



AGD155



AGD301



AGA155



AGA101

Dual-loop Controller/Drive

Agito 全闭环控制使用手册 v1.5



www.agito-akribis.com

Member of Akribis Systems group

版本记录

版本	描述	作者	日期
1.0	首版发布	HN	2023/5/9
1.1	修改 AGD301 全闭环控制器部分内容（DebugData 参数）	HN	2023/6/15
1.2	增加 AGD301 全闭环 B、C 轴辅助编码器接线定义	HN	2023/7/6
1.3	AGD301 部分：增加固件版本描述，增加编码器电源接线描述，增加双向差分 I/O 设置	HN	2023/9/8
1.4	将“《Agito PCSuite 试运行调试手册》”修改为“《Agito 快速入门手册》”	HN	2024/3/22
1.5	增加 2.2.2 章节在 AGD301 IDE user-program 中实现上电自动开启全闭环控制功能（Page 15）	HN	2024/7/22

※本公司保留不定期更新的权利，根据产品硬件及软件的升级或更新迭代以及市场需求，本手册将会不定期进行内容上的更新调整，恕不另行告知，如需最新本本文档，请联系 Agito-Akribis 公司获取相应支持。

目录

1	介绍	4
1.1	关于手册	4
1.2	全闭环系统简介	4
1.3	Agito 全闭环控制	4
2	操作步骤	6
2.1	AGD155 系列	6
2.1.1	系统框图	6
2.1.2	参数配置	6
2.2	AGD301 系列	10
2.2.1	系统框图	10
2.2.2	参数配置	11
2.3	AGA101 和 AGA155 系列	16
2.3.1	系统框图	16
2.3.2	参数配置	17
3	关键字	18

1 介绍

1.1 关于手册

本手册主要介绍如何使用 Agito 运动控制器来实现全闭环控制系统。

手册中仅详细介绍与全闭环控制相关的配置内容，其他基本设置如初次使用见《Agito 快速入门手册》中的详细介绍，本文档不再累述。

值得注意的是 AGA 系列需要搭配 AGM800-ET 运动控制器来使用。

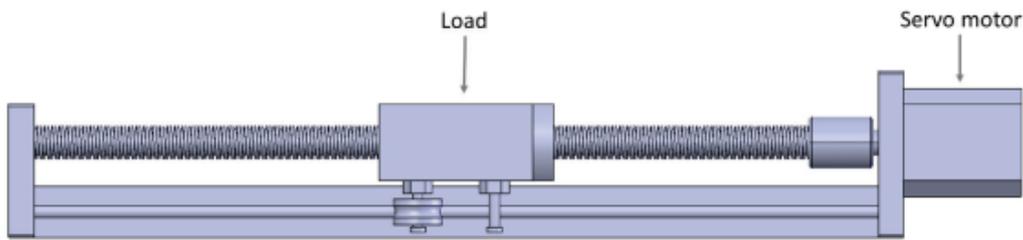
1.2 全闭环系统简介

在非直驱伺服控制系统中，一般会在电机和负载之间使用了如丝杆、行星齿轮或皮带等齿轮传动元件，而齿轮传动由于经常受到回冲、刚性不足或其他系统缺陷，导致电机位置和负载实际位置不同，特别是在运动过程中。

仅在电机运动轴上使用反馈通常能或得良好的控制性能，但无法控制负载的实际位置；而仅使用负载可能导致控制性能差，另外负载位置也不适合作为换相反馈。

一个可行的解决方案是使用全闭环控制设计，它使用两路位置反馈作为输入。电机自身位置反馈用于换相和速度环的速度反馈，提供所需的控制性能。负载反馈用于位置环的位置反馈，提供精确的位置控制。这种设计需要稍长的优化过程，但是可以保证高性能准确的负载定位。

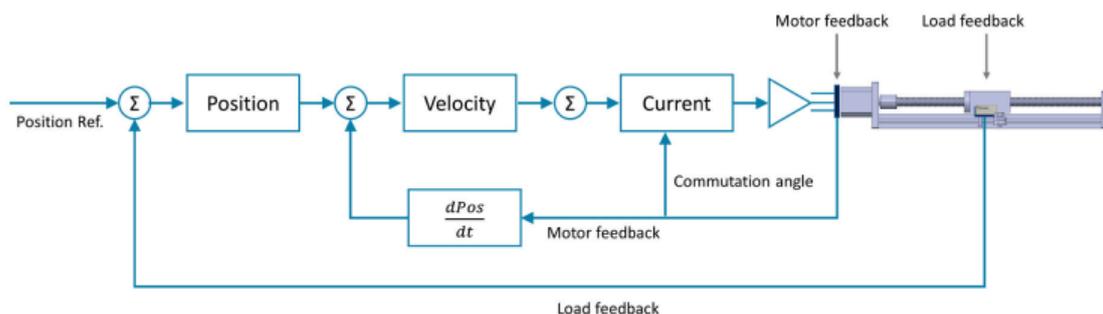
本文档中以旋转无刷伺服+滚珠丝杆+负载光栅尺反馈系统为例来介绍 Agito 全闭环控制器的使用方法，其他类型传动装置可类比。



非直驱伺服平台

1.3 Agito 全闭环控制

下图显示了 Agito 运动控制器如何实现全闭环控制。



Dual loop control in Agito amplifiers and drives

负载上的编码器接到主编码器接口(Main)，该编码器用于位置环控制。

电机上的编码器接到辅编码器接口(Aux)，该编码器反馈用于换相和速度环控制。（某些 Agito 产品没有专用的 AUX 编码器接口，是通过差分输入口来反馈辅编码器位置信息）

Agito 产品支持的编码器类型：

- 主编码器口(作为负载反馈)：AqB 数字增量式，EnDat 2.2 绝对式，Biss-C 绝对式
- 辅编码器口(作为电机反馈)：AqB 数字增量式，转速计反馈

当配置全闭环控制时，主编码器口(负载反馈)也用于以下功能：

- 基于反馈的功能，例如位置误差补偿(Err Mapping)，飞拍(PEG)和探针(Position Lock)
- 回零

使用 Agito PCSuite 配置编码器反馈、全闭环、调参。

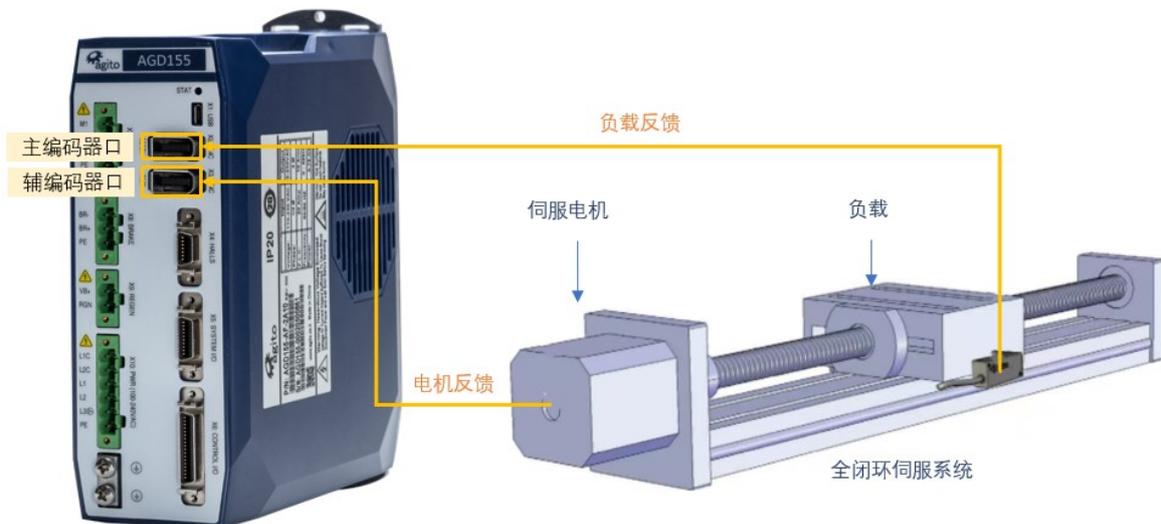
2 操作步骤

在配置全闭环控制之前，建议您先进行标准控制（单回路）配置，仅使用电机反馈，将其接到主编码器口（Main Enc.）单回路控制可以使用所有调参功能，如系统频域分析和自整定等，这些功能目前在全闭环控制中是不可用的。一旦单回路控制完成所有的调参步骤，并且电机可以正常运行之后就可以进行接下来的全闭环控制了。通常来讲，完成单闭环调参后全闭环系统只需要调整位置环增益即可。

各系列控制器使用全闭环控制时仅接线有差异，调试过程均相同。

2.1 AGD155 系列

2.1.1 系统框图



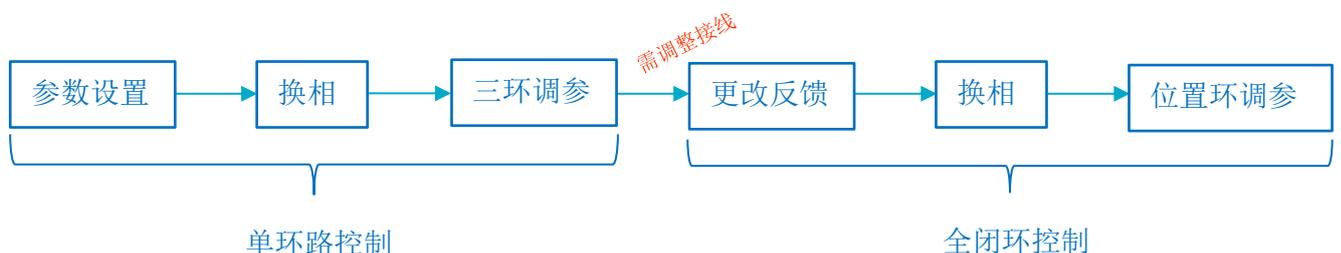
负载编码器反馈接主编码器口(X2:Main Enc.)，电机编码器反馈接辅编码器口(X3:Aux Enc.)。

注：全闭环控制前需先进行单环路控制

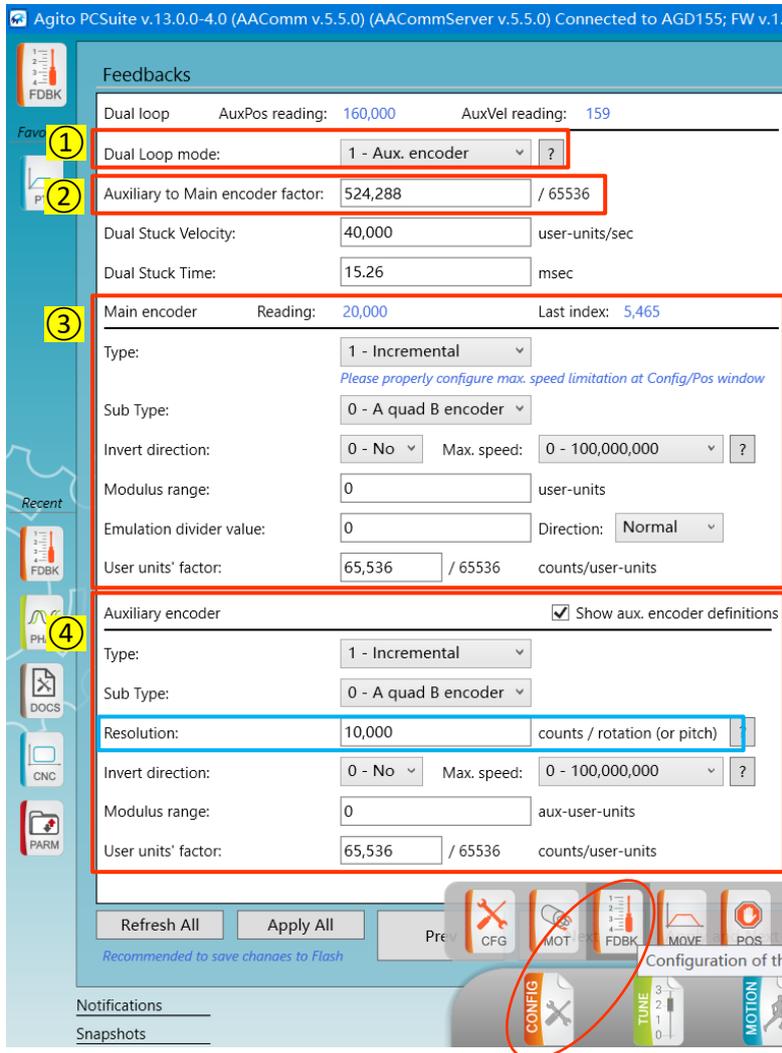
2.1.2 参数配置

1. 打开 Agito PCSuite，设置相关参数（注：如初次使用 Agito 产品请参阅《Agito 快速入门手册》进行相关参数设置），先进行单回路控制，即仅将电机编码器反馈接到 AGD155 控制器主编码器口（X2:Main Enc.），设置相关电机参数并进行参数调整，确保电机编码器反馈正常，并且电机可以正常换相和运动。另外如需使用系统频域分析和自整定等功能，需要在单回路控制中完成。

注意：单回路控制时电机编码器反馈接主编码器口(X2:Main Enc.)，而全闭环控制时电机反馈接辅编码器口(X3:AUX Enc.)



2. 电机可以正常运动之后，保存控制器参数（需下使能）断电，更改系统接线为全闭环方式，重新给控制器上电，按照如下步骤更改反馈设置。



①将 Dual Loop Mode 设置为“1 - Aux. encoder”，开启全闭环控制模式

②设置主副编码器比例因子(Auxiliary to Main encoder factor):

$$\text{Auxiliary to Main encoder factor} = \frac{\text{Main encoder resolution}}{\text{Auxiliary encoder resolution}} * 65536$$

以滚珠丝杆传动为例：

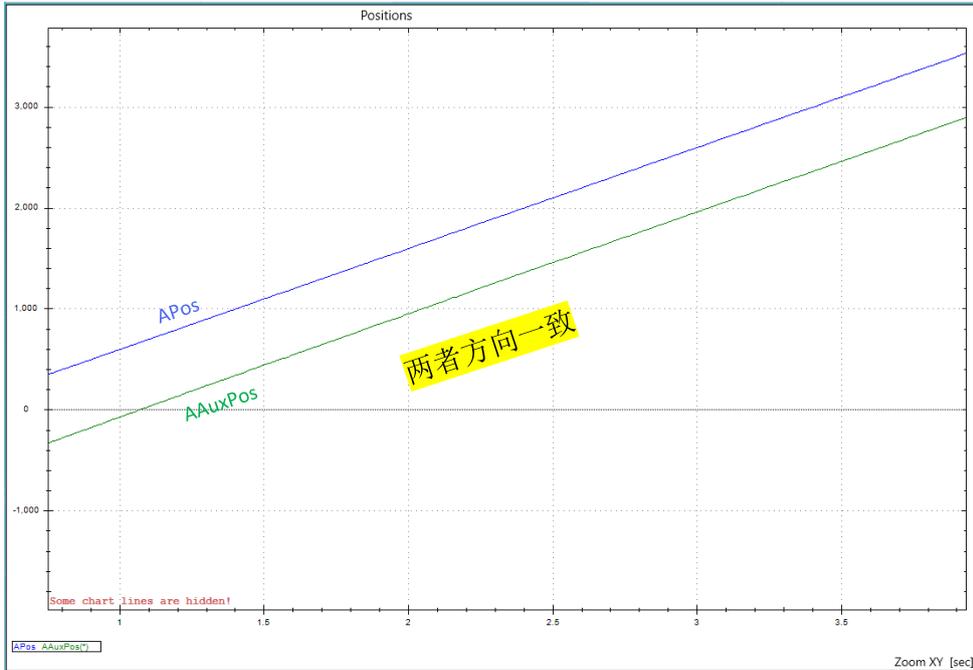
$$\text{Auxiliary to Main encoder factor} = \frac{\text{丝杆导程}}{\text{光栅尺分辨率} * \text{旋转伺服每圈脉冲数}} * 65536$$

注意以上公式的单位换算

③设置主编码器反馈类型（负载反馈）：支持 AqB 数字增量式，EnDat 2.2 绝对式，Biss-C 绝对式类型编码器反馈。

④设置辅编码器类型（电机反馈）：仅支持 AqB 数字增量式编码器。

其中的分辨率（Resolution）参数根据电机类型进行填写（注：可参阅《Agito 快速入门手册》中的详细介绍）。设置好反馈之后，机械结构允许的情况下可以用手慢推电机，观察主编码器和辅编码器反馈方向是否一致，如不一致可以将 Main Encoder（步骤③）中的“**Invert direction**”选为“1-Yes”，即将反馈取反；如机械结构不允许手推（如使用了静态抱闸），可以设置好参数之后，先切换为单回路（Feedback: 0-No dual loop），在 motion-->PTP/JOG 界面运动一下电机，使用示波器监控 APos 和 AAuxPos 参数，观察两者是否方向一致（同增或同减），如下图所示。

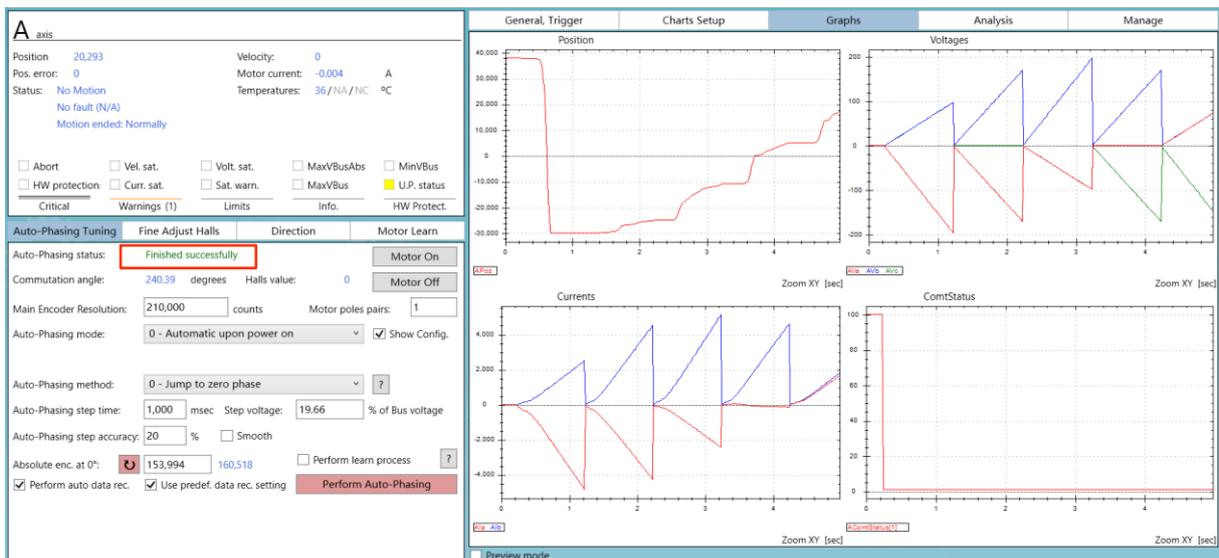


↑ : Pos/AuxPos 编码器反馈值

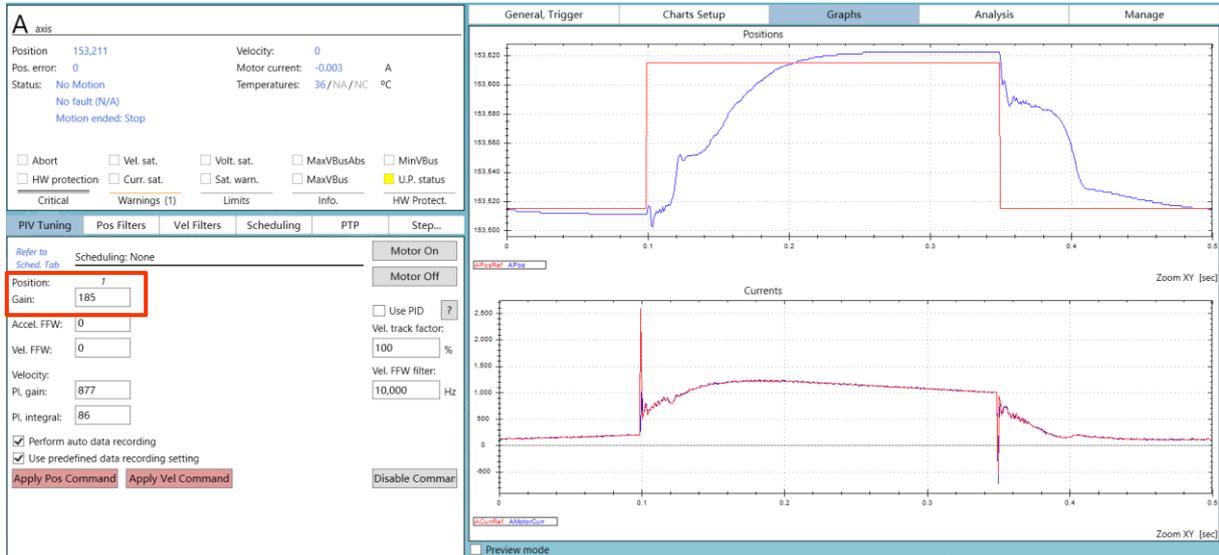
3.切换到 TUNE-->PHAS，进行换相，换相成功显示: **Success**.



换相结果为



4. 换相成功后，切换到 TUNE-->PIV Control-->PIV Tuning，进行位置环调参，使指令位置和反馈位置尽量重合。

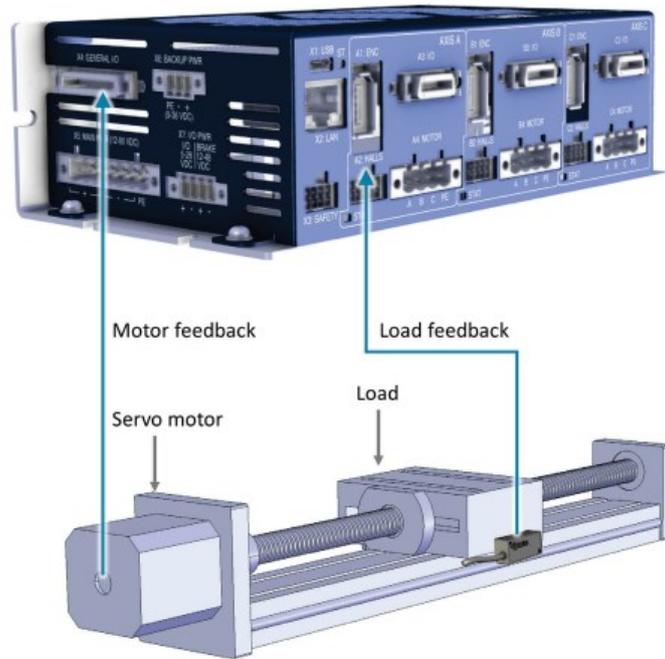


5. 以上步骤完成之后就可以进行运动控制。

2.2 AGD301 系列

- AGD301 系列无专用 Aux Enc.接口，使用差分输入口（X4:GENERAL I/O）作为辅编码器信号输入口；
- AGD301 全闭环功能需要使用**定制版本固件**，使用请联系 Agito-Akribis 获取支持。

2.2.1 系统框图



AGD301 dual loop control setup

负载编码器反馈接主编码器口(X2:Main Enc.)，电机编码器反馈接差分输入口（X4:GENERAL I/O）。

注意：全闭环控制前需先进行单环路控制调参。

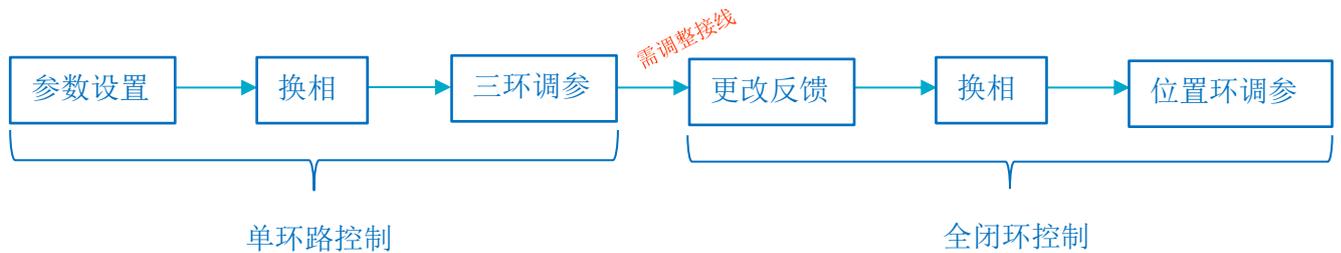
辅编码器接线定义：

辅编码器引脚定义	AGD301 (X4:GENERAL I/O)引脚定义	
A 轴 Enc. A+	Bi-Dir_Diff_IO_1+	1
A 轴 Enc. A-	Bi-Dir_Diff_IO_1-	2
A 轴 Enc. B+	Bi-Dir_Diff_IO_2+	19
A 轴 Enc. B-	Bi-Dir_Diff_IO_2-	20
B 轴 Enc. A+	Bi-Dir_Diff_IO_3+	3
B 轴 Enc. A-	Bi-Dir_Diff_IO_3-	4
B 轴 Enc. B+	Bi-Dir_Diff_IO_4+	21
B 轴 Enc. B-	Bi-Dir_Diff_IO_4-	22
C 轴 Enc. A+	Bi-Dir_Diff_IO_5+	25
C 轴 Enc. A-	Bi-Dir_Diff_IO_5-	26
C 轴 Enc. B+	Bi-Dir_Diff_IO_6+	9
C 轴 Enc. B-	Bi-Dir_Diff_IO_6-	10
5V	5V	7
GND	GND	8

2.2.2 参数配置

1. 打开 Agito PCSuite，设置相关参数（注：如初次使用 Agito 产品请参阅《Agito 快速入门手册》进行相关参数设置），先进行单回路控制，即仅将电机编码器反馈接到 AGD301 控制器主编码器口（A1:ENC），设置相关电机参数并进行三环参数调整，确保电机编码器反馈正常，并且电机可以正常换相和运动。另外如需使用系统频域分析和自整定等功能，需要在单回路控制中完成。

注意：单回路控制时电机编码器反馈接主编码器口(A1:ENC)，而全闭环控制时电机反馈接辅编码器口(X4:GENERAL I/O)。



2. 切换到 Config-->Additional Configurations 界面，输入类型设置为“1-A quad B”。



Additional configurations

Special control features

Activate enhanced speed range

Avoid vector control (use PI on Ia and Ib) Avoid current control loop

Friction compensation: mA Special User mode:

Current

Invert direction of reference:

Pulse/Direction encoder Show configurations

Input type:

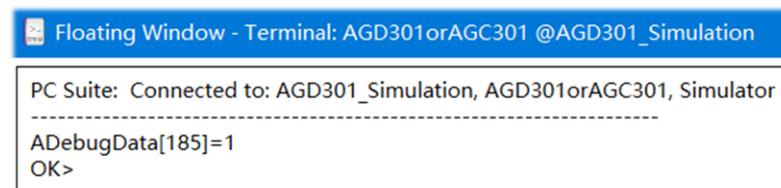
Filter divider:

Invert direction:

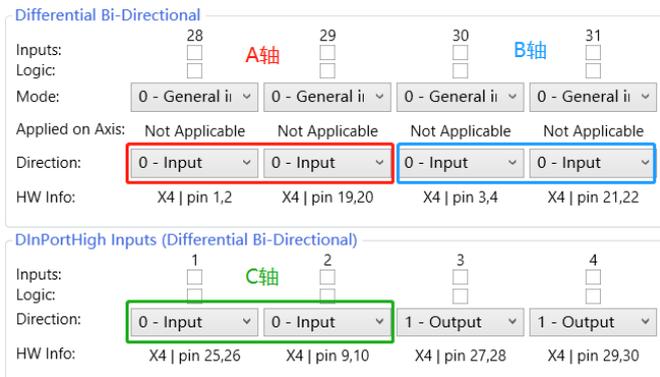
Input factor: /

User units' factor: / 65536 [counts/user-units]

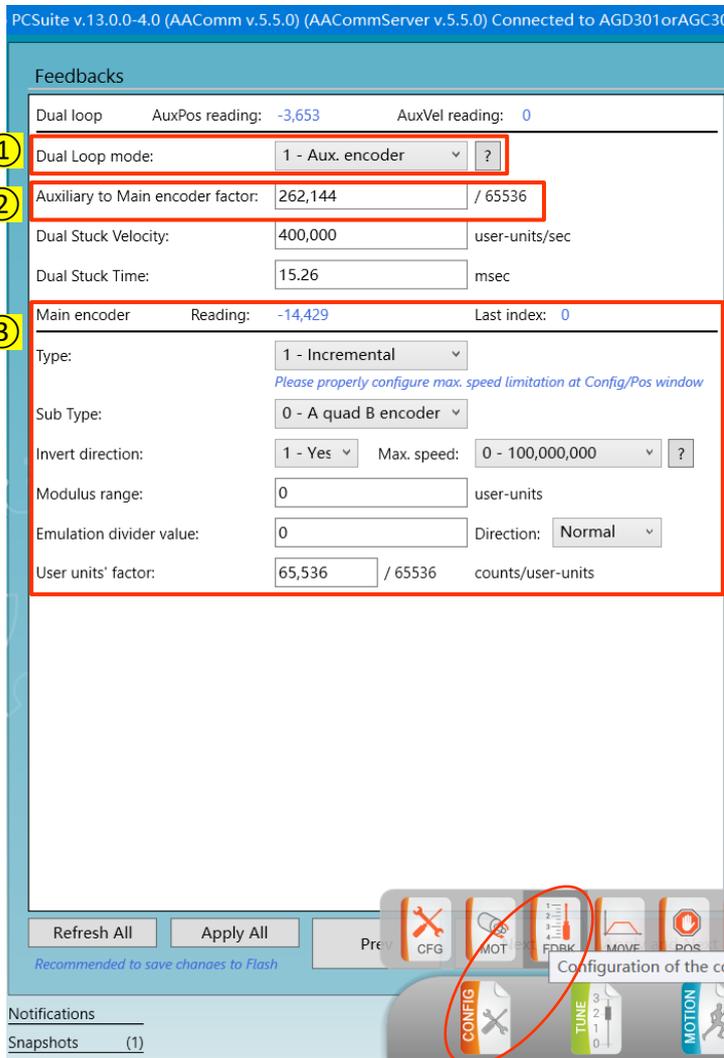
3. 在 Terminal 终端里输入“ADebugData[185]=1”激活全闭环功能：



4. 切换到 I/O-->Digital Input 界面，将对应轴的双向差分设置为“0-Input”方向；



5. 保存控制器参数（需下使能）断电，更改系统接线为全闭环控制方式，重新给控制器上电，按照如下步骤更改反馈设置。



①将 Dual Loop Mode 设置为“1 - Aux. encoder”，开启全闭环控制模式

②设置主副编码器比例因子(Auxiliary to Main encoder factor):

$$\text{Auxiliary to Main encoder factor} = \frac{\text{Main encoder resolution}}{\text{Auxiliary encoder resolution}} * 65536 * 4$$

以滚珠丝杆传动为例：

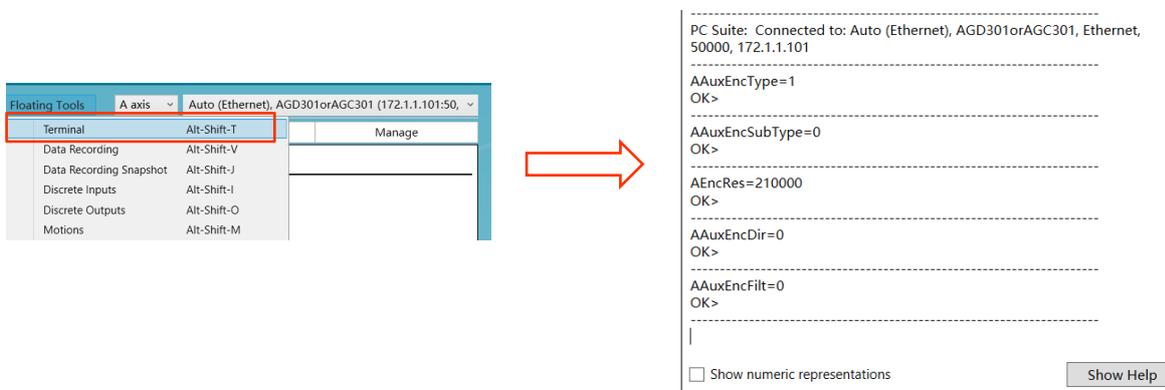
丝杆导程

$$\text{Auxiliary to Main encoder factor} = \frac{\text{光栅尺分辨率}}{\text{丝杆导程}} * 65536 * 4$$

注意以上公式的单位换算

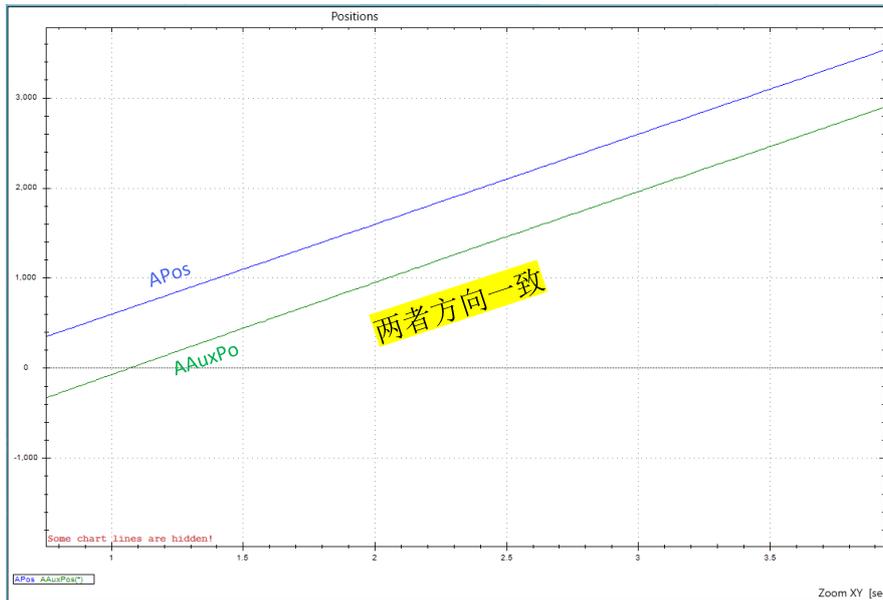
③设置主编码器反馈类型（负载反馈）：支持 AqB 数字增量式，EnDat 2.2 绝对式，Biss-C 绝对式类型编码器反馈。

④设置辅编码器类型（电机反馈）：仅支持 AqB 数字增量式编码器，以及转速计反馈。辅编码器参数设置在 AGD301 中没有 UI 界面显示，只能通过 Terminal 终端指令输入来设置：



指令关键字	默认值	设定值	含义
AAuxEncType	1	1	=1, 表示增量型编码器
AAuxEncSubType	0	0	=0, 表示 A quad B 型
AEncRes	1	1~(2 ³¹)-1	电机一圈对应脉冲数
AAuxEncDir	0	0/1	=0, 表示不取反; =1, 表示取反
AAuxEncFilt	0	0~255, (典型值为 0)	辅编码器数字滤波, 当 AuxEncFilt=0 时, Max Input Frequency = 300 MHz/(2*6)MHz; 当 AuxEncFilt≠0 时, Max Input Frequency = 300 MHz/(AuxEncFilt * 2)/(2 * 6)

其中的分辨率（AEncRes）参数根据电机类型进行填写（注：可参阅《Agito 快速入门手册》中的详细介绍）。设置好反馈之后，机械结构允许的情况下可以手推一下电机，观察主编码器和辅编码器反馈方向是否一致，如不一致可以将 Main Encoder（步骤③）中的“**Invert direction**”



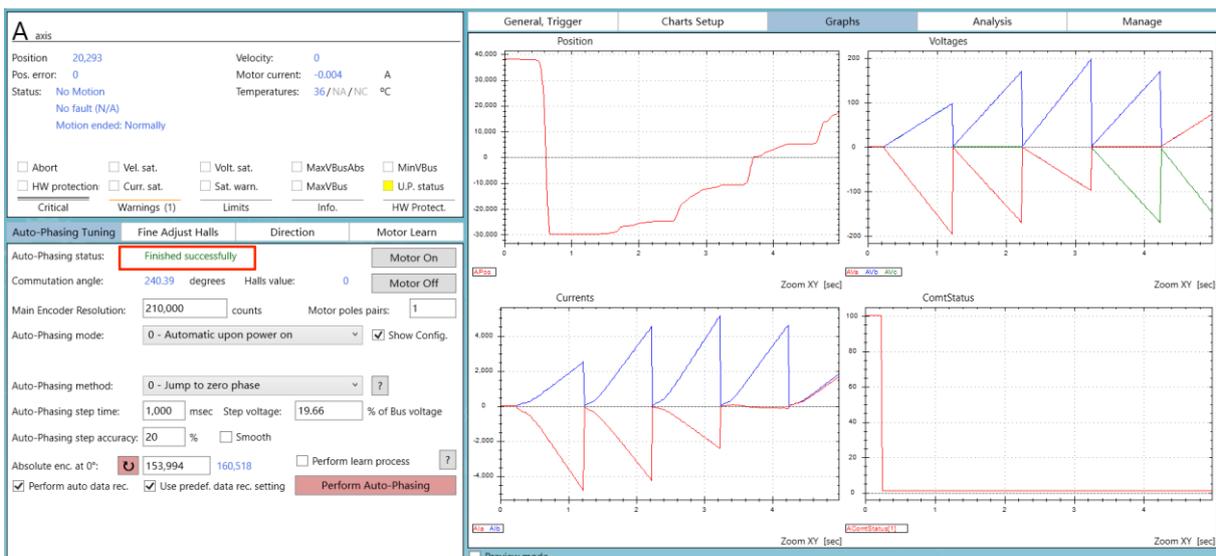
↑ : Pos/AuxPos 编码器反馈值

选为“1-Yes”，即将反馈取反；如机械结构不允许手推（如使用了静态抱闸），可以设置好参数之后，先切换为单回路（Feedback: 0-No dual loop），在 motion-->PTP/JOG 界面运动一下电机，使用示波器监控 APos 和 AAuxPos 参数，观察两者是否方向一致（同增或同减），如下图所示。

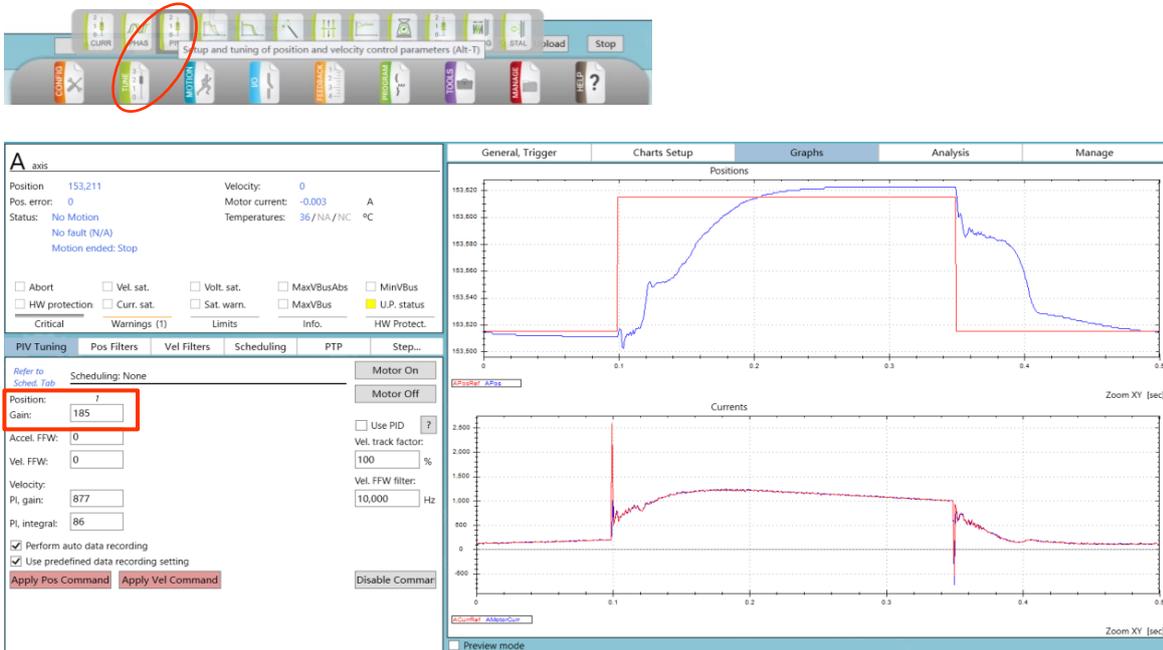
6. 切换到 **TUNE-->PHAS**，进行换相，换相成功显示：**Success**.



换相结果为



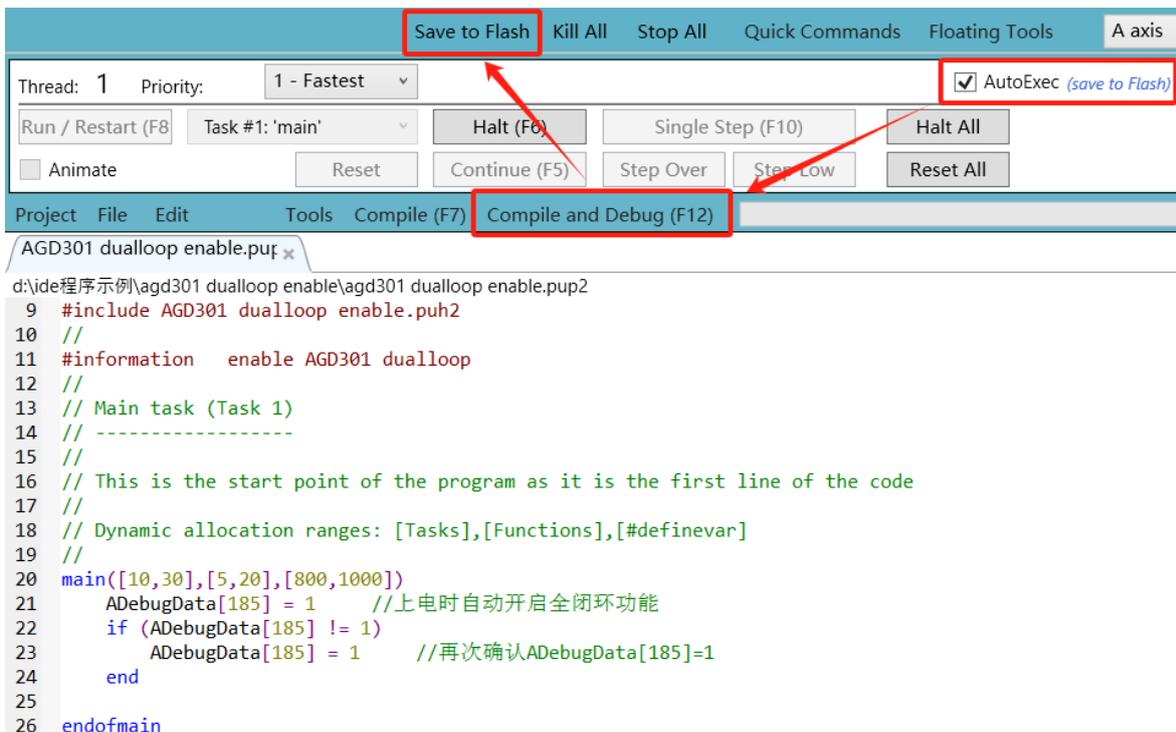
7. 换相成功后，切换到 TUNE-->PIV Control-->PIV Tuning，进行位置环调参，使指令位置和反馈位置最大程度重合。



8. 以上步骤完成之后就可以进行运动控制。

9. 在 IDE user-program 中实现上电时自动开启全闭环功能；

勾选“AutoExec”（上电自动执行）--->“Compile and Debug”（编译）--->“Save to flash”

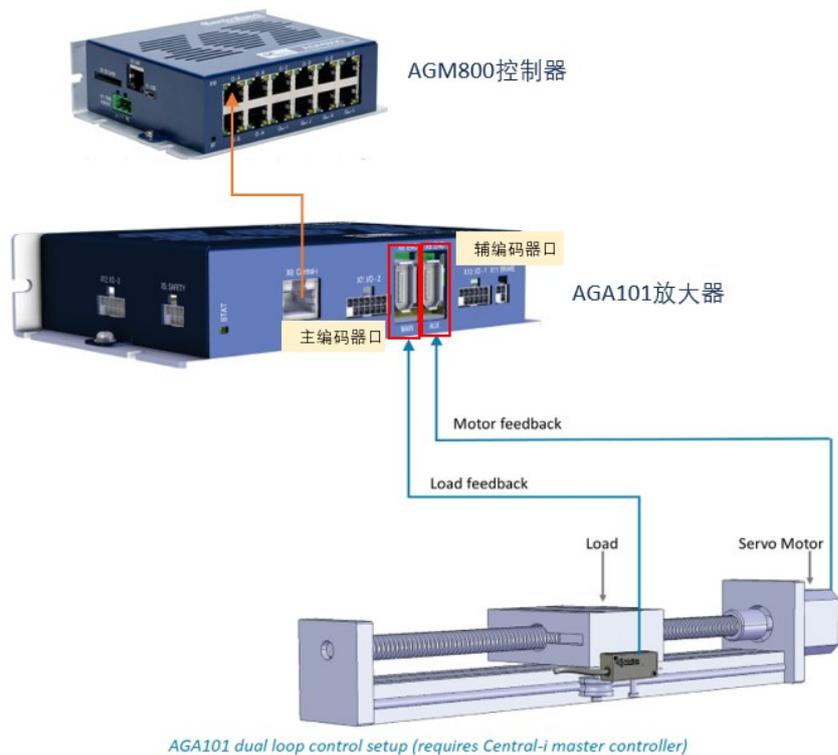


2.3 AGA101 和 AGA155 系列

- AGA101 和 AGA155 为 Central-I 总线系列放大器，需要搭配 AGM800 运动控制器来使用。

2.3.1 系统框图

AGA101 系统框图：



负载编码器反馈接主编码器口(X8:Main Enc.)，电机编码器反馈接辅编码器口(X9:Aux Enc.)。

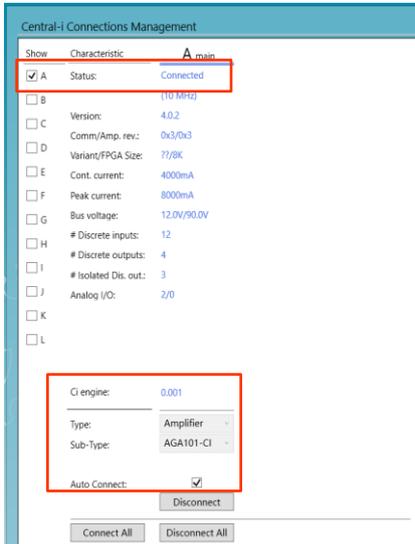
AGA155 系统框图：



注：全闭环控制前需先进行单环路控制

2.3.2 参数配置

AGA101 和 AGA155 系列全闭环参数设置部分和 AGD155 完全相同，仅在连接时需要通过 AGM800 连接，选择对应的运动轴，其他步骤请参考本文 AGD155 系列参数配置流程（本文第 6 页），此处不再累述。



3 关键字

关键字	描述
DualLoopOn	用于开启或关闭全闭环模式。 DualLoopOn=1, 开启全闭环模式, 主编码器值 (Pos) 用于位置环反馈; DualLoopOn=0, 关闭全闭环模式, 使用默认控制模式, 主编码器反馈用于位置环 (Pos) 和速度环反馈 (Vel)。
DualLoopFact	比例因子, AuxVel 乘以[DualLoopFact/65536]用于速度环反馈
DualStuckVel	所允许两编码器最大速度误差
DualStuckTime	当速度差超过最大误差时间超过设定时间时控制器报错
Pos	主编码器位置反馈
Vel	Vel[]是以三种不同方式显示主编码器反馈的数组: Vel[1]是滤波后的速度; Vel[2]是原始速度值; Vel[3]是 16 个采样周期的平均速度。
AuxPos	读取辅助编码器位置。当电机下使能时, 用户可以将 AuxPos 置 0
AuxVel	用于传达辅编码器速度
UsrUnits	设置以 Counts 以外的单位显示主编码器位置
AuxUsrUnits	设置以 Counts 以外的单位显示辅编码器位置
DebugData[185]	DebugData[185]=1, 激活全闭环功能; DebugData[185]=0, 关闭全闭环功能

