# 分子诊断仪通讯协议

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 版本 | 日期 | 作者 | 备注 |
| V1.0 | 2022-03-15 | 陈颖芳 | 整理成文档 |

1. **通讯协议概述**
   1. 控制策略

为保证上位机和主控板之间的可靠通讯，制定通讯控制策略。

1. 校验机制：报文有CRC校验，确保报文的准确性。
2. 应答和重发机制：对上位机对主控板发送的控制命令包和查询命令包，主控板要进行应答；如果上位机/主控板没有在规定的时间内收到应答，要进行重发。
   1. 网络通信
3. 网络：W5500以太网
4. IP地址
   1. 上位机IP地址：192.168.1.100
   2. 下位机IP地址：192.168.1.199

3. 物理地址（MAC）：00:08:dc:11:11:12

* 1. 数据帧格式

上位机与主控板之间的数据帧格式：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **域名** | **长度（字节）** | **说明** |
| 帧头 | 1 | 用于解析数据包时寻找数据包开始标志，恒为0x55 |
| 长度 | 2 | 从地址开始计算到应用层结束的所有字节长度 |
| 地址 | 1 | 0x01（固定） |
| 帧号归属 | 2 | 用于标识不同发送者的数据帧，详细信息见1.4 |
| 类型 | 1 | 用于标识发送还是回复的数据包，详见1.5 |
| 数据段 | 不定长 | 应用层，具体的格式和长度取决于数据帧类型，详见1.6 |
| 校验 | 1 | 从帧头开始到应用层结束 ASIIC码相加无符号数 |
| 帧尾 | 1 | 确定帧是否无错到达，恒为0xAA |

* 1. 帧号归属

帧号归属与发送者相关，当上位机向主控板发送命令时，上位机将相应的帧号归属填入命令包中；主控板在应答时，会将上位机发送的帧号归属加1后填入命令包中进行应答，防止丢包。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **帧号归属数值** | | **定义** | **说明** |
| 帧号高 | 帧号低 |  |  |
| 0x01 | n | PC的计数器 | PC向MCU发送指令 |
| 0x02 | m | MCU的计数器 | MCU向PC发送指令 |

* 1. 类型

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **类型数值** | **定义** | **说明** |
| 0x00 | 发送 | 代表发送者主动发送的命令 |
| 0xFF | 回复 | 代表接收者对发送者传输层的回复确认 |

* 1. 数据段

该通信中的数据段为应用层部分，组成结构为：帧号，类型，发送者，接收者，主命令，子命令，主参数，子参数。根据帧号归属和类型不同，又分为不同的数据段类型：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **帧号归属** | **类型** | **定义** | **数据段** |
| PC的计数器 | 发送 | PC主动发送给MCU的数据段 | 帧号，类型，发送者，接收者，主命令，子命令，主参数，子参数 |
| MCU的计数器 | 发送 | MCU主动发送给PC的数据段 | 帧号，类型，发送者，接收者，主命令，子命令，主参数，子参数 |
| PC的计数器 | 回复 | 代表MCU对PC传输层的回复确认 | 无 |
| MCU的计数器 | 回复 | 代表PC对MCU传输层的回复确认 | 无 |

* 1. 通信策略

下面用一些例子来解释本协议的通讯策略。

1. PC->主控板(发送命令)：PC→主控板

55（头） 00 1D（长度） 01（地址） 01（帧号归属） 01（帧号）00（类型） 31 2C 43 2C 50 43 2C 4D 43 55 2C 45 58 45 2C 4F 50 45 4E 2C 4D 30 34 2C 2C（数据段） 00 AA（尾）

1. 主控板->PC（回复应答）： 主控板→PC

55 00 1E 01 02 00 00 31 2C 52 2C 4D 43 55 2C 50 43 2C 45 58 45 2C 4F 50 45 4E 2C 4D 30 34 2C 54 2C EA AA

1. 主控板执行命令： 执行
2. 主控板返回执行结果：主控板→PC
3. PC对主控的结果帧应答：PC→主控板
   * 1. 正常过程
4. PC准备控制、查询命令包，并且向主控板发送该控制、查询命令包

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 帧头 | 长度 | 地址 | 帧号归属 | 类型 | 应用层 | 校验 | 帧尾 |
| 55 | len | 0x01 | 0X01,n | 00  发送 | 帧号，帧类型，主命令，子命令，主参数，子参数 | 从帧头开始到应用层结束 ASIIC码相加无符号数 | AA |

1. 主控板接收到该控制、查询命令包后，主控板判断该命令格式是否符合要求，如符合要求，则准备“应答包”，并且向PC发送该“命令应答包”。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 帧头 | 长度 | 地址 | 参数类型 | 类型 | 应用层 | 校验 | 帧尾 |
| 55 | len | 0x01 | 0X01,n | FF回复 | 无 | 从帧头开始到应用层结束 ASIIC码相加无符号数 | AA |

1. 应答包发送给PC后，主控板便开始执行命令。
2. 执行完成后，便准备结果帧，并返回给PC。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 帧头 | 长度 | 地址 | 帧号归属 | 类型 | 应用层 | 校验 | 帧尾 |
| 55 | len | 0x01 | 0X02,m | 00  发送 | 帧号，帧类型，主命令，子命令，主参数，子参数 | 从帧头开始到应用层结束 ASIIC码相加无符号数 | AA |

1. PC接收到主控板发送的结果帧后，准备结果帧应答包，并发送给主控板进行应答。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 帧头 | 长度 | 地址 | 帧号归属 | 类型 | 应用层 | 校验 | 帧尾 |
| 55 | len | 0x01 | 0X02,m | FF  回复 | 无 | 从帧头开始到应用层结束 ASIIC码相加无符号数 | AA |

1. 此次通讯结束。
   * 1. MCU接收到的命令的格式不符合要求

MCU丢弃命令，不回复PC。

1. **PC→MCU通信协议**
   1. 数据段表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **数据意义** | **操作内容** | | | **字符串** |
| 1 | 出仓 | 控制电机M04向前运动到限位  放入卡盒 | | | n,C,PC,MCU,EXE,OPEN,M04,, |
| 2 | 入仓 | 控制电机M04向后运动到限位 | | | n,C,PC,MCU,EXE,CLOS,M04,, |
| 3 | 设置检测项目 | 选择检测项目  （项目：生殖道感染、呼吸道感染、新冠状病毒等等） | | | n,C,PC,MCU,EXE,ITEM,1,, |
| 4 | STEP1 | 孵育1 | | | n,C,PC,MCU,EXE,STEP1,T\_t,T1=650^t1=48, |
| 5 | STEP2 | 清洗1 | | | n,C,PC,MCU,EXE,STEP2,,, |
| 6 | STEP3 | 清洗2 | | | n,C,PC,MCU,EXE,STEP3,,, |
| 7 | STEP4 | 孵育2 | | | n,C,PC,MCU,EXE,STEP4,T\_t,T1=550^t1=300, |
| 8 | STEP5 | 清洗3 | | | n,C,PC,MCU,EXE,STEP5,,, |
| 9 | STEP6 | 清洗4 | | | n,C,PC,MCU,EXE,STEP6,,, |
| 10 | STEP7 | 转移到检测位 | | | n,C,PC,MCU,EXE,STEP7,,, |
| 11 | STEP8 | 开始检测 | | | n,C,PC,MCU,EXE,STEP8,,, |
| 12 | 拍照对准孔位 | PC->MCU PC给下位机发命令 让相机对准响应的孔，相应LED | | | n,C,PC,MCU,EXE,MOV,MCL,H=a^L=b, （a：1~3 b=FAM、预留灯1、预留灯2）  （对准结束回复（MCU->PC）：n,R,PC,MCU,EXE,MOV,MCL,T,） |
| 13 | 相机初始化 | PC->MCU 当前循环拍照完成，相机回初始化位置 (H=0,L=0) | | | n,C,PC,MCU,EXE,MOV,MCL,H=0^L=0,  （初始化结束回复（MCU->PC）：n,R,PC,MCU,EXE,MOV,MCL,T,） |
| 14  15 | PC->MCU 初始化主控板 | 1、增加软件复位按钮（初始化） | | | n,C,PC,MCU,EXE,INI,,, |
| 2、软件流程未结束前关闭软件，发送初始化命令（无需等待结果帧，发送完数据关闭即可） | | |
| 3、上位机收到初始化完成命令，当前通道流程中止，并复位 | | |
| 1616 | 设置LED开关 | PC->MCU 调试相机位置，要求相机可连续实时采集图片  （B:Bright的缩写 B的值范围：0~255） | FAM | 开 亮度60 | n,C,PC,MCU,LED,ON,FAM,B=60, |
| 关 亮度0 | n,C,PC,MCU,LED,OFF,FAM,, |
| 预留通道1 | 开 亮度100 | n,C,PC,MCU,LED,ON,预留通道1,B=100, |
| 关 亮度0 | n,C,PC,MCU,LED,OFF,预留通道1,, |
| 预留通道2 | 开 亮度100 | n,C,PC,MCU,LED,ON,预留通道2,B=100, |
| 关 亮度0 | n,C,PC,MCU,LED,OFF,预留通道2,, |
| 17 | 读flash | PC->MCU 读全部flash | | | n,C,PC,MCU,RD,PARA,,, |
| 17 | 写flash | PC->MCU 写flash 写入电机偏移量 | | | n,C,PC,MCU,WR,PARA,n,0=60^1=100^2=100^.....n-1=100, |
| 18  19 | 控制电机偏移 | 增量100步 | | | n,C,PC,MCU,DEB,MOV,M01,P+=100,  (如：M01) |
| 减量100步 | | | n,C,PC,MCU,DEB,MOV,M01,P-=100,  (如：M01) |
| 运动到原点位置 | | | n,C,PC,MCU,DEB,MOV,M01,P=0,  (如：M01) |
| 20 | 查询版本号  （未使用） | PC->MCU 查询当前主控板版本号 | | | n,C,PC,MCU,GET,VER,,,  （查询结束回复（MCU->PC）：n,C,PC,MCU,GET,VER,,v1.01,） |

***注意：电机编号及索引对应关系详见附件***

1. **MCU→PC通信协议**
   1. 数据段表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **数据意义** | **操作内容** | **字符串** |
| 1 | 上电初始化 | 上位机上电 ，主动发送初始化结果 正确T 错误F\_n （ n为错误代码） | 0,I,MCU,PC,RPT,INI,,T, |
| 2 | 初始化上传版本号 | 上初始化结束，主动上传固件版本号 | 0,I,MCU,PC,RPT,VER,,v1.0, |
| 3 | 出仓 | 控制电机M04向前运动到限位  放入卡盒 | n,R,MCU,PC,EXE,OPEN,M04,T, |
| 4 | 入仓 | 控制电机M04向后运动到限位 | n,R,MCU,PC,EXE,CLOS,M04,T, |
| 5 | 上传数据 | MCU->PC 下位机定时发送温度，时间，上位机显示 | n,D,MCU,PC,RPT,PCR,T\_t,T1=971^t1=10, |

1. **最新流程**
   1. 设备使用操作

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **操作流程** | **数据意义** | **执行**  **顺序** | **操作内容** | **字符串** | |
| **主动发送** | **回复** |
| 1 | 上电 | 1 | 上位机上电 ，主动发送初始化结果：“正确T 错误F\_n （ n为错误代码）” | 0,I,MCU,PC,RPT,INI,,T, |  |
| 2（未使用） | 上初始化结束，主动上传固件版本号 | 0,I,MCU,PC,RPT,VER,,v1.0, |  |
| 2 | 操作 | 1 | 出仓： 控制电机M04向前运动到限位 放入卡盒 | n,C,PC,MCU,EXE,OPEN,M04,, | n,R,MCU,PC,EXE,OPEN,M04,T, |
| 2 | 入仓： 控制电机M04向后运动到限位 | n,C,PC,MCU,EXE,CLOS,M04,, | n,R,MCU,PC,EXE,CLOS,M04,T, |
| 3 | 选择项目 | 1 | 选择检测项目  （项目：生殖道感染、呼吸道感染、新冠状病毒等等） | 无需发送命令，上位机保存在内存里 |  |
| 2 | 弹出对应参数设置界面，设置对应温度(T1)（℃）、时间（t1）（s）、循环次数（N）  *注意：循环次数设置只是在调试界面设置，正式测试固定* | 无需发送命令，上位机保存在内存里 |  |
| 3 | 确定参数 下发到下位机 | 无需发送命令，上位机保存在内存里 |  |
| 4 | 仪器设置 | 1 | 设置荧光通道  （荧光通道（多选）：FAM、预留灯1、预留灯2） | 无需发送命令，上位机保存在内存里 |  |
| 2 | 选择检测流程 ： 全流程 /PCR  （选择检测流程(单选) ： 全流程 /PCR ） |  |  |

* 1. 开始检测流程

*（注意：检测开始后，如需停止检测，需在上位机中点击复位仪器）*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **操作流程** | **数据意义** | **执行**  **顺序** | | **操作内容** | **字符串** | |
| **主动发送** | **回复** |
| 1 | 启动 | 1 | | 设置检测项目 | n,C,PC,MCU,EXE,ITEM,1,, |  |
| 2 | 前处理部分 | STEP1 | | 孵育1 | n,C,PC,MCU,EXE,STEP1,T\_t,T1=650^t1=48, |  |
| STEP2 | | 清洗1 | n,C,PC,MCU,EXE,STEP2,,, |  |
| STEP3 | | 清洗2 | n,C,PC,MCU,EXE,STEP3,,, |  |
| STEP4 | | 孵育2 | n,C,PC,MCU,EXE,STEP4,T\_t,T1=550^t1=300, |  |
| STEP5 | | 清洗3 | n,C,PC,MCU,EXE,STEP5,,, |  |
| STEP6 | | 清洗4 | n,C,PC,MCU,EXE,STEP6,,, |  |
| STEP7 | | 转移到检测位 | n,C,PC,MCU,EXE,STEP7,,, |  |
| 3 | 检测信号 | STEP8 | | 开始检测 | n,C,PC,MCU,EXE,STEP8,,, |  |
| 1 | 上传数据 | MCU->PC 1个循环反应结束(当前循环反应结束结果帧) (数据停止发送) |  |  |
| 2 | 拍照 | PC->MCU PC给下位机发命令，让相机对准相应的孔，相应LED | n,C,PC,MCU,EXE,MOV,MCL,H=a^L=b, （a：1~3 b=FAM、预留灯1、预留灯2 ） |  |
| 3 | MCU->PC 对准结束 ，给上位机返回可以拍照结果帧 | n,R,PC,MCU,EXE,MOV,MCL,T, |  |
| 4 | PC拍照，存图，存数据，绘制曲线 图片命名方式： 当前循环数\_当前孔数，当前LED |  |  |
| 5 | 重复2~3步骤 ，（重复次数：孔数\*LED数） |  |  |
| 6 | PC->MCU 当前循环拍照完成，相机回初始化位置 (H=0,L=0) |  |  |
| 7 | MCU->PC MCL已经回到初始化位置 (H=0,L=0) |  |  |
| 8 | 重复N次 |  |  |
| 4 | 初始化 | 1 | | PC->MCU 初始化命令 (下位机初始化) ，回复 | n,C,PC,MCU,EXE,INI,,, |  |

*结束检测*

* 1. 调试

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **操作流程** | **数据意义** | **操作内容** | | | **字符串** | |
|  |  |
| 1 | 设置LED开关 | PC->MCU 调试相机位置，要求相机可连续实时采集图片  （B:Bright的缩写 B的值范围：0~255） | FAM | 开 亮度60 | n,C,PC,MCU,LED,ON,FAM,B=60, |  |
| 关 亮度0 | n,C,PC,MCU,LED,OFF,FAM,, |  |
| 预留通道1 | 开 亮度100 | n,C,PC,MCU,LED,ON,预留通道1,B=100, |  |
| 关 亮度0 | n,C,PC,MCU,LED,OFF,预留通道1,, |  |
| 预留通道2 | 开 亮度100 | n,C,PC,MCU,LED,ON,预留通道2,B=100, |  |
| 关 亮度0 | n,C,PC,MCU,LED,OFF,预留通道2,, |  |
| 2 | 读flash | PC->MCU 读全部flash | | | n,C,PC,MCU,RD,PARA,,, |  |
| 3 | 写flash | PC->MCU 写flash 写入电机偏移量 | | | n,C,PC,MCU,WR,PARA,n,0=60^1=100^2=100^.....n-1=100, |  |
| 4 | 控制电机偏移 | 增量100步 | | | n,C,PC,MCU,DEB,MOV,M01,P+=100, |  |
| 减量100步 | | | n,C,PC,MCU,DEB,MOV,M01,P-=100, |  |
| 运动到原点位置 | | | n,C,PC,MCU,DEB,MOV,M01,P=0, |  |
| 5 | 查询版本号 | PC->MCU 查询当前主控板版本号 | | | n,C,PC,MCU,GET,VER,,, | n,C,PC,MCU,GET,VER,,V1.0.0, |
| 6 | PC->MCU 初始化主控板 | 1、增加软件复位按钮（初始化） | | | n,C,PC,MCU,EXE,INIT,,, |  |
| 2、软件流程未结束前关闭软件，发送初始化命令（无需等待结果帧，发送完数据关闭即可） | | |
| 3、上位机收到初始化完成命令，当前通道流程中止，并复位 | | |

1. 下位机日志打印
   1. 波特率：115200
   2. 帧格式：1个起始位、8位数据位、1个停止位、无校验位
   3. 日志打印接口：COM1

***附件---电机编号及索引对应关系***

1. 电机编号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 电机编号 | | 备注 |
| LED前后运动电机（24V） | M03 | 与人医M03相机左右（24V）电机一致 |
| 出入仓电机（24V） | M04 | 与人医M04出仓（24V）电机一致 |
| 抓手前后电机（24V） | M05 | 与动物M05磁珠备用（24V）电机一致 |
| 泵模块电机（24V） | M07 | 与人医M07泵模块（24V）电机一致 |
| LED上下运动电机（24V） | M08 | 与人医M08荧光LED上下（24V）电机一致 |
| 抓手上下电机（24V） | M09 | 与动物M09磁珠（24V）上下电机一致 |
| 抓手电机（5V） | M12 | 与动物M12磁套上下（24V）电机一致 |

1. 对应存放位置

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 子参索引 | 对应存放内容 |  |
| 0 | LED1 （FAM亮度值） |  |
| 1 | LED2 （预留通道1） |  |
| 2 | LED3 （预留通道2） |  |
| 5 | M03\_H1（相机孔1偏移，相对原点） |  |
| 14 | M08\_L1（LED 470偏移） |  |
| 15 | M08\_L2（LED 预留通道1偏移） |  |
| 16 | M08\_L3（LED 预留通道2偏移） |  |
| 19 | M05（抓手前后电机偏移） |  |
| 21 | M07(泵电机偏移) |  |
| 22 | M12(抓手电机偏移) |  |
| 27 | M09(抓手上下偏移) |  |

1. 常用指令

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 常用指令 | | | |
| 中文 | 英文 | 字符串简写 | 对应16进制数 |
| 命令 | Command | C | 43H |
| 数据 | Data | D | 44H |
| 请求结果/数据 | Result | R | 52H |
| 应答 | Answer | A | 41H |
| 获取信息 | Information | I | 49H |