

1. 概述

为了使软件设计高效，设计结果准确、软件运行流畅，功能全覆盖，制定本文件，确认软件设计方案，明确数据交互过程。

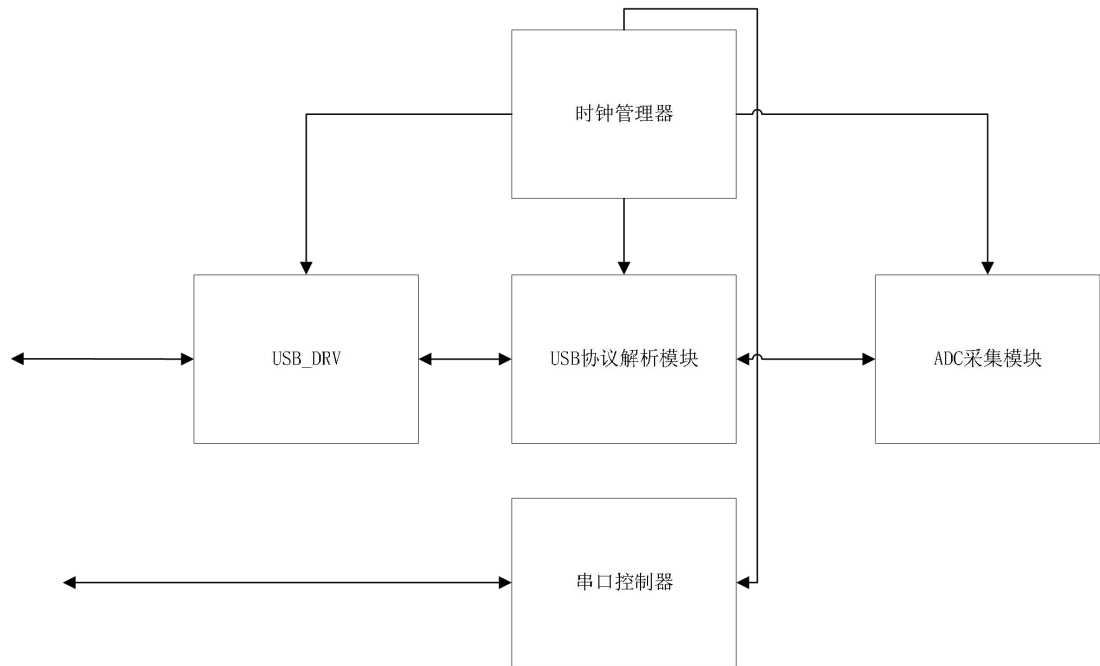
1.1. 修订记录

| 日期 | 修订内容 | 备注 |
|------------|---|-------|
| 20240924 | 整理设计思路，形成初始文档 | |
| 20241008_1 | 增加发送端口与接收端口定义，规定高低字节的发送顺序 | |
| 20241009_1 | 更正发送端口为 0x02（书写错误），修改协议支持 144 导联，增加采集触发命令，将门铃命令改为查询命令 | |
| 20241013_1 | 新增传输模式下的触发命令，保留原有的问询模式下的触发采集命令 | |
| 20241014_1 | 将单通道控制信号合并在一起 | |
| 20241123_1 | 增加采集命令与停止命令 | |
| 20241129_1 | 修改采集命令为上传模式，修改阻抗检测模式的响应状态 | |
| 20250217 | 新硬件上修改，增加音频数据通信接口 | |
| 20250414 | 增加各个模式的放大倍数设置 | 此更改取消 |
| 20250719 | 增加电源管理模块，增加电池状态上传协议 | |
| 20250829 | 修改电池状态上传协议的说明 | |
| 20250903 | 修改电池状态上传模式，改为接收采集命令后开始上传 | |
| 20251011 | 新增电量查询命令，删除原来检测命令进行上传的功能 | |

2. 通信接口

采用 USB2.0 进行数据交互，硬件芯片采用 CY7C68013，发送端口 0x02，接收端口 0x86。

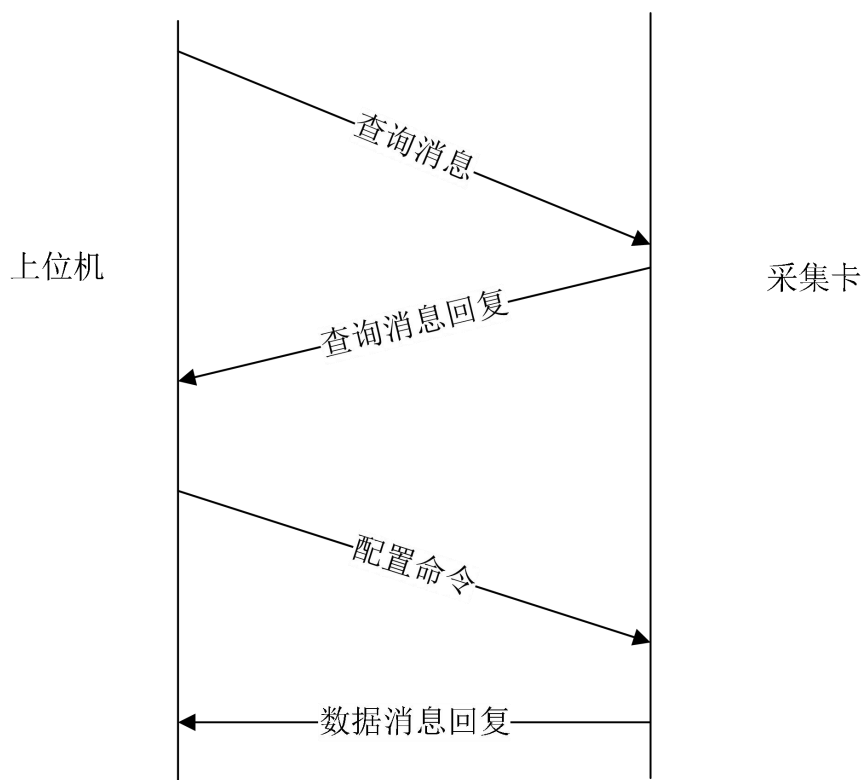
3. 软件功能模块划分



软件主要分为 4 个功能模块和一个预留的串口控制器。

- **USB_DRV:**USB2.0 的驱动模块，用于数据交互传输
- **USB 协议解析模块：**用于解析数据内容，给其他功能模块发送配置信息、产生对应的帧格式协议、进行数据上传等。
- **ADC 采集模块：**用于进行 ADC 数据采集，通道控制，级联控制等功能
- **时钟管理器：**用于产生系统工作时钟，复位信号。
- **串口控制器：**预留。

4. 数据交互过程



上电开机时，先由上位机发送查询消息用于查询板卡状态，确认板卡是否在线，板卡收到消息回复信息，信息内容包含当前板卡的配置状态等信息。上位机收到回复后，对板卡进行配置，然后板卡根据配置消息进行数据回复。

5. USB 2.0 通信协议（内容均为低字节先发）

5.1. 配置命令

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|-------|------------|--|--------------------------|
| 0~3 | 0X55AACBCD | 帧头 | |
| 4 | 0x10 | 数据类型 | |
| 5 | | 0x50=>自动上传 0x51=>问询上传 | |
| 6~9 | | 上传频率 | 默认 2k=50m/2k |
| 10 | | 数据采集模式 | 0X01 采集模式 0x00 阻抗检测模式 |
| 11~27 | | 预留 | |
| 28 | | 级联使能/主从配置 Bit0 0=> 关闭级联 1=> 开启级联 Bit1: 0=> 表示主机 1=> 表示从机 | |

| | | | |
|-------|------|---|----|
| 29 | | 采集卡复位操作 Bit0=> 0=>复位 USB 芯片 1=>启动 USB 芯片 Bit1=> 0=>复位 ad 采集 1=>使能 ad 采集 | |
| 30~32 | | 预留 | |
| 33~38 | | 预留 | |
| 39 | 0xA3 | | 帧尾 |

5.2. 阻抗检测命令

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|-------|------------|--------|--------------------------|
| 0~3 | 0X55AACBCD | 帧头 | |
| 4 | 0x11 | 数据类型 | |
| 5 | | 数据采集模式 | 0X01 采集模式 0x00 阻抗检测模式 |
| 6~22 | | 预留 | |
| 23~38 | | 预留 | |
| 39 | 0xA3 | 帧尾 | |

5.3. 查询命令

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|------|------------|------|--|
| 0~3 | 0X55AACBCD | 帧头 | |
| 4 | 0x12 | 数据类型 | |
| 5~38 | | 预留 | |
| 39 | 0xA3 | 帧尾 | |

5.4. 触发采集命令（问询模式）

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|------|------------|------|--------------|
| 0~3 | 0X55AACBCD | 帧头 | |
| 4 | 0x13 | 数据类型 | 在配置为问询上传方式有效 |
| 5~38 | | 预留 | |
| 39 | 0xA3 | 帧尾 | |

5.5. 触发采集命令（自动模式）

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|------|------------|--------|------------|
| 0~3 | 0X55AACBCD | 帧头 | |
| 4 | 0x14 | 数据类型 | 配置为自动模式时有效 |
| 5~7 | | 触发导联数据 | |
| 8~38 | | 预留 | |

| | | | |
|----|------|----|--|
| 39 | 0xA3 | 帧尾 | |
|----|------|----|--|

5.6. 上传模式

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|------|------------|------------------------|------|
| 0~3 | 0X55AACBCD | 帧头 | |
| 4 | 0x15 | 数据类型 | 采集命令 |
| 5 | | 自动上传:0x50 问询上传:0x51 | |
| 6~38 | | 预留 | |
| 39 | 0xA3 | 帧尾 | |

5.7. 电量查询命令

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|------|------------|------------------------|--------|
| 0~3 | 0X55AACBCD | 帧头 | |
| 4 | 0x20 | 数据类型 | 电量查询命令 |
| 5 | | 自动上传:0x50 问询上传:0x51 | |
| 6~38 | | 预留 | |
| 39 | 0xA3 | 帧尾 | |

5.8. 数据上传回复

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|---------|------------|------------|---|
| 0~3 | 0XAA55CDCB | 帧头 | |
| 4 | 0x10 | 数据类型(数据上传) | |
| 5~8 | | 帧计数 | |
| 9~443 | | ADC 采集值 | 144 通道，每通道 3 个字节+1 通道触发导联值 脑电模式：除以 3.8 |
| 444~446 | | 本板音频数据 | |
| 447~449 | | 级联 1 音频数据 | |
| 450~452 | | 级联 2 音频数据 | |
| 453~455 | | 级联 3 音频数据 | |
| 456~497 | | 预留 | |
| 498 | 校验和 | 0~497 的校验和 | |

| | | | |
|-----|------|----|--|
| 499 | 0x5C | 帧尾 | |
|-----|------|----|--|

5.9. 阻抗检测回复

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|---------|------------|--------------|---|
| 0~3 | 0XAA55CDCB | 帧头 | |
| 4 | 0x11 | 数据类型（自检数据上传） | |
| 5~8 | | 帧计数 | |
| 9~443 | | ADC 采集值 | 144 通道，每通道 3 个字节+1 通道触发导联值 双极导联：除以 2.35 单极导联：除以 4.7 |
| 444~446 | | 本板音频数据 | |
| 447~449 | | 级联 1 音频数据 | |
| 450~452 | | 级联 2 音频数据 | |
| 453~455 | | 级联 3 音频数据 | |
| 456~497 | | 预留 | |
| 498 | 校验和 | 0~497 的校验和 | |
| 499 | 0x5C | 帧尾 | |

5.10. 查询回复

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|-------|------------|--------------------------|---|
| 0~3 | 0XAA55CDCB | 帧头 | |
| 4 | 0x12 | 数据类型(门铃回复) | |
| 5 | | 0x50=>自动上传 0x51=>问询上传 | |
| 6~9 | | 上传频率 | |
| 10 | | 数据采集模式 | 0X01 采集模式 0x00 阻抗检测模式 |
| 11~16 | | 版本号 | 格 式 : 0x202410140101 表示 2024 年 10 月 14 日开发的，版本号为 1.01 |
| 17~22 | | 生产日期及设备流水号 | 格 式 : 0x202410140001 表示 2024 年 10 月 14 日生产的，设备流水号为 0001 |
| 23 | | 实际导联数 | |
| 24 | | 级联使能/主从配置 | |

| | | | |
|-------|------|---|----|
| | | Bit0 0=> 关闭级联 1=> 开启级联 Bit1: 0=> 表示主机 1=> 表示从机 | |
| 25~37 | | 预留 | |
| 38 | | 0~38 的校验和 | |
| 39 | 0x5C | | 帧尾 |

5.11. 电池状态回复（接收采集命令后开始上传电池状态，1 秒 10 次）

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|-----|------------|---|--|
| 0~3 | 0XAA55CDCB | 帧头 | |
| 4 | 0x20 | 数据类型(电池状态) | |
| 5 | | Bit[1:0] 0->工作模式 1->充电完成 2->正在充电 3->充电芯片损坏 Bit[5:2] 0->1 格电 1->2 格电 2->3 格电 3->4 格电 4->5 格电(满电) | |
| 6~7 | | 电源管理 ADC 原始采集数据 | |
| 8 | | 0~7 的校验和 | |
| 9 | 0x5C | | |

6. 生产日期及设备流水号配置协议(串口配置，波特率 115200，一个开始位一个停止位，无校验位)

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|-----|--------|----|--|
| 0~1 | 0XAA55 | 帧头 | |

| | | | |
|-----|-------------------------------------|------------|---|
| 2~7 | Byte2=>0x20 Byte3=>0x24 | 生产日期及设备流水号 | 格 式 : 0x202410140001 表示 2024 年 10 月 14 日生产的，设备流水号为 0001 |
| 8 | 0xA3 | | 帧尾 |

7. 级联数据传输协议（不对上位机）

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|--------|--------|----------------|-----------|
| 0~1 | 0X55AA | 帧头 | |
| 2~5 | 0x13 | 帧计数 | |
| 6~10 | | Adc 通信接口状态 | |
| 11~118 | | 1~36 通道 ADC 数据 | 每通道 3 个字节 |
| 119 | 0xA3 | 帧尾 | |

8. 级联配置协议（不对上位机）

| 字节号 | 内容 | 备注 | |
|-------|------------|---|------------------------|
| 0~3 | 0X55AACBCD | 帧头 | |
| 4 | 0x10 | 数据类型 | |
| 5 | | 上传模式 0x50=>自动上传 0x51=>问询上传 | 可以采用中断配置方式进行多个导联数据采集同步 |
| 6~9 | | 上传频率 | 默认 2k=50m/2k |
| 10~27 | | AD 通道使能 | 默认全部使能，144 通道 |
| 28 | | 接收配置默认为从机 | |
| 29 | | 采集卡复位操作 Bit1=> 0=>复位 ad 采集 1=>使能 ad 采集 | |
| 30~32 | | 触发导联数据 | |
| 33~38 | | 预留 | |
| 39 | 0xA3 | | 帧尾 |