

电机驱动中间件开发需求

版本：2024.07.12

1. 电机资料

电机驱动器 1 资料：

<https://pan.baidu.com/s/1HLKVfbbok9VPwhSLCTOdw>

电机驱动器 2 资料：

[lkmotor.cn/upload/20221031095120f.pdf](http://www.lkmotor.cn/upload/20221031095120f.pdf)

和

<http://www.lkmotor.cn/upload/20230220145924f.pdf>

2. 概述

- 电机驱动接口：485 串口
- (对上位机)模拟串口接口：部分兼容常用 GRBL 配置/Gcode 指令(见下详述)，部分自定义
- 多数接口都有对应的电机驱动接口，请对其进行面向对象封装
- GRBL 说明参见 <https://3dtechworks.ca/2020/02/12/grbl-settings-and-calibration/>
- 所有距离单位都应转换为 mm，所有速度单位应转换为 mm/min，加速度单位转换为 mm/sec²
- 所有接口，如果校验错误，应回复 error\r\n；驱动器超时应回复 timeout\r\n。除了查询参数指令，其他一般应回复 ok\r\n
- 如有对自定义指令不确定的，可参考 GRBL/GCode 类似语法，合理即可。

3. 兼容 GRBL 配置：

| 序号 | 关键词 | 说明 |
|----|-------------|--|
| 0 | 宏定义：轴数目 | 支持轴(电机)数目 1~4，编译时确定 |
| 1 | \$1 | 自动休眠时间。当电机停止该时间后，进入休眠。时间单位：10ms。如果是 255，则永远不休眠 |
| 2 | \$3 | 运动方向反转，每个电机占 1 比特，X 为最低比特，0b0 即默认方向，0b1 为反转 |
| 3 | \$20 | 软限位最大行程使能 |
| 4 | \$24 | 回零速度 |
| 5 | \$26 | 回零检测时间(debounce) |
| 6 | \$100~\$103 | 每 mm 步数。显然，这一参数可以被用来转换其他坐标单位(电机驱动反馈位置单位是角度) |
| 7 | \$110~\$113 | 最大速度 mm/min |
| 8 | \$120~\$123 | 最大加速度 mm/sec ² |
| 9 | \$130~\$132 | 最大行程 mm。特别的，这个行程应当是回零最大距离；除以回零速度，应该是回零的超时时间 |

以上配置项均满足：

输入 \$n\r\n 查询当前值，输出 \$n=m\r\n

输入 \$n=i\r\n 设置新值(自动写入 preference)，并返回 ok\r\n

输入 \$\$\r\n 打印所有配置项

4. 兼容 GRBL 指令

| 序号 | 指令 | 说明 |
|----|--------|--|
| 1 | ?\n | 查询状态 |
| 2 | 0x18\n | 立即停车。回复: ok\r\n 如果在回零中, 应当立即停止回零。 |
| 3 | \$X\n | 解锁, 接触堵转保护、力矩保护等。回复: ok\r\n |
| 4 | \$H*\n | 命令若干轴回零, *可以是 XYZA 的组合, 例: \$HXZ\n, 命令 X 和 Z 一起开始回零。 |

5. 兼容 GRBL 指令的、组合式运动指令

| 序号 | 关键词 | 说明 |
|----|-------|-------------------------|
| 2 | G0 | 速度模式: 快速, 速度为全局最大速度 |
| 3 | G1 | 速度模式: 限速, 速度为下述 F 设置的速度 |
| 4 | G90 | 位置模式: 绝对, 移动到指定坐标 |
| 5 | G91 | 位置模式: 相对, 移动相对于当前坐标的距离 |
| 6 | G92 | 设置临时原点, 暂时把当前坐标作为 0 |
| 7 | G92.1 | 移除临时原点, 恢复全局原点 |
| 8 | F | 设置限速, 单位 mm/min, 不离线保存 |

注意: GRBL 运动指令应包括: 速度模式、位置模式、限速(如果有)、各轴坐标, 并以\n结尾。如果有多个电机, 应当使用多电机同步运动指令

例:

G0G90X2Z3\n -> 快速运动到坐标 x=2,z=3 (Y 不动)

G1G91F200Y-5\n -> 以 200 速度移动 Y 轴-5mm (XZ 不动)

6. 回报数据格式

<STATE,MPos:M0,M1,M2,M3,WPos:W0,W1,W2,W3,Lim:xXyYzZaA>\r\n

其中(若无说明则为固定关键词)

| 内容 | 定义 | 例子 |
|---------|---|--------|
| STATE | 状态, 枚举字符串, 包括: Run: 运动中 Idle: 停止且无异常 Alarm: 触发限位(如果有) Home: 回零中 Stuck: 触发堵转/力矩保护 各电机状态不同时, 整体状态指示优先级为: Home>Alarm>Stuck>Run>Idle | 略 |
| M0...M3 | 各轴全局位置坐标, 三位小数 | 12.345 |
| W0...W3 | 各轴当前坐标系坐标, 三位小数 | 12.345 |
| x/y/z/a | 各轴的原点端限位被触发, 如果没触发, 该位置应显示下划线_ | 略 |
| X/Y/Z/A | 各轴的远端限位被触发, 如果没触发, 该位置应显示下划线_ 只有原点限位的, 这些字符永远是_ | 略 |

回报数据例

<Idle,MPos:0.100,0.020,0.003,4.000,WPos:79.009,73.656,8.276,0.000,Lim:___a_0>\r\n

触发了 a 轴原点端限位

7. 自定义查询指令

| 序号 | 关键词 | 内容 |
|----|-------------|---|
| 1 | \$Angle\n | 查询当前角度。单位：度。格式：<Angle:x,y,z,a>\r\n, xyza 分别三位小数 |
| 2 | \$Speed\n | 查询当前速度。格式：<Speed:x,y,z,a>\r\n, xyza 分别三位小数 |
| 3 | \$Timeout\n | 查询是否有电机通信超时，返回格式<Timeout:xyza>\r\n, 如果没有超时，该电机位置输出下划线_，例：<Timeout: _z_>\r\n, 则 z 电机超时 |
| 4 | \$Enable\n | 查询电机是否使能。返回格式<Enable:xyza>\r\n |
| | | |

8. 自定义设置指令

| 序号 | 关键词 | 效果 |
|----|--------------------------|---|
| 1 | \$AngleG90 \$AngleG91 | 后接各个电机的目标角度，其中如果是 G90 说明为绝对角度，G91 说明为相对角度，例： 如果形式为\$AngleG91X50Y60\n, 那么旋转 X:50 度，Y:60 度 |
| 2 | \$Speed | 设置该电机速度控制模式，例：\$SpeedX500, 即设置 X 速度 500 |
| 3 | \$Timeout= | 设置电机状态查询超时时限(任意电机)，单位：ms |
| 4 | \$Enable=* | *可以为 X/Y/Z/A 的组合，启用这些电机/启用力矩保持 |
| 5 | \$Disable=* | *可以为 X/Y/Z/A 的组合，关闭这些电机/启用力矩保持 |
| 6 | \$NoHomeLimit= | 设置是否使用无限位回零模式(如果电机支持)，0 或 1，适用在所有电机 |
| 7 | \$ID | 设置一个电机地址。如：\$IDX=1\n |
| 8 | \$TransBaud | 设置与电机的通信频率，如\$TransBaud=9600\n, 即接下来中间件将以 9600 波特率与从机通信 此接口不修改电机上设置 |
| 9 | \$MotorBaud | 修改电机通信频率，如\$MotorBaudX=4800\n, 即修改 X 电机上波特率为 4800，当然同时也修改中间件的波特率 |

以上指令以\n 结尾

9. 其他

运行中，应不断轮询各电机的位置并更新运动状态以供上位机查询；其他接口按需调用查询即可。

可以用 FreeRTOS，也可以用双核心各单线程实现轮询电机+响应上位机。

优先用 Arduino-esp32，也可以用 ESP-IDF。

其他中间件要求如下：

- 禁止使用动态数组(含 string)，以免内存碎片化；
- 指令字符串解析请使用 C 方法：strncmp, atof 等；
- 字符串格式化请使用 sprintf；
- 常量请使用#define，统一定义在一个头文件；
- 所有变量都应归入某个类，全局变量归在 GlobalVars 类；
- 开发使用 VS2022+uMicro 最好，禁止在 ino 中写实质内容(以便非 Arduino IDE 平台编译)；

-
- 代码中请使用英文注释，禁止中文或拼音。可以单独写中文注释文档。