

微型伺服电缸

BLA 用户手册（电气）

目 录

1 产品概述	1
1.1 产品介绍	1
1.2 电气接口	1
2 接口和通讯	2
2.1 UART 串行总线	2
2.2 因时通信协议概要	2
2.2.1 通信机制	2
2.2.2 基本帧格式	2
2.2.3 指令间隔时间	3
2.2.4 读电缸状态信息	3
2.2.5 读寄存器	4
2.2.6 写寄存器	5
2.3 Modbus 协议概要	6
2.3.1 读取保持寄存器 功能码：0x03	6
2.3.2 预置单寄存器 功能码：0x06	7
2.3.3 预置多寄存器 功能码：0x10	7
2.4 寄存器说明	7
3 常用指令示例	9
3.1 读电缸状态信息	10
3.2 定位运动	11
3.3 伺服模式	14
3.4 力控模式	17
3.5 快速定位+软接触模式	20
3.6 清除故障	23
3.7 保存参数	25
3.8 暂停运动	26
3.9 修改电缸 ID	27
3.10 修改波特率	28

微型伺服电缸 BLA 系列用户手册（电气）

1. 产品概述

1.1 产品介绍

微型伺服电缸（本手册后续简称为电缸）是一种微小型无刷伺服电动推杆，内部集成了微型电机、减速器、丝杆机构、高精度绝对位置传感器（断电后不会丢失位置信息，无需归零操作）以及驱动控制系统（包含 FOC 控制算法和电流、速度、位置三闭环控制），可以实现行程范围内任意位置高精度伺服控制。

技术特点：

- 驱控一体化设计
- 小体积、高功率密度、高重复定位精度
- 接口丰富：

电气接口：RS485（兼容 Modbus RTU）。

机械接口：具有丰富的接口方式可选，方便用户安装使用。

- 具备过热、过流保护

1.2 电气接口

接口采用 XH2.54 胶壳插座，引脚间距 2.54mm，定义如下：

	引脚	颜色	RS485 定义
	1	红 ■	VCC
	2	黑 ■	GND
	3	黄 ■	A+
	4	蓝 ■	B-

（图 1 ）接口定义

2. 接口和通讯

2.1 UART 串行总线

该系列驱动器采用 RS485 通信方式,支持 Modbus RTU 协议和因时通讯协议。

出厂时，默认 ID 地址为 0x01，默认的通信波特率为 115200。ID 地址配置方式见 3.5.7。波特率配置方式见 2.5.8。

2.2 因时通信协议概要

2.2.1.通信机制

控制器与电缸之间采用问答方式通信，控制器发送指令帧，电缸收到指令帧，解析执行后返回应答帧。

允许一个控制器同时连接控制多个电缸，因此每个电缸须配置不同的 ID 地址作为唯一标识。控制器发出的指令帧数据体中包括有 ID 地址信息，只有与之匹配的 ID 地址对应的电缸才能完整接收指令帧信息，并在执行指令后返回相应的应答帧。

每个指令帧的以字节为最小单位，单一字节由 1 位起始位、8 位数据位以及 1 位停止位组成，无奇偶校验，共 10bit 组成。

2.2.2.基本帧格式

帧类型	帧头 (2 字节)		数据长度 (1 字节)	ID 地址 (1 字节)	数据段			校验和 (1 字节)
					指令类型 (1 字节)	寄存器地址 (2 个字节)	数据 (N 字节)	
指令帧	0x55	0xAA	L	ID	CMD	RegisterAddr	Data	Check Sum
应答帧	0xAA	0x55						

帧头：指令帧帧头为 0x55 0xAA；应答帧帧头为 0xAA 0x55。

数据长度：数据段的字节数， $L=N+3$ 。

ID 地址：范围 0x01 ~ 0xFE，即 1 ~ 254，出厂默认为 0x01。0xFF 为广播地址。若控制器发出 ID 地址为 0xFF 的指令帧时，总线上所有的电缸都会接收到指令帧，但不返回应答帧。应答帧的 ID 地址为发送该应答帧的电缸的 ID 地址。

数据段：指令类型、寄存器地址、寄存器数量、数据等，采用小端模式，即当数据长度大于1字节时，采用低字节在前，高字节在后的方式。其中指令类型分为三种。

指令类型	功能描述	数值	数据段长度(单位: 字节)
CMD_RD_STATUS	读电缸状态信息	0x30	3
CMD_WR_REGISTER	写寄存器(并返回状态信息)	0x31	3+n*2 其中, n 为要写的寄存器的个数
CMD_RD_REGISTER	读寄存器	0x32	4

说明：每个寄存器占2个字节；采用小端模式，低字节在前，高字节在后。

校验和：除帧头外其余所有数据累加和的低八位。

2.2.3. 指令间隔时间

由于受控制任务中断影响，应答帧的应答时间为120us~800us。建议相邻两条指令帧的发送时间间隔不少于2ms。

2.2.4. 读电缸状态信息

指令帧格式如下所示：

帧头 (2 字节)		数据长度 (1 字节)	ID 地址 (1 字节)	数据段			校验和 (1 字节)
				指令类型 (1 字节)	寄存器地址 (2 个字节)	数据 (0 字节)	
0x55	0xAA	0x03	ID	0x30	0x0000	空	Check Sum

应答帧格式如下所示：

帧头 (2 字节)				低字节	0xAA
				高字节	0x55
数据长度 (1 字节)					0x0F
ID (1 字节)					ID
数据段	指令类型 (1 字节)				0x30
	保留 (1 字节)				0x00
	保留 (1 字节)				0x00
	电缸状态 信息 ^①	实际位置 (标幺制) (16 位有符号数)		低字节	CurrentPosition_L
				高字节	CurrentPosition_H

		实际电流（标么制） （16 位有符号数）	低字节	CurrentCurrent_L
			高字节	CurrentCurrent_H
		实际受力 [®] （标么制） （16 位有符号数）	低字节	ForceSensor_L
			高字节	ForceSensor_H
		实际速度（标么制） （16 位无符号数）	低字节	Speed_L
			高字节	Speed_H
		故障码 （16 位无符号数）	低字节	ErrorCode_L
			高字节	ErrorCode_H
		温度 （16 位有符号数）	低字节	temperature_L
			高字节	temperature_H
校验和（1 字节）				Check Sum

注 1：电缸状态信息帧的数据内容可以在调试软件中设置。

注 2：如果电缸没有配置力传感器，此数据无意义。

2.2.5. 读寄存器

指令帧格式如下所示：

帧头 (2 字节)		数据 长度 (1 字 节)	ID 地址 (1 字节)	数据段				校验和 (1 字 节)
				指令 类型 (1 字 节)	寄存器地址 (2 字节)		寄存器 数量 (1 字节)	
					低字节	高字节		
0x55	0xAA	0x04	ID	0x32	Register Addr L	Register Addr H	n	Check Sum

应答帧格式如下所示：

帧头 (2 字节)			低字节	0xAA
			高字节	0x55
数据长度 (1 字节)				3+2*n
ID (1 字节)				ID
数据段	指令类型 (1 字节)			0x32
	寄存器地址 (2 字节)		低字节	RegisterAddr_L
			高字节	RegisterAddr_H
	n 个寄存器数据 (2*n 字节)	第 1 个寄存器	低字节	0x**
			高字节	0x**
			低字节	0x**

			高字节	0x**
		第 n 个寄存器	低字节	0x**
			高字节	0x**
校验和 (1 字节)				Check Sum

2.2.6. 写寄存器

指令帧格式如下所示：

帧头 (2 字节)			低字节	0x55
			高字节	0xAA
数据长度 (1 字节)				3+2*n
ID (1 字节)				ID
数据段	指令类型 (1 字节)			0x31
	寄存器地址 (2 字节)		低字节	RegisterAddr_L
			高字节	RegisterAddr_H
	n 个寄存器数据 (2*n 字节)	第 1 个寄存器	低字节	0x**
			高字节	0x**
			低字节	0x**
			高字节	0x**
		第 n 个寄存器	低字节	0x**
			高字节	0x**
校验和 (1 字节)				Check Sum

应答帧格式如下所示：

注 2：电缸状态信息帧的数据内容可以在调试软件中设置。

帧头 (2 字节)			低字节	0xAA
			高字节	0x55
数据长度 (1 字节)				0x0F
ID (1 字节)				ID
数据段	指令类型 (1 字节)			0x31
	寄存器地址 (2 字节)		低字节	RegisterAddr_L
			高字节	RegisterAddr_H
	电缸状态 信息 ^①	实际位置 (标幺制) (16 位有符号数)	低字节	CurrentPosition_L
			高字节	CurrentPosition_H
		实际电流 (标幺制)	低字节	CurrentCurrent_L
			高字节	CurrentCurrent_H

		(16 位有符号数)	高字节	CurrentCurrent_H
		实际受力 ^② （标么制） (16 位有符号数)	低字节	ForceSensor_L
			高字节	ForceSensor_H
		实际速度（标么制） (16 位无符号数)	低字节	Speed_L
			高字节	Speed_H
		故障码 (16 位无符号数)	低字节	ErrorCode_L
			高字节	ErrorCode_H
		温度 (16 位有符号数)	低字节	temperature_L
			高字节	temperature_H
校验和（1 字节）			Check Sum	

注 1：电缸状态信息帧的数据内容可以在调试软件中设置。

注 2：如果电缸没有配置力传感器，此数据无意义。

2.3 ModbusRTU 协议概要

ModbusRTU 协议使用的是主从请求应答通讯方式，协议帧包括了功能码、数据域、和 CRC 校验。该系列电缸支持读取保持寄存器（功能码 0x03）、预置单寄存器（功能码 0x06）、预置多寄存器（功能码 0x10）操作。

Modbus 协议传输 16 位整型数据时，采用大端模式，即当数据长度大于 1 字节时高位在前，低位在后。

2.3.1. 读取保持寄存器 功能码：0x03

主站询问 帧格式	从站 地址	功能码	起始寄存器 (高位)	起始寄存器 (低位)	寄存器数量 (高位)	寄存器数量 (低位)	CRC
	0x01	0x03	0x00	0x06	0x00	0x02	240A

含义：读 1 号（0x01）号从站保持寄存器，起始地址=0x0006；寄存器个数=0x0002，结束地址=0x0006+2-1=0x0007，即读 1 号从站保持寄存器 0x0006-0x0007，共两个寄存器。

从站应答 帧格式	从站 地址	功能码	字节 计数	0x006B 寄存器 (高位)	0x006B 寄存器 (低位)	0x006C 寄存器 (高位)	0x006C 寄存器 (低位)	CRC
	0x01	0x03	0x04	0x00	0x01	0x00	0x02	2A32

含义：返回 1(0x01)号从站保持寄存器 0x0006-0x0007，共两个寄存器，0x0006

寄存器数值是 0x0001，0x0007 寄存器数值是 0x0002。

2.3.2.预置单寄存器 功能码：0x06

主站询问 帧格式	从站地址	功能码	起始寄存器 (高位)	起始寄存器 (低位)	数据内容 (高位)	数据内容 (低位)	CRC
	0x01	0x06	0x00	0x06	0x00	0x02	E80A

含义：设置 1 号（0x01）号从站保持寄存器，寄存器地址 0x0006，数据内容是 0x0002。

从站应答 帧格式	从站地 址	功能码	起始寄存 器（高位）	起始寄存 器（低位）	数据内容 (高位)	数据内容 量（低位）	CRC
	0x01	0x06	0x00	0x06	0x00	0x02	E80A

2.3.3.预置多寄存器 功能码：0x10

主 站 询 问 帧 格 式	从站 地址	功能 码	起始 寄存 器 (高 位)	起始 寄存 器 (低 位)	寄存 器数 量(高 位)	寄存 器数 量(低 位)	字 节 计 数	数据 (高 位)	数据 (低 位)	数据 (高 位)	数据 (低 位)	CRC
	0x01	0x10	0x00	0x06	0x00	0x02	0x04	0x00	0x02	0x00	0x01	1385

含义：设置 1 号（0x01）号从站保持寄存器，寄存器起始地址 0x0006，寄存器个数为 0x0002，数据内容字节计数是 0x04，数据内容分别是 0x0002、0x0001。

从站应答帧格 式	从站 地址	功能码	起始寄存 器（高位）	起始寄存 器（低位）	寄存器数 量（高位）	寄存器数 量（低位）	CRC
	0x01	0x10	0x00	0x06	0x00	0x02	A1C9

2.4 寄存器说明

地址	名称	用户权限	调试模式
0x01	设备类型	只读	只读
0x02	固件版本	只读	只读
0x03 0x04	序列号	只读	读写

0x05			
0x06	ID 地址, 范围: 1~254	读写	读写
0x07	波特率 3-921600; 2-115200; 1-57600; 0-19200	读写	读写
0x08	1-清除故障命令	读写	读写
0x09	1-急停命令	读写	读写
0x0A	1-暂停运动命令	读写	读写
0x0B	1-还原参数命令	读写	读写
0x0C	1-保存命令	读写	读写
0x0E	过温保护值, 单位: °C	读写	读写
0x0F	回温启动值, 单位: °C	读写	读写
0x10	过流保护值, 标幺制 (16384:100%), 默认值 16384	读写	读写
0x11	电机正向输出最大值, 标幺制 (16384:100%), 默认值 16384	读写	读写
0x12	电机反向输出最大值, 标幺制 (16384:100%), 默认值 -16384	读写	读写
0x13	行程上限值, 标幺制 (16384:100%), 默认值 16384	读写	读写
0x14	行程下限值, 标幺制 (16384:100%), 默认值 0	读写	读写
0x15	力控方向设置, 0-挤压为正, 1-拉伸为正	读写	读写
0x20	工作模式: 0-位置模式, 1-伺服模式, 4-力控模式, 5-快速定位+软接触模式	读写	读写
0x22	力控目标值设定, 标幺制 (16384:100%), 默认值 0	读写	读写
0x23	目标速度 (速度模式下有效), 标幺制 (16384:100%), 默认值 0	读写	读写
0x24	目标位置 (速度、定位、伺服模式下有效), 标幺制 (16384:100%), 默认值 0	读写	读写
0x25	软接触速度 (快速定位+软接触模式下有效), 标幺制 (16384:100%), 默认值 0	读写	读写
0x26	实际位置, 标幺制 (16384:100%)	只读	只读
0x27	电流值, 标幺制 (16384:100%)	只读	只读
0x28	实际速度值, 标幺制 (16384:100%)	只读	只读
0x29	实际受力值, 标幺制 (16384:100%)	只读	只读
0x2A	故障码 (bit0——堵转; 触发条件: 电机电流大于设定电流, 速度小于 0.1mm/s, 持续 3s; 清除方式: 前两次电流低于设定电流后自动清除, 第三次需要手动清除;	只读	只读

	bit1: 过温; 触发条件: 电缸温度大于设定温度,持续 10s; 清除方式: 低于回温值自动清除; bit2: 过流; 触发条件: 电缸电流大于设定电流,持续 3s; 清除方式: 前两次电流低于设定电流后自动清除, 第三次需要手动清除; bit3: 电机异常; 触发条件: 马达出现损坏; 清除方式: 手动清除; bit4: Flash 参数错误或者未保存; 触发条件: 参数丢失; 清除方式: 手动清除; bit5: 驱动系统故障; 触发条件: 电缸驱动芯片异常; 清除方式: 手动清除; bit6: 编码器信号异常; 触发条件: 编码器芯片异常; 清除方式: 手动清除; bit7: 电流采样电路异常; 触发条件: 电流采样电路异常; 清除方式: 手动清除; bit8-10: 保留; bit11: 位置传感器异常; 触发条件: 线性磁栅传感器异常; 清除方式: 手动清除; bit12-14: 保留; bit15: 高温报警; 触发条件: 电缸温度高于用户设定回温值温度, 持续 10s 后报警; 清除方式: 低于回温值自动清除)		
0x2B	实际温度值, 单位: °C	只读	只读

物理量	标么基准值 (16384 对应的数值)	
行程	10mm	30mm
电流	1800mA ^③	
速度	10mm/s ^①	39mm/s ^②
加速度	500mm/s ²	
力	200N	

注 1: 固件为 2023 年 2 月 14 日之前的固件为 12.2mm/s。

注 2: 固件为 2023 年 2 月 14 日之前的固件为 44.034mm/s。

注 3: 固件为 2023 年 10 月 31 日之前的固件为 3000mA。

3. 常用指令示例

3.1 读电缸状态信息

因时协议的帧格式如下：

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x03	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x30	CMD_RD_STATUS	0x30	CMD_RD_STATUS
0x00		0x00	
0x00		0x00	
0x34	校验和	0x00	实际位置，标么值，16384 (0x4000) 对应 100%的标么基准行程
		0x40	
		0x00	实际电流，标么值，8192 (0x2000) 对应 50%的标么基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力，标么值，4096 (0x1000) 对应 25%的标么基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度，标么值，0 (0x0000) 对应 0%的标么基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD0	校验和

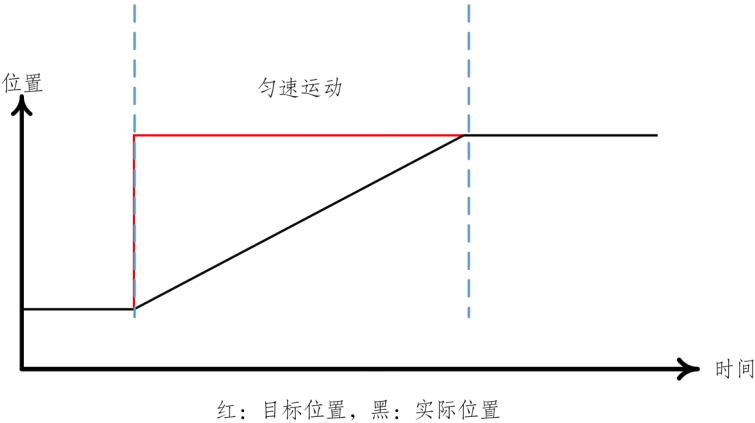
ModbusRTU 协议帧格式如下：

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明

0x01	地址	0x01	地址
0x03	功能码	0x03	功能码
0x00	寄存器地址	0x0A	字节数
0x26		0x00	实际位置，标么值，2（0x0002）
0x00	寄存器数量	0x02	对应 0.012%的标么基准行程
0x05		0x00	实际电流，标么值，0（0x0000）
0x64	CRC 校验	0x00	对应 50%的标么基准电流
0x02		0x00	实际速度，标么值，0（0x0000）
		0x00	对应 0%的标么基准速度
		0x01	实际受力，标么值，282（0x011A）
		0x1A	对应 25%的标么基准受力
		0x00	故障码
		0x00	
		0x1D	CRC 校验
		0xED	

3.2 定位运动

首先设置 0x20(工作模式)寄存器为 0，进入位置控制模式，如果已经工作在位置控制模式则不需要设置 0x20(工作模式)寄存器；然后设置 0x23(设置速度)、0x24(目标位置)寄存器数值，可控制电缸以设定速度运动到目标位置。



（图 2）定位模式示意图

例如控制 BLAS10-C112 电缸以 10mm/s(速度标么基准值的 100%)运动到 10mm(位置标么基准值的 100%)，需要设置 0x23(设置速度) 寄存器为 16384，设置

0x24(目标位置)为 16384。首先设置 0x20 寄存器为 0x00 (如果已经 0x20 寄存器内容已经是 0x00, 无需再次设置), 然后再设置 0x23、0x24 寄存器数值。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x20	设置工作模式寄存器地址	0x20	
0x00		0x00	
0x00	0: 位置模式	0x00	实际位置, 标幺值, 16384 (0x4000) 对应 100%的标幺基准行程
0x00		0x40	
0x57	校验和	0x00	实际电流, 标幺值, 8192 (0x2000) 对应 50%的标幺基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力, 标幺值, 4096 (0x1000) 对应 25%的标幺基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度, 标幺值, 0 (0x0000) 对应 0%的标幺基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD0	校验和

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明

0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x07	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x23	设置速度寄存器地址	0x00	
0x00		0x00	
0x00	设置速度设置为 16384(0x4000),即最高速度 的 100%	0x00	实际位置, 标么值, 16384 (0x4000) 对应 100%的标么基 准行程
0x40		0x40	
0x00	目标位置设置为 16384(0x4000),即位置标么 基准值的 100%	0x00	实际电流, 标么值, 8192 (0x2000) 对应 50%的标么基 准电流
0x40		0x20	
0xDC	校验和	0x00	实际受力, 标么值, 4096 (0x1000) 对应 25%的标么基准 受力
		0x10	
		0x00	实际速度, 标么值, 0 (0x0000) 对应 0%的标么基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD0	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

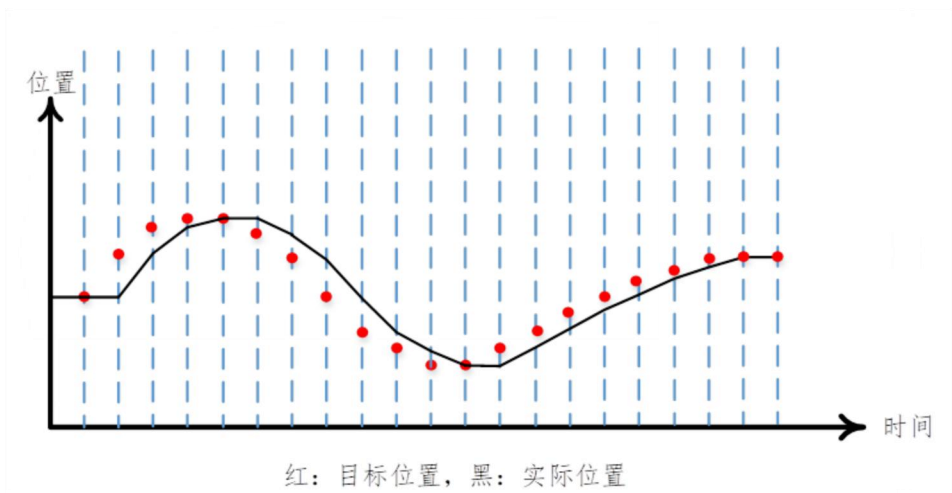
指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x20		0x20	
0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x00		0x00	
0x88	CRC 校验	0x88	CRC 校验

0x00		0x00	
------	--	------	--

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x10	功能码	0x10	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x23		23	
0x00	寄存器数量	0x00	寄存器数量
0x02		0x02	
0x04	字节数量	0x95	CRC 校验
0x40	设置速度设置为	0xB5	
0x00	16384(0x4000),即最高速度的 100%		
0x40	目标位置设置为		
0x00	16384(0x4000),即位置标么基准值的 100%		
0x95	CRC 校验		
0xA2			

3.3 伺服模式

在伺服模式下，电缸将跟随设置位置轨迹（上位机以不大于 50ms 固定时间间隔发送设置位置值到 0x24 寄存器）运动，如下图所示，发送设置位置值的时间间隔越短，跟随性能越好。



(图 3) 伺服模式示意图

例如控制电缸运动到 10mm(位置标么基准值的 100%)，需要设置 0x24(目标位置) 为 16384。首先设置 0x20 寄存器为 0x01（如果已经 0x20 寄存器内容已经是 0x01，无需再次设置），然后再设置 0x24 寄存器数值。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x20	设置工作模式寄存器地址	0x20	
0x00		0x00	
0x00	1: 伺服模式	0x00	实际位置，标么值，16384
0x01		0x40	(0x4000) 对应 100%的标么基准行程
0x58	校验和	0x00	实际电流，标么值，8192
		0x20	(0x2000) 对应 50%的标么基准电流
		0x00	实际受力，标么值，4096
		0x10	(0x1000)对应 25%的标么基准受力

		0x00	实际速度, 标幺值, 0 (0x0000)
		0x00	对应 0%的标幺基准速度
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD0	校验和

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x24	设置位置寄存器地址	0x24	
0x00		0x00	
0x00	目标位置设置为 8192(0x2000),即 位置标幺基准值的 50%	0x00	实际位置, 标幺值, 16384 (0x4000) 对应 100%的标幺基 准行程
0x20		0x40	
0x7B	校验和	0x00	实际电流, 标幺值, 8192 (0x2000) 对应 50%的标幺基 准电流
		0x20	
		0x00	实际受力, 标幺值, 4096 (0x1000)对应 25%的标幺基准 受力
		0x10	
		0x00	实际速度, 标幺值, 0 (0x0000)
		0x00	对应 0%的标幺基准速度
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD0	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x20		0x20	
0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x01		0x01	
0x49	CRC 校验	0x49	CRC 校验
0xC0		0xC0	

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x24		0x24	
0x20	数据内容	0x20	数据内容
0x00		0x00	
0xD0	CRC 校验	0xD0	CRC 校验
0x01		0x01	

3.4力控模式

首先设置 0x20(工作模式)寄存器为 4，进入力控模式，如果已经工作在力控模式则不需要设置 0x20(工作模式)寄存器；然后设置 0x22(设置力控)寄存器数值，电缸将通过闭环调整以保持受力值为设定的力控值。

例如控制电缸受力值维持在 50N(速度标么基准值的 25%)。首先设置 0x20 寄存器为 0x04 (如果已经 0x20 寄存器内容已经是 0x04, 无需再次设置), 然后再设置 0x22 寄存器数值。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x20	设置工作模式寄存器地址	0x20	
0x00		0x00	
0x04	4: 力控模式	0x00	实际位置, 标幺值, 16384 (0x4000) 对应 100%的标幺基准行程
0x00		0x40	
0x5B	校验和	0x00	实际电流, 标幺值, 8192 (0x2000) 对应 50%的标幺基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力, 标幺值, 4096 (0x1000) 对应 25%的标幺基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度, 标幺值, 0 (0x0000) 对应 0%的标幺基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD0	校验和

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER

0x22	设置力控寄存器地址	0x22	
0x00		0x00	
0x00	设置力控值设置为 4096(0x1000),即力控标么值的 25%%	0x00	实际位置, 标么值, 16384 (0x4000) 对应 100%的标么基准行程
0x10		0x40	
0x69	校验和	0x00	实际电流, 标么值, 8192 (0x2000) 对应 50%的标么基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力, 标么值, 4096 (0x1000) 对应 25%的标么基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度, 标么值, 0 (0x0000) 对应 0%的标么基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD0	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x20		0x20	
0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x04		0x04	
0x89	CRC 校验	0x89	CRC 校验
0xC3		0xC3	

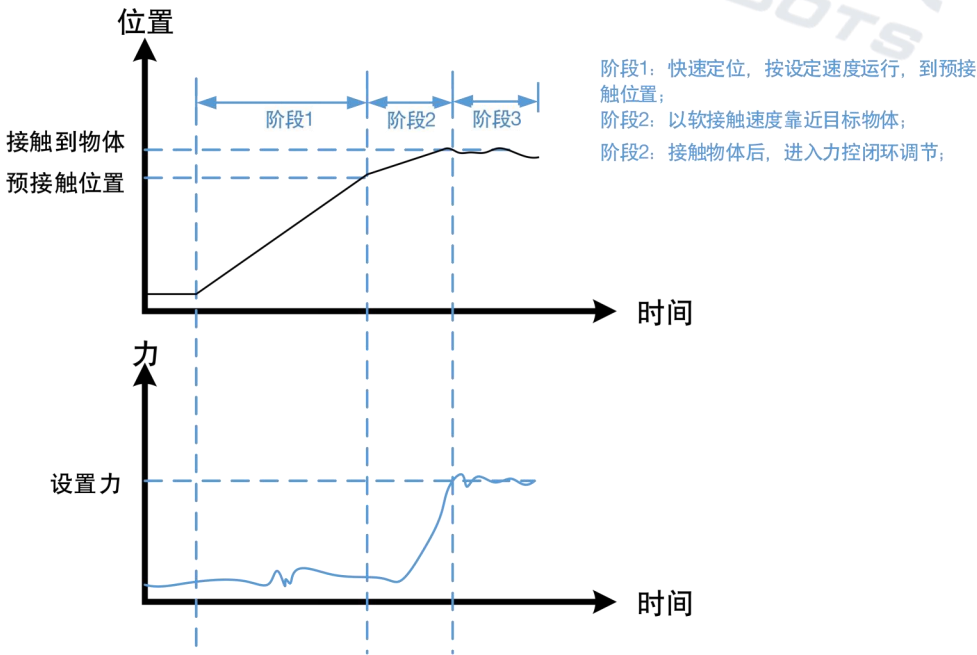
指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明

0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x22		0x22	
0x10	数据内容	0x10	数据内容
0x00		0x00	
0x24	CRC 校验	0x24	CRC 校验
0x00		0x00	

3.5 快速定位+软接触模式

在快速定位+软接触模式下，电缸将按照设置速度（0x23 寄存器）运行至预接触位置（0x24 寄存器），到位后，电缸按照软接触速度（0x25 寄存器）运动靠近并接触物体，当实际受力接近设置力控值（0x22 寄存器）后，电缸进入力控调节阶段，按照设置力控值（0x22 寄存器）维持力的输出。

首先设置 0x20(工作模式)寄存器为 5，进入快速定位+软接触控模式，如果已经工作在快速定位+软接触模式则不需要设置 0x20(工作模式)寄存器；然后再设置 0x22(设置力)、0x23(设置速度)、0x24(目标位置)、0x25(软接触速度)寄存器数值。



（图 4）快速定位+软接触模式示意图

例如控制 BLAS10-C112 电缸以 10mm/s(速度标么基准值的 100%)运动到 5mm 的预接触位置(位置标么基准值的 50%)，然后以 0.122mm/s(速度标么基准值的 1%)的软接触速度去接触目标物体，最终维持 50N（力控标么值的 25%）推力，需要设置 0x23(设置速度) 寄存器为 16384，设置 0x24(目标位置)为 8192，设置 0x25(软接触速度)为 163，设置 0x22（设置力控）为 4096。首先设置 0x20 寄存器为 0x05（如果已经 0x20 寄存器内容已经是 0x05，无需再次设置），然后再设置 0x22、0x23、0x24、0x25 寄存器数值。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x20	设置工作模式寄存器地址	0x20	
0x00		0x00	
0x05	5：快速定位+软接触模式	0x00	实际位置，标么值，16384 (0x4000)对应 100%的标么基准行程
0x00		0x40	
0x5C	校验和	0x00	实际电流，标么值，8192(0x2000) 对应 50%的标么基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力，标么值，4096(0x1000) 对应 25%的标么基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度，标么值，0 (0x0000) 对应 0%的标么基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	

		0xF1	校验和
--	--	------	-----

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x0B	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x22	设置力控寄存器地址	0x22	
0x00		0x00	
0x00	设置力控设置为 4096(0x1000),即 力控标么值的 25%	0x00	实际位置, 标么值, 16384 (0x4000)对应 100%的标么基准 行程
0x10		0x40	
0x00	设置速度设置为 16384(0x4000), 即最高速度的 100%	0x00	实际电流, 标么值, 8192(0x2000) 对应 50%的标么基准电流
0x40		0x20	
0x00	预接触位置设置为 8192(0x2000), 即位置标么基准值的 50%	0x00	实际受力, 标么值, 4096(0x1000) 对应 25%的标么基准受力
0x20		0x10	
0xA3	软接触速度设置为 163(0x00A3),即 速度标么基准值的 1%	0x00	实际速度, 标么值, 0 (0x0000) 对应 0%的标么基准速度
0x00		0x00	
0x72	校验和	0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xF	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x20		0x20	

0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x05		0x05	
0x48	CRC 校验	0x48	CRC 校验
0x03		0x03	

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x10	功能码	0x10	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x22		0x22	
0x00	寄存器数量	0x00	寄存器数量
0x04		0x04	
0x08	字节数量	0x61	CRC 校验
0x10	设置力控设置为 4096(0x1000),即	0xCC	
0x00	力控标么值的 25%		
0x40	设置速度设置为 16384(0x4000),		
0x00	即最高速度的 100%		
0x20	目标位置设置为 8192(0x2000),即		
0x00	位置标么基准值的 50%		
0x00	预接触位置设置为 163(0x00A3),		
0xA3	即速度标么基准值的 1%		
0x8A	CRC 校验		
0x77	CRC 校验		

3.6 清除故障

设置寄存器 0x08 为 1，即可清除可以清除的故障。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度

0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x08	寄存器地址	0x08	寄存器地址
0x00		0x00	
0x01	1	0x00	实际位置, 标幺值, 16384 (0x4000) 对应 100%的标幺基准行程
0x00		0x40	
0x40	校验和	0x00	实际电流, 标幺值, 8192(0x2000) 对应 50%的标幺基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力, 标幺值, 4096(0x1000) 对应 25%的标幺基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度, 标幺值, 0 (0x0000) 对应 0%的标幺基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD9	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x08		0x08	
0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x01		0x01	
0xC9	CRC 校验	0xC9	CRC 校验
0xC8		0xC3	

3.7 保存参数

当修改寄存器中的参数,并希望在断电重启后依然有效,可以通过设置寄存器 0x0C 为 1 发送保存参数指令,将寄存器中的参数固化到 flash 中。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x0C	寄存器地址	0x0C	寄存器地址
0x00		0x00	
0x01	1	0x00	实际位置, 标幺值, 16384 (0x4000) 对应 100% 的标幺基准行程
0x00		0x40	
0x44	校验和	0x00	实际电流, 标幺值, 8192 (0x2000) 对应 50% 的标幺基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力, 标幺值, 4096 (0x1000) 对应 25% 的标幺基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度, 标幺值, 0 (0x0000) 对应 0% 的标幺基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xDD	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址

0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x0C		0x0C	
0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x01		0x01	
0x88	CRC 校验	0x88	CRC 校验
0x09		0x09	

3.8 暂停运动

设置寄存器 0x0A 为 1，可暂停电缸的当前运动。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x0A	寄存器地址	0x0A	寄存器地址
0x00		0x00	
0x01	1	0x00	实际位置，标么值，16384 (0x4000)对应 100%的标么基准行程
0x00		0x40	
0x42	校验和	0x00	实际电流，标么值，8192(0x2000) 对应 50%的标么基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力，标么值，4096 (0x1000) 对应 25%的标么基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度，标么值，0 (0x0000) 对应 0%的标么基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	

		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xDB	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x0A		0x0A	
0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x01		0x01	
0x68	CRC 校验	0x68	CRC 校验
0x08		0x08	

3.9 修改电缸 ID

将电缸 ID 修改为 2，可设置寄存器 0x06 为 0x02，新 ID 立即生效。再发送保存参数指令（参见 2.5.5），将 ID 固化到 flash 中。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头
0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据段长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x06	ID 寄存器地址	0x06	ID 寄存器地址
0x00		0x00	
0x02	新的 ID 为 2	0x00	实际位置，标么值，16384 (0x4000) 对应 100% 的标么基准行程
0x00		0x40	

0x3F	校验和	0x00	实际电流, 标么值, 8192(0x2000)
		0x20	对应 50%的标么基准电流
		0x00	实际受力, 标么值, 4096
		0x10	(0x1000) 对应 25%的标么基准 受力
		0x00	实际速度, 标么值, 0 (0x0000)
		0x00	对应 0%的标么基准速度
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xD0	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x06		0x06	
0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x02		0x02	
0xE8	CRC 校验	0xE8	CRC 校验
0x0A		0x0A	

3.10修改波特率

将电缸波特率修改为 115200，可设置寄存器 0x07 为 0x02（2 对应 115200 波特率），然后发送保存参数指令（参见 3.5.10）。断电重启后，新的波特率生效。

因时协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x55	帧头	0xAA	帧头

0xAA	帧头	0x55	帧头
0x05	数据长度	0x0F	数据长度
0x01	ID	0x01	ID
0x31	CMD_WR_REGISTER	0x31	CMD_WR_REGISTER
0x07	波特率寄存器地址	0x07	波特率寄存器地址
0x00		0x00	
0x02	2 波特率为 115200	0x00	实际位置，标么值，16384 (0x4000) 对应 100%的标么基准行程
0x00		0x40	
0x40	校验和	0x00	实际电流，标么值，8192 (0x2000) 对应 50%的标么基准电流
		0x20	
		0x00	实际受力，标么值，4096 (0x1000) 对应 25%的标么基准受力
		0x10	
		0x00	实际速度，标么值，0 (0x0000) 对应 0%的标么基准速度
		0x00	
		0x00	故障码
		0x00	
		0x20	温度 32℃
		0x00	
		0xA7	校验和

ModbusRTU 协议帧格式如下。

指令帧		应答帧	
数值	说明	数值	说明
0x01	地址	0x01	地址
0x06	功能码	0x06	功能码
0x00	寄存器地址	0x00	寄存器地址
0x07		0x07	
0x00	数据内容	0x00	数据内容
0x02		0x02	
0xB9	CRC 校验	0xB9	CRC 校验
0xCA		0xCA	