

AG-95 通讯接口协议

V1.5



目录

AG-95 通讯接口协议.....	1
通讯协议接口简介.....	2
基本通讯逻辑.....	2
命令报文格式.....	3
命令总览.....	3
命令详解.....	4
初始化 (Initialization) 命令.....	4
夹持力/外撑力 (Force) 命令.....	5
位置 (Position) 命令.....	6
反馈状态 (Feedback) 命令.....	6
掉落检测 (object dropped) 命令.....	7
固件版本号 (Version) 命令.....	7
I/O 模式 (I/O Mode) 命令.....	8
CAN ID 命令.....	10
CAN 波特率 命令.....	11

通讯协议接口简介

对于 AG-95 型号夹爪，通讯接口协议为 CAN2.0A，通讯速率为 500Kbps。为增强其拓展性，为其配备了通讯转接盒，进而可以支持 USB，TCP/IP 等多种通讯接口。

本夹爪使用 CAN 标准帧通讯，主要由 标准帧 ID 与 8 字节数据构成，而通讯转接盒的通讯格式为在传输数据中添加帧头，帧尾及 CAN 标准帧 ID 构成，即 命令报文 = 帧头 + ID + CAN 数据 + 帧尾。（夹爪出厂默认 CAN ID 为 1）

通讯转接盒根据上述结构对命令进行解析，生成 CAN 标准帧通过航插线发送给夹爪进而实现通讯。

本套协议是用于控制夹爪，以及 设置/读取 夹爪相关参数。

基本通讯逻辑

- 成功接收反馈：**为了确认用户的命令是否发送成功，本夹爪会在成功接收命令后，反馈一条一模一样的数据，在开发中可以通过判断数据是否返回及是否一样，来确定数据接收的正确性。
- 初始化成功自动反馈：**出厂默认初始化成功后自动反馈。也可以通过指令来修改是否反馈。
- 初始化命令可被打断：**初始化过程可被初始化命令打断，即初始化过程中再次发送初始化，将打断上一次初始化过程并再次开始新一次的初始化过程。因此建议用户通过查询初始化成功标志，来避免在正常情况下频繁发送初始化命令。
- 位置命令可被打断：**即当发送一个目标位置命令后，在夹爪运动过程中又发送了另一个目标位置命令，那么当前的运动将会打断进而执行新的目标位置。建议用户通过查询状态命令，判断夹爪运动结束后再发送新的命令。
- 保证设置的成功性：**例如 设置 CAN ID，设置 CAN 波特率，设置 I/O 模式参数的命令，不会在接收到命令立即返回，而是在完成设置并写入存储后反馈，因此存在较长的等待时间。特别注意，为了安全，在设置时，夹爪不能夹住物体。
- 命令间隔：**为保证夹爪运行的安全性，建议命令与命令的发送间隔在 20ms（毫秒）以上。
- 掉落检测：**掉落检测物体直径需大于 5mm，小于此直径，不能保证此准确性。

命令报文格式

所有外部通讯接口（CAN 与 I/O 接口除外）发送至通讯转接盒的命令均采用如下格式进行发送，一共 14 个字节。

帧头	夹爪 ID	数据段（8 字节）					帧尾
		功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	
4 字节 (0xFFFEFD FC)	1 字节	1 字节	1 字节	1 字节	1 字节 (0x00)	4 字节	1 字节 (0xFB)

命令报文由 帧头，ID，数据段，帧尾 这四个部分构成。其中帧头与帧尾为固定字节内容。

- 帧头：**报文以 0xFFFEFD FC 开始，通讯转接盒将识别该字段判断命令的开始。
- 夹爪 ID：**报文中的夹爪 ID 为夹爪实际的 CAN ID（出厂默认为 1），数值范围为 0-255，具体详见 CAN ID 命令命令详解。（下文的示例指令中的 ID，均为默认 ID = 1）
- 数据段：**实际控制命令为 8 字节的数据段，该数据段实际为 CAN 通讯时的数据段，**在使用 CAN 接口作为通讯接口时，命令即为这 8 个字节，无需添加帧头帧尾。**

功能寄存器值：用于标识该条命令的主功能

子功能寄存器值：用于标识在主功能下划分的子功能

读/写：仅允许 0x00 和 0x01，其中 0x00 表示该条命令为读命令，0x01 表示该命令为写命令。

下文的所有表格中的“读/写”字节为 0x00/0x01 时表示该功能具备读和写的权限，为 0x00 时表示该功能仅允许读，为 0x01 时表示仅允许写入。

保留：该字节无作用，为保留字节，默认填入 0x00

数据：为 4 字节 32 位有符号整型，数据范围为 0x00000000 – 0xFFFFFFFF，采用小端（little endian）模式，如 1 = 01 00 00 00，-1 = FF FF FF FF。

（在读操作时，数据段的 4 字节数据无作用，不影响结果）

- 帧尾：**报文以 0xFB 结束，通讯转接盒将识别该字段判断命令的结束。

如：初始化命令 FF FE FD FC 01 08 02 01 00 00 00 00 00 FB （为便于阅读，后续内容的命令字节间均以空格隔开）

命令总览

功能	功能寄存器值	子功能寄存器值	功能备注
初始化	0x08	0x01-0x02	初始化相关命令
夹持力	0x05	0x02-0x04	读取/设置 夹持/外撑 力
位置	0x06	0x02	设置/读取 夹持位置
反馈状态	0x0F	0x01	读取当前夹持状态
IO 模式	0x10	0x01-0x0B	设置/读取 IO 模式命令
CAN ID	0x12	0x01	设置/读取 夹爪 CAN ID
读取固件版本号	0x13	0x01	读取当前电爪固件版本
CAN 波特率	0x14	0x01	设置/读取 CAN 波特率
掉落检测	0x15	0x01/0x02	掉落检测相关

命令详解

初始化 (Initialization) 命令

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x08	0x01	0x00/0x01	0x00	整型 (Integer)	读取/设置 初始化完毕是否主动反馈
	0x02	0x00/0x01		整型 (Integer)	读取初始化状态/初始化

该命令为夹爪初始化相关命令，以功能寄存器值 0x08 标识，并分为两个子功能模块。

当子功能模块值为 0x01 时，则该条命令用作 读取/设置 初始化成功标志是否主动反馈。

例：

设置主动反馈（写操作）：

发送：FF FE FD FC 01 08 01 01 00 A5 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 08 01 01 00 A5 00 00 00 FB

读取是否主动反馈（读操作）：

发送：FF FE FD FC 01 08 01 00 00 00 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 08 01 00 00 A5 00 00 00 FB （是主动反馈）

或

返回：FF FE FD FC 01 08 01 00 00 00 00 00 00 FB （不主动反馈）

当子功能模块值为 0x02 时，则该条命令用作 初始化命令 或 读取初始是否成功标志。

发送初始化命令，首先将返回到命令成功反馈（返回到和发送一样的命令），而后夹爪将进行初始化过程。

在初始化完成后，如设置了主动反馈，则会主动反馈初始化成功命令，否则将不会主动反馈。

初始化（写操作）：

发送：FF FE FD FC 01 08 02 01 00 00 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 08 02 01 00 00 00 00 00 FB

在设置主动反馈后：

初始化成功后返回：FF FE FD FC 01 08 02 00 00 01 00 00 00 FB

读取是否初始化完成：

发送：FF FE FD FC 01 08 02 00 00 00 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 08 02 00 00 01 00 00 00 FB （初始化完成）

或

返回：FF FE FD FC 01 08 02 00 00 00 00 00 00 FB （初始化未完成）

夹持力/外撑力 (Force) 命令

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x05	0x02	0x00/0x01	0x00	整型 (Integer)	读取/设置 夹持力
	0x03				读取/设置 外撑力
	0x04				同时读取/设置 夹持/外撑力 (V5 版 AG95 支持)

该命令为 读取或设置 夹爪在夹取/外撑时的力，以功能寄存器值 0x05 标识，单位为百分比，具体夹持力范围请参考产品参数手册。

其数值范围为 20-100，对应数据为 14 00 00 00 – 64 00 00 00。

例：(以设置并读取 30% 夹持力为例)

设置 30% 夹持力 (写操作)：

发送：FF FE FD FC 01 05 02 01 00 1E 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 05 02 01 00 1E 00 00 00 FB

读取当前 夹持力 (读操作)：

发送：FF FE FD FC 01 05 02 00 00 00 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 05 02 00 00 1E 00 00 00 FB

设置 30% 外撑力 (写操作)：

发送：FF FE FD FC 01 05 03 01 00 1E 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 05 03 01 00 1E 00 00 00 FB

读取当前 外撑力 (读操作)：

发送：FF FE FD FC 01 05 03 00 00 00 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 05 03 00 00 1E 00 00 00 FB

同时设置 30% 张开力外撑力 (写操作)：

发送：FF FE FD FC 01 05 04 00 00 1E 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 05 04 00 00 1E 00 00 00 FB

位置 (Position) 命令

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x06	0x02	0x00/0x01	0x00	整型 (Integer)	读取/设置 夹持位置

该命令为 读取夹爪当前位置 或 设置夹爪的目标位置，以功能寄存器值 0x06 标识，单位为百分比，具体行程范围为参考产品参数手册。

其数值范围为 0-100，对应数据为 00 00 00 00 – 64 00 00 00。

例：(以设置并读取 60% 夹持位置为例)

设置 60% 夹持位置 (写操作)：

发送：FF FE FD FC 01 06 02 01 00 3C 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 06 02 01 00 3C 00 00 00 FB

读取当前夹持位置 (读操作)：

发送：FF FE FD FC 01 06 02 00 00 00 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 06 02 00 00 3C 00 00 00 FB

反馈状态 (Feedback) 命令

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x0F	0x01	0x00	0x00	整型 (Integer)	读取当前夹持状态

该命令为 读取 夹爪当前的状态，以功能寄存器值 0x0F 标识，夹爪状态分为：

00 00 00 00 : 默认或正在运动

02 00 00 00 : 到达目标位置，未检测到夹到物体

03 00 00 00 : 未到达目标位置，检测到夹住物体

例：

读取当前状态 (读操作)：

发送：FF FE FD FC 01 0F 01 00 00 00 00 00 00 FB

返回 默认：FF FE FD FC 01 0F 01 00 00 00 00 00 00 FB

或

到目标位置：FF FE FD FC 01 0F 01 00 00 02 00 00 00 FB

或

夹住物体：FF FE FD FC 01 0F 01 00 00 03 00 00 00 FB

掉落检测 (object dropped) 命令

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x15	0x01	0x00/0x01	0x00	整型 (Integer)	掉落检测开关
	0x02	0x00/0x01	0x00	整型 (Integer)	反馈相关

打开掉落检测功能:

FF FE FD FC 01 15 01 01 00 01 00 00 00 FB

关闭掉落检测功能:

FF FE FD FC 01 15 01 01 00 00 00 00 00 FB

物体掉落时, 夹爪自动反馈 (持续反馈):

FF FE FD FC 01 15 02 00 00 00 00 00 00 FB

停止反馈 (也可通过新的位置指令停止掉落反馈):

FF FE FD FC 01 15 02 01 00 00 00 00 00 FB

固件版本号 (Version) 命令

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x13	0x01	0x00	0x00	0x00000000	读取当前电爪固件版本

该命令为 读取或设置 夹爪内部固件版本, 以功能寄存器值 0x13 标识。仅为读操作。

该操作用于区分夹爪型号与内部固件版本, 第一个字节为固件小版本号, 第二个字节为固件主版本号, 第三个字节为夹爪型号, 第四个字节为该型号夹爪的第几个硬件迭代版。如: 00 01 02 01 (小端模式, 反向阅读) 即为 第 1 版 2 型夹爪 固件版本 V1.0

例:

读取固件版本 (读操作):

发送: FF FE FD FC 01 13 01 00 00 00 00 00 00 FB

返回: FF FE FD FC 01 13 01 00 00 00 01 02 01 FB

I/O 模式 (I/O Mode) 命令

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x10	0x01	0x00/0x01	0x00	整型 (Integer)	读取/设置 第一个行程的关闭位置
	0x02				读取/设置 第一个行程的张开位置
	0x03				读取/设置 第一个行程的夹持力大小
	0x04	0x01			控制第一个行程的开合
	0x05	0x00/0x01			读取/设置 第二个行程的关闭位置
	0x06				读取/设置 第二个行程的张开位置
	0x07				读取/设置 第二个行程的夹持力大小
	0x08	0x01			控制第二个行程的开合
	0x09	0x00/0x01			读取/设置 IO 控制模式开关状态
	0x0A	0x00/0x01			读取/设置 第一个行程的外撑力大小
	0x0B	0x00/0x01			读取/设置 第二个行程的外撑力大小

该命令为 I/O 模式 相关命令，以功能寄存器值 0x10 标识。

I/O 模式为一种简单的通讯模式，由带 I/O 接口的通讯转接盒检测输入引脚状态，根据当前引脚状态主动向夹爪发送命令。在通讯转接盒上留有二个输入引脚，每个引脚都识别两种输入状态，总共对应四种状态，因此 I/O 模式又可理解为四种输入状态对应四种以指定力到达指定位置的状态。

子功能 0x01-0x03, 0x05-0x07, 0x0A-0x0B 这 8 个子功能为设置夹持力与目标位置，数值范围可参见前文的夹持力命令及位置命令小节。功能介绍中的“关闭”“张开”为一种名称，不代表实际的数值大小。但建议在设置时，行程的关闭位置的值小于张开位置值，这样也便于理解和调试。

例如：设置第一个行程闭合位置为 60，夹持力为 30，张开位置为 30，外撑力为 60，则控制第一个行程时有：以 30%力矩运动到位置 60，以 60%力矩运动到 30 这两种情况。即，第一个行程的闭合位置设置与夹持力设置绑定，张开位置设置与外撑力设置绑定。另一个行程同理。

子功能 0x04 和 0x08 子功能，即为通讯转接盒主动发送的命令。用于控制夹爪执行其中一个行程的一个位置。

子功能 0x09 为 设置/读取 I/O 模式的开关，即是否响应 子功能 0x04 和 0x08 的命令。

(可以合理的利用 I/O 模式的指令，简化控制命令。如实现设置好 I/O 模式的参数，然后通过 0x04 即 0x08 控制夹爪的开合，以此简化某些场景下的控制)

例:

打开 I/O 模式: (写操作)

发送: FF FE FD FC 01 10 09 01 00 01 00 00 00 FB

返回: FF FE FD FC 01 10 09 01 00 01 00 00 00 FB

设置 I/O 模式参数: (写操作)

发送: FF FE FD FC 01 10 01 01 00 00 00 00 00 FB (设置第一个行程 闭合位置 0)

返回: FF FE FD FC 01 10 01 01 00 00 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 02 01 00 5A 00 00 00 FB (设置第一个行程 张开位置 90)

返回: FF FE FD FC 01 10 02 01 00 5A 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 03 01 00 5A 00 00 00 FB (设置第一个行程 夹持力 90)

返回: FF FE FD FC 01 10 03 01 00 5A 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 0A 01 00 3C 00 00 00 FB (设置第一个行程 外撑力 60)

返回: FF FE FD FC 01 10 0A 01 00 3C 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 05 01 00 1E 00 00 00 FB (设置第二个行程 闭合位置 30)

返回: FF FE FD FC 01 10 05 01 00 1E 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 06 01 00 3C 00 00 00 FB (设置第二个行程 张开位置 60)

返回: FF FE FD FC 01 10 06 01 00 3C 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 07 01 00 3C 00 00 00 FB (设置第二个行程 夹持力 60)

返回: FF FE FD FC 01 10 07 01 00 3C 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 0B 01 00 5A 00 00 00 FB (设置第二个行程 外撑力 90)

返回: FF FE FD FC 01 10 0B 01 00 5A 00 00 00 FB

I/O 控制: (写操作)

发送: FF FE FD FC 01 10 04 01 00 00 00 00 00 FB (控制夹爪到达第一个行程的第一个位置)

返回: FF FE FD FC 01 10 04 01 00 00 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 04 01 00 01 00 00 00 FB (控制夹爪到达第一个行程的第二个位置)

返回: FF FE FD FC 01 10 04 01 00 01 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 08 01 00 00 00 00 00 FB (控制夹爪到达第二个行程的第一个位置)

返回: FF FE FD FC 01 10 08 01 00 00 00 00 00 FB

发送: FF FE FD FC 01 10 08 01 00 01 00 00 00 FB (控制夹爪到达第二个行程的第二个位置)

返回: FF FE FD FC 01 10 08 01 00 01 00 00 00 FB

CAN ID 命令

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x12	0x01	0x00/0x01	0x00	整型 (Integer)	读取/设置 夹爪 CAN ID

该命令为 读取或设置 夹爪的 CAN ID。设置 CAN ID 完毕后需断电重启夹爪生效。

其数值范围为 1-255，即 01 00 00 00 – FF 00 00 00

为避免用户在设置 CAN ID 后忘记 ID，进而无法控制夹爪的情况。

我们保留了 0 号 ID 作为读取及设置入口。(0 号 ID 仅能完成 ID 操作，无法使用其他功能)

例：(以设置并读取 夹爪 CAN ID = 2 为例)

设置 CAN ID 为 2 (写操作)：

发送：FF FE FD FC 01 12 01 01 00 02 00 00 00 FB (当 ID=1 时，设置 ID =2)

返回：FF FE FD FC 01 12 01 01 00 02 00 00 00 FB

或

发送：FF FE FD FC 00 12 01 01 00 02 00 00 00 FB (使用 ID=0，设置 ID =2)

返回：FF FE FD FC 00 12 01 01 00 02 00 00 00 FB

读取当前 CAN ID (读操作)：

发送：FF FE FD FC 02 12 01 00 00 00 00 00 00 FB (当 ID=2 时，读取当前 ID)

返回：FF FE FD FC 02 12 01 00 00 02 00 00 00 FB

或

发送：FF FE FD FC 00 12 01 00 00 00 00 00 00 FB (使用 ID=0 读取 ID)

返回：FF FE FD FC 00 12 01 00 00 02 00 00 00 FB

CAN 波特率 命令

(05000201 及以后版本可用)

功能寄存器值	子功能寄存器值	读/写	保留	数据	功能
0x14	0x01	0x00/0x01	0x00	整型 (Integer)	读取/设置 夹爪 CAN 波特率

该命令为 读取或设置 夹爪的 CAN 波特率。设置 CAN 波特率完毕后需断电重启夹爪生效。
其数值范围为 0-5，即 00 00 00 00 – 05 00 00 00

数值与波特率对照表

数值	波特率
0	500Kbps
1	400Kbps
2	250Kbps
3	200Kbps
4	125Kbps
5	100Kbps

例：(以设置并读取 夹爪 CAN bps = 250K 为例)

设置 CAN bps 为 250K (写操作)：

发送：FF FE FD FC 01 14 01 01 00 02 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 14 01 01 00 02 00 00 00 FB

读取当前 CAN bps (返回 0 代表 250K) (读操作)：

发送：FF FE FD FC 02 14 01 00 00 00 00 00 00 FB

返回：FF FE FD FC 01 14 01 00 00 02 00 00 00 FB