# WiFi-EEG嵌入式软件需求

## 硬件

WiFi-EEG硬件包含两块独立的PCB，并使用22pins的FPC进行连接。其中一块PCB为采集模块，另一块为主控模块。

FPC接口定义如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Pin** | **信号名称** | **描述** |
| 1 | 3V3 | 3.3V电源 |
| 2 | IN\_5V | 5V电源 |
| 3 | ADS\_DRDY3 | ADS1299芯片3的DRDY信号 |
| 4 | ADS\_DRDY2 | ADS1299芯片2的DRDY信号 |
| 5 | ADS\_DRDY1 | ADS1299芯片1的DRDY信号 |
| 6 | ADS\_SPI\_CS0 | ADS1299芯片1的SPI片选信号 |
| 7 | ADS\_SPI\_CS1 | ADS1299芯片2的SPI片选信号 |
| 8 | ADS\_SPI\_CS2 | ADS1299芯片3的SPI片选信号 |
| 9 | ADS\_SPI\_CS3 | ADS1299芯片4的SPI片选信号 |
| 10 | ADS\_DRDY4 | ADS1299芯片4的DRDY信号 |
| 11 | ADS\_SPI\_MOSI | ADS1299芯片SPI总线的MOSI信号 |
| 12 | ADS\_SPI\_MISO | ADS1299芯片SPI总线的MISO信号 |
| 13 | ADS\_SPI\_CLK | ADS1299芯片SPI总线的CLK信号 |
| 14 | ADS\_START | ADS1299芯片的START信号 |
| 15 | ADS\_RESET | ADS1299芯片的RESET信号 |
| 16 | ADS\_PWDN | ADS1299芯片的POWER DOWN信号 |
| 17 | NTAG\_FD | NT3H2111芯片的场检测FD信号 |
| 18 | PD\_CTL | 采集板的Power控制信号 |
| 19 | Switch\_CTL | 模组间级联使用信号，0=级联，1=独立 |
| 20 | GND | 电源地 |
| 21 | I2C\_SDA | I2C总线的SDA信号(NFC) |
| 22 | I2C\_SCL | I2C总线的SCL信号(NFC) |

**表1**

### 2.1主控模块接口：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **接口名称** | **描述** |
| 1 | S1 | EN信号，按下关闭ESP32-S3芯片 |
| 2 | S2 | 开关机按键 |
| 3 | S3 | 开机同时按下GPIO0为0，进入USB/UART下载模式 |
| 4 | J1 | UART接口 |
|  | J1-1 (3V3) | 3.3V电源输出 |
|  | J1-2 (TX) | UART-TX信号输出 |
|  | J1-3 (RX) | UART-RX信号输入 |
|  | J1-4 (GND) | 电源地 |
| 5 | J2 | RGB-LED (WS2812) 接口 |
|  | J2-1 (3V3/4V2) | 电源 (默认3.3V，可选4.2V) |
|  | J2-2 (DO) | WS2812的DO信号 |
|  | J2-3 (GND) | 电源地 |
| 6 | J5 | 3.7V锂电池接口 |
|  | J5-1 | 锂电池正极 |
|  | J5-2 | 锂电池NTC温度信号 |
|  | J5-3 | 锂电池负极 |
| 7 | USB1 | TypeC接口 |
| 8 | U6 | 22Pins-FPC接口，定义参考表1 |

**表2**

### 2.2采集模块接口：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Pin** | **信号名称** | **描述** |
| 1 | OUT\_5V | 5V电源输入 |
| 2 | ADS1\_P1 | ADS1299芯片1的P1电极信号 |
| 3 | ADS1\_P3 | ADS1299芯片1的P2电极信号 |
| 4 | ADS1\_P5 | ADS1299芯片1的P5电极信号 |
| 5 | ADS1\_P7 | ADS1299芯片1的P7电极信号 |
| 6 | ADS2\_P1 | ADS1299芯片2的P1电极信号 |
| 7 | ADS2\_P3 | ADS1299芯片2的P3电极信号 |
| 8 | ADS2\_P5 | ADS1299芯片2的P5电极信号 |
| 9 | ADS2\_P7 | ADS1299芯片2的P7电极信号 |
| 10 | ADS\_BIAS | ADS1299的BIAS信号 |
| 11 | ADS3\_P1 | ADS1299芯片3的P1电极信号 |
| 12 | ADS3\_P3 | ADS1299芯片3的P3电极信号 |
| 13 | ADS3\_P5 | ADS1299芯片3的P5电极信号 |
| 14 | ADS3\_P7 | ADS1299芯片3的P7电极信号 |
| 15 | ADS4\_P1 | ADS1299芯片4的P1电极信号 |
| 16 | ADS4\_P3 | ADS1299芯片4的P3电极信号 |
| 17 | ADS4\_P5 | ADS1299芯片4的P5电极信号 |
| 18 | ADS4\_P7 | ADS1299芯片4的P7电极信号 |
| 19 | ADS1\_P2 | ADS1299芯片1的P2电极信号 |
| 20 | ADS1\_P4 | ADS1299芯片1的P4电极信号 |
| 21 | ADS1\_P6 | ADS1299芯片1的P6电极信号 |
| 22 | ADS1\_P8 | ADS1299芯片1的P8电极信号 |
| 23 | ADS2\_P2 | ADS1299芯片2的P2电极信号 |
| 24 | ADS2\_P4 | ADS1299芯片2的P4电极信号 |
| 25 | ADS2\_P6 | ADS1299芯片2的P6电极信号 |
| 26 | ADS2\_P8 | ADS1299芯片2的P8电极信号 |
| 27 | ADS\_REF | ADS1299的公共参考信号 |
| 28 | ADS3\_P2 | ADS1299芯片3的P2电极信号 |
| 29 | ADS3\_P4 | ADS1299芯片3的P4电极信号 |
| 30 | ADS3\_P6 | ADS1299芯片3的P6电极信号 |
| 31 | ADS3\_P8 | ADS1299芯片3的P8电极信号 |
| 32 | ADS4\_P2 | ADS1299芯片4的P2电极信号 |
| 33 | ADS4\_P4 | ADS1299芯片4的P4电极信号 |
| 34 | ADS4\_P6 | ADS1299芯片4的P6电极信号 |
| 35 | ADS4\_P8 | ADS1299芯片4的P8电极信号 |
| 36 | GND | 电源地 |

**表3**

## 嵌入式软件

为方便描述，后续描述中设备端亦指代WiFi-EEG模组，而主机如电脑或手机等称为服务端。设备端与服务端通过WiFi进行通讯。

### EEG采集

采集模块使用4片ADS1299进行最大32通道的脑电极采集，所有ADS1299模拟信号正极输入端为脑电极信号，负极使用ADS\_REF参考信号。

4片ADS1299其中一片为主时钟( CLKSEL=1 )，其他三片为从时钟( CLKSEL=0 )。

硬件设计中WiFi-EEG模组可工作在独立模式或级联模式，当WiFi-EEG模组级联模式使用时Switch\_CTL控制信号为0，独立模式使用时Switch\_CTL信号为1， 4片ADS1299通过CS0~3片选后读取及写入数据，采样率、增益等可配置。

模组工作在**独立模式**时，使用芯片的Continue模式ADS1299会依据采样率自动进行ADC转换，当ADC完成转换后DRDY1~4中断通知MCU.

模组工作在**级联模式**时（**暂不实现**），多模组同步采集更多通道的EEG信号，模组间ADS1299的工作时钟会有累计误差，造成不同模组间的采样数据量的误差。通过服务端广播机制进行设备端之间的时钟同步，保证各模组采样数据量一致。

ADS1299可以工作在正常采集方式与测试方式，正常采集时会采集EEG输入的信号，测试方式时，ADS1299切换到内部源进行噪声、Pulse信号的检测。

### 蓝牙功能

蓝牙（**可选功能**）主要用于配置WiFi进入SoftAP模式时使用的名称，密码；STA模式时所访问AP的名称与密码，并存入NT3H2111芯片1K后EEPROM区域。

### WiFi功能

WiFi默认STA模式发生数据至服务端，接收服务端的控制/配置数据。当无法加入AP时，WiFi进入SoftAP模式，并提供Http页面配置AP名称、密码等。

### NFC功能

模组级联使用（多模组）时，用于标记模组与EEG通道位置。多个模组置入级联BOX中如下图所示，每个模组磁吸面会有NFC线圈，NFC读写器轮询各个位置是否有模组置入。

**图3**

当发现NFC，在NT3H2111芯片的RAM区写入位置编号（1~8）与级联标记0x55AA。同时NT3H2111前1K区域EEPROM用于常规NFC操作，后1K区域EEPROM用于存储模组配置信息。

### 加速度功能

通过I2C接口按照50Hz的采样速度获取加速度计3轴数据并通过WiFi传输。

### 开关机

当模组需要开关机时，通过可通过ESP32-KEY信号或者S2控制开关机。

### 电池检测

通过ADC测量电池电压，并转换成百分比。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **电压** | **百分比** |
| 1 | 4.16~4.22V | 100% |
| 2 | 4.15V | 99% |
| 3 | 4.14V | 95% |
| 4 | 4.12V | 92% |
| 5 | 4.10V | 92% |
| 6 | 4.08V | 90% |
| 7 | 4.05V | 87% |
| 8 | 4.03V | 85% |
| 9 | 3.97V | 80% |
| 10 | 3.93V | 75% |
| 11 | 3.90V | 70% |
| 12 | 3.87V | 65% |
| 13 | 3.84V | 60% |
| 14 | 3.81V | 55% |
| 15 | 3.79V | 50% |
| 16 | 3.77V | 45% |
| 17 | 3.76V | 40% |
| 18 | 3.74V | 35% |
| 19 | 3.73V | 30% |
| 20 | 3.72V | 25% |
| 21 | 3.71V | 20% |
| 22 | 3.69V | 15% |
| 23 | 3.66V | 12% |
| 24 | 3.65V | 10% |
| 25 | 3.64V | 8% |
| 26 | 3.63V | 5% |
| 27 | 3.61V | 3% |
| 28 | 3.59V | 1% |

**表4**

### 程序逻辑

### 初始化

ESP32从NT3H2111中加载存入的AP信息（密码需加密），若加载成功，尝试使用AP名及解密后的密码连接该AP，若成功进入待机状态（ADS1299-PowerOff）。

若加载AP信息或连接AP失败，开启蓝牙（可选）并进入SoftAP模式，加载NT3H2111中存储的SoftAP名称及密码。若加载失败使用默认的SoftAP名称“SR-EEG-W32”，默认密码“Sr123456”；开启http服务提供AP配置页面，等待用户操作完成，并连接新AP，直至连接成功。

当用户使用蓝牙配置AP时，操作流程同SoftAP方式。

新的AP连接成功后需存储AP名及密码至NT3H2111中。

### 通讯

ESP32连接AP成功后，等待服务端发生建立连接的UDP广播，ESP32回应其NT3H2111的UID、版本信息，并记录服务端IP。

ESP32等待服务端的UDP配置信息，例如独立/级联模式、采样率、增益、测试/正常采集方式等信息，并进行ADS1299的配置，完成后返回成功码或失败码给服务端。

ESP32等待服务端UDP广播的启动或停止采集消息，若收到启动消息，则进行采样并发送数据至服务端，直至收到停止消息。关闭ADS1299，再次等待ESP32配置消息。