

WH-G401tf 硬件设计手册

文件版本: V1.0.6



目录

| | |
|------------------------------|----|
| 1. 关于文档 | 3 |
| 1.1. 文档目的 | 3 |
| 1.2. 安全警告 | 3 |
| 1.3. 产品外观 | 4 |
| 1.4. 参考文档列表 | 4 |
| 2. 产品简介 | 5 |
| 2.1.1. 基本参数 | 5 |
| 2.2. 模块应用框图 | 7 |
| 2.3. 引脚定义 | 8 |
| 3. 硬件参考设计 | 14 |
| 3.1. 外围电路框架参考 | 14 |
| 3.2. 电源接口 | 14 |
| 3.2.1. 主电源输入: VBAT | 14 |
| 3.2.2. 参考电平输出: VDD_1V8 | 16 |
| 3.3. USB 接口 | 17 |
| 3.4. UART 接口 | 18 |
| 3.5. SIM 接口 | 19 |
| 3.6. 工作状态指示 | 21 |
| 3.7. RESET 引脚 | 23 |
| 3.8. RELOAD 引脚 | 23 |
| 3.9. PWRKEY 引脚 | 24 |
| 3.10. 射频接口 | 25 |
| 4. 电气特性 | 26 |
| 4.1. 工作存储温度 | 26 |
| 4.2. 输入电源 | 26 |
| 4.3. 模块 IO 口电平 | 26 |
| 4.4. IO 驱动电流 | 27 |
| 4.5. ESD 防护等级 | 27 |
| 5. 机械特性 | 28 |
| 5.1. 回流焊建议 | 28 |
| 5.2. 外形尺寸 | 28 |
| 6. 联系方式 | 31 |
| 7. 免责声明 | 32 |
| 8. 更新历史 | 33 |







1. 关于文档

1.1. 文档目的

本文档描述了 WH-G401tf/WH-G401tf-G 模块的硬件应用接口,包括相关应用场合的电路连接以及射频接口等。WH-G401tf 模块是单 Cat1,WH-G401tf-G 增加了 GPS 定位系统功能,本文档将详细介绍 WH-G401tf 模块的所有功能。

1.2. 安全警告

在使用或者维修任何包含 WH-G401tf/WH-G401tf-G 模块的终端或者手机的过程中要留心以下的安全防范。终端设备上应当告知用户以下的安全信息。否则,上海稳恒将不承担任何因用户没有按这些警告操作而产生的后果。

| | |
|---|---|
|  | 当在医院或者医疗设备旁,观察是否有使用移动终端的限制。如果需要请关闭终端,否则医疗设备可能会因为射频的干扰而导致误操作。 |
|  | 登机前关闭移动终端。为防止对通信系统的干扰,飞机上禁止使用无线通信设备。 忽略以上事项将违反当地法律并有可能导致飞行事故。 |
|  | 不要在易燃气体前使用移动终端。当靠近爆炸作业、化学工厂、燃料库或者加油站时要关掉移动终端。在任何有潜在爆炸可能的电器设备旁操作移动终端都是很危险的。 |
|  | 移动终端在开机的状态时会接收或者发射射频信号。当靠近电视、收音机、电脑或者其它电器设备时会对其产生干扰。 |
|  | 道路安全第一! 在驾驶交通工具时不要用手持移动终端,请使用免提装置。在使用手持移动终端前应先停车。 |
|  | 移动终端需要在射频信号和蜂窝网下操作,但不能保证在所有的情况下都能连接。例如,没有话费或者无效的 SIM 卡。当处于这种情况而需要紧急服务,记得使用紧急电话。为了能够呼叫和接收电话,移动终端必须开机而且要在移动信号足够强的服务区域。当一些确定的网络服务或者电话功能在使用时不允许使用紧急电话,例如功能锁定,键盘锁定。在使用紧急电话前,要解除这些功能。一些网络需要有效的 SIM 卡支持。 |

1.3. 产品外观



图片1 实物图

1.4. 参考文档列表

除此硬件开发文档外,我们同时提供了基于本产品的说明书、封装库等资料,方便用户设计参考,用户可到官方网站查看下载。

| 文档名称 | 下载链接 |
|-------------------|---|
| WH-G401tf 说明书 | https://www.usr.cn/Download/992.html |
| WH-G401tf 硬件设计手册 | https://www.usr.cn/Download/994.html |
| WH-G401tf 封装库(AD) | https://www.usr.cn/Download/995.html |
| WH-G401tf 设置软件 | https://www.usr.cn/Download/939.html |

2. 产品简介

2.1. 基本参数

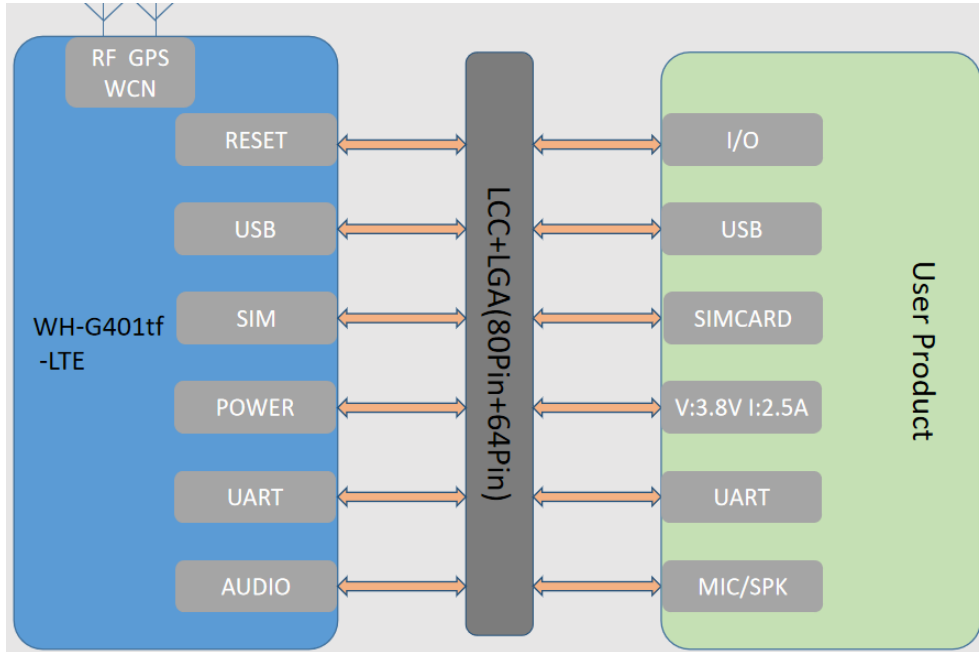
表 1 参数列表

| 参 数 | | 描 述 |
|---------|----------------------------|--|
| 产品名称 | WH-G401tf/ WH-G401tf-G | 支持移动 LTE Cat-1 |
| | | 支持联通 LTE Cat-1 |
| | | 支持电信 LTE Cat-1 |
| 硬件接口 | 封装形式 | LCC 80pin+LGA 64Pin |
| | 电源 | 供电范围 3.4V~4.2V ,推荐值 3.8V |
| | 状态指示脚 | 模块状态指示引脚 |
| | SIM/USIM 卡 | 标准 6 针 SIM 卡接口, 3V/1.8V SIM 卡, 支持 2 路 SIM 卡接口, 只能单待。 |
| | 扩展卡 | 支持 TF 卡接口 |
| | USB 协议 | USB 2.0 High speed |
| | UART 接口 | 通信串口: UART1, 用于 AT 指令和数据传输。支持波特率 1200~921600 调试串口: DBG, 用于 log 打印, 波特率为 115200. |
| | 音频 | 支持一路主 MIC,一路耳机, 一路喇叭 |
| | 视频 | 支持 CAMERA, 支持 LCD 接口与状态指示引脚兼容 |
| | RF 接口 | 主天线接口*1, GPS 天线接口*1, WiFi/蓝牙天线接口*1 |
| 外形尺寸 | 尺寸(毫米) | 32mm×29mm×2.4mm (LCC+LGA) |
| | 重量 (克) | < 4.2g |
| 温度范围 | 正常工作温度 | -35°C ~ +75°C |
| | 扩展工作温度 | -40°C ~ +85°C |
| | 存储温度 | -40°C ~ +90°C |
| 湿度范围 | 工作湿度 | 5%~95% (无凝露) |
| 技术规范 | TD-LTE | 3GPP Release 13 CAT-1 下行 7.5 Mbps, 上行 1 Mbps |
| | FDD-LTE | 3GPP Release 13 CAT-1 下行 10 Mbps, 上行 5 Mbps |
| 频 段 | TD-LTE | Band 34/38/39/40/41 |
| | FDD-LTE | Band 1/3/5/8 |
| 功率等级 | TD-LTE Band 38/39/40/41 | +23 dBm(Power class 3) |
| | FDD-LTE Band 1/3/5/8 | +23 dBm(Power class 3) |
| 最大接收灵敏度 | Band 1 | -98 dBm |

| | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| | Band 3 | -98 dBm |
| | Band 5 | -99 dBm |
| | Band 8 | -98 dBm |
| | Band 34 | -98 dBm |
| | Band 38 | -98 dBm |
| | Band 39 | -98 dBm |
| | Band 40 | -98 dBm |
| | Band 41 | -98 dBm |
| 模块持续数据发送 平均功耗@3.8V (强开最大射频功率) | Band 1 | 610 mA |
| | Band 3 | 604 mA |
| | Band 5 | 601 mA |
| | Band 8 | 670 mA |
| | Band 34 | 354 mA |
| | Band 38 | 362 mA |
| | Band 39 | 338 mA |
| | Band 40 | 296 mA |
| GNSS (仅限-G 版本) | 定位系统 | BDS、GPS、GLONASS |
| | 水平定位精度 | 3m |
| | 测速精度 | 0.1m/s |
| | 授时精度 | 20ns |
| | 冷启动捕获灵敏度 | -147dBm |
| | 最大定位高度 | 18000m |
| | 最大定位速度 | 515m/s、1854km/h |
| | 最大加速度 | 4g |
| 软件功能 | 工作模式 | 透传模式, HTTPD 模式, 短信透传模式 |
| | 设置指令 | AT+命令结构 |
| | 网络协议 | TCP/UDP/DNS/FTP/HTTP |
| | Socket 数量 | 4 |
| | 用户配置 | 串口 AT 指令、网络 AT 指令、短信 AT 指令 |
| 特色功能 | 域名解析 DNS | 支持 |
| | 简单透传方式 | 支持 TCP Client /UDP Client |
| | 心跳数据包 | 支持自定义/SN 码/ICCID/IMEI/LBS/GPS 心跳包 |
| | 注册包机制 | 支持自定义注册包/SN 注册包/ICCID 注册包/IMEI 注册包/CLOUD 注册包 |
| | FOTA 升级 | 支持 |
| | 套接字分发协议 | 支持 |
| | FTP 他升级协议 | 支持 |
| | Socket 备份 | 支持 |
| | 基站定位 | 支持 |
| | 安全机制 | 支持 |
| | NTP 校时功能 | 支持 |
| GNSS 定位功能 | WH-G401tf-G 支持, WH-G401tf 不支持 | |

2.2. 模块应用框图

目前模块开放的接口包括: 电源输入,复位重启控制,恢复出厂设置控制,USB,UART,SIM,WCN,GPS,RF 射频接口。



图片2 模块应用框图

2.3. 引脚定义

WH-G401tf 模块提供 LCC/LGA 混合连接方式,其中 pin1-80 是 LCC 封装,定义了常用功能引脚; pin81-144 是 LGA 封装。

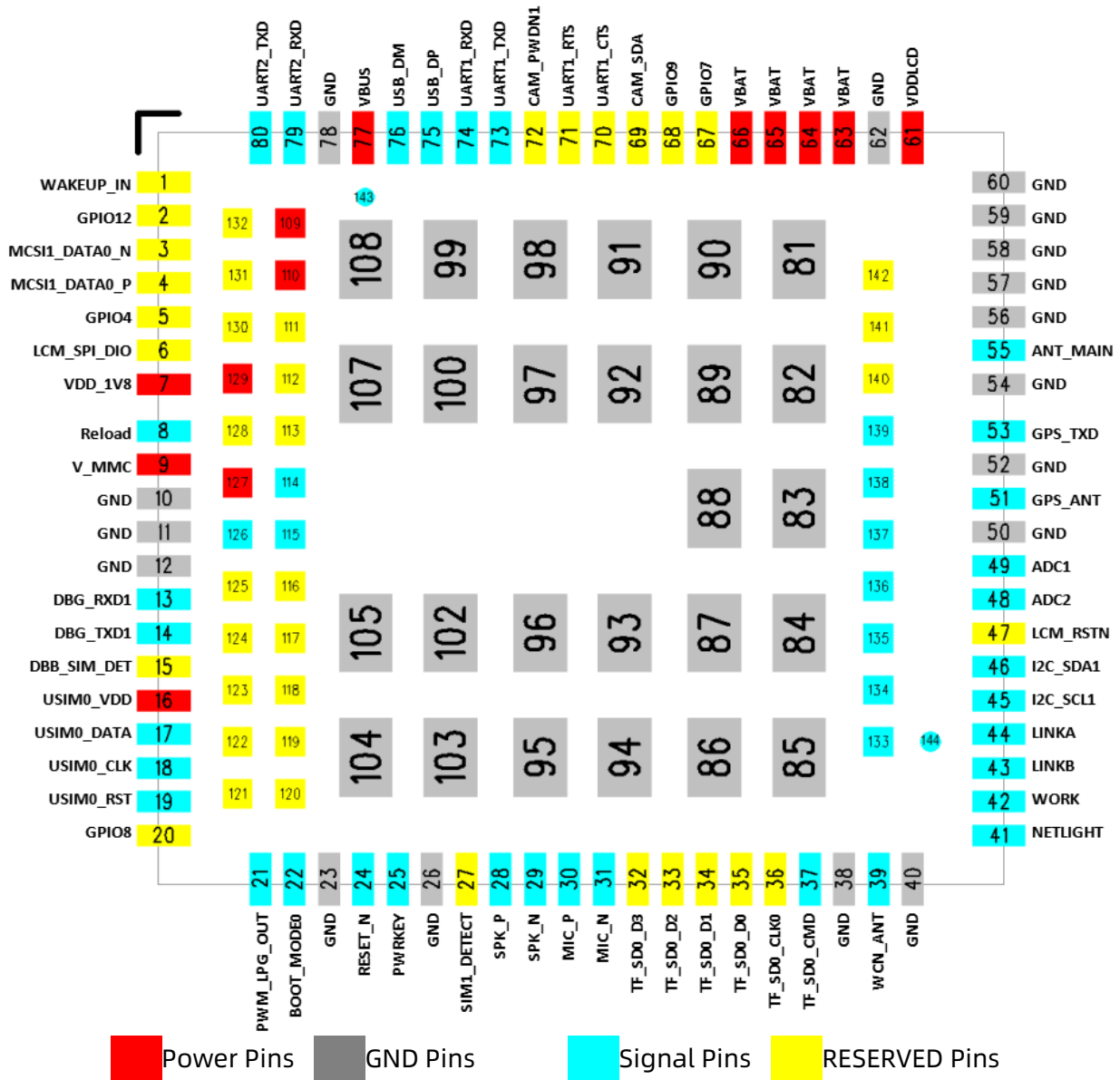


表 2 LCC 封装引脚定义

| 管脚 | 名称 | 信号类型 | 功能说明 | 电源域 | 默认电平 |
|----|-----------|------|---|-----------|------|
| 1 | WAKEUP_IN | I | 睡眠模式唤醒 (未开放) | - | 1.8V |
| 2* | GPIO12 | IO | 预留 GPO4 / GPIO12 (未开放) SPI1DI_1 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |

| | | | | | |
|-----|---------------|----|---|-----------------------|---------------|
| 3* | MCSI1_DATA0_N | IO | 预留 CAM 接口 MCSI1_DATA0_N (未开放) GPIO_22 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 4* | MCSI1_DATA0_P | IO | 预留 CAM 接口 MCSI1_DATA0_P (未开放) GPIO_23 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 5* | GPIO4 | IO | 常规固件, 未开放 GPIO_4 (OpenCPU 支持) | V_LCD (1.8V-3.3V) | 1.8V |
| 6* | LCM_SPI_DIO | IO | 预留 LCM_SIO (未开放) GPIO_0 (OpenCPU 支持) | V_LCD (1.8V-3.3V) | 1.8V |
| 7 | VDD_1V8 | P | 1.8V 电源输出。 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 8* | Reload | IO | 恢复出厂设置, 拉低 3S-15S 生效, 内部已有上拉。 使用此引脚功能时, 将 37 引脚悬空 | V_MMC (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 9 | V_MMC | P | SD 电源域, 软件可配置。 | V_MMC (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 10 | GND | P | 地 | - | - |
| 11 | GND | P | 地 | - | - |
| 12 | GND | P | 地 | - | - |
| 13 | DBG_RXD1 | I | URAT 串口, LOG 输入 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 14 | DBG_TXD1 | O | URAT 串口, LOG 输出 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 15* | DBB_SIM_DET | I | 预留 SIM0 卡检测 / GPIO_10 (未开放) SPI1CS (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 16 | USIM0_VDD | P | 主 SIM 电源 | V_SIM0 (1.8V-3.0V) | 1.8V/3.0 V |
| 17 | USIM0_DATA | IO | 主 SIM 数据 | V_SIM0 (1.8V-3.0V) | 1.8V/3.0 V |
| 18 | USIM0_CLK | O | 主 SIM 时钟 | V_SIM0 (1.8V-3.0V) | 1.8V/3.0 V |
| 19 | USIM0_RST | O | 主 SIM 复位 | V_SIM0 (1.8V-3.0V) | 1.8V/3.0 V |
| 20* | GPIO8 | IO | 预留 GPO0 / SPI1_CS1 (未开放) GPIO_8 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 21 | PWM_LPG_OUT | IO | RF 校准控制脚, 拉高 1.8V 进入校准状态。 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 22 | BOOT_MODE0 | I | 强制下载脚, 拉高进入强制下载。 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 23 | GND | P | 地 | - | - |
| 24 | RESET_N | I | 模块复位脚, 拉低模块复位 | VBAT | 3.4V-4.2 V |
| 25 | PWRKEY | I | 模块开机引脚, 低电平开机 | VBAT | 3.4V-4.2 V |
| 26 | GND | P | 地 | - | - |
| 27* | SIM1_DETECT | I | 预留 SIM1 卡检测 / GPO3 / GPIO11 (未开放) SPI1DIO_0 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |

| | | | | | |
|-----|-------------|----|---|----------------------|----------|
| 28 | SPK_P | O | 模块预留 SPK+引脚 | - | - |
| 29 | SPK_N | O | 模块预留 SPK-引脚 | - | - |
| 30 | MIC_P | I | 模块预留 MIC+引脚 | - | - |
| 31 | MIC_N | I | 模块预留 MIC-引脚 | - | - |
| 32* | TF_SD0_D3 | IO | 预留 TF_SD0_D3 / GPIO28 (未开放) SPI2DI_1 (OpenCPU 支持) | V_MMC (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 33* | TF_SD0_D2 | IO | 预留 TF_SD0_D2 / GPIO27 (未开放) SPI2DIO_0 (OpenCPU 支持) | V_MMC (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 34* | TF_SD0_D1 | IO | 预留 TF_SD0_D1 / GPIO26 (未开放) SPI2CLK (OpenCPU 支持) | V_MMC (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 35* | TF_SD0_D0 | IO | 预留 TF_SD0_D0 (未开放) GPIO_25 (OpenCPU 支持) | V_MMC (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 36* | TF_SD0_CLK0 | IO | 预留 SD 时钟 (未开放) SPI2CS_0 (OpenCPU 支持) | V_MMC (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 37* | TF_SD0_CMD | IO | 预留 SD 命令/回复 (未开放) GPIO_24 (OpenCPU 支持) 使用此引脚功能时, 将 8 引脚悬空 | V_MMC (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 38 | GND | P | 地 | - | - |
| 39 | WCN_ANT | IO | WiFi/蓝牙天线接口引脚 | | |
| 40 | GND | P | 地 | - | - |
| 41* | NETLIGHT | O | 指示网络连接状态。 预留 LCM_SPI_CSN (未开放) GPIO_3 (OpenCPU 支持) | V_LCD (1.8V-3.3V) | 1.8V |
| 42* | WORK | O | 模块工作状态指示引脚。 预留 LCM_FMARMK (未开放) GPIO_5 (OpenCPU 支持) | V_LCD (1.8V-3.3V) | 1.8V |
| 43* | LINKB | O | Socket B 状态引脚。 预留 LCM_SPI_RS (未开放) GPIO_1 (OpenCPU 支持) | V_LCD (1.8V-3.3V) | 1.8V |
| 44* | LINKA | O | Socket A 状态引脚。 预留 LCM_SPI_CLK (未开放) GPIO_2 (OpenCPU 支持) | V_LCD (1.8V-3.3V) | 1.8V |
| 45* | I2C_M2_SCL | IO | 预留 GPIO14 (未开放) I2C 时钟 2, 内部有 10K 上拉 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 46* | I2C_M2_SDA | IO | 预留 GPIO15 (未开放) I2C 数据 2, 内部有 10K 上拉 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 47* | LCM_RSTN | IO | 预留 GPIO6 / LCM_RSTN (未开放) | V_LCD (1.8V-3.3V) | 1.8V |
| 48 | ADC1 | I | ADC 检测 CHANNEL 3 (OpenCPU 支持) | ADC3 | 0V-1.25V |
| 49 | ADC0 | I | ADC 检测 CHANNEL 2 (OpenCPU 支持) | ADC2 | 0V-1.25V |

| | | | | | |
|-------------|-----------|----|---|----------------------|-----------|
| 50 | GND | P | 地 | - | - |
| 51 | GPS_ANT | IO | GPS 天线接口。 | | |
| 52 | GND | P | 地 | - | - |
| 53 | GPS_TXD | O | GPS 串口, 通讯数据发送。 | VIB | 3.0V-3.3V |
| 54 | GND | P | 地 | - | - |
| 55 | ANT_MAIN | IO | RF 主天线接口。 | | |
| 56- -60 | GND | P | 地 | - | - |
| 61 | VDDLCD | P | LCD 电源域, 软件可配置。 | V_LCD (1.8V-3.3V) | 1.8V |
| 62 | GND | P | 地 | - | - |
| 63 | VBAT | P | VBAT(3.4-4.2V), 电源输入 | VBAT | 3.4V-4.2V |
| 64 | VBAT | P | VBAT(3.4-4.2V), 电源输入 | VBAT | 3.4V-4.2V |
| 65 | VBAT | P | VBAT(3.4-4.2V), 电源输入 | VBAT | 3.4V-4.2V |
| 66 | VBAT | P | VBAT(3.4-4.2V), 电源输入 | VBAT | 3.4V-4.2V |
| 67* | GPIO7 | IO | 预留 GPIO_7 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 68* | GPIO9 | IO | 预留 GPIO9 (未开放) SPI1CLK (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 69* | CAM_SDA | IO | 预留 CAM 接口 / GPIO17 (未开放) I2C_M1_SDA (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 70 | UART1_CTS | O | 主串口 CTS。 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 71 | UART1_RTS | I | 主串口 RTS。 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 72* | CAM_PWDN1 | IO | 预留 CAM 接口 (未开放) GPIO19 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 73 | UART1_TXD | O | 主串口, 模块通信数据发送。 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 74 | UART1_RXD | I | 主串口, 模块通信数据接收。 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 75 | USB_DP | IO | USB 差分数据正信号 | - | - |
| 76 | USB_DM | IO | USB 差分数据负信号 | - | - |
| 77 | VBUS | P | USB 电源 | USB_VBUS | 5V |
| 78 | GND | P | 地 | - | - |
| 79 | UART2_RXD | I | UART2 下载口 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 80 | UART2_TXD | O | UART2 下载口 | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 81- -100 | GND | P | 地 | - | - |
| 101 | NC | NC | 不做焊盘 | - | - |

| | | | | | |
|---------|-------------|----|---|-----------------------|-----------|
| 102-105 | GND | P | 地 | - | - |
| 106 | NC | NC | 不做焊盘 | - | - |
| 107-108 | GND | P | 地 | - | - |
| 109 | V_CAMD | P | CAM 数字电压, | V_CAMD (1.4V-2.1V) | 1.8V |
| 110 | V_CAMA | P | CAM 模拟电压 | V_CAMA (1.6V-3.2V) | 1.8V |
| 111 | KEYOUT0 | O | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 112 | KEYOUT1 | O | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 113 | KEYOUT2 | O | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 114 | SIM1_DAT | IO | 副 SIM 数据 | V_SIM1 (1.8V-3.0V) | 1.8V/3.0V |
| 115 | SIM1_RST | O | 副 SIM 控制 | V_SIM1 (1.8V-3.0V) | 1.8V/3.0V |
| 116 | KEYOUT3 | O | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 117 | KEYOUT4 | O | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 118 | KEYOUT5 | O | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 119 | KEYIN1 | I | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 120 | KEYIN2 | I | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 121* | MCSI1_CLK_P | IO | 预留 CAM 接口 (未开发) GPIO_21 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 122* | MCSI1_CLK_N | IO | 预留 CAM 接口 (未开发) GPIO_18 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 123* | CAM_MCLK | IO | 预留 CAM 接口 (未开放) GPIO_20 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 124* | CAM_SCL | IO | 预留 CAM 接口 / GPIO16 (未开放) I2C_M1_SCL (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 125 | NC | NC | 悬空 | - | - |
| 126 | SIM1_CLK | O | 副 SIM 时钟 | V_SIM1 (1.8V-3.0V) | 1.8V/3.0V |
| 127 | V_SIM1 | P | 副 SIM 电源 | V_SIM1 (1.8V-3.0V) | 1.8V/3.0V |
| 128 | NC | NC | 悬空 | - | - |
| 129 | KEY_LED | P | 预留按键灯电源, MAX : 50mA (OpenCPU 支持) | - | - |
| 130 | KEYIN5 | I | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 131 | KEYIN4 | I | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 132 | KEYIN3 | I | 预留按键接口 (OpenCPU 支持) | V_PAD_1V8 | 1.8V |
| 133 | HP_DET | I | 耳机检测接口 (OpenCPU 支持) | - | - |
| 134 | HP_R | O | 耳机右声道 (OpenCPU 支持) | - | - |

| | | | | | |
|--------------|----------------|----|----------------------|---|------|
| 135 | AMP_VCOMP | P | 耳机地 (OpenCPU 支持) | - | - |
| 136 | HP_L | O | 耳机左声道 (OpenCPU 支持) | - | - |
| 137 | HEADMIC_P | I | 耳机 MIC+ (OpenCPU 支持) | - | - |
| 138 | HEADMIC_N | I | 耳机 MIC- (OpenCPU 支持) | - | - |
| 139 | HEADMIC_IN_DET | I | 耳麦检测 (OpenCPU 支持) | - | - |
| 140- -142 | NC | NC | 悬空 | - | - |
| 143 | HEADMIC_BIAS | P | 耳麦偏压 (OpenCPU 支持) | - | - |
| 144 | 1PPS | O | GPS 定位指示灯,定位成功会输出方波 | - | 2.8V |

注意: 1.WH-G401tf 模块的 IO 电平为 1.8V,若与模块连接的串口或 IO 口电平不是 1.8V, 需要做电平转换。

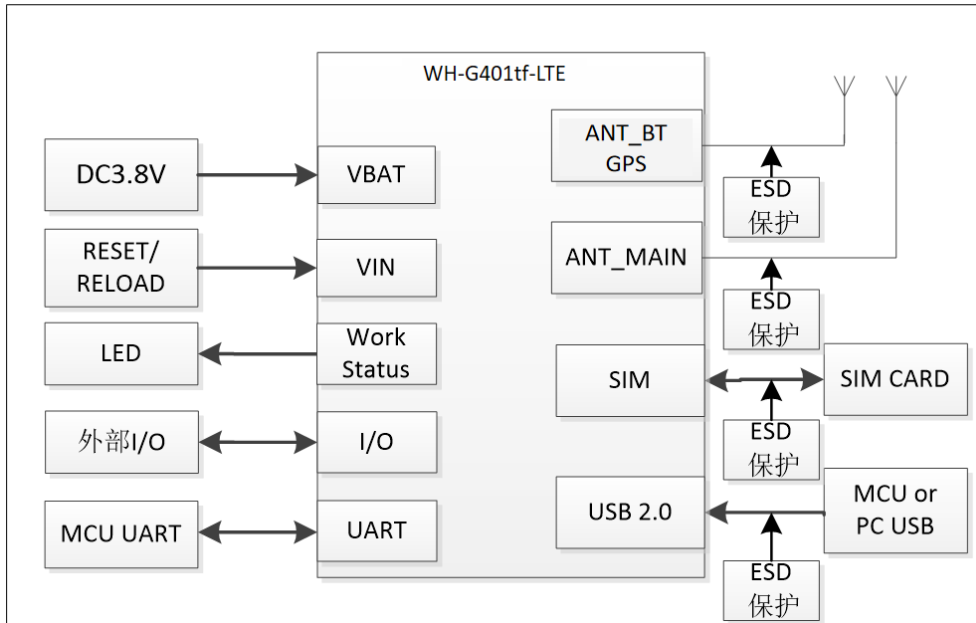
2.带*标记引脚常规透传固件默认未开放, 用户可定制。支持 OpenCPU 对应功能, 以相关资料为准。

3.NC 标识的为模块预留引脚, 原理图制作时悬空即可。

4.P 表示电源类引脚; I 表示输入引脚; O 表示输出引脚; IO 表示双向数据传输引脚。

3. 硬件参考设计

3.1. 外围电路框架参考



图片3 模块外围电路参考

3.2. 电源接口

模块电源部分接口包括:

模块电源输入: VBAT

参考电平输出: VDD_1V8

USIM 卡电平输出: USIM_VDD

3.2.1. 主电源输入: VBAT

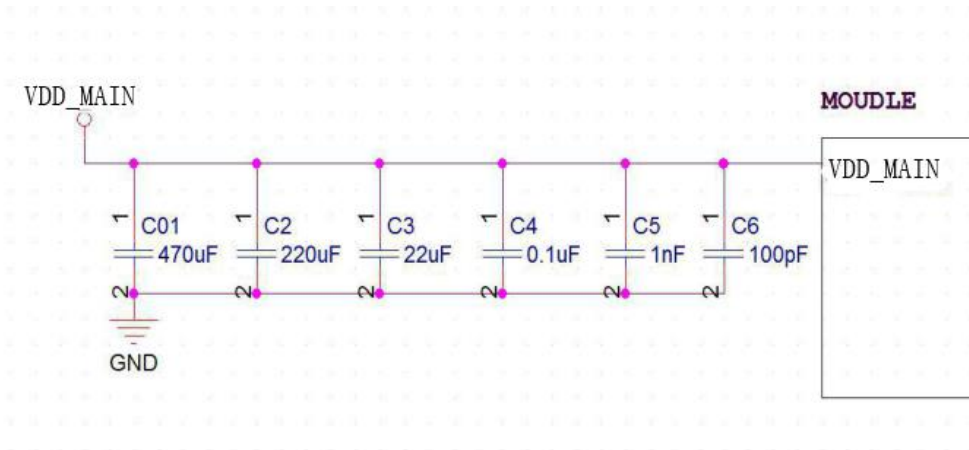
电压典型值 3.8V,供电范围 3.4-4.2V,峰值供电电流 2A,要保证靠近模块电源引脚并联数个百 μF 的储能电容以满足模块大电流脉冲需求,推荐组合 470 μF +220 μF 。同时预留一组 μF 级电容,做高频滤波使用,推荐 22 μF +0.1 μF +1nF+100pF。如果应用环境比较恶劣,经常受到 ESD 干扰或者对 EMC 要求比较高,建议串联磁珠和或者并联 TVS 管,以增加模块的稳定性

用户在设计产品时,首先保证外部用户在设计本产品外围电路能够提供充足的供电能力,并且供电范围要严格控制 在 3.4V ~ 4.2V ,供电电压波动 300mv,供电电压的跌落最小值保证大于 3.4V。建议采取 3.8V 供电,并在 DC/DC 或者 LDO 后放置大电容,防止外部电源在脉冲电流时间段内出现电压跌落。系统板侧电源线应满足 2A 电流需要,走线长度尽量缩短并要与地面形成良好的回流。

表 3 模块电源功耗

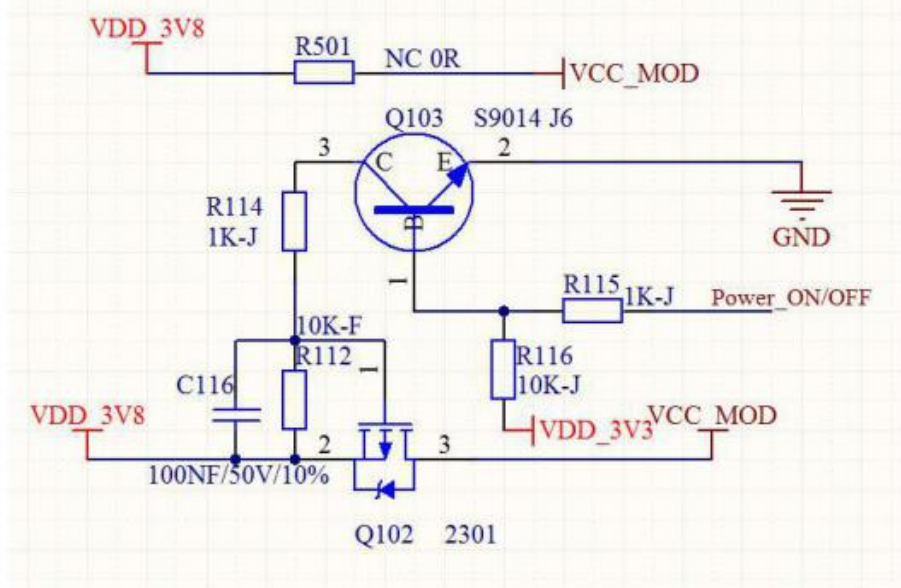
| Symbol | Parameter | Min | Type | Max | Unit |
|--------|---------------------------|-----|------|------|------|
| VBAT | Power supply voltage | 3.4 | 3.8 | 4.2 | V |
| IO | Supply current capability | - | - | 2000 | mA |

推荐参考电路如下:



图片4 模块电源参考电路

在不同的应用环境下,为了避免模块在复杂环境(干扰)下出现工作异常,请用户增加电源控制电路,用于重启模块恢复异常。请参考下面的电路:



图片5 模块电源控制参考电路

- 1) 此图为 3V3 电平信号控制模块 3V8 电源通断电路,NPN 三极管 S9014 控制 PMOS 管 2301。
 - 2) 上图电流方向是由左到右,即 VDD_3V8 是输入电压,VCC_MOD 是直接供给模块电压,Power_ON/OFF 是开关信号,高电平导通,低电平关闭。
 - 3) 当 Power_ON/OFF 信号为高电平时,NPN 管 S9014 导通,MOS 管 2301 源级电压大于栅极电压即 $V_{GS} < 0$,MOS 截止,当 Power_ON/OFF 信号为低电平时,NPN 管 S9014 截止,MOS 管 2301 源级电压等于栅极电压即 $V_{GS} = 0$,MOS 导通,模块电源被切断。
 - 4) 要根据实际选择的 MOS 管型号来调节 R114 和 R112 的阻值,保证 MOS 可以工作在饱和状态。
 - 5) R116 上拉电阻是保证在 Power_ON/OFF 信号失效时,MOS 默认是打开状态,模块可以正常通电。
- R501 是 0R 电阻备选方案,在不想用 MOS 控制或者器件有损坏时焊接上,保证模块上电,默认不焊接。

3.2.2. 参考电平输出: VDD_1V8

VDD_1V8 管脚: 该管脚是模块内部的数字部分电路的供电电源,电压 1.8V。也可用作对外输出 1.8V,用作模块数字信号的参考电平。模块接通 VBAT 后,VDD_1V8 即输出 1.8V 电平。

注,如果 VDD_1V8 管脚接到用户底板,模块开机前该引脚电压必须低于 0.3V。

表 4 VDD_1V8 引脚说明

| PIN | Symbol | Description | Type voltage |
|-----|---------|-------------|--------------|
| 7 | VDD_1V8 | 1.8V 电源输出 | 1.8V |

3.3.USB 接口

模块提供 1 个标准 USB2.0 接口,支持 High speed (480Mbps) 和 Full speed (12Mbps) 两种电路,支持 suspend 和 resume,可以工作在 HOST 模式和 DEVICE 模式,该 USB 接口和驱动配合,可以在 PC 上映射多个串口。设计推荐电路如图 4-2 所示,USB 接口操作电源 USB_VCC 典型电压: 5V (允许范围: 4.75 ~ 5.25V)。根据应用产品的要求不同,一般需要考虑 ESD、EMI 的要求,设计建议:

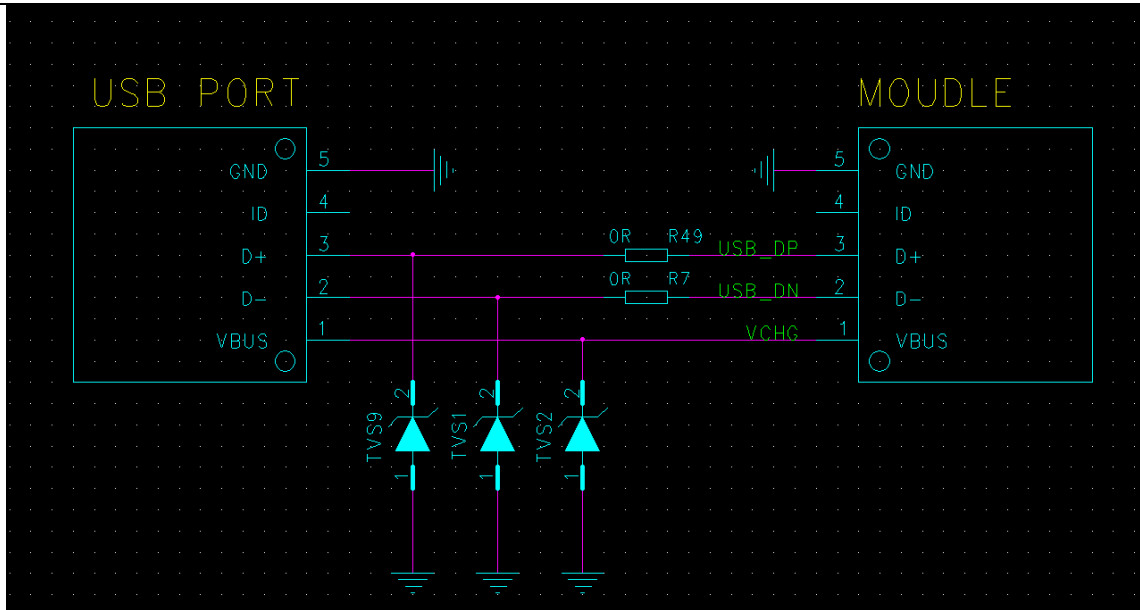
- 1) 建议 USB 数据通路上串共模抑制滤波器或 0 欧电阻,以方便后续调试。
- 2) 作为操作接口或调试接口使用时,USB 信号线上必须考虑 ESD 接口防护,ESD 保护器件的节电容不大于 3PF。TVS 推荐 SEMTECH 的 RClamp0521P.TCT 或 INFINEO 的 ESD0P2RF-02LRHE6327,也可以按照参数选择同规格的其他器件。
- 3) USB_DP 和 USB_DM 严格按照差分形式走线,两根线的长度差尽量短,差分阻抗需控制在 90ohm。
- 4) USB_DP 和 USB_DM 需严格包地保护。

注意: 设计原理图时注意将 USB 口预留测试点,以便定频测试使用。

表 5 USB 引脚说明

| PIN | Symbol | Description | Type voltage |
|-----|--------|-------------|--------------|
| 75 | USB_DP | USB D+ | - |
| 76 | USB_DM | USB D- | - |
| 77 | VBUS | USB 电源 | 5V |

参考电路如下图所示:



图片6 USB 参考电路

3.4.UART 接口

因为模块采用 1.8V 的 IO 电源系统,所有 UART 口的最高输入限制电压最大不能超过 1.8V,否则可能损坏模块 IO 口。WH-G401tf 模块共有 4 路串口,主串口 UART1,log 串口 DBG,下载串口 UART2 及 GPS 串口,GPS 串口电平为 3.0V。

WH-G401tf 模块串口波特率支持如下:

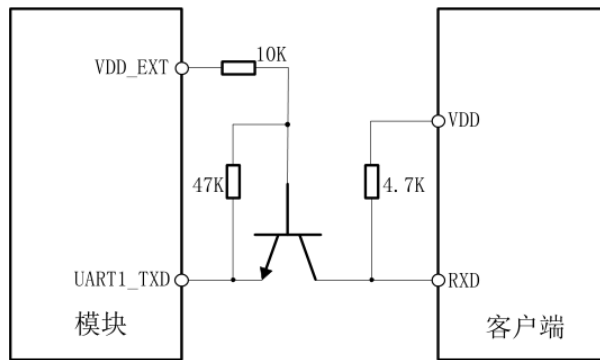
1200,2400,4800,9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800,921600。

表 6 UART 引脚说明

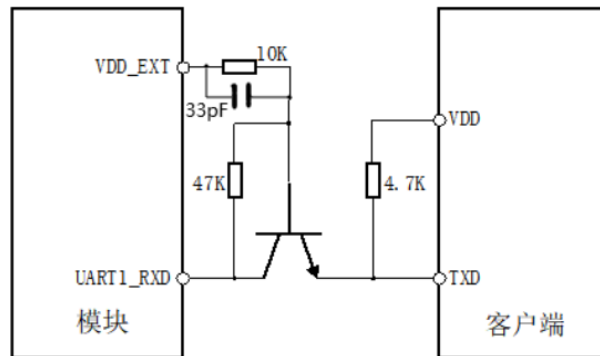
| PIN | Symbol | Description | Type voltage |
|-----|-----------|---------------|--------------|
| 13 | DBG_RXD | DBG 串口,LOG 输入 | 1.8V |
| 14 | DBG_TXD | DBG 串口,LOG 输出 | 1.8V |
| 70 | UART1_CTS | 主串口 CTS | 1.8V |
| 71 | UART1_RTS | 主串口 RTS | 1.8V |
| 73 | UART1_TXD | 主串口,模块通信数据发送 | 1.8V |
| 74 | UART1_RXD | 主串口,模块通信数据接收 | 1.8V |

| | | | |
|----|-----------|---------------|-----------|
| 79 | UART2_RXD | UART2 下载串口 | 1.8V |
| 80 | UART2_TXD | UART2 下载串口 | 1.8V |
| 53 | GPS_TXD | GPS 串口,通讯数据发送 | 3.0V-3.3V |

三路串口的电平只支持 1.8V 电平输入输出,若与模块通信串口电平是其他电平。例如 3V、5V,必须要做电平转换才能与 WH-G401tf 模块实现通信,电平转换电路参考如下:



图片7 模块 TXD 电平转换电路



图片8 模块 RXD 电平转换电路

图中 VDD-EXT 为模块 7 脚: VDD_1V8,1.8V 电源输出。VDD 是客户端 MCU 电平,例如客端 MCU 串口为 3V,此时 VDD 就是 3V 电源输出。

图中三极管型号推荐,江苏长电 S9014/J6,或选用同规格的其他器件。

3.5.SIM 接口

模块提供了符合 ISO 7816-3 标准的 SIM 卡接口,自动识别 3.0 V 和 1.8V SIM 卡。在标准模式下,向 USIM 卡提供 3.25 MHz 的时钟信号;在低功耗模式下,向 USIM 卡提供 1.08 MHz 的时钟信号;支持时钟关

断模式；通过调整波特率参数,支持速度增强型 USIM 卡；支持 DMA 发送/接收；支持注销模式下的自动省电模式；在 RX 模式下,支持自动奇偶校验。

由于用户会经常进行插入或拔出 USIM 卡的操作,而人体带有静电,为了防止静电对 USIM 卡及芯片造成损坏,须要增加 TVS 管进行静电保护,作为 ESD 防静电措施。选用额定反向工作电压 $V_{rwm}=5\text{ V}$,结电容为 $C_j < 10\text{ pF}$ 以下的器件。防静电器件的接地须和模块系统地良好连接。

设计建议:

1) 必须对 USIM_DATA 用 USIM_VDD 电源 10K 上拉处理,保证 USIM_DATA 在三态时有一个稳定的高电平,以提高驱动能力,改善其波形的边沿特性。

2) 为了满足 3GPP TS 51.010-1 协议以及 EMC 认证要求,建议 SIM 卡座布置在靠近模块 SIM 卡接口的位置,避免因走线过长,导致波形严重变形,影响信号完整性。

3) USIM_CLK 和 USIM_DATA 信号的走线最好进行包地处理。

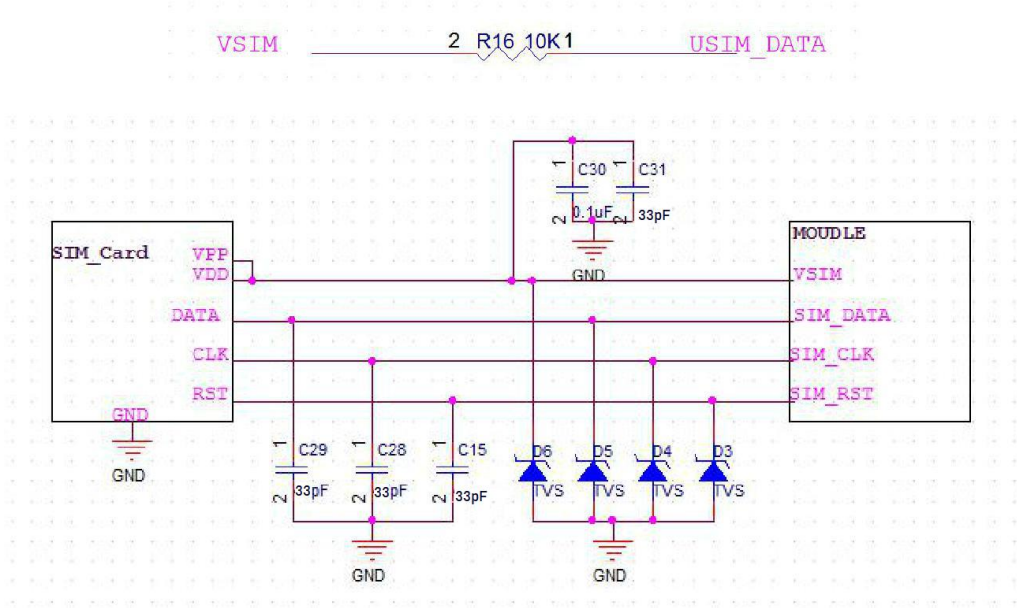
4) 在 USIM_VDD 和 GND 之间并联一个 0.1uF 及 33pF 左右的电容, USIM_CLK, SIM1_DAT, USIM_RST 与 GND 之间并联 33pF 左右的电容,滤除射频信号的干扰。

5) ESD 保护器件尽量靠近 SIM 卡槽放置。

表 7 SIM 引脚说明

| PIN | Symbol | Description | Type voltage |
|-----|-------------|------------------|--------------|
| 15 | DBB_SIM_DET | 主 SIM 卡检测 (未开放) | 1.8V |
| 16 | USIM0_VDD | 主 SIM 电源 | 1.8V/3.0V |
| 17 | USIM0_DATA | 主 SIM 数据 | 1.8V/3.0V |
| 18 | USIM0_CLK | 主 SIM 时钟 | 1.8V/3.0V |
| 19 | USIM0_RST | 主 SIM 复位 | 1.8V/3.0V |
| 27 | SIM1_DETECT | 副 SIM1 卡检测 (未开放) | 1.8V |
| 127 | V_SIM1 | 副 SIM 电源 | 1.8V/3.0V |
| 114 | SIM1_DAT | 副 SIM 数据 | 1.8V/3.0V |
| 126 | SIM1_CLK | 副 SIM 时钟 | 1.8V/3.0V |
| 115 | SIM1_RST | 副 SIM 复位 | 1.8V/3.0V |

参考电路如下图所示：



图片9 SIM 参考电路

3.6.工作状态指示

模块提供 LED 输出控制,通过 LED 状态显示模块工作状态。

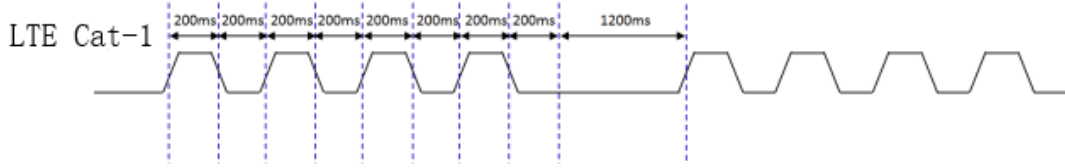
表 8 LED 引脚说明

| PIN | Symbol | Description | Type voltage |
|-----|----------|---------------|--------------|
| 41 | NETLIGHT | 指示网络连接状态。 | 1.8V |
| 42 | WORK | 模块工作状态指示。 | 1.8V |
| 43 | LINKB | Socket B 状态引脚 | 1.8V |
| 44 | LINKA | Socket A 状态引脚 | 1.8V |

NETLIGHT:指示网络连接状态,未连接网络时输出低电平。

连接 LTE Cat-1 网络后,输出四个周期高低电平(高 200ms/低 200ms)后再输出 1.2s 低电平,周期循环。

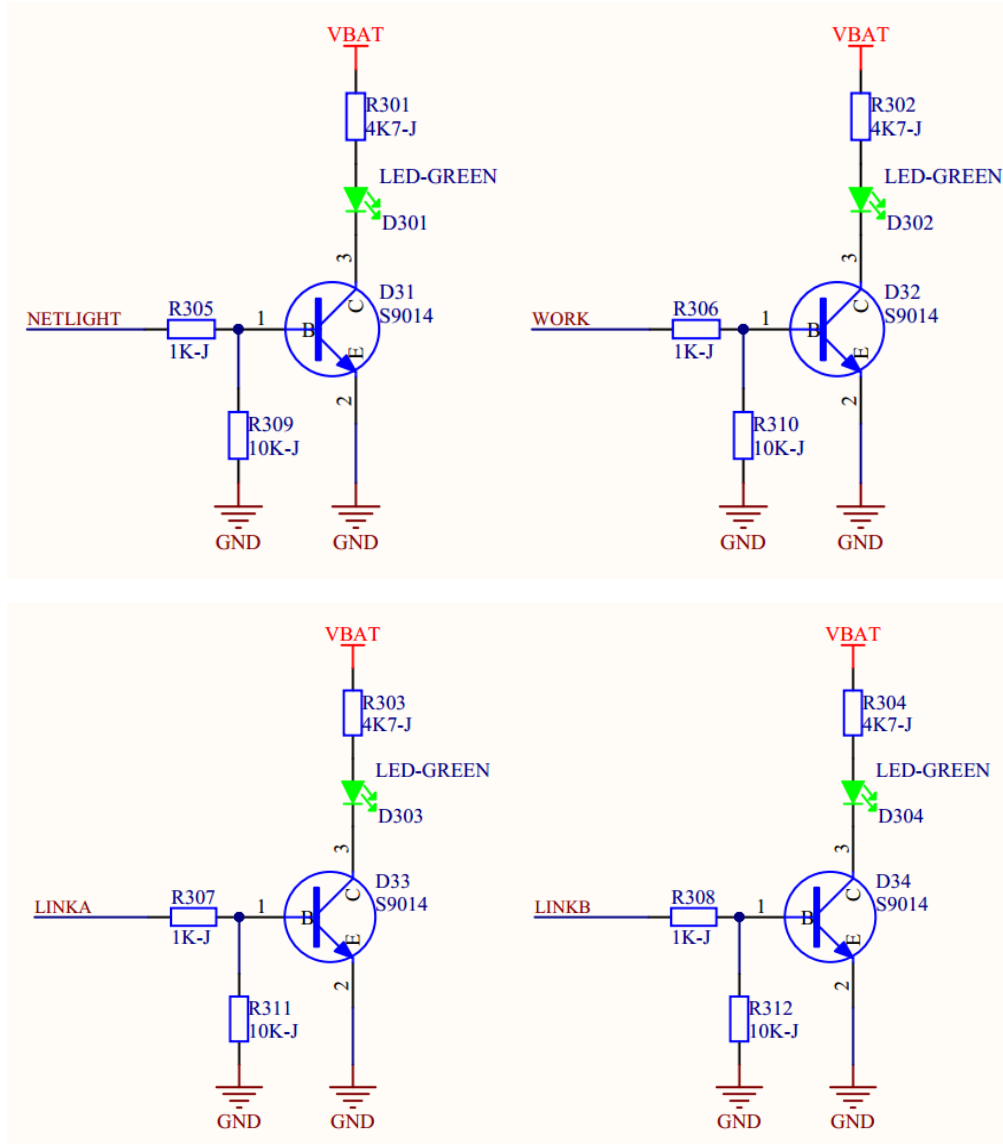
如下图所示：



图片10 LTE Cat-1 网络连接指示

连接指示灯时,建议通过三极管来驱动指示灯,灯的正极接稳定的电压。必须加 10K 下拉电阻。

参考电路如下图所示:



图片11 指示灯参考电路

3.7.RESET 引脚

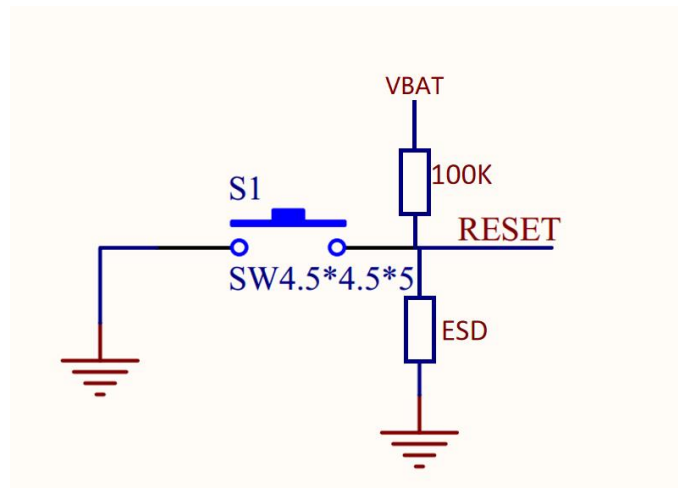
RESET_N 为硬件复位引脚,用于 WH-G401tf 模块复位。

表 9 RESET 接口

| PIN | Symbol | Description | Type voltage |
|-----|---------|-------------|--------------|
| 24 | RESET_N | 模块复位脚,拉低复位 | VBAT |

说明: RESET 引脚,模块需要增加上拉至 VBAT 电平,将 RESET 引脚拉低,模块会复位。

参考电路如下图所示:



图片12 Reset 参考电路

3.8.RELOAD 引脚

Reload 为模块恢复出厂设置引脚。

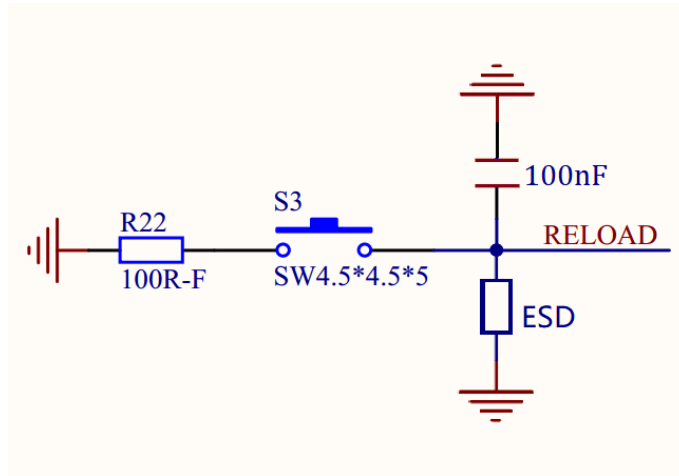
表 10 Reload 接口

| PIN | Symbol | Description | Type voltage |
|-----|--------|----------------------------------|--------------|
| 8 | Reload | Reload 引脚,拉低 3s 到 15s 有效,内部已有上拉。 | 1.8V |

说明: Reload 引脚是用于 WH-G401tf 模块恢复出厂设置,外部增加 100nF 下地电容,避免悬电平不稳导致误恢复出厂设置。

将 Reload 引脚拉低 3s 到 15s,模块会恢复出厂设置。

参考电路如下图所示:



图片13 Reload 参考电路

3.9. PWRKEY 引脚

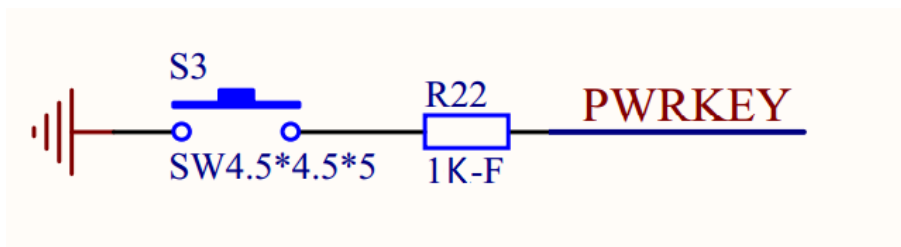
当模块处于关机状态时,可以通过拉低 PWRKEY 引脚使模块开机。

表 11 PWRKEY 接口

| PIN | Symbol | Description | Type voltage |
|-----|--------|--------------|--------------|
| 25 | PWRKEY | 模块开机引脚,低电平开机 | VBAT |

说明: 需要模块正常启动后才能释放 PWRKEY。推荐用户直接通过 1K 电阻将该引脚拉低。

推荐电路如下图所示:



图片14 PWRKEY 参考电路

3.10. 射频接口

WH-G401tf 模块提供了三个天线接口,主天线接口和蓝牙、GPS 接收天线接口。

表 12 射频接口

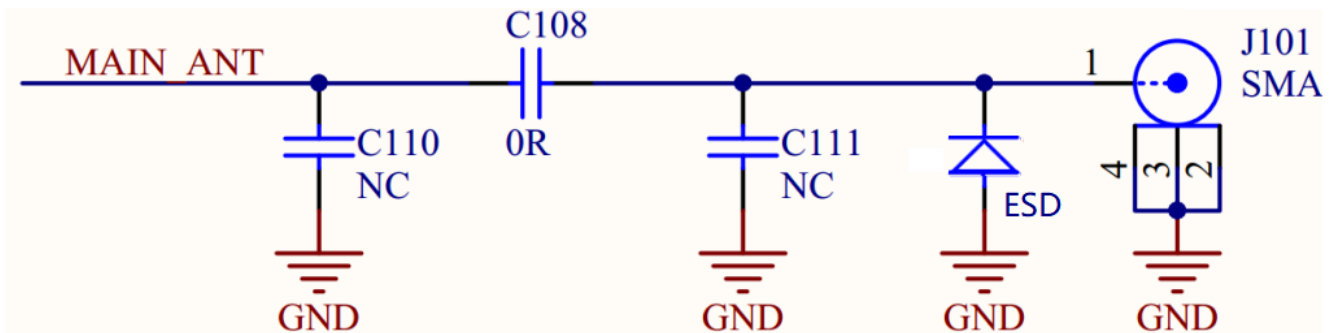
| PIN | Symbol | Description |
|-----|----------|--------------|
| 39 | WCN_ANT | WiFi/ 蓝牙天线接口 |
| 51 | GPS_ANT | GPS 天线接口 |
| 55 | ANT_MAIN | RF 主天线接口 |

用户在 PCB 布局时,RF 部分要优先处理,天线附近避开高频大电流等信号,布线必须保证 50 欧姆阻抗匹配,走线长度做到最短,需要预留 π 形电路。

- 做天线部分设计时,需要做 50ohm 阻抗匹配,禁止使用直角走线,推荐使用平滑的弯线,并且弯曲不能超过 1 处;
- 天线周围地线需要做包地处理,射频线两侧多打过孔到主地,其他线路不得穿过射频线路走线。
- 天线走线要短,周围不要有高频及电源走线等干扰信号线以免影响信号的可靠性/稳定性。

推荐电路如下图所示:

注意: 下图的 C108 使用 0R 电阻,其他两颗电容 C110、C110 不贴。



图片15 RF 参考走线

射频接口 HBM ESD 防护等级为 1000V,如需提高 ESD 等级,需要在 SMA 接口就近位置加 TVS.使用高频专用器件,结电容小于 0.5pF.

4. 电气特性

4.1. 工作存储温度

工作存储温度如下图所示

表 13 温度参数

| Parameter | Min | Max |
|-----------------------|-------|-------|
| Operating temperature | -35°C | +75°C |
| Extended temperature | -40°C | +85°C |
| Storage temperature | -40°C | +90°C |

注:

当模块工作在温度范围内时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。

当模块工作在扩展温度范围时，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短信和数据传输等功能；不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响。仅个别指标如输出功率等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当湿度返回至正常温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。

4.2. 输入电源

表 14 电源特性

| Parameter | Min. | Typ. | Max. |
|---------------|------|-------|--------|
| Input Voltage | 3.4V | 3.8 V | 4.2V |
| Input Current | - | - | 2500mA |

4.3. 模块 IO 口电平

对于 SIM 卡电源引脚 USIM_VDD:

1.8V U(S)IM 应用(Class C), USIM_VDD=1.8V;

3.0V U(S)IM 应用(Class B), USIM_VDD=3.0V。

对于 RST、开关机、飞行模式等 IO 口:

表 15 I/O 电压参数

| Symbol | Parameter | Min | Typ | Max | Unit |
|-----------------|---------------------------|------|-----|------|------|
| V _{IH} | High-level input voltage | 1.17 | 1.8 | 2.1 | V |
| V _{IL} | Low-level input voltage | -0.4 | 0 | 0.63 | V |
| V _{OH} | High-level output voltage | 1.35 | 1.8 | 1.8 | V |
| V _{OL} | Low-level output voltage | 0 | 0 | 0.45 | V |

4.4.IO 驱动电流

表 16 I/O 驱动电流

| IO pin | Maximum input current | Maximum drive current |
|------------|-----------------------|-----------------------|
| IO current | 4mA | 4mA |

4.5.ESD 防护等级

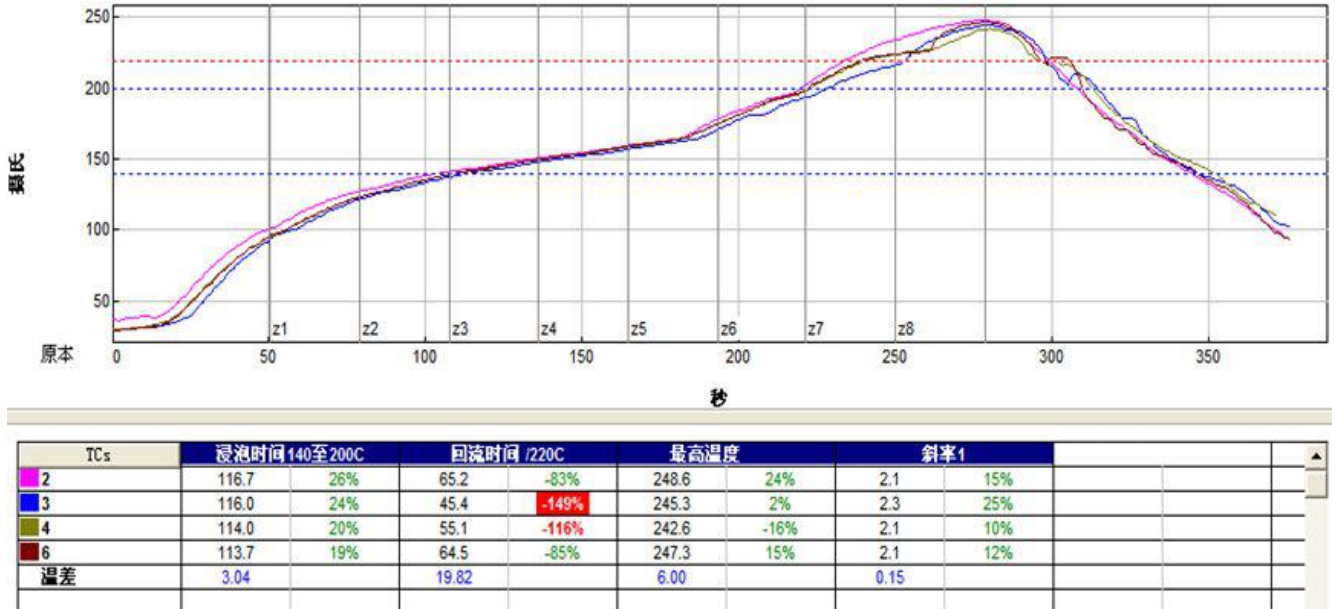
ESD 耐压等级

HBM : 1000V

CDM : 250V

5. 机械特性

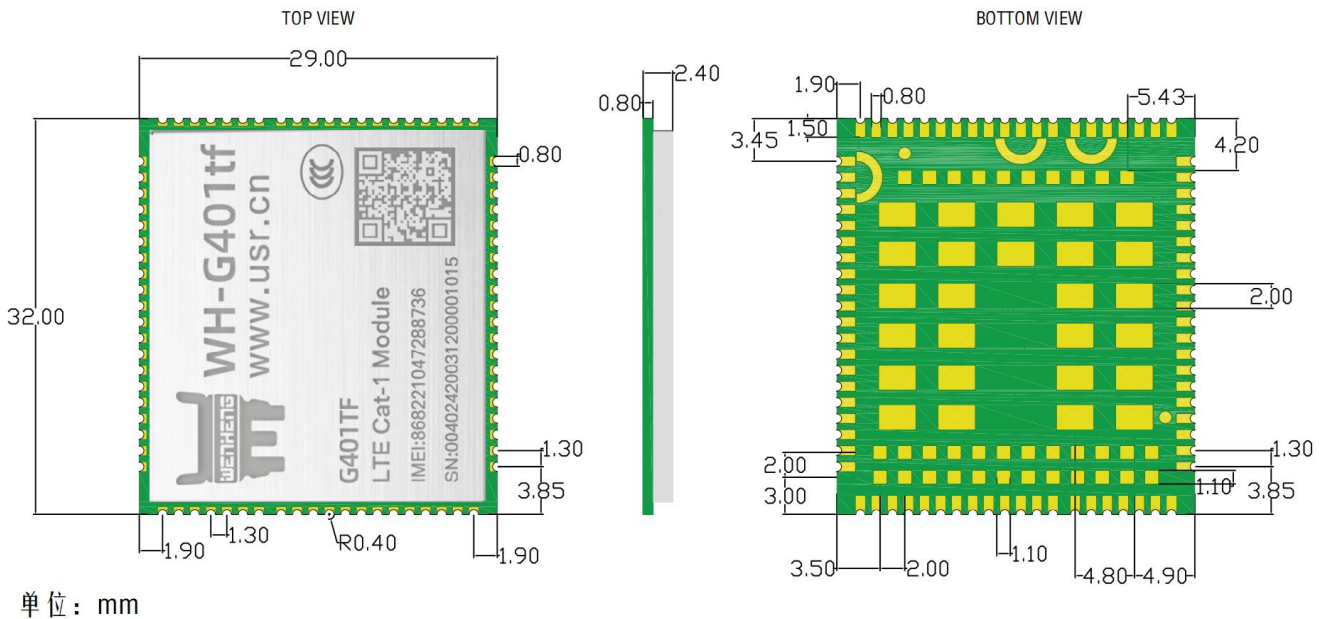
5.1. 回流焊建议



图片16 回流焊焊接温度曲线图

5.2. 外形尺寸

1. 模块尺寸



图片17 WH-G401tf 尺寸说明

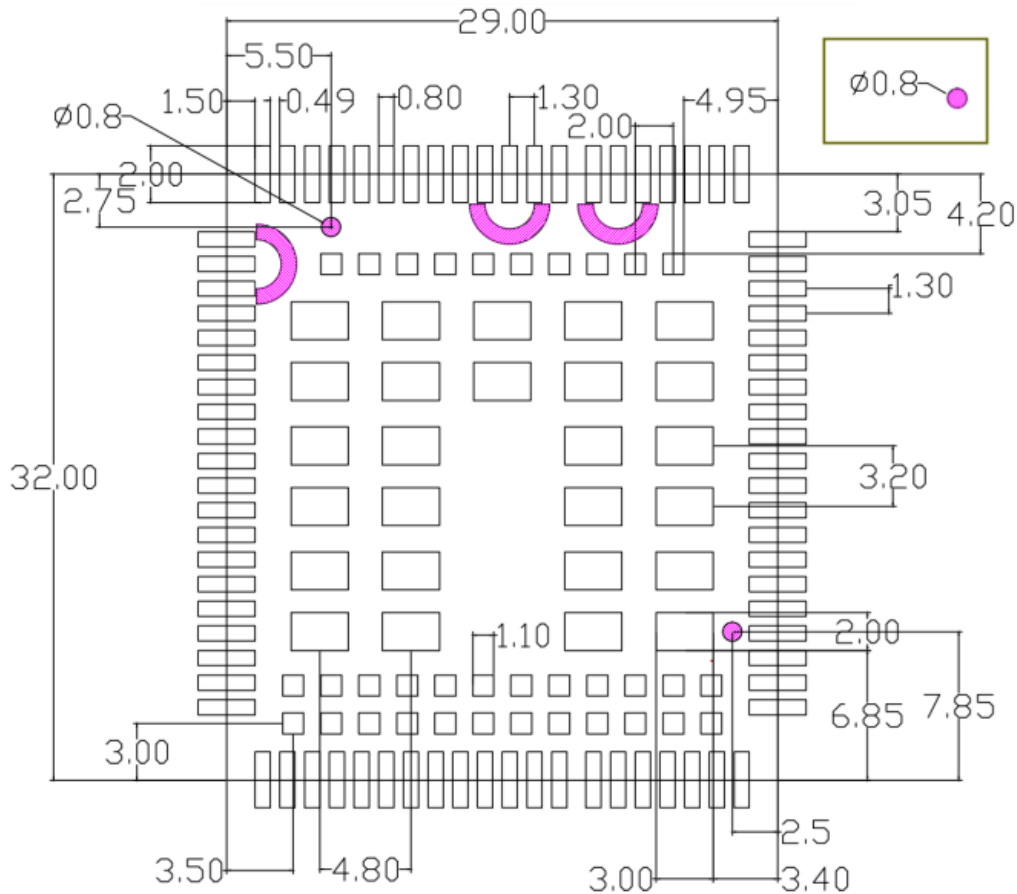
注： LCC 焊盘宽度：宽 0.8mm,长： 2.0mm。

LGA 焊盘封装：宽 2.0mm,长： 3.0mm。

PCBA 厚度： PCB:0.8mm,PCBA 高度： 2.6mm,误差+/-0.2mm。

2. 推荐封装

推荐 SMT 封装尺寸：



图片18 Layout 推荐封装尺寸

注意：（1）引脚号 81~108 为地焊盘,主要用于模块散热。为保证模块在 70°C下正常工作,该部分引脚必须焊接。

（2）如果只用到 LCC 部分功能管脚,可以只焊接 LCC 引脚和引脚号 81~108 的地焊盘,降低生产工艺要求。

（3）LGA 部分焊盘的长度可根据需要调整,101 和 106 焊盘不需要做。

（4）为防止更换模块时损坏接口板的焊盘,用户可在接口板的焊盘上打 2~3 个过孔加固。

（5）图中红色标记区域对应模块底部测试焊盘,为避免与用户主板短路,该区域禁止覆铜。若无法避免。可

在用户主板该区域加丝印覆盖,降低用户主板露铜风险。

6. 联系方式

公 司：济南有人物联网技术有限公司

地 址：济南市历下区茂岭山三号路中欧校友产业大厦 12、13 层有人物联网

网 址：<http://www.usr.cn>

客户支持中心：<http://im.usr.cn>

邮 箱：sales@usr.cn

电 话：4000-255-652 或 0531-66592361

有人定位：可靠的智慧工业物联网伙伴

有人愿景：成为工业物联网领域的生态型企业

有人使命：连接价值 价值连接

价值观：天道酬勤 厚德载物 共同成长 积极感恩

产品理念：可靠 易用 价格合理

企业文化：联网的事情找有人

7. 免责声明

本文档提供有关 WH-G401tf 系列产品的信息,本文档未授予任何知识产权的许可,并未以明示或暗示,或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除在其产品的销售条款和条件声明的责任之外,我公司概不承担任何其它责任。并且,我公司对本产品的销售和/或使用不作任何明示或暗示的担保,包括对产品的特定用途适用性,适销性或对任何专利权,版权或其它知识产权的侵权责任等均不作担保。本公司可能随时对产品规格及产品描述做出修改,恕不另行通知。

8. 更新历史

| 固件版本 | 更新内容 | 更新时间 |
|--------|---|------------|
| V1.0.0 | 版本初版创立 | 2020-10-14 |
| V1.0.1 | 版本 V1.0.1 资料更新 | 2020-11-13 |
| V1.0.2 | Reload 参考电路更新 | 2020-12-15 |
| V1.0.3 | GPIO 电平更新,GPS 参数更新 | 2020-12-30 |
| V1.0.4 | 内容格式优化 | 2021-02-23 |
| V1.0.5 | 更新引脚定义, 增加 OpenCPU 说明, 增加 RF 走线建议 | 2021-04-29 |
| V1.0.6 | 更新测试焊盘描述, 更新 SMT 封装尺寸图, 修改最大电流为 2A, 增加最大接收灵敏度与最大功率强发平均功耗数据。 | 2021-12-13 |
| | | |