压力容器数据记录模块

硬件设计文档

**目录：**

1. **系统设计**
2. **电源模块**
3. **主控模块**

主控模块由中央处理器和外围接口电路组成，负责协调各个子模块的工作，收集各个子模块上传的信息和数据，并在内部对其进行整合和处理。主控模块需要实现稳定的不间断工作，对中央处理器和外围元器件的综合性能有着一定的要求。此处选用STM32L431RCT作为主控模块的中央处理器，以满足高计算性能、高稳定性以及低功耗的设计要求。以下是对这款芯片以及主控模块设计的详细介绍。

STM32系列微处理器是目前世界上最为流行的ARM架构微处理器，由意法半导体公司研发，专门面向高性能、低成本、低功耗的嵌入式应用场景。STM32L4x1系列属于基本型超低功耗STM32处理器，在满足设计要求的前提下在功耗、性能以及成本之间作了很好的平衡。下表为该芯片的基本属性。

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| 型号 | STM32L431RCT |
| 封装 | LQFP |
| 引脚数 | 64 |
| 尺寸 | 12mil×12mil×1.6mil |

1. **初始化配置**

STM32系列微处理器的初始化配置主要是针对芯片的硬件属性，包括芯片引脚配置、时钟配置、外设接口配置等。这些初始化参数以配置文件的形式保存，在编译时以编译参数的形式提供给编译器。开发者可以直接编写C代码配置文件，但需要对MCU硬件结构和原理有着很深入的理解。此外，开发者也可以通过一些集成化的初始化生成软件来实现STM32的初始化，如ST公司官方推出的STM32Cube MX代码生成工具。

STM32CubeMX是ST公司针对STM32系列微处理器开发的一款初始化代码生成工具，它集成了多个软件平台，包括STM32Cube HAL集成库以及TCP/IP,USB,RTOS等通信中间件，可以支持STM32全系列芯片的开发。STM32CubeMX拥有一个图形化的操作界面用于配置MCU的初始参数，并自动生成其所对应的初始化C代码及工程文件，开发者可以在生成的工程目录下调用其生成的库函数直接进行二次开发，而不用关心底层的实现。

需要配置的初始化项目根据功能可以分为几类，分别是针对MCU工作形态的全局配置，外设驱动的配置以及通信接口的配置。以下是针对本产品的MCU初始化配置参数说明。

**1 全局：**

**1.1 Pinout Configuration**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **VBAT** |  | **33** |  |  |
| **2** | **PC13** |  | **34** |  |  |
| **3** | **PC14** |  | **35** |  |  |
| **4** | **PC15** |  | **36** |  |  |
| **5** | **PH0** |  | **37** |  |  |
| **6** | **PH1** |  | **38** |  |  |
| **7** | **NRST** |  | **39** |  |  |
| **8** | **PC0** |  | **40** |  |  |
| **9** | **PC1** |  | **41** |  |  |
| **10** | **PC2** |  | **42** |  |  |
| **11** | **PC3** |  | **43** |  |  |
| **12** | **VSSA** |  | **44** |  |  |
| **13** | **VDDA** |  | **45** |  |  |
| **14** | **PA0** |  | **46** |  |  |
| **15** | **PA1** |  | **47** |  |  |
| **16** | **PA2** |  | **48** |  |  |
| **17** |  |  | **49** |  |  |
| **18** |  |  | **50** |  |  |
| **19** |  |  | **51** |  |  |
| **20** |  |  | **52** |  |  |
| **21** |  |  | **53** |  |  |
| **22** |  |  | **54** |  |  |
| **23** |  |  | **55** |  |  |
| **24** |  |  | **56** |  |  |
| **25** |  |  | **57** |  |  |
| **26** |  |  | **58** |  |  |
| **27** |  |  | **59** |  |  |
| **28** |  |  | **60** |  |  |
| **29** |  |  | **61** |  |  |
| **30** |  |  | **62** |  |  |
| **31** |  |  | **63** |  |  |
| **32** |  |  | **64** |  |  |

**1.2 Clock Configuration:**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| Enable CSS>>PLLCLK | True |
| HCLK(MHz) | 80 |
| I2C2 Clock Mux>>To ADC(MHz) | 12 |

1. **外设：**
2. **串口：**

**3.1 UART**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **TX端口** | **RX端口** | **功能** |
| **USART1** | **PA9** | **PA10** | **外部Modbus** |
| **USART2** |  |  | **外部RS232** |
| **LPUART1** | **PC1** | **PC0** | **内部NB-IoT** |

* + 1. **USART1**

**UASRT1用于外部Modbus协议通信，由于Modbus报文长度未知，此处使用HAL库DMA+空闲中断实现串口不定长数据接收。此处使用STM32CubeMx软件根据如下初始化配置的参数生成初始化代码。**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **配置项** | | | **值** | **描述** |
| Mode | | | Asynchronous |  |
| Baud Rate | | | 115200 |  |
| Word Length | | | 8 Bits (including Parity) |  |
| Parity | | | None |  |
| Stop Bits | | | 1 |  |
| USART1 global interrupt | | | Enabled | 开启全局串口中断 |
| DMA Settings | 1 | DMA Request | USART1\_RX | 开启DMA接收 |
| Mode | Normal |
| NVIC | USART1 global interrupt | Enabled | True | 配置中断分组 |
| Preemption Priority | 1 |
| Generate IRQ handler | false | 取消自动生成的USART1中断服务程序 |

**3.1.2 USART2**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| Mode | Asynchronous |
| Baud Rate | 115200 |
| Word Length | 8 Bits (including Parity) |
| Parity | None |
| Stop Bits | 1 |

**3.1.2 LPUART1**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| Mode | Asynchronous |
| Baud Rate | 115200 |
| Word Length | 8 Bits (including Parity) |
| Parity | None |
| Stop Bits | 1 |

**3.2 SPI**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **NSS端口** | **SCK端口** | **MISO端口** | **MOSI端口** | **功能** |
| **SPI1** |  | **PA1** | **PA6** | **PA7** | **外部ADC通信** |

**3.2.1 SPI1**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| Mode | Full-Duplex Master |
| Frame Format | Motorola |
| Data Size | 4 Bits |
| First Bit | MSB First |

1. **无线通信模块**
2. **测量电路模块**
3. **其他外围电路**

**Part1. MCU STM32L431RCT**

1. **元件信息**
2. **ADC：**

**基本**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| 分辨率 | 12位 |
| 范围 | 0-4095 |

**Pinout & Configuration>>Parameter Settings>>ADC\_Settings**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| Clock Prescaler | Asynchronous clock mode divided by 2 |
| Resolution | ADC 12-bit resolution |
| Continuous Conversion Mode | Enabled |
| DMA Continuous Requests | Enabled |

**Pinout & Configuration>>Parameter Settings>>ADC\_Regular\_ConversionMode**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| Rank>>Sampling Time | 640.5 Cycles |

**Pinout & Configuration>>DMA Settings**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DMA Request** | **Channel** | **Direction** | **Priority** | **Mode** | **Peripheral>>Data Width** | **Memory>>Data Width** |
| ADC1 | DMA1 Channel 1 | Peripheral To Memory | High | Circular | Word | Word |

**Part2. NB-IoT模块 China Mobile M5311**

1. **元件信息**
2. **基本属性：**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| 型号 | 中国移动M5311 |
| 封装 | LCC |
| 引脚数 | 40 |
| 尺寸 | 16 mm × 18 mm × 2.2 mm |

1. **通信信息：**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| 串口通信参数 | 115200， 8， none， 1 |
| 封装 | LCC |
| 引脚数 | 40 |
| 尺寸 | 16 mm × 18 mm × 2.2 mm |

1. **AT指令表：**

|  |  |
| --- | --- |
| **AT指令** | **值** |
| AT+CGATT? | 中国移动M5311 |
| 封装 | LCC |
| 引脚数 | 40 |
| 尺寸 | 16 mm × 18 mm × 2.2 mm |

**Part3. 高精度ADC**

1. **元件信息**
2. **ADC芯片基本属性：**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| ADC芯片型号 | LTC2380-24 |
| 封装 | MSOP |
| 引脚数 | 16 |
| 位数 | 24位 |
| 通道数 | 1 |
| 工作频率 | 1.5MHz |
| 功耗 | 28mW |
| SNR典型值 | 100dB |
| 内部滤波器 | 16位实时平均（16个转换结果） |
| 接口 | SPI |

1. **精密基准电压源芯片基本属性：**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **值** |
| 芯片型号 | LTC6655 |
| 封装 | MSOP |
| 引脚数 | 8 |
| 基准电压 | 2.5V |
|  |  |

**Part4. 模块连接**

**1. 串口**

**(1) 分配：**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **TX端口** | **RX端口** | **功能** |
| USART1 | PA9 | PA10 | 外部RS232 |
| USART2 |  |  | 外部Modbus |
| LPUART1 | PC1 | PC0 | 内部NB-IoT |

**(2) USART1：**

**(3) USART2:**

**(4) LPUART1:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目** | | **值** | | |
| 连接对象 | | STM32-M5311 | | |
| 连接方式 | | 电平转换 | | |
| **项目** | **TX(MCU端)** | | **RX(MCU端)** | |
| **Designator** | LPUART\_TX | | LPUART\_RX | |
| **PIN(MCU)** | 9(PC1) | | 8(PC0) | |
| Tolerant | 3.3V | Tolerant | 3.3V |
| **PIN(M5311)** | 10(UART1\_RXD) | | 9(UART1\_TXD) | |
| Tolerant | 1.8V | Tolerant | 1.8V |
| VILmax | 0.6V | VOLmax | 0.4V |
| VIHmin | 1.6V | VOHmin | 1.62V |
| VIHmax | 1.98V | VOHmax | 1.98V |