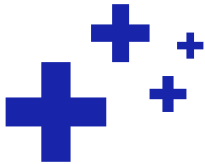


# TDI 说明书

---

调试 D4 驱动器前请熟读本手册，并充分理解其内容。  
请指定保管人员安全地保存在指定位置以便随时能阅读。



## 概述

---

---

### 关于本手册

---

- 手册名称 TDI 说明书
- 文档类型 调试操作手册
- 版本 Ver 1.3

### 本手册的阅读对象

---

#### 本手册面向:

- 数控工程师/产品技术人员/技术服务人员/产品使用人员

### 操作前提

---

#### 读者应:

- 熟悉本手册中的相关概念
- 受过铼纳克控制装置操作方面的培训

### 符号说明

---

- 注意：叙述内容的补充说明

### 改版说明

版本	发布日期	修订说明
Ver1.3	2018/7/17	TDI 软件改版，说明书更新

☞ 参考文档（产品规格书、操作手册、技术参数手册）

# 目 录

<b>1. TDI 软件概述 .....</b>	<b>4</b>
<b>2. 软件与环境配置.....</b>	<b>5</b>
2.1 软件安装与升级.....	5
2.2 环境配置.....	5
<b>3. 主界面 .....</b>	<b>6</b>
<b>4. 连接与断开 .....</b>	<b>7</b>
4.1 连接.....	7
4.2 断开连接.....	7
<b>5. 参数功能 .....</b>	<b>8</b>
5.1 打开.....	8
5.2 保存.....	9
5.3 另存为.....	9
5.4 读取全部.....	9
5.5 读取选中.....	9
5.6 写入伺服.....	9
5.7 写单个参数.....	10
5.8 恢复默认.....	10
5.9 比较参数.....	10
5.10 从 EEPROM 载入 .....	11
5.11 写 EEPROM.....	11
<b>6. 监视 .....</b>	<b>12</b>
6.1 全局状态.....	12
6.2 伺服状态.....	13
<b>7. 波形 .....</b>	<b>14</b>
7.1 任意项采集.....	14
7.2 常用项采集.....	15
7.3 保存采集数据.....	15
7.4 加载采集数据.....	15

<b>8. 伺服模式切换 .....</b>	<b>16</b>
8.1 进入自动模式.....	16
8.2 进入手动模式.....	16
<b>9. 调试 .....</b>	<b>17</b>
9.1 马达选择.....	17
9.2 控制模式选择.....	17
9.3 使能.....	17
9.4 断开.....	17
9.5 复位.....	17
9.6 相位.....	18
9.7 增益调整.....	18
9.8 波特图.....	19
9.9 陷波.....	20
9.10 清除圈值.....	21
9.11 复位编码器.....	22
<b>10. 诊断 .....</b>	<b>23</b>
10.1 当前错误及报警.....	23
10.2 历史错误.....	23
10.2.1 在线加载驱动器错误历史 .....	24
10.2.2 在线加载驱动器 HeartBeat 文件 .....	24
10.2.3 离线加载驱动器错误历史 .....	24
10.2.4 加载并显示指定错误时刻下的 HeartBeat 文件 .....	25
10.2.5 单独加载一个本地 HeartBeat 文件 .....	25
10.2.6 另存为当前加载的 HeartBeat 文件 .....	25
<b>11. 升级.....</b>	<b>26</b>
<b>12. 简易调试说明.....</b>	<b>28</b>
12.1 基本参数设置.....	28
12.1.1 伺服周期、PWM+周期与通讯周期 .....	28
12.1.2 IO 配置.....	29
12.1.3 电机基本参数 .....	30
12.1.4 反馈设置 .....	32
12.2 电流环调试.....	33

---

12.2.1 自动相位 .....	33
12.2.2 电流环 PI 参数调整 .....	34
12.2.3 电流环波特图 .....	36
12.3 位置环调试 .....	37
12.3.1 位置环阶跃响应调整 .....	38
12.3.2 位置环抛物线响应调整 .....	38
12.3.3 位置环波特图 .....	40
12.4 机床整体调整 .....	40
12.4.1 陷波滤波器 .....	40
12.4.2 调整真圆度 .....	41

## 1. TDI 软件概述

---

TDI 是铁钠克四轴驱动器 D4 的调试软件，旨在方便用户调试出符合系统要求的伺服控制系统。

软件的主要功能如下：

- (1) 参数操作功能；
- (2) 常用参数实时查看；
- (3) 支持对所有参数数据进行采集；
- (4) 相位；
- (5) 电流环阶跃响应；位置环阶跃响应；位置环抛物线响应；
- (6) 电流环波特图；位置环波特图；
- (7) 陷波；
- (8) 错误与警报查看；
- (9) 错误履历查看；
- (10) DI, FI 升级。

---

## 2. 软件与环境配置

---

### 2.1 软件安装与升级

---

请从铼纳克官方渠道获取该软件安装包并进行安装。获取安装包后解压安装包，双击 TDISetup 安装。当有新版本的安装包时，直接进行安装即可，无需卸载旧版本。如需卸载软件可以在 Windows 的控制面板中对应用程序进行卸载。

### 2.2 环境配置

---

软件运行需要一定的配置文件，因此其他安装方法或者缺少配置文件都可能引起软件使用异常。在正确安装软件以后桌面会自动创建快捷方式，同时会在 C:\Lynuc\Users\LynucD4 下放置 LynucDriverD4.xml 和 DriverErrorD4.xml 两个文件。其中 LynucDriverD4.xml 定义并存放了 D4 驱动器中各个参数的伺服管理序号、名称、SDO 号、数值等相关配置信息。DriverErrorD4.xml 定义并存放了 D4 驱动器错误和警告的相关配置信息。

---

#### 说明

1. 安装新版本 TDI 时，将进行覆盖安装，如有需要请提前对 C:\Lynuc\Users\LynucD4 下的 LynucDriverD4.xml 和 DriverErrorD4.xml 这两个文件进行备份。
2. 如之前上述两个文件存在加密的情况个别电脑将无法进行覆盖安装，故在安装前请将加密的文件重命名再进行新版本安装。
3. 如安装完毕后出现类似于程序无法启动的问题，请从网上下载并安装“微软常用库合集 64 位”，之后再安装即可。

### 3. 主界面

软件成功安装以后，点击桌面上快捷方式启动软件。启动后界面如下图所示。TDI 主界面由以下几个部分组成：

A 区域为工具栏。用于进行 D4 与 TDI 软件之间网络的连接与断开；调试中对马达的操作模式切换操作；以及查看帮助文件。

B 区域为调试软件树状功能结构，点击后即可进入相关界面，并显示在 C 区域。

C 区域为工作区域。用于调试中各功能界面的显示。

D 区域为状态栏。其将实时显示驱动器及马达的各种状态与错误信息。该栏中最左侧为伺服模式，有“断开”，“自动”，“手动”三种状态。其中“断开”表示 TDI 处于离线状态，未与 D4 进行网络连接；“手动”为手动调试模式；“自动”为运行模式。其后的伺服状态反映了四个马达的当前状态，离线状态为“#X 无”（X 为马达编号）；在线状态下有“使能”，“失能”和“错误”三种状态。最后的驱动器状态反映了 D4 驱动器的运行状态，离线状态为“无驱动器状态”；在线状态下有“驱动器正常”和“驱动器错误”两种状态。

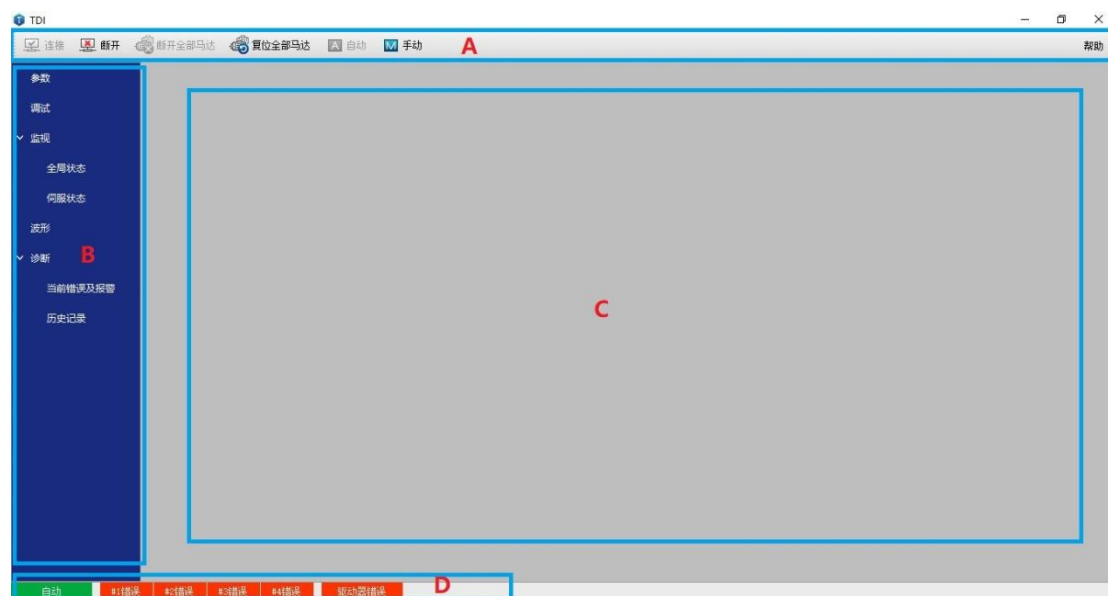


图 3-1 软件主界面

## 4. 连接与断开

“连接”与“断开”功能按钮位于界面左上方的工具栏上，主要用于 D4 与 TDI 软件之间网络的连接与断开操作。

### 4.1 连接

首次运行 TDI 或在主界面点击“连接”按钮将弹出如下图所示连接对话框。如需离线使用 TDI 请点击右下方“离线模拟”再点击“连接”；如需连接 D4 驱动器则请在 IP 地址输入框输入待调试 D4 的 IP 地址，点击“连接”即可。如主界面左下角的伺服模式由“断开”变为“手动”或“自动”则表示已完成连接。

TDI 默认使用“192.168.6.176”为 IP 地址进行连接操作。出于调试方便考虑，TDI 提供了存储常用 IP 地址的功能，用户可点击下拉列表进行选择。

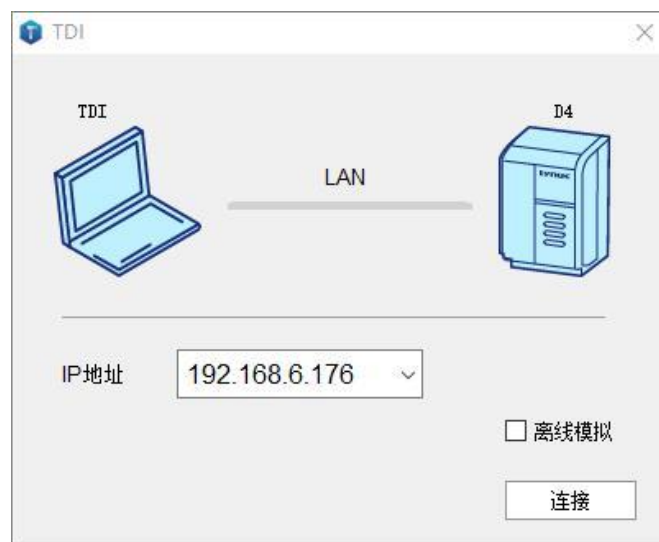


图 4-1 连接界面

#### 说明：

如果连接时勾选了“离线模拟”，则 TDI 将在离线模式下运行。如需在线，请关闭后，重新连接。

### 4.2 断开连接

该功能用于断开 TDI 与 D4 之间的网络连接。点击“断开”，如主界面左下角的伺服模式由“自动”或“手动”变为“断开”则表示已断开连接。

## 5. 参数功能

点击主窗口树状结构中的“参数”，进入参数功能。开启参数功能过程中 TDI 将自动加载默认路径 C:\Lynuc\Users\LynucD4 下的 LynucDriverD4.xml 并显示存储在其中的相关参数信息。需要注意的是，在离线情况下，参数列表内的数值为默认加载路径下 XML 存储的参数值；而在连接 D4 情况下，软件将读取 D4 内部的参数值。参数界面（见下图）由四部分组成。

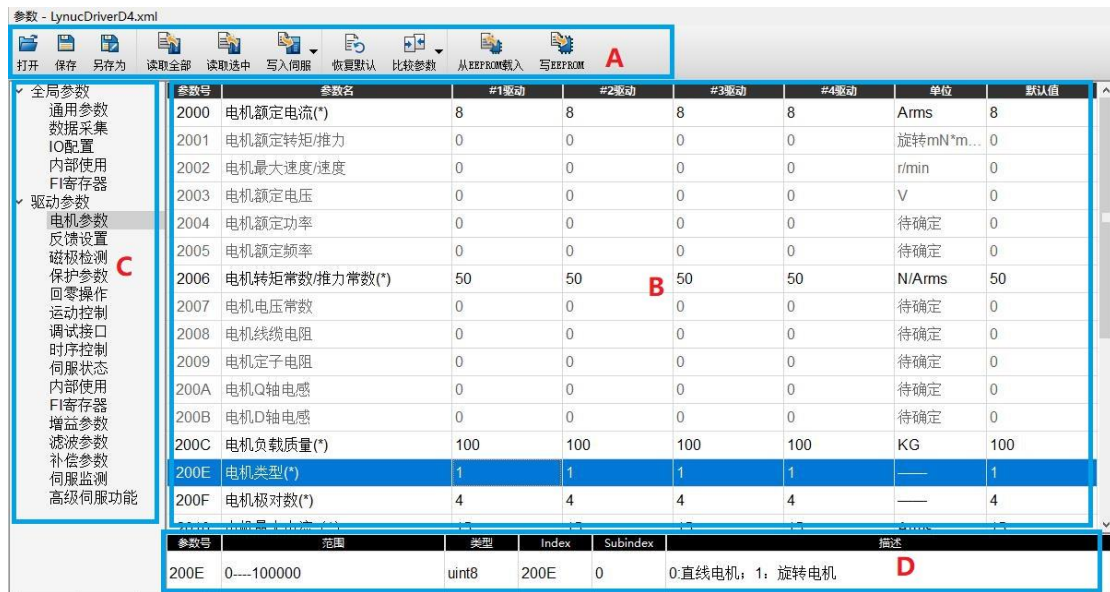


图 5-1 参数界面

A 区域为菜单栏，罗列了参数界面的主要功能。

B 区域为参数列表，显示了参数的几种常用属性。其中只读参数灰化显示且不可进行编辑。如参数值为“--”表示该参数不存在，且无论其是只读或是可写均灰化显示且不可编辑。

C 区域为参数树状结构图。点击其中一项参数分类，参数列表将会显示属于该分类的各个参数。

D 区域为参数说明。点击参数列表中的某一参数，参数说明区域将会显示出该参数的其他属性与说明。

现对参数界面的各功能做简要介绍。

### 5.1 打开

该功能用于选择并打开参数配置文件 XML，执行该功能后，参数界面将更新为本次打开的 XML 内的信息以便查看，同时在界面左上方将显示目前打开的 XML 文件的名称。

## 5.2 保存

该功能将当前列表内参数值保存到界面加载的 XML 内。例如现在的界面加载的是 D:\BakeUp\LynucDriverBAK.xml,则列表中的参数值将保存到该 XML 中。

## 5.3 另存为

该功能将当前参数列表中的信息保存到用户指定的路径下。

## 5.4 读取全部

该功能只能在线情况下使用，主要完成将参数列表中的参数从 D4 中全部读取并显示的操作。

## 5.5 读取选中

该功能只能在线情况下使用，主要完成将参数列表中选中的单个参数值从 D4 中读取并显示的操作。

## 5.6 写入伺服

该功能只能在线情况下使用，主要完成将参数批量写入 D4 的操作。该功能按钮下有“写入全部参数”，“写入部分参数”两种功能，默认为“写入全部参数”功能。现分别对其进行介绍。

“写入全部参数”功能将参数列表中所有参数的值写入 D4 驱动器。对于“写入部分参数”功能，用户可根据需要，以单个电机或全局参数为单位实现分类别的写操作，从而完成对 D4 中某一电机或全局参数的设定（见下图）。



图 5-2 写入部分参数界面

## 5.7 写单个参数

“写入伺服”为对 D4 内部参数的批量写入。而 TDI 对于单个参数的写入操作是在完成对参数表中参数值的修改并按回车后自动生效的。

## 5.8 恢复默认

该功能只能在线情况下使用，主要完成将 D4 中用户指定分类的参数恢复为默认值的操作。勾选完待恢复的分类后，点击“写入伺服”即可完成参数的恢复（见下图）。



图 5-3 恢复参数界面

## 5.9 比较参数

该功能主要用于对两套不同的参数进行比较并查看结果的操作。该功能按钮下有“与文件比较”，“与伺服比较”两种功能，默认为“与伺服比较”功能。现分别对其进行介绍。

“与文件比较”功能可用于对存储在本地的两套参数文件进行分类别的比较并显示结果的操作。其中选择比较文件及参数类别选择界面（见图 5-4 与文件比较界面），最终的比较结果（见图 5-5 参数比较结果界面）。“与伺服比较”只能在在线情况下使用，该功能用于将 D4 中的参数与本地选中的参数文件进行分类别的比较并显示结果的操作。其与“与文件比较”功能在操作与界面上基本一致，此处不再赘述。



图 5-4 与文件比较界面

比较结果

原文件: C:/Users/Administrator/Desktop/net/DI\_30/LynucDriverD4.xml  
比较文件: C:/Lynuc/Users/LynucD4/LynucDriverD4612.xml

参数名分类	驱动号		参数号		参数名分类	值		单位	默认值
	原文件	比较文件	原文件	比较文件		原文件	比较文件		
IO配置	全局参数	全局参数	1369	1369	SO2输出功能选择字	0	250	——	0
IO配置	全局参数	全局参数	136A	136A	SO3输出功能选择字	0	350	——	0
IO配置	全局参数	全局参数	136B	136B	SO4输出功能选择字	0	450	——	0
电机参数	#1	#1	2006	2006	电机转矩常数/推力常数(*)	50.000000	20.000000	N/Arms	50.000000
电机参数	#1	#1	200C	200C	电机负载质量(*)	100.000000	20.000000	KG	100.000000
电机参数	#1	#1	200F	200F	电机极对数(*)	4	-5	——	4
自动相位	#1	#1	2043	2043	自动相位使能时间 (*)	1000	300	ms	1000
自动相位	#1	#1	2046	2046	自动相位超时间 (*)	10000	3000	ms	10000
自动相位	#1	#1	2047	2047	自动相位输出电流 (*)	5	3	%最大电流	5
自动相位	#1	#1	204B	204B	编码器零位的相位参考	0	44011	——	0
保护参数	#1	#1	2067	2067	最大加速度(*)	100000.000000	0.000000	nm/ms^2	100000.000000
反馈设置	#1	#1	2090	2090	位置编码器分辨率(*)	1000000	131072	counts/rev	1000000
反馈设置	#1	#1	2094	2094	编码器类型(*)	0	14	——	0
反馈设置	#1	#1	209E	209E	反馈速度低通滤波系数	0.100000	0.800000	——	0.100000

图 5-5 参数比较结果界面

## 5.10 从 EEPROM 载入

该功能只能在线情况下使用，主要完成将 D4 内部 XML 文件保存的参数数值载入到 D4 内存的操作。

## 5.11 写 EEPROM

该功能只能在线情况下使用，主要完成将 D4 内存中的参数数值保存到 D4 本地的 XML 文件的操作。

## 6. 监视

“监视”有“全局状态”和“伺服状态”两个功能，分别用于对驱动器和马达状态的监视。

### 6.1 全局状态

该功能只能在线情况下使用。点击主界面树状结构中的“全局状态”即可进入“全局状态”界面（见下图）。该界面将实时刷新驱动器的状态。

全局状态	
观测项	数值
直流母线电压	0
环境温度	-50
驱动器全局错误码1	0x80
驱动器全局错误码2	0x0
中断重入警告次数	0
PosLoop最大间隔时间	102516
PosLoop实际间隔时间	85383
DMA的警告次数	0
SI1输入滤波后的值	1
SI2输入滤波后的值	1
SI3输入滤波后的值	1
SI4输入滤波后的值	1
SI5输入滤波后的值	0
SI6输入滤波后的值	0
SI7输入滤波后的值	0
SI8输入滤波后的值	0
SO1输出值	0
SO2输出值	0
SO3输出值	0
SO4输出值	0
驱动器全局控制码1	0x0
驱动器全局状态码1	0x2862
内置再生电阻_负载率	0
外置再生电阻_负载率	0

图 6-1 驱动器状态监视界面

## 6.2 伺服状态

该功能只能在在线情况下使用。点击主界面树状结构中的“监视”或“伺服状态”均可进入“伺服状态”界面（见下图）。该界面将实时刷新并显示各路马达参数的状态。

伺服状态				
观测项	#1伺服	#2伺服	#3伺服	#4伺服
伺服错误码1	0x180000	0x180000	0x180000	0x180000
伺服错误码2	0x0	0x0	0x0	0x0
伺服警告码1	0x0	0x0	0x0	0x0
伺服警告码2	0x0	0x0	0x0	0x0
IGBT温度	0	0	0	0
指令位置	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
实际位置	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
跟随误差	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
指令速度	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
实际速度	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
指令加速度	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
实际加速度	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
原始指令IQ	0	0	0	0
滤波指令IQ	0	0	0	0
实际IQ	-14	-14	0	-14
原始指令ID	0	0	0	0
实际ID	23	23	0	23
实际I2T百分比	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
指令I2T百分比	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
相位位置	0	0	0	0
自动相位状态	0	0	0	0
编码器64位counts位置	0	0	0	0
402_Control Word	0x0	0x0	0x0	0x0
402_Status Word	0x1008	0x1008	0x1008	0x1008
402_Mode Of Operation Display	8	8	8	8

图 6-2 伺服状态监视界面

## 7. 波形

点击主界面树状结构中的“波形”进入波形采集界面。波形采集界面（见下图）由以下几个部分组成：

A 区域为采集曲线显示区域，最上方显示曲线的名称和序号，每条曲线均以不同的颜色表示。

B 区域为采集项选择列表，其主要用于选择需要采集的参数项。（最多采集 10 个）

C 区域为曲线显示项选择列表，其主要用于选择需要显示的参数项。（最多显示 4 个）

其他区域为与采集及文件操作相关的操作区域。

现介绍波形采集下几种常用的功能操作。

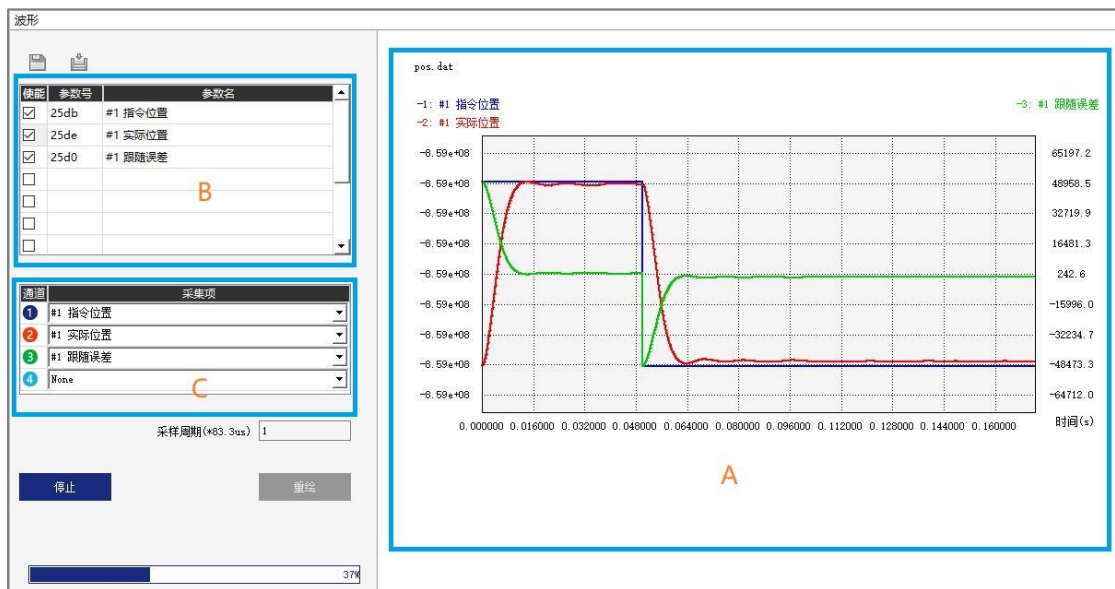


图 7-1 波形

### 7.1 任意项采集

- 1) 输入采集项。在“参数号”列输入采集项的伺服管理序号（可在“参数”功能中查找待采集参数的伺服管理序号），回车后“参数名”列会自动弹出该伺服管理序号对应的中文名称。
- 2) 确认采集项。勾选“使能”确认对该项进行采集。
- 3) 确认曲线显示项。在曲线选择列表下拉栏中选择需要显示的曲线（只有在上一步勾选了“使能”的采集项才能在下拉栏中显示并选择）。
- 4) 点击“开始”按钮开始采集。

- 5) 点击“停止”按钮采集结束。
- 6) 点击“重绘”按钮显示出需要显示的采集曲线。


## 7.2 常用项采集

---

输入采集项。双击“参数名”弹出常用采集项列表，根据需要在该列表中双击或点击“确认”选择需要采集的参数。选择完毕后“参数名”列将显示该采集项中文名称，同时“参数号”列显示该采集项的伺服管理序号。之后进行采集的其他操作，其步骤与任意项采集的 2)-6) 步相同，此处不再赘述。


## 7.3 保存采集数据

---

如需保存采集数据，请点击  按钮，选择保存路径，确认后文件将以.dat 的形式保存。

## 7.4 加载采集数据

---

如要显示保存的数据，请点击  按钮，选择保存采集信息的.dat 文件，确认后即可完成对采集曲线的显示。

## 8. 伺服模式切换

该功能用于对 D4 当前的伺服模式进行切换，其只有在在线模式下才可使用。



### 警告

切换模式前，请确保已 Kill 伺服及按下控制器急停。

### 8.1 进入自动模式

点击“自动”进入运行模式切换确认界面。如果当前 D4 处于手动模式，则会提醒是否进入自动模式（如下图）。

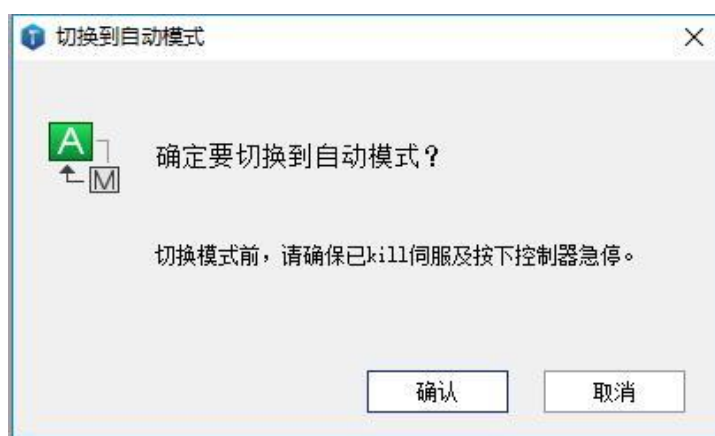


图 8-1 伺服模式切换——手动到自动

### 8.2 进入手动模式

点击“手动”进入运行模式切换确认界面。如果当前 D4 处于自动模式，则会提醒是否进入手动模式（如下图）。



图 8-2 伺服模式切换——自动到手动

## 9. 调试

调试是对马达进行调试的主要功能界面（如下图）。其中上方的工具栏包括了对马达的常用操作及调试时所必须的功能，下方为功能的操作与显示界面。为了方便调试人员对调试流程有系统的了解，首次进入调试界面时会会有一个调试流程的预览画面供用户参考。该画面下方的“开始调试”按钮为多数情况下调试的第一步——“相位”，点击进入即可开始对相位的调试。现对调试界面下的各功能做介绍。



图 9-1 图片示例文字

### 9.1 马达选择

用于选择当前所要调试的马达，选取完毕后界面上的其他操作均对该马达进行。

### 9.2 控制模式选择

手动模式下用于选择当前马达的控制模式，选择“电流环”，“位置环”单选按钮即可进行马达控制模式的切换。

### 9.3 使能

点击该按钮用于使能当前马达。

### 9.4 断开

点击该按钮用于断开当前马达的使能。

### 9.5 复位

点击该按钮用于复位当前马达。

## 9.6 相位

点击该按钮弹出下图所示相位调试界面。设置完相关参数后点击“开始相位”对当前马达做相位。相位调试的完成情况将在下方的“相位状态”进行显示。

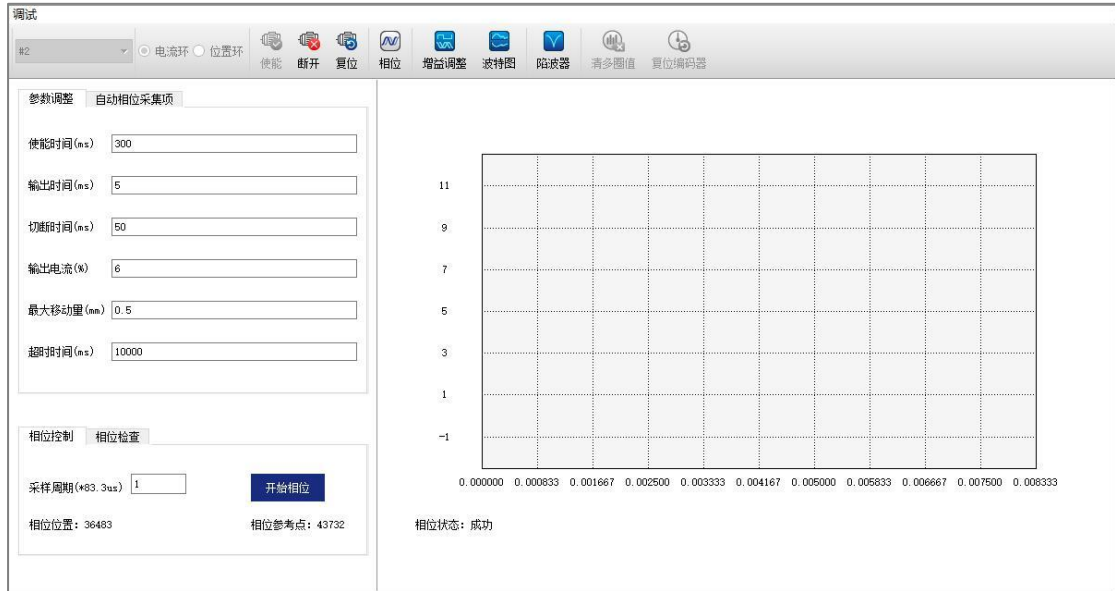


图 9-2 相位调试界面

## 9.7 增益调整

点击该按钮，如控制模式为电流环，则进入电流环调试界面；如控制模式为位置环，则进入位置环调试界面。

现以 2 号马达位置环的阶跃响应调试操作步骤为例进行讲解，位置环的抛物线响应与电流环的阶跃响应在界面与操作上基本相同，此处不再赘述。

- 1) 点击主界面树状结构的“调试”进入调试界面。
- 2) 选择#2 马达。
- 3) 选择马达控制模式为“位置环”。
- 4) 点击“增益调整”弹出位置环调试界面（如下图）。该界面中 A 区域为曲线显示区；B 区域为数据分析区域，用于显示和阶跃响应相关的一些数据指标信息；C 区域为操作区，该区域以标签区分不同的功能。其中标签“阶跃响应采集项”及“抛物线响应采集项”下的功能及操作方式和普通采集相同，此处不再赘述。标签“增益调整”下罗列了调试阶跃响应和抛物线响应常用的参数项，对其进行更改后，参数会自动写入 D4 中。
- 5) 待所有参数设置完毕，点击“阶跃响应”按钮，即可完成一次阶跃响应，并显示出阶跃

响应曲线。

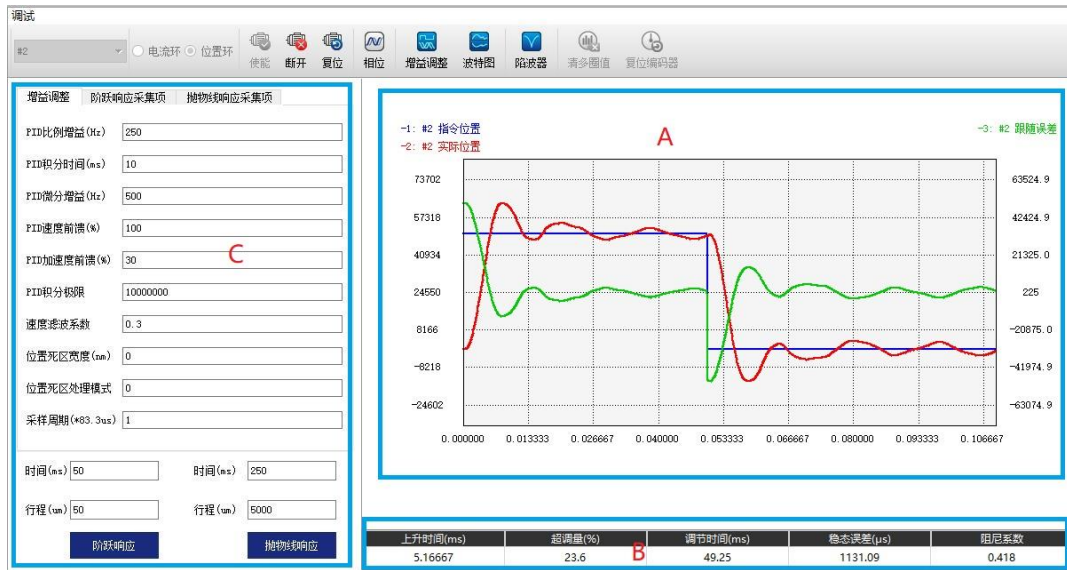


图 9-3 位置环阶跃响应界面

## 说明

电流环阶跃响应将默认采集当前马达的原始指令 ID、实际 ID、原始指令 IQ、实际 IQ 四项。位置环阶跃响应及抛物线响应将默认采集当前马达的指令位置、实际位置及跟随误差三项。用户可根据自己需要对采集项目进行增减。

## 9.8 波特图

点击该按钮，如控制模式为电流环，则进入电流环波特图调试界面；如控制模式为位置环，则进入位置环波特图调试界面。

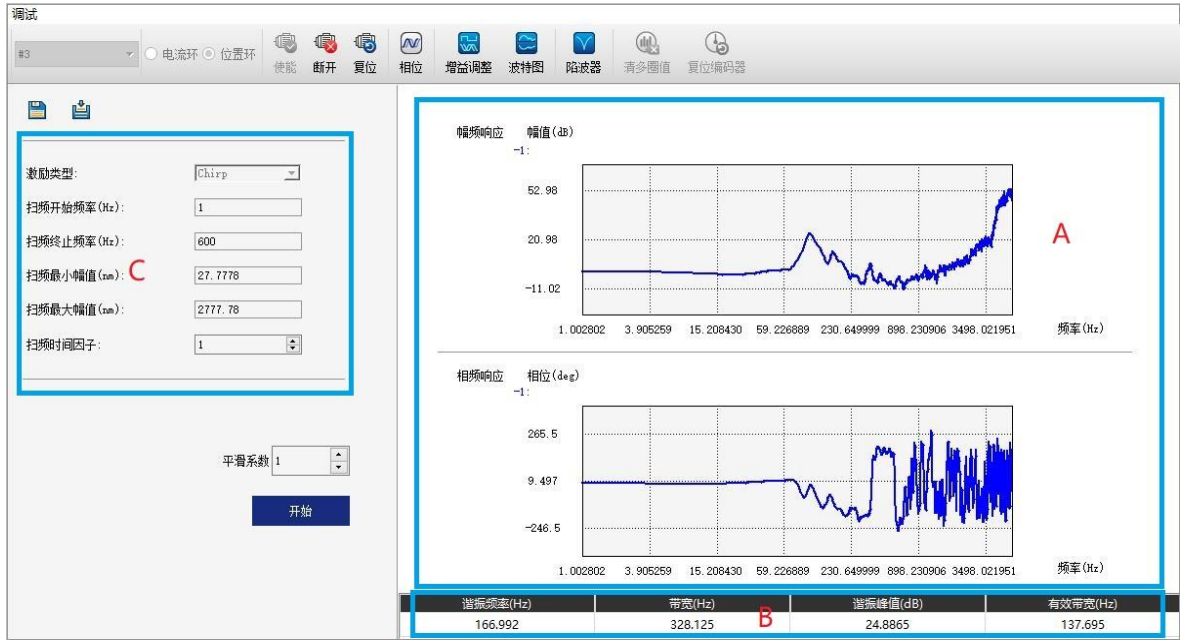


图 9-4 位置环波特图界面

现以 3 号马达位置环波特图调试操作步骤为例进行讲解, 电流环波特图调试在界面与操作上基本相同, 此处不再赘述。

- 1) 点击主界面树状结构的“调试”进入调试界面;
- 2) 选择控制模式为位置环;
- 3) 选择#3 马达;
- 4) 点击“波特图”弹出位置环波特图调试界面(如上图)。该界面中 A 区域为曲线显示区, 其中上方为幅频曲线, 下方为相频曲线; B 区域为数据分析区域, 用于显示与波特图相关的一些数据指标信息; C 区域为操作区域, 用户可根据需要对参数进行设置;
- 5) 待所有参数设置完毕, 点击“开始”按钮即可完成一次波特图响应的测定操作。

## 9.9 陷波

点击“陷波”进入该功能界面(如下图), 其由三部分组成:

A 区域为曲线显示区, 其实时显示跟随误差和 Notch Filter 曲线(横坐标均为频率)。

B 区域为陷波参数推荐列表。分“频率”和“振幅”两列, 表中显示了系统计算出来的推荐参数。

C 区域为陷波参数的设置与操作列表。该表共 8 行, 每两行设置一个陷波滤波器(上一行用于设置, 下一行用于操作); 每个陷波滤波器有 4 个设置项分别对应该表的 4 个列, 现结合使用简要对其进行介绍。

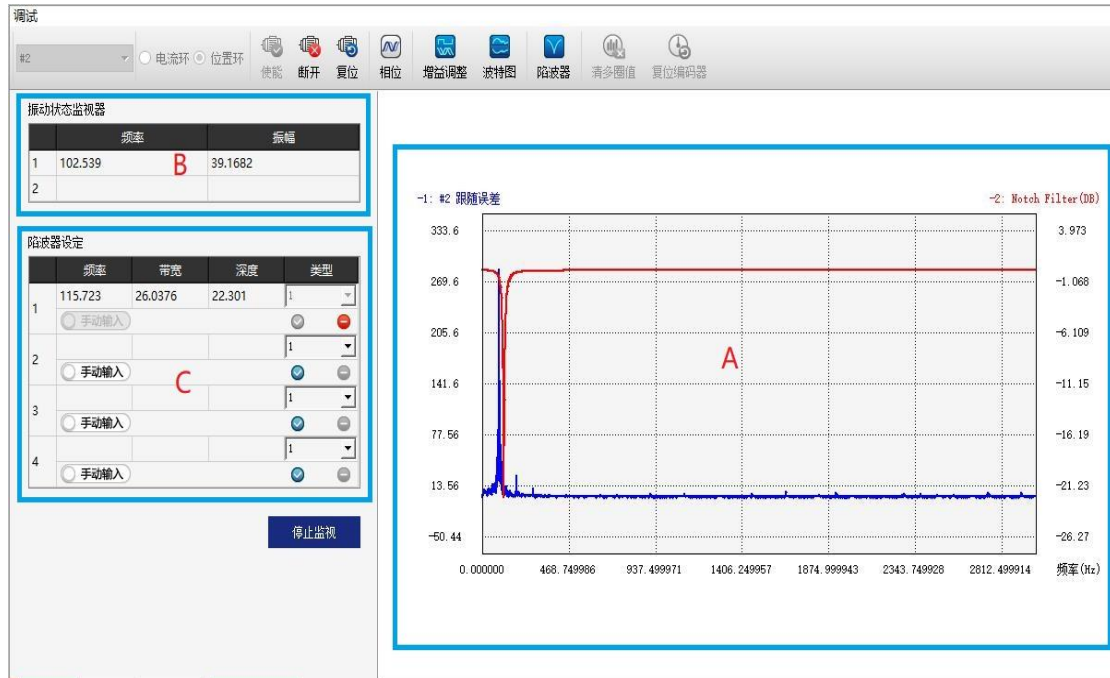




图 9-5 陷波功能界面界面

表中“频率”、“带宽”和“深度”为写入 D4 的陷波参数。“类型”为陷波算法选择，有 1 和 2 两个算法。

“自动获取”，“手动输入”按钮为自动进行参数输入与手动进行参数输入的切换按钮。当选择陷波器为“手动输入”模式时，用户可参照上方陷波参数推荐列表内的值对“频率”、“带宽”和“深度”的值自行进行调整后输入，待各项输入完成后点击  即可完成对参数的设置。按照上述操作步骤，本功能最多可设置 4 个陷波滤波器。如选择选择陷波器为“自动获取”模式，则“带宽”将自动显示并使用推荐值，“频率”、“深度”将使用上方“频率”和“振幅”的推荐值。

点击  可取消该行所对应陷波滤波器的陷波操作；

点击“开始监视”开启实时采集和陷波功能；

点击“停止监视”关闭实时采集和陷波功能。

## 9.10 清多圈值

点击该按钮用于清除当前马达编码器的多圈值。

## 9.11 复位编码器

---

---

点击该按钮用于复位当前马达编码器的错误。

## 10. 诊断

诊断分“当前错误及报警”和“历史错误”两种功能，现分别加以介绍。

### 10.1 当前错误及报警

该功能只能在在线情况下使用。其可实时显示驱动器当前的错误和报警信息（报警信息暂未开放）。点击主界面树状结构中的“当前错误及报警”进入该功能（如下图）。界面左右两侧分别为当前驱动器的错误与警报及相应于该错误与警报的生成原因及解决方案。

当前错误及警报 - 1037h4m3s			
当前错误			
序号	类别	错误名称	错误号
1	全局	风扇转速低	A008
2	#1伺服	编码器过流	A160
3	#1伺服	编码器通信断线	A161
4	#2伺服	编码器过流	A160
5	#2伺服	编码器通信断线	A161
6	#3伺服	编码器过流	A160
7	#3伺服	编码器通信断线	A161
8	#4伺服	编码器过流	A160
9	#4伺服	编码器通信断线	A161
原因		解决	
编码器和伺服驱动器的通信达到一定次数中断，断线检出功能动作。		根据配线图进行编码器线配线。更正连接器PIN的错误接线。	
当前警报			
序号	类别	警报名称	警报号
原因		解决	

图 10-1 诊断功能界面

### 10.2 历史错误

“历史错误”功能是 TDI 提供的可供用户查看 D4 驱动器的错误历史并针对用户指定错误发生时刻的相关参数曲线(保存在 HeartBeat 文件中)进行显示以协助错误排查的功能。现对其进行介绍。

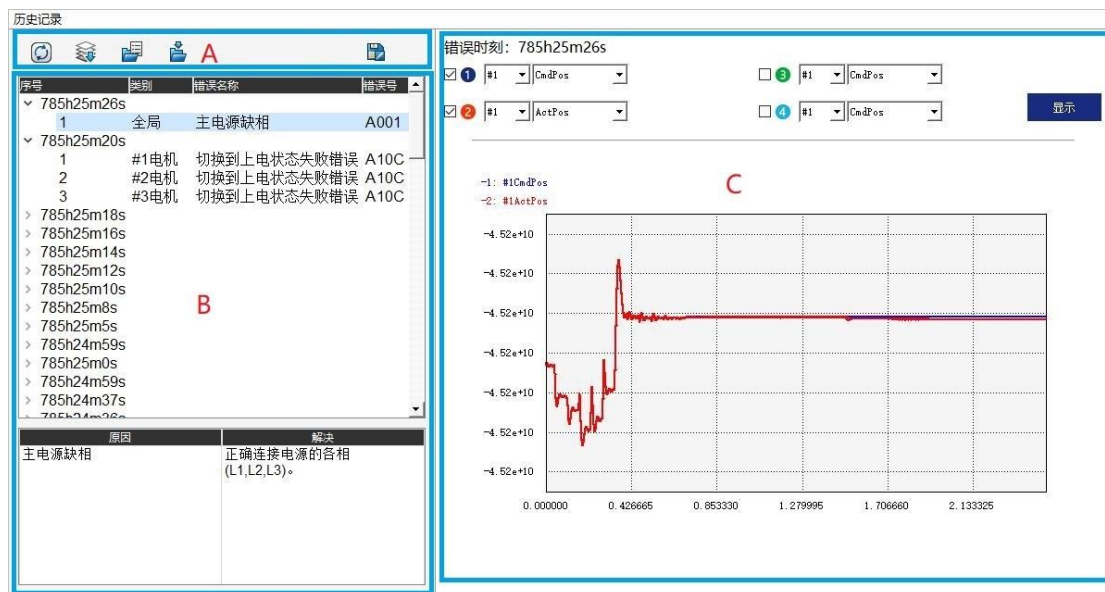


图 10-2 历史错误界面

“历史错误”的界面主要由三部分组成（见上图）。


A 区域是用来对错误历史或错误发生时刻相关数据进行载入等操作的交互按钮。

B 区域上方为错误历史的显示列表，下方为对应于特定错误的发生原因与解决方案。


C 区域为对错误发生时刻曲线文件的设置与显示区域。

现对“历史错误”的各功能做简要介绍。

### 10.2.1 在线加载驱动器错误历史


该功能需在在线情况下使用。点击界面左上角的按钮，TDI 将完成 D4 驱动器内部错误历史的同步。错误列表最终将以错误发生时刻驱动器运行时长为根节点（灰色表示该时刻没有与之对应的 HeartBeat 文件），对应于该时刻发生的各种错误为子节点的树状结构加以显示（见上图 B 区域）。

### 10.2.2 在线加载驱动器 HeartBeat 文件

该功能需在在线情况下使用。点击界面左上角的按钮，选择错误历史及相关数据文件（HeartBeat 文件）待保存的文件夹后，TDI 将逐条完成 D4 驱动器内部错误历史及其相关数据文件的同步。

### 10.2.3 离线加载驱动器错误历史

对于保存在本地的错误历史及其相关文件，亦可使用离线查看功能进行查看。点击界面

上方的按钮，选择需要加载的错误历史所在的文件夹以完成错误历史的加载与显示。


#### 10.2.4 加载并显示指定错误时刻下的 HeartBeat 文件

---

使用上述两种加载功能的任一种完成对错误历史列表的加载后，即可对相关错误时刻的 HeartBeat 文件进行查看。在错误列表中选中一条错误历史（灰色表示该时刻没有与之对应的 HeartBeat 文件），双击加载该条历史。之后根据需要在上图 C 区域选择需要显示的参数曲线，点击“显示”完成对该错误历史 HeartBeat 文件的显示。

#### 10.2.5 单独加载一个本地 HeartBeat 文件

---

点击，选择并加载要查看的 HeartBeat 文件，之后根据需要在上图 C 区域选择需要显示的参数曲线，点击“显示”完成对该错误历史 HeartBeat 文件的显示。该功能无需在错误历史列表中选中并加载 HeartBeat 文件，适用于想直接加载并查看某一 HeartBeat 文件的情况。

#### 10.2.6 另存为当前加载的 HeartBeat 文件

---

点击，可以将当前加载的 HeartBeat 文件进行另存为操作。

## 11. 升级

使用本功能可对 DI 及 FI 进行升级。出于升级过程中的安全考虑，本功能只能在在线情况下使用，且所有电机应处于 Kill 且静止的情况下方可进行升级操作。现以 FI 的升级为例对本功能进行说明。

- 1) 点击“帮助”下的“升级驱动器”进入升级界面，
- 2) 选择升级类型，如下图所示：

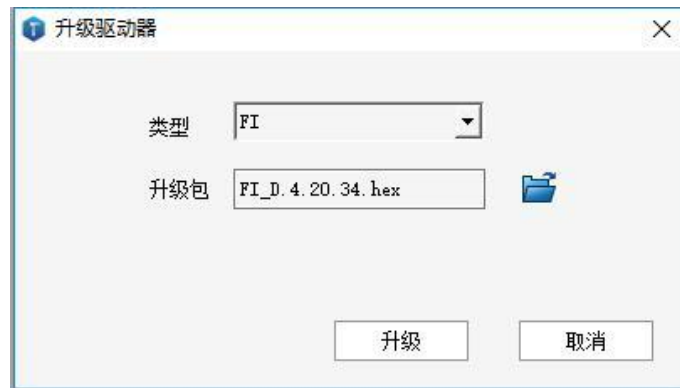


图 11-1 FI 升级功能界面

- 3) 选择待升级的 FI 安装包。TDI 会在这一步对安装包进行校验，如通过则进入下一步，不通过会弹出提示，如下图所示：

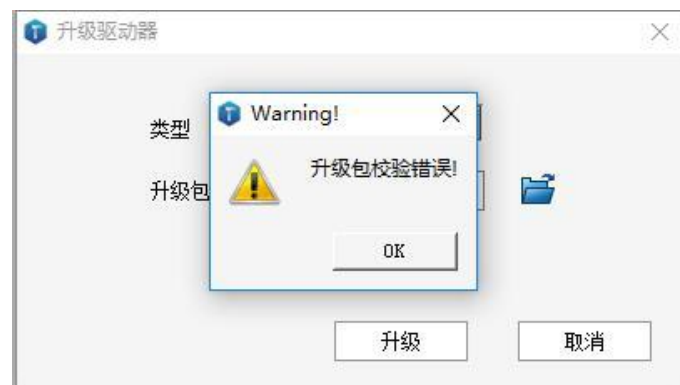


图 11-2 升级包校验

- 4) 如安装包校验无误，点击升级按钮开始升级。

- 5) 查看进度条上方的升级过程信息。用户可通过该进度信息查看升级的进度及阶段状态，如下图所示：

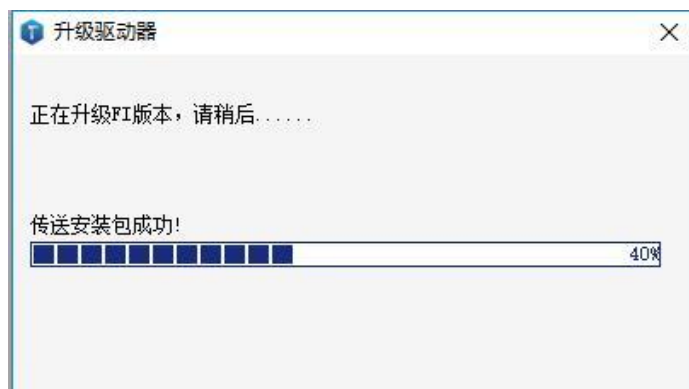


图 11-3 升级过程功能界面

- 6) 如升级完成系统会提示升级成功，届时用户重启 D4 驱动器即可。如提示不成功，用户可根据提示信息对错误进行解决。

## 12. 简易调试说明

TDI 的调试步骤，分为四个阶段：

阶段一：基本参数设置

1. 伺服周期、PWM+周期与通讯周期
2. 根据 IO 的接线，设置 IO 功能映射
3. 电机基本参数
4. 反馈基本参数

阶段二：电流环调试

5. 自动相位
6. 电流环 PI 参数调整
7. 电流环波特图

阶段三：位置环调试

8. 位置环阶跃响应调整
9. 位置环抛物线响应调整
10. 位置环波特图

阶段四：机床整体调整

11. 陷波滤波器
12. 控制器上跑轮廓，真圆度调整

### 12.1 基本参数设置

#### 12.1.1 伺服周期、PWM+周期与通讯周期

表 12-1 伺服周期、PWM+ 周期与通讯周期

序号	参数名	单位	说明
1100	伺服周期	$\mu\text{s}$	D4 支持最高 16KHz，一般使用 12KHz 即可。 12KHz: 83.33 $\mu\text{s}$ 16KHz: 62.5 $\mu\text{s}$
1101	PWM+的倍频		在伺服周期的频率上倍频。 最高支持 24KHz，超过 24KHz 会产生编码器

			<p>通讯报错；</p> <p>需要配合伺服周期来设定，如果选择了 16KHz 的伺服周期，则 PWM+倍频只能选 1；</p> <p>如果是 12KHz，建议倍频选 2；</p> <p>同样，如果选择 8KHz，则建议倍频选 3；</p>
1103	EtherCAT 周期	$\mu\text{s}$	<p>目前支持的 EtherCAT 通讯周期有：</p> <p>1ms、500<math>\mu\text{s}</math>、250<math>\mu\text{s}</math>、125<math>\mu\text{s}</math>；</p> <p>注意：</p> <p>1、EtherCAT 周期务必与伺服周期保持整数倍；</p> <p>2、必须与上位控制器的 EtherCAT 周期保持一致；</p>

### 12.1.2 IO 配置

D4 提供了 8 个输入和 4 个输出；这些输入输出都是公用的，需要通过对这些脚号进行功能映射。

目前的版本只提供了以下功能可供映射：

表 12-2 IO 配置

信号类型	参数序号及其使用规则
输入	1310~1317: DISABLE_SI 1~8 输入 可以屏蔽输入信号，被屏蔽的信号将不会触发设置的功能动作；
	1320~1327: SI1~8 输入低电平有效 设置有效的电平信号。默认 0，为高电平有效
	1360~1367: SI1~8 输入功能选择字  100: #1 正限位 101: #1 负限位 200: #2 正限位 201: #2 负限位 300: #3 正限位

	<p>301: #3 负限位</p> <p>400: #4 正限位</p> <p>401: #4 负限位</p>
输出	<p>1318~131B: DISABLE_SO1~4 输出</p> <p>屏蔽输出功能。被屏蔽后, 即使设置了功能选择字, 当发生选择的功能时, 也不会向外输出。</p>
	<p>1368~136B: SO1~4 输出功能选择字</p> <p>150: #1 抱闸</p> <p>250: #2 抱闸</p> <p>350: #3 抱闸</p> <p>450: #4 抱闸</p>

### 12.1.3 电机基本参数

表 12-3 电机基本参数

序号	参数名	单位	说明
2000	电机额定电流	Arms	<p>按照电机型号的额定电流设置, 注意单位;</p> <p>由于 D4 的额定电流是 8Arms, 在设置时需要注意不要超过 D4 本体的限制;</p> <p>将来的版本, 会在内部自动限制。</p> <p>需要注意: 直线电机在不同的冷却方式下, 额定电流差异很大。务必确认好正确的冷却方式, 选择合适的额定电流值。</p> <p>如果是初次调试, 建议选择自冷方式, 以防油冷机不正常工作而烧毁电机。</p>
2006	电机转矩常数/推力常数	N/Arms	<p>按照电机型号参数设置。</p> <p>直线电机的推力常数可以通过查阅直线电机的型录获得。</p> <p>旋转电机的转矩常数, 由于这里的单位不是 N.m, 需要换算。</p>

			当推力常数设置偏差过大时，会影响到位置环 PID 的参数数值的有效量纲，调试效果不会有差异。即使有时参数数值差异很大，也属正常。
200C	电机负载质量	Kg	按照机床的移动部件，加上直线电机的移动部分质量的总和。 如果是旋转电机，由于存在丝杠的传动转换，质量部分不准，同样会影响 PID 的参数数值的有效量纲。
200E	电机类型		0: 直线电机 1: 旋转电机
200F	电机的极对数		电机的磁极对数； 直线电机一般设 1； 旋转电机一般按一转的极对数进行设置； 比如： 松下 A6 2KW 的电机，一般极对数为 5；400w 电机极对数为 4； 这里的反馈方向与相位方向不一致时，需要设负号。 将来的版本会在内部自动识别反向，就不需要设符号了。
2010	电机最大电流	Arms	按照电机型号参数进行设置； 由于 D4 的最大电流是 15Arms，在设置需不要超过 D4 的最大限制； 将来的版本，会在内部自动限制；
201A	电机磁极间距	mm	如果是旋转电机，这里需要设置为 1，意味着 1rev（1 转）；系统会取反馈设置里的参数【2090】。 如果是直线电机，则需要按照真实的磁距设置，注意是 mm 单位；

## 12.1.4 反馈设置

表 12-4 反馈设置

序号	参数名	单位	说明
2090	位置编码器分辨率	counts	按照反馈的分辨率进行设置： 如果是旋转电机，必须按照一圈的脉冲数进行设置，比如：松下 A6 的 23 位编码器，应该设 8388608；如果是直线电机，只需要与螺距相应的比值正确即可，比如按照 1mm 的脉冲数设置；也可以把磁距长度设做螺距，并设置相应长度的脉冲数量
2093	FeedConst 螺距	mm/rev	旋转电机，按照丝杠的螺距设置； 直线电机，可以是 1mm，也可以是磁距，注意与【2090】匹配； 如果是增量反馈，则必须按照编码器或光栅尺的 Index 间隔距离来设置。
2094	编码器类型		支持的编码器类型如下： 0: 增量 AB 相 1: 多摩川绝对值 4: BISS-C 绝对值 5: 发格-SAL 6: 尼康绝对值 8: 海德汉 EnDat 13: 发格-S2AL 14: 松下电机绝对值
2095	编码器反馈方向		对编码器反馈方向进行反向；
20A3	使能绝对式编码器多圈值报错		绝对编码器的多圈值一般是 16 位，长时间连续旋转后会产生溢出，并报警。 在某些应用场合，不产生位置偏差错误的情况下，可以忽略这类的溢出报警。

## 12.2 电流环调试

### 12.2.1 自动相位

表 12-5 自动相位

序号	参数名	单位	说明
2043	自动相位使能时间	ms	在进行相位推定之前，使能保持的时间，确保驱动功率部分已就绪；
2044	自动相位输出时间	ms	进行相位推定动作时，每一次的输出保持时间
2045	自动相位切断时间	ms	在相位推定过程中。两次输出之间的间隔时间
2046	自动相位超时时间	ms	<p>整个相位推定过程的时间，如果达到或超过该设定值，可能意味着无法推定出合适的相位角，系统发出报警。</p> <p>一般的原因，包括：阻尼过大、输出电流过小、位置反馈异常或没有、电机连接错误等</p>
2047	自动相位输出电流	%最大 电流	<p>相位推定动作时，每一次的输出电流；</p> <p>按最大电流的百分比计算，一般默认做 5%；</p>
2048	最大允许移动距离	mm	<p>由于相位推定动作中有电流输出，会引起电机的移动，为了防止一些异常情况的发生引起移动过大，造成撞击的可能，可以限制最大的移动距离。</p> <p>一旦推定过程中，移动距离超出限制，系统发出报警，停止相位推定。</p>
204A	使用相位参考确定相位		<p>对于绝对反馈类型，由于反馈位置与相位角存在一定的固定关系，只要成功完成一次相位推定，就可以获取到这个固定的参考值；</p> <p>在完成一次相位推定后，并且在【204B】获得了正确的相位参考后，该参数设 1，以后就不再做相位推定动作了。</p> <p>如果需要重新推定，请设该参数为 0。</p>

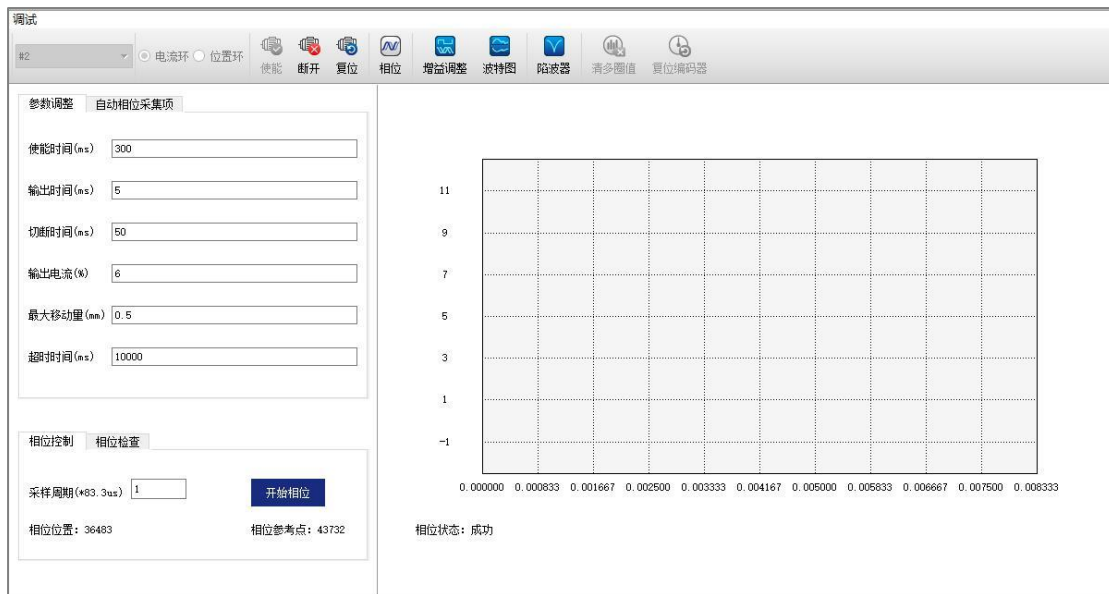


图 12-1 相位

### 12.2.2 电流环 PI 参数调整

表 12-6 电流环 PI 参数调整

序号	参数名	单位	说明
2520	比例增益		比例增益
2521	积分增益		积分增益
2522	反向比例增益		反向比例增益
2523	积分增益 ZeroCross D	%最大 电流	积分增益的 ZeroCross D ZeroCross 曲线中的拐点对应的指令电流； 单位是最大电流的百分比；
2524	积分增益 ZeroCross B		积分增益的 ZeroCross B
2525	积分极限		积分极限：积分增益的累计上限，避免积分因素过大引起的输出饱和； 一般默认做 20000；
2526	PWM 输出比例		PWM 输出比例，一般默认 1； 可以设置为 0.9，不能太小；

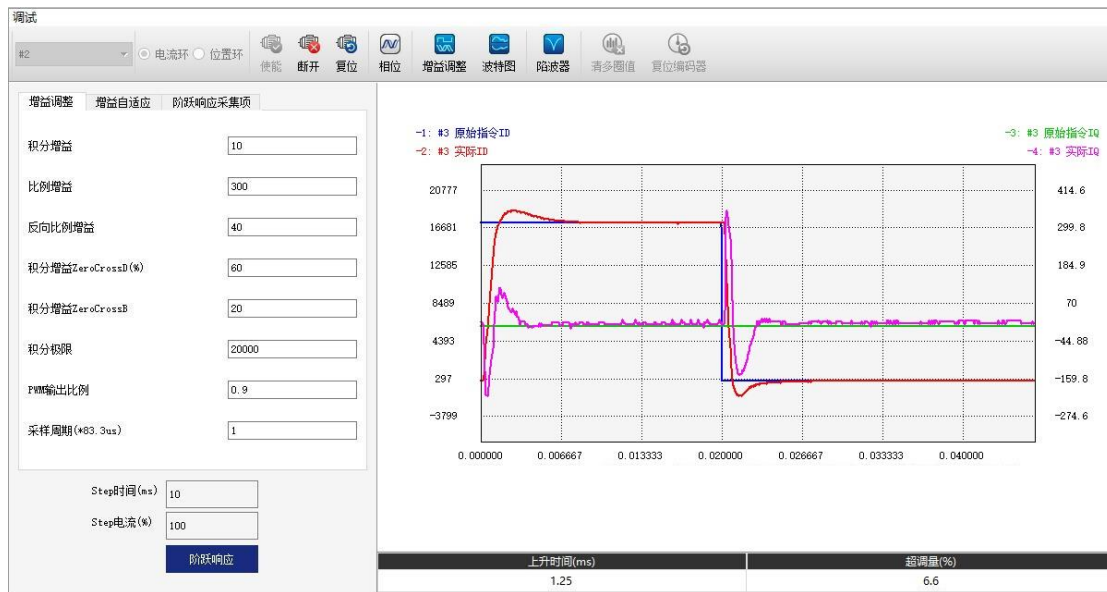


图 12-2 电流环阶跃响应调试

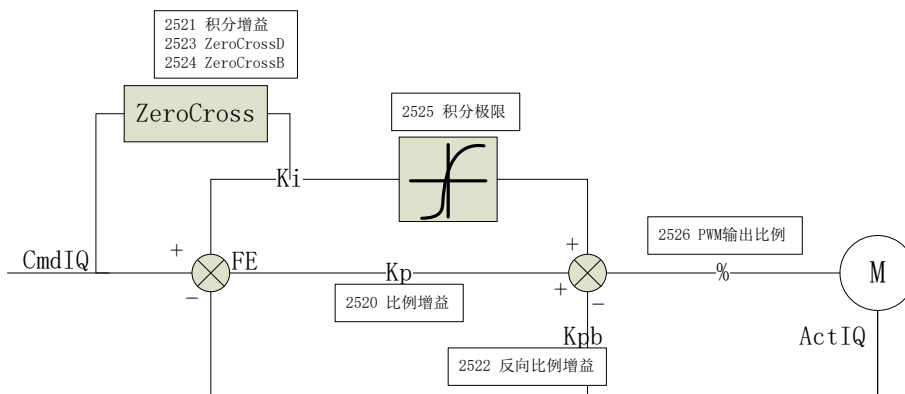


图 12-3 电流环控制框图

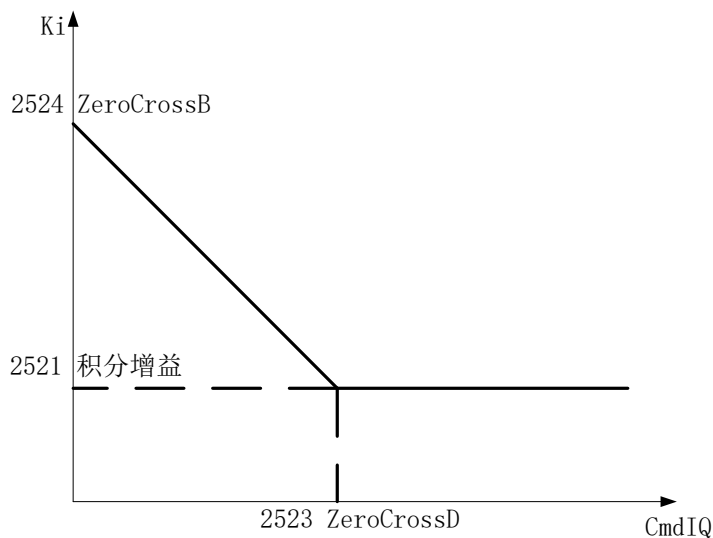


图 12-4 电流环 Ki ZeroCross 调节原理图

### 12.2.3 电流环波特图

请结合【表 12-6 电流环 PI 参数调整】中的参数说明及【9.7 增益调整】的调试方法进行调试。

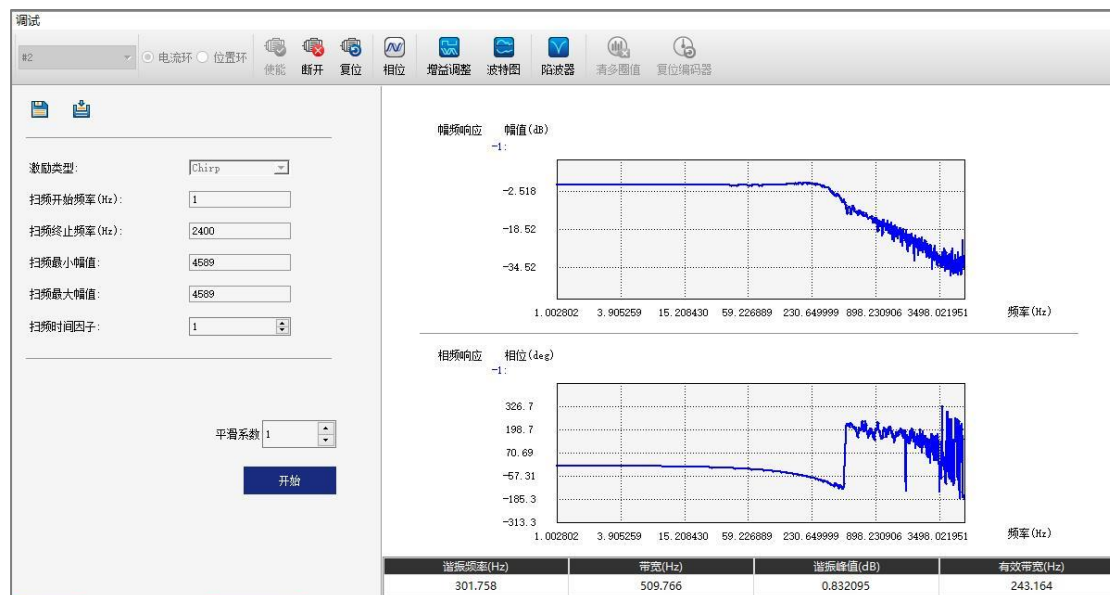


图 12-5 电流环波特图调试

## 12.3 位置环调试

表 12-7 位置环调试

序号	参数名	单位	说明
2501	PID 比例增益	Hz	量纲化的 PID 模型，会受到与量纲有关的参数影响，包括：推力常数、负载质量； 当这两个参数设置偏差较大时，会引起 PID 参数的量纲单位不符合实际的物理系统，导致参数数值与波特图推定的带宽数值偏差很大。 这属于正常现象。对于直线电机，推力常数和负载质量比较容易获得；旋转电机，一般能得到的是转矩和转动惯量，需要经过转换才能接近真实的量纲。
2502	PID 积分时间	ms	
2503	PID 微分增益	Hz	
2504	PID 速度前馈	%	
2505	PID 加速度前馈	%	
2508	PID 积分极限		现在一般设置为 8000000； 将来会按照 PID 输出的占比来设置，默认 80%
209E	速度滤波系数		实际反馈的低通滤波，经过滤波后的速度作用到微分增益。
2607	位置死区宽度	nm	位置死区宽度，一般需要大于至少 1 倍的反馈分辨率对应的长度；
2609	位置死区处理模式		0: 关闭死区控制； 1: 开启死区控制，对落在死区宽度内的位置偏差，不做 PID 控制；

### 12.3.1 位置环阶跃响应调整

请结合【表 12-7 位置环调试】中的参数说明及【9.7 增益调整】的调试方法进行调试。

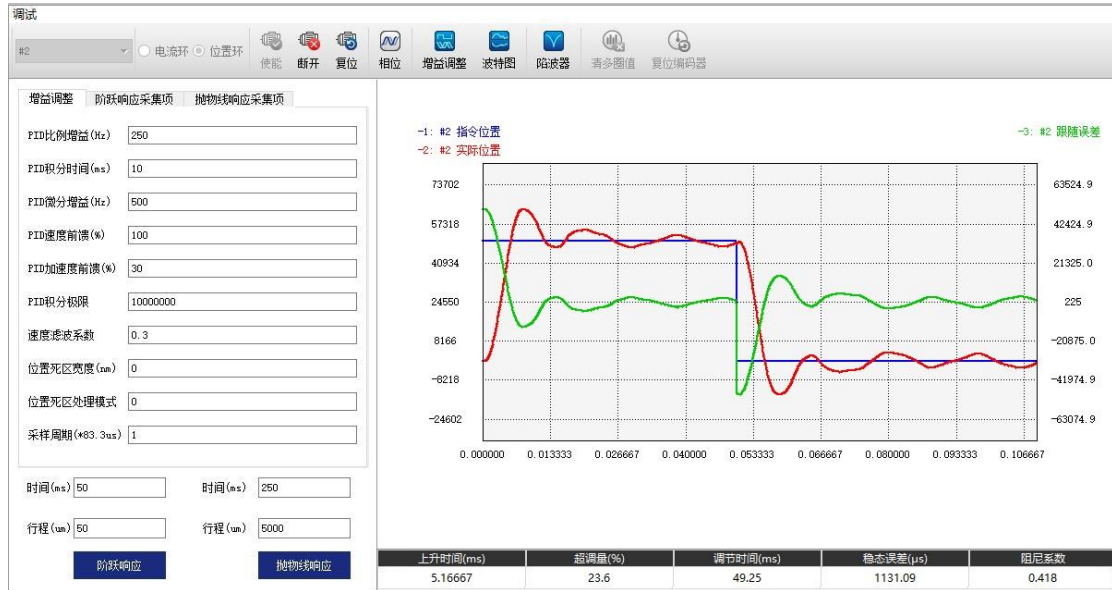


图 12-6 位置环阶跃响应调试

### 12.3.2 位置环抛物线响应调整

请结合【表 12-7 位置环调试】中的参数说明及【9.7 增益调整】的调试方法进行调试。

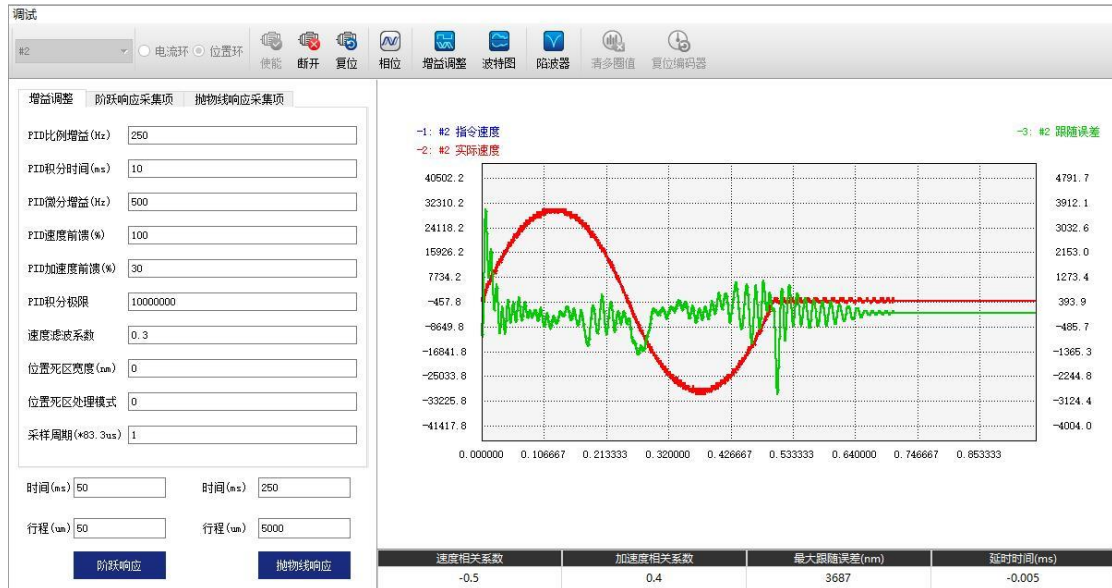


图 12-7 位置环抛物线响应调试

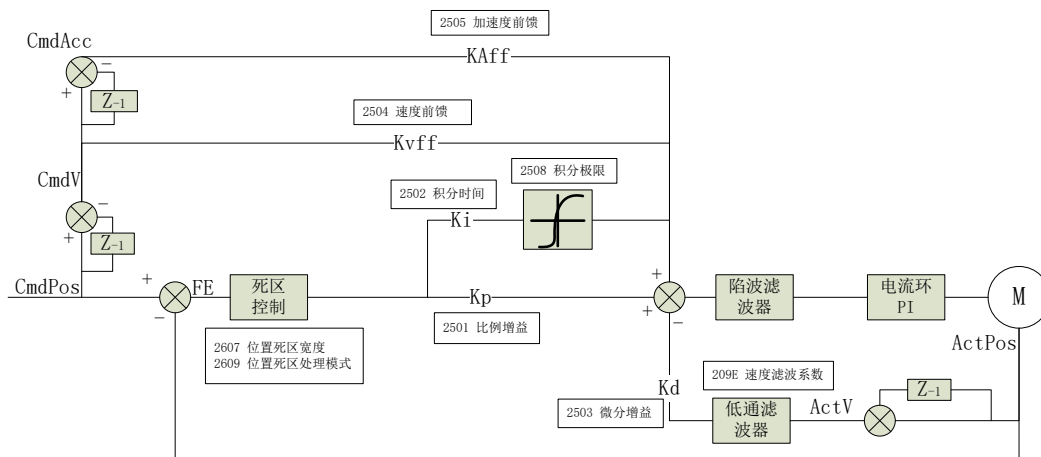


图 12-8 位置环控制框图

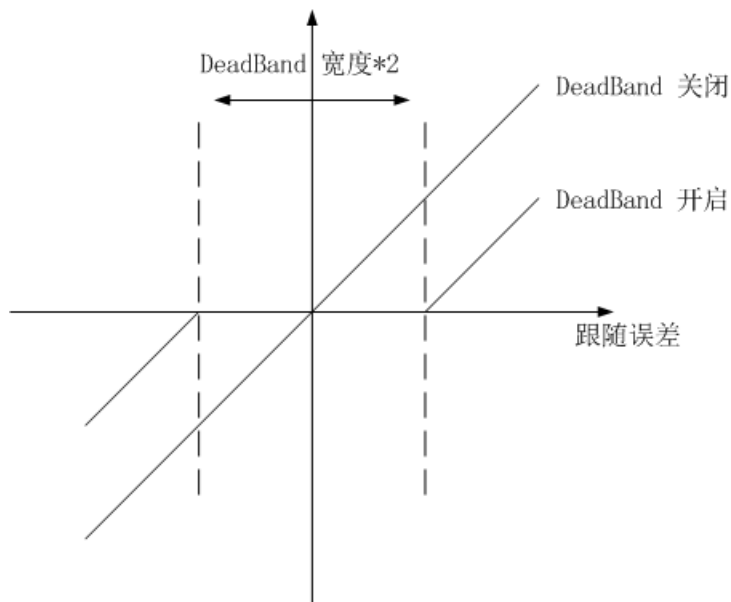


图 12-9 位置环死区控制原理图

### 12.3.3 位置环波特图

请结合【表 12-7 位置环调试】中的参数说明及【9.7 增益调整】的调试方法进行调试。

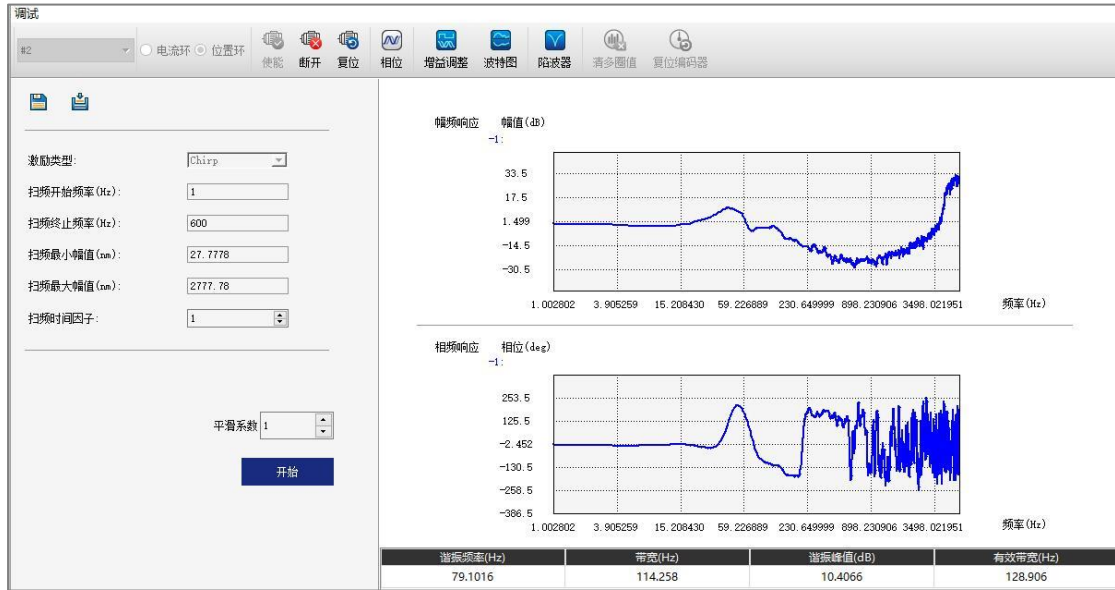


图 12-10 位置环波特图调试

## 12.4 机床整体调整

### 12.4.1 陷波滤波器

表 12-8 陷波滤波器

序号	参数名	单位	说明
2568	陷波滤波器 1 控制字		0: 关闭陷波滤波器 1: 开启陷波滤波器
256B	陷波滤波器 1 中心频率	Hz	共振频率
256C	陷波滤波器 1 陷波宽度	Hz	宽度
256D	陷波滤波器 1 陷波深度	dB	深度
2720	陷波滤波器 1 陷波类型		1: 标准陷波滤波器 2: PMAC 陷波滤波器

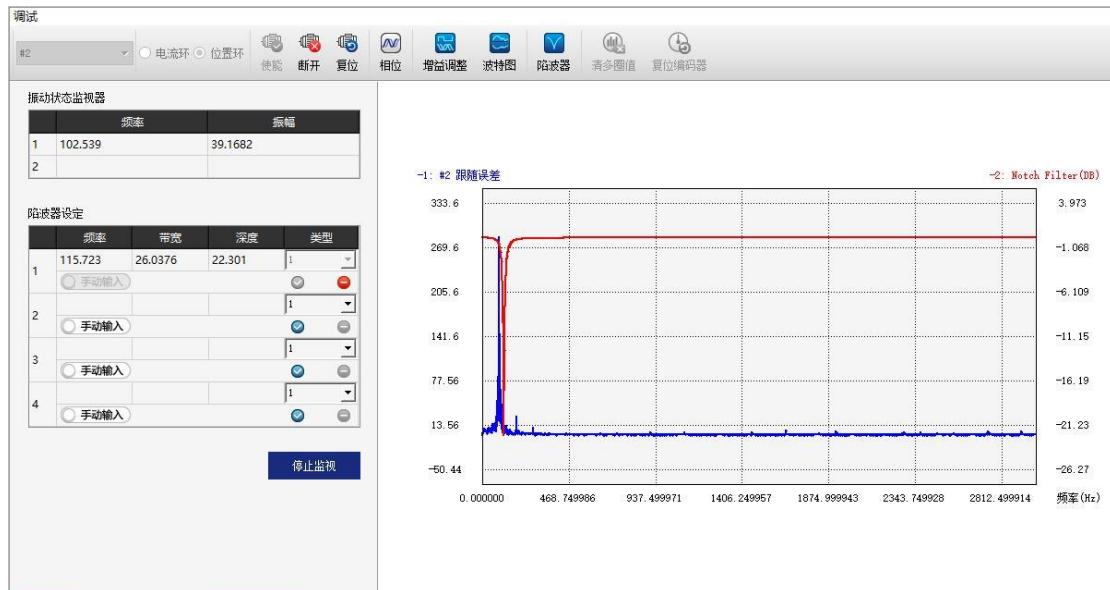


图 12-11 陷波滤波器调试

## 12.4.2 调整真圆度

使用 TDI 调试完成后，需要在控制器上跑轮廓，进行真圆度调整。

**LYNUC**

**上海铼纳克数控科技有限公司**

地址：中国上海市闵行区都会路 2338 弄 30-31 号

邮编：201108

电话：+86 21 61837766

传真：+86 21 60720487

网址：<http://www.lynuc.cn>