# 艾灸机器人通讯协议

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 版本号 | 修订日期 | 修订人 | 修订记录 |
| V0.1 | 2018-07-31 |  | 1. 创建文档 |
| V0.2 | 2018-08-03 |  | 1. 更改了下行0x01命令的第3个字节 2. 更改下行0x01命令的时间单位为0.01s |
| V0.3 | 2018-09-14 |  | 1. 增加直流电机1、直流电机2、舵机的控制 2. 增加了画圆、雀啄灸、按摩动作的控制 |
| V0.4 | 2018-09-15 |  | 1. 增加了上行温度帧和上行状态帧。 2. 直流电机指令帧增加了运行速度 3. 其它一些改动 |
| V0.4 | 2018-09-20 |  | 1. 复位指令增加了速度 2. 增加了按键上传指令 3. 去掉了上行温度帧的故障信息 |
| V0.5 | 2018-09-29 |  | 1. 增加了上行和下行的温度级别帧 2. 修改按键上传指令帧 |
| V0.6 | 2018-1018 |  | 1. 增加了状态灯控制 |
| V0.7 | 2020 | Polaris |  |

（未完）

## 一 通讯参数

采用串口实现上位机与底层的双向通信。

串口参数：9600，N，8，1，无流控制。

串口通讯分为上行帧和下行帧。

所有变量为Little Endian模式，低位在前，高位在后。加和校验为前面所有字节的校验和不包括校验数据本身。校验位是加和值为低位。

在接收到下行帧命令后，会返回应答帧，应答帧ID跟随下行帧ID；在指定动作完成以后，会返回完成帧，完成帧ID跟随下行帧ID

开机要对所有电机进行复位，舵机复位还要指定舵机复位数据，横向电机在复位后要移到中间位置。

## 二 ID分配

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | ID | 备注 |
| 横轴步进电机 x轴 | 0 |  |
| 纵轴步进电机 y轴 | 1 |  |
| 垂向步进电机 z轴 | 2 |  |
|  | 3 |  |
|  | 4 |  |
| 加热温度设置 | 5 |  |
| 动作控制 | 6 |  |
| 故障 | 7 |  |
| 手持仪 | 8 |  |
| 状态灯 | 9 |  |

（未完）

## 三 下行帧

电机复位指令帧：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | - | 包括横轴电机、纵轴电机、垂向电机 |
| 2 | - | 命令字 | 0x21 | 下行数据帧：复位指令 |
| 3 | - | -- | - |  |
| 4 | - | 运行  速度 | 低8位 | 电机移动速度，单位0.1mm/s |
| 5 | - | 运行  速度 | 高8位 |
| 6 | - | 复位距离 | 低8位 | 步进电机的移动最大距离。单位是0.1mm。下位机通过该参数，转化为对应脉冲。 |
| 7 | - | 复位距离 | 高8位 |
| 8 | - | -复位时长 | -- | - |
| 9 | - | -复位时长 | -- | - |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

复位距离即为两个极限位置之间的距离。

横轴，纵轴。复位距离设置为2米

垂向，复位距离设置为1米。

复位时长为电机在当前脉冲下的运行的最大时间长度。（先设置为3分钟。根据具体值再设定）

100mm/s

横轴电机复位5A 00 21 00 64 00 00 00 00 00 DF x轴步进电机复位。

纵轴电机复位5A 01 21 00 64 00 00 00 00 00 E0 y轴步进电机复位

垂向电机复位5A 02 21 00 64 00 00 00 00 00 E1 Z轴步进电机复位

电机复位时默认方向为负方向。

电机需要运行的时长通过速度和距离计算得到。

如横轴复位的时长为20s =2000mm÷100mm/s

超过20s,系统会报警超时。考虑系统延时，增加%10时间。22S时间。

电机运动指令帧：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | - | 包括横轴电机、纵轴电机、垂向电机 |
| 2 | - | 命令字 | 0x01 | 下行数据帧：运动指令 |
| 3 | - | - | - | 运动方向由下发的距离值和实际距离值对比决定。 |
| 4 | - | 运行  速度 | 低8位 | 电机移动速度，单位0.1mm/s |
| 5 | - | 运行  速度 | 高8位 |
| 6 | - | 复位距离 | 低8位 | 步进电机的移动最大距离。单位是0.1mm。下位机通过该参数，转化为对应脉冲。 |
| 7 | - | 复位距离 | 高8位 |
| 8 | - | - | - | - |
| 9 | - | - | -- | - |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

运动指令，

100m/s 1.5米处

横轴电机运动5A 00 01 00 E8 03 98 3A 00 00 18

X轴电机移动到距离原点1.5米处，移动速度为100mm/s .

下位机根据当前的距离值和目标距离值，计算当前电机要移动的方向和绝对距离，将绝对距离转化成脉冲数。

下位机根据绝对距离和速度值计算移动时间长度。超过时间会报超时错误。

发上行完成帧。在对应控制位上bit2 设置为0 表示时间耗尽。

200m/s 1.5米处

纵轴电机运动5A 01 01 00 D0 07 98 3A 00 00 05

Y轴电机移动到距离原点1.5米处，移动速度为100mm/s .

下位机根据当前的距离值和目标距离值，计算当前电机要移动的方向和绝对距离，将绝对距离转化成脉冲数。

下位机根据绝对距离和速度值计算移动时间长度。超过时间会报超时错误。

发上行完成帧。在对应控制位上bit2 设置为0 表示时间耗尽。

200m/s 1.5米处

垂向轴电机运动5A 02 01 00 D0 07 98 3A 00 00 06

Z轴电机移动到距离原点1.5米处，移动速度为100mm/s .

下位机根据当前的距离值和目标距离值，计算当前电机要移动的方向和绝对距离，将绝对距离转化成脉冲数。

下位机根据绝对距离和速度值计算移动时间长度。超过时间会报超时错误。

发上行完成帧。在对应控制位上bit2 设置为0 表示时间耗尽。

温度控制帧

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 5 | 温度控制 |
| 2 | - | 命令字 | 0x11 | 下行数据帧：温度控制 |
| 3 | - | - | - | 保留 |
| 4 | - | - | - | 保留 |
| 5 | - | - | - | 保留 |
| 6 | - | 温度值 | 低8位 | 控制温度值，单位0.1℃。当温度设为0度时，即停止加热。 |
| 7 | - | 温度值 | 高8位 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

Stm32f103 通过com1接收，将该命令转发到com4，通过com4与Stm32f030通信。

上位机通过串口设置艾灸头加热片的温度。

动作控制帧：以当前位置为圆心画圆

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 6 | 动作控制 |
| 2 | - | 命令字 | 0x31 | 下行数据帧：画圆 |
| 3 | - | 使能 | 0 | 停止画圆 |
| 1 | 开始画圆 |
| 4 | - | 速度 | 低8位 | 画圆速度，单位：0.1mm/s |
| 5 | - | 速度 | 高8位 |
| 6 | - | 半径 | 低8位 | 圆的半径，单位：0.1mm |
| 7 | - | 半径 | 高8位 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

画圆动作主要是要实时控制X轴和Y轴的距离值和速度。

是否要知道圆心的位置？

是否加上画圆的时间长度？

动作控制帧：z轴电机反复拉升和降低，雀啄灸

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 6 | 包括舵机 |
| 2 | - | 命令字 | 0x32 | 下行数据帧：动作指令 |
| 3 | - | 使能 | 0 | 停止雀啄灸 |
| 1 | 开始雀啄灸 |
| 4 | - | 步进电机速度 | 低8位 | 步进电机速度，0.1mm/s单位。 |
| 5 | - | 步进电机速度 | 高8位 |
| 6 | - | 步进电机位置值 | 8位 | 步进电机拉起最大位，单位0.1mm  0-255 |
| 7 |  | 步进电机位置值 | 8位 | 步进电机拉起最小位，单位0.1mm |
| 8 | - | -最大位置停留时间 | -8位 | 单位0.2s 0表示一直停留 |
| 9 |  | 最小位置停留时间- | -8位 | 单位0.2s 0表示一直停留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

动作控制帧：舵机反复开合，锤击头上下运动

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 6 | 包括舵机 |
| 2 | - | 命令字 | 0x33 | 下行数据帧：动作指令 |
| 3 | - | 使能 | 0 | 停止锤击 |
| 1 | 开始锤击 |
| 4 | - | 舵机  速度 | 低8位 | 舵机速度，无量纲，测试获得 |
| 5 | - | 舵机  速度 | 高8位 |
| 6 | - | 舵机开位置值 | 低8位 | 舵机开位置数值(相对于复位的相对值) |
| 7 | Bit0~3 | 舵机开位置值 | 高4位 |
| Bit4~7 | 舵机开时间 |  | 舵机开时间，单位：0.2s |
| 8 | - | 舵机合位置值 | 低8位 | 舵机合位置数值(相对于复位的相对值) |
| 9 | Bit0~3 | 舵机合位置值 | 高4位 |
| Bit4~7 | 舵机合时间 |  | 舵机合时间，单位：0.2s |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

下行故障帧，不定时，有故障即发 (有)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 7 | 故障帧 |
| 2 | - | 命令字 | 0x2F | 下行故障帧 |
| 3 | - | - | - | - |
| 4 | - | 故障  信息 |  | 0: 无故障  其它：故障（待补充） |
| 5 | - | - | - | - |
| 6 | - | - | - | 保留 |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

有故障时把艾灸头提起来，把加热关掉。

（未完）

下行实时温度级别帧，1Hz

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 8 | 手持仪 |
| 2 | - | 命令字 | 0x40 | 当前实时温度级别 |
| 3 | - | - | - | - |
| 4 | - | 温度  级别 |  | 0~9，当为-1时，表示艾灸头未加热 |
| 5 | - | - | - | 保留 |
| 6 | - | - | - | 保留 |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

状态灯控制

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 9 | 状态灯 |
| 2 | - | 命令字 | 0x50 | 状态灯控制 |
| 3 | - | - | - | - |
| 4 | - | 灯 |  | 1：工作灯  2：故障灯 |
| 5 | - | - | - | 保留 |
| 6 | - | 控制 | - | 1：亮  0：灭 |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

## 二 上行帧

上行应答帧

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID |  | 应答帧ID由下行帧决定 |
| 2 | - | 命令字 | 0x0C | 应答帧命令字 |
| 3 | - | - | - | 保留 |
| 4 | - | - | - | 保留 |
| 5 | - | - | - | 保留 |
| 6 | - | - | - | 保留 |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

上行完成帧motor.c里面

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID |  | 完成帧ID由下行帧决定 |
| 2 | - | 命令字 | 0x0F | 完成帧命令字。完成帧只针对步进电机和直流电机，包括画圆结束时也会返回。其它无意义。 |
| 3 | - | - | - | 保留 |
| 4 | Bit0① | 使能停机标志 | 0 | 不是使用使能位停机 |
| 1 | 使用使能能位停机 |
| Bit1② | 距离完成标志 | 0 | 未完成目标距离 |
| 1 | 完成目标距离 |
| Bit2③ | 时间耗尽标志 | 0 | 时间未耗尽 |
| 1 | 时间耗尽 |
| Bit3④ | 到达指定位置标志 | 0 | 没有到达指定位置。在不指定目标位置时也会返回该值。 |
| 1 | 到达指定位置 |
| Bit4⑤ | 到达负限位标志 | 0 | 未到达限位 |
| 1 | 到达限位 |
| Bit5⑥ | 方向错误标志 | 0 | 方向无误 |
| 1 | 方向错误 |
| Bit6 | -到达限位标志 | - | 0表示未到限位，1表示到达限位 |
| Bit7 | - | - | 保留 |
| 5 | - | 绝对  位置 | 低8位 | 上报当前所在绝对位置值  单位：0.1mm |
| 6 | - | 绝对  位置 | 高8位 |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

①当通过电机使能位使电机停机时，该位置1。

②横轴步进电机和纵轴步进电机带编码器。运行参数中带有运行距离，完成指定距离，该位置1，否则置0。

③当电机在执行一个动作时，根据经验值会给定一个运转时间，在该时间内完成即为正常；如果在该时间内没有完成，该位置1，认为系统出现故障，报时间耗尽错误。

④横轴电机有3个位置，2个限位及1个复位，纵轴电机有2个限位位置。当电机方向为1时，限位位置为1，当电机方向为0时，限位位置为5。当电机运转结束时，如果到达指定位置，则该位置1。如果电机下行指令没有指定位置，或者在电机运转结时，没有到达指定位置，则该位置0。

⑤当电机运转结束时，如果到达某个限位位置，则该位置1，否则置0

⑥当电机在某端限位位置时，运转参数要求电机继续向该方向运转，该位置1，指示方向错误，否则置0。

（未完）

上行温度帧，帧速：1Hz 开机后即发送

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | - | - | 保留 |
| 2 | - | 命令字 | 0x1F | 上行温度帧 |
| 3 | - | 温度值 | 低8位 | 当前温度值,单位0.1度 |
| 4 | - | 温度值 | 高8位 |
| 5 | - | - | - | - |
| 6 | - | - | - | 保留 |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

上行按键帧蓝牙手持

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 8 |  |
| 2 | - | 命令字 | 0x3F | 上行按键帧 |
| 3 | - | - | - | 保留 |
| 4 | - | 按键值 | - | 0: WORK  1: PAUSE  2: STOP |
| 5 | - | - | - | - |
| 6 | - | -- | - | - |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

当前程序一个按钮响应1：pause

接到手持器的命令，给上位机的回复

上行按键帧蓝牙手持

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 8 |  |
| 2 | - | 命令字 | 0x3F | 上行按键帧 |
| 3 | - | - | - | 保留 |
| 4 | - | 按键值 | - | 0: WORK  1: PAUSE  2: STOP |
| 5 | - | 程序状态- | - | 0：起始  1：运行中 |
| 6 | - | -电机系统状态 | - | 0 standby ,1 move ,2 knead，3 stop暂停 |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（未完）

上行设定温度级别帧蓝牙手持

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 8 |  |
| 2 | - | 命令字 | 0x40 | 上行温度级别帧 |
| 3 | - | - | - | 保留 |
| 4 | - | 温度  级别 | - | 0-9，初始级别为0 |
| 5 | - | - | - | 保留 |
| 6 | - | - | - | 保留 |
| 7 | - | - | - | 保留 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（完成）

上行艾灸头状态 stmf0 to stmf103

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节序号 | 位段 | 名称 | 数据 | 意义 |
| 0 | - | 帧头 | 0x5A | 帧头，固定为0x5A |
| 1 | - | ID | 9 |  |
| 2 | - | 命令字 | 0x41 | 上行 |
| 3 | - | - | - | 保留 |
| 4 | - | 温度  值 | 低8位- | 单位0.1度 |
| 5 | - | -温度  值 | 高8位- | 单位0.1度 |
| 6 | - | 距离值1- | 8位- | 单位毫米 |
| 7 | - | -距离值2 | -8位 | 单位毫米 |
| 8 | - | - | - | 保留 |
| 9 | - | - | - | 保留 |
| 10 | - | 校验  字节 |  | 校验字节 |

（完成）