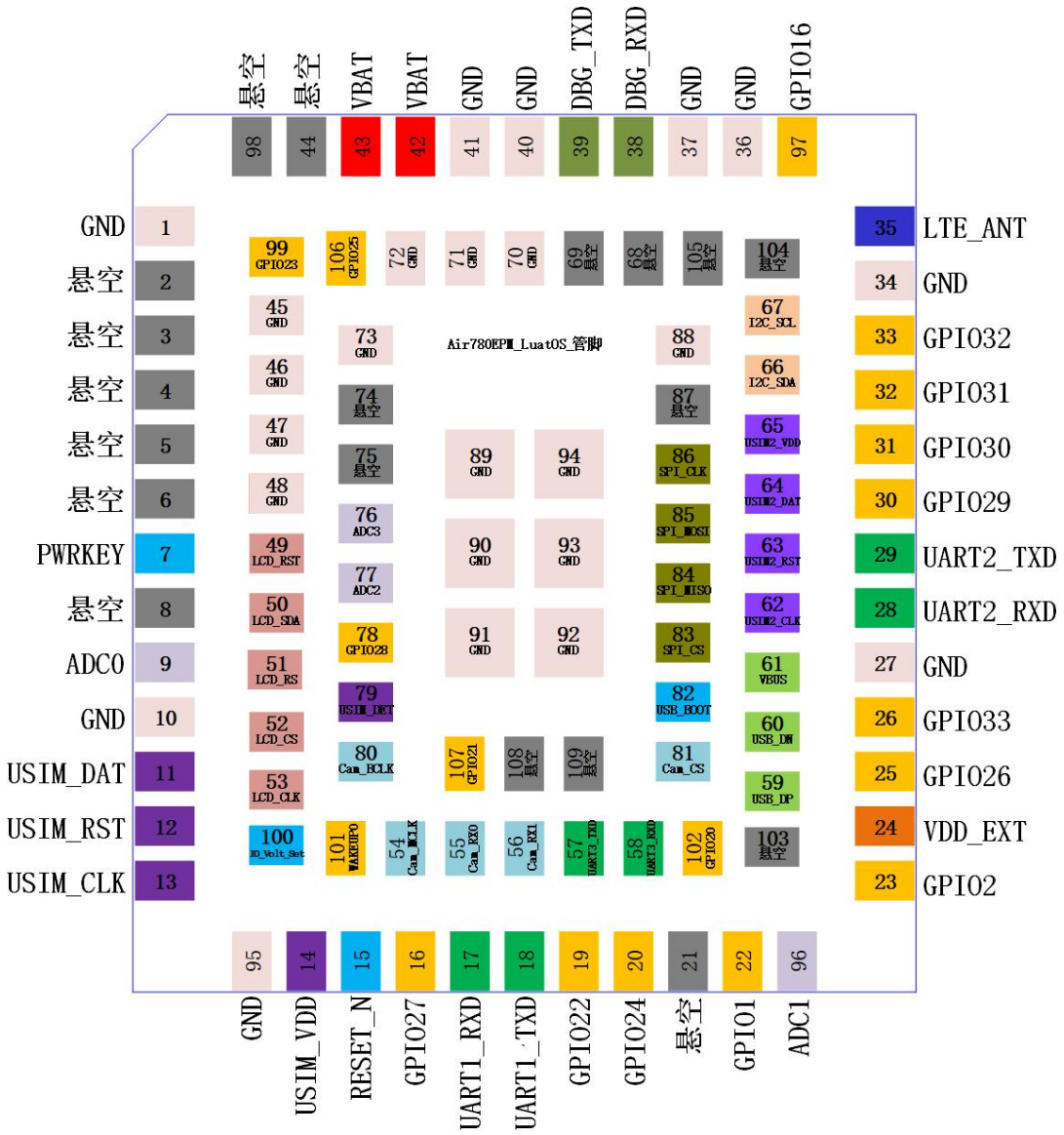
Air780EPM用于LuatOS时的管脚介绍；

Air780EPM用于LuatOS时的原理图参考设计；

Air780EPM用于LuatOS时的硬件电路说明；

4.1 Air780EPM 用于 LuatOS 时的管脚介绍

管脚透视图



Air780EPM 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)当软件设置 adc.setRange(adc.ADC_RANGE_MAX)时，ADC 引脚的测量范围 0-3.6V，这种方式被测电压不可经过外部电阻分压后再挂在 ADC 上； 2)当软件设置 adc.setRange(adc.ADC_RANGE_MIN)时，ADC 引脚的测量范围 0-1.5V，这种方式被测电压可以经过外部电阻分压后再挂在 ADC 上； 3）分辨率 12 bit；			
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	强制关机重启(先关机，再重启)			
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	
PIN22	GPIO1		GPIO1		PWM0
PIN23	GPIO2		GPIO2		PWM1
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 3.0V，取决于 PIN100:IO_Volt_Set 的配置，悬空时输出 3.0V，下拉到 GND 时输出 1.8V； 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	GPIO33		GPIO33		PWM4
PIN27	GND				
PIN28	AUX_RXD	UART2	GPIO12		
PIN29	AUX_TXD		GPIO13		
PIN30	GPIO29		GPIO29		PWM0
PIN31	GPIO30		GPIO30		PWM1
PIN32	GPIO31		GPIO31		PWM2
PIN33	GPIO32		GPIO32		PWM3
PIN34	GND				
PIN35	LTE_ANT	天线(模块内部阻抗匹配电路中有电感对地,用万用表测量会表现出对地短路,正常现象)			
PIN36	GND				
PIN37	GND				
PIN38	DBG_RXD	仅用于调试使用的 UART0，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 Air780EPM 供电用；			
PIN43	VBAT				
PIN45	GND				
PIN46	GND				
PIN47	GND				
PIN48	GND				
PIN49	LCD_RST		GPIO36		
PIN50	LCD_SDA		GPIO37		
PIN51	LCD_RS		GPIO38		

PIN52	LCD_CS		GPIO35		
PIN53	LCD_CLK		GPIO34		
PIN54	Cam_MCLK		GPIO3		
PIN55	Cam_RX0		GPIO6		
PIN56	Cam_RX1		GPIO7		
PIN57	UART3_TXD	UART3	GPIO15		
PIN58	UART3_RXD		GPIO14		
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)SIM2，不用时请悬空； 2)请注意 PIN11-14 关于 SIM1 的管脚说明； 3)请注意 PIN79:USIM_DET 的管脚说明； 4)SIM2 支持 SIM 卡 IO 电平的类型跟 PIN100:IO_Volt_Set 相关联，当 GPIO 电平为 3.0V(PIN100 悬空)时，SIM2 只支持 3.0V 的 SIM 卡，当 GPIO 电平为 1.8V(PIN100 接地)时，SIM2 只支持 1.8V 的 SIM 卡；			
PIN63	USIM2_RST				
PIN64	USIM2_DAT				
PIN65	USIM2_VDD				
PIN66	I2C_SDA	I2C			
PIN67	I2C_SCL				
PIN70	GND				
PIN71	GND				
PIN72	GND				
PIN73	GND				
PIN76	ADC3	1)当软件设置 adc.setRange(adc.ADC_RANGE_MAX)时，ADC 引脚的测量范围 0-3.6V，这种方式被测电压不可经过外部电阻分压后再挂在 ADC 上； 2)当软件设置 adc.setRange(adc.ADC_RANGE_MIN)时，ADC 引脚的测量范围 0-1.5V，这种方式被测电压可以经过外部电阻分压后再挂在 ADC 上； 3）分辨率 12 bit；			
PIN77	ADC2				
PIN78	GPIO28		GPIO28	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)Air780EP 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)Air780EP 开机后首先初始化 SIM1，确认 SIM1 无卡时再初始化 SIM2； 5)Air780EP 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	Cam_BCLK		GPIO4		
PIN81	Cam_CS		GPIO5		
PIN82	USB_BOOT	USB 升级软件时，需将此管脚与 VDD_EXT 短接拉高，建议 PCB 引出测试点，以便配合夹具批量下载软件；			
PIN83	SPI_CS	SPI	GPIO8		
PIN84	SPI_MISO		GPIO10		
PIN85	SPI_MOSI		GPIO9		
PIN86	SPI_CLK		GPIO11		
PIN88	GND				
PIN89	GND				
PIN90	GND				
PIN91	GND				
PIN92	GND				
PIN93	GND				
PIN94	GND				
PIN95	GND				
PIN96	ADC1	1)当软件设置 adc.setRange(adc.ADC_RANGE_MAX)时，ADC 引脚的测量范围 0-3.6V，这种方式被测电压不可经过外部电阻分压后再挂在 ADC 上； 2)当软件设置 adc.setRange(adc.ADC_RANGE_MIN)时，ADC 引脚的测量范围 0-1.5V，这种方式被测电压可以经过外部电阻分压后再挂在 ADC 上； 3）分辨率 12 bit；			
PIN97	GPIO16		GPIO16		
PIN99	GPIO23		GPIO23	AON_GPIO	
PIN100	IO_Volt_Set	悬空时全部 IO 电平(同 VDD_EXT 电压)3.0V，下拉接地时 1.8V；			
PIN101	WAKEUP0		WAKEUP0	仅用作中断输入	
PIN102	GPIO20		GPIO20	可配置为：AON_GPIO 也可配置为中断输入	
PIN106	GPIO25		GPIO25	AON_GPIO	
PIN107	GPIO21		GPIO21	可配置为：AON_GPIO 也可配置为中断输入	
其它	悬空,不接	PIN2/3/4/5/6/8/21/44/49/68/69/74/75/87/98/103/104/105/108/109			

Air780EPM 所有可用的 GPIO 管脚汇总说明：

Air780EPM	模组管脚名	模组管脚号	Powerup default	Alt Func0	Alt Func1	Alt Func2	Alt Func3	Alt Func4	Alt Func5	Alt Func6	Alt Func7	LuatOS建议功能	Notes	LuatOS ID
普通GPIO 低功耗模式下电平无法保持 PSM+模式下电平无法保持	I2C_SCL	67	I&PU				I2C1_SCL					I2C1_SCL		I2C编号1
	I2C_SDA	66	I&PU				I2C1_SDA					I2C1_SDA		I2C编号1
	GPIO1	22	NI&NP	GPIO1					PWM0			GPIO1		GPIO编号1
	GPIO2	23	NI&NP	GPIO2				OneWire(默认)	PWM1			GPIO2		GPIO编号2
	GPIO3	54	NI&NP	GPIO3	Camera_SPI_MCLK			OneWire				Camera_SPI_MCLK		摄像头接口编号1
	GPIO4	80	NI&NP	GPIO4	Camera_SPI_BCLK							Camera_SPI_BCLK		摄像头接口编号1
	GPIO5	81	NI&NP	GPIO5	Camera_SPI_CS							Camera_SPI_CS		摄像头接口编号1
	GPIO6	55	NI&NP	GPIO6	Camera_SPI_RX0							Camera_SPI_RX0		摄像头接口编号1
	GPIO7	56	NI&NP	GPIO7	Camera_SPI_RX1			OneWire				Camera_SPI_RX1		摄像头接口编号1
	SPI_CS	83	NI&NP	GPIO8	SPI0_CS							SPI0_CS		SPI编号0
	SPI_MOSI	85	NI&NP	GPIO9	SPI0_MOSI							SPI0_MOSI		SPI编号0
	SPI_MISO	84	NI&NP	GPIO10	SPI0_MISO							SPI0_MISO		SPI编号0
	SPI_CLK	86	NI&NP	GPIO11	SPI0_SCLK							SPI0_SCLK		SPI编号0
	UART2_RXD	28	NI&NP	GPIO12	SPI1_CS		UART2_RXD				CAN_RXD	UART2_RXD		UART编号2
	UART2_TXD	29	NI&NP	GPIO13	SPI1_MOSI		UART2_TXD				CAN_TXD	UART2_TXD		UART编号2
	UART3_RXD	58	NI&NP	GPIO14	SPI1_MISO	I2C0_SDA	UART3_RXD				CAN_STB	UART3_RXD		UART编号3
	UART3_TXD	57	NI&NP	GPIO15	SPI1_SCLK	I2C0_SCL	UART3_TXD					UART3_TXD		UART编号3
	GPIO16	97	I&PU	GPIO16								GPIO16		GPIO编号16
	GPIO17	100	I&PU	GPIO17								GPIO17		GPIO编号17
	DBG_RXD0	38	NI&NP		UART0_RXD							UART0_RXD		UART编号0,用户不可用
	DBG_TXD0	39	NI&NP		UART0_TXD							UART0_TXD		UART编号0,用户不可用
	UART1_RXD	17	NI&NP	GPIO18	UART1_RXD							UART1_RXD		UART编号1
	UART1_TXD	18	NI&NP	GPIO19	UART1_TXD							UART1_TXD		UART编号1
	GPIO29	30	NI&NP	GPIO29					PWM0			GPIO29		GPIO编号29
	GPIO30	31	NI&NP	GPIO30					PWM1			GPIO30		GPIO编号30
	GPIO31	32	NI&NP	GPIO31					PWM2			GPIO31		GPIO编号31
	GPIO32	33	NI&NP	GPIO32					PWM3			GPIO32		GPIO编号32
	GPIO33	26	NI&NP	GPIO33					PWM4			GPIO33		GPIO编号33
	GPIO34	53	NI&NP	GPIO34	LCD_SPI_CLK							LCD_SPI_CLK		SPI编号LCD.HWID_0
	GPIO35	52	NI&NP	GPIO35	LCD_SPI_CS							LCD_SPI_CS		SPI编号LCD.HWID_0
	GPIO36	49	NI&NP	GPIO36	LCD_RST							LCD_RST		SPI编号LCD.HWID_0
	GPIO37	50	NI&NP	GPIO37	LCD_SPI_SDA							LCD_SPI_SDA		SPI编号LCD.HWID_0
	GPIO38	51	NI&NP	GPIO38	LCD_RS							LCD_RS		SPI编号LCD.HWID_0
AONGPIO 低功耗模式下电平可以保持 PSM+模式下电平可以保持	GPIO20	102	NI&NP	GPIO20								GPIO20	AGPIOWU0	GPIO编号20
	GPIO21	107	NI&NP	GPIO21								GPIO21	AGPIOWU1	GPIO编号21
	GPIO22	19	NI&NP	GPIO22								GPIO22	AGPIOWU2	GPIO编号22
	GPIO23	99	NI&NP	GPIO23								GPIO23		GPIO编号23
	GPIO24	20	NI&NP	GPIO24								GPIO24		GPIO编号24
	GPIO25	106	NI&NP	GPIO25							CAN_RXD	GPIO25		GPIO编号25
	GPIO26	25	NI&NP	GPIO26							CAN_TXD	GPIO26		GPIO编号26
	GPIO27	16	NI&NP	GPIO27							CAN_STB	GPIO27		GPIO编号27
	GPIO28	78	NI&NP	GPIO28				OneWire		CAN_STB	CAN_RXD	GPIO28		GPIO编号28
WAKEUP 低功耗模式下可以作为中断 PSM+模式下可以作为中断	WAKEUP0	101		WAKEUP0								WAKEUP0		GPIO编号39,虚拟值
	VBUS	61		WAKEUP1								VBUS		GPIO编号40,虚拟值
	USIM_DET	79		WAKEUP2								USIM_DET		GPIO编号41,虚拟值
	PWRKEY	7										PWRKEY		GPIO编号46,虚拟值

Air780EPM		LCD 接口参考		Camera	CAN接口	485接口	以太网接口
管脚号	管脚名	3-wire SPI	SPI 2data lane	SPI	两处复用 选其一		
28	UART2_RXD				CAN_RXD	推荐使用**UART1** 配合**UART**转**485**芯片 具体见**Air780EPM**参考设计	推荐使用SPI0 (PIN83/84/85/86) 详见Air780EPM参考设计
29	UART2_TXD				CAN_TXD		
58	UART3_RXD				CAN_STB		
53	GPIO34	LCD_SPI_CLK	LCD_SPI_CLK				
52	GPIO35	LCD_SPI_CS	LCD_SPI_CS				
49	GPIO36	LCD_RST	LCD_SPI_READ				
50	GPIO37	LCD_SPI_SDA	LCD_SPI_D0				
51	GPIO38	LCD_RS	LCD_SPI_D1				
80	GPIO4			Camera_SPI_BCLK			
81	GPIO5			Camera_SPI_CS			
55	GPIO6			Camera_SPI_RX0			
56	GPIO7			Camera_SPI_RX1			
54	GPIO3			Camera_SPI_MCLK			
106	GPIO25				CAN_RXD		
25	GPIO26				CAN_TXD		
78	GPIO27				CAN_STB		

注意事项：	
1	Air780EPM的所有IO，出厂默认电平3.0V；当模组管脚PIN100:IO_Volt_Set被拉低时，IO电平则切换为1.8V； 无论PIN100:IO_Volt_Set是否被拉低，IO电平都可以通过LuatOS软件设置为1.8V/2.8V/3.0V/3.3V(通过API配置MCU库)；
2	Air780EPM的GPIO，输入功能时，外部高电平电压必须大于0.7*VDD_EXT，外部低电平电压必须小于0.2*VDD_EXT；做输出功能时，对外输出高电平时电压不小于0.8*VDD_EXT，输出低电平时电压不大于0.15*VDD_EXT； Air780EPM的VDD_EXT出厂默认3.0V，跟IO出厂电平一致；则：输入时高需大于0.7*3.0V，低需小于0.2*3.0V；输出时高不能小于0.8*3.0V，低不能大于0.15*3.0V；
3	**GPIO**共有三种类型：普通**GPIO**、**AONGPIO**和**WAKEUP**；普通**GPIO**在模组低功耗模式和**PSM+**模式下无法保持电平，也无法接收中断并唤醒，**AONGPIO**可以保持电平； **WAKEUP**只能作为输入中断，无法设置为输出，能在低功耗模式和**PSM+**模式下接收中断并唤醒； **AONGPIO**也常被写作为**AGPIO**、**AON_GPIO**，以下均以**AONGPIO**的写法进行描述；
4	模组共有三种功耗模式：常规模式、低功耗模式和**PSM+**模式；其中，低功耗模式和**PSM+**模式也常被称之为休眠模式，二者区别是低功耗模式可以保持长连接，**PSM+**模式不能保持长连接但可以快速唤醒、快速驻网；
5	**AONGPIO**在模组低功耗模式和PSM+模式下可以电平保持，可以保持高，也可以保持低；
6	**AONGPIO**当做为GPIO中断功能使用时，无法设置为内部上拉或者内部下拉；
7	**AONGPIO**输出驱动能力单管脚**<=5mA**，但是所有**AONGPIO**驱动电流总和也不能超过**5mA**；
8	**AONGPIO**电压一致性没有普通**IO**电压一致性高，普通**IO**电压偏差在**0.05V**以内，**AGPIO**在**0.15V**以内；
9	普通**GPIO**输出驱动能力单管脚**<=10mA**，但是所有普通驱动电流总和不能超过**200mA**；
10	**WAKEUP**固定电平**1.8V**，由于内部分压，实测电平电压值在**1.1V**左右，是正常现象；
11	**WAKEUP**管脚内部上下拉非常弱，驱动能力**<30uA**；
12	**PWRKEY**在开机前是开机功能，开机后和**WAKEUP**一样的功能和特性；
13	模组在低功耗模式或PSM+模式下只能通过WAKEUP，PWRKEY,MAIN_UART串口RX唤醒，AONGPIO虽然在低功耗模式/PSM+模式下不掉电，但是无法触发中断；
14	普通**GPIO**在低功耗模式和**PSM+**模式下均会处于掉电状态，并且随着系统间歇性唤醒与基站交互而频繁产生高脉冲；
15	普通GPIO做输入/输出/中断，都可以配置/取消内部上下拉，如果内部上下拉不满足条件，可以取消内部上下拉，然后外部加上下拉；
16	**GPIO20/GPIO21/GPIO22**同时具备**AONGPIO**和**WAKEUP**的属性，所以也被称为**AGPIOWU0/AGPIOWU1/AGPIOWU2**好处是可以休眠保持和唤醒，坏处是设置为输出时驱动能力**<30uA**； 当**GPIO20/GPIO21/GPIO22**作为**WAKEUP**使用时，分别为**WAKEUP3/WAKEUP4/WAKEUP5**；
17	**GPIO20/GPIO21/GPIO22**同时具备**AONGPIO**和**WAKEUP**的属性，配置成中断模式时在软件上可以选择是普通**IO**中断还是**WAKEUP**中断； **GPIO**号填写实际**IO**序号**20/21/22**是普通**IO**中断，填写虚拟**IO**序号**42/43/44**是**WAKEUP**中断，可以配置上下拉，也可以取消使用外部上下拉；
18	所有普通**IO**中断和**WAKEUP**中断都支持双边沿中断；
19	CAN接口提供了几组选择，如果选择PIN28/29/58组合，则不能使用UART2/UART3；如果选择PIN25/26/78/106组合，则会占用数量有限的AGPIO资源；大家可以根据自己的实际情况进行选择；
20	Air780EPM由支持1路I2C升级为2路I2C(有些文档来不及修改或遗漏时可能还是写着只支持1路)，其中，推荐默认使用I2C1； I2C0与UART3复用，二者只能二选一，大家根据自己的项目灵活选择；
21	Air780EPM模组内部PIN21和PIN49连接在了一起，两个管脚不能同时使用；
22	**I&PU**，Input&Pull_Up;I&PD,Input&Pull_Down;

4.2 Air780EPM 用于 LuatOS 时的原理图参考设计

Air780EPM 模组用于 LuatOS 二次开发方式时，主要应用到的硬件接口有 UART 串口、SPI 接口、I2C 接口、GPIO 操作、ADC 检测、PWM 输出等传统外设接口，还有 Air780EPM 特别支持的 LCD、摄像头、485 等外设接口；
关于 Air780EPM 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/air780epm/luatos/hardware/design/reference/

2）开机启动及外围电路

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/poweron/

3）供电设计及选型推荐

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/power/

4）串口电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/uart/

5）SIM 卡电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/sim/

6）GPIO 使用注意事项

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/gpio/

7）LCD 参考电路和选型推荐

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/lcd.md

8）摄像头参考电路和选型推荐

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/camera.md

9）485 电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/485/

10）CAN 电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/can/

11）以太网电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/rj45/

12）OneWire 电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/onewire/

13）ADC 电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/adc/

14）USB 电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/usb/

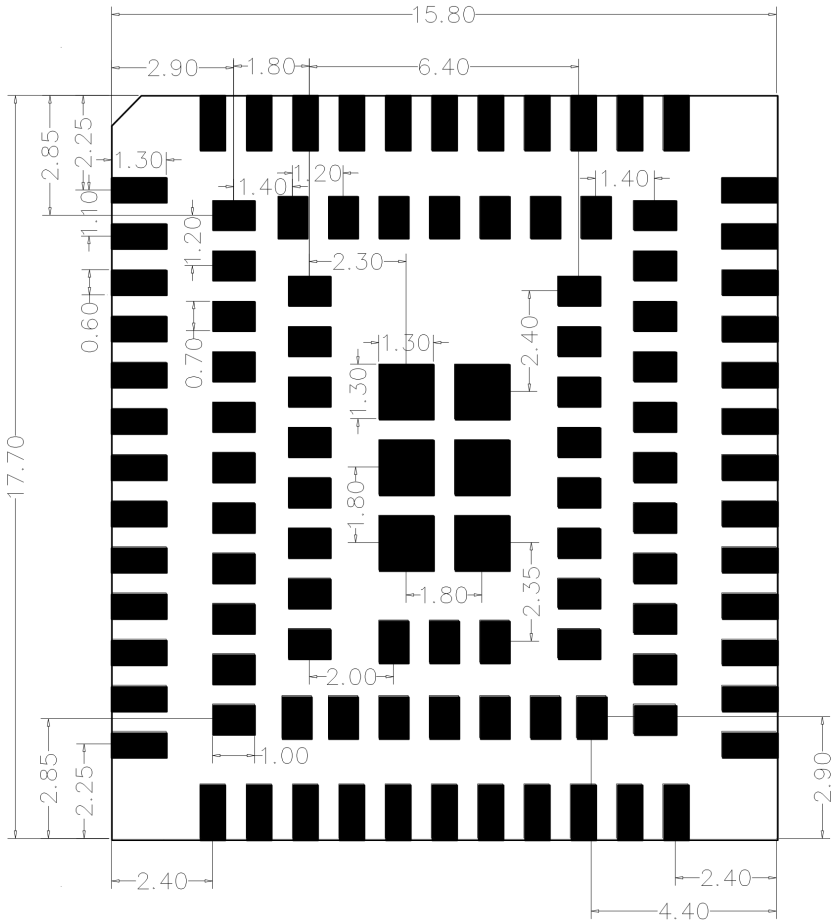
15）天线电路设计指导

https://docs.openluat.com/air780epm/luatos/hardware/design/ant/

五．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 Air780EPM 模块时推荐的 PCB 封装尺寸；

5.1 推荐 PCB 封装



正视图，Air780EP 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/air780epm/product/shouce来获取Air780EPM原理图PCB封装库；

六．存储和生产

6.1 存储

Air780EPM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；

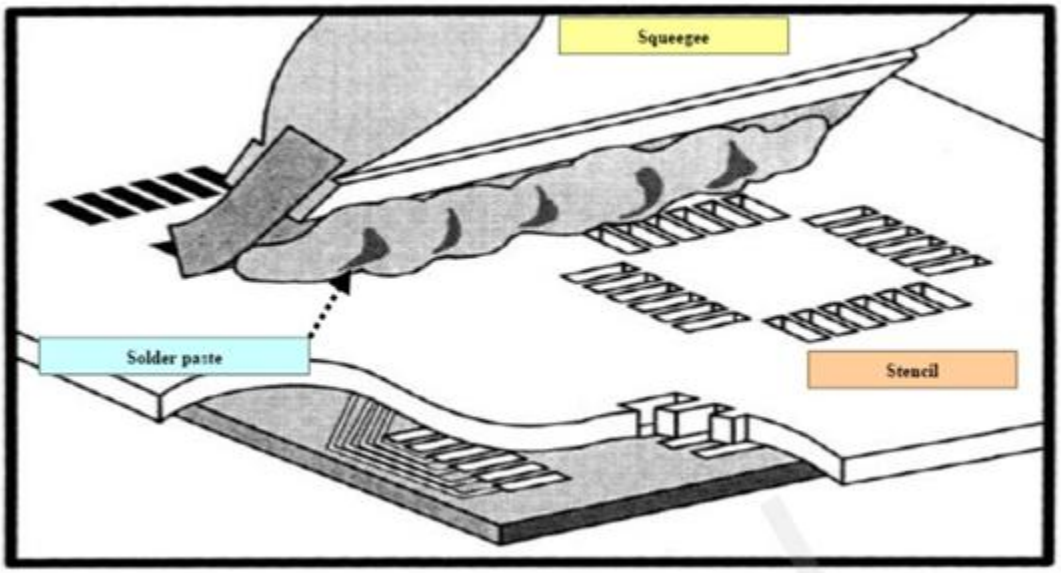
若模块处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤：

- 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。

6.2 生产焊接

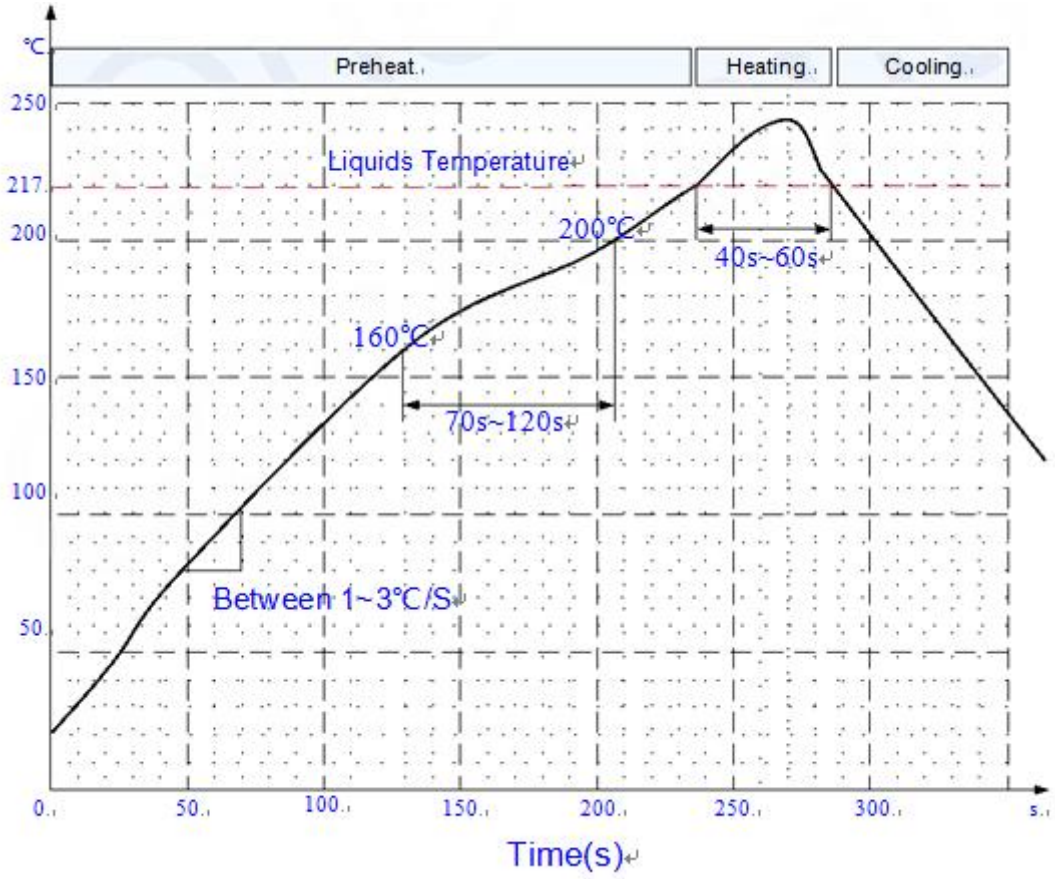
用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB上，印刷刮板力度需调整合适，为保证模块印膏质量，Air780EPM模块焊盘部分对应的钢网厚度应为0.2mm。



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

七. 合宙产品选型手册

合宙最新产品选型手册，强烈推荐阅读！

http://docs.openluat.com/air780epm/common/product/