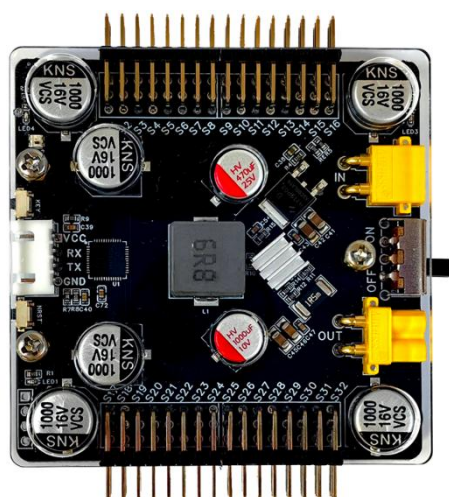


# 产品手册

## 版本 V1.0

# 32 路舵机控制器

## POM SC32



目录

1. 产品简介 ..... 1

1.1. 产品概述 ..... 1

1.2. 主要特点 ..... 1

1.3. 订购信息 ..... 1

1.4. 资源获取 ..... 2

1.5. 硬件配置 ..... 2

1.6. 尺寸规格 ..... 3

1.7. 注意事项 ..... 3

2. 使用说明 ..... 5

2.1. 串口通信控制 ..... 5

2.1.1. REG 指令 ..... 5

2.1.2. HEX 指令 ..... 10

2.1.3. STR 指令 ..... 12

2.2. 上位机控制 ..... 13

2.2.1. 串口连接管理 ..... 13

2.2.2. 32 路舵机实时控制 ..... 14

2.2.3. 6 组 PWM 频率设置 ..... 14

2.2.4. 动作组编辑与控制 ..... 15

2.2.5. LED 全彩控制 ..... 16

2.2.6. 状态监控 ..... 17

2.2.7. 通信日志管理 ..... 17

## 1. 产品简介

### 1.1. 产品概述

32 路舵机控制器由北京四梯科技有限公司四梯教研团队专为高精度舵机运动控制场景设计开发。该产品集成多路舵机驱动、通信接口和电源管理模块，适用于机器人、自动化设备、教学实验及创意项目等领域。

通过板载 TTL 串口，用户可便捷实现与主控设备的通信及二次开发，并支持外接 3S/4S/5S 锂电池供电，满足不同动力场景需求。产品配套 PC 端图形化编程软件，提供从参数调试到程序烧录的全流程支持，板载 4M FLASH 与信号隔离设计，兼顾系统稳定性与脱机运行能力。

### 1.2. 主要特点

- 1) 多路控制，支持 32 路舵机独立或协同运动控制，满足复杂场景需求。
- 2) 灵活通信，板载 TTL 串口，支持与主控设备通信及二次开发。
- 3) 宽电压输入，可外接 3S/4S/5S 充电电池，适应多种电源环境。
- 4) 高效供电，板载 DC-DC 电源，支持最大 75W 输出，保障多路舵机稳定运行。
- 5) 可视化编程，提供 PC 图形化上位机软件，支持在线调试舵机参数。
- 6) 大容量存储，板载 4M FLASH，支持最大长度为 15000+ 动作。
- 7) 脱机运行，支持脱机控制，无需持续连接计算机。
- 8) 安全保护，具备低压报警功能，防止电源异常损坏设备。
- 9) 便捷设计，独立电源开关与 XT30 端子，简化电源连接与管理。

### 1.3. 订购信息

序号	型号	名称	数量
1	POM_SC32	32 路舵机控制器	1
2	XH2.54*4P	通讯连接线	1
3	XT30U_M	XT30 公头连接器	1
4	XT30U_F	XT30 母头连接器	1

订购渠道

- ① 官方淘宝：<https://gxct.taobao.com/>
- ② 官方京东：<https://mall.jd.com/index-16359606.html>
- ③ 四梯商城：<https://4t.wiki/mall>

## 1.4. 资源获取

请通过以下方式联系我们，获取更多硬件资源和技术支持。

- 1、技术支持: [tech@4t.wiki](mailto:tech@4t.wiki)
- 2、交流社区: <https://www.4t.wiki/community>
- 3、Github 仓库地址: [https://github.com/4T-tech/POM\\_SC32](https://github.com/4T-tech/POM_SC32)
- 4、Gitee 仓库地址: [https://gitee.com/fourT-tech/POM\\_SC32](https://gitee.com/fourT-tech/POM_SC32)
- 5、关注微信公众号（四梯）、Bilibili 账号（四梯科技）获取更多即时信息。



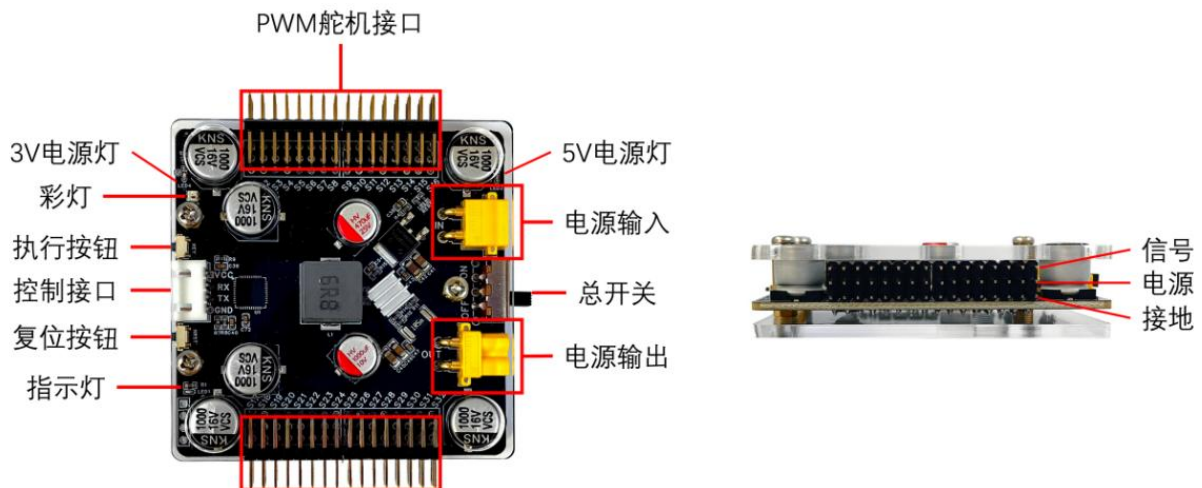
微信扫码-四梯



B 站扫码-四梯科技

## 1.5. 硬件配置

32 路舵机控制器配置，如图所示。



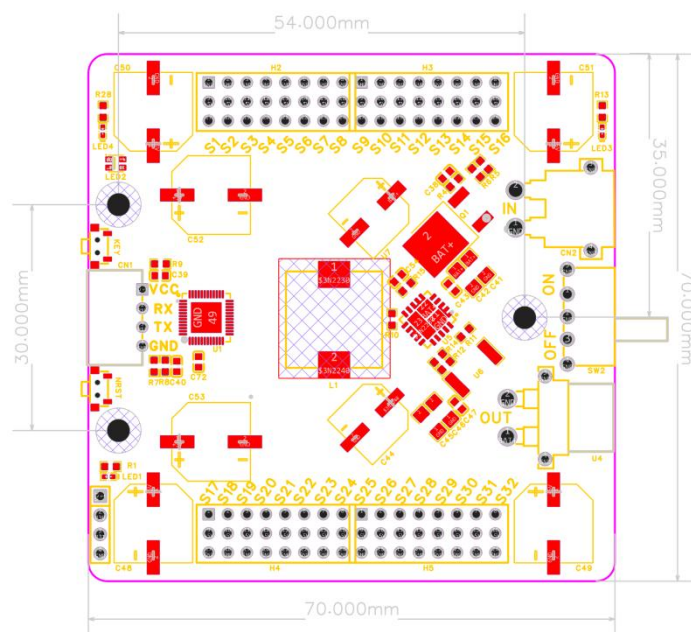
- PWM 舵机接口×32 路
- 电源指示灯×2（3V 和 5V）
- RGB 彩灯×1
- 执行按钮×1
- LED 指示灯×1
- XH2.54 接口×1（控制接口）
- 复位按钮×1
- XT30 插头×2（电源输入和输出）

## 32 路舵机控制器

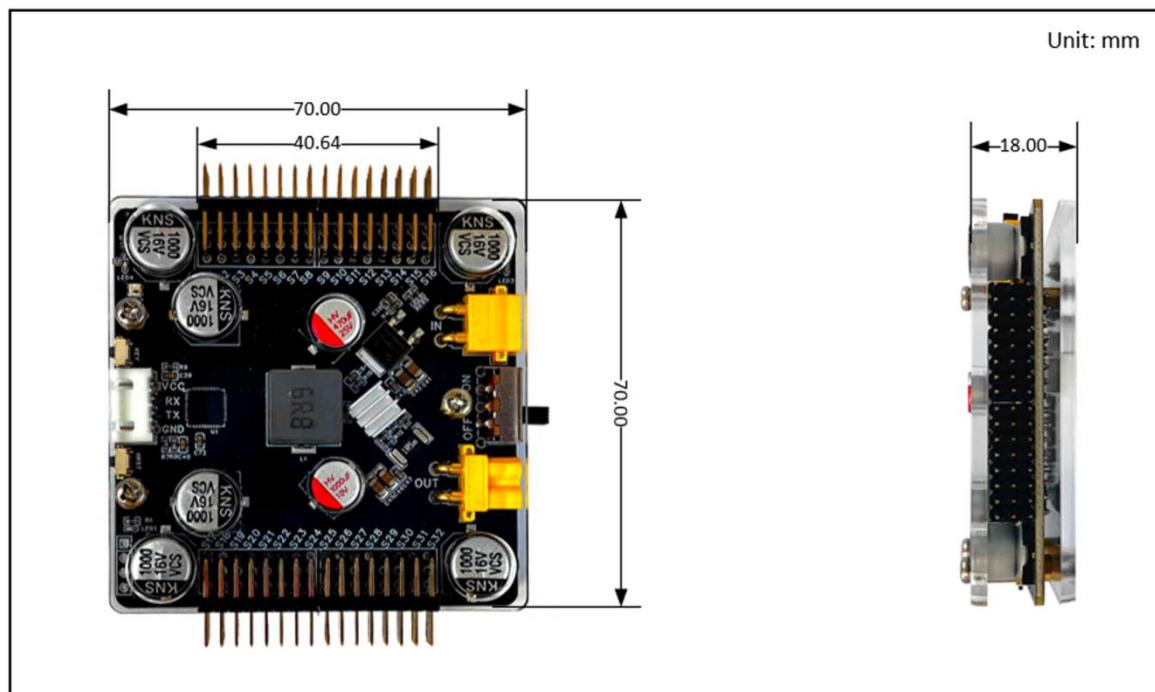
- 总开关×1

### 1.6. 尺寸规格

32 路舵机控制器设计尺寸图



32 路舵机控制器产品外观尺寸图



### 1.7. 注意事项

- 供电最低为 8V（3S 电池），最大电压为 25V（5S 电池），首次连接前，应检查电池正负极与 XT30 供电接口的对应情况，确保极性正确。
- 电源输出端口瞬时最大电流为 30A，长时间使用建议最大电流 12A。
- PWM 输出端口电压约为 5.5V，大量舵机同时动作时可能会有电压波动等情况，建议电压敏感型器件不要连接在 PWM 输出端口。
- 控制器上包含多种电源系统，在使用时，请注意放置位置，避免短路损坏。

## 2. 使用说明

32 路舵机控制器提供两种控制模式：串口通信控制和上位机控制。在串口通信控制模式下，支持通过三种简洁高效的特定指令协议，通过指令协议实现对单个或多个舵机的实时运动控制；在上位机控制模式下，可通过专业的图形化软件进行每个舵机的参数设置、复杂动作序列的编辑，并实时观察单个或多个舵机的控制效果。

### 2.1. 串口通信控制

串口通信参数约定如下：

- 波特率：460800
- 数据位：8 位
- 停止位：1 位
- 校验位：无
- 流控制：无

#### 2.1.1. REG 指令

REG 是一种基于字节帧的定制指令协议，用于通过串口向控制器发送控制命令。所有指令固定为 6 字节长度。

##### 1、指令帧格式

- 帧头固定为 0xAA
- 和校验为前五字节数据相加的低八位

REG 命令固定长度为 6 字节，

0	1	2	3	4	5
0xAA	REG1	REG2	REG3	REG4	REG5
帧头	地址高八位	地址低八位	数据高八位	数据低八位	和校验

##### 2、指令地址

所有命令地址如下：

注意：不同的寄存器其中的数值范围不同，请不要输入超出范围的数值。

地址	功能	范围	功能说明
0x0000	系统复位	0 或 1	0：系统正常运行 1：系统复位，恢复初始状态
0x0001	控制舵机 1 占空比	0~1000	控制舵机 1 的 PWM 占空比 数值 = 占空比 × 10

地址	功能	范围	功能说明
			例：25→2.5% 占空比，125→12.5% 占空比
0x0002	控制舵机 2 占空比	0~1000	控制舵机 2 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0003	控制舵机 3 占空比	0~1000	控制舵机 3 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0004	控制舵机 4 占空比	0~1000	控制舵机 4 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0005	控制舵机 5 占空比	0~1000	控制舵机 5 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0006	控制舵机 6 占空比	0~1000	控制舵机 6 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0007	控制舵机 7 占空比	0~1000	控制舵机 7 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0008	控制舵机 8 占空比	0~1000	控制舵机 8 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0009	控制舵机 9 占空比	0~1000	控制舵机 9 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x000A	控制舵机 10 占空比	0~1000	控制舵机 10 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x000B	控制舵机 11 占空比	0~1000	控制舵机 11 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x000C	控制舵机 12 占空比	0~1000	控制舵机 12 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x000D	控制舵机 13 占空比	0~1000	控制舵机 13 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x000E	控制舵机 14 占空比	0~1000	控制舵机 14 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x000F	控制舵机 15 占空比	0~1000	控制舵机 15 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0010	控制舵机 16 占空比	0~1000	控制舵机 16 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0011	控制舵机 17 占空比	0~1000	控制舵机 17 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0012	控制舵机 18 占空比	0~1000	控制舵机 18 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0013	控制舵机 19 占空比	0~1000	控制舵机 19 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0014	控制舵机 20 占空比	0~1000	控制舵机 20 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0015	控制舵机 21 占空比	0~1000	控制舵机 21 的 PWM 占空比



地址	功能	范围	功能说明
			参考地址 0x0001 的描述
0x0016	控制舵机 22 占空比	0~1000	控制舵机 22 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0017	控制舵机 23 占空比	0~1000	控制舵机 23 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0018	控制舵机 24 占空比	0~1000	控制舵机 24 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0019	控制舵机 25 占空比	0~1000	控制舵机 25 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x001A	控制舵机 26 占空比	0~1000	控制舵机 26 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x001B	控制舵机 27 占空比	0~1000	控制舵机 27 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x001C	控制舵机 28 占空比	0~1000	控制舵机 28 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x001D	控制舵机 29 占空比	0~1000	控制舵机 29 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x001E	控制舵机 30 占空比	0~1000	控制舵机 30 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x001F	控制舵机 31 占空比	0~1000	控制舵机 31 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0020	控制舵机 32 占空比	0~1000	控制舵机 32 的 PWM 占空比 参考地址 0x0001 的描述
0x0021	红灯亮度	0~255	RGB 彩灯中的红灯亮度 0: 完全熄灭 255: 最大亮度
0x0022	绿灯亮度	0~255	RGB 彩灯中的绿灯亮度 0: 完全熄灭 255: 最大亮度
0x0023	蓝灯亮度	0~255	RGB 彩灯中的蓝灯亮度 0: 完全熄灭 255: 最大亮度
0x0024	指示灯亮度	0~1000	指示灯亮度 0: 完全熄灭 1000: 最大亮度
0x0025	组 1 频率	50~15000	PWM 组 1 的频率 例: 50→PWM 组 1 的频率为 50Hz
0x0026	组 2 频率	50~15000	PWM 组 2 的频率 参考地址 0x0025 的描述
0x0027	组 3 频率	50~15000	PWM 组 3 的频率

地址	功能	范围	功能说明
			参考地址 0x0025 的描述
0x0028	组 4 频率	50~15000	PWM 组 4 的频率
0x0029	组 5 频率	50~15000	PWM 组 5 的频率 参考地址 0x0025 的描述
0x002A	组 6 频率	50~15000	PWM 组 6 的频率 参考地址 0x0025 的描述
0x002B	临时数据存储_舵机 1 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 1 PWM 占空比 数值 = 占空比*10 例：25→2.5%占空比，125→12.5%占空比
0x002C	临时数据存储_舵机 2 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 2 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x002D	临时数据存储_舵机 3 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 3 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x002E	临时数据存储_舵机 4 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 4 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x002F	临时数据存储_舵机 5 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 5 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0030	临时数据存储_舵机 6 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 6 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0031	临时数据存储_舵机 7 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 7 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0032	临时数据存储_舵机 8 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 8 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0033	临时数据存储_舵机 9 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 9 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0034	临时数据存储_舵机 10 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 10 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0035	临时数据存储_舵机 11 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 11 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0036	临时数据存储_舵机 12 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 12 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0037	临时数据存储_舵机 13 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 13 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0038	临时数据存储_舵机 14 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 14 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0039	临时数据存储_舵机 15 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 15 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x003A	临时数据存储_舵机 16 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 16 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x003B	临时数据存储_舵机 17 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 17 PWM 占空比

地址	功能	范围	功能说明
			描述参考地址 0x002B 描述
0x003C	临时数据存储_舵机 18 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 18 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x003D	临时数据存储_舵机 19 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 19 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x003E	临时数据存储_舵机 20 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 20 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x003F	临时数据存储_舵机 21 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 21 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0040	临时数据存储_舵机 22 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 22 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0041	临时数据存储_舵机 23 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 23 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0042	临时数据存储_舵机 24 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 24 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0043	临时数据存储_舵机 25 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 25 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0044	临时数据存储_舵机 26 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 26 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0045	临时数据存储_舵机 27 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 27 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0046	临时数据存储_舵机 28 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 28 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0047	临时数据存储_舵机 29 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 29 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0048	临时数据存储_舵机 30 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 30 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x0049	临时数据存储_舵机 31 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 31 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x004A	临时数据存储_舵机 32 占空比	0~1000	数值代表临时存储的舵机 32 PWM 占空比 描述参考地址 0x002B 描述
0x004B	临时数据存储_动作时间	0~65535	当前动作的完整动作时间，单位 ms 例：1234 代表当前动作的持续时间为 1234ms
0x004C	临时数据存储_动作组编号	0~136	0~127：小动作组 128~135：中动作组 136：大动作组
0x004D	临时数据存储_动作组顺序号	多种范围	动作组中的第 N 个动作 小动作组时范围 0~247 中动作组时范围 0~1983

地址	功能	范围	功能说明
			大动作组时范围 0~15623
0x004E	功能操作	1~6	1: 将占空比内容写入外置 FLASH 2: 开始单次运行动作 3: 开始连续运行动作 4: 擦除 FLASH 数据 5: 设置开机默认动作组 6: 从 FLASH 读内容至占空比
0x004F	功能读取	多种范围	1-32: 舵机占空比数据 33-35: 彩灯亮度数据 36: 指示灯亮度 37-42: 组频率数据 43: 电池电压 (单位: 0.1V) 44: DCDC 芯片温度 (单位: °C) 101-133: FLASH 读取数据

### 3、PWM 分组说明

PWM 分组如下，每组可独立设置频率。

组别	包含 PWM 通道							
组 1	PWM1	PWM4	PWM5	PWM6	PWM7	PWM8		
组 2	PWM17							
组 3	PWM11	PWM12	PWM13	PWM14	PWM15	PWM16	PWM31	PWM32
组 4	PWM19	PWM20	PWM21	PWM24	PWM25	PWM26		
组 5	PWM9	PWM10	PWM18	PWM27	PWM28	PWM29	PWM30	
组 6	PWM2	PWM3	PWM22	PWM23				

### 4、使用示例

指令: 0xAA 0x00 0x01 0x00 0x19 0xDD

功能: 将舵机 1 的角度设置为 0 度

指令: 0xAA 0x00 0x02 0x00 0x19 0xDE

功能: 将舵机 2 的角度设置为 0 度

### 2.1.2. HEX 指令

#### 1、指令帧格式

HEX 命令固定长 65 个字节，前 64 位为 32 路舵机的占空比数据，最后一位为前 64 个字节数据的和校验。

HEX 指令解析成功后，返回字符串：OK\_HEX

字节范围	说明	内容与格式
0~63	32 路舵机占空比	每路舵机的占空比数值，由 2 个字节构成（高位在前，低位在后），共 32 路×2 字节。
64	和校验	前 64 个字节数据之和，取低 8 位（Sum(Byte1~64) & 0xFF）

## 2、占空比数据格式

- 每路舵机的数据位一个 16 位无符号整数
- 数字范围 0~1000

## 3、使用示例

指令	0x00	0x19	0x00	0x1A	0x00	0x1B	0x00	0x1C
通道号	通道 1		通道 2		通道 3		通道 4	
占空比	2.50%		2.60%		2.70%		2.80%	
指令	0x00	0x1D	0x00	0x1E	0x00	0x1F	0x00	0x20
通道号	通道 5		通道 6		通道 7		通道 8	
占空比	2.90%		3.00%		3.10%		3.20%	
指令	0x00	0x21	0x00	0x22	0x00	0x23	0x00	0x24
通道号	通道 9		通道 10		通道 11		通道 12	
占空比	3.30%		3.40%		3.50%		3.60%	
指令	0x00	0x25	0x00	0x26	0x00	0x27	0x00	0x28
通道号	通道 13		通道 14		通道 15		通道 16	
占空比	3.70%		3.80%		3.90%		4.00%	
指令	0x00	0x6E	0x00	0x6F	0x00	0x70	0x00	0x71
通道号	通道 17		通道 18		通道 19		通道 20	
占空比	11.00%		11.10%		11.20%		11.30%	
指令	0x00	0x72	0x00	0x73	0x00	0x74	0x00	0x75
通道号	通道 21		通道 22		通道 23		通道 24	
占空比	11.40%		11.50%		11.60%		11.70%	
指令	0x00	0x76	0x00	0x77	0x00	0x78	0x00	0x79
通道号	通道 25		通道 26		通道 27		通道 28	

占空比	11.80%		11.90%		12.00%		12.10%	
指令	0x00	0x7A	0x00	0x7B	0x00	0x7C	0x00	0x7D
通道号	通道 29		通道 30		通道 31		通道 32	
占空比	12.20%		12.30%		12.40%		12.50%	
和校验：0x19+0x1A+0x1B+0x1C……0x7A+0x7B+0x7C+0x7D = 0x60								

说明：

设置输出通道 1 的占空比为 2.5%，设置输出通道 2 的占空比为 2.6%  
 设置输出通道 3 的占空比为 2.7%，设置输出通道 4 的占空比为 2.8%  
 设置输出通道 5 的占空比为 2.9%，设置输出通道 6 的占空比为 3.0%  
 设置输出通道 7 的占空比为 3.1%，设置输出通道 8 的占空比为 3.2%  
 设置输出通道 9 的占空比为 3.3%，设置输出通道 10 的占空比为 3.4%  
 设置输出通道 11 的占空比为 3.5%，设置输出通道 12 的占空比为 3.6%  
 设置输出通道 13 的占空比为 3.7%，设置输出通道 14 的占空比为 3.8%  
 设置输出通道 15 的占空比为 3.9%，设置输出通道 16 的占空比为 4.0%  
 设置输出通道 17 的占空比为 11.0%，设置输出通道 18 的占空比为 11.1%  
 设置输出通道 19 的占空比为 11.2%，设置输出通道 20 的占空比为 11.3%  
 设置输出通道 21 的占空比为 11.4%，设置输出通道 22 的占空比为 11.5%  
 设置输出通道 23 的占空比为 11.6%，设置输出通道 24 的占空比为 11.7%  
 设置输出通道 25 的占空比为 11.8%，设置输出通道 26 的占空比为 11.9%  
 设置输出通道 27 的占空比为 12.0%，设置输出通道 28 的占空比为 12.1%  
 设置输出通道 29 的占空比为 12.2%，设置输出通道 30 的占空比为 12.3%  
 设置输出通道 31 的占空比为 12.4%，设置输出通道 32 的占空比为 12.5%

### 2.1.3. STR 指令

#### 1、指令帧格式

STR 指令采用字符串格式，支持通过单条指令灵活设置多路舵机参数。指令长度可变，最长支持 512 个字符，便于手动发送与调试。

关键字=数值,关键字=数值,...

- 协议类型：字符串协议
- 最大长度：512 字符
- 协议格式：字符串中关键字之后跟“=数值”，完成设置

- 分隔符：多个参数间使用英文逗号“,”分隔
- 响应：解析成功时返回“OK\_STR”

## 2、指令关键字说明

关键字	功能说明	数值范围	示例
PWMx_Duty (x: 1~32)	设置指定通道的 PWM 占空比	0~1000 (0%~100%)	PWM1_Duty=125 (设置通道 1 占空比为 12.5%)
PWMGroupx (x: 1~6)	设置指定组的 PWM 频率	50~15000 (Hz)	PWMGroup1=1000 (设置组 1 频率为 1000Hz)

## 3、使用示例

指令：PWM1\_Duty=125

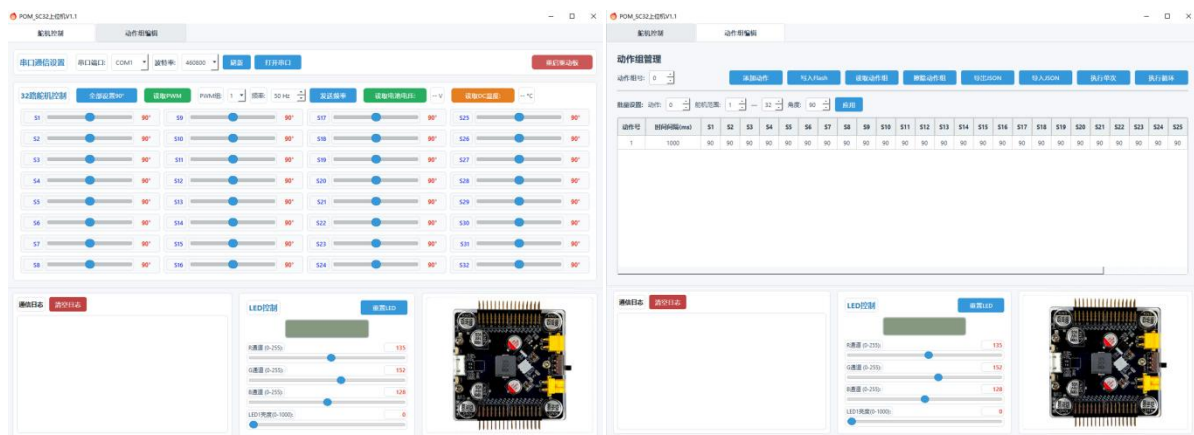
功能：将 PWM1 通道的占空比设置为 12.5%

指令：PWM1\_Duty=25,PWM32\_Duty=125

功能：将 PWM1 通道的占空比设置为 2.5%，将 PWM32 通道的占空比设置为 12.5%

## 2.2. 上位机控制

上位机界面采用“多页面 + 模块化布局”，主要包含“舵机控制”和“动作组编辑”两大核心标签页面，包含 LED 控制、通信日志、状态监测等辅助模块，支持多功能并行操作。



### 2.2.1. 串口连接管理

上位机具备智能串口连接功能，简化通讯建立流程，保障连接稳定性，具体功能如下：





- 自动刷新 COM 口列表：软件启动后或点击“刷新”按钮时，自动扫描计算机当前已识别的所有 COM 口，并在下拉列表中实时更新，无需手动重启软件即可识别新接入的串口设备。
- 一键打开/关闭串口连接：默认通讯波特率固定为 460800 bps，数据位 8 位，停止位 1 位，无校验；用户选择目标 COM 口后，点击“打开串口”按钮即可一键建立通讯，点击“关闭串口”按钮可快速终止连接。
- 异常掉线恢复：若通讯过程中出现串口断开（如线缆松动、驱动板断电等），上位机会自动断开与串口的连接，防止卡死。

### 2.2.2. 32 路舵机实时控制

针对 32 路舵机的精准控制需求，上位机提供灵活的单路与批量控制功能，支持实时调整与状态回读：



- 单路滑块 0-180° 实时拖动或键盘输入：每个舵机通道（1-32 路）对应独立的控制组件，用户可通过拖动滑块（范围 0-180°）实时调整舵机角度，也可直接在角度输入框中输入目标角度值（0-180°，支持整数输入），按下回车键立即生效，舵机同步响应。
- 批量“全部 90° 复位”：提供一键复位功能，点击“全部 90° 复位”按钮后，系统将自动向 32 路舵机发送角度指令，使所有舵机快速回归 90° 中位，适用于设备初始化或操作失误后的快速校准。
- 一键“读取 PWM”回显当前角度：点击“读取 PWM”按钮，上位机将自动发送寄存器查询命令（对应读取标志寄存器 0x004F 功能），获取 32 路舵机当前的 PWM 占空比，并将其转换为对应的角度值（0-180°），在界面各通道的角度显示区域实时回显，方便用户确认舵机当前状态。

### 2.2.3. 6 组 PWM 频率设置

支持对驱动板的 6 组 PWM 信号频率进行独立配置，满足不同舵机的频率需求：



PWM组: 1 频率: 50 Hz 发送频率

- **50 Hz-15 kHz 任意设定，立即生效：**上位机为 6 组 PWM（对应驱动板寄存器地址 0x0025-0x002A）分别提供频率设置框，用户可输入 50 Hz-15 kHz 范围内的任意频率值，输入完成后点击“发送频率”按钮，系统将自动按照寄存器命令协议发送频率配置指令，设置立即生效，无需重启设备。

#### 2.2.4. 动作组编辑与控制

提供可视化的动作组编辑界面，支持动作组的创建、修改、存储与执行，最大支持 137 组动作组（兼容驱动板存储能力：1 组 15872 个动作、8 组 1984 个动作和 127 组 248 个动作），具体功能如下：

- **可视化表格编辑：**动作组编辑界面以表格形式呈现，每一行代表一个动作，表格列包含“动作序号”、“时间间隔（ms，范围 1-65535 ms）”、“32 路舵机角度（S1-S32 列，每列对应一路舵机范围 0-180°）”；用户可直接在表格单元格中输入角度或时间值，操作直观便捷。

编辑设置: 动作: 0 舵机范围: 1 - 32 角度: 90 应用

动作号	时间间隔(ms)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32
1	1000	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

- **右键删除行：**在表格某一行上点击右键，可选择“删除动作”快速移除不需要的动作帧。

动作号	时间间隔(ms)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
1	1000	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

- **批量填充角度：**支持批量填充功能，选择指定动作号和舵机范围之后，输入目标角度值，点击“应用”，即可将选中区域的角度统一设置为目标值，提高编辑效率。

批量设置: 动作: 0 舵机范围: 1 - 32 角度: 90 应用

- **导入/导出 JSON 备份：**支持动作组数据的导入与导出，以 JSON 格式存储（包含动作组编号、动作号、每个动作的舵机角度与时间间隔等信息）；点击“导出”按钮，可将当前编辑的动作组保存为本地 JSON 文件，便于备份或共享；点击“导入”按钮，可选择本地 JSON 文件，将动作组数据加载到软件中，无需重新编辑。

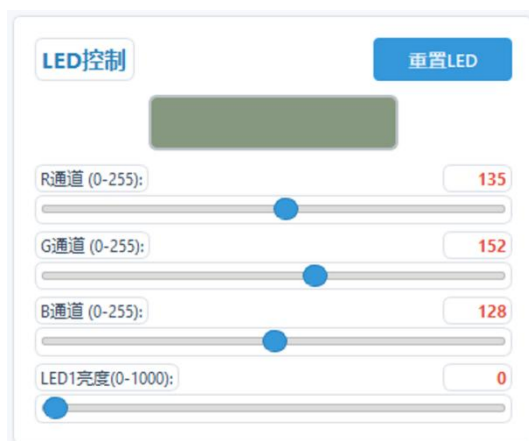
添加动作 写入Flash 读取动作组 删除动作组 导出JSON 导入JSON 执行单次 执行循环

- “读取 / 擦除 / 单次执行 / 循环执行” 等功能:

- 读取: 点击“读取 Flash”按钮, 上位机将读取驱动板 FLASH 中存储的动作组数据, 加载到软件界面供查看或修改;
- 擦除: 选择指定动作组点击“擦除 Flash”按钮, 清除 FLASH 中对应的动作组数据 (操作前需确认, 防止误删);
- 单次执行: 选择目标动作组后, 点击“单次执行”按钮, 驱动板将按照动作组的帧顺序执行一次动作, 执行完成后停止;
- 循环执行: 选择目标动作组后, 点击“循环执行”按钮, 驱动板将持续循环执行该动作组;

### 2.2.5. LED 全彩控制

支持对驱动板上的 LED 指示灯进行精细化控制, 包含 RGB 全彩控制与单色亮度调节:



- **RGB 三通道 0-255 滑块, 实时混色预览:** 针对彩色指示灯 (对应驱动板寄存器 0x0021-0x0023, 分别控制红、绿、蓝三通道), 上位机提供三个独立的滑块 (范围 0-255), 分别对应 RGB 三通道的亮度; 拖动滑块时, 滑块上方的“颜色预览区”将实时显示混色效果 (如: 红 = 255、绿 = 0、蓝 = 0 时预览区显示红色, 红 = 255、绿 = 255、蓝 = 0 时预览区显示黄色), 用户可根据需求调整至目标颜色。
- **LED1 亮度 0-1000 级 PWM 调光:** 针对单色指示灯 (对应驱动板寄存器 0x0024), 支持 0-1000 级的 PWM 亮度调节, 上位机提供亮度滑块, 用户可拖动滑块调整亮度, 数值越大亮度越高, 调整后实时生效; 亮度值同步显示在界面上, 便于精准控制。
- **“重置 LED” 一键熄灭:** 点击“重置 LED”按钮, 系统将自动发送指令, 将 RGB 三通道亮度设置为 0、单色指示灯亮度设置为 0, 使所有 LED 指示灯立即熄灭, 适用于设备休眠或不需要指示灯亮起的场景。

### 2.2.6. 状态监控

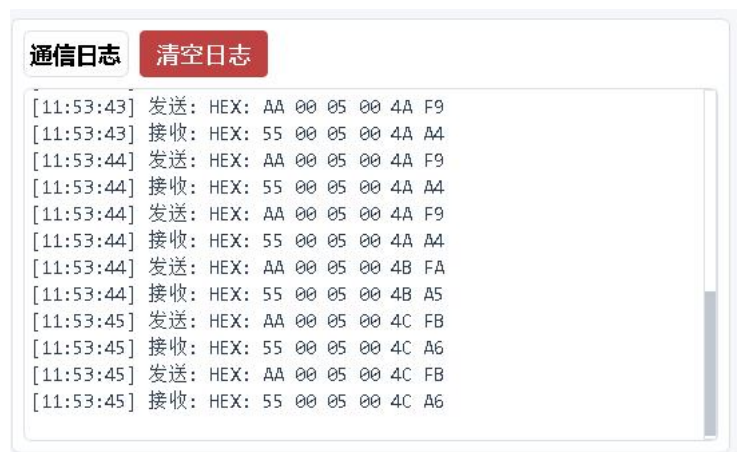
实时采集并显示驱动板的关键运行状态，便于用户掌握设备工作情况：



- **电池电压显示 (V)：**上位机通过通讯协议读取驱动板的电池电压检测数据，在按下“读取电池电压”按钮后，电压显示框实时显示电压值（单位：V，精度 0.1V）。
- **DC 芯片温度显示 (°C)：**上位机通过通讯协议读取驱动板的 DC 芯片温度数据，在按下“读取 DC 温度”按钮后，温度显示框实时显示温度值（单位：°C，精度 5°C）。

### 2.2.7. 通信日志管理

记录上位机与驱动板之间的所有通讯数据，便于故障排查与调试：



- **收发帧 HEX 实时打印：**通讯过程中，上位机发送的指令帧（如 6 字节寄存器命令）与接收的回复帧（如驱动板的确认帧、数据回读帧）均以 HEX 格式实时打印在“通信日志”界面中，每条日志包含“时间戳”“类型（发送 / 接收）”“HEX 数据”，如“2025-09-3 14:30:05 [发送] AA 00 01 00 7D 28”。
- **一键清空：**日志积累较多时，点击“清空日志”按钮，可快速清除当前界面的所有日志内容，保持界面整洁。