# 泛舟智能

## Air780EPM-DTU（CA 型）V1.0

物联网无线数传终端 • 多控制板组网优化

### 使用说明书

泛舟智能科技有限公司
江苏省兴化市长安北路 85 号 电话：189-2171-6258

# 产品概述

CA 型在 RS 型基础上，针对“单网关带超过 10 个控制板、网络端操作延时较长”的应用需求进一步优化电路与输出接口，强化多控制板组网能力，丰富泛舟 780EPM 产品系列。

## 技术参数

| | |
|---|---|
| **核心模组** | 合宙 Air780EPM，OpenCPU / LuatOS |
| **供电输入** | 宽电压 5–36 V，兼容太阳能＋蓄电池 |
| **电源防护** | 防反接；TVS2（SMFBJ36CA 双向）；ADC 电源电压 / 电量采集（5–36 V） |
| **无线通信** | 4G ＋ 以太网双网络（以太网优先），WAN / LAN 切换 |
| **CAN 总线** | 1 路 |
| **RS-232** | 1 路（SP3232EEN，±12 V，RTS/CTS） |
| **RS-485** | 1 路（半双工，120 Ω 终端电阻、偏置与隔离）；与 TTL 串口、板载 SD 卡复用 1 路 |
| **PWM 输出** | 2 路 |
| **可控电源** | 外接可控电源端口 1 路 |
| **扩展接口** | I2C（板载，外接传感器）；LCD 扩展屏 |
| **指示灯** | 4 × 3 mm LED（总电源 / 外控 / 4G / 以太网） |
| **固件升级** | FOTA：每 24 h 自动获取固件并经 HTTP 下载差分包；后台可批量推送 |

## 性能特点

- 以太网优先策略，WAN 模式下作为工作站联网，LAN 模式将 4G 转以太网供其他设备使用。
- 面向大规模控制柜组网优化，降低多控制板场景下的网络操作延时。
- 与 RS 型共享上位机零代码配置能力，支持 3 条网络通道、自动轮询、多协议对接。
- 断网续传、低功耗、FOTA 等能力同 RS 型一致。

## 应用场景

- 大规模农业大棚 / 养殖控制柜：单 DTU 统一带多路控制板。
- 需要以太网为主干、4G 为备份的现场数据采集与下发。
- 对响应延时敏感、控制板数量多的集中式控制系统。

## 使用说明

- 配置与指示灯判读同 RS 型一致（见 03 号说明书）。
- ⚠ **安全：**可控外接电源 MOS 管须满足 5–36 V、开启电压约 0.8 V、耐压 40 V（推荐 WST4041）。
- RS-485 与 TTL / 板载 SD 卡复用同一路，使用 TTL 时请勿外接 SD 卡，使用板载 SD 卡时 TTL 悬空。

## 产品图示与参考资料

以下图片均取自原开发文档，按原文档出现顺序保留，供接线、外观与结构参考。

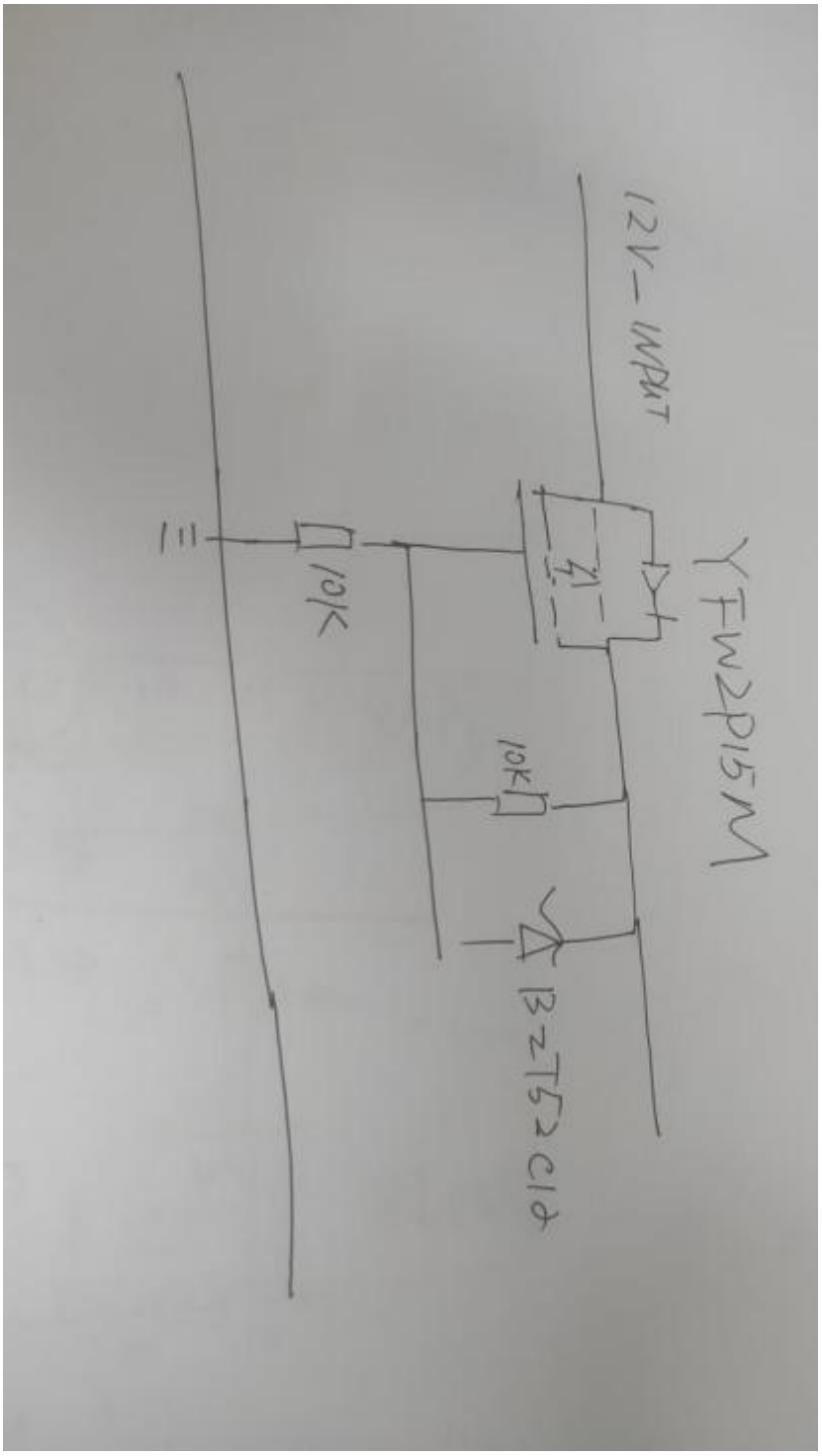



图 1　15.增加接口 I2C，板载，可外接传感器。

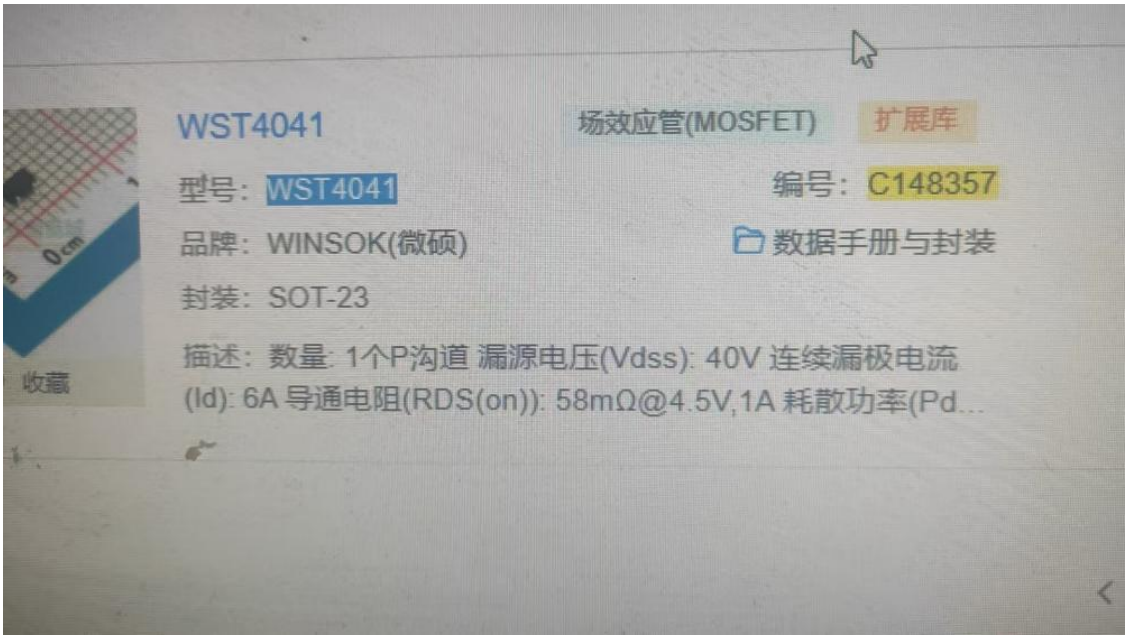



图 2　此型号产品，大多数电路参照泛舟 780EPM-DTU-RS 版本，部分电路的参考图如下：

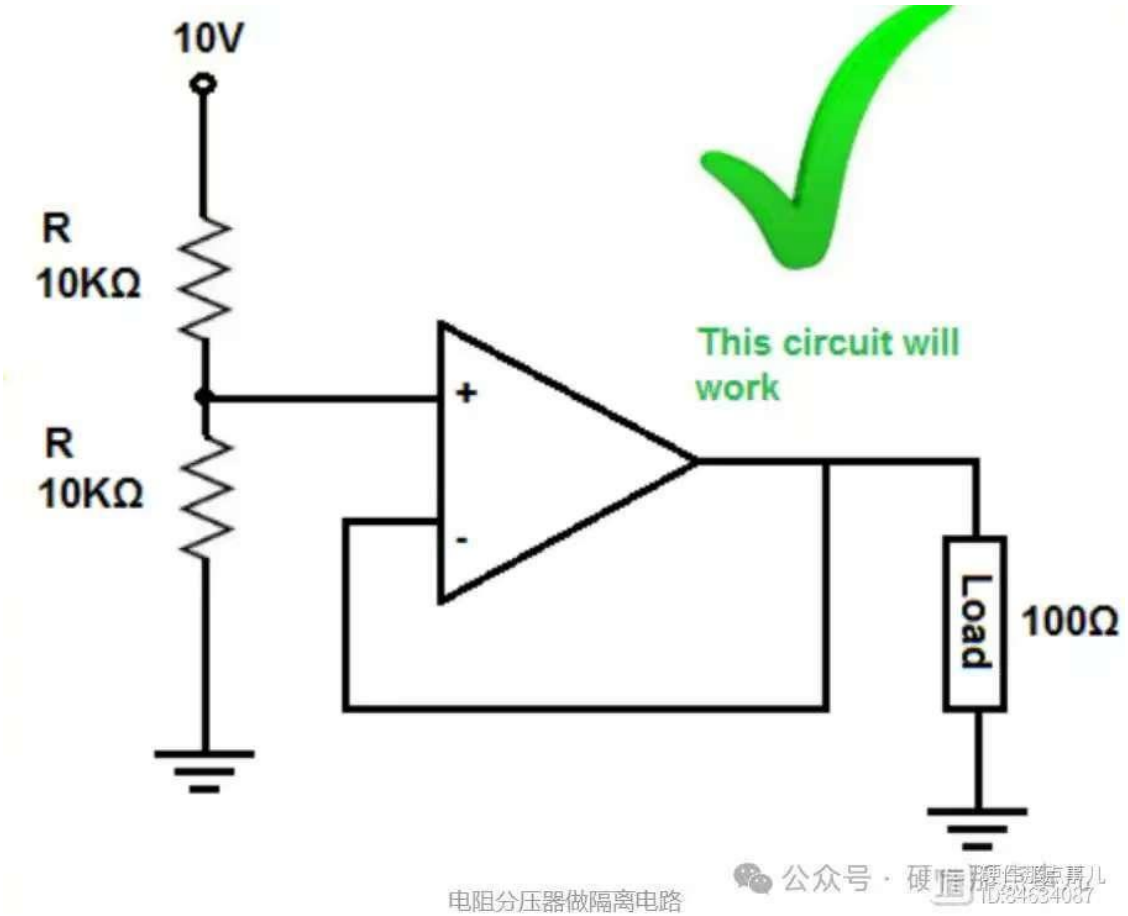



图 3　此型号产品，大多数电路参照泛舟 780EPM-DTU-RS 版本，部分电路的参考图如下：

1. CAN 协议简介

- CAN（Controller Area Network）是一种被广泛应用于汽车和工业控制领域的串行通信协议。

它支持多主节点通信，具有高可靠性、实时性以及错误检测能力。

- Air780EPM 支持 CAN 2.0A/B 标准，允许最高达 1Mbps 的通信速率。

2. 核心功能与协议

- 支持协议：CAN 2.0A/B 标准，兼容标准帧（11 位 ID）和扩展帧（29 位 ID）。

注意！Air780EPM 不支持 CAN FD 标准。

- 通信速率：最高支持 1Mbps（如需更高带宽需外接 CAN FD 收发器）。
- 物理层依赖：需外接 CAN 收发器（如川土微的 CA-IF1051S/VS），通过 GPIO 引脚复用实现差分信号传输（CAN_H/CAN_L）。

3. 硬件接口特性

- GPIO 映射：
  - CAN_TXD（发送）：默认映射到 GPIO26（GPIO13 是另一组映射选择）。
  - CAN_RXD（接收）：默认映射到 GPIO25（GPIO12 是另一组映射选择）。
  - CAN_STB（待机模式控制）：默认映射到 GPIO28（GPIO14 是另一组映射选择）。
    - 关于CAN_STB信号：

图 4　此型号产品，大多数电路参照泛舟 780EPM-DTU-RS 版本，部分电路的参考图如下：

4. LuatOS API 与驱动

- CAN 接口完整示例代码：demo/can/main.lua · 合宙 Luat/LuatOS-Air780EPM - Gitee.com

图 5　可控外接电源用下图的原理图：

# CAN接口

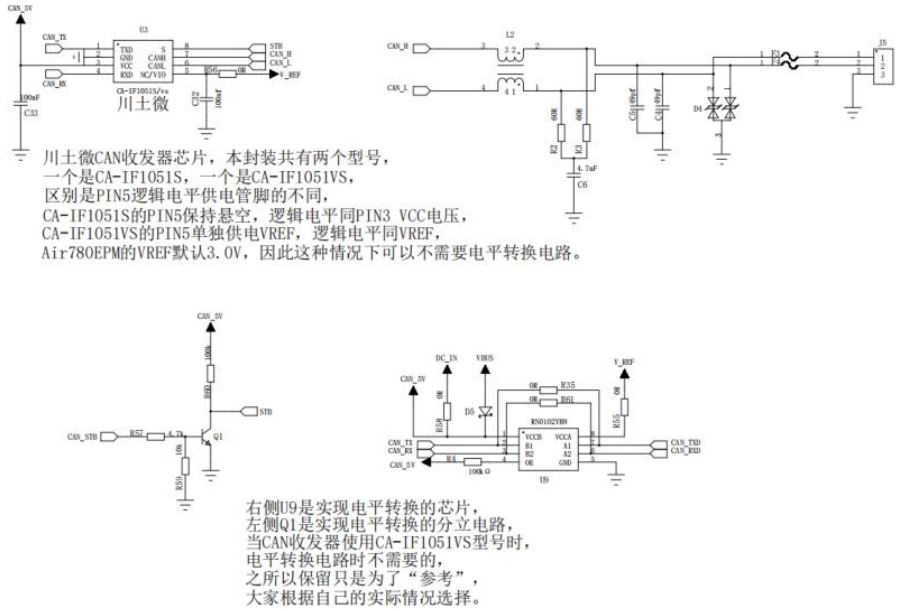



图 6　注意：Mos 管的选型，5-36V。选：WST4041，开启电压 0.8，饱和电压 4.5.耐压 40V。

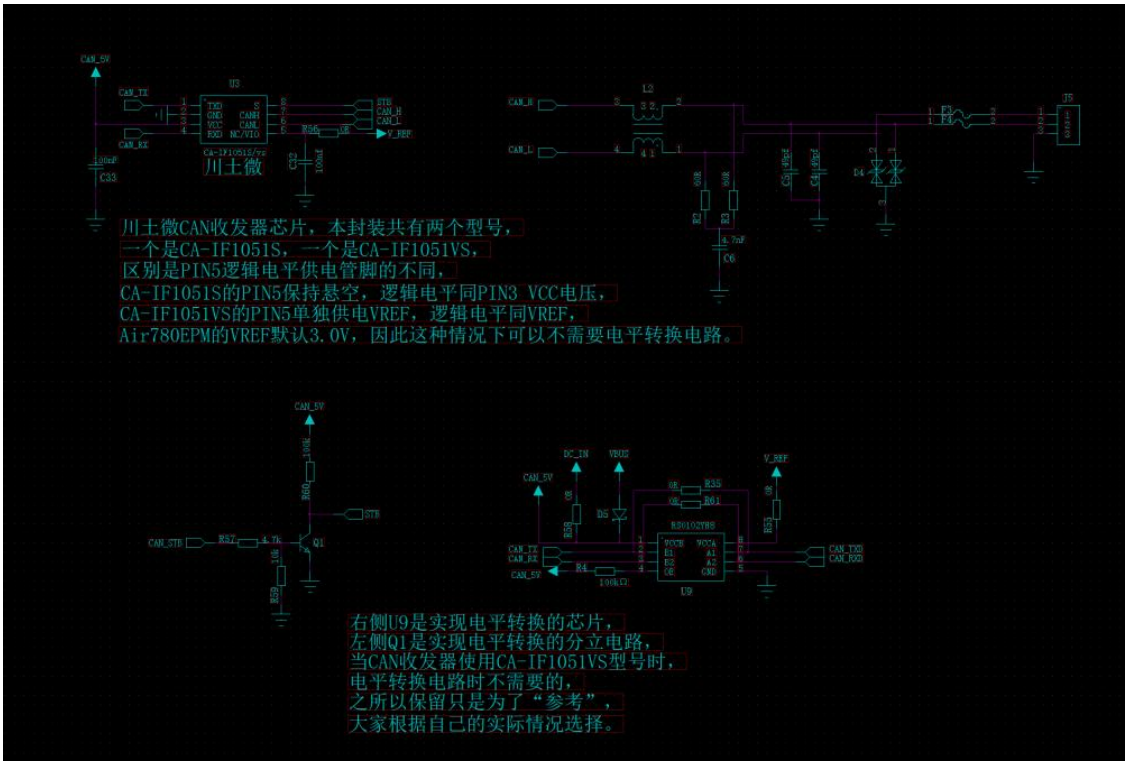



图 7　防反接原理图：

以太网RJ45网口

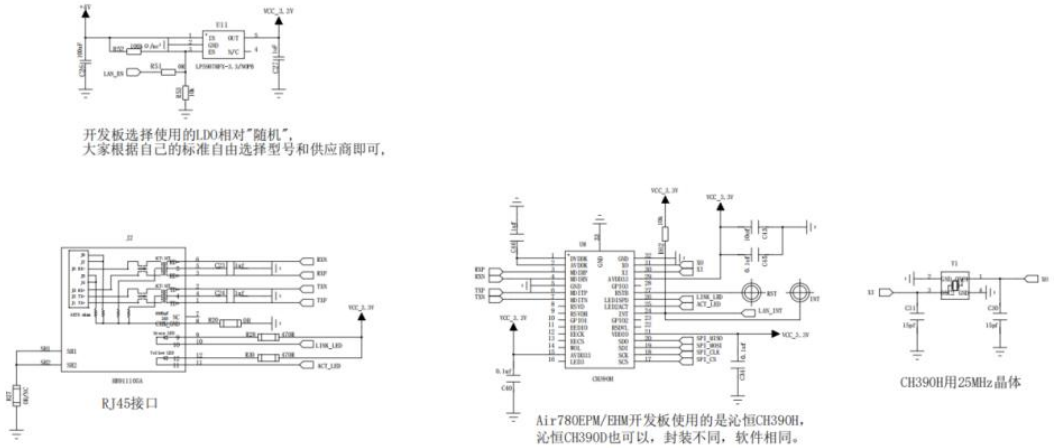



图 8　零配件选型见上。

回到页面顶部

## 三、开发注意事项

1. GPIO 引脚选择

- 复用功能确认：
  - 确保所选 GPIO 支持 PWM 功能（需查阅 GPIO 复用表，例如：某些引脚可能仅支持普通 GPIO 或 UART、SPI 等其他功能）。
  - 示例：若引脚 `GPIO1` 支持 PWM 复用，则需在代码中配置其为 PWM 模式。

2. PWM 参数配置

- 频率限制：
  - 硬件支持的 PWM 频率范围需参考数据手册（Air780EPM 支持 1Hz 到 13MHz）。
  - 过高的频率可能导致占空比精度下降。
- 占空比精度：
  - PWM 的分辨率由硬件定时器位数决定（如 10 位分辨率对应 0.1% 精度）。
  - 确保配置的占空比在合理范围内（0%~100%）。

图 9　注意：宽电压输入，5—36V。元器件选型看下参数：

# 四、典型应用场景

1. 电机控制：通过PWM调节电机转速。

2. LED调光：模拟LED亮度变化。

3. 传感器控制：周期性触发红外传感器或超声波模块。

4. 通信协议模拟：如PWM编码的红外信号发射。

图 10　注意：宽电压输入，5—36V。元器件选型看下参数：

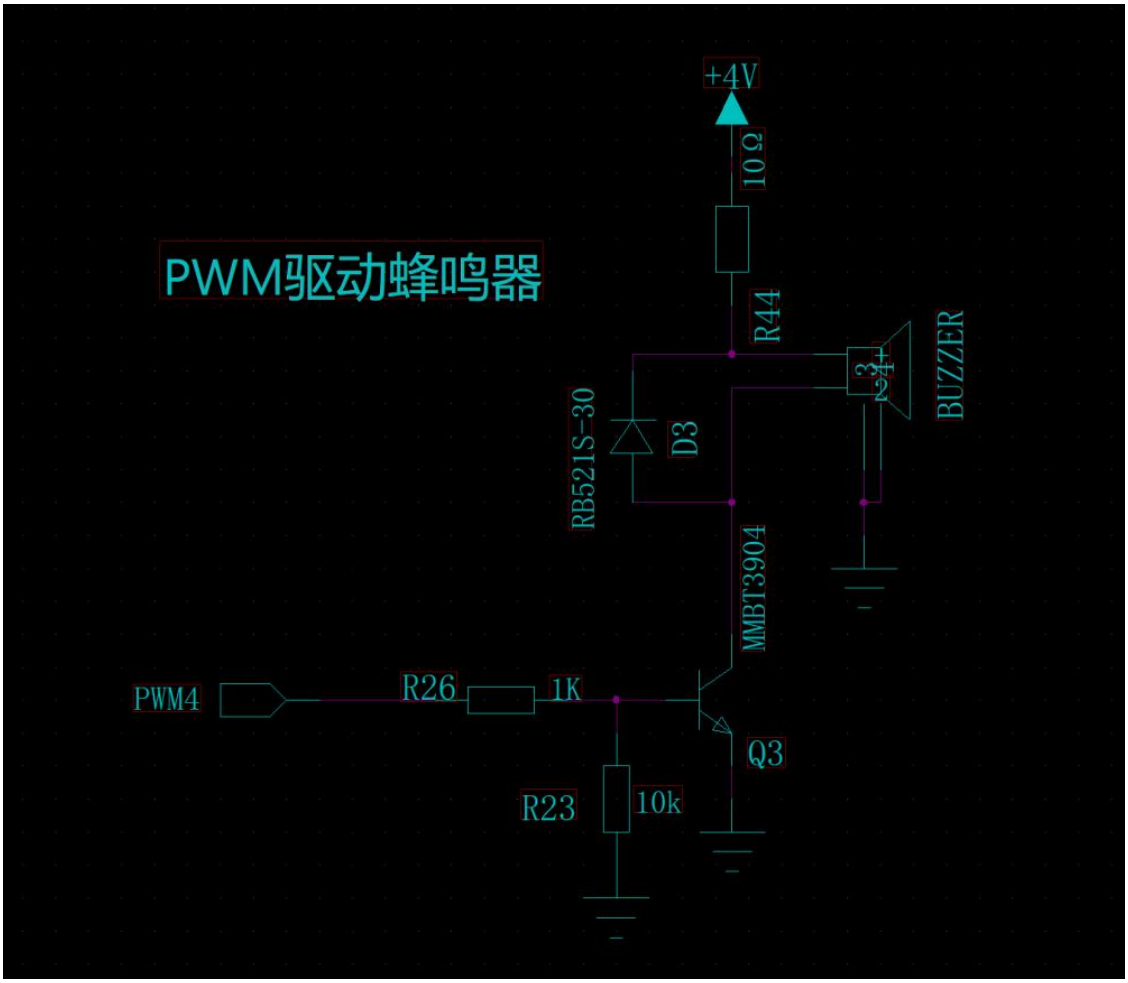
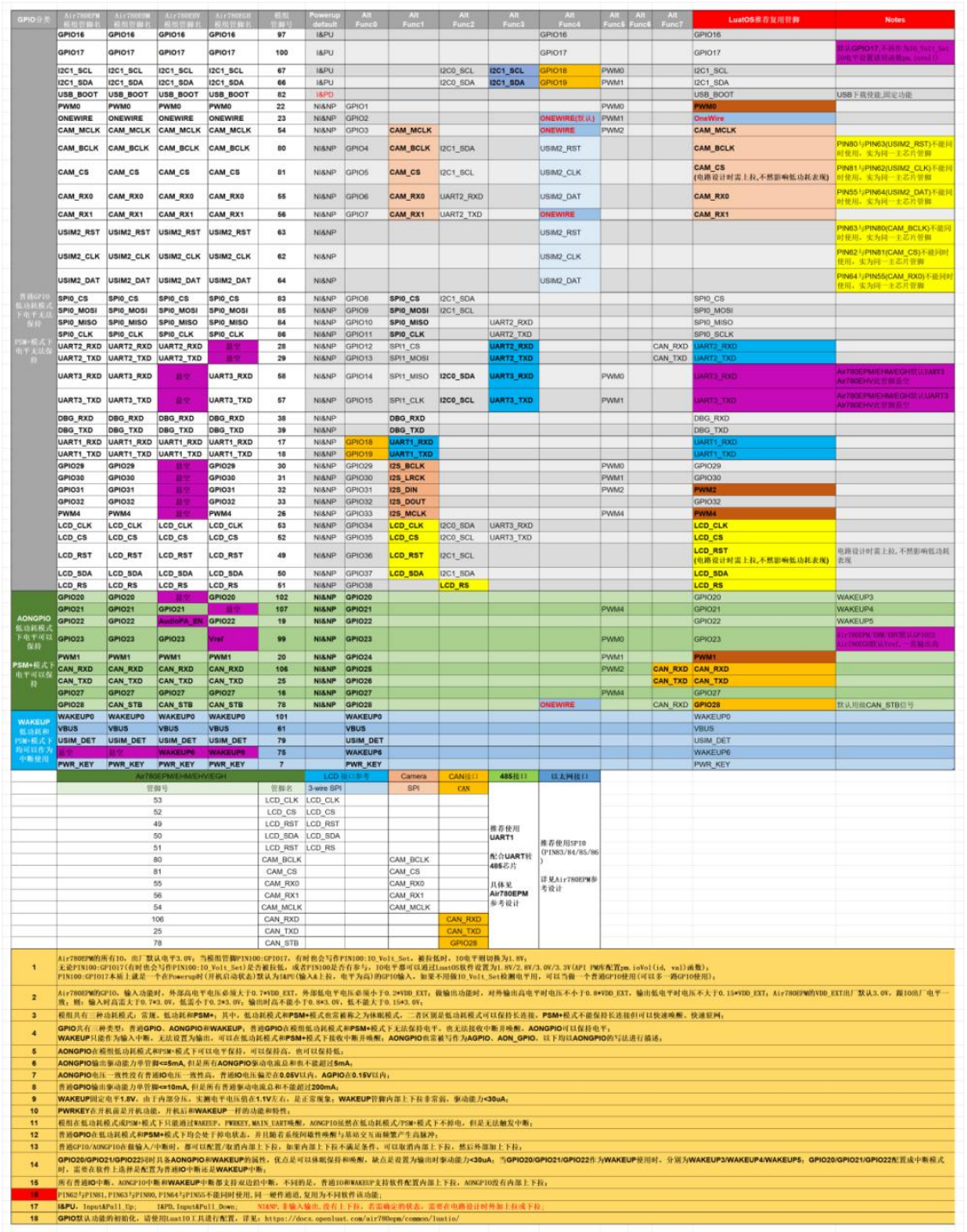



图 11　注意：宽电压输入，5—36V。元器件选型看下参数：

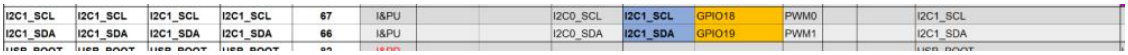


| GPIO分类 | Air780EPM模组管脚名 | Air780EHM模组管脚名 | Air780EHV模组管脚名 | Air780EGH模组管脚名 | 模组管脚号 | Powerup default | Alt Func0 | Alt Func1 | Alt Func2 | Alt Func3 | Alt Func4 | Alt Func5 | Alt Func6 | Alt Func7 | LuatOS推荐复用管脚 | Notes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | GPIO16 | GPIO16 | GPIO16 | GPIO16 | 97 | I&PU | | | | | GPIO16 | | | | GPIO16 | |
| | GPIO17 | GPIO17 | GPIO17 | GPIO17 | 100 | I&PU | | | | | GPIO17 | | | | GPIO17 | 默认GPIO17,不再由为io.Volt_Set IO电平设置适用函数pm.ioVol()! |
| | I2C1_SCL | I2C1_SCL | I2C1_SCL | I2C1_SCL | 67 | I&PU | | | I2C0_SCL | I2C1_SCL | GPIO18 | PWM0 | | | I2C1_SCL | |
| | I2C1_SDA | I2C1_SDA | I2C1_SDA | I2C1_SDA | 66 | I&PU | | | I2C0_SDA | I2C1_SDA | GPIO19 | PWM1 | | | I2C1_SDA | |
| | USB_BOOT | USB_BOOT | USB_BOOT | USB_BOOT | 82 | I&PD | | | | | | | | | USB_BOOT | USB下载使能,固定功能 |
| | PWM0 | PWM0 | PWM0 | PWM0 | 22 | NI&NP | GPIO1 | | | | | PWM0 | | | PWM0 | |
| | ONEWIRE | ONEWIRE | ONEWIRE | ONEWIRE | 23 | NI&NP | GPIO2 | | | | ONEWIRE(默认) | PWM1 | | | OneWire | |
| | CAM_MCLK | CAM_MCLK | CAM_MCLK | CAM_MCLK | 54 | NI&NP | GPIO3 | CAM_MCLK | | | ONEWIRE | PWM2 | | | CAM_MCLK | |
| | CAM_BCLK | CAM_BCLK | CAM_BCLK | CAM_BCLK | 80 | NI&NP | GPIO4 | CAM_BCLK | I2C1_SDA | | USIM2_RST | | | | CAM_BCLK | PIN80与PIN63(USIM2_RST)不能同时使用，实为同一主芯片管脚 |
| | CAM_CS | CAM_CS | CAM_CS | CAM_CS | 81 | NI&NP | GPIO5 | CAM_CS | I2C1_SCL | | USIM2_CLK | | | | CAM_CS (电路设计时需上拉,不然影响低功耗表现) | PIN81与PIN62(USIM2_CLK)不能同时使用，实为同一主芯片管脚 |
| | CAM_RX0 | CAM_RX0 | CAM_RX0 | CAM_RX0 | 55 | NI&NP | GPIO6 | CAM_RX0 | UART2_RXD | | USIM2_DAT | | | | CAM_RX0 | PIN55与PIN64(USIM2_DAT)不能同时使用，实为同一主芯片管脚 |
| | CAM_RX1 | CAM_RX1 | CAM_RX1 | CAM_RX1 | 56 | NI&NP | GPIO7 | CAM_RX1 | UART2_TXD | | ONEWIRE | | | | CAM_RX1 | |
| | USIM2_RST | USIM2_RST | USIM2_RST | USIM2_RST | 63 | NI&NP | | | | | USIM2_RST | | | | | PIN63与PIN80(CAM_BCLK)不能同时使用，实为同一主芯片管脚 |
| | USIM2_CLK | USIM2_CLK | USIM2_CLK | USIM2_CLK | 62 | NI&NP | | | | | USIM2_CLK | | | | | PIN62与PIN81(CAM_CS)不能同时使用，实为同一主芯片管脚 |
| | USIM2_DAT | USIM2_DAT | USIM2_DAT | USIM2_DAT | 64 | NI&NP | | | | | USIM2_DAT | | | | | PIN64与PIN55(CAM_RX0)不能同时使用，实为同一主芯片管脚 |
| 普通GPIO 低功耗模式下电平无法保持 | SPI0_CS | SPI0_CS | SPI0_CS | SPI0_CS | 83 | NI&NP | GPIO8 | SPI0_CS | I2C1_SDA | | | | | | SPI0_CS | |
| | SPI0_MOSI | SPI0_MOSI | SPI0_MOSI | SPI0_MOSI | 85 | NI&NP | GPIO9 | SPI0_MOSI | I2C1_SCL | | | | | | SPI0_MOSI | |
| | SPI0_MISO | SPI0_MISO | SPI0_MISO | SPI0_MISO | 84 | NI&NP | GPIO10 | SPI0_MISO | | UART2_RXD | | | | | SPI0_MISO | |
| | SPI0_CLK | SPI0_CLK | SPI0_CLK | SPI0_CLK | 86 | NI&NP | GPIO11 | SPI0_CLK | | UART2_TXD | | | | | SPI0_SCLK | |
| PSM+模式下电平无法保持 | UART2_RXD | UART2_RXD | UART2_RXD | 悬空 | 28 | NI&NP | GPIO12 | SPI1_CS | | UART2_RXD | | | CAN_RXD | | UART2_RXD | |
| | UART2_TXD | UART2_TXD | UART2_TXD | 悬空 | 29 | NI&NP | GPIO13 | SPI1_MOSI | | UART2_TXD | | | CAN_TXD | | UART2_TXD | |
| | UART3_RXD | UART3_RXD | 悬空 | UART3_RXD | 58 | NI&NP | GPIO14 | SPI1_MISO | I2C0_SDA | UART3_RXD | | PWM0 | | | UART3_RXD | Air780EPM/EHM/EGH默认UART3 Air780EHV此管脚悬空 |
| | UART3_TXD | UART3_TXD | 悬空 | UART3_TXD | 57 | NI&NP | GPIO15 | SPI1_CLK | I2C0_SCL | UART3_TXD | | PWM1 | | | UART3_TXD | Air780EPM/EHM/EGH默认UART3 Air780EHV此管脚悬空 |
| | DBG_RXD | DBG_RXD | DBG_RXD | DBG_RXD | 38 | NI&NP | | DBG_RXD | | | | | | | DBG_RXD | |
| | DBG_TXD | DBG_TXD | DBG_TXD | DBG_TXD | 39 | NI&NP | | DBG_TXD | | | | | | | DBG_TXD | |
| | UART1_RXD | UART1_RXD | UART1_RXD | UART1_RXD | 17 | NI&NP | GPIO18 | UART1_RXD | | | | | | | UART1_RXD | |
| | UART1_TXD | UART1_TXD | UART1_TXD | UART1_TXD | 18 | NI&NP | GPIO19 | UART1_TXD | | | | | | | UART1_TXD | |
| | GPIO29 | GPIO29 | 悬空 | GPIO29 | 30 | NI&NP | GPIO29 | I2S_BCLK | | | | PWM0 | | | GPIO29 | |
| | GPIO30 | GPIO30 | 悬空 | GPIO30 | 31 | NI&NP | GPIO30 | I2S_LRCK | | | | PWM1 | | | GPIO30 | |
| | GPIO31 | GPIO31 | 悬空 | GPIO31 | 32 | NI&NP | GPIO31 | I2S_DIN | | | | PWM2 | | | PWM2 | |
| | GPIO32 | GPIO32 | 悬空 | GPIO32 | 33 | NI&NP | GPIO32 | I2S_DOUT | | | | | | | GPIO32 | |
| | PWM4 | PWM4 | 悬空 | PWM4 | 26 | NI&NP | GPIO33 | I2S_MCLK | | | | PWM4 | | | PWM4 | |
| | LCD_CLK | LCD_CLK | LCD_CLK | LCD_CLK | 53 | NI&NP | GPIO34 | LCD_CLK | I2C0_SDA | UART3_RXD | | | | | LCD_CLK | |
| | LCD_CS | LCD_CS | LCD_CS | LCD_CS | 52 | NI&NP | GPIO35 | LCD_CS | I2C0_SCL | UART3_TXD | | | | | LCD_CS | |
| | LCD_RST | LCD_RST | LCD_RST | LCD_RST | 49 | NI&NP | GPIO36 | LCD_RST | I2C1_SCL | | | | | | LCD_RST (电路设计时需上拉,不然影响低功耗表现) | 电路设计时需上拉,不然影响低功耗表现 |
| | LCD_SDA | LCD_SDA | LCD_SDA | LCD_SDA | 50 | NI&NP | GPIO37 | LCD_SDA | I2C1_SDA | | | | | | LCD_SDA | |
| | LCD_RS | LCD_RS | LCD_RS | LCD_RS | 51 | NI&NP | GPIO38 | | LCD_RS | | | | | | LCD_RS | |
| AONGPIO 低功耗模式下电平可以保持 | GPIO20 | GPIO20 | 悬空 | GPIO20 | 102 | NI&NP | GPIO20 | | | | | | | | GPIO20 | WAKEUP3 |
| | GPIO21 | GPIO21 | GPIO21 | 悬空 | 107 | NI&NP | GPIO21 | | | | | PWM4 | | | GPIO21 | WAKEUP4 |
| | GPIO22 | GPIO22 | AudioPA_EN | GPIO22 | 19 | NI&NP | GPIO22 | | | | | | | | GPIO22 | WAKEUP5 |
| | GPIO23 | GPIO23 | GPIO23 | Vref | 99 | NI&NP | GPIO23 | | | | | PWM0 | | | GPIO23 | Air780EPM/EHM/EHV/EGH默认GPIO23 Air780EGH默认Vref,一直输出高 |
| PSM+模式下电平可以保持 | PWM1 | PWM1 | PWM1 | PWM1 | 20 | NI&NP | GPIO24 | | | | | PWM1 | | | PWM1 | |
| | CAN_RXD | CAN_RXD | CAN_RXD | CAN_RXD | 106 | NI&NP | GPIO25 | | | | | PWM2 | | CAN_RXD | CAN_RXD | |
| | CAN_TXD | CAN_TXD | CAN_TXD | CAN_TXD | 25 | NI&NP | GPIO26 | | | | | | | CAN_TXD | CAN_TXD | |
| | GPIO27 | GPIO27 | GPIO27 | GPIO27 | 16 | NI&NP | GPIO27 | | | | | PWM4 | | | GPIO27 | |
| | GPIO28 | CAN_STB | CAN_STB | CAN_STB | 78 | NI&NP | GPIO28 | | | | ONEWIRE | | | CAN_RXD | GPIO28 | 默认用做CAN_STB信号 |
| WAKEUP 低功耗和PSM+模式下均可以作为中断使用 | WAKEUP0 | WAKEUP0 | WAKEUP0 | WAKEUP0 | 101 | | WAKEUP0 | | | | | | | | WAKEUP0 | |
| | VBUS | VBUS | VBUS | VBUS | 61 | | VBUS | | | | | | | | VBUS | |
| | USIM_DET | USIM_DET | USIM_DET | USIM_DET | 79 | | USIM_DET | | | | | | | | USIM_DET | |
| | 悬空 | 悬空 | WAKEUP6 | WAKEUP6 | 75 | | WAKEUP6 | | | | | | | | WAKEUP6 | |
| | PWR_KEY | PWR_KEY | PWR_KEY | PWR_KEY | 7 | | PWR_KEY | | | | | | | | PWR_KEY | |

| Air780EPM/EHM/EHV/EGH | | 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 | CAN | | |
| 53 | LCD_CLK | LCD_CLK | | | 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 |
| 52 | LCD_CS | LCD_CS | | | | |
| 49 | LCD_RST | LCD_RST | | | | |
| 50 | LCD_SDA | LCD_SDA | | | | |
| 51 | LCD_RS | LCD_RS | | | | |
| 80 | CAM_BCLK | | CAM_BCLK | | | |
| 81 | CAM_CS | | CAM_CS | | | |
| 55 | CAM_RX0 | | CAM_RX0 | | | |
| 56 | CAM_RX1 | | CAM_RX1 | | | |
| 54 | CAM_MCLK | | CAM_MCLK | | | |
| 106 | CAN_RXD | | | CAN_RXD | | |
| 25 | CAN_TXD | | | CAN_TXD | | |
| 78 | CAN_STB | | | GPIO28 | | |

| | |
|---|---|
| 1 | Air780EPM的所有IO，出厂默认电平3.0V；当模组管脚PIN100:GPIO17，有时也会写作PIN100:IO_Volt_Set，被拉低时，IO电平则切换为1.8V；<br>无论PIN100:GPIO17(有时也会写作PIN100:IO_Volt_Set)是否被拉低，或者PIN100是否有参与，IO电平都可以通过LuatOS软件设置为1.8V/2.8V/3.0V/3.3V(API PM所配置pm.ioVol(id, val)函数)，<br>PIN100:GPIO17本质上就是一个在Powerup时(开机启动状态)默认为IAPU(输入&上拉，电平为高)的GPIO输入，如果不用做IO_Volt_Set检测电平用，可以当做一个普通GPIO使用(可以多一路GPIO使用)； |
| 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；例：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 | 模组具有三种功耗模式：常规、低功耗和PSM+；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； |
| 4 | GPIO具有三种类型，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，<br>WAKEUP只能作为输入中断，无法设置为输出，可以在低功耗模式和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； |
| 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； |
| 7 | 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； |
| 8 | 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； |
| 9 | 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；WAKEUP管脚内部上下拉非常弱，驱动能力<30uA； |
| 10 | PWRKEY在开机前是开机功能，开机后和WAKEUP一样的功能和特性； |
| 11 | 模组在低功耗模式或PSM+模式下只能通过WAKEUP，PWRKEY，MAIN_UART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； |
| 12 | 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； |
| 13 | 普通GPIO/AONGPIO在做输入/中断时，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； |
| 14 | GPIO20/GPIO21/GPIO22同时具备AONGPIO和WAKEUP的属性，优点是可以休眠保持和唤醒，缺点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；GPIO20/GPIO21/GPIO22配置成中断模式时，需要在软件上选择是配置为普通IO中断还是WAKEUP中断； |
| 15 | 所有普通IO中断、AONGPIO中断和WAKEUP中断都支持双边沿中断，不同的是，普通IO和WAKEUP支持软件配置内部上下拉，AONGPIO没有内部上下拉； |
| 16 | PIN62与PIN81,PIN63与PIN80,PIN64与PIN55不能同时使用,同一硬件通道,复用为不同软件该功能； |
| 17 | I&PU：Input&Pull Up；　I&PD：Input&Pull Down；　NI&NP：非输入输出，没有上下拉，若需确定的状态，需要在电路设计时外加上拉或下拉； |
| 18 | GPIO默认功能的初始化，请使用LuatIO工具进行配置，详见：https://docs.openluat.com/air780epm/common/luatio/ |

图 12　注意：宽电压输入，5—36V。元器件选型看下参数：



| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I2C1_SCL | I2C1_SCL | I2C1_SCL | I2C1_SCL | 67 | I&PU | | | I2C0_SCL | I2C1_SCL | GPIO18 | PWM0 | | I2C1_SCL |
| I2C1_SDA | I2C1_SDA | I2C1_SDA | I2C1_SDA | 66 | I&PU | | | I2C0_SDA | I2C1_SDA | GPIO19 | PWM1 | | I2C1_SDA |

图 13　注意：宽电压输入，5—36V。元器件选型看下参数：

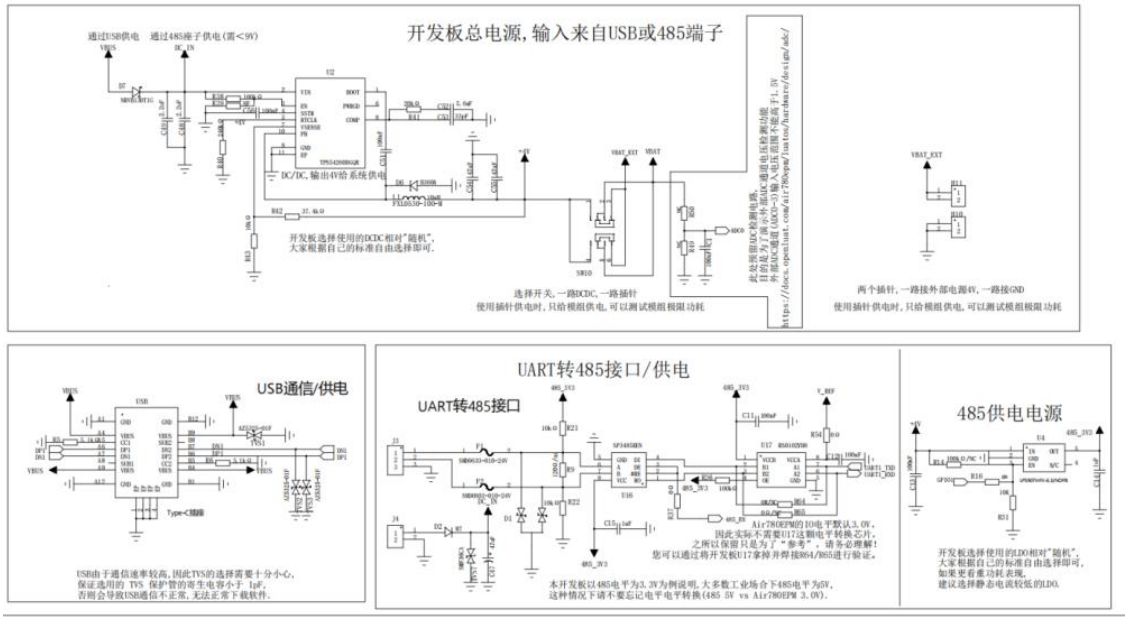



图 14　注意：宽电压输入，5—36V。元器件选型看下参数：

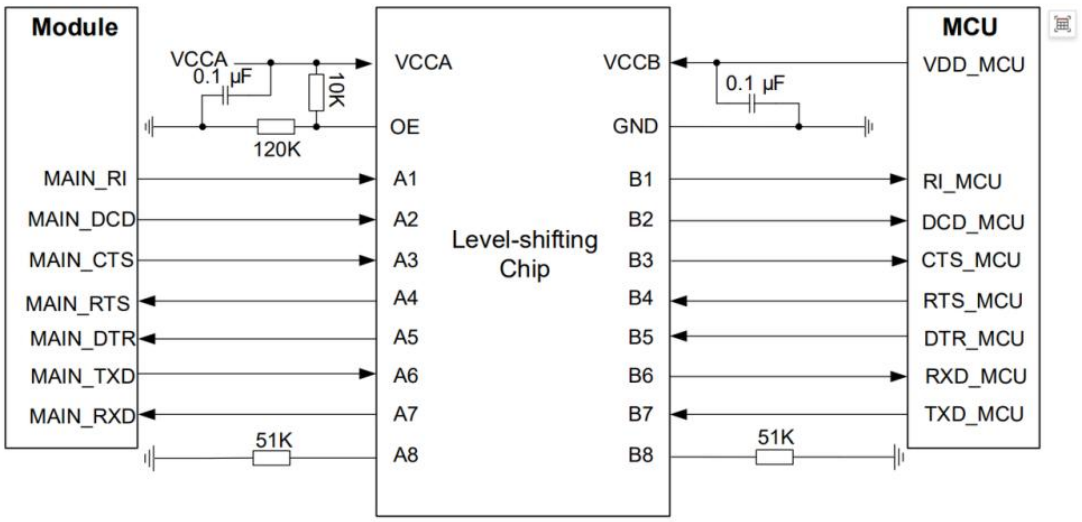



图 15　PWM

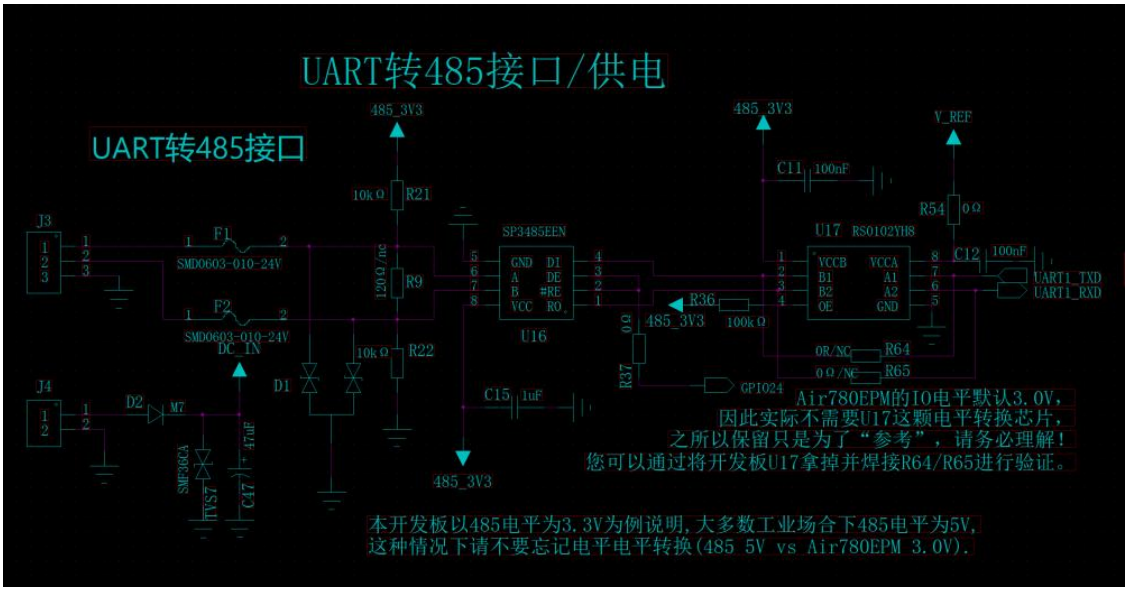



图 16　PWM

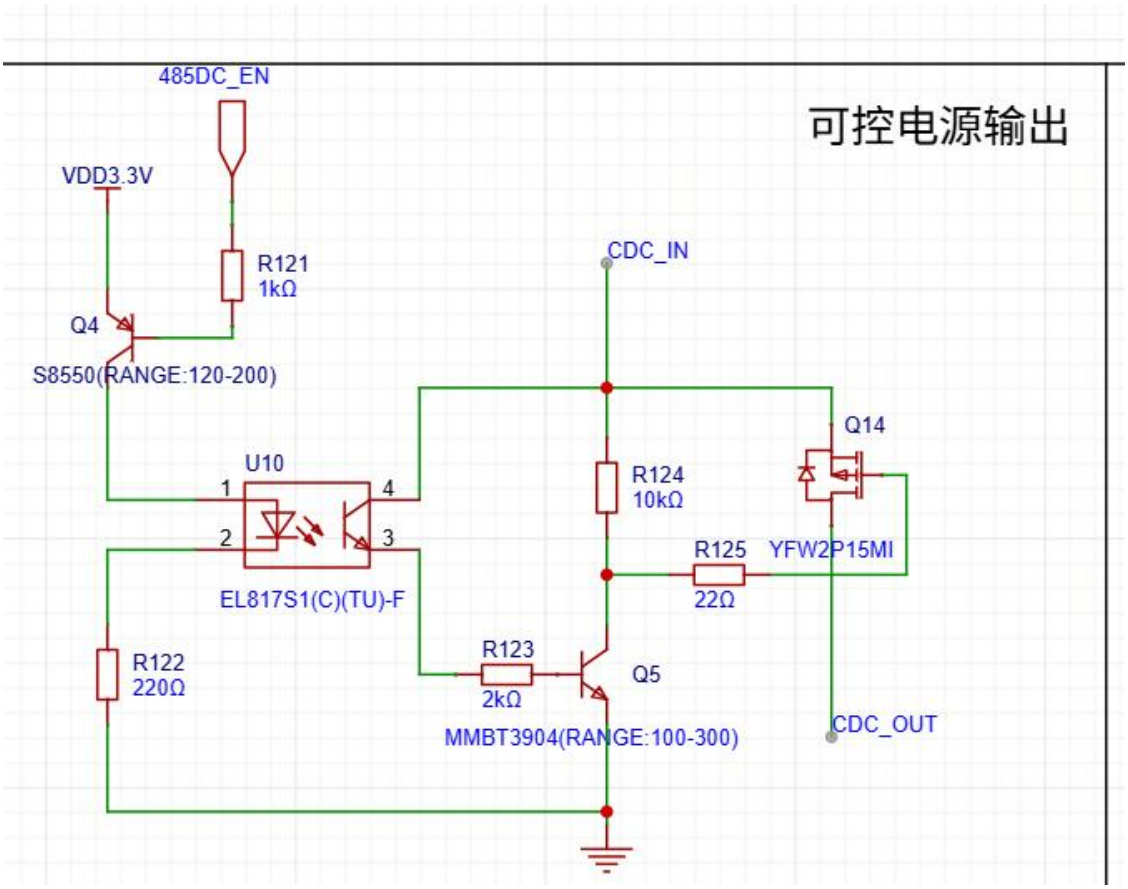



图 17　PWM

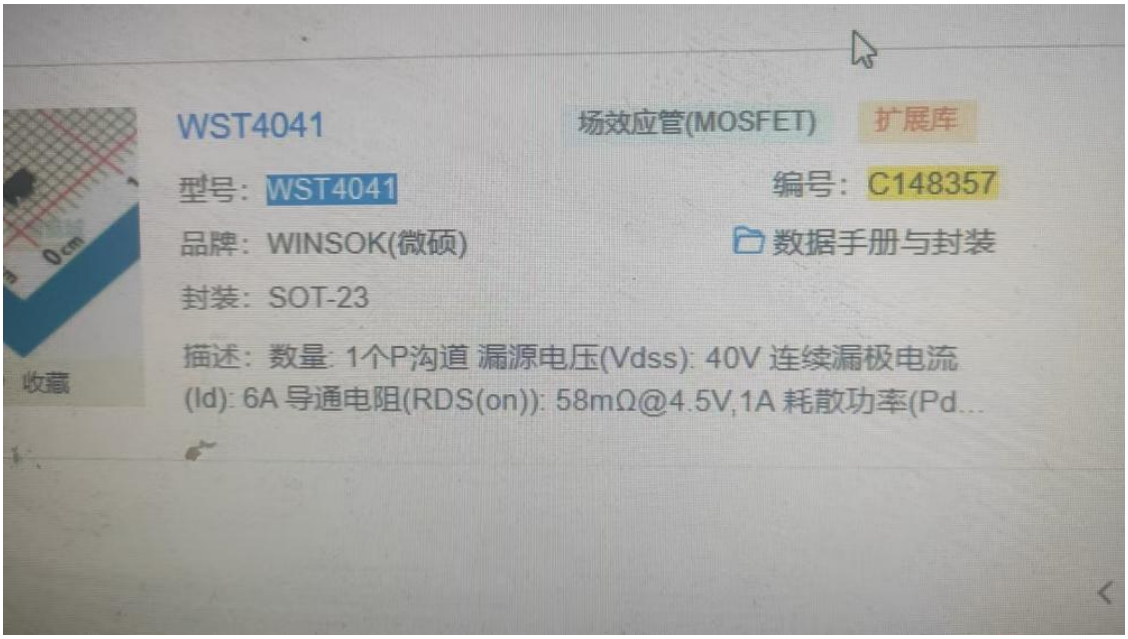

WST4041
场效应管(MOSFET)
扩展库
型号：WST4041
编号：C148357
品牌：WINSOK(微硕)
数据手册与封装
封装：SOT-23
描述：数量: 1个P沟道 漏源电压(Vdss): 40V 连续漏极电流(Id): 6A 导通电阻(RDS(on)): 58mΩ@4.5V,1A 耗散功率(Pd...
收藏

图 18　PWM