MITSUBISHI ELECTRIC

Changes for the Better

三菱电机数控系统

活用向导

NC Analyzer2

MELSOFT
Integrated FA Software

IB-1501593(CHN)-A

目录

1. 前言 1
2. 调整步骤 2
2.1 伺服调整操作步骤 2
2.2 主轴调整操作步骤 3
3. 与 NC Analyzer2 的连接 4
4. 速度环增益调整与频率响应测试 7
5. 往返加减速调整 11
6. 丢步补偿调整和圆弧测试 19
7. 主轴加减速调整 27
8. 主轴定位调整 31
9. 刚性攻丝调整 34
10. 主轴 C 轴调整 40
11. 主轴同步调整 43
12. 任意数据计算 47

1. 前言

(1) 本说明书对 NC Analyzer2 的使用步骤进行说明。

🔍 操作及功能详情请参考 NC Analyzer2 使用说明书 (IB-1501522)。

(2) 简易调整篇以稳定性设定为主，因此会与驱动器使用说明书中的设定有所不同。

(3) 在惯性运行不足、不带盖板的状态下无法正确调整。

(4) 请务必在自动运行（循环启动）条件下进行调整。

(5) 请预先通过 NC Configurator2 等工具设定各电机的标准参数。

(6) 请确认是否正确设定软极限的#2013（OT-）、#2014（OT+）等参数。

(7) 调整时可能伴随轴移动・轴振动，请充分注意安全确认・机械干涉等。

(8) 调整主轴前，主轴单元应为安装完成或是接近安装完成的状态。

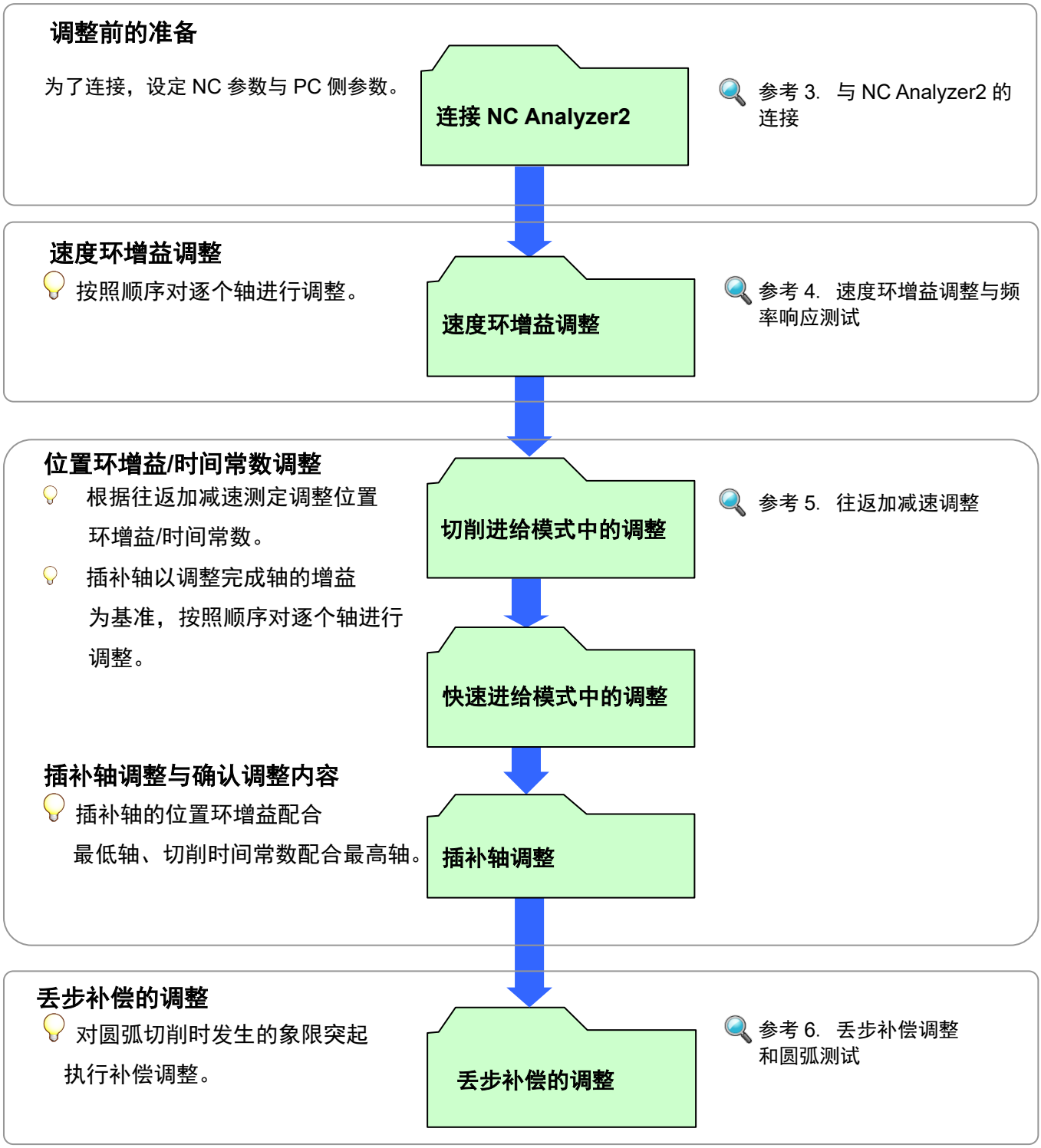
- 主轴易受惯量、摩擦等机械系状态影响，因此要预先在主轴安装卡盘・气缸・扣爪等必要配件。
- 特别是车床未安装卡盘・气缸・扣爪及最大加工工件等惯量较大的配件，则调整结果出入会很大，在安装这些配件时可能会发生报警。
- 加工中心、钻攻机时，允许的最高转数、惯量不同，因此要分开准备确认『最高转数』与『最大惯量』的工具。
- 请在主轴调整前执行惯性运行（老化），运行至最高旋转状态。

  ※调整时主轴温度可能会达到 80[℃]。

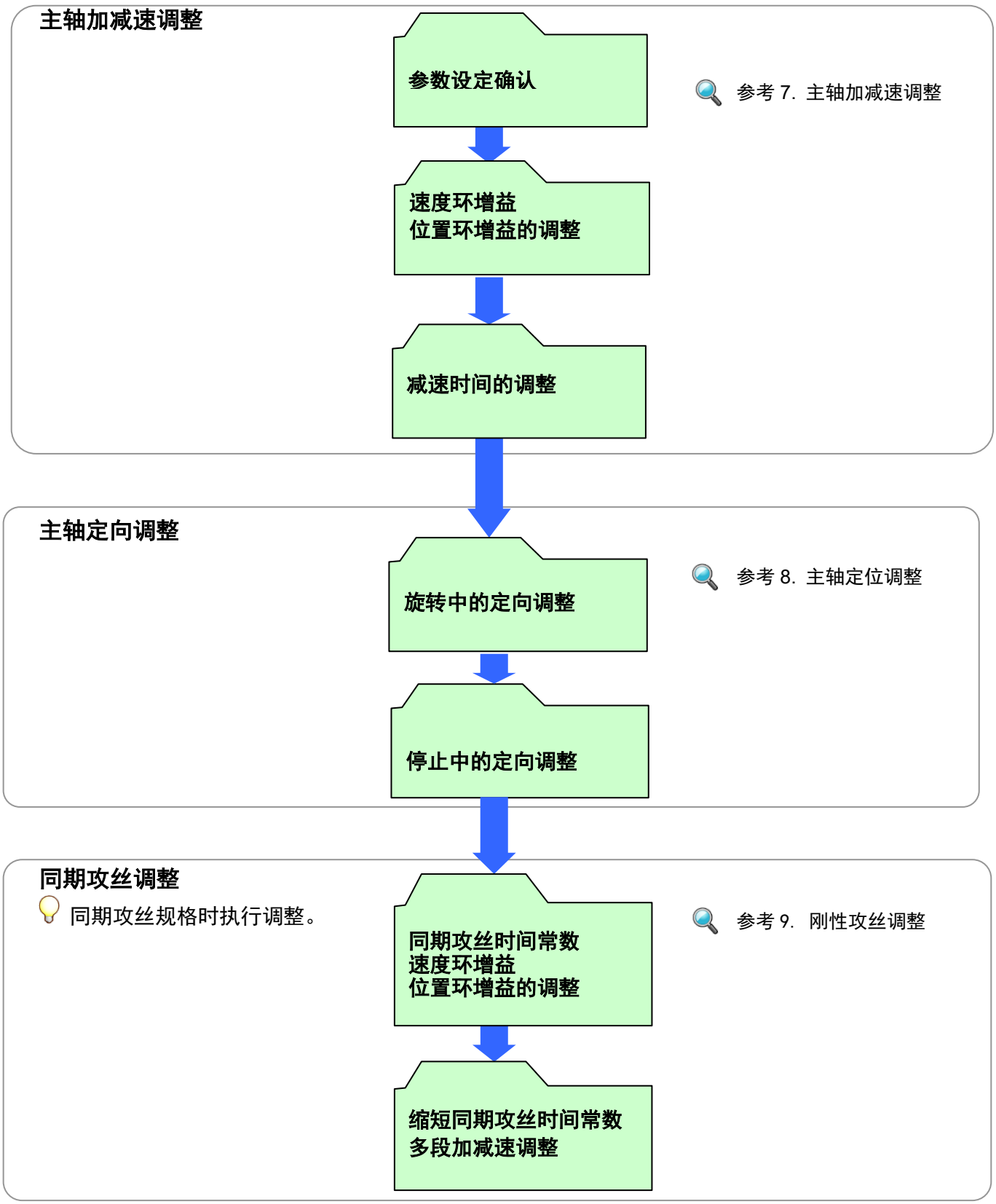
  ※测定波形时，要分别在低温状态（接近室外温度的状态）与高温状态（60[℃]以上）测定主轴温度（通过反复执行加减速，提高主轴电机温度的状态），在任何状态下都要确认测定波形达到判定基准。

2. 调整步骤

2.1 伺服调整操作步骤



2.2 主轴调整操作步骤



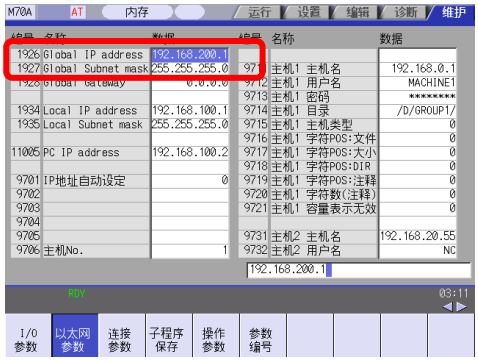
其他规格请参考主轴 C 轴、主轴同期调整。
请参考 10. 主轴 C 轴调整、11. 主轴同步调整。

3. 与 NC Analyzer2 的连接

[1] 确认 NC 机的 IP 地址

(1) 在按下紧急停止按钮的状态下接通 NC 电源。

(2) 确认 NC 的 IP 地址设定（“以太网参数”设定值）。



＜以太网参数＞

#1926（Global IP address） 默认值：192.168.200.1

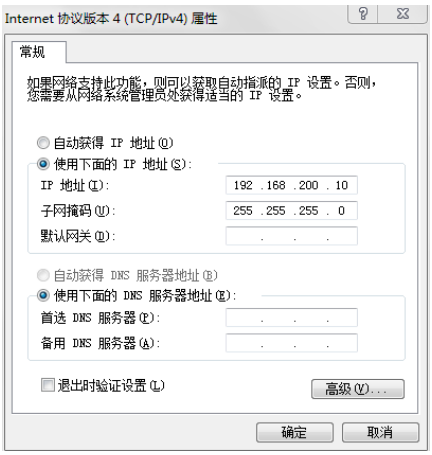
#1927（Global Subnet mask） 默认值：255.255.255.0

[2] 变更计算机（Windows）的 IP 地址。

(1) 记录原 IP 地址与子网掩码。作业结束后请恢复计算机的 IP 地址。

(2) 将 IP 地址设为“192.168.200.10”。

(3) 将子网掩码设为“255.255.255.0”。



IP 地址设定的详情请参考[附录 1]。

[3] 变更 NC 参数。

(1) 将#1224 的 bit 0 设为“1”。

如右图所示，输入“00000001”。

(2) 将#1164 ATS 设为“ 1 ”。

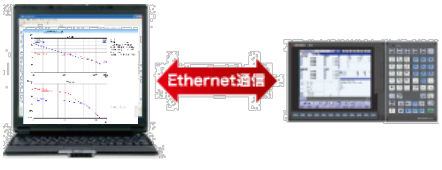
在画面左上角显示闪烁的“PR”。

(3) 重启 NC 或驱动器的电源。在画面左上角显示闪烁的“AT”，完成 NC 侧的准备。

[4] 通过 Ethernet 电缆连接计算机与 NC。

通过交叉网线连接计算机与 NC。

使用交换机时，也可以通过直通电缆连接计算机与 NC。

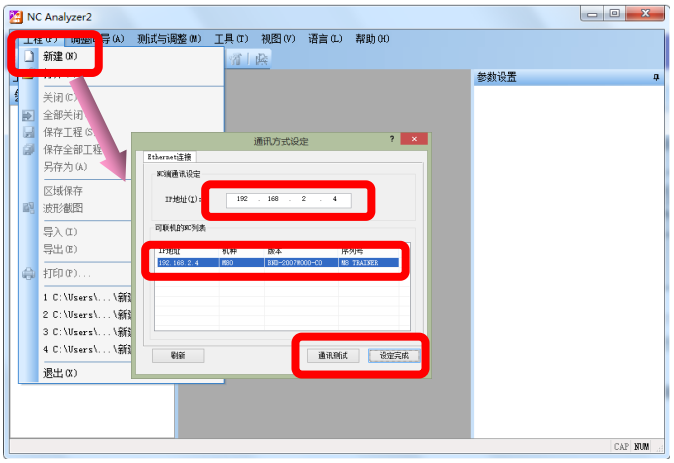


NC Analyzer2

[5] NC Analyzer2 的连接设定。

(1) 选择“工程”菜单的“新建”项。
网络中存在可连接的 NC 时，
“可联机的 NC 列表” 显示 NC 机信息，
点击后，在“IP 地址”中将显示 NC 机的
IP 地址。

(2) 在“IP 地址”中，确认 NC 机的 IP 地址是否
已设定为“192.168.200.1”。



NC 机的 IP 地址设定正确但是在可联机的 NC 列表中未显示 NC 机时，按下面的方法执行。

(1) 计算机的 IP 地址和 NC 机的 IP 地址是否在同一网段中。

(2) 网线是否已正确连接。

(3) 按下“刷新”按钮再次进行确认。

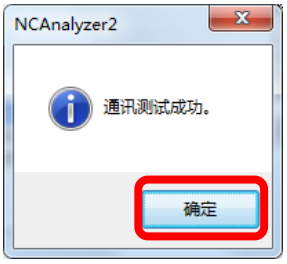
(4) 点击“手动输入”按钮，在“IP 地址”中输入 NC 机的 IP 地址。

[6] 执行通讯测试。

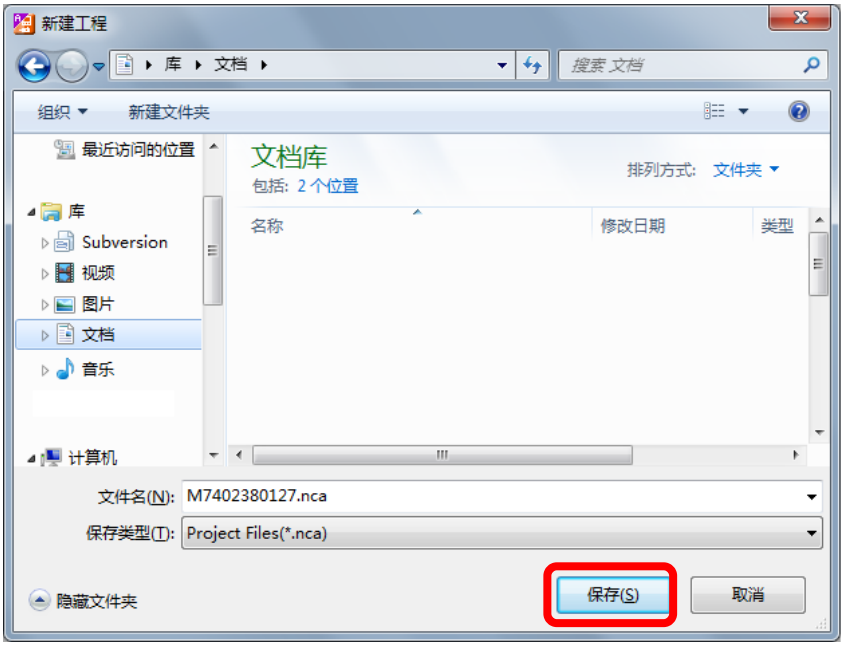
(1) 请单击“通讯测试”。

(2) 通讯测试成功后，单击步骤 [5]
画面的“确定”按钮。

(3) 显示工程保存画面时，输入工程名
后，点击“保存”按钮保存工程。



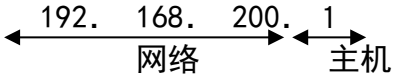
发生“通讯失败”的报警时
Windows 的防火墙开启时，可能存在无法连接的情况。请将防火墙设置为无效，或将 NC Analyer2 加入防火墙的“例外”中。（请通过拥有管理员权限的用户执行该操作）



[附录 1]［TCP/IP 的设定］（在 Windows7 系统下的设定示例）

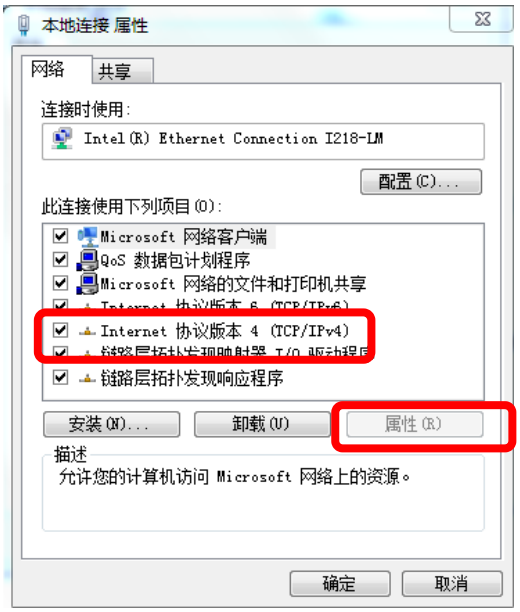
IP 地址的设定

IP 地址是执行 TCP/IP 通信时使用的地址格式。



网络部:相当于建筑物(公寓)的地址
主机部:相当于(公寓)房间号

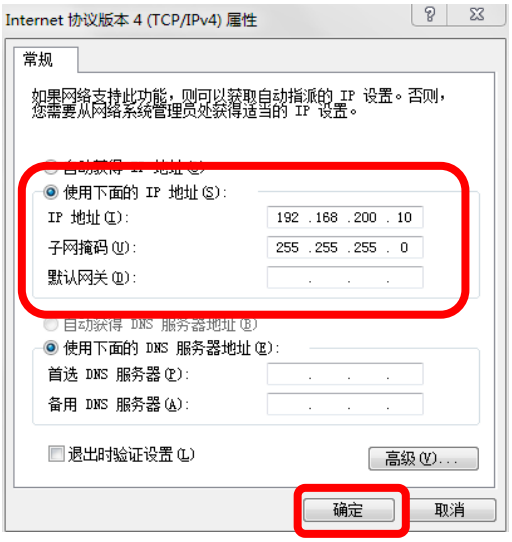
在本活用向导中，PC 设定的 IP 地址为“192.168.200.89”，但也可以设定相同网段中未使用的“1～254”中的任意数值。



(1) 通过“开始”→“控制面板”→“网络和共享中心”
→“更改适配器设置”→“本地连接”→“属性”
打开“本地连接 属性”。

(2) 选择“Internet 协议版本 4（TCP/IPv4）属性”，单击“属性”。

(3) 在“使用下面的 IP 地址”的项目设置“IP 地址”与“子网掩码”。



- IP 地址
  在同一网段中不能设定相同的 IP 地址。

- 子网掩码
  在一般小规模的 LAN 时，使用“255.255.255.0”。

- 默认网关
  未连接因特网时可设定为空。

在大规模 LAN 时设定有所不同，请与网络管理员联系或参考相关书籍。

(4) 更改设定后按“OK”，则网络设定生效。

使用有其它用途 IP 地址的电脑时，一旦使用本设定，则无法进入原网络，因此在变更设定前先记录原先的设定，作业结束后恢复为之前的设定值。

4. 速度环增益调整与频率响应测试

[1]确认共振频率并设定共振滤波器

(1) 解除紧急停止按钮，在 JOG 模式中轴移动停止时或是轴移动时发生共振时，请在驱动器监视确认共振频率。没有异音时，请转至步骤[2]。

(2) 在驱动器监视中确认“AFLT 频率数”。“AFLT 频率数”实时显示当前的共振频率。

(3) 在#2238 SV038（FHz1）中，输入上步中“AFLT 频率数”的数值。

若仍未能消除共振时，请参考驱动器的使用说明书。

[2]机床侧的准备工作

(1) 无绝对位置检测器规格时，通过回原点的方式建立原点。

(2) 通过手动运行（手轮、JOG），将需要测试的轴移动到行程的中点附近。

(3) 在机床操作面板中，将操作模式变更为“内存”。

(4) 进行速度环增益调整时，参考[3]，进行频率响应测试时，参考[7]。

[3]速度环增益调整 轴选择

(1) 在“调整向导”菜单中选择“速度环增益调整”。

(2) 勾选需要调整的轴。

(3) 点击“下一步”。

[4]速度环增益调整 准备工作

(1) 若存在全闭环或同步控制轴时，点击“设定”，选择“精度等级”中的“全闭环或同步轴”。

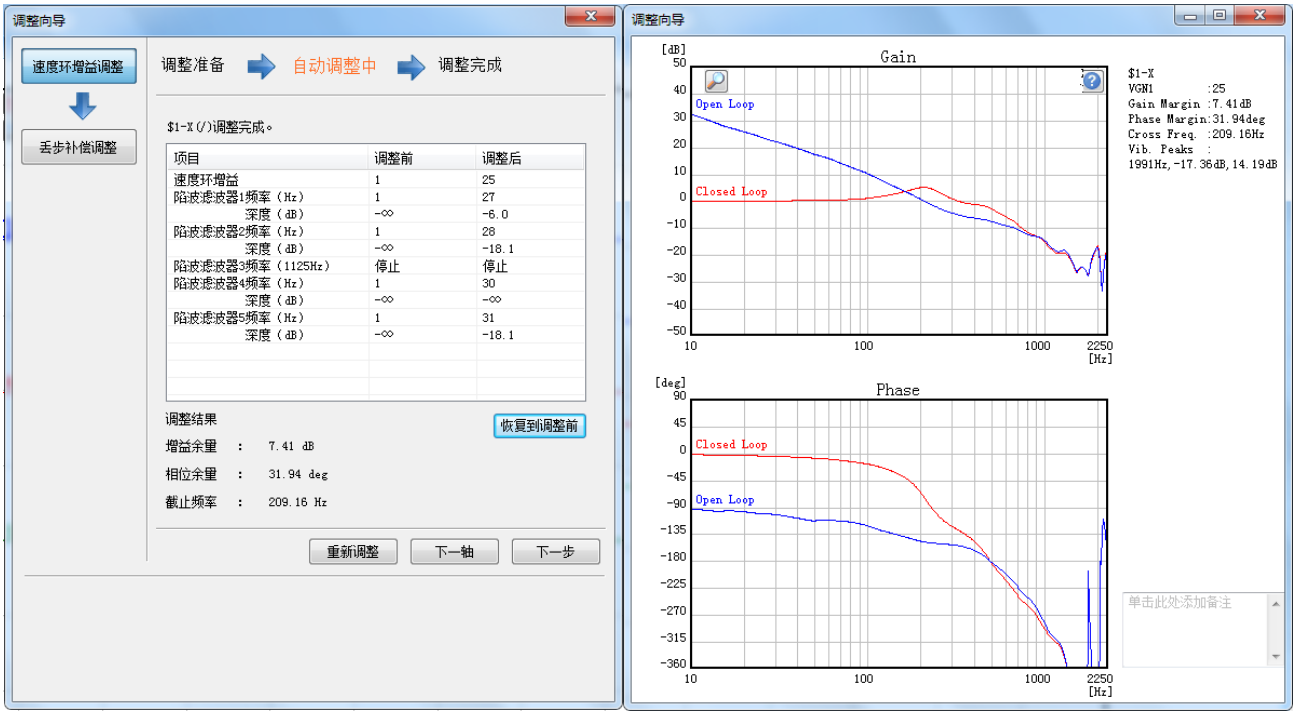
(2) 在阅读注意事项，确认没有问题后，点击“开始”按钮。

- 若振动非常大或持续 7 秒钟以上，可按下“紧急停止”按钮取消当前的调整。在进行重新调整前，将 SV025 VGN1（速度环增益）的值设定为原先的一半。
- 因摩擦较大导致报警时，请加大振动强度。

[5]速度环增益调整 结果显示

(1) 自动调整完成后，左边窗口中显示变更参数，右边窗口中显示伯德图。

(2) 点击“恢复到调整前”，参数将恢复到调整前的设定值。若没有问题，点击“下一轴”按钮。



[6]速度环增益调整完成

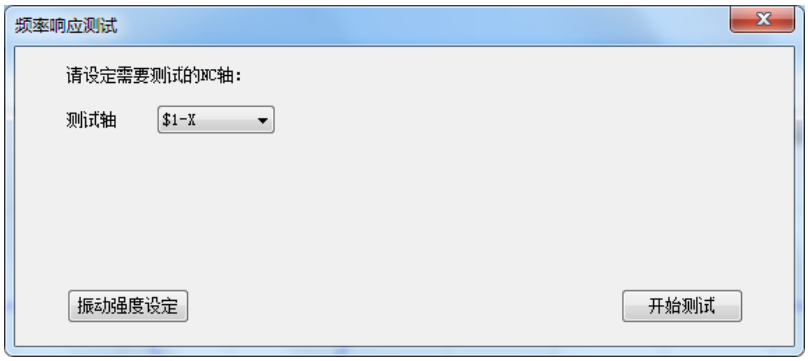
所有轴调整完成后，显示如下所示画面。速度环增益调整完成。

[7]频率响应测试

(1) 在“测试与调整”菜单中选择“频率响应测试”。

(2) 在“测试轴”中选择需要测试的轴。

(3) 设定完成，则单击『测定开始』。



- 若振动非常大或持续 7 秒钟以上，可按下“紧急停止”按钮取消当前的调整。在进行重新调整前，将 SV005 VGN1（速度环增益）的值设定为原先的一半。
- 因摩擦较大导致报警时，请加大振动强度。

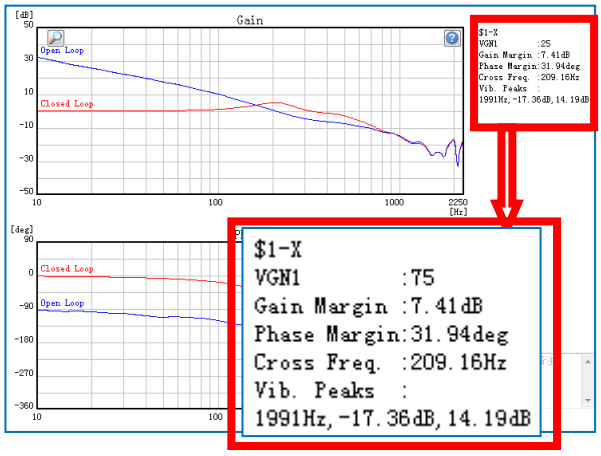
[8]速度环增益设定值的标准

(1) 确认波特线图右部的显示。

- 若“Gain Margin”的值大于 8dB、“Phase Margin”的值大于 30deg，则一般可以判断为稳定状态。

※全闭环及同步控制轴时大于 10dB

在“速度环增益的自动调整”中，进行自动调整，使得调整结果在该范围内。



- 速度环增益调整或频率响应测试中，不需要将所有的轴都设定为相同的值
- “速度环增益的自动调整”完成后进行动作确认时，在特定条件下发生异音或振动的情况下，将速度环增益的设定值减半后再进行尝试。异音或振动变小时，因通过软件已经很难进行检测，所以根据声音来设定共振频率值。

5. 往返加减速调整

[1] 位置环增益的参数设定

(1) 按下紧急停止按钮。

(2) 如下设定所有轴。

参数	设定值
#2203 SV003 PGN1	33
#2204 SV004 PGN2	88
#2208 SV008 VIA	1900
#2215 SV015 FFC	50
#2257 SV057 SHGC	198
#2001 rapid	快速进给的最高速度
#2002 clamp	切削进给(G01)的最高速度
#2003 smgst	0011 (直线加减速)
#2004 G0tL	100
#2007 G1tL	100

位置环增益的详情请参考[附录 2]。

[2] 切削进给模式中的调整准备

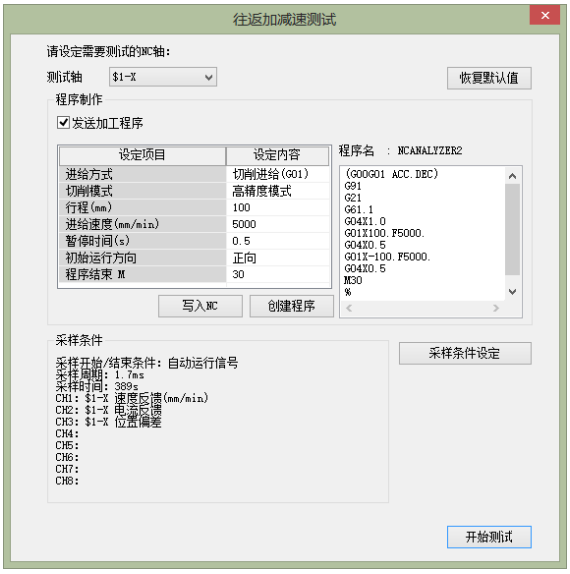
(1) 解除紧急停止按钮。

(2) 在“测试和调整”菜单中选择
“往返加减速测试”项。

(3) 选择需要调整的测试轴。

(4) 更改程序制作条件时，点击“创建程序”。

(5) 设定完成后，点击“开始测试”。



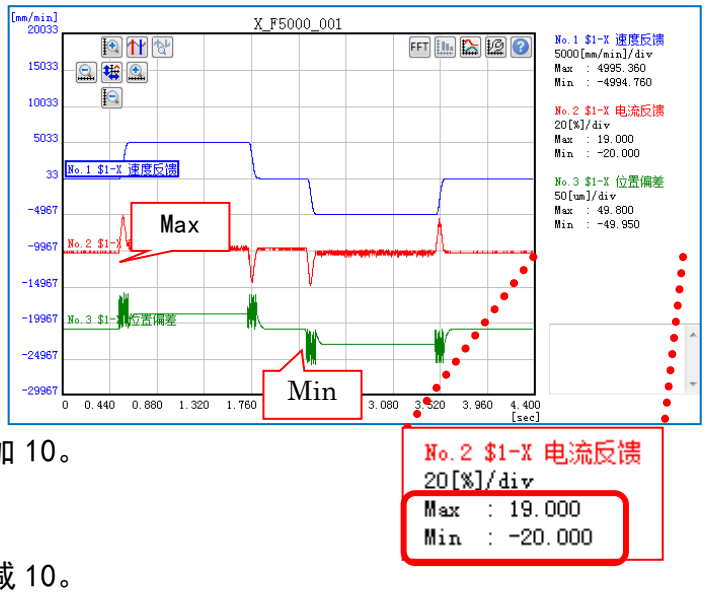
- “进给速度”中设定默认值为 5000mm/min，在使用时考虑设定为#2002clamp 的值。
- 使用 NC 机中已有的程序进行测试时，勾选“使用 NC 中已有的程序进行测试”并在 NC 机的运行画面搜索用于测试的程序。
- 若因距离太短无法到达设定的最高速度时，增大“行程（mm)”的设定值。

<采样设定>
往返加减速测试的默认设定如下所示。不需要变更。

通道	波形种类
CH1	速度反馈(mm/min)
CH2	电流反馈
CH3	位置偏差

[3] 确认最大电流

(1) 确认“电流反馈”项的“Max”与“Min”的绝对值较大值是否在允许电流范围内。



允许电流范围请参考[附录 1]的 G1 时。

如右图所示时，确认“20”是否在允许电流值内。

＜最大电流值高时＞

→ 将#2007 G1tL G1 时间常数的设定值加 10。

＜最大电流值低时＞

→ 将#2007 G1tL G1 时间常数的设定值减 10。

变更参数时，点击“重新测试”按钮，再次进行调整。

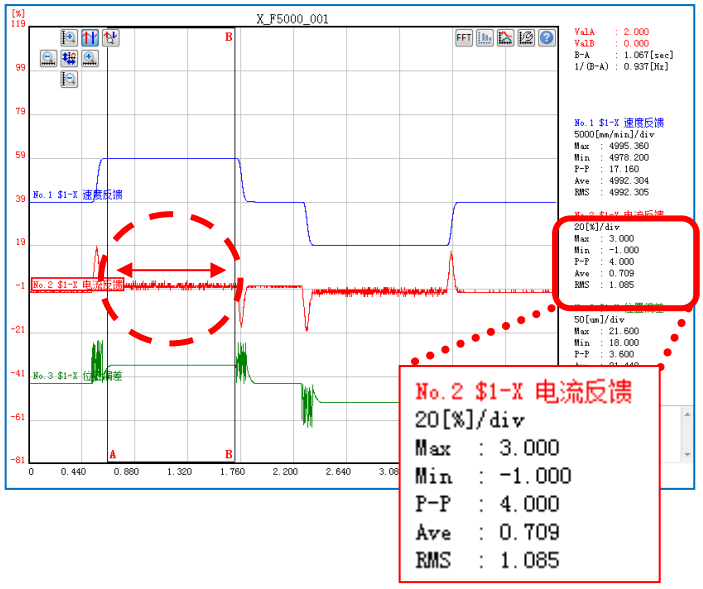
[4] 确认固定速度进给时电流是否稳定

＜确认事项＞

（1）是否出现周期性振动。

（2）是否出现突发性振动。

（3）是否仅部分电流值发生振动。



通过 按钮显示光标确认电流的振动量，在确认范围内确认“P-P”的显示值。在右例中，振动量“P-P”为 4%，在 30%以内，也没有发现周期性、突发性振动，因此判断为良好。

＜确认发生现象时的处理＞

(1) 确认机械结构（径向跳动或护罩的安装等事项）。

(2) 降低位置环增益，确认电流是否稳定。

位置环增益的变更请参考[附录 2]。

变更参数时，返回步骤[2]重新调整。

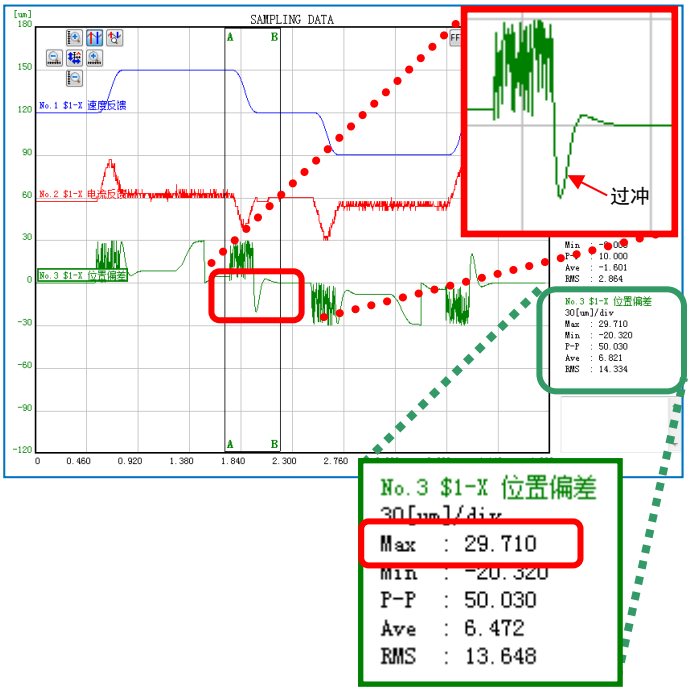
[5] 位置偏差波形中，是否有过冲现象

＜判断发生过冲的标准＞

・加速时：5μm以上、减速→停止时：2μm以上

过冲量的确认通过 按钮显示光标如右图选择。

右例中“Max”为“29.710”，因此需要执行消除过冲的处理。



＜发生过冲时的处理＞

(1) 将#2007 G1tL G1时间常数的设定值加10。

加减速时的最大电流值小于调整值的50%时，不增大时间常数。

(2) 降低位置环增益。

位置环增益的变更请参考[附录2]。

变更参数时，返回步骤[2]重新调整。

[6] 固定速度进给时，位置偏差波形是否有波动

＜判断发生振动的标准＞

3μm以上

位置偏差的振动量确认固定速度进给中的“P-P”值。

＜发生振动时的处理＞

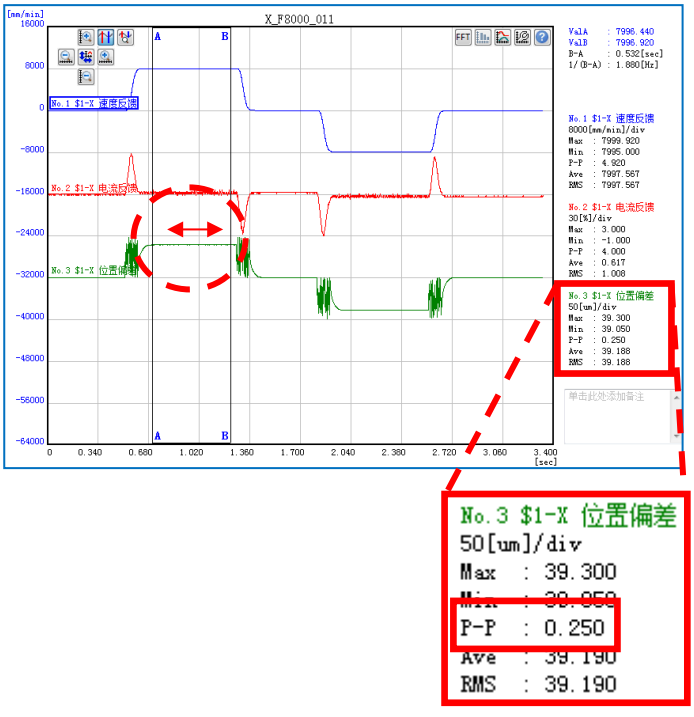
(1) 确认机械结构（径向跳动或护罩的安装等事项）。

齿轮驱动轴时，也要考虑齿轮的影响。

(2) 降低位置环增益。

位置环增益的变更请参考[附录2]。

变更参数时，返回步骤[2]重新调整。



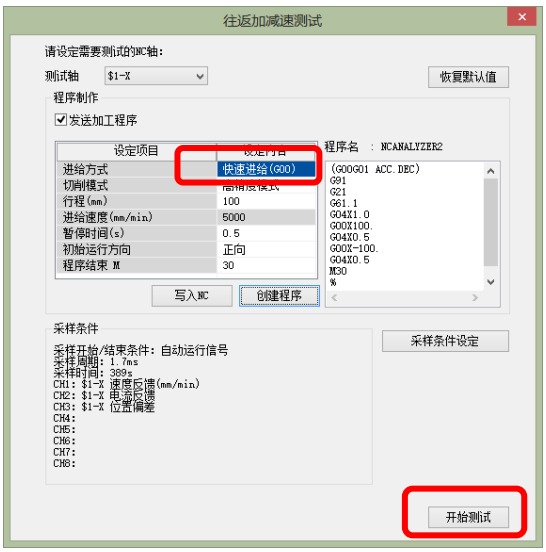
[7] 快速进给模式的调整准备

(1) 在“测试和调整”菜单中选择
“往返加减速测试”项。

(2) 将“进给方式”设定为“快速进给（G00）”。

(3) “行程”中设定可移动的范围内输入较长的距离。

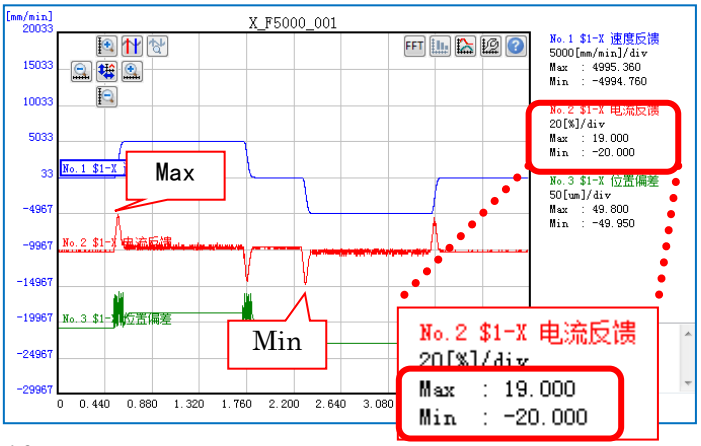
(4) 单击“开始测试”。执行与步骤[2]
切削进给模式时相同的测试。



[8] 确认最大电流是否在允许值范围内。

(1) 确认“电流反馈”项的“Max”与“Min”的绝对值的较大值是否在允许电流范围内。

允许电流范围请参考[附录 1]的 G0 时。



＜最大电流值高时＞

➞ 将 #2004 G0tL G0 时间常数的设定值加 10。

＜最大电流值低时＞

➞ 将#2004 G0tL G0 时间常数的设定值减 10。

[9] 确认固定速度进给时电流是否稳定

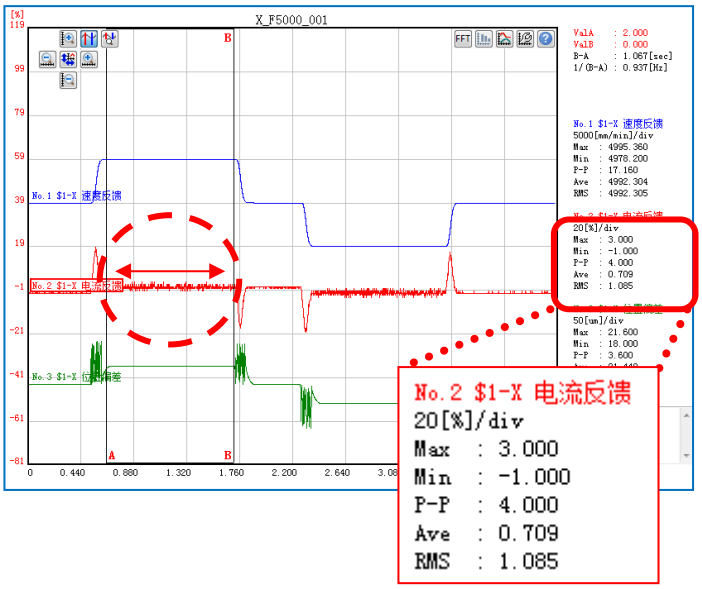
＜确认项目＞

（1）是否出现周期性振动。

（2）是否出现突发性振动。

（3）是否仅部分电流值发生振动。

通过 按钮显示光标确认电流的振动量，在确认范围内确认“P-P”的显示值。在右例中，振动量“P-P” 为 4%，在 30%以内，也没有发现周期性、突发性振动，因此判断为良好。



＜确认发生现象时的处理＞

(1) 确认机械结构（径向跳动或护罩的安装等事项）。

(2) 降低位置环增益后，确认电流是否稳定。

位置环增益的变更请参考[附录 2]。

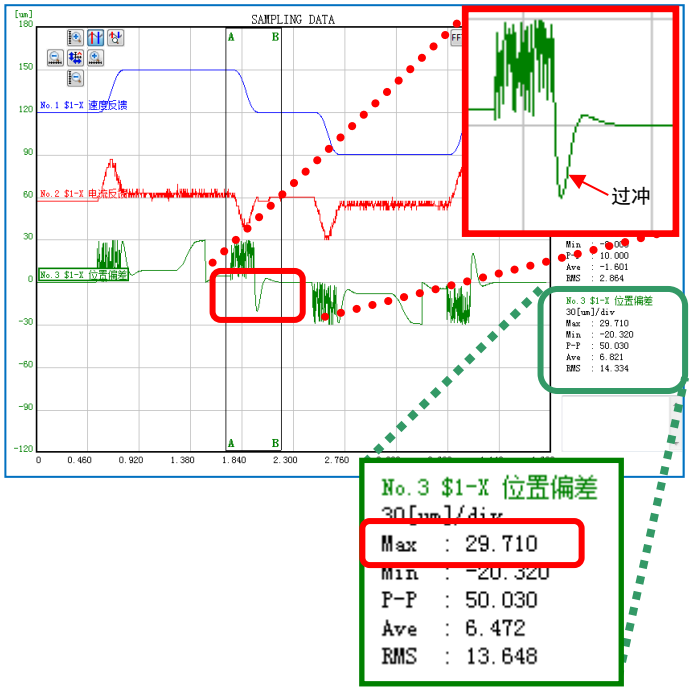
[10] 位置偏差波形中，是否有过冲现象

＜判断发生过冲的标准＞

加速时：10μm 以上、 减速→停止时：3μm 以上

过冲量的确认通过 按钮显示光标如右图选择。

右例中“Max”为“29.710”，因此需要执行消除过冲的处理。



＜发生过冲时的处理＞

(1) 将#2004 G1tL G0 时间常数的设定值加 10。

加减速时的最大电流值小于调整值的 50%，不增大时间常数。

(2) 降低位置环增益。

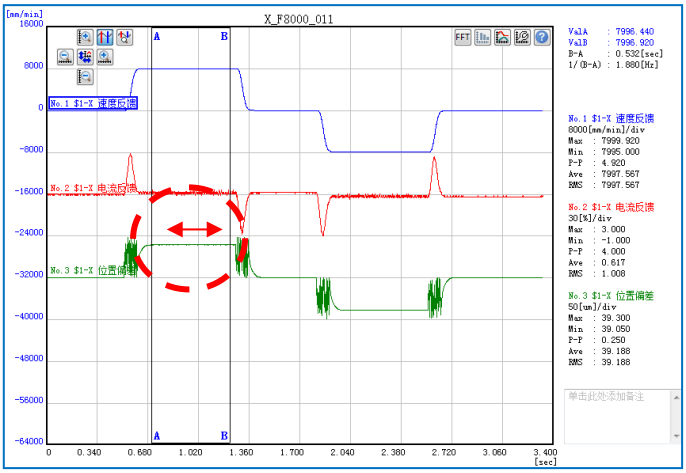
位置环增益的变更请参考[附录 2]。

[11] 固定速度进给时，位置偏差波形是否有波动

＜振动大致标准＞

5μm以上

位置偏差的振动量确认固定速度进给中的“P-P”值。



＜发生振动时的处理＞

(1) 确认机械结构（径向跳动或护罩的安装等事项）。

(2) 齿轮驱动轴时，也要考虑齿轮的影响。

(3) 降低位置环增益。

位置环增益的变更请参考[附录 2]。

[12] 波形没有问题，但在实际机械动作中发生异音/振动时

(1) 增大#2005 G0t1 G0 时间常数，使最大电流为当前调整值的 1/2。

(2) 即使增大时间常数也没有效果时，降低位置环增益。

位置环增益的变更请参考[附录 2]。

如果最大电流值比较高，但是实际机械动作没有问题，也可视为调整完成。

[13] 设定完成后，从步骤[1]开始调整其它轴

(1) 请使用初次调整时设定的位置环增益值，对其它轴进行调整。

快速进给时间常数或快速进给时的加减速类型，无需设为相同值。

[14] 重新确认插补轴的设定

(1) 重新确认插补轴的位置环增益是否全部为相同增益值。

所有插补轴中的#2203(SV003 PGN1)、#2204(SV004 PGN2)、#2257(SV057 SHGC)都要设定为相同的值。

(2) 确认插补轴的#2007 G1tL G1 时间常数是否全部为相同设定值。

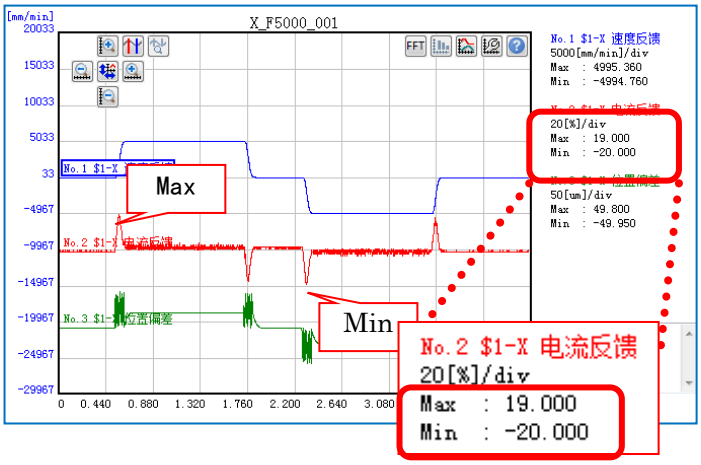
[15] 执行全行程动作中的确认

(1) 执行全行程动作，再次确认在轴进给时是否发生振动、异响。

(2) 在驱动监视画面确认快速进给时的加减速时的电流是否在调整值以下。

[附录 1] 确认最大电流值

请使“电流反馈”的“Max”、“Min”各绝对值的最大值在下述范围内。



MDS-E (200V)系列

电机型号	设定值	
	G1	G0
HG46	266%以内	380%以内
HG56	273%以内	390%以内
HG96	182%以内	260%以内
HG75	245%以内	350%以内
HG105	189%以内	270%以内
HG54	294%以内	420%以内
HG104	245%以内	350%以内
HG154	266%以内	380%以内
HG224	217%以内	310%以内
HG204	217%以内	310%以内

电机型号	设定值	
	G1	G0
HG354	294%以内	420%以内
HG123	133%以内	190%以内
HG223	161%以内	230%以内
HG303	168%以内	240%以内
HG453	205%以内	300%以内
HG703	168%以内	240%以内
HG903	203%以内	290%以内
HG142	133%以内	190%以内
HG302	147%以内	210%以内

MDS-EH (400V)系列

电机型号	设定值	
	G1	G0
HG-H75	245%以内	350%以内
HG-H105	189%以内	270%以内
HG-H54	294%以内	420%以内
HG-H104	245%以内	350%以内
HG-H154	266%以内	380%以内
HG-H204	217%以内	310%以内
HG-H354	231%以内	330%以内

电机型号	设定值	
	G1	G0
HG-H453	175%以内	250%以内
HG-H703	168%以内	240%以内
HG-H903	203%以内	290%以内
HG-H1502	133%以内	190%以内
HQ-H903	175%以内	250%以内
HQ-H1103	147%以内	210%以内

- 电流在允许范围之外时，增大时间常数的设定。
- 与此相反，如果有较大的余量时，可在不引起过冲的范围内减小时间常数。

[附录 2] SHG 控制时的位置环增益变更方法

变更位置环增益时，必须如下变更#2203 SV003 PGN1、#2204 SV004 PGN2、#2257 SV057 SHGC3 个参数。

- 将 SV003 PGN1（位置环增益 1）从“33”降低至“27”时，其他 2 个参数也要随之变更，因此将 SV004 PGN2（位置环增益 2）从“88”变更至“72”、将 SV057 SHGC（SHG 控制增益）从“198”变更至“162”。

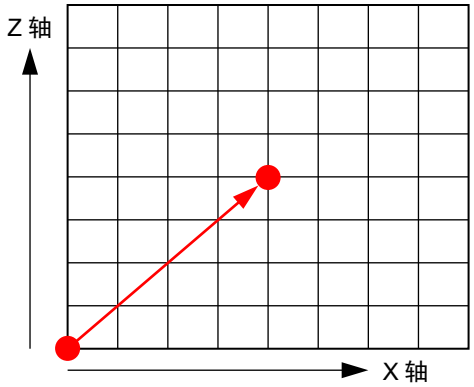
参数	设定值					比例
#2203 SV003 PGN1	21	27	33	39	48	1
#2204 SV004 PGN2	56	72	88	104	128	8/3
#2257 SV057 SHGC	126	162	198	234	288	6
#2208 SV008 VIA	SHG 控制时标准 1900					
#2215 SV015 FFC	SHG 控制时标准 50					

6. 丢步补偿调整和圆弧测试

[1] 真圆度调整/测试前的准备工作

（1） 在手动运行（手轮、JOG）模式下将调整轴安全移动至机械中央。

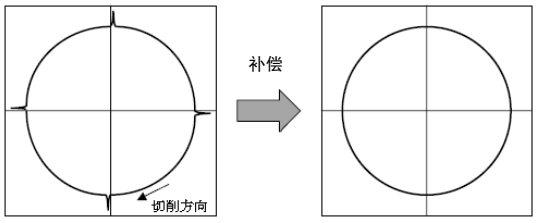
（2） 进行丢步补偿调整时，请参考
[2] 丢步补偿自动调整概要
进行圆弧测试时，请参考[7] 圆弧测试
手动调整时，请参考[9] 丢步补偿参数手动调整



[2] 丢步补偿自动调整概要

（1）通过进行丢步补偿调整，可以改善象限切换时的凸起。

- 使用丢步补偿（LMC 补偿）功能，可以改善因机床前进方向反转时所产生的响应延迟（由摩擦、扭转、伸缩、背隙等引起的死区导致）引起的换向凸起现象，以及圆切削中换向时产生的条纹。通过丢步补偿类型 3，可以改善因移动速度的变化导致的机械部分发生丝杠扭转或伸缩的影响。
- 本文中，对 X-Z 平面的调整进行说明。



补偿前的圆切削轨迹　　补偿后的圆切削轨迹

[3] 丢步补偿调整功能的启动

(1) 在“调整向导”菜单中选择“丢步补偿调整”。

(2) 调整平面勾选“X-Z”。

(3) 单击“下一步”。

[4] 丢步补偿调整的准备

准备低速和高速切削时的两套圆弧切削程序。请在实际使用范围内设定张弛有度的 2 种速度。

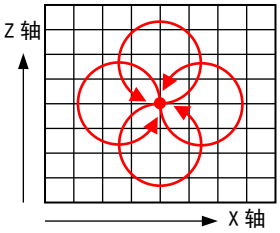
在首次创建低速切削时的程序。

(1) 在“低速（mm/min）”和“高速（mm/min）”中设定进给速度。

(2) 在“圆弧半径（mm）”中设定测试的半径。

在首次调整时，从安全方面考虑，设定从现在的位置开始，移动两倍半径距离也不会发生机械干涉的值。

(3) 单击“下一步”。



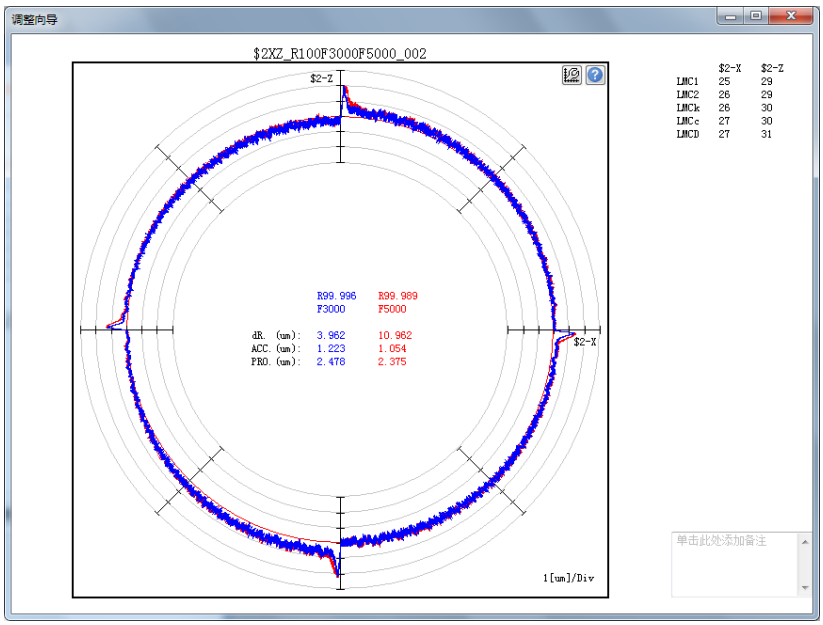
在首次调整时，设定从现在的位置开始，移动两倍半径距离也不会发生机械干涉的值

[5] 丢步补偿调整 波形显示

(1) 调整完成后，显示如下图中左侧窗口所示的调整参数列表和右边窗口中所示的低速高速的波形图。

(2) 按下“恢复到调整前”按钮时，将参数恢复为调整前的值。

(3) 若无问题，单击“下一步”。



[6] 丢步补偿自动调整 完成

(1) 显示调整完成的平面。

(2) 点击“下一步”。

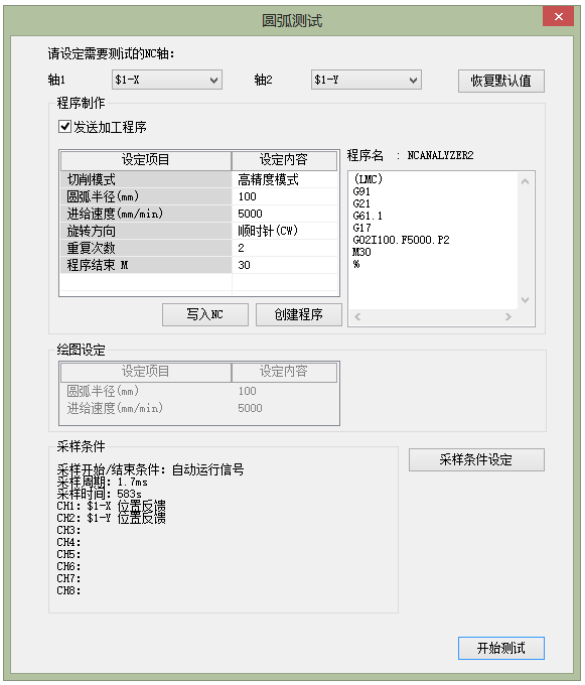
(3) 点击“关闭”。

[7] 圆弧测试

(1) 在菜单“测试和调整”中选择“圆弧测试”项。

(2) 在“轴 1”和“轴 2”中分别选择需要测试的轴。

(3) 设定完成后，点击“开始测试”。



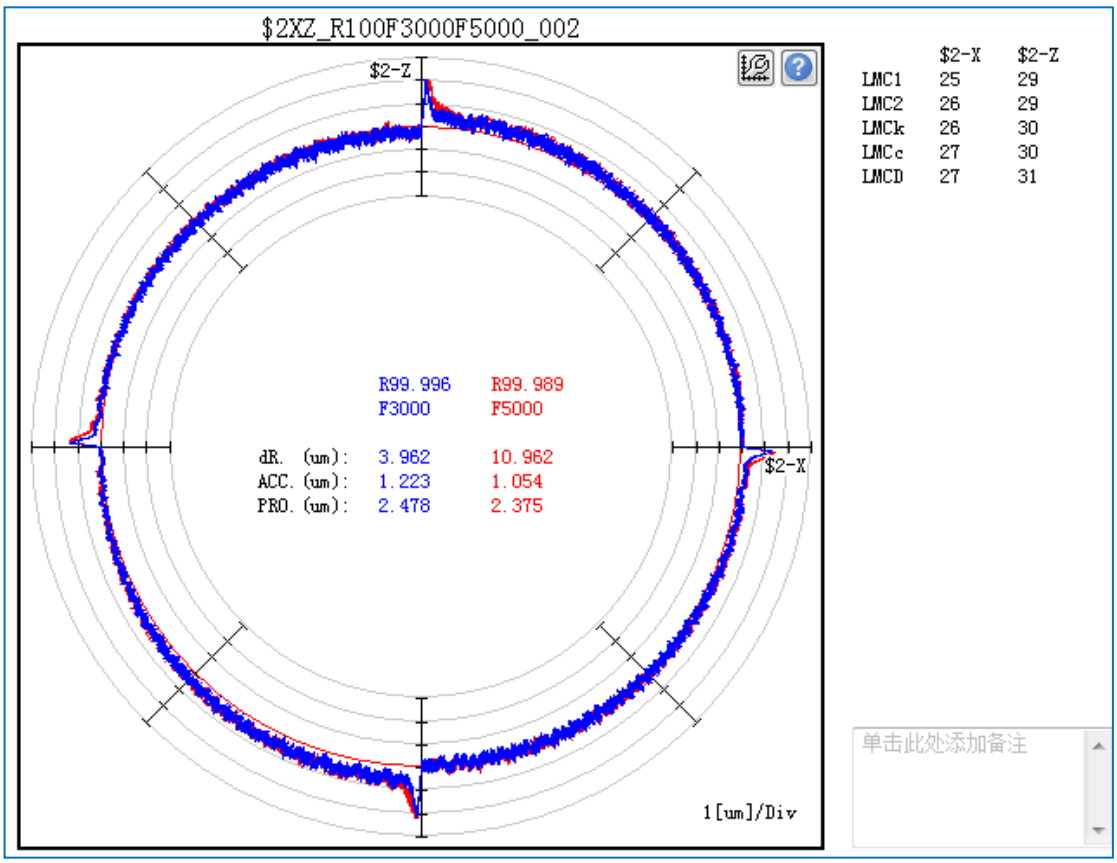
<采样设定>

圆弧测试的默认设定如下所示。不需要变更。

通道	波形种类
CH1	轴 1 的位置反馈
CH2	轴 2 的位置反馈

[8]圆弧测试完成

（1）显示圆弧测试和丢步补偿调整相关的参数。



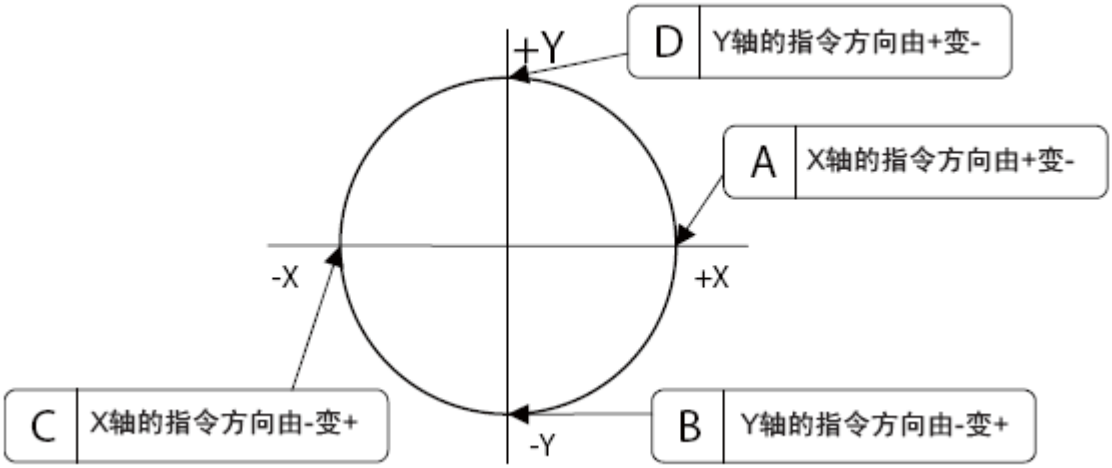
[9]丢步补偿参数的手动调整

(1) 希望在自动调整后进行微调时，可以通过手动修改丢步补偿量。

(2) 希望在补偿方向上变更补偿量时，设定 SV041。补偿方向的设定，根据#1018 ccw 的设定而发生变化。

若只想对单边进行补偿时，将不需要补偿的方向设定为-1。

补偿点	CW	CCW
A	X 轴：SV041	X 轴：SV016
B	Y 轴：SV016	Y 轴：SV041
C	X 轴：SV016	X 轴：SV041
D	Y 轴：SV041	Y 轴：SV016



(3) 使用与机械规格匹配的实际切削条件进行圆弧测试，将粘性系数（SV086）以 500 为幅度进行增加或减小后再进行调整，直至象限凸起变为最小。

(4) SV086 调整后，再次以低速进行圆弧测试来确认精度。

(5) 如果希望进一步提高精度，可将弹性常数（SV085）以 50 为幅度逐渐增加，同时以低速进行圆弧测试的方式进行调整。

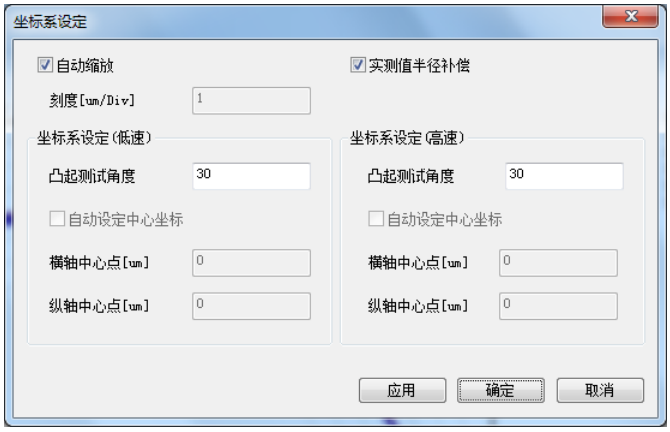
[附录] 误差量（dR/ACC/PRO）、实测值半径补偿的说明

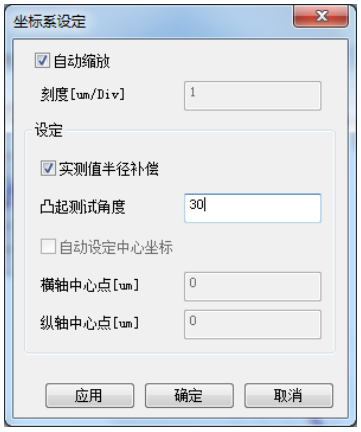
（1）dR 指令半径和实测半径的差

（2）实测值半径补偿

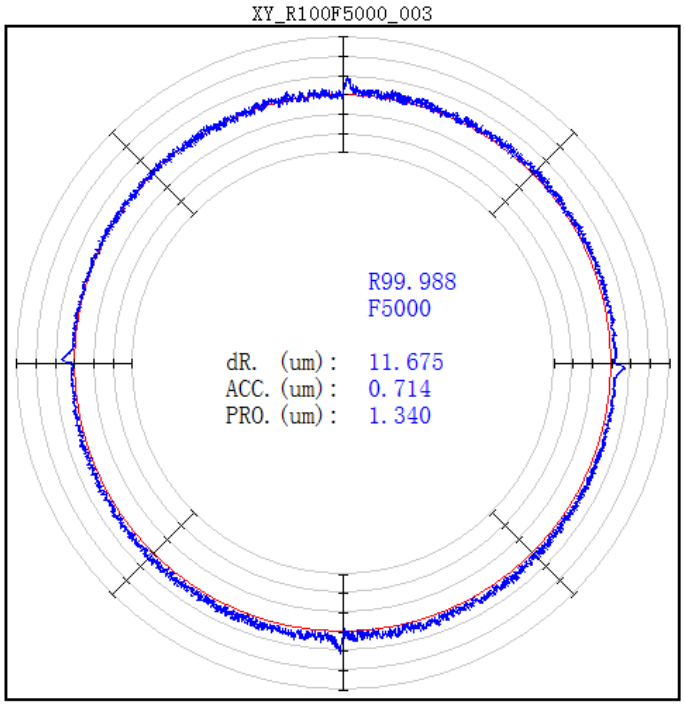
实测值半径补偿有效时，只按照因伺服追踪延迟而引起的圆弧切削时半径减少量，对基准圆（红线）的绘图半径进行补偿。

可放大显示精度误差，因此可用于确认象限突起量。在基准圆上显示测量后的圆弧波形。



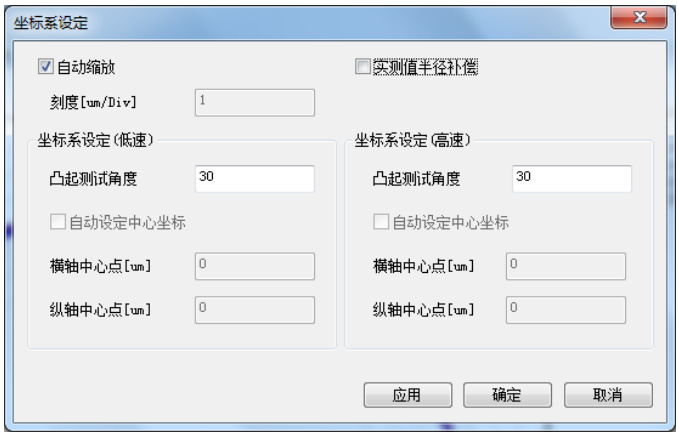


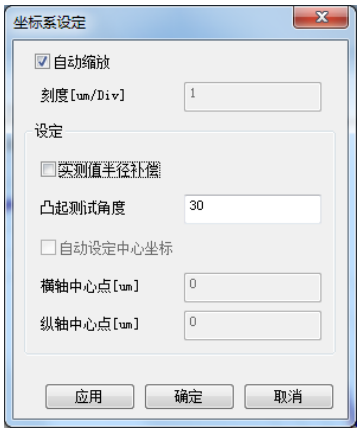
＜真圆度实测值半径补偿有效时的显示示例＞
指令半径：100.000 mm、实测值半径：99.988 mm 时
真圆度的基准圆：实测值半径（R99.988）
半径误差 dR: = 100.000 - 99.988 = 0.012mm （11.675um）



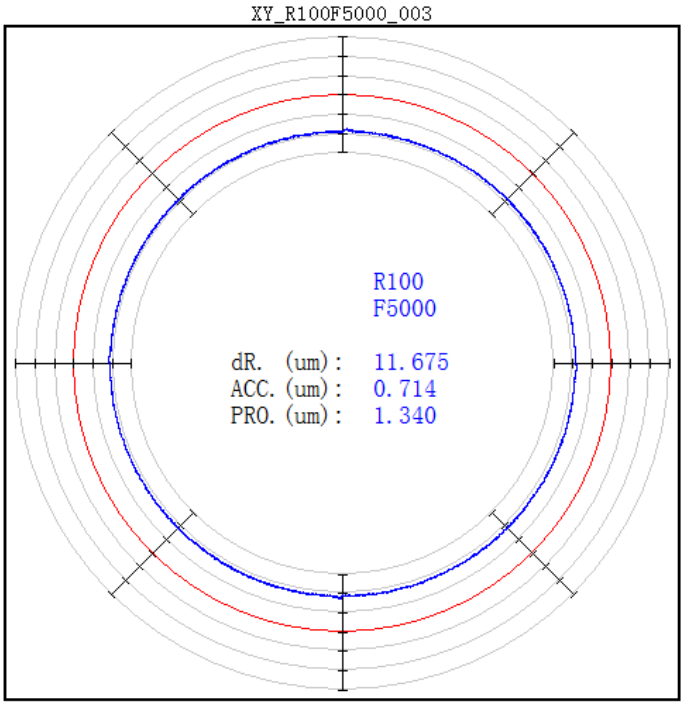
实测值半径补偿无效时，用于确认因伺服追踪延迟而引起的圆弧切削时半径减少量。
可通过高精度控制（插补前加减速控制＋前馈控制）改善伺服追踪延迟。

测量后的圆弧波形在真圆度的基准圆（红线）内圈按照实测值半径的误差显示。





＜真圆度实测值半径补偿无效时的显示示例＞
指令半径：100.000 mm、实测值半径：99.988 mm 时
真圆度的基准圆：指令半径（R100.000）
半径误差 dR:=100.000-99.988=0.012mm（11.675um）

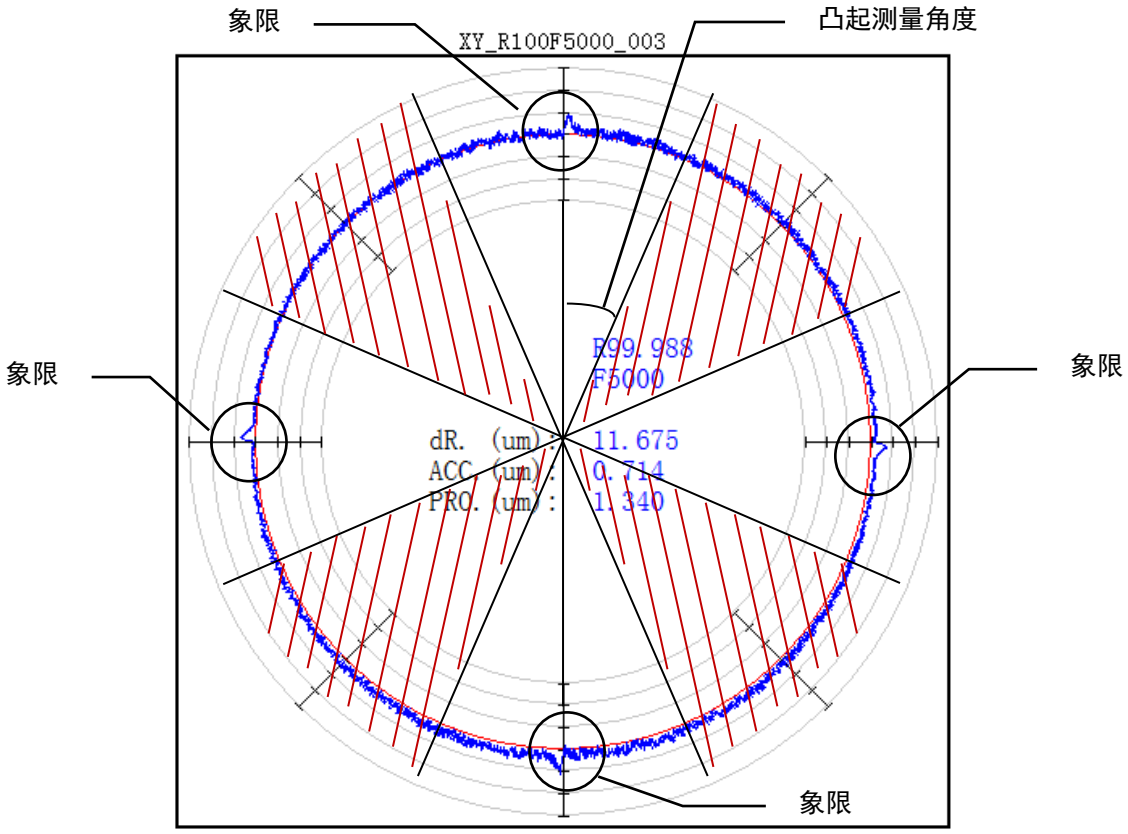


(3) ACC 象限附近的误差量 P-P 值

下图斜线部分的最大半径和最小半径之差

(4) PRO 象限附近的丢步补偿误差量 P-P 值

计算下图每个白色部分范围的最大半径和最小半径之差，使用其中的最大值



7. 主轴加减速调整

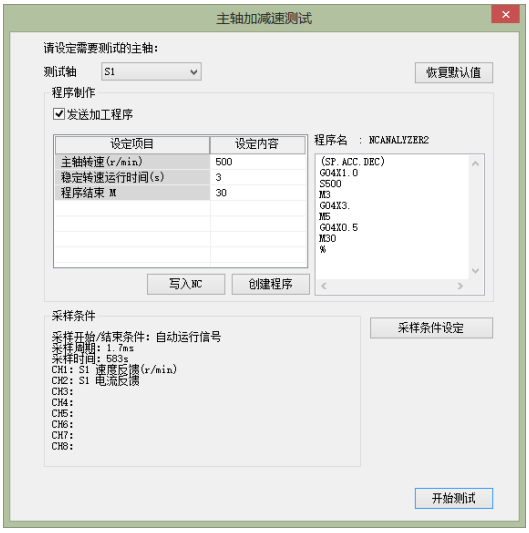
[1] 主轴加减速调整准备

(1) 在“测试与调整”菜单中选择“主轴加减速测试”。

(2) 在“测试轴”中选择需要测试的轴。

(3) 设定“主轴转速”。

(4) 设定完成后点击“开始测试”。

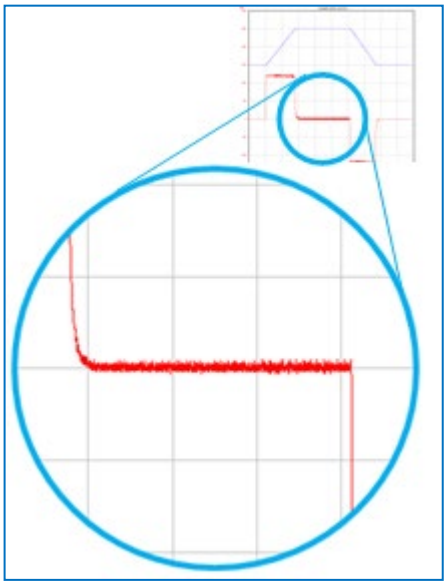


- 未能到达设定转速的情况下，延长稳定转速运行时间。

[2] 确认电流反馈波形

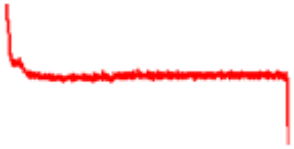
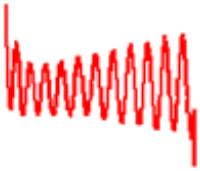
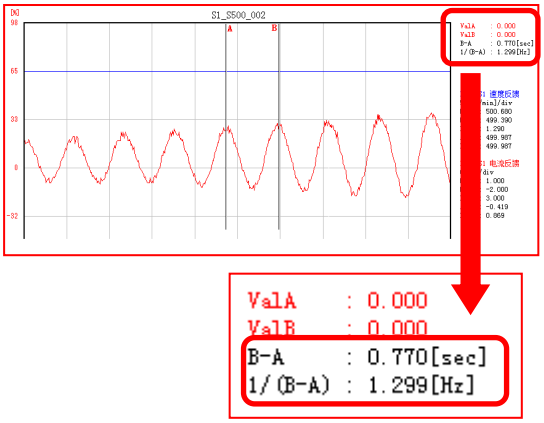
(1) 确认电流反馈波形。

确认从开始加速到稳定速度之间以及以稳定速度运行时的电流波形。



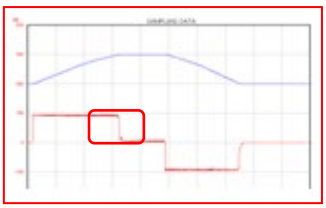
- 确认点
  - 电流的波动幅度稳定
  - 电流的波动幅度较小
  - 从开始加速到稳定速度之间电流没有波动
- 此时，可以认为速度环增益和位置环增益的设定值合适。

稳定速度时电流反馈的示例

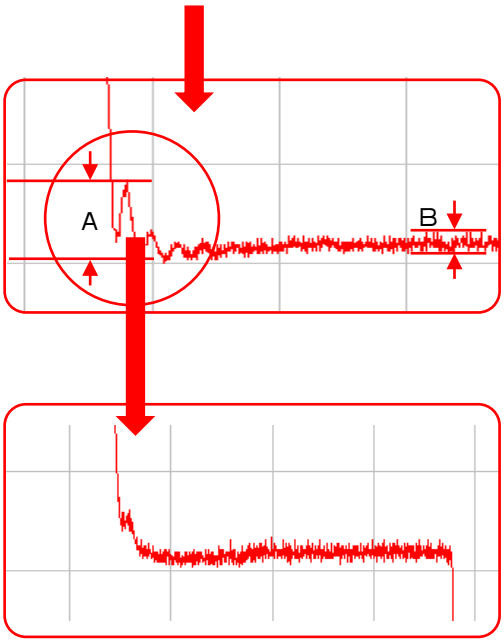
正常波形 	【波形状态】 ・ 电流的波动幅度稳定 ・ 电流的波动幅度较小 ・ 从开始加速到稳定速度之间电流没有波动
波动幅度变小 	【原因】 ・ 速度环增益(SP005（VGN1）)偏低 ・ 位置环增益(SP001（PGV）)偏高 【对策】 ・ 虽然速度环增益合适，但是位置环增益偏高 减小位置环增益
波动幅度较大 	【原因】 速度环增益(SP005(VGN1))偏高 【对策】 ・ 减小速度环增益(SP005(VGN1))
波动幅度变大 	【原因】 ・ 速度环增益(SP005(VGN1))偏高或偏低 【对策】 ・ 通过确认速度环增益波形的频率来判断速度环增益偏高还是偏低。判断频率是否在 100[Hz]以上。 在下面的示例中，电流的频率为 1.299[Hz]，判定为速度环增益偏低。执行增加速度环增益的对策。 

[3] 确认从加速结束切换至稳定速度后的波形

(1) 从加速结束切换至稳定速度后的波形会出现如右图所示的情况。
此时要降低速度环增益前馈补偿（SP006（VIA））。



≪判定基准≫
A 幅度在 B 幅度（稳定速度时的最大电流）的 1.5 倍以内时，判断为没有问题。



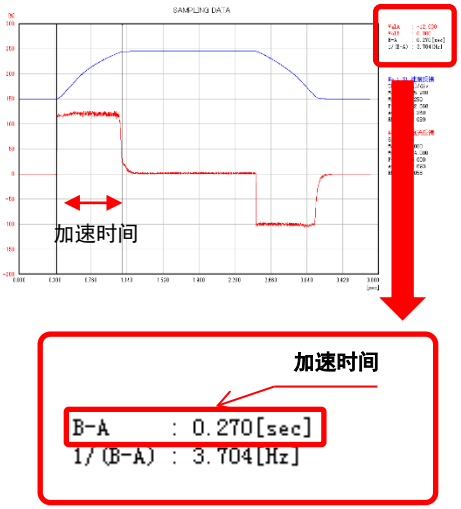
右例时，B 幅度(最大值)＝20%、A 幅度(最大值)＝50%
A 幅度(50%)>B 幅度（20%）×1.5=30%
因此判断为需要调整。

即使在判定基准内也要尽可能设定较小值。

在右图的调整结果例为将 SP006（VIA）:1900（标准设定值）降至 900 时的波形。
SP006（VIA）的下限值为 600。
即使降至 600，当电流波形未达到判定基准时，
降低位置环增益（SP001(PGV)）。

[4] 确认加速时间

(1) 确认加速时间。



加速时间因主轴电机温度发生变化时，测定高温（60℃以上）与低温（室外温度）的加速波形。

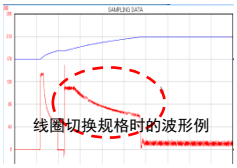
由以下 3 点决定主轴加速时间。
- 主轴电机的输出
- 主轴单元的惯量（含摩擦）
- 刀具或工件的惯量

加速时间要≧理论加速时间。
通过 NC 伺服容量选定软件计算理论加减速时间。

要通过速度到达信号确认时，对主轴控制输出 5-bit1 进行采样。

【注意】
- 在速度波形判断加速时间时，请放大 1div 的设定后（在垂直方向放大）再做确认。

如右图所示，加速中的电流会出现下降的情况，由于是主轴电机特性引起的，因此没有问题。
- 将伺服电机作为主轴电机使用时，加速时的电流值因电机而异
- 切勿变更电流限制值（#13153（SP153）），否则电机有可能被**烧坏**。



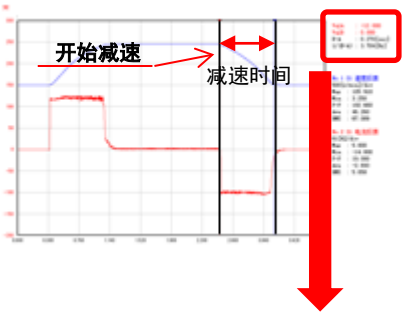
[5] 调整减速时间

(1) 确认减速时的波形。

(2) 确认减速开始时的电流值在±100%以内。

・当超过±100%时，将#13071（SP071）与#13072（SP072）的设定值乘以 0.7 后再次确认。

在参数变更后超过±100%时，以 5 为幅度降低位置环增益#13001（SP001）。

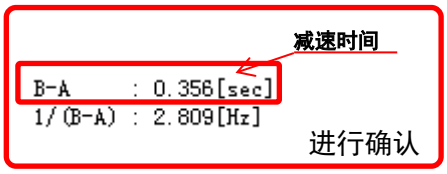


≪判定基准≫

・加速时间 ≧ 减速时间

・减速开始时的电流值为±100%以内

・请通过下述 3 点确认上述条件。



✧ 在无负载、最大负载（安装最大刀具/最大工件）状态下进行确认

✧ 在低温（≒室外温度）状态与高温（60℃以上）状态下确认主轴电机的温度

✧ 确认从最高转速开始的减速

未带最大刀具 / 最大工件时的判断标准

✧ 加速时间≒减速时间

✧ 减速开始时的电流值在±80%以内

✧ 调整时请留余量

【注意】

・要将最大刀具（最大工件）中的转速指令时，请在允许转速下开始。

8. 主轴定位调整

对主轴定位的调整，可以改善定位的精度和时间。

[1] 定位调整的参数设定

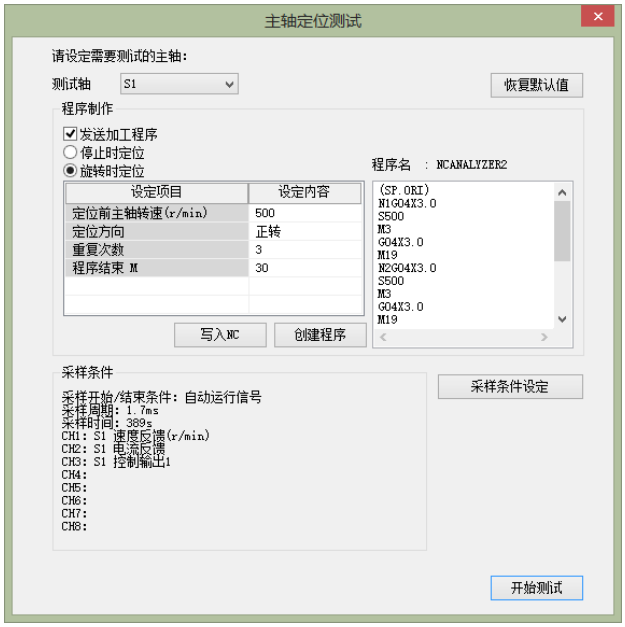
在#3106 zrn typ/bitE（定位时的控制模式选择）中设定与实际机械相匹配的值。

机械结构		#3106 zrn_typ/bitE 设定值
加工中心		0
攻钻机		0
车床	无主轴 C 轴/刚性攻丝规格	0
	有主轴 C 轴/刚性攻丝规格	1

- 使用接近开关定位控制时，从[4]停止时定位的确认开始执行。

[2] 旋转时定位的调整准备

（1）在“调整与测试”菜单中选择“主轴定位测试”项。
（2）设定“定位前主轴转速（r/min）”的值。
（3）设定完成后，点击“开始测试”。



- 因为每次定位的停止时间都会有所不同，所以执行 3 次主轴定位，从减速开始到定位完成的过程中，选取电流最大的一个波形作为调整的判断对象。
- 根据转速的不同，电流值会发生相应的变化。所以需要每次增加 1000-2000 转的方式变更“定位前主轴转速（r/min）”的值，直到最高转速，确认所有转速时的电流情况。
- 定位过程中的电流波形越大，定位完成时间越长。

<采样设定>

主轴定位测试的默认设定如下所示。不需要变更。

通道	波形种类
CH1	速度反馈 (r/min)
CH2	电流反馈
CH3	控制输出 1 (※)

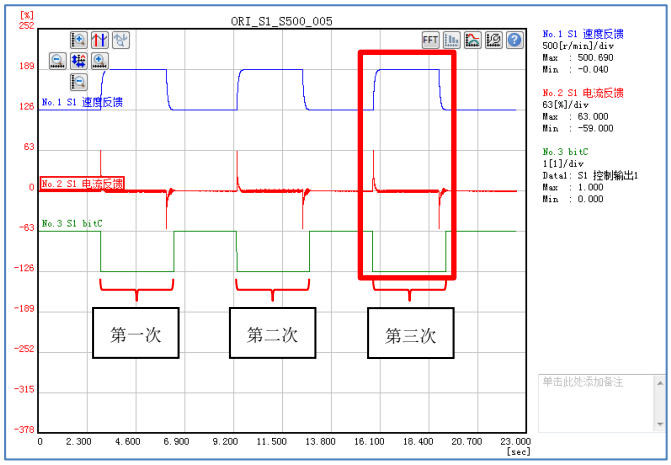
(※)在图形转换设定中，默认选择 bitC（定位中）信号。

<旋转时的定位调整 相关参数>

#3106 zrn_typ/bitE	位置环增益	速度环增益	励磁率	相位核对减速率
0（插补模式）	#13002（PGN）	#13008(VGN2) #13009(VIA2) #13010(VIL2)	#13015(PY2)	#13016(DDT)
1（非插补模式）	#13001(PGV)	#13005(VGN1) #13006(VIA1) #13007(VIL1)	#13014(PY1)	

[3] 旋转时定位的确认和调整

对波形进行确认和调整。



（1） 对定位过程中的电流波形进行确认，在 3 次定位中，电流最大的波形是否在±100%之内。

超出±100%时，减小#13016（DDT）的设定值。

右图中，因第三次定位的电流值最大，确认该部分。

（2） 定位时间从开始减速开始到控制输出 1 的 bitC 信号变为 1 为止。对该时间进行确认。

电流值离 100%还有比较大的余量时，可以增大#13016（SP016）的值，缩短定位时间。

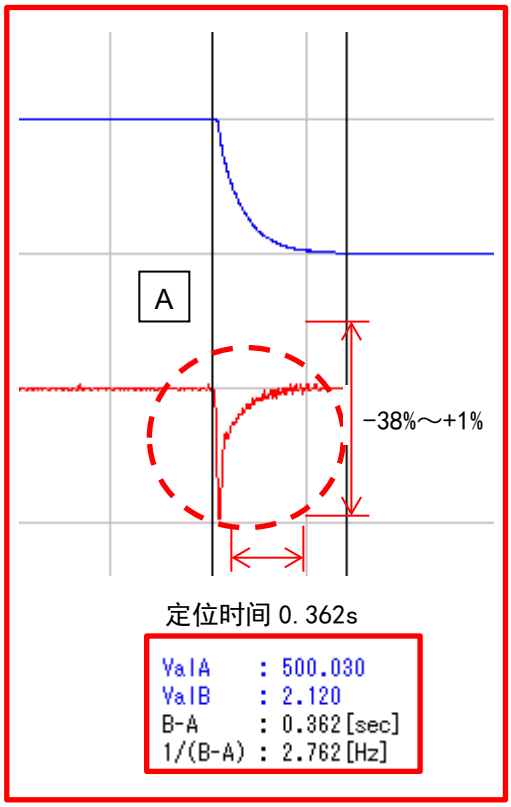
判断标准

- 确认电流波形，A 部分的电流在±100%之内。
- 定位时间在 0.4s 之内（目标值）。

右图的波形，判断为在标准内，没有问题。

定位过程中的电流：-59%～4%

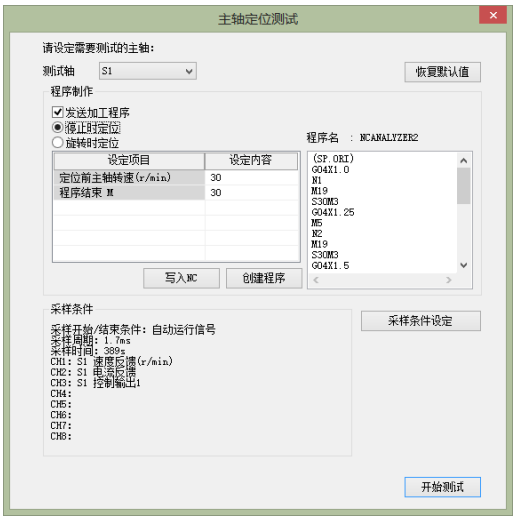
定位时间：0.362s



[4] 停止时定位的调整准备

（1）选择“停止时定位”。

（2）设定完成后，点击“开始测试”。



- 因一般采用就近控制的设定，调整时旋转180°的位置时停止，进行调整。
- 为了使得停止角度在 180°左右，暂停时间大概设定为1s，如果停止角度有出入，可以对时间进行微调。
- 第一次执行程序时，停止在 180°的准确性较低，在第二次执行的时候开始确认。

<停止时定位调整 关联参数>

#3106 zrn_typ/bitE	位置环增益	速度环增益	定位指令速度
0 （插补模式）	#13002 (PGN)	#13008 (VGN2) #13009 (VIA2) #13010 (VIL2)	#3107 （ori_spd）
1 （非插补模式）	#13001 (PGV)	#13005 (VGN1) #13006 (VIA1) #13007 (VIL1)	

[5] 停止时定位的确认和调整

（1）对电流波形和定位动作时间进行确认。

（2）确认电流波形是否在±100%以内。

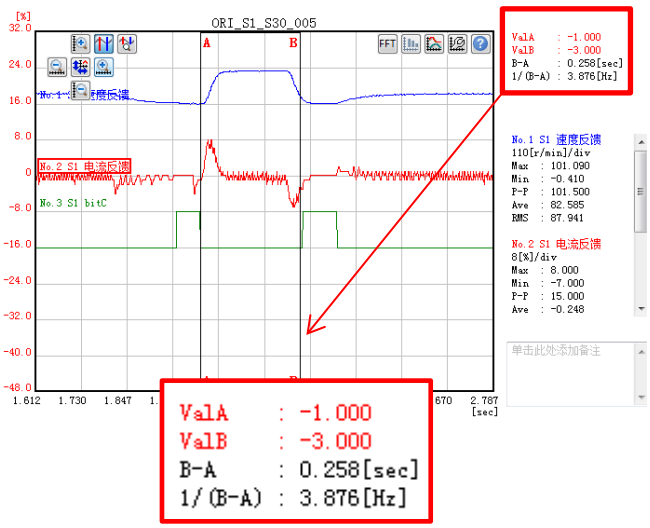
在 100%以上时，减小#3107（ori_spd）的值。

（3） 确认定位时间（“控制输出 1”信号的下降沿开始到上升沿的时间）。

・电流值有余量时，提高#3107 (ori_spd)。

判断标准

- 定位过程中的电流值在 100%之内。
- 定位时间在 0.4s 之内（目标值）。



9. 刚性攻丝调整

[1] 刚性攻丝调整的参数设定

（1）请在刚性攻丝调整前先完成伺服和主轴的调整

前提条件:主轴及与主轴进行同步的伺服轴（一般是 Z 轴）都已经调整完成。

需要进行真圆度调整的轴，须先进行真圆度调整。

本文对 S3000[r/min]，F1.0（相当于 M6）的调整进行说明。

（2）用于刚性攻丝的位置环增益根据机械结构的不同，需要设定不同的值。

参数	机械结构		备注
	加工中心	车床	
#2017 tap_g #13002 SP002 PGN	33	15	位置环增益(※)
#2250 SV050 PGN2sp	88	40	位置环增益 2
#2258 SV058 SHGCsp	198	90	位置环增益 3
#13035 SP035 SFNC3	1600	1600	刚性攻丝时 SHG 有效

※ #2249 SV049 PGN1sp 主轴同步控制/位置环增益与#2017 tap_g 联动，会被自动设定为与#2017 相同的值。

[2] 加速时间测试

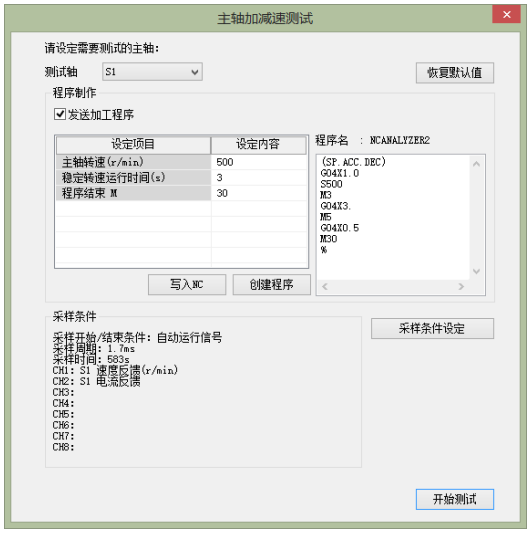
测试刚性攻丝时，主轴最高转速的加速时间。

（1）在“测试与调整”菜单中选择“主轴加减速测试”项。

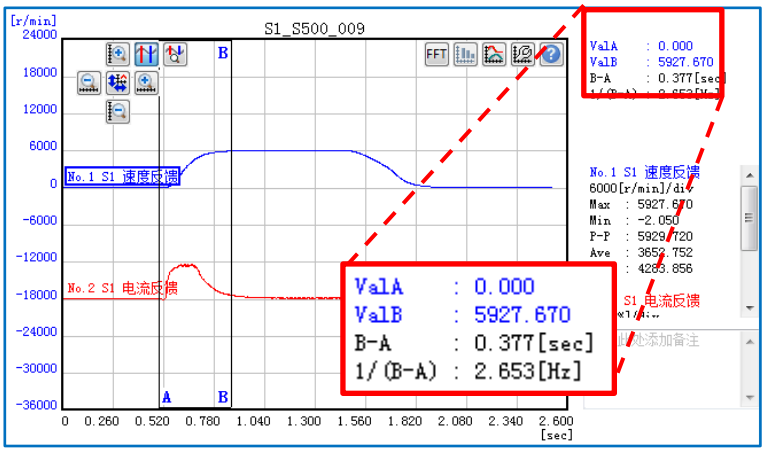
（2）选择需要测试的主轴。

（3）将刚性攻丝时的最高转速设定到“主轴转速(r/min)”中。

（4）设定完成后，点击“开始测试”。



（5）按照右图所示进行区域选择操作，电流的上升沿开始，到速度到达为止，确认 B-A 的时间。



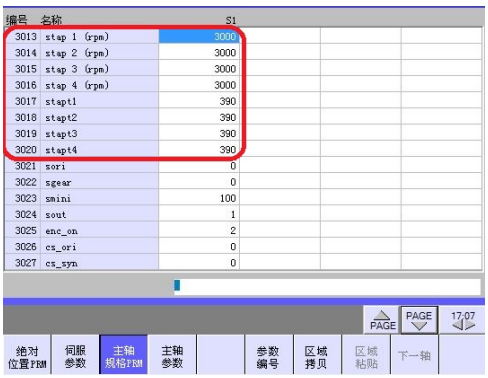
右图中显示为 B-A：0.377[sec]。

0.356[sec]约等于 380[msec]。

[3] 刚性攻丝时间常数的暂定设定

（1）在主轴规格参数#3013～#3016（stap1～stap4）中指定最高转速（3000r/min）。

（2）在#3017 stapt1～#3020 stapt4 中设定 1.5 倍的已测得的加速时间（360[msec]）。



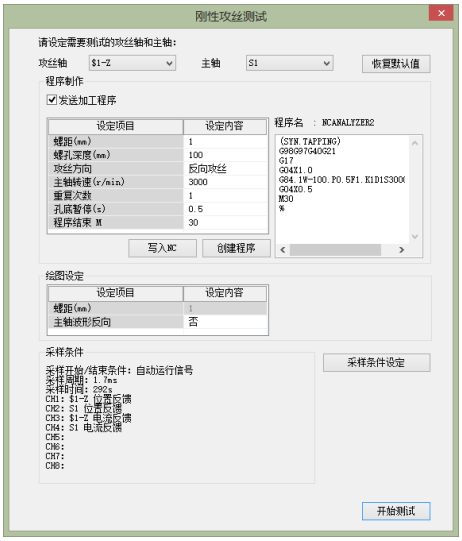
- 上面的例子中，360×1.5=540，设定为 540。
- 本设定为暂定的设定值，最终将设定为调整结果。

[4] 刚性攻丝测试程序的制作

（1）在“测试与调整”菜单中选择“刚性攻丝误差测试”项。

（2）在“主轴转速（r/min)”中设定刚性攻丝时的最高转速。

（3）设定完成后点击“开始测试”。



- 为了达到设定的主轴转速，需要设定合适的螺孔深度。
- 如果使用 NC 机中的程序进行测试时，请在“绘图设定”中设定“螺距（mm)”。

<采样设定>

刚性攻丝测试的默认设定如下所示。不需要变更。

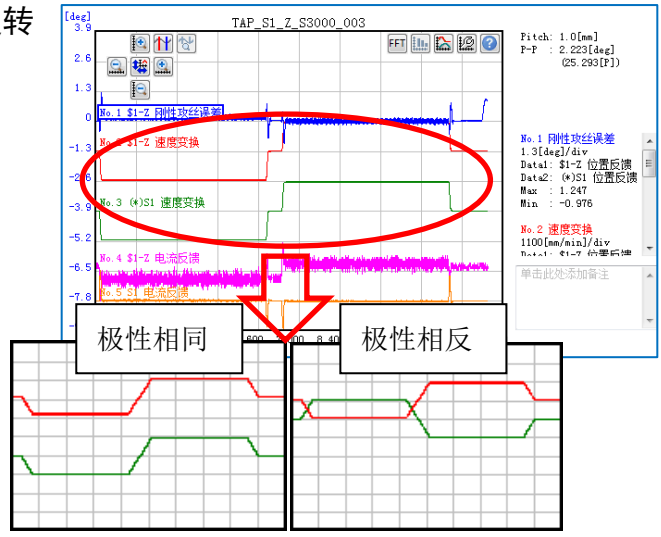
通道	测试轴	波形种类
CH1	伺服轴	位置反馈 （※1）
CH2	主轴	位置反馈 （※1）
CH3	伺服轴	电流反馈
CH4	主轴	电流反馈 （※2）

(※1)在绘图时，将会根据两根轴的位置反馈进行计算，显示刚性攻丝误差和各轴的速度转换值。

(※2)高速刚性攻丝时，自动切换为负载表。

[5] 主轴位置反馈极性确认

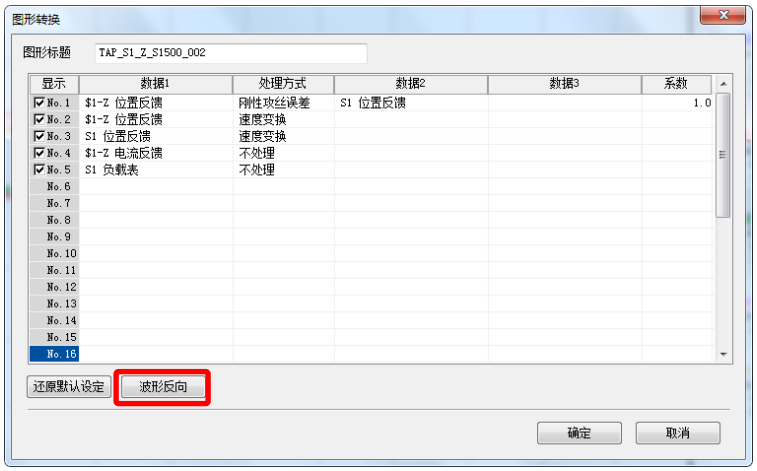
确认波形 No. 2（$1-Z 速度转换）和 No. 3（S1 速度转换）的波形极性是否相同。



No. 2 和 No. 3 的波形极性相同时，执行步骤[6]。
若极性不相同时，按照下面的步骤进行设定。

处理方式

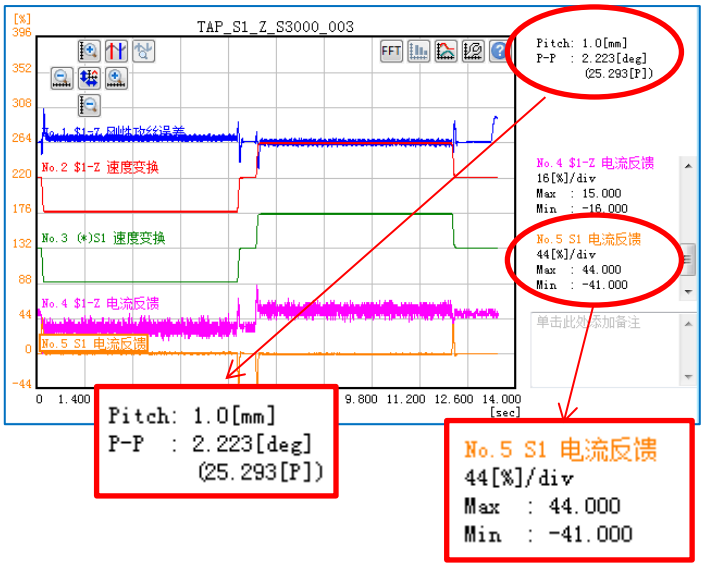
（1） 鼠标右击图形或点击图形上的“图形转换”按钮。
（2） 点击“波形反向”。
（3） 将希望进行极性转换的波形打勾。
（4） 点击 OK。
（5） “图形转换”窗口中，“S1 位置反馈”变为“(*) S1 位置反馈”。
（6） 点击 OK。



[6] 刚性攻丝误差和电流波形的确认

（1）确认 No.5 S1 电流反馈。

确认刚性攻丝动作时的电流值的 Max 和 Min 值。



《判断标准》

Max 和 Min 值在±80%以内，判断为没有问题。

超过±80%时，增大#3017～#3020（stapt1～4）的值。

- 由图中 Max：44%、Min：-41%，判断为没有问题。
- 电流值的余量较大时，缩短时间常数。

（2）确认 No.1 刚性攻丝误差的 P-P 值。

《判断标准》

参考附录 精度确认表。

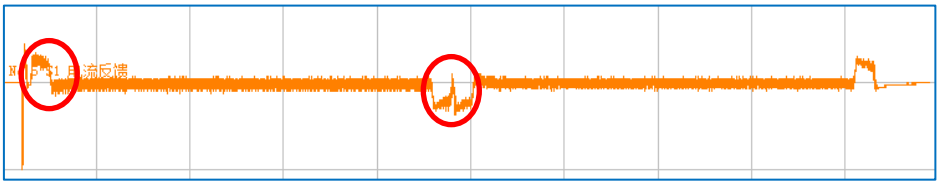
当处于判断标准之外时，减小位置环增益#2017 tap_g 的值。#2250 PGN1sp2、#2258 SHGCsp 和#13002 PGN 的设定值也按照下表所示修改。

参数	设定值					设定比例
#2017 tap_g	21	27	33	39	48	1
#2250 SV050 PGN1sp2	56	72	88	104	128	8/3
#2258 SV058 SHGCsp	126	162	198	234	288	6
#13002 SP002 PGN	21	27	33	39	48	1

- F1.0（M6）时，如果 P-P 值在 12.96[deg]以下，说明良好。
  右图中 P-P 值为 2.223[deg]（25.293[P]），判断为没有问题。

（3）确认电流波形。

- 确认电流波形时，如红色圆圈中所示的波形高度不同时，缩短刚性攻丝的时间常数。



- 电流值或波形没有余量时，刚性攻丝调整完成。

[7] 缩短刚性攻丝时间常数

刚性攻丝时使用多段加减速，可以缩短时间常数。

（1）在“S1 电流反馈”波形中，选择从电流上升前的位置开始到上升后的区域。
（2）记录下“S1 速度转换”的 ValA 的值。
（3）将记录下的值设定到#3013～#3016（stap1～4）中。
（4）#3017～#3020（stapt1～4）通过下面的公式进行计算。
#3017～#3020=(变更前的#3017～#3020)×(变更后的#3013～#3016)/(变更前的#3013～#3016)
（5）在多段加减速的第二段“#3041～#3044（stapt21～24）” 中设定与时间常数“#3017～#3020（stapt1～4）”相同的值。

[8] 缩短时间常数后的波形确认

确认刚性攻丝时的波形。
（1）确认 No.1 刚性攻丝误差的 P-P 值。
《判断标准》
参考[附录] 刚性攻丝精度确认表，P-P 值需要再目标精度[P]之内。
如果超出标准值时，延长时间常数“#3041～#3044”的值。
（2）确认 No.5 S1 电流反馈。
确认刚性攻丝动作时，电流值的 Max 和 Min。
《判断标准》
Max 和 Min 都在±80%以内，判断为没有问题。
若超出范围时，延长时间常数“#3041～#3044（stapt21～24）”
（3）确认 No.5 S1 电流反馈的波形形状。
查看波形的形状和高度，大致相等时，说明已经没有改善（缩短）的余地。
电流值或波形没有余量时，刚性攻丝调整完成。

[附录] 刚性攻丝精度确认表

刚性攻丝调整时的目标精度如下表所示。

螺丝直径	螺距	目标精度[P]	目标精度[°]
M1	0.25	180	15.84
M2	0.4	164	14.40
M3	0.5	205	18.00
M4	0.7	205	18.00
M5	0.8	200	17.55
M6	1	147	12.96
M8	1.25	138	12.10
M10	1.5	131	11.52
M12	1.75	138	12.14
M14 M16	2	133	11.70
M18 M20 M22	2.5	126	11.09
M24 M27	3	112	9.84
M30 M33	3.5	110	9.67

10. 主轴 C 轴调整

[1] 主轴 C 轴的参数设定

（1）设定如下所示的主轴和伺服参数。

<相关的主轴参数>

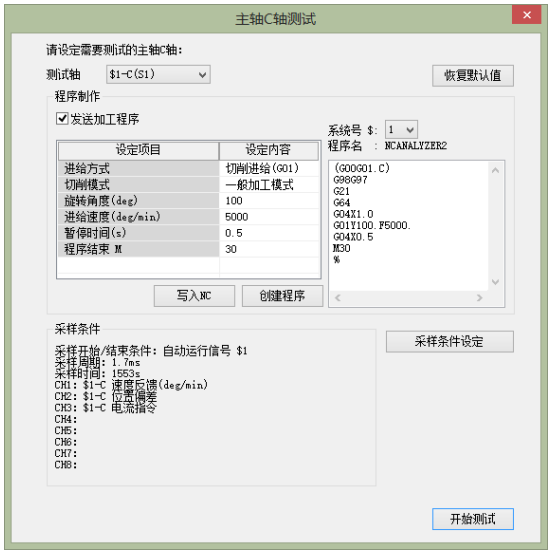
参数	设定值
#13002 SP002 PGN	33
#13008 SP008 VGN2	主轴加减速后的 SP005 值（初始值：150）
#13009 SP009 VIA2	1900
#13010 SP010 VIL2	0
#13035 SP035 SFNC3	0200:(bit9=1) 速度环增益设定 2 选择

<相关的伺服参数>

参数	设定值
#2003 SV003 PGN1	设定与主轴参数 SP002 相同的值
#2004 SV004 PGN2	设定 SV003 的 8/3 倍
#2057 SV057 SHGC	设定 SV003 的 6 倍

[2] 主轴 C 轴设定

(1) 在“调整与测试”菜单中选择“主轴 C 轴测试”项。
(2) 选择需要测试的主轴。
(3) 准备 F20 切削进给速度的程序。
(4) 设定完成后，点击“开始测试”。



<采样设定>

主轴 C 轴测试的默认设定如下所示。不需要变更。

通道	波形种类
CH1	速度反馈(deg/min)
CH2	位置偏差
CH3	电流指令

[3] C 轴运行时的调整

(1) C 轴模式（伺服 ON 状态）时，使用 G01 F20 的程序进行测试。

(2) 确认位置偏差的变动量是否在 0.01deg 以内。

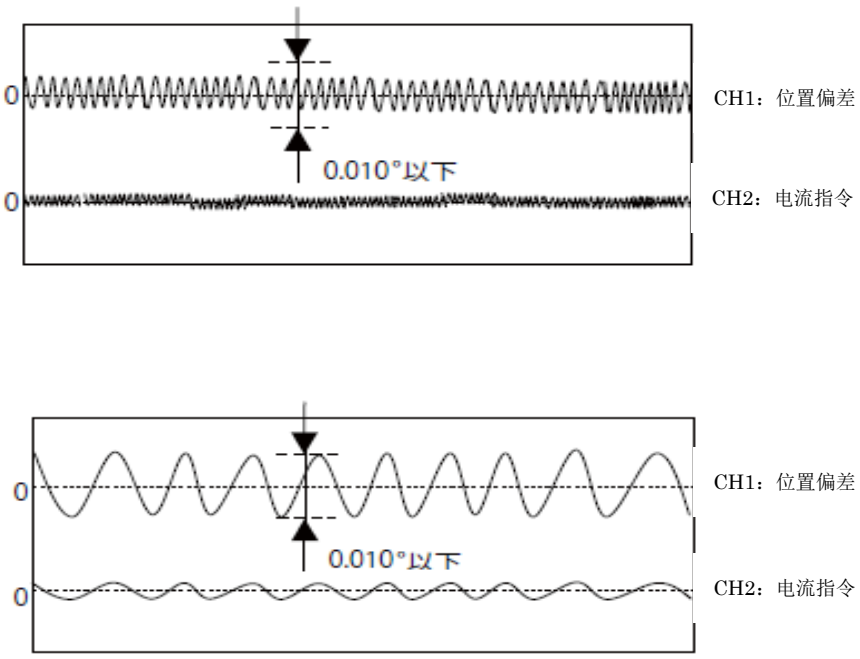


図 G01 F20 での切削送り時の波形(参考)

(3) 精度在范围外时，以 10 为单位增大 SP008(VGN2)，直到调整到标准范围内。
但是，设定的最大值必须小于 150×惯量比的值。

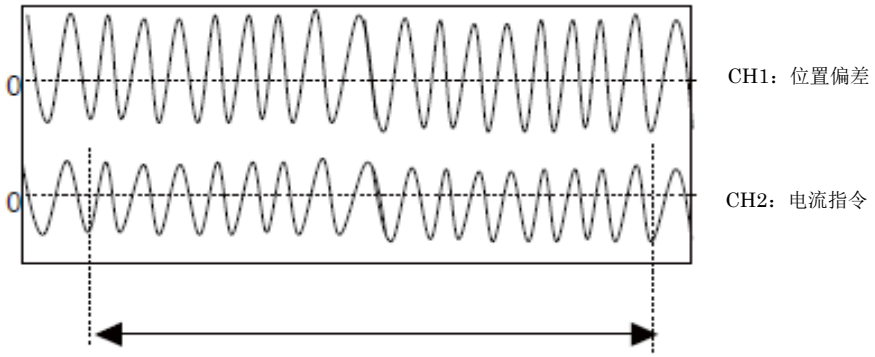
[4] 陷波滤波器的设定

主轴 C 轴运行时，因为使用了制动器，可能会发生共振。
此时，通过电流指令的波形来测试共振频率，该值设定到 SP038 FHz1 中。
根据设定值进行 SP034 SFNC2/bit1,2,3 的深度设定。
设定陷波滤波器时，再次用最高转速执行加减速运行，确认是否有异常的振动或声音。

<陷波滤波器设定频率和深度>

参数	设定频率和深度		
#13038 SP038 FHz1 陷波滤波器 1 频率设定	2000(Hz) ～ 400(Hz)	399(Hz)～200(Hz)	～ 190(Hz)
#13034 SP034 SFNC2 陷波滤波器 1 深度设定	bit3=0 bit2=0 bit1=0 设定值: XXX0	bit3=0 bit2=1 bit1=0 设定值:XXX4	bit3=1 bit2=0 bit1=0 设定值:XXX8

设定示例：0.02sec 内有 16 个波时



0.02sec 内有 16 个波形=800Hz

因此，SP038 FHz1 中设定 800，SP034 SFNC2 中设定 XXX0。此时，测试位置偏差和电流指令，为了让位置偏差在标准范围内，进行陷波滤波器的频率和深度的调整。

与其它的 NC 轴进行插补的情况下，请通过往返加减速测试调整时间常数。

11. 主轴同步调整

[1] 主轴同步的参数设定

(1) 调整前先确认各主轴的加减速调整的情况。
(2) 设定如下所示的参数。
(3) 请根据控制用途，设定切换参数。根据切换参数的不同，将使用不同的参数。

<主轴同步设定参数>

参数	设定值
#13002 SP003 PGS	15 (※)
#13036 SP036 SFNC4	bit4=1 (SHG 控制有效) 根据用途切换 bit1, bit2

(※)SP003 的设定发生变更的情况下，将基准主轴和同步主轴设定为相同的值。

<速度环增益切换参数>

控制项目	两主轴同步	多边形加工
切换设定	SP036/bit1=0	SP036/bit1=1
速度环比例增益	SP005 VGN1	SP008 VGN2
速度环超前补偿	SP006 VIA1	SP009 VIA2
速度环延迟补偿	SP007 VIL1	SP010 VIL2

<最小励磁率切换参数>

控制项目	两主轴同步	多边形加工
切换设定	SP036/bit2=0	SP036/bit2=1
最小励磁率	SP014 PY1	SP015 PY2

[2] 主轴同步调整准备

(1) 在“调整与测试”菜单中选择“往返加减速测试”项。
(2) 在“主轴 1”和“主轴 2”中选择需要测试的主轴。
“主轴 1”中请选择基准主轴。
(3) “旋转比率 1（主轴 1）”和“旋转比率 2（主轴 2）”中设定主轴同步时的转速。
(4) 设定完成后，点击“开始测试”。

使用 NC 中已有的程序进行测试时，也需要设定绘图设定中的转速。

<采样设定>

主轴同步测试的默认设定如下所示。不需要变更。

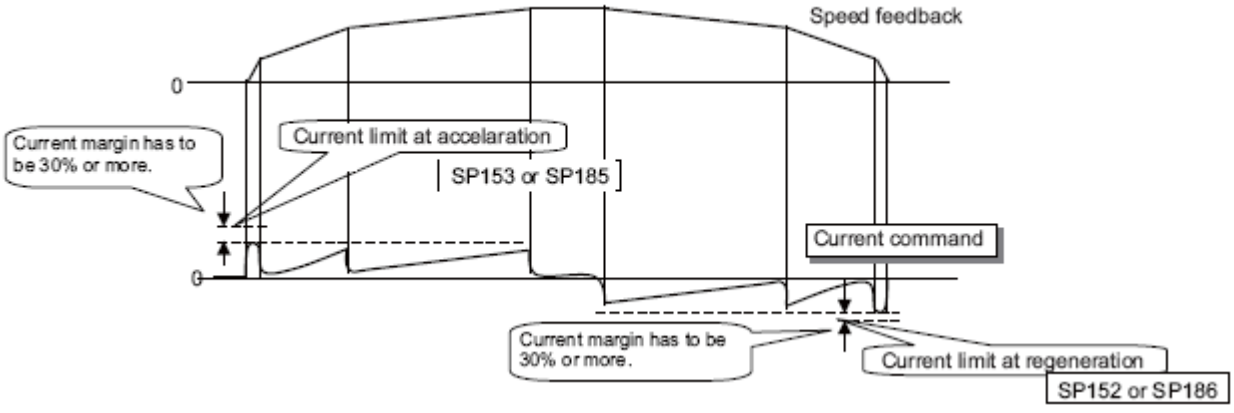
通道	测试轴	波形种类
CH1	基准主轴	速度反馈（r/min）
CH2	基准主轴	电流指令
CH3	同步主轴	速度反馈（r/min）
CH4	同步主轴	电流指令
CH5	基准主轴	位置偏差 （※）
CH6	同步主轴	位置偏差 （※）

（※）通过两轴的位置偏差计算同步误差并显示。

[3] 确认电流余量

主轴同步模式中，进行加减速直到最高转速。此时，确认加速和减速时的电流值，是否对于电流限制值有 30%以上的余量。另外，还需确认电流波形中是否存在异常的偏差或跳动。

注：余量在 30%以下时，延长加减速时间常数再进行调整，使得余量可以在 30%以上。

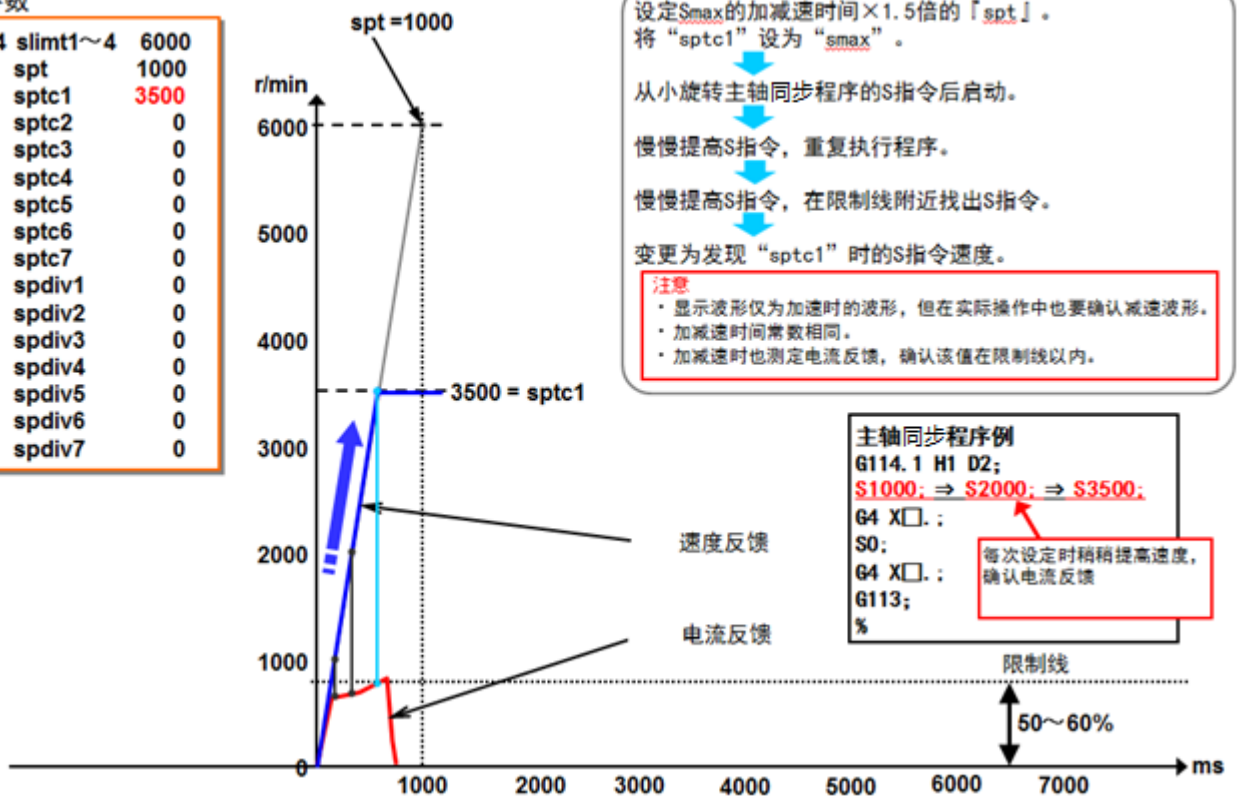


[4] 多段加减速设定

按照如下顺序进行调整。

主轴规格参数

#3001～3004	slimt1～4	6000
#3049	spt	1000
#3054	sptc1	3500
#3055	sptc2	0
#3056	sptc3	0
#3057	sptc4	0
#3058	sptc5	0
#3059	sptc6	0
#3060	sptc7	0
#3061	spdiv1	0
#3062	spdiv2	0
#3063	spdiv3	0
#3064	spdiv4	0
#3065	spdiv5	0
#3066	spdiv6	0
#3067	spdiv7	0



设定Smax的加减速时间×1.5倍的「spt」。
将“sptc1”设为“smax”。

从小旋转主轴同步程序的S指令后启动。

慢慢提高S指令，重复执行程序。

慢慢提高S指令，在限制线附近找出S指令。

变更为发现“sptc1”时的S指令速度。

注意
- 显示波形仅为加速时的波形，但在实际操作中也要确认减速波形。
- 加减速时间常数相同。
- 加减速时也测定电流反馈，确认该值在限制线以内。

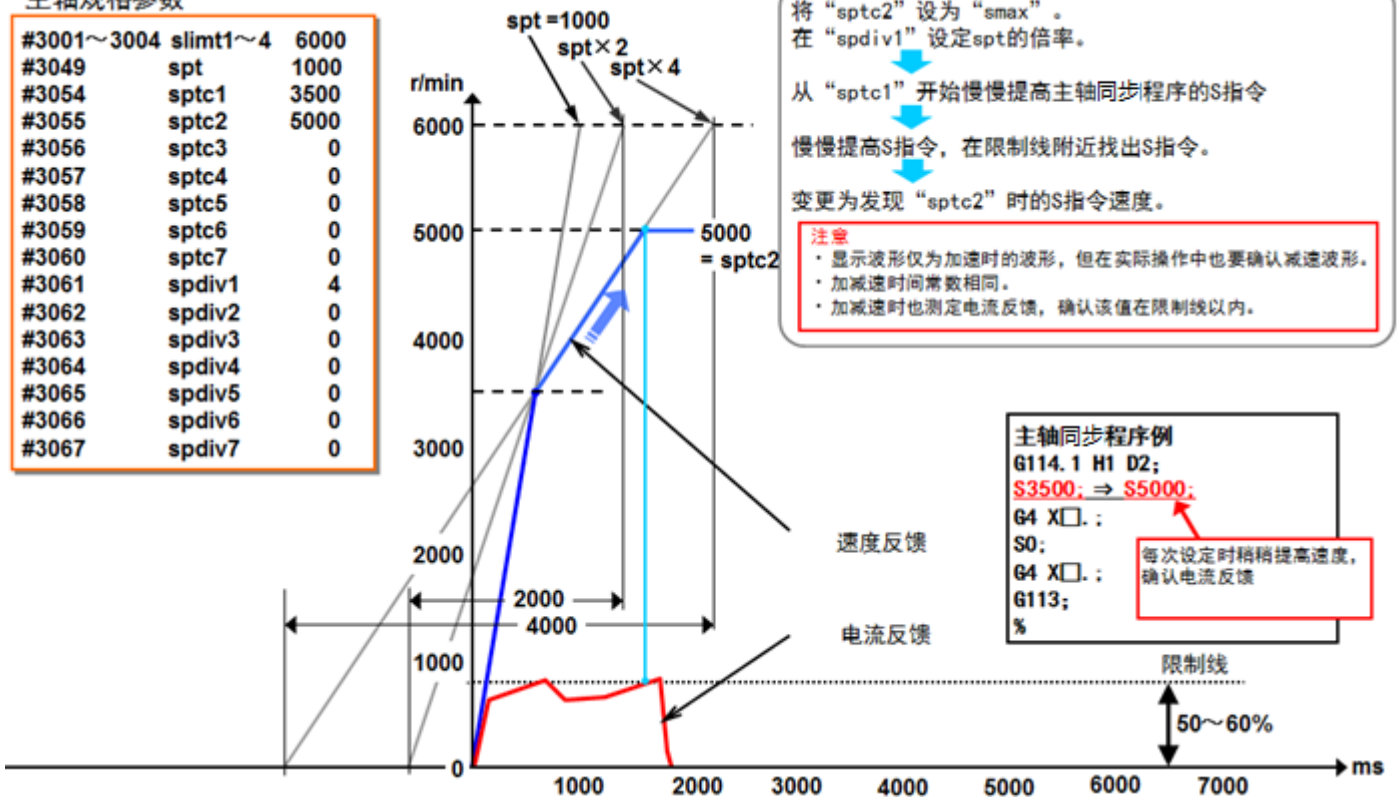
主轴同步程序例

```
G114.1 H1 D2;
S1000; ⇒ S2000; ⇒ S3500;
G4 X□.;
S0;
G4 X□.;
G113;
%
```

每次设定时稍稍提高速度，确认电流反馈

主轴规格参数

#3001～3004	slimt1～4	6000
#3049	spt	1000
#3054	sptc1	3500
#3055	sptc2	5000
#3056	sptc3	0
#3057	sptc4	0
#3058	sptc5	0
#3059	sptc6	0
#3060	sptc7	0
#3061	spdiv1	4
#3062	spdiv2	0
#3063	spdiv3	0
#3064	spdiv4	0
#3065	spdiv5	0
#3066	spdiv6	0
#3067	spdiv7	0



将“sptc2”设为“smax”。
在“spdiv1”设定spt的倍率。

从“sptc1”开始慢慢提高主轴同步程序的S指令

慢慢提高S指令，在限制线附近找出S指令。

变更为发现“sptc2”时的S指令速度。

注意
- 显示波形仅为加速时的波形，但在实际操作中也要确认减速波形。
- 加减速时间常数相同。
- 加减速时也测定电流反馈，确认该值在限制线以内。

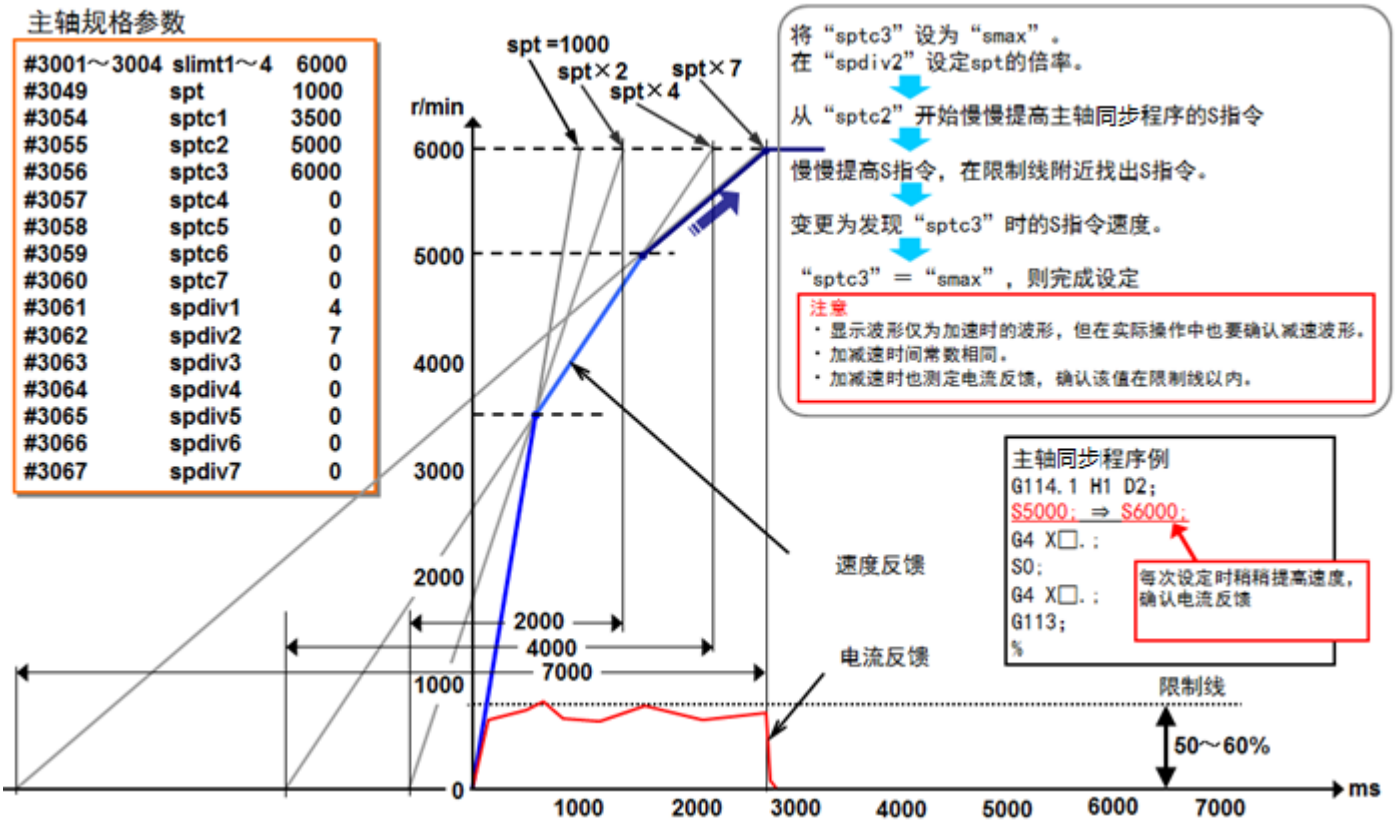
主轴同步程序例

```
G114.1 H1 D2;
S3500; ⇒ S5000;
G4 X□.;
S0;
G4 X□.;
G113;
%
```

每次设定时稍稍提高速度，确认电流反馈

主轴规格参数

#3001～3004	slimt1～4	6000
#3049	spt	1000
#3054	sptc1	3500
#3055	sptc2	5000
#3056	sptc3	6000
#3057	sptc4	0
#3058	sptc5	0
#3059	sptc6	0
#3060	sptc7	0
#3061	spdiv1	4
#3062	spdiv2	7
#3063	spdiv3	0
#3064	spdiv4	0
#3065	spdiv5	0
#3066	spdiv6	0
#3067	spdiv7	0



将“sptc3”设为“smax”。
在“spdiv2”设定spt的倍率。

从“sptc2”开始慢慢提高主轴同步程序的S指令

慢慢提高S指令，在限制线附近找出S指令。

变更为发现“sptc3”时的S指令速度。

“sptc3”＝“smax”，则完成设定

注意
- 显示波形仅为加速时的波形，但在实际操作中也要确认减速波形。
- 加减速时间常数相同。
- 加减速时也测定电流反馈，确认该值在限制线以内。

主轴同步程序例

```
G114.1 H1 D2;
S5000; ⇒ S6000;
G4 X□.;
S0;
G4 X□.;
G113;
%
```

每次设定时稍稍提高速度，确认电流反馈

12. 任意数据计算

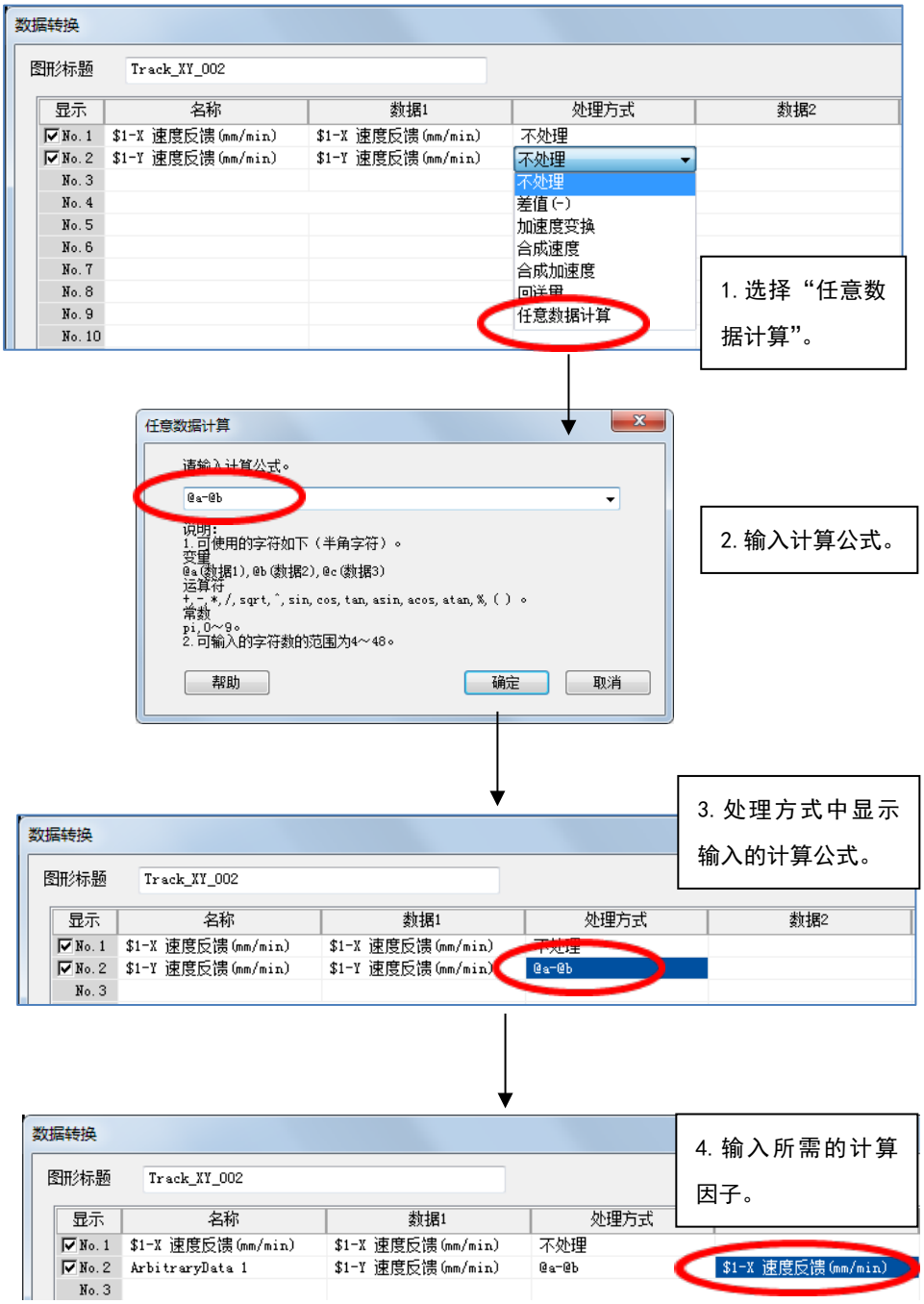
[1] 计算公式的使用

(1) 在时序列波形的数据变换画面中选择“任意数据计算”。

(2) 在任意数据计算画面的输入栏中输入计算公式并点击 OK 按钮。

(3) 输入的计算公式显示在处理方式列中。

(4) 输入所需的计算因子。



■可使用的变量

可指定 3 个变量 (@a：数据 1, @b：数据 2, @c：数据 3)。

数据1	处理方式	数据2	数据3
$1-X 位置指令	(@a-@b)/@c	$1-Y 位置指令	$1-X 速度反馈(mm/min)

※1 当进行运算的变量的点数不同时，不足的部分作为 0 进行运算。

※2 @a,@b,@c 与@A,@B,@C 的效果相同。但是，@和 a、b、c 之间不能插入空格等字符。

■可使用的常数

0～9,pi(π)

※1 可以使用小数和负数。

※2 因为 pi 被定义为 3.14159265358979323846264338327 95，所以当使用 pi 进行计算时，有可能会出现误差。

※3 所有的数据都作为 double 型进行运算。

■可使用的运算符如下所示。

No.	运算符	名称	例
1	+	加法运算	@a+@b,@a+1
2	-	减法运算	@a-@b,@a-10
3	*	乘法运算	@a*@b,@a*2
4	/	除法运算	@a/@b,@a/3
5	sqrt	开平方运算	sqrt@a
6	^	乘方运算	@a^2
7	sin	正弦运算	sin@a
8	cos	余弦运算	cos@a
9	tan	正切运算	tan@a
10	asin	反正弦运算	asin@a
11	acos	反余弦运算	acos@a
12	atan	反正接运算	atan@a
13	%	取余数运算	@a%@b
14	( )	括弧	(@a+@b)*3

※ 运算符与变量和常数间可以使用空格。

例如，(@a+@b)*@c 与(@a + @b) * @c 等效。

■运算符的优先顺序如下。

优先顺序	运算符
高	( )
	sqrt , ^
↓	* , / , %
	sin , cos , tan , asin , acos , atan
低	+ , −

［附录 1］ 运算符的详细说明

1. +（加法运算） -（减法运算）

■设定数据

数据	变量			常数		计算公式
	@a	@b	@c	0～9	pi	
S1	○	○	○	○	○	○
S2	○	○	○	○	○	○

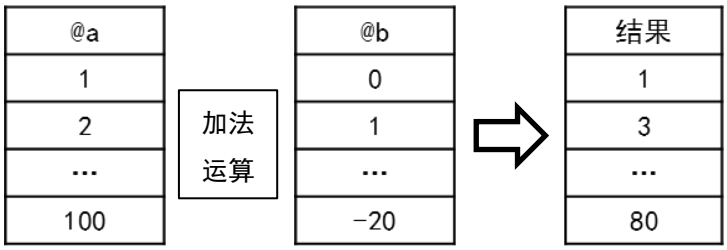
○：可使用 -：不可使用 △：有限制

S1：运算符前的变量、常数或计算公式

S2：运算符后的变量、常数或计算公式

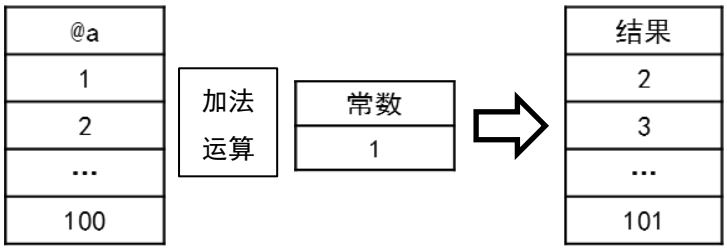
■功能

(1) 变量间进行运算时，对应的数据逐一进行运算。



(2) 常数间进行运算时，与基本的算术运算相同。

(3) 变量与常数进行运算时，每个变量都与常数进行运算。



(4) 运算式为通过其他运算获取的结果。例：@a+@b*2

2. *（乘法运算）/（除法运算）

■设定数据

数据	变量			常数		计算公式
	@a	@b	@c	0～9	pi	
S1	○	○	○	○	○	○
S2	○	○	○	○	○	○

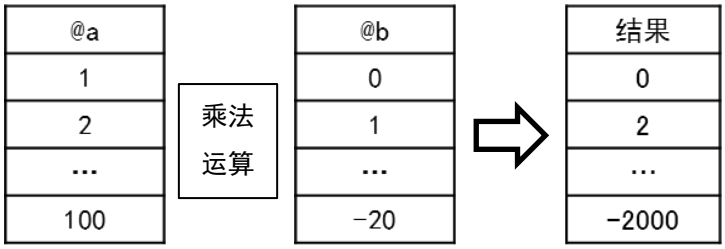
○：可使用　-：不可使用　△：有限制

S1：运算符前的变量、常数或计算公式

S2：运算符后的变量、常数或计算公式

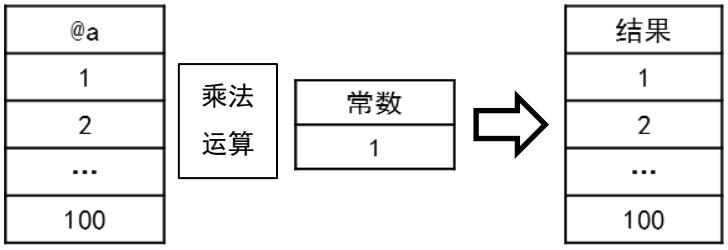
■功能

(1) 变量间进行运算时，对应的数据逐一进行运算。



(2) 常数间进行运算时，与基本的算术运算相同。

(3) 变量与常数进行运算时，每个变量都与常数进行运算。



(4) 进行除法运算时，如果 S2 为常数“0”时，弹出错误提示信息。S2 为变量且为 0 时，计算结果为 0。

3. sqrt（开平方运算）

■设定数据

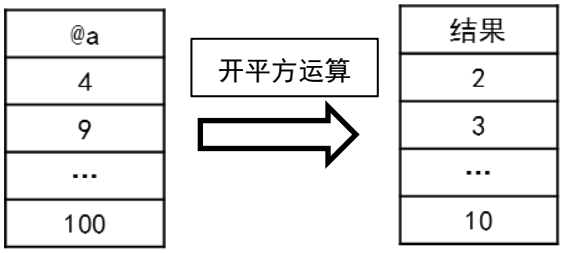
数据	变量			常数		计算公式
	@a	@b	@c	0～9	pi	
D	○	○	○	○	○	○

○：可使用　－：不可使用　△：有限制

D：运算符的对象变量、常数或计算公式

■功能

(1) 变量间进行运算时，对应的数据逐一进行运算。



(2) 常数间进行运算时，与基本的算术运算相同。

(3) 当 D 小于 0 时，若 D 为常数，弹出错误提示信息；若 D 为变量且小于 0 时，计算结果为 0。

4. ^（乘方运算）

■设定数据

数据	变量			常数		计算公式
	@a	@b	@c	0～9	pi	
S1	○	○	○	△	○	○
S2	○	○	○	△	○	○

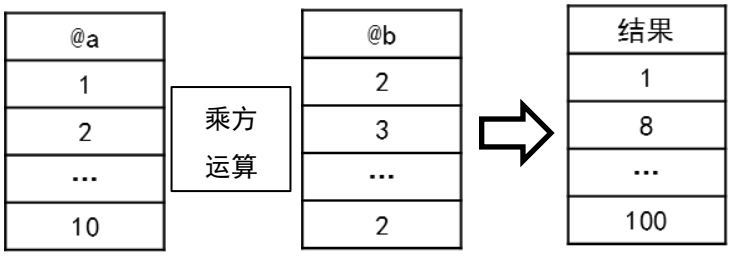
○：可使用　-：不可使用　△：有限制

S1：运算符前的变量、常数或计算公式

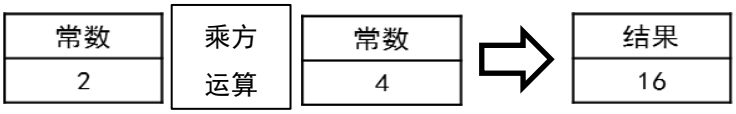
S2：运算符后的变量、常数或计算公式

■功能

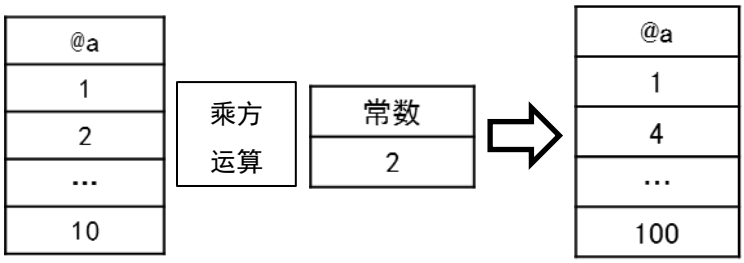
(1) 变量间进行运算时，对应的数据逐一进行运算。



(2) 常数间进行运算时，与基本的算术运算相同。



(3) 变量与常数进行运算时，每个变量都与常数进行运算。



(4) S1S2 为 0 时，若 S1S2 都为常数，弹出错误提示信息；若 S1 或 S2 其中之一为变量，或两个都为变量，计算结果为 0。

5. sin , cos , tan , asin , acos , atan （三角函数运算）

■设定数据

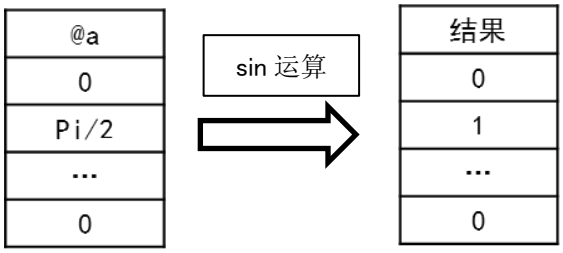
数据	变量			常数		计算公式
	@a	@b	@c	0～9	pi	
D	○	○	○	○	○	○

○：可使用　－：不可使用　△：有限制

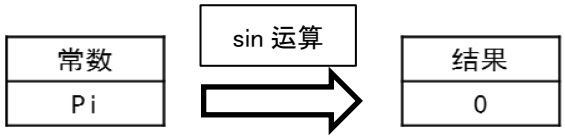
D：运算符的对象变量、常数或计算公式

■功能

(1) 变量间进行运算时，对应的数据逐一进行运算。



(2) 常数间进行运算时，与基本的算术运算相同。



(3) 各三角函数的输入范围如下所示。

运算符	设定范围	计算结果的显示范围
sin	※1※2	[-1, +1]
cos	※1※2	[-1, +1]
tan	(-pi/2, +pi/2) ※1※2	[-1633123935195370, +1633123935195370]※3
asin	[-1, +1]	(-1.570796, +1.570796) ※1
acos	[-1, +1]	(0, +3.141593) ※1
atan	※2	(-1.570796, +1.570796) ※1

※1

sin, cos, tan 的输入数据(D)的单位为弧度。例如、sin(pi/2) = 1

asin, acos, atan 的计算结果的单位为弧度。例如、asin(1) = pi/2≈1.570796

※2

最大可以指定 15 位有效数字。超出该范围时，计算结果有可能发生错误。

※3

因为 pi 被定义为固定值，所以计算结果中的最大最小值不是“∞”。

(4) 当 D 的值超出设定范围时，若 D 为常数，弹出错误提示信息；若 D 为变量，计算结果为 0。

6. %（取余数运算）

■设定数据

数据	变量			常数		计算公式
	@a	@b	@c	0～9	pi	
S1	○	○	○	○	○	○
S2	○	○	○	△	○	○

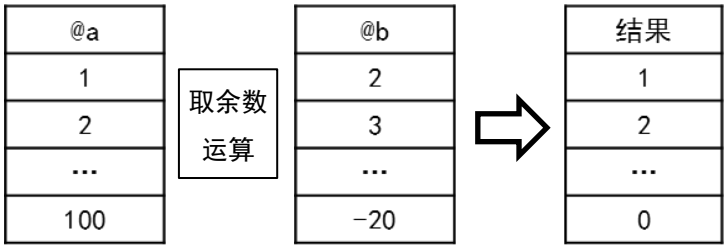
○：可使用　－：不可使用　△：有限制

S1：运算符前的变量、常数或计算公式

S2：运算符后的变量、常数或计算公式

■功能

(1) 变量间进行运算时，对应的数据逐一进行运算。



(2) 常数间进行运算时，与基本的算术运算相同。

(3) S2 为 0 时，若 S2 为常数，弹出错误提示信息；S2 为变量，计算结果为 0。

(4) 取余数运算中，计算结果的符号与 S1 相同。

请参考如下的示例。

S1	S2	结果
-13	4	-1
-13	-4	-1
13	-4	1
13	4	1

7. （ ）（括弧）

■设定数据

数据	变量			常数		计算公式
	@a	@b	@c	0～9	pi	
D	○	○	○	○	○	○

○：可使用　－：不可使用　△：有限制

D：运算符的对象变量、常数或计算公式

■功能

(1) 任意的变量、常数和计算公式中都可以使用()。

(2) 括弧的内容优先进行计算。

(3) @a = (@a) , @b = (@b) , @c = (@c)

(4) 在下列的运算中使用 pi 时，请务必加上（ ）。

sqrt, sin, cos, tan, asin, acos, atan

修订履历表

修订日期	说明书编号	修 订 内 容
2020 年 3 月	IB(NA)1501593-A	初版

请求

本说明书的记述内容尽可能做到与软件、硬件的修订相匹配，但有时可能无法完全同步。
使用时如有疑问，请与本公司销售部门等联系。

禁止转载

未经本公司允许，严禁以任何形式转载或复制本说明书的部分或全部内容。

© 2020 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
ALL RIGHTS RESERVED

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
HEAD OFFICE : TOKYO BLDG.,2-7-3 MARUNOUCHI,CHIYODA-KU,TOKYO 100-8310,JAPAN

MODEL	NC Analyzer2
MODEL CODE	
Manual No.	IB-1501593

原产地 日本国
合格证

Specifications are subject to change without notice.