



国信长天物联网竞赛实训装置省赛训练套装

用户手册

适用于第十一届蓝桥杯大赛（电子类）
物联网设计与开发科目竞赛训练及高
校日常教学实训环节。

北京国信长天科技有限公司
2019 年 10 月 26 日

目 录

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 1 | 产品介绍 | 1 |
| 2 | 功能详述 | 2 |
| 3 | 环境要求 | 2 |
| 4 | 软件工具 | 3 |
| 5 | 实验例程 | 3 |
| 6 | 订购信息 | 4 |
| 7 | 硬件布局与配置 | 5 |
| 7.1 | 调试器 | 6 |
| 7.2 | 供电 | 6 |
| 7.3 | 时钟 | 6 |
| 7.4 | 复位 | 6 |
| 7.5 | LED 指示灯和按键 | 6 |
| 7.6 | OLED 显示屏 | 6 |
| 7.7 | 继电器 | 7 |
| 7.8 | LoRa 模块 | 7 |
| 7.9 | 通用接口 | 7 |
| 7.9.1 | 温度传感器模块 | 8 |
| 7.9.2 | 矩阵键盘(2x3)模块 | 8 |
| 7.9.3 | 模拟电压输出模块 | 9 |
| 8 | 接口与跳线 | 9 |
| 8.1 | 对外调试接口 CN3 | 9 |
| 8.2 | 调试器与目标板的连接配置 CN4 | 10 |
| 8.3 | 天线接口 P3 | 10 |
| 8.4 | 驱动接口 P1 和 P2 | 10 |
| 附录 A | 电路原理图 (目标控制器部分) | 11 |
| 附录 B | 电路原理图 (调试器部分) | 12 |
| 附录 C | 电路原理图 (LoRa 部分) | 13 |
| 附录 D | 电路原理图 (传感器部分-2X3 矩阵键盘模块) | 14 |
| 附录 E | 电路原理图 (传感器部分-温度传感器模块) | 15 |
| 附录 F | 电路原理图 (传感器部分-模拟电压输出模块) | 16 |
| 附录 G | 尺寸结构图 | 17 |

1 产品介绍

第十一届蓝桥杯（电子类）物联网设计与开发科目省赛训练套装由蓝桥杯大赛技术支持单位北京国信长天科技有限公司设计和生产，是国信长天物联网竞赛实训装置的组成部分，该训练套装可用于参加第十一届蓝桥杯物联网设计与开发项目的实训环节，也可以教学实践环节或用作产品设计参考。

省赛训练套装产品核心微控制器为 ST 公司的 STM32L071KBU，LoRa 收发器解决方案为 Semtech 公司 SX1278 芯片，硬件的设计意在帮助用户学习和评估 STM32L0 系列微控制器的性能、微控制周边典型外设的驱动程序设计方法和 LoRa 无线通信解决方案，硬件配置了简单的外设资源用于功能验证，设计了一个通用扩展接口，方便扩展各类传感器和执行器。省赛训练套装板载 CMSIS-DAP Link 调试器和 USB 虚拟串口，支持程序在线下载、仿真调试功能。

图 1. 国信长天物联网竞赛实训装置 LoRa 终端



2 功能详述

第十一届蓝桥杯（电子类）物联网设计与开发科目省赛训练套装由 2 个 LoRa 终端和 3 个传感器模块（温度传感器、矩阵键盘、模拟电压输出）组成。各传感器模块可以直接安装在 LoRa 终端的通用接口上，用于学习和训练。

LoRa 终端

- 设计基于 ARM Cortex M0+微控制器 STM32L071KBU,具有 128Kbytes Flash 存储器、6Kbyte EEPROM 存储器和 20Kbyte RAM 存储器，QFPN32 封装
- 5V 电源供电，支持通过供电探针或 CMSIS DAP Link USB 接口供电
- 0.91 寸 OLED 显示器
- User & Reset 按键
- 继电器：2 路
- 通用接口：1 个
- 大电流驱动接口：2 个
- User LED:1 个
- LoRa 单元：1 个
- 板载 USB 转串口功能，与微控制器 USART2 连接
- 集成开发环境支持：Keil、IAR 和各类基于 GCC 的集成开发环境

传感器模块

- 温度传感器模块：I2C 接口，传感器型号：STS30-DIS-B
- 模拟电压输出模块：2 路连续可调电压输出，4 个 LED 指示灯
- 矩阵键盘模块：2 x 3 矩阵按键

3 环境要求

- Windows 操作系统（7、8、10）

- Keil uVision 集成开发环境
- USB Type A to Micro-B 连接线

4 软件工具

- 推荐安装 Keil uVision 5（支持 IAR 等其它集成开发环境）
- 推荐安装 STM32 Cube 工具
- Windows 7、8 系统下需要安装 USB 转串口驱动，Windows 10 系统不需要安装。

5 实验例程

- 微控制器基础实验

实验由微控制器的各类基础外设（GPIO、Timer、ADC 等）实验组成，用于帮助用户快速了解微控制器外设的编程方法和特性。

| 序号 | 核心资源 | 实验名 |
|----|----------------|---------------|
| 1 | GPIO_LED | GPIO 输出实验 |
| 2 | GPIO_KEY_LED | GPIO 输入实验 |
| 3 | RCC_MCO | 时钟选择与频率输出实验 |
| 4 | Systick_GPIO | Systick 定时器实验 |
| 5 | USART | 串口发送实验 |
| 6 | Software Reset | 软件复位实验 |
| 7 | USART_E2PROM | 上电次数记录实验 |
| 8 | CRC | CRC 校验实验 |
| 9 | DMA_USART | DMA 数据传输实验 |
| 10 | EXTI_LED | 外部中断实验 |
| 11 | Timer_LED | 定时器实验 |
| 12 | ADC_USART | ADC 转换实验 |
| 13 | USART_LED | 串口接收实验 |

- 外设实验

实验由省赛套装置置的各类外设（温度传感器、模拟电压输出、矩阵键盘、OLED 显示屏等）驱动实验组成，用于帮助用户掌握一些 STM32L071 微控制器典型外围设备的编程方法。

| 序号 | 核心资源 | 实验名 |
|----|---------------|--------------------|
| 1 | I2C(模拟) _OLED | OLED 显示实验 (模拟 I2C) |
| 2 | I2C(硬件) _OLED | OLED 显示实验 (硬件 I2C) |
| 3 | Keyboard_OLED | 矩阵键盘实验 |
| 4 | RELAY | 继电器驱动实验 |
| 5 | USART_LED | 串口收发实验 (中断) |
| 6 | USART_DMA | 串口收发实验 (DMA) |
| 7 | Timer | PWM 信号输出 |
| 8 | RTC_OLED | RTC 实时时钟实验 |
| 9 | ADC_OLED | ADC 实验 |
| 10 | STS30-DIS-B | 温度测量实验 |

- LoRa 通信实例

实验完成了基于 LoRa 终端的点对点通信功能，提供了板载 LoRa 模块的编程 SDK，帮助用户了解 SX1278 LoRa 解决方案的无线通信过程和使用方法。

| 序号 | 核心资源 | 实验名 |
|----|---------------------|-------------|
| 1 | LoRa_LED | 简单的点对点收发实验 |
| 2 | LoRa_USART | LoRa/串口桥接实验 |
| 3 | LoRa_KEY_RELAY_OLED | LoRa 远程控制实验 |

- 综合实验

整合外设资源和无线通信部分，给用户提供了一个具有实际意义的编程实例。

6 订购信息

表 1 套装订购信息表

| | | |
|------|---------------------------|----------------|
| 产品名称 | 第十一届蓝桥杯物联网设计与开发科目省赛阶段训练套装 | |
| 生产厂商 | 北京国信长天科技有限公司 | |
| 订购渠道 | gxct.taobao.com | |
| 标准配置 | LoRa 终端 | 2 个 |
| | USB 线缆 | 1 条 |
| | 传感器模块 | 3 个 (温度、电压、键盘) |

7 硬件布局与配置

第十一届物联网设计与开发科目省赛阶段训练套装设计基于STM32L071KBU微控制器，硬件框图（图2）给出了各类外设资源和STM32L071KBU微控制器的连接关系。布局图（图3）用于帮助用户了解各类外设资源在板卡上的位置。

图2 省赛阶段训练套装硬件框图

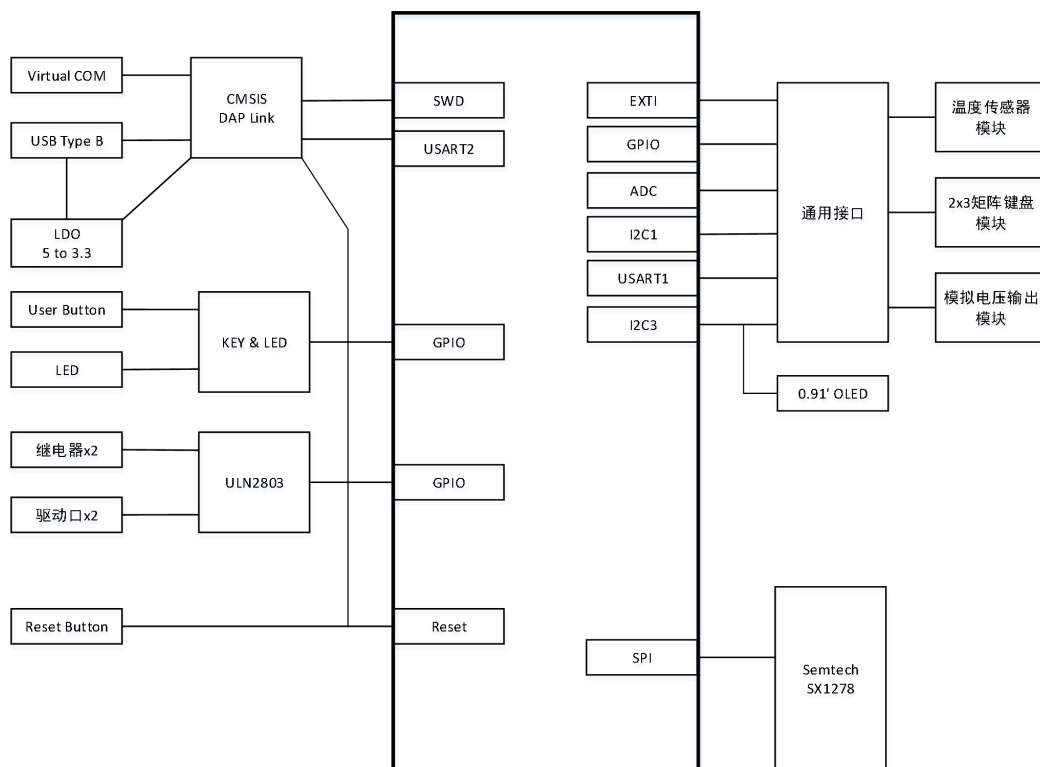
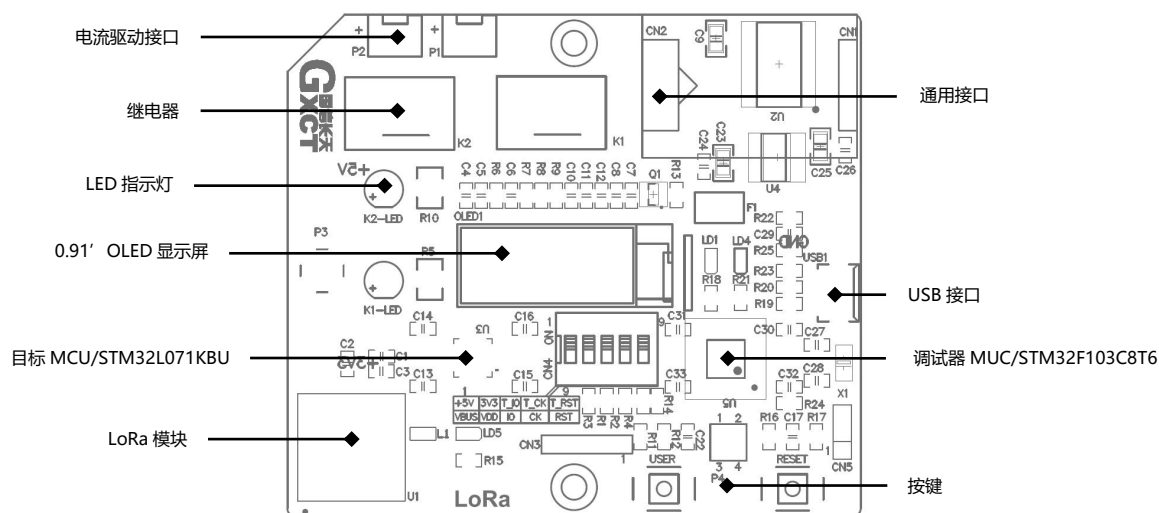


图3 省赛阶段训练套装布局图



7.1 调试器

套装产品 LoRa 终端集成了 CMSIS DAP Link 编程调试工具，与目标微控制器 STM32L071KBU 连接。调试器内部实现了 USB 转串口功能，与目标控制器 STM32L071KBU 的 USART2 连接。

使用虚拟串口时，需要短接 P5 的 1、2 脚和 3、4 脚。

7.2 供电

套装产品 LoRa 终端支持 5V DC 电源供电。LoRa 终端单独使用的情况下，可以通过板载的 Micro USB type B 接口供电，单独使用时需将 5 位拨码开关 (+5V、3V3、SWDIO、SDCLK、RST) 全部置 ON 的状态。

7.3 时钟

套装产品 LoRa 终端目标微控制器 STM32L071KBU 没有配置外部振荡器，用户可使用的系统时钟源为微控制器内部的 LSI、MSI 和 HSI。

7.4 复位

套装产品的复位信号：

- 复位按键 Reset
- CMSIS DAP Link 调试器
- 软件复位

7.5 LED 指示灯和按键

套装产品的 LoRa 终端集成了一个用户自定义功能的 LED，使用 PC15 引脚，低电平有效；集成了一个用户按键，使用 PC14 引脚。

7.6 OLED 显示屏

套装产品的 LoRa 终端集成了一个 0.91 寸的 OLED 显示屏及其驱动电路，显示屏驱动芯片型号为 SSD1306，设计预留一组 I2C 信号与微控制器通信，1 个 GPIO 引脚用于 OLED 供电控制。

表 2 OLED 控制引脚描述

| 序号 | 引脚 | 功能 |
|----|-----|----------|
| 1 | PA8 | I2C3_SCL |
| 2 | PB4 | I2C3_SDA |
| 3 | PB5 | 电源控制引脚 |

OLED 的电源控制通过一个 P-MOS 管实现，当 PB5 为低电平时，使能 OLED 的供电电源。

7.7 继电器

套装产品的 LoRa 终端上集成了 2 个继电器，由 ULN2803 驱动。任意一个继电器吸合时，其控制的 LED 指示灯点亮。

- 继电器 K1 —— K1-LED
- 继电器 K2 —— K2-LED

7.8 LoRa 模块

套装产品 LoRa 终端上集成了一个 SPI 接口的 LoRa 模块，收发器型号为 SX1278，硬件上已经完成了天线部分的设计，用户可以直接在 LoRa 终端上完成 LoRa 模块的编程训练，套装产品包含 2 个 LoRa 终端，可以完成点对点的数据通信功能。

表 3 LoRa 控制引脚描述

| 序号 | 引脚 | 功能 |
|----|------|------------------|
| 1 | PA10 | LoRa 数据收、发中断输出 |
| 2 | PA9 | 复位，低电平有效 |
| 3 | PA4 | SPI 片选信号 |
| 4 | PA5 | SPI 时钟信号 |
| 5 | PA6 | SPI 主器件输入从器件输出信号 |
| 6 | PA7 | SPI 主器件输出从器件输入信号 |

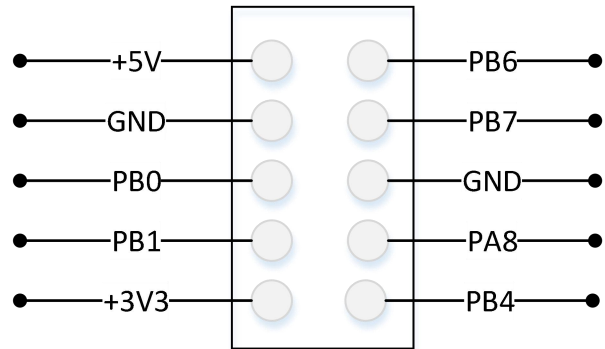
7.9 通用接口

套装产品 LoRa 中断提供了一组通用接口，用于适配各类传感器、执行机构等资源，通用接口包含的资源如表 4 所示，图 4 描述了引脚的排针上的分配情况。

表 4 通用接口引脚资源分配

| 序号 | 引脚 | 功能 |
|----|-----|------------------------------|
| 1 | PB0 | GPIO/EXTI/ADC/TIM3_CH3 |
| 2 | PB1 | GPIO/EXTI/ADC/TIM3_CH4 |
| 3 | PB4 | GPIO/EXTI/TIM2_CH2/I2C3_SDA |
| 4 | PA8 | GPIO/EXTI/MCO/I2C3_SCL |
| 5 | PB6 | GPIO/EXTI/I2C1_SCL/USART1_TX |
| 6 | PB7 | GPIO/EXTI/I2C1_SDA/USART1_RX |

图 4 通用接口引脚顺序定义



7.9.1 温度传感器模块

温度传感器模块采用 Sensirion STS3-DIS-B 温度传感器，I2C 接口，温度测量精度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。传感器模块可以直接安装在 LoRa 终端的通用接口上使用。资源分配情况如表 5 所示。

表 5 温度传感器功能引脚分配

| 序号 | 目标 MCU 引脚 | 传感器引脚 |
|----|-----------|-------------------|
| 1 | PB1 | 传感器 报警输出信号 Alert |
| 2 | PB6 | 传感器 I2C 总线 SCL 信号 |
| 3 | PB7 | 传感器 I2C 总线 SDA 信号 |

7.9.2 矩阵键盘(2x3)模块

2x3 矩阵键盘模块可以直接安装在 LoRa 终端上使用，资源配置情况如下所示：

- 列 1 — PB0
- 列 2 — PB1

- 列 3 —— PA8
- 行 1 —— PB6
- 行 2 —— PB7

注意：PA8 引脚为 OLED 显示屏 I2C-SCL 信号，在同时使用 OLED 屏幕和 2x3 矩阵键盘模块时，在每次矩阵键盘扫描任务前、后，需要重置 PA8 到相应的工作模式和状态；或放弃使用 PA8 对应列（B3 按键、B6 按键），使用 2x2 矩阵键盘功能。

7.9.3 模拟电压输出模块

模拟电压输出模块包括 2 路连续可调的电压输出，4 个 LED 指示灯，模块可以直接安装在 LoRa 终端上使用，资源分配情况如表 6 所示。

表 6 模拟电压输出模块引脚资源分配

| 序号 | 外设资源 | 目标 MCU 引脚及资源 |
|----|------------|---------------------|
| 1 | 电位器 RP1 输出 | PB1 / ADC CHANNEL 9 |
| 2 | 电位器 RP2 输出 | PB0 / ADC CHANNEL 8 |
| 3 | LED1 | PB6 / 低电平有效 |
| 4 | LED2 | PB7 / 低电平有效 |

8 接口与跳线

8.1 对外调试接口 CN3

CN3 是 LoRa 终端板载 CMSIS DAP Link 的对外调试接口，当用户需要调试外部的其它板卡，可以使用该接口，引脚定义如表 7 所示。

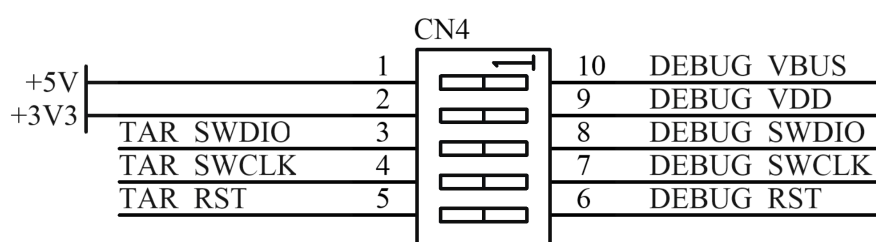
表 7 对外调试接口引脚定义（CN3）

| 序号 | 引脚 | 功能 |
|----|-------|-----------|
| 1 | GND | 地 |
| 2 | RST | 外部板卡复位信号 |
| 3 | SWDIO | SWD 模式数据线 |
| 4 | SWCLK | SWD 模式时钟线 |
| 5 | VDD | 电源（+3.3V） |

8.2 调试器与目标板的连接配置 CN4

CN4 用于控制 CMSIS DAP Link 和目标 MCU STM32L071KBU 的 SWD 接口连接和供电，5 位拨码开关各位功能定义如图 5 所示。

图 5 调试器与目标板的连接配置开关



当用户单独使用 LoRa 终端进行仿真和调试时，需要连接 USB 线缆，并将 CN4 的 5 个位均置于 ON 状态，确保 CN4 的所有位全部导通。如果用户在国信长天物联网竞赛实训装置上使用各类终端和网关设备，终端和网关可以由单独设计的电源板进行供电和电流消耗监测，不需要连接 CN4 的 1-10、2-9。

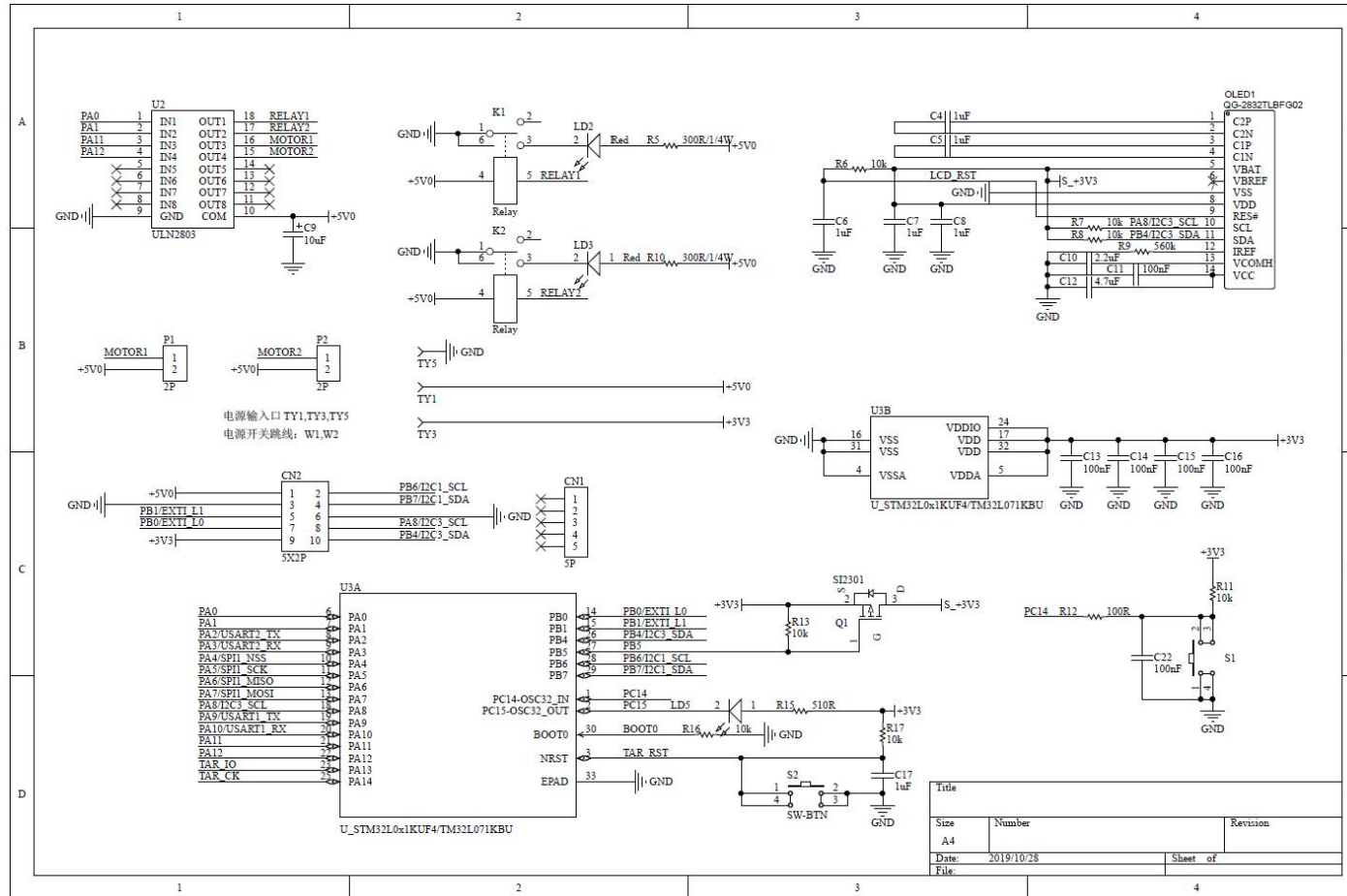
8.3 天线接口 P3

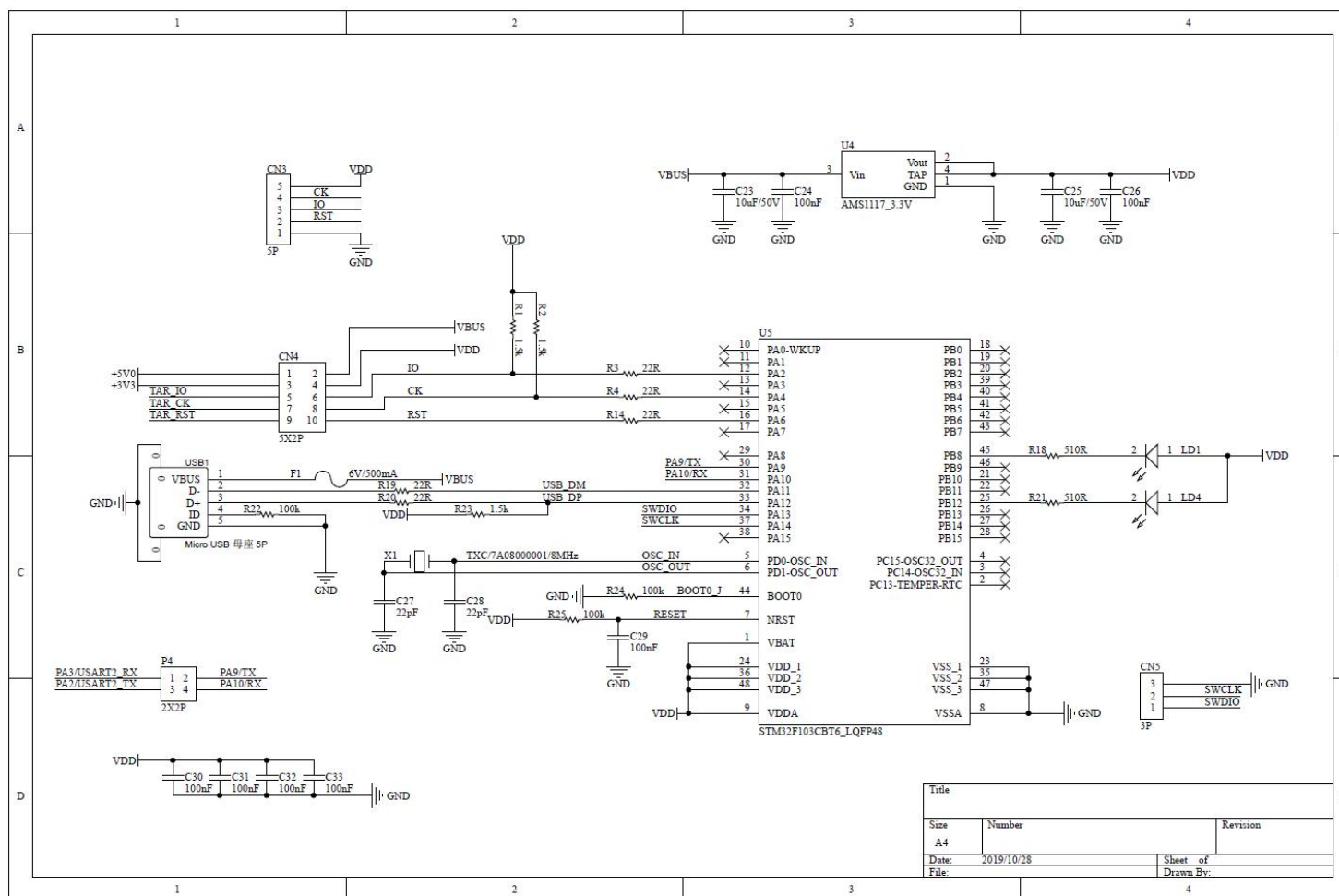
LoRa 模块天线接口。

8.4 驱动接口 P1 和 P2

P1 和 P2 由 ULN2803 驱动，每路可提供 5V/500mA 的驱动能力。仅使用 USB 接口供电时，使用 P1 和 P2 接口需要考虑 USB 接口的输出能力（一般情况下 USB 接口的输出能力 $\leq 500\text{mA}$ ）。

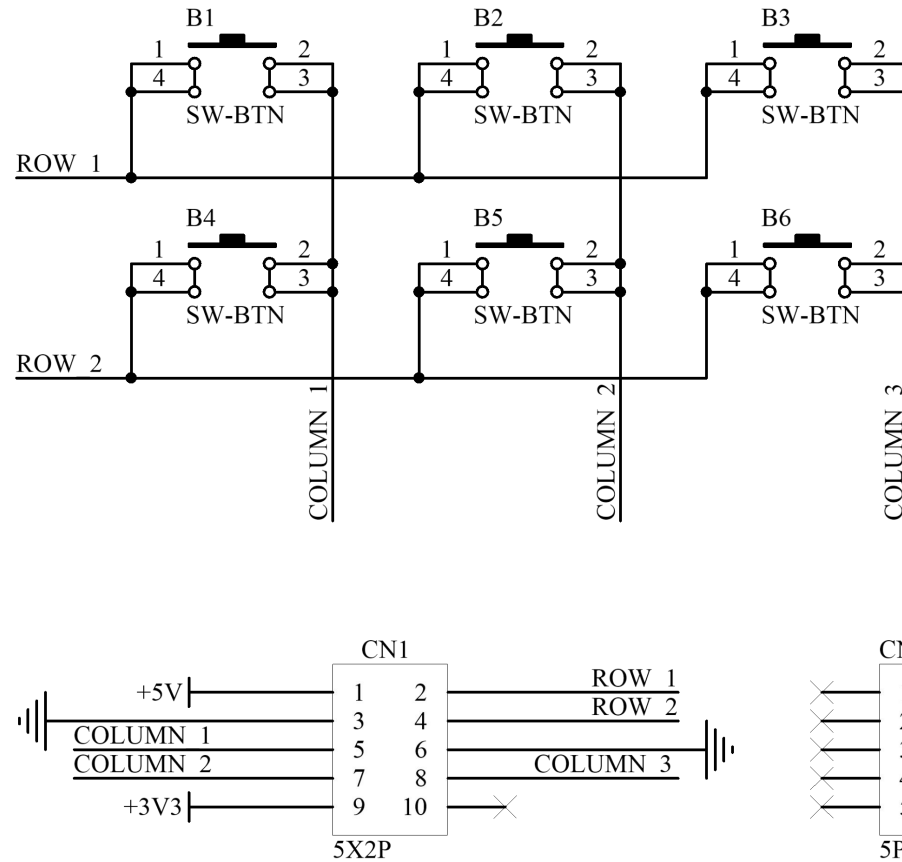
附录 A 电路原理图（目标控制器部分）



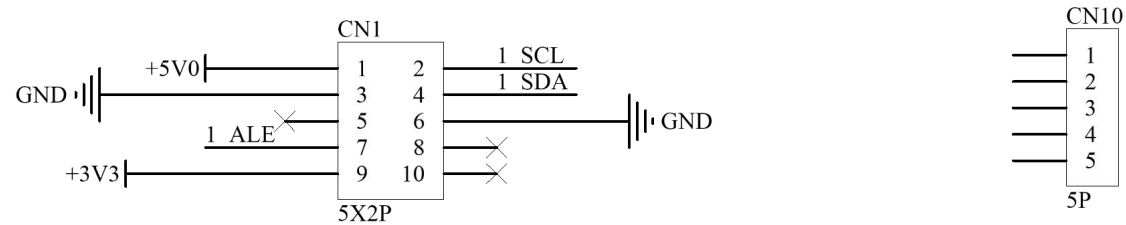
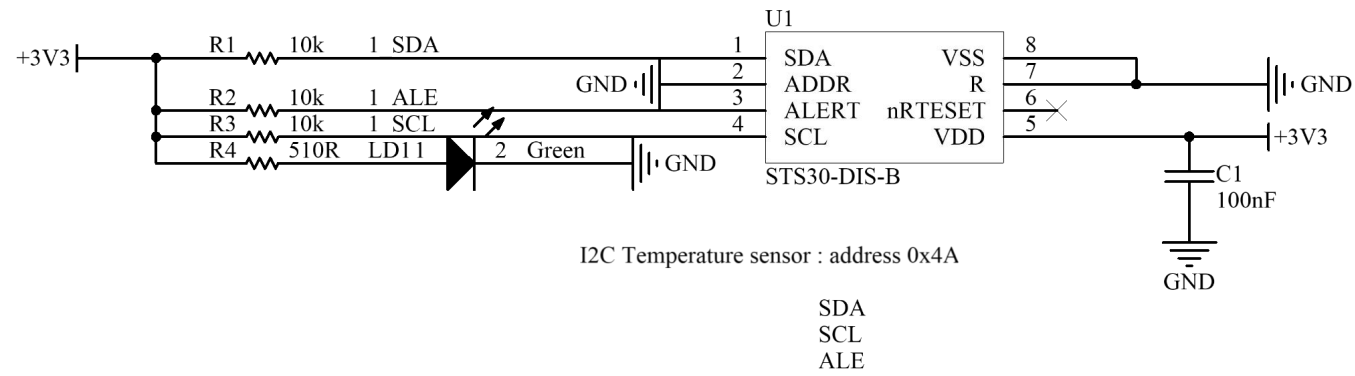


[illegible]

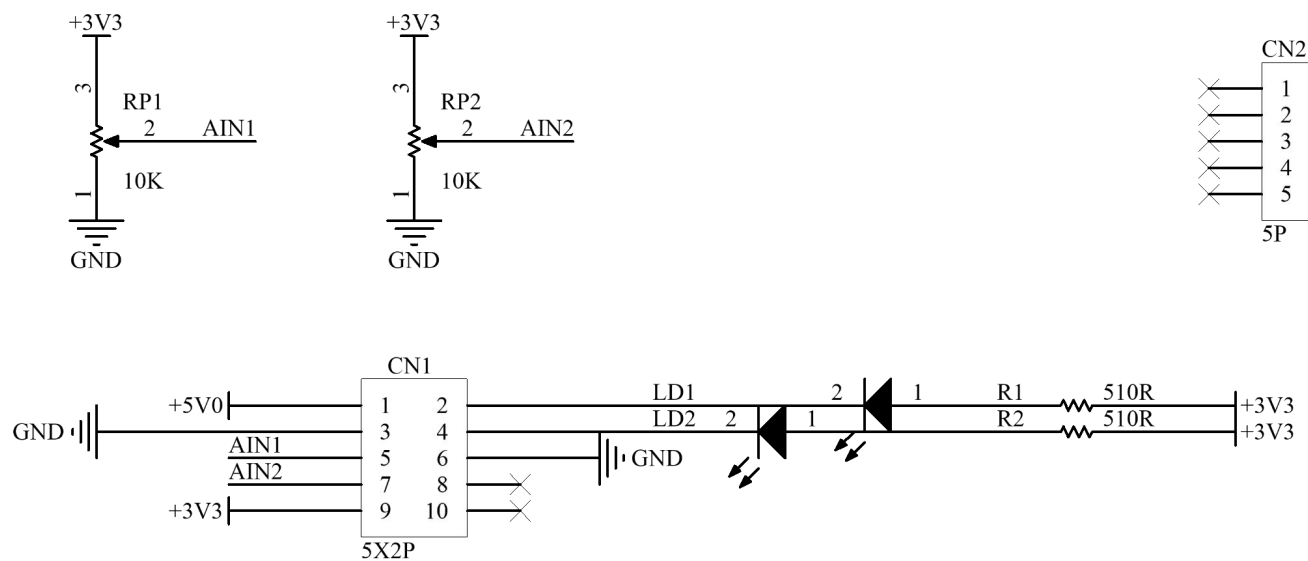
附录 D 电路原理图（传感器部分-2X3 矩阵键盘模块）



附录 E 电路原理图 (传感器部分-温度传感器模块)



附录 F 电路原理图（传感器部分-模拟电压输出模块）



附录 G 尺寸结构图

