

SANMOTION**AC SERVO SYSTEMS****G****用户使用说明书****模拟量 / 脉冲用, EtherCAT 用****AC 100 V 30-200 W, AC 200 V 30 W-1.5 kW****6. 调整篇****SANYODENKI**

AC 伺服系统

SANMOTION G

G series

用户使用说明书

调整篇

模拟量 / 脉冲用，EtherCAT 用

本说明书对伺服系统的调整方法进行说明。

安全注意事项

安装，运转，维修，检查前，请务必熟读本说明书及其他附录，以确保正确使用本产品。
接线作业请专业技术人员按照本手册『3. 硬件篇』，及国内法规（电气设备技术标准）等进行操作。
请务必确保是在已熟知机器的相关知识，安全信息及注意事项的基础上使用本产品。
在本说明书中，安全注意事项分为「危险」「警告」「注意」「通知」四个级别。

■ 警告标识

 危险	操作失误可能出现极度危险状况，导致死亡或重伤。
 警告	操作失误可能出现危险状况，导致死亡或重伤。
 注意	操作失误可能出现危险状况，导致中等程度的人身伤害或轻伤。
通知	操作失误可能出现与人身危害无关的物质损害，或有可能导致的危险状况。

此外， **注意** 中记载的事项，根据实际情况不同也可能导致严重后果。
所有记载事项皆为重要内容，请务必遵守。

■ 禁止，强制的图形标识

	表示禁止(不可实施的内容)。
	表示强制(必须实施的内容)。

■ 保管

通知

- ◆ 请勿保存在漏雨，滴水，有害气体，腐蚀性气体及液体的环境中。
易发生故障。
- ◆ 保存时请避免阳光直射，温湿度范围控制在“-20℃～+65℃，95%RH 以下（无结露）”。
易发生故障。
- ◆ 需长期保存驱动器时(3 年以上)请联系我司。需要确认电解电容器的容量是否降低。
易发生故障。
- ◆ 需长期保存伺服电机时(3 年以上)请联系我公司。轴承，电机保持制动器等需要检查确认。

■ 搬运



注意

- ◆ 搬运时请勿手持电机线缆，连接器，伺服电机的输出轴，编码器和接线盒。
易造成人身伤害，故障和破损。
- ◆ 搬运时请注意不要使产品翻倒，坠落。
易导致人身伤害。
- ◆ 产品的过度装载可能导致货物塌落，请按照外箱指示进行操作。
易导致人身伤害，故障。
- ◆ 请在伺服电机的搬运中使用伺服电机的吊环螺栓。请勿在设备搬运中使用吊环螺栓。
易导致人身伤害，发生故障。

■ 安装



警告

- ◆ 请勿安装在易燃，易爆环境中。
易造成火灾。
- ◆ 请将产品安装在金属等非可燃物上。
易造成火灾。
- ◆ 请在符合伺服电机保护等级的环境下使用。
易造成触电，火灾，发生故障。
- ◆ 安装时请勿接触到水，切削液，油雾，铁粉，切屑等。
易造成触电，火灾，发生故障。
- ◆ 请勿将油等可燃性异物及电线，金属片等异物混入产品中。
易造成火灾。
- ◆ 请在电路中设置紧急停止电路，以便实时停止运转并切断电路。
易造成火灾。
- ◆ 为防止过电流，请务必在电源和伺服驱动器的主电路电源之间连接接线用断路器（MCCB）或保险丝。
易造成触电，火灾。



注意

- ◆ 请安装断路器等安全设备，预防外部接线短路。
易造成火灾。
- ◆ 请先确认上下方向再打开包装。
易导致人身伤害。
- ◆ 请勿在产品上安放重物或攀爬其上。
易导致人身伤害。
- ◆ 安装时请注意安全，请勿使产品坠落，翻倒。带有吊环螺栓的产品请使用吊环螺栓。
易导致人身伤害。



注意

- ◆ 务必将伺服电机完全固定在装置上。若固定不充分，运转时有电机脱落的危险。
- ◆ 请勿用手触摸伺服电机的出力轴（键槽，齿轮轴）。
易导致人身伤害。
- ◆ 请充分做好伺服电机与匹配设备的轴对中。
易导致人身伤害，发生故障。
- ◆ 电机保持制动器不是用来确保机械安全的制动装置。
机械侧请安装用于确保机械安全的停止装置。
易导致人身伤害。
- ◆ 伺服电机在垂直轴中使用时，请安装确保工件在报警状态下不会跌落的安全装置（外部制动器等）。
易导致人身伤害。
- ◆ 使用安全扭矩切断功能构造安全系统时，需要有相关安全规格知识的技术人员在充分理解『4. 法规符合指南篇』的「安全扭矩切断」的基础上进行相关操作。
易导致人身伤害。

通知

- ◆ 请务必确保伺服电机和伺服驱动器的使用环境维持在规格的温度，使用湿度范围内。
易发生故障。
- ◆ 请按规定的方向安装。
易发生故障。
- ◆ 使用时确保伺服电机出力轴所加负载低于允许负载。
易发生故障。
- ◆ 伺服电机出力轴安装拆卸联轴器时，切勿用锤子等工具敲击。
易发生故障。
- ◆ 请不要让其落下或产生强烈的冲击。
易发生故障。
- ◆ 请勿堵塞吸气和排气口。
易发生故障。
- ◆ 请按指定距离拉开伺服驱动器和控制柜内测，或者同其他设备之间的间隔。
易发生故障。
- ◆ 请在伺服驱动器外部构建发生报警时切断主电路电源的外部保护电路。
易造成二次破坏。
- ◆ 所设置防冲撞安全装置等必须能够承受系统最大输出。
易发生故障。
- ◆ 请勿在有腐蚀性气体以及液体的环境下使用。
易发生故障。

■ 接线



警告

- ◆ 请务必将伺服驱动器的保护接地端子(⏏)连接到设备或控制柜接地。伺服电机的接地端子必须连接到伺服驱动器的保护接地端子(⏏)上。
易造成触电，火灾。
此外，为防止设备误操作，请将功能接地端子(⏏)连接至电机及控制柜。
- ◆ 请勿在通电状态下进行接线，维修，检查等操作。请务必在切断电源，确认产品伺服驱动器主铭牌上记载的时间已过，主电路电源 CHARGE LED（红色）熄灭后再进行作业。
易发生触电。
- ◆ 请勿将伺服电机的 U, V, W 端子连接到市电。
易造成火灾。
- ◆ 为防止外部接线造成短路，请安装断路器等安全装置。
易造成火灾。
- ◆ 电机的电缆应避免损伤，不必要的弯折，受重压，挤压。
易造成触电，火灾。
- ◆ 请使用符合产品的电源规格（相数，电压，频率，AC/DC）。
易造成火灾。

通知

- ◆ 请使用指定的配套伺服电机和伺服驱动器。
易发生故障。
- ◆ 请务必正确进行接线。
易发生故障。
- ◆ 请勿将主电源线，伺服驱动器的电机动力线和信号线一起捆扎，或穿过同一配线槽。此外，伺服电机的动力线与编码器线也不要一起捆扎或穿过同一配线槽。
易发生误动作。
- ◆ 将伺服驱动器的控制输出信号与继电器等感性负载接连时，请务必连接用于吸收浪涌的二极管。另外，请注意不要弄错二极管的极性。
易发生故障。
- ◆ 伺服电机的电机保持制动器和冷却风扇，请使用符合规格（相数，电压，频率，AC/DC）的电源。
易发生故障。

■ 操作・运转



警告

- ◆ 请勿用手触摸伺服驱动器内部部件。
易发生触电。
- ◆ 运转状态下，禁止触碰伺服电机的旋转部位。
易导致人身伤害。
- ◆ 试运转时请将伺服电机固定并在与其他机械分离状态下进行，动作确认后再将电机安装到机械上。
易导致人身伤害。
- ◆ 通电状态下严禁触碰接地端子或连接器。
易发生触电。



注意

- ◆ 伺服电机的编码器盖不要接近磁场。（编码器盖不要安装磁力座等带磁性物体。）
易导致故障以及误动作。
- ◆ 通电中或刚切断电源不久的伺服驱动器的散热片，再生电阻，外接动态制动电阻，伺服电机等仍处在高温状态，请勿触碰。必要时，请采取设置防护罩等安全措施，防止手误触。无法采取安全措施时，请粘贴高温注意标签。
易被烫伤。
- ◆ 极端的参数调整会使伺服电机的运转会变得不稳定，请勿尝试。
易导致人身伤害。
- ◆ 停电或瞬间停电后供电恢复，机器可能突然重新启动，请勿靠近机器。
（请确认机械的设计能够保证电机重启之后的安全性。）
易导致人身伤害。
- ◆ 发生报警等异常时，请立刻停止机器的运转。请在排除故障起因并确保安全后再清除报警，重新运转。
易导致人身伤害。
- ◆ 通电状态下请勿拔出连接器（带电拔插）等，可能由于产生浪涌电压导致电子零部件损坏。请勿进行此类操作。
易造成触电，造成产品损坏。
- ◆ 请为电机保持制动器准备专用电源。
易导致故障以及误动作。
- ◆ 请对电机保持制动器电源与电机动力线（U, V, W, 接地线）进行绝缘处理。
易导致故障以及误动作。

通知

- ◆ 伺服电机中内置的制动器用于保持电机轴不落下，而非一般制动用装置。请勿作为制动装置使用。
易发生故障。
- ◆ 请勿向伺服电机的编码器线施加静电或高电压等。
易发生故障。
- ◆ 由当惯性矩或转速较大时，请勿在瞬时再生功率超过再生电阻器单根导线的瞬时耐受限值的条件下使用。
易发生故障。
- ◆ 当切断电源或发生报警动态制动器动作时，请勿用外部动力驱动伺服电机。
易发生故障。
- ◆ 请勿频繁开关电源，电源的开/关频率请勿超过 30 次/天，5 次/小时。
易发生故障。
- ◆ 由于伺服电机的电机保持制动器用继电器中的浪涌吸收元件会延长制动延时时间，时序需考虑保持延迟时间。
易发生故障。
保持延迟时间请参考『2. 伺服电机篇』的「电机保持制动器」。

■ 维修·检查



- ◆ 请勿自行进行产品的拆解，修理和改造。
易导致火灾，触电。



- ◆ 请勿继续使用故障，破损及烧毁的伺服驱动器或伺服电机。
易发生火灾。

通知

- ◆ 伺服驱动器中使用的零部件(电解电容，冷却风扇，编码器用锂电池，保险丝，继电器类)存在老化现象。为确保安全，请参照标准更换年限更换新部件。
易发生故障。
如需更换，请与本公司联系
- ◆ 请勿测量伺服驱动器的绝缘电阻测试或进行耐压测试。
易发生故障。



- ◆ 请勿拆卸下铭牌。

关于废弃物的处理

■ 废弃



- ◆ 废弃的伺服电机和伺服驱动器请作为工业废弃物进行处理。

关于手册

首次使用本公司伺服系统时，请根据需要确认以下相关手册，
请安全使用本公司的伺服系统。

No	用户手册名称	手册编号	手册内容
1	导入篇	M0020421	为使用伺服系统，记载了规格，功能，结构， 调试，维修检查等基本信息。 请在产品使用之前阅读。
2	伺服电机篇	M0020422	本手册介绍了伺服电机的规格，选型，安装， 接线，外形，可选件等信息。
3	硬件篇	M0020423	本手册介绍了伺服驱动器的规格，安装，接线， 外形，可选件等信息。
4	法规符合指南篇	M0020424	本手册介绍了伺服驱动器适用法规的适用方法。
5	功能篇	M0020425	本手册介绍了伺服驱动器的控制和功能的使用方法。
6	调整篇	M0020426	本手册介绍了伺服系统的调整方法。
7	参数篇	M0020427	本手册介绍了伺服参数和监视器的内容。
8	EtherCAT 通信篇	M0020428	本手册详细介绍了 EtherCAT 通信参数。
9	故障排除篇	M0020429	本手册介绍了伺服系统动作时发生故障的处理方法。
10	直线伺服电机篇	M0020430	本手册介绍了直线伺服电机的规格，选定，安 装，配线，外形，选配等。
—	SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE	M0010843	本手册介绍了 SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE 的使用方法。

本手册

关于手册的段落结构

本手册由以下段落构成。

6.1 大项目

6.1.1 中项目

(1) 小项目

- 说明
 - ✓ 对于说明的注释。
- ◆ 详细说明。
 - ✓ 对于详细说明的注释。

关于术语

在本手册中，如使用的伺服电机的种类为直线伺服电机时，请按以下内容进行转换。

旋转电机或， 直驱电机	→	直线伺服电机
扭矩	→	推力
负载惯量	→	负载质量
电机惯量	→	动子质量
旋转方向	→	移动方向
正转	→	正方向
反转	→	反方向
min ⁻¹	→	mm/s

安全注意事项	6-1
关于废弃的处理	6-9
关于手册	6-10
关于手册的段落结构	6-11
关于术语	6-11
6.1 手册相关注意事项.....	6-16
6.2 伺服调谐功能的种类.....	6-16
6.2.1 特征及注意事项	6-16
6.2.2 伺服调谐功能一览	6-17
6.3 调谐步骤.....	6-20
6.4 高级调谐功能.....	6-21
6.4.1 执行高级调谐时自动调整的参数.....	6-21
6.4.2 高级调谐中未调整的参数	6-23
6.4.3 高级调谐的调整方法	6-24
6.5 自动调谐功能.....	6-25
6.5.1 选择调谐方法	6-25
6.5.2 执行自动调谐时自动调整参数.....	6-28
6.5.3 在自动调谐运行中可以调整的主要参数.....	6-30
6.5.4 自动调谐模式下不能使用的功能.....	6-32
6.5.5 自动调谐特性的选择	6-33
6.5.6 自动调谐的调整方法	6-34
6.5.7 伺服增益调整参数的监视	6-34
6.5.8 使用自动调谐结果的手动调谐方法.....	6-35
6.6 手动调谐功能.....	6-36
6.6.1 伺服系统构成和伺服调试参数的说明.....	6-36
6.6.2 转矩控制的基本手动调谐方法.....	6-40
6.6.3 速度控制的基本手动调谐方法.....	6-40
6.6.4 位置控制的基本手动调谐方法.....	6-41
6.6.5 模型跟随控制的手动调谐方法.....	6-42

6.7 抑制机械共振的功能	6-43
6.7.1 转矩指令滤波器	6-43
6.7.2 自动陷波滤波器调谐	6-44
6.7.3 自适应陷波滤波器	6-45
6.8 提高环路增益的功能	6-47
6.8.1 速度环相位超前补偿	6-47
6.8.2 位置环相位超前补偿	6-48
6.9 抑制外部干扰影响的功能	6-49
6.9.1 高积分控制	6-49
6.9.2 扰动观测	6-50
6.9.3 摩擦补偿	6-53
6.9.4 重力补偿	6-54
6.10 提高指令响应性的功能	6-55
6.10.1 速度前馈补偿	6-55
6.10.2 转矩前馈补偿	6-56
6.10.3 模型跟随控制功能	6-57
6.10.4 模型速度前馈补偿	6-58
6.10.5 模型转矩前馈补偿	6-59
6.10.6 反馈控制和模型跟随（抑振）控制的切换.....	6-60
6.11 抑振功能	6-61
6.11.1 位置指令滤波器	6-61
6.11.2 前馈抑振控制	6-62
6.11.3 自动 FF 减振频率调谐	6-64
6.11.4 模型跟随抑振控制	6-66
6.11.5 CP 抑振控制.....	6-70
6.11.6 微振动抑制	6-71
6.12 换向痕抑制功能	6-73
6.12.1 换向痕补偿	6-73

6.13	关于维保	6-74
6.13.1	维保内容	6-74
6.13.2	维保期	6-74
6.13.3	维保范围	6-74
6.13.4	停产产品的修理期间	6-75
6.13.5	产品的适用用途和条件	6-75
6.13.6	目录・说明书的记载变更	6-75
6.13.7	责任限制	6-75
6.14	关于购买・服务的咨询	6-76
6.15	商标	6-76
6.16	改定履历	6-77

No Text on This Page

6.1 手册相关注意事项

为了充分发挥产品的功能，请在产品使用前将手册全部阅读完并请正确使用。请将您阅读的手册保存在必要时可以使用的地方。

请务必遵守手册中记载的安全指示事项。

手册中规定以外的产品使用方法，难以保证安全性。

手册中记载的图，有部分省略和抽象化的情况。

手册的内容，随着产品的版本升级和使用方法的补充等，将来会在没有预告的情况下变更。以本书的改版形式进行变更。

关于手册的内容，我们希望万无一失，但万一发现有可疑之处，错误，记载遗漏等时，请与封底上记载的最近的分公司或总公司联系。

另外，本手册日文版是原文。原文与其他语言的译文有差异时，原文的记载事项优先。

6.2 伺服调谐功能的种类

对伺服驱动器的各种参数进行调整的工作称为「伺服调谐」，通过伺服调谐，可以提高机械的控制特性。

6.2.1 特征及注意事项

- G 系列伺服驱动器的调谐功能是为了大幅提高机械的控制特性，精密测量机械系统的共振，摩擦，负载惯量比等，自动调整为最佳参数。这些均可通过高级调谐功能实现。
- 另一方面，在由控制器驱动的状态下，通过使用自动调谐功能，可以简便地进行调谐。
- 请在转矩指令未达到电机瞬时最大转矩值的运行条件下进行调整。在转矩指令达到电机瞬时最大转矩值的状态下进行调整时，即使变更增益，伺服电机的响应也不会发生变化，无法进行适当的调谐。另外，请考虑机械的个体差异，进行适当的调整。建议将运行中伺服电机产生的转矩控制在伺服电机最大转矩的 90% 以下。
- 使用转矩限制时，请在转矩指令低于转矩限制值的状态下进行调谐。
- 在标准转矩控制模式下使用时，不需要进行增益调整。

6.2.2 伺服调谐功能一览

■ 测量机械特性的功能

调整功能	概要
系统分析 (标准模式)	- 通过矩形波 (M 系列) 信号使伺服电机短时间运行, 测量速度控制系统的开环频率特性。 - 用于在短时间内测量共振频率或反共振频率等机械系统的特性。
系统分析 (高精度模式 (开环))	- 通过正弦波信号使伺服电机运行, 测量速度控制系统的开环频率特性。 - 用于高精度测量共振频率或反共振频率等机械系统的特性。
系统分析 (高精度模式 (闭环))	- 伺服电机以正弦信号运行, 以测量速度控制系统的闭环频率特性。 - 测量速度控制系统的响应等的特性时使用。

■ 测量机械特性, 将机械运行调整到最佳状态的功能

调整功能	概要
高级调谐 (频率响应调谐)	使用系统分析测量速度控制系统的开环频率响应, 检测共振频率, 反共振频率, 负载惯量比, 重力, 摩擦等, 自动调整为最佳控制参数的功能。想将机械系统的控制特性调整到最佳的情况下使用。
高级调谐 (PTP 定位调谐)	- 通过伺服电机的运行, 测量定位整定特性, 自动调整到最佳控制参数的功能。 - 想缩短定位整定时间的情况下使用。

■ 稳定机械运行的功能

调整功能	概要
自动调谐	- 运行中伺服驱动器推测负载惯量比, 自动实时调整伺服增益, 滤波器频率。 - 使用伺服驱动器单体进行简单调谐时使用。
自动调谐 (JRAT 手动设置)	- 伺服增益, 滤波器频率根据设置的负载惯量比和响应性自动调整。 - 在已知负载惯量比或想要防止负载惯量比推测变动的影响时, 以及自动调谐无法正确推测负载惯量比时使用。
转矩指令滤波器	- 通过降低设定值, 可抑制高频区域的机械共振和异音。 - 在机械刚性低的情况下使用。
自动陷波滤波器调谐	- 通过伺服电机短时间运行, 推测机械的共振频率, 自动设置陷波滤波器。 - 在机械共振时使用。
自适应陷波滤波器	- 运行中推测机械的共振频率, 实时调整陷波滤波器。 - 在机械的共振频率变动时使用。

用户使用说明书（调整编）

■ 提高环路增益，抑制外部干扰影响的功能

调整功能	概要
速度环相位超前补偿	- 通过推进速度环的相位，可提高速度环增益。 - 想要提高速度环增益时使用。
位置环相位超前补偿	- 通过推进位置环的相位，可提高位置环增益。 - 想要提高位置环增益时使用。
高积分控制	- 通过推进速度积分环的相位，可以缩短速度环积分时间常数。 - 用于抑制从外部施加给伺服电机的中～高频干扰的影响。
扰动观测	- 推测从外部施加给伺服电机的干扰转矩，补偿外部干扰转矩的影响。 - 用于抑制外部施加给伺服电机的低～高频干扰的影响。
摩擦补偿	- 通过补偿机械系统的摩擦，抑制摩擦的影响。 - 用于抑制机械系统摩擦的影响。
重力补偿	- 通过补偿施加给伺服电机上的重力，抑制重力的影响。 - 用于抑制施加给伺服电机的重力影响。

■ 提高对指令的响应性的功能

调整功能	概要
速度前馈补偿	- 位置控制时对速度指令进行前馈补偿，改善对指令的响应性的功能。 - 想要减小积存脉冲提高轨迹精度时，或者想要缩短定位整定时间时使用。
转矩前馈补偿	- 在位置控制和速度控制时对转矩指令进行前馈补偿，改善对指令的响应性的功能。 - 想要减小加减速时的速度偏差提高轨迹精度时，或者想要缩短定位整定时间时使用。
模型跟随控制	- 在伺服驱动器内构成包括机械系统在内的模型控制系统，使其跟随从模型控制系统输出的理想指令，驱动实际的伺服电机，实现对指令的高速，理想的动作的功能。 - 想要缩短定位整定时间时使用。
模型速度前馈补偿	- 在模型位置控制时，前馈补偿模型速度指令，改善对指令的响应性的功能。 - 想要缩短定位整定时间时使用。
模型转矩前馈补偿	- 在控制模型位置时，前馈补偿模型转矩指令，改善对指令的响应性的功能。 - 想要缩短定位整定时间时使用。
切换模型跟随（抑振）控制和反馈控制	- 实时切换模型跟随（抑振）控制和反馈控制的功能。 - 使用模型跟随（抑振）控制进行定位，通过反馈控制进行加工等轨迹控制时使用。

■ 抑制振动功能

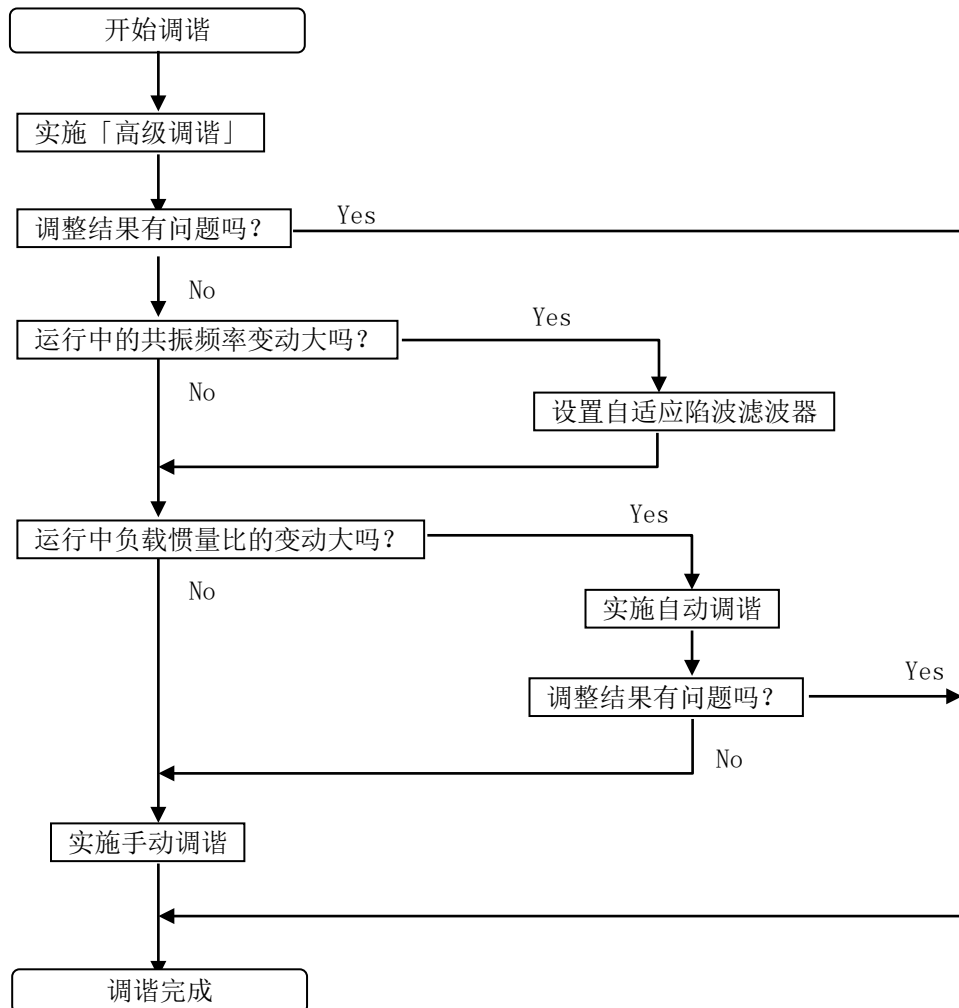
调整功能	概要
位置指令滤波器	- 通过抑制位置指令的急剧变化，抑制机械振动的功能。 - 想要抑制机械振动时使用。
前馈抑振控制	- 通过去除位置指令中包含的振动成分，抑制机械振动的功能。 - 想要抑制前端振动或滚珠丝杠的共振等振动时使用。
自动 FF 抑振频率调谐	通过伺服电机短时间运行，推测机械的振动频率，自动设置前馈抑振控制的参数。
模型跟随抑振控制	- 在伺服驱动器内配置包括振动机械系统在内的模型控制系统，为避免产生振动，驱动使其跟随模型控制系统输出的指令驱动实际的伺服电机，从而实现无振动的运行。 - 抑制机械振动，实现高速定位时使用。
CP 抑振控制	- 通过补偿机械的反共振，抑制机械振动的功能。 - 想要通过轨迹控制抑制机械振动时使用。
微振动抑制	- 通过补偿速度反馈，抑制微振动的功能。 - 想要抑制伺服电机停止时的微振动时使用。

■ 抑制换向痕功能

调整功能	概要
换向痕补偿	- XY 工作台等换向的期间，通过缩短速度积分时间常数来抑制换向痕的功能。 - 想要抑制换向痕时使用。

6.3 调谐步骤

请按照以下步骤进行调谐。



6.4 高级调谐功能

使用系统分析测量速度控制系统的开环频率响应，检测共振频率，反共振频率，负载惯量比，重力，摩擦等，自动调整为最佳控制参数。另外，在 PTP（Point to Point）定位用途中，运行伺服电机，测量定位整定特性，自动调整为最佳控制参数。

6.4.1 执行高级调谐时自动调整的参数

■ 高级调谐模式下将自动调整以下参数。

System	ID	符号	名称	支持类型	
				EtherCAT	模拟量/脉冲
1	07	20F3-01: PCNTSEL	位置控制选择	✓	✓

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				EtherCAT	模拟量/脉冲
1	02	2005-01: KP1	位置环比例增益 1	✓	✓
	12	200B-01: KVP1	速度环比例增益 1	✓	✓
	13	2006-01: TVI1	速度环积分时间常数 1	✓	✓
	14	200D-01: JRAT1	负载惯量比	✓	✓
	15	2061-01: VPLHLK	速度环相位超前补偿增益	✓	✓
	16	2061-02: VPLHLF	速度环相位超前补偿频率	✓	✓
	1F	202B-00: TCFILOR	转矩指令滤波器阶数	✓	✓
	20	2014-01: TCNFILA	转矩指令陷波滤波器 A	✓	✓
	21	2014-02: TCNFILB	转矩指令陷波滤波器 B	✓	✓
	22	2014-03: TCNFILC	转矩指令陷波滤波器 C	✓	✓
	23	2014-04: TCNFILD	转矩指令陷波滤波器 D	✓	✓
	24	2014-05: TCNFIE	转矩指令陷波滤波器 E	✓	✓
	25	2014-06: TCNFILF	转矩指令陷波滤波器 F	✓	✓
	26	2014-07: TCNFILG	转矩指令陷波滤波器 G	✓	✓
	30	202D-01: TCNFPA	转矩指令陷波滤波器 A 低频相位延迟改善	✓	✓
	31	202D-02: TCNFDB	转矩指令陷波滤波器 B 深度选择	✓	✓
	32	202D-03: TCNFDC	转矩指令陷波滤波器 C 深度选择	✓	✓
	33	202D-04: TCNFDD	转矩指令陷波滤波器 D 深度选择	✓	✓
	34	202D-05: TCNFDE	转矩指令陷波滤波器 E 深度选择	✓	✓
	35	202D-06: TCNFDF	转矩指令陷波滤波器 F 深度选择	✓	✓
	36	202D-07: TCNFDG	转矩指令陷波滤波器 G 深度选择	✓	✓
	38	205D-02: TCNFWB	转矩指令陷波滤波器 B 宽度选择	✓	✓
	39	205D-03: TCNFWC	转矩指令陷波滤波器 C 宽度选择	✓	✓
	3A	205D-04: TCNFWD	转矩指令陷波滤波器 D 宽度选择	✓	✓
	3B	205D-05: TCNFW E	转矩指令陷波滤波器 E 宽度选择	✓	✓
	3C	205D-06: TCNFWF	转矩指令陷波滤波器 F 宽度选择	✓	✓
	3D	205D-07: TCNFWG	转矩指令陷波滤波器 G 宽度选择	✓	✓

用户使用说明书（调整编）

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				EtherCAT	模拟量/脉冲
2	10	2017-01: KM1	模型控制增益 1	✓	✓
	13	2019-01: ANRFRQ1	模型控制反共振频率 1	✓	✓
	14	201A-01: RESFRQ1	模型控制共振频率 1	✓	✓
	15	2068-02: MFFGN	模型速度前馈增益	✓	✓
	16	205A-01: MTFFGN	模型转矩前馈增益	✓	✓
	1A	2018-00: OSSFIL	过冲抑制滤波器	✓	✓
	20	2012-01: SUPFRQA1	FF 抑振频率 A1	✓	✓
	21	202C-00: SUPLVA	FF 减振控制等级选择 A	✓	✓
	22	2012-05: SUPCRB	FF 减振控制特性选择 B	✓	✓
	23	2012-06: SUPFRQB1	FF 抑振频率 B1	✓	✓
3	00	201B-00: GCFIL	增益切换滤波器	✓	✓
	01	205E-00: GCFILMD	增益切换滤波器模式	✓	✓
	11	2005-02: KP2	位置环比例增益 2	✓	✓
	13	200B-02: KVP2	速度环比例增益 2	✓	✓
	14	200C-02: TVI2	速度环积分时间常数 2	✓	✓
	15	200D-02: JRAT2	负载惯量比 2	✓	✓
	16	2011-02: TCFIL2	转矩指令滤波器 2	✓	✓
6	13	20B0-01: GC1	增益切换条件 1	✓	✓
	14	20B0-02: GC2	增益切换条件 2	✓	✓
	19	20F8-0B: PLPCON	位置环比例控制切换功能	✓	✓
	1C	20F8-08: VLPCON	速度环比例控制切换功能	✓	✓
9	28	205C-01: CLMBFRC	库仑摩擦补偿量	✓	✓
	2A	205C-02: VISCFC	粘性摩擦补偿量	✓	✓
	2B	205C-03: GRVTCMP	重力补偿量	✓	✓
	29	205C-04: CLMBFRV	库仑摩擦速度	✓	✓

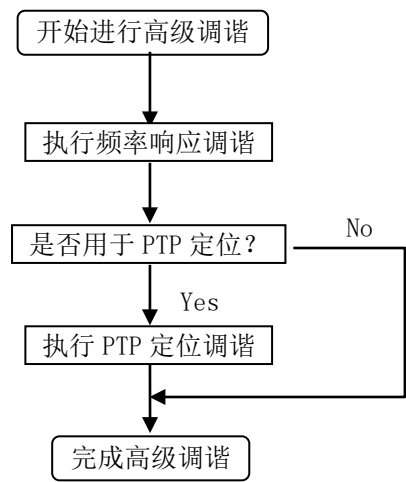
6.4.2 高级调谐中未调整的参数

- 以下功能不能通过高级调谐进行调整。
(使用时请手动调整。)

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟 / 脉冲
1	03	2006-01: TPI1	位置环积分时间常数 1	✓	✓
	04	2062-01: PLPHLK	位置环相位超前补偿增益	✓	✓
	05	2061-02: PLPHLF	位置环相位超前补偿频率	✓	✓
	17	2063-01: HKVIK	高积分增益	✓	✓
	18	2063-02: HKVIF	高积分控制频率	✓	✓
	1C	200F-01: AFBK	加速度反馈增益	✓	✓
	27	2014-08: TCNFILH	转矩指令陷波滤波器 H	✓	✓
	37	202D-08: TCNFDH	转矩指令陷波滤波器 H 深度选择	✓	✓
	3E	205D-08: TCNFWH	转矩指令陷波滤波器 H 宽度选择	✓	✓
2	50	2067-01: CPVSFQ	CP 抑振控制频率	✓	✓
	51	2067-02: CPVSLV	CP 抑振控制等级选择	✓	✓
	52	2067-03: CPVSSH	CP 抑振控制特性选择	✓	✓
6	30	2051-01: FBHYST	微振动抑制功能有效条件	✓	✓
	33	20F8-0C: OBS	扰动观测功能	✓	✓
	31	2050-01: STC	换向痕补偿功能有效条件	✓	✓
9	10	2050-02: STV	换向痕补偿有效速度	✓	✓
	11	2050-03: STHLD	换向痕补偿保持时间	✓	✓
	12	2050-04: STTVI	换向痕补偿速度环积分时间常数	✓	✓
	1E	2051-02: FBHPLS	微振动抑制脉冲修正量	✓	✓
	1F	2051-03: FBHTIM	微振动抑制脉冲校正次数	✓	✓
	14	2016-01: OBCHA	扰动观测特性	✓	✓
	15	2016-02: OBG	扰动观测补偿增益	✓	✓
	16	2016-03: OBLPF	扰动观测输出低通滤波器	✓	✓
	17	2016-04: OBNFIL	扰动观测输出陷波滤波器	✓	✓
	74	20BA-00: VOVSDT	速度环积分衰减时间常数(用于抑制过冲)	✓	—

6. 4. 3 高级调谐的调整方法

请根据以下流程图进行调整。
高级调谐分为 PTP（Point to Point）定位应用的调整方法，和其他情况的调整方法。



- 调整步骤
 - ◆ 有关调整步骤，请参阅「SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE」。

■ 位置控制中指令分辨率较低时，请在高级调谐后调整以下参数以匹配指令。

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 / 脉冲
1	00	2003-00: PCSMT	位置指令平滑时间常数	✓	✓
	01	2004-00: PCFIL	位置指令滤波器	✓	✓

■ 使用 CP 控制模式时，请在高级调谐后调整以下参数。

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 / 脉冲
1	06	2008-01: FFGN	速度前馈增益	✓	✓
	19	2064-01: TFFK	转矩前馈增益	✓	✓

- ✓ 速度控制时，不能使用速度前馈增益。

6.5 自动调谐功能

伺服驱动器在运行过程中推算负载惯量比，并实时自动调整伺服增益和滤波器频率。仅用于伺服驱动器单体的简单调谐。

6.5.1 选择调谐方法

■ 自动调整设定参数列表

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
2	01	2002-01: TUNMODE	调谐模式	✓	✓
	02	2002-02: ATCHA	自动调谐特性	✓	✓
	03	2002-03: ATRES	自动调谐响应性	✓	✓
	04	2002-04: ATSAVE	自动调谐参数自动保存	✓	✓
	15	2068-02: MFFGN	模型速度前馈增益	✓	✓
1	02	2005-01: KP1	位置环比例增益 1	✓	✓
	06	2008-01: FFGN	速度前馈增益	✓	✓
	14	200D-01: JRAT1	负载惯量比 1	✓	✓

■ 「调整模式」

◆ 00: AutoTun 自动调谐

伺服驱动器实时推算机器或设备的负载惯量比，并自动调整伺服增益和滤波频率。

伺服驱动器自动调整的参数取决于「自动调谐特性」的选择值。

伺服驱动器在加/减速时对负载惯量比进行推算。因此，当加/减速时间常数非常长或只在低速下进行低转矩操作时，无法使用该模式。此外，当外部干扰转矩较大，机械系统的间隙较大时，也同样无法使用该模式。请使用「01: _AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐 [JRAT 手动设置]」。

◆ 01: AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐 [JRAT 手动设置]

伺服驱动器根据所设定的「负载惯量比 1」自动调整最佳伺服增益。

伺服驱动器自动调整的参数取决于「自动调谐特性」的选择值。

◆ 02: ManualTun 手动调谐

当高级调谐或自动调谐无法满足特性时使用。

■ 「自动调谐特性」

- ◆ 00: Positioning1 定位控制 1（通用）
用于通用定位时，请选择此项。
 - ◆ 01: Positioning2 定位控制 2（用于高响应）
用于高响应定位时，请选择此项。
 - ◆ 02: Positioning3 定位控制 3（用于高响应，FFGN 手动设置）
如需手动调整「速度前馈增益」时，请选择此项。
使用标准位置控制时，可手动调整「速度前馈增益」。
当使用模型跟随（抑振）控制时，可手动调整「模型速度前馈增益」
 - ◆ 03: Positioning4 定位控制 4（用于高响应，仅限水平轴）
如机器在水平轴上运行，且不受外力影响，请选择此项。
与定位控制 2 相比，定位整定时间可能会减少。
 - ◆ 04: Positioning5 定位控制 5（用于高响应，仅限水平轴，FFGN 手动设置）
机器在水平轴上运行，且不受外力影响时，如需手动调整「速度前馈增益」，请选择此项。
与定位控制 3 相比，定位整定时间可能会减少。
使用标准位置控制时，可手动调整「速度前馈增益」。
当使用模型跟随（抑振）控制时，可手动调整「模型速度前馈增益」
 - ◆ 05: Trajectory1 轨迹控制 1
当使用单轴或每个轴的响应不同时，请选择此项。
 - ◆ 06: Trajectory2 轨迹 2（KP，FFGN 手动设置）
多轴控制下每个轴的响应相同时请选择此项，手动调整「位置环比例增益 1」，「速度前馈增益」。
- ✓ 「定位控制 (Positioning)」是一种不考虑当前位置和目标位置间的轨迹，从当前位置抵达目标位置的控制方法。当需要使用 PTP (Point to Point) 定位时选择使用。
- ✓ 「轨迹控制 (Trajectory)」是一种在考虑当前位置和目前位置间的轨迹的同时，从当前位置抵达目标位置的控制方法。加工作业等需要根据位置指令控制轨迹时选择使用。

■ 「自动调谐响应性」

请在「调谐模式」中选择「00: AutoTun 自动调谐」及「01: AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐 [JRAT 手动设置]」时设置。

设置值越大，响应性越高。请结合设备的刚性进行设置。

当在「调谐模式」中选择了「02: ManualTun 手动调谐」时，此功能无效。

■ 「自动保存自动调谐参数」

从自动调谐的结果中获取的「负载惯量比」，每 30 分钟自动保存在「负载惯量比 1」中。

使用自动调谐时，此项选择值有效。

当在「调谐模式」中选择了「01: AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐 [JRAT 手动设置]」时，此功能无效。

6.5.2 执行自动调谐时自动调整参数

自动调谐模式下自动调整的参数如下所示。

自动调整的参数，即使改变了设置值，也不会反映出来。

但，一些参数可以根据「调谐模式」及「自动调谐特性」的选择值进行手动调整。

■ 标准位置控制中，以下参数会自动调整。

Group	ID	符号	名称	备注	支持类型	
					Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
1	02	2005-01: KP1	位置环比例增益 1	注 1)	✓	✓
	06	2008-01: FFGN	速度前馈增益	注 1), 注 2)	✓	✓
	12	200B-01: KVP1	速度环比例增益 1		✓	✓
	13	200C-01: TVI1	速度环积分时间常数 1		✓	✓
	14	200D-01: JRAT1	负载惯量比 1	注 3)	✓	✓
	1C	200F-01: AFBK	加速度反馈增益		✓	✓
	1E	2011-01: TCFIL1	转矩指令滤波器 1		✓	✓
2	30	2007-00: TRCPGN	高跟随控制位置补偿增益		✓	✓
	31	200E-00: TRCVGN	高跟随控制速度补偿增益		✓	✓
4	22	2021-00: LOWV	低速范围	注 4)	✓	✓
6	19	20F8-0B: PLPCON	位置环比例控制切换功能		✓	✓
	1C	20F8-08: VLPCON	速度环比例控制切换功能		✓	✓

注 1) 当在「自动调谐特性」中选择「06: Trajectory2 轨迹控制 2(KP, FFGN 手动设置)」时，可进行手动设置。

注 2) 当在「自动调谐特性」中选择「02: Positioning3 定位控制 3(用于高响应, FFGN 手动设置)」，或「04: Positioning5 定位控制 5(用于高响应, 仅限水平轴, FFGN 手动设置)」时，可进行手动设置。

注 3) 当在「自动调谐模式」中选择「01: AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐 [JRAT 手动设置]」时，可进行手动设置。

注 4) 当在「自动调谐特性」中选择「00: Positioning1 定位控制 1(通用)」,「01: Positioning2 定位控制 2(用于高响应)」,「02: Positioning3 定位控制 3(用于高响应, FFGN 手动设置)」,「05: Trajectory1 轨迹控制 1」或「06: Trajectory2 轨迹控制 2(KP, FFGN 手动设置)」时，可进行手动设置。

■ 模型跟随控制中，以下参数会自动调整。

Group	ID	符号	名称	备注	支持类型	
					Ether-CAT	模拟量 / 脉冲
1	02	2005-01: KP1	位置环比例增益 1	注 1)	✓	✓
	12	200B-01: KVP1	速度环比例增益 1		✓	✓
	13	200C-01: TVI1	速度环积分时间常数 1		✓	✓
	14	200D-01: JRAT1	负载惯量比 1	注 3)	✓	✓
	1C	200F-01: AFBK	加速度反馈增益		✓	✓
	1E	2011-01: TCFIL1	转矩指令滤波器 1		✓	✓
2	10	2017-01: KM1	模型控制增益 $\times 1$		✓	✓
	15	2068-02: MFFGN	模型速度前馈增益	注 1), 注 2)	✓	✓
	30	2007-00: TRCPGN	高跟随控制位置补偿增益		✓	✓
	31	200E-00: TRCVGN	高跟随控制速度补偿增益		✓	✓
4	22	2021-00: LOWV	低速范围	注 4)	✓	✓
6	19	20F8-0B: PLPCON	位置环比例控制切换功能		✓	✓
	1C	20F8-08: VLPCON	速度环比例控制切换功能		✓	✓

注 1) 当在「自动调谐特性」中选择「06: Trajectory2 轨迹控制 2(KP, FFGN 手动设置)」时，可进行手动设置。

注 2) 当在「自动调谐特性」中选择「02: Positioning3 定位控制 3(用于高响应, FFGN 手动设置)」或「04: Positioning5 定位控制 5(用于高响应, 仅限水平轴, FFGN 手动设置)」时，可进行手动设置。

注 3) 当在「自动调谐模式」中选择「01: AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐 [JRAT 手动设置]」时，可进行手动设置。

注 4) 当在「自动调谐特性」中选择「00: Positioning1 定位控制 1(通用)」, 「01: Positioning2 定位控制 2(用于高响应)」, 「02: Positioning3 定位控制 3(用于高响应, FFGN 手动设置)」, 「05: Trajectory1 轨迹控制 1」, 或「06: Trajectory2 轨迹控制 2(KP, FFGN 手动设置)」时，可进行手动设置。

6.5.3 在自动调谐运行中可以调整的主要参数

■ 自动调谐模式下可调整的主要参数如下所示。

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				EtherCAT	模拟量/脉冲
1	00	2003-00: PCSMT	位置指令平滑时间常数	✓	✓
	01	2004-00: PCFIL	位置指令滤波器	✓	✓
	07	2008-02: FFFIL	速度前馈滤波器	✓	✓
	10	2009-00: VCFIL	速度指令滤波器	✓	✓
	11	200A-00: VDFIL	速度检测滤波器	✓	✓
	19	2064-01: TFFK	转矩前馈增益	✓	✓
	1A	2064-02: TFFAVE	转矩前馈平均化	✓	✓
	1B	2064-03: TFFOUT	转矩前馈输出位置选择	✓	✓
	1F	202B00: TCFILOR	转矩指令滤波器阶数	✓	✓
	20	2014-01: TCNFILA	转矩指令陷波滤波器 A	✓	✓
	21	2014-02: TCNFILB	转矩指令陷波滤波器 B	✓	✓
	22	2014-03: TCNFILC	转矩指令陷波滤波器 C	✓	✓
	23	2014-04: TCNFILD	转矩指令陷波滤波器 D	✓	✓
	24	2014-05: TCNFIE	转矩指令陷波滤波器 E	✓	✓
	25	2014-06: TCNFILF	转矩指令陷波滤波器 F	✓	✓
	26	2014-07: TCNFILG	转矩指令陷波滤波器 G	✓	✓
	27	2014-08: TCNFILH	转矩指令陷波滤波器 H	✓	✓
	30	202D-01: TCNFPA	转矩指令陷波滤波器 A 低频相位延迟改善	✓	✓
	31	202D-02: TCNFDB	转矩指令陷波滤波器 B 深度选择	✓	✓
	32	202D-03: TCNFDC	转矩指令陷波滤波器 C 深度选择	✓	✓
	33	202D-04: TCNFDD	转矩指令陷波滤波器 D 深度选择	✓	✓
	34	202D-05: TCNFDE	转矩指令陷波滤波器 E 深度选择	✓	✓
	35	202D-06: TCNFDF	转矩指令陷波滤波器 F 深度选择	✓	✓
	36	202D-07: TCNFDG	转矩指令陷波滤波器 G 深度选择	✓	✓
	37	202D-08: TCNFDH	转矩指令陷波滤波器 H 深度选择	✓	✓
	38	205D-02: TCNFWB	转矩指令陷波滤波器 B 宽度选择	✓	✓
	39	205D-03: TCNFWC	转矩指令陷波滤波器 C 宽度选择	✓	✓
	3A	205D-04: TCNFWD	转矩指令陷波滤波器 D 宽度选择	✓	✓
	3B	205D-05: TCNFW E	转矩指令陷波滤波器 E 宽度选择	✓	✓
	3C	205D-06: TCNFWF	转矩指令陷波滤波器 F 宽度选择	✓	✓
	3D	205D-07: TCNFWG	转矩指令陷波滤波器 G 宽度选择	✓	✓
	3E	205D-08: TCNFWH	转矩指令陷波滤波器 H 宽度选择	✓	✓
	40	2013-00: VCNFIL	速度指令陷波滤波器	✓	✓

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				EtherCAT	模拟量/脉冲
2	20	2012-01: SUPFRQA1	FF 抑振频率 A1	✓	✓
	21	202C-00: SUPLVA	FF 抑振控制级别选择 A	✓	✓
	22	2012-05: SUPCRB	FF 抑振控制特性选择 B	✓	✓
	23	2012-06: SUPFRQB1	FF 抑振频率 B1	✓	✓
	50	2067-01: CPVSFQ	CP 抑振控制频率	✓	✓
	51	2067-02: CPVSLV	CP 抑振控制级别	✓	✓
	52	2067-03: CPVSSH	CP 抑振控制特性选择	✓	✓
3	08	2012-02: SUPFRQA2	FF 抑振频率 A2	✓	✓
	09	2012-03: SUPFRQA3	FF 抑振频率 A3	✓	✓
	0A	2012-04: SUPFRQA4	FF 抑振频率 A4	✓	✓
	0B	2012-07: SUPFRQB2	FF 抑振频率 B2	✓	✓
	0C	2012-08: SUPFRQB3	FF 抑振频率 B3	✓	✓
	0D	2012-09: SUPFRQB4	FF 抑振频率 B4	✓	✓
9	1E	2051-02: FBHPLS	微振动抑制脉冲修正	✓	✓
	1F	2051-03: FBHTIM	微振动抑制脉冲修正次数	✓	✓
	24	2066-01: DFBCG	双重位置反馈增益	✓	✓
	25	2066-02: DFBFIL	双重位置反馈滤波器	✓	✓
	74	20BA-00: VOVSdT	速度环积分衰减时间常数(用于抑制过冲)	✓	—

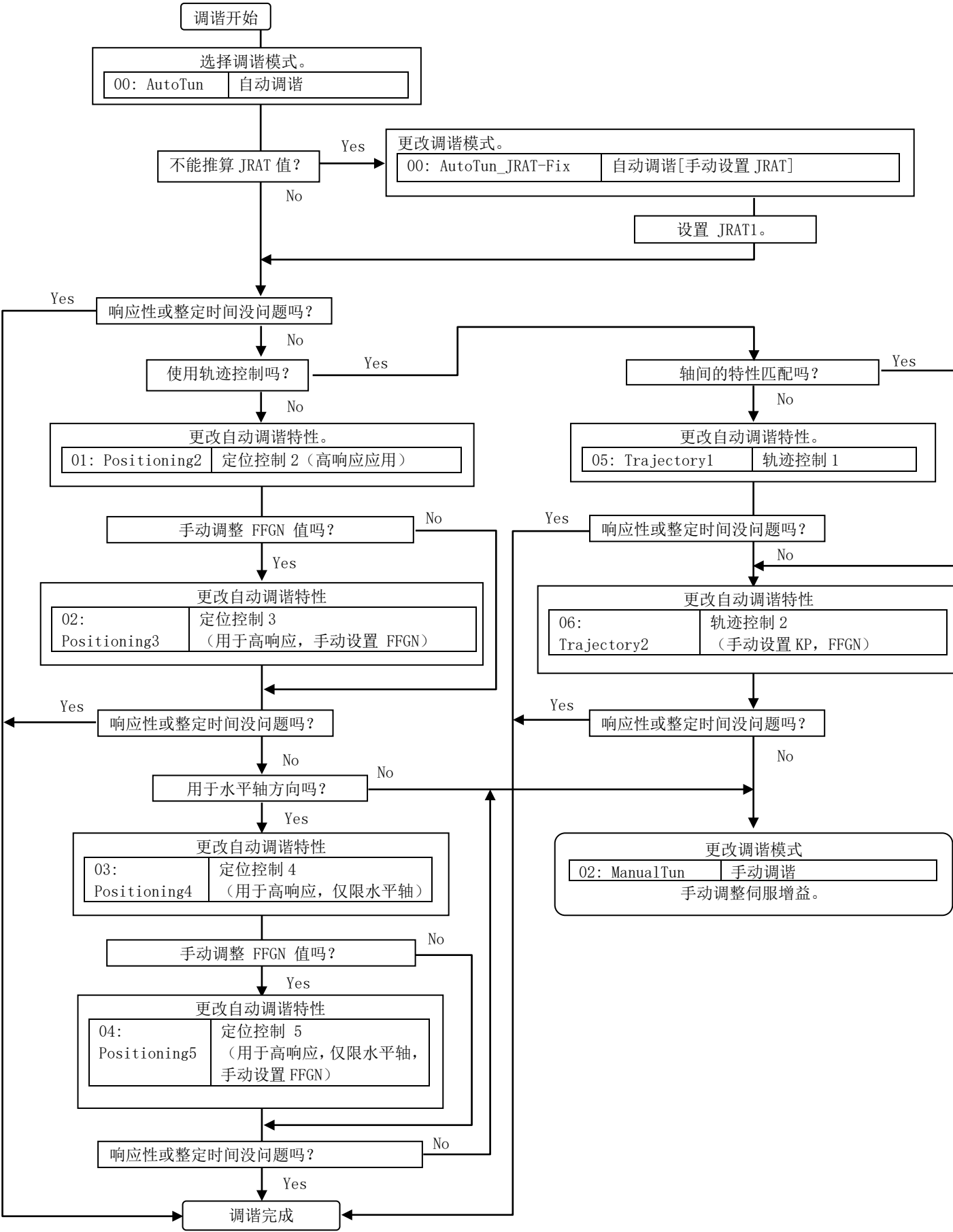
6.5.4 自动调谐模式下不能使用的功能

■ 自动调谐模式下不能使用的功能如下所示。

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 /脉冲
1	1C	200F-01: AFBK	加速度反馈增益	✓	✓
2	30	2007-00: TRCPGN	高跟随控制位置补偿增益	✓	✓
	31	200E-00: TRCVGN	高跟随控制速度补偿增益	✓	✓
	13	2019-01: ANRFRQ1	模型控制反共振频率 1	✓	✓
	07	201A-01: RESFRQ1	模型控制共振频率 1	✓	✓
4	22	2021-00: LOWV	低速范围	✓	✓
6	13	20B0-01: GC1	增益切换条件 1	✓	✓
	14	20B0-02: GC2	增益切换条件 2	✓	✓
	19	20F8-0B: PLPCON	位置环比比例控制切换功能	✓	✓
	1C	20F8-08: VLPCON	速度环比比例控制切换功能	✓	✓
	33	20F8-0C: OBS	扰动观测功能	✓	✓
	34	SYNCEN	轴间同步补偿功能	✓	✓
	35	2035-0B: SYNPCNEN	轴间同步补偿比例控制切换功能	✓	✓

- ✓ 「扰动观测」不可和自动调谐同时使用。使用自动调谐时，请将「扰动观测功能」设置为「无效」。
- ✓ 仅在「调谐模式」中选择「01: AutoTun_JRAT-Fix（自动调谐[JRAT 手动设置]）」时可使用「轴间同步补偿功能」和「轴间同步补偿比例控制切换功能」。在「调谐模式」中选择「00: AutoTun（自动调谐）」时，请将「轴间同步补偿功能[SYNCEN]」及「轴间同步补偿比例控制切换功能」设置为「无效」。
- ✓ 仅在「自动调谐特性」中选择「00: Positioning1 定位控制 1(通用)」，「01: Positioning2 定位控制 2(高响应应用)」，「02: Positioning3 定位控制 3(用于高响应, FFGN 手动设置)」，「05: Trajectory1 轨迹控制 1」或「06: Trajectory2 轨迹控制 2(KP, FFGN 手动设置)」时可使用「低速范围」。
- ✓ 仅在「调谐模式」中选择「01: AutoTun_JRAT-Fix（自动调谐[JRAT 手动设置]）」时可使用「模型跟随抑振控制」。在「调谐模式」中选择「01: AutoTun（自动调谐）」时，请在「位置控制选择」中选择「00: Standard（标准位置控制）」或「01: Model1（模型跟随控制）」。

6.5.5 自动调谐特性的选择



6.5.6 自动调谐的调整方法

顺序 1	通过伺服驱动器实时推算负载惯量比，自动调整伺服增益时，在「调谐模式」中选择「00: AutoTun 自动调谐」。根据「负载惯量比 1」手动设置的值自动调整最佳伺服增益时，在「调谐模式」中选择「01: AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐[手动设置 JRAT]」。
顺序 2	设置「调谐模式」后，选择与机器或设备相匹配的「自动调谐特性」。
顺序 3	- 随后发指令使伺服电机转动，结合设备的刚性调整「自动调谐响应性」。 ◆ 首先将「自动调谐响应性」设置较低的值，然后由上位设备发出指令使设备运转 10-20 次左右。 ◆ 设备运转后如果感觉响应性较低，定位整定时间较慢时，可以逐步提高「自动调谐响应性」来操作设备，并尝试改善响应性或整定时间。 ◆ 如果提高「自动调谐响应性」时设备发生振动，请稍微降低「自动调谐响应性」的设置值。 ✓ 机械产生振动时，可以通过设置陷波滤波器来抑制共振。使用「6.7.2 自动陷波滤波器调谐功能」设置抑制设备共振的滤波器频率。 ✓ 机械产生振动时，可以通过设置 FF 抑振频率来抑制共振。使用「6.11.3 自动 FF 抑振频率调谐」设置抑制设备振动的滤波器频率。 ✓ 以上的调谐方法也适用于「01: _AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐 [手动设置 JRAT]」模式。

6.5.7 伺服增益调整参数的监视

使用自动调谐时，自动调整的参数可通过「数字操作面板」，「设置软件」进行监视。数字操作面板的操作方法请参考 1. 导入篇」中的「数字操作面板」进行确认。

ID	符号	名称	支持类型	
			Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
50	JRAT MON	负载惯量比监视	✓	✓
51	MKP MON	模型控制增益监视	✓	✓
52	KP MON	位置环比例增益监视	✓	✓
54	KVP MON	速度环比例增益监视	✓	✓
55	TVI MON	速度环积分时间常数监视	✓	✓
56	TCFIL MON	转矩指令滤波器监视	✓	✓

6.5.8 使用自动调谐结果的手动调谐方法

进行手动调谐时，可将自动调谐的结果一并保存使用。

「数字操作面板」的操作方法请参照「1. 导入篇」的「数字操作面板的操作方法」。

使用「设置软件」时，执行「自动调谐」→「自动调谐结果保存」。

■ 保存的参数

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 /脉冲
1	02	2005-01: KP1	位置环比例增益 1	✓	✓
	06	2008-01: FFGN	速度前馈增益	✓	✓
	12	200B-01: KVP1	速度环比例增益 1	✓	✓
	13	200C-01: TVI1	速度环积分时间常数 1	✓	✓
	14	200D-01: JRAT1	负载惯量比 1	✓	✓
	1C	200F-01: AFBK	加速度反馈增益	✓	✓
	1E	2011-01: TCFIL1	转矩指令滤波器 1	✓	✓
2	10	2017-01: KM1	模型控制增益 1	✓	✓
	15	2068-02: MFFGN	模型速度前馈增益	✓	✓
	30	2007-00: TRCPGN	高跟随控制位置补偿增益	✓	✓
	31	200E-00: TRCVGN	高跟随控制速度补偿增益	✓	✓
4	22	2021-00: LOWV	低速范围	✓	✓
6	19	20F8-0B: PLPCON	位置环比例控制切换功能	✓	✓
	1C	20F8-08: VLPCON	速度环比例控制切换功能	✓	✓

6.6 手动调谐功能

通过高级调谐或自动调谐调整无法满足要求时，可以使用手动调谐模式对所有增益进行手动调整。

■ 设置参数

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
2	01	2002-01: TUNMODE	调谐模式	✓	✓

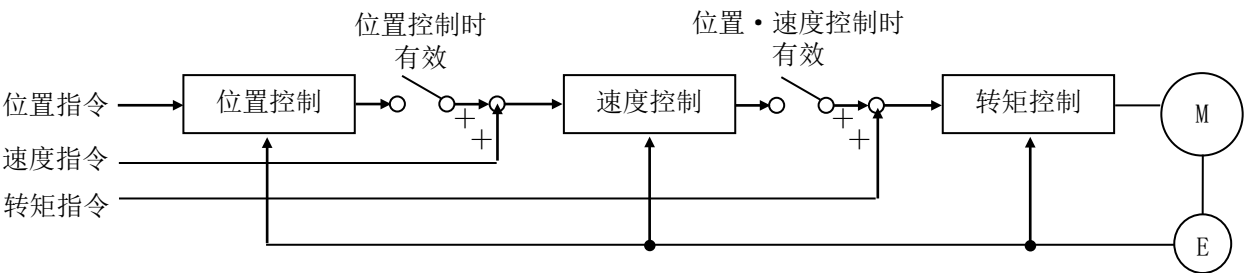
- ◆ 「调谐模式」
请选择「02:ManualTun 手动调谐」。

6.6.1 伺服系统构成和伺服调试参数的说明

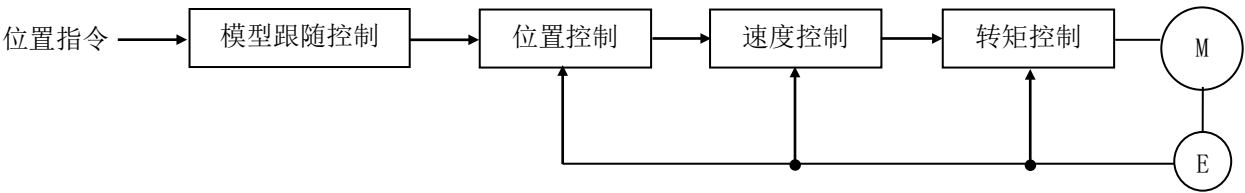
■ 伺服系统的构成

伺服系统由「位置控制，速度控制，转矩控制」构成。
另外，还附加了构成包括机械系统在内的模型控制系统，将位置指令输入到模型控制系统中，进行位置控制，速度控制，转矩控制以追随模型控制系统的「模型追随控制」。

◆ 未使用模型跟踪控制



◆ 使用模型跟踪控制



■ 伺服调整的概要

控制系统的响应性必须与「位置控制<速度控制<扭矩控制」有关。这个关系崩溃的话系统变得不稳定，会产生振动。
请参考「模型跟踪控制≈位置控制」或「模型跟踪控制>位置控制」调整模型跟踪控制的响应性。

■ 伺服调整参数一览表

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 / 脉冲
1	00	2003-00: PCSMT	位置指令平滑时间常数	✓	✓
	01	2004-00: PCFIL	位置指令滤波器	✓	✓
	02	2005-01: KP1	位置环比例增益 1	✓	✓
	06	2008-01: FFGN	速度前馈增益	✓	✓
	07	2008-02: FFFIL	速度前馈滤波器	✓	✓
	12	200B-01: KVP1	位置环比例增益 1	✓	✓
	13	200C-01: TVI1	速度环积分时间常数 1	✓	✓
	14	200D-01: JRAT1	负载惯量比 1	✓	✓
	1E	2011-01: TCFIL1	转矩指令滤波器 1	✓	✓
2	10	2017-01: KM1	模型控制增益 1	✓	✓
	11	2068-01: MZETA	模型控制衰减系数	✓	✓
	1A	2018-00: OSSFIL	过冲抑制滤波器	✓	✓
	30	2007-00: TRCPGN	高跟随控制位置补偿增益	✓	✓
	31	200E-00: TRCVGN	高跟随控制速度补偿增益	✓	✓

◆ 「位置指令平滑时间常数」

将位置指令脉冲平滑处理的滑动平均滤波器。电子齿轮比较大或者位置指令脉冲较粗糙时，可通过设置此参数使位置指令脉冲变平滑。

◆ 「位置指令滤波器」

位置指令分辨率较低时，可设置此参数抑制位置指令中包含的波动成分。设置值越大波动抑制效果越明显，但是延迟也会随之增大。

✓ 「高跟随控制位置补偿增益」设置只要不为 0%，此参数将自动设置。

◆ 「位置环比例增益 1」

设置位置控制的响应性。以 $KP1[1/S]=KVP1[Hz]/4 \cdot 2\pi$ 为基准进行设置。

◆ 「速度前馈增益」

加大此增益，可以提高对位置指令的跟随性。

位置指令在定位控制模式下，基准设置值为 30~40%。

✓ 「高跟随控制位置补偿增益」设置只要不为 0%，此参数将自动设置。

◆ 「速度前馈滤波器」

位置指令分辨率较低时，设置此参数抑制波动成分。

◆ 「高跟随控制位置补偿增益」

在位置指令分辨率高的情况下，如果想提高跟随性，在高跟随控制速度补偿增益调整后，增大此参数可改善跟随性。

◆ 「速度环比例增益 1」

设置速度控制的响应性。在机械系统无振动稳定动作的范围内，尽可能的设高此参数。
「负载惯量比 1」设置正确时，「速度环比例增益 1」的设置值为速度控制的响应带宽。

◆ 「速度环积分时间常数 1」

以 $TVI1[ms]=1000/(KVP1[Hz])$ 为基准进行设置。

◆ 「负载惯量比 1」

通过以下的计算值进行设置。

$$JRAT = \frac{\text{电机轴换算负载惯量比(JL)}}{\text{电机惯量比(JM)}} \times 100\%$$

✓ 关于电机轴换算负载惯性力矩的计算方法，请参阅「2. 伺服电机篇」。

✓ 无制动器伺服电机的电机惯性力矩请使用电机的转子惯性无制动器的值。

关于带制动器的伺服电机的电机惯性力矩，请使用电机的带转子惯性制动器的值。

线性伺服电机的电机惯性力矩请使用电机的可动子质量值。

电机的转子惯性请参阅「2. 伺服电机篇」，电机的可动子质量请参阅「10. 线性伺服电机篇」。

◆ 「高跟随控制速度补偿增益」

通过加大补偿增益可以提高跟随性能。参考定位整定时间缩短状况进行调整。

✓ 使用本功能时请准确设置「负载惯量比 1」。

✓ 动作中使用「速度环比例控制切换功能」时，将此参数设为 0%。

✓ 需要使用 Q 系列伺服驱动器相同性能时，请将此参数设置为 100%。

◆ 「转矩指令滤波器 1」

机械系统刚性较高时，可以通过提高此参数设置值，使「速度环比例增益 1」可以设得更高。
。机械系统刚性较低时，可以通过降低此设置值，抑制高频领域的共振，异音。

-
- ◆ 模型控制增益 1
模型跟随控制位置控制器的比例增益。请以 $KM1 \approx KP1$ 为基准进行调整。
 - ◆ 模型控制衰减系数
调整模型跟随控制的速度比例增益的参数。
系数为 0% 时模型速度比例增益 $= 3 \times KM1$ ，100% 时模型速度比例增益 $= 4 \times KM1$ 。
 - ◆ 过冲抑制滤波器
设置模型跟随控制中抑制过冲的滤波器的截止频率。
位置偏差有过冲时，请降低设置值。

6.6.2 转矩控制的基本手动调谐方法

- 正常的转矩控制不需要进行增益调整。
- 在「带速度限制功能的转矩控制」中，请按照[6.6.3 速度控制的基本手动调谐方法]，调整速度限制状态下的速度控制特性。
- 「转矩指令滤波器 1」在机械系统刚性较高时，通过提高设定值，可将「速度回路比例增益 1」设定得较高。
机械系统的刚性较低时，通过降低设定值可以抑制高频区域的共振和噪音。

6.6.3 速度控制的基本手动调谐方法

- 在无振动稳定动作的情况下，请尽量增大「速度环比例增益 1」的设置值。如发生振动请降低设置值。
- 「速度环积分时间常数 1」以 $TVI[ms]=1000/KVP[Hz]$ 为基准进行设置。
- 请「高跟随控制速度补偿增益」，以缩短定位整定时间。
 - ✓ 使用本功能时，请适当设置「负载惯量比 1」。
 - ✓ 动作中使用「速度回路比例控制切换功能」时，请设定为 0%。
 - ✓ 要相当于 Q 系列伺服驱动器，请设置为 100%。
- ✓ 由于机械系统的共振，增益无法提高或无法得到满意的响应性时，使用转矩指令陷波滤波器抑制共振后再次执行参数调整。

6.6.4 位置控制的基本手动调谐方法

- 「速度环比例增益 1」在无振动稳定动作的情况下，尽可能的提高设置值。如发生振动则降低设置值。
- 「速度环积分时间常数 1」以 $TVI[ms]=1000/KVP[Hz]$ 为基准进行设置。
- 请调整「高跟踪控制速度补偿增益」，以缩短定位调整时间。
 - ✓ 使用本功能时，请适当设置「负载惯性力矩比 1」。
 - ✓ 动作中使用「速度回路比例控制切换功能」时，请设定为 0%。
 - ✓ 要相当于 Q 系列伺服驱动器，请设置为 100%。
- 想使位置指令脉冲平滑时，请调整「位置指令平滑时间常数」。
- 请在位置指令分辨率低的情况下调整「位置指令过滤器」。
 - ✓ 将「高跟踪控制位置补偿增益」设置为 0%以外时，该参数将自动设置。
- 「位置环比例增益 1」以 $KP1[1/s]=KVP1[Hz]/4 \cdot 2\pi$ 为基准进行设置。如发生振动则降低设置值。
- 请将「速度前馈增益」设定为 30~40%左右。
 - ✓ 将「高跟踪控制位置补偿增益」设置为 0%以外时，该参数将自动设置。
- 请在位置指令分辨率低的情况下调整「速度前馈滤波器」。
- 在位置指令分辨率较高的情况下，想要提高跟踪性时，请在调整「高跟踪速度补偿增益」后再调整「高跟踪控制位置补偿增益」。
- ✓ 由于机械系统的共振，增益无法提高或无法得到满意的响应性时，使用转矩指令陷波滤波器抑制共振后再次执行参数调整。

6.6.5 模型跟随控制的手动调谐方法

- 「速度环比例增益 1」在无振动，稳定动作的情况下，尽可能的提高。如发生振动则降低设置值。
- 「速度环积分时间常数 1」请以 $TVI1[ms]=1000/KVP1[Hz]$ 为基准进行设置。
- 「位置环比例增益 1」请， $KP1[1/s]=KVP1[Hz]/4 \cdot 2\pi$ 为基准进行设置。
- 「模型控制增益 1」请以 $KM1 \approx KP1$ 为基准进行设置。
如发生振动则降低设置值。
响应性较低时，请将「模型控制增益 1[KM1]」提高到 1.1~1.2 倍。
- 想要提高响应性时，请在提高 KM 的基础上降低「模型控制衰减系数」的设定值。
- 「过冲抑制过滤器」在位置偏差发生过冲时，请降低设置值。
- ✓ 由于机械系统的共振，增益无法提高或无法得到满意的响应性时，使用转矩指令陷波滤波器抑制共振后再度执行参数调整。

6.7 抑制机械共振的功能

6.7.1 转矩指令滤波器

通过降低设置值，可以抑制高频区域的机械共振和异音。

■ 参数一览

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 / 脉冲
1	1E	2011-01: TCFIL1	转矩指令滤波器 1	✓	✓
	1F	202B00: TCFILOR	转矩指令滤波器阶数	✓	✓

- ◆ 「转矩指令滤波器」
去除转矩指令中包含的高频成分的低通滤波器。设置截止频率。
- ◆ 「转矩指令滤波器阶数」
设置转矩指令滤波器阶数。

■ 使用方法

- ◆ 如果在高频区域内出现机械共振或异常噪音，请设置转矩指令滤波器的阶数并降低截止频率。阶数越高，截止特性越陡峭，截止频率越低，滤波效果越大。但是，如果过度降低截止频率，增益余量和相位余量就会降低，速度控制系统会变得不稳定。如果要在不降低速度控制系统响应的前提下抑制机械共振和异音，请使用转矩指令陷波滤波器。

6.7.2 自动陷波滤波器调谐

陷波滤波器可以抑制机械系统的耦合以及由刚性引起的高频共振。使用「自动陷波滤波器调谐」时，短时间运转伺服电机，便可以简单的检测到机械系统的共振频率。
自动陷波滤波器可检测的范围为 100Hz～1990Hz，设置为「转矩指令陷波滤波器 H」。

■ 参数列表

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 / 脉冲
2	05	2002-07: ANFILTC	自动陷波滤波器调谐转矩指令值	✓	✓
1	27	2014-08: TCNFILH	转矩指令陷波滤波器 H	✓	✓

◆ 自动陷波滤波器调谐转矩指令值

自动陷波滤波器调谐执行时，设置给伺服电机的转矩指令值。

✓ 值越大调谐精度越高，但是机械的动作会变大。请注意使用。

◆ 转矩指令陷波滤波器 H

使用自动陷波滤波器调谐时，调谐结果自动保存在转矩指令陷波滤波器 H 中。

■ 使用方法

- ◆ 模拟量/脉冲列接口通过「设置软件」或「数字操作面板」的「自动调谐模式」执行。
- ◆ EtherCAT 接口通过「设置软件」或 EtherCAT 通讯 0x2002: 自动调谐, Sub-Idx04: 「陷波/FF 振动抑制频率/执行调谐结果保存」进行操作。
- ◆ 设置软件的操作方法请参考「SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE」。数字操作面板的操作方法请参照「1. 导入篇」中的「数字操作面板」。
- ◆ 调谐结果自动保存在「转矩指令陷波滤波器 H」中。

- ◆ 如果使用自动陷波滤波器调谐，机械系统的共振仍无法消除，则可能存在多个共振点。此时，请使用系统分析功能调查机械系统的共振频率，并使用转矩指令陷波滤波器 A, B, C, D, E, F, G 抑制各共振（手动设置）。如果共振无法消除，则有可能是「自动调谐响应性」或「速度环比例增益 1」过高。使用前请降低「自动调谐响应性」或「速度环比例增益 1」

- ✓ 执行自动陷波滤波器时，陷波滤波器的深度使用「转矩指令陷波滤波器 H 深度选择」中设定的值，宽度使用「转矩指令陷波滤波器 H 宽度选择」中设定的值。
- ✓ 转矩指令陷波滤波器功能可与自动调谐一起使用。
- ✓ 自动陷波滤波器调谐期间保持转矩下降。不要在垂直轴上使用它。
- ✓ 自动陷波滤波器调谐期间可能会出现速度 FB 警告，但这不是故障。
- ✓ 使用安装软件强制结束时，或 EtherCAT 中「执行槽口/FF 减振频率/调整结果保存的监控」异常结束时，请提高「转矩限制值」或降低「自动槽口过滤器调整的转矩指令值」后再执行。

6.7.3 自适应陷波滤波器

通过在驱动伺服电机时推算机械系统的共振频率，并反映到控制系统上，对机械振动执行适当的抑振动作。可抑制机械系统共振频率变动引起的共振。

可适应的频率范围为 100 Hz～1000 Hz。

■ 参数列表

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 / 脉冲
2	45	2060-01: ADNFBH	自适应陷波滤波器功能 H	✓	✓
	42	2060-02: ADNFBH	自适应陷波滤波器频率上限 H	✓	✓
	43	2060-03: ADNFBH	自适应陷波滤波器频率下限 H	✓	✓
	47	2060-04: ADNFBH	自适应陷波滤波器 H 自动保存	✓	✓

- ◆ 「自适应陷波滤波器功能 H」
启用或禁用自适应陷波滤波器。
- ◆ 「自适应陷波滤波器频率上限 H」
设置共振频率的上限值。
设置一个高于自适应陷波滤波器频率下限的值。

- ◆ 「自适应陷波滤波器频率下线 H」
设置共振频率的下限值
设置低于自适应陷波滤波器频率上限的值。

- ◆ 「自适应陷波滤波器 H 自动保存」
设置保存自适应陷波滤波器的结果。

■ 使用方法

- ◆ 使用系统分析来测量共振频率。或者，通过自动陷波调谐检测共振频率，设置「转矩指令陷波滤波器 H」。
（系统分析使用方法请参考「SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE」。）
- ◆ 请根据系统分析的结果，并考虑机械系统的共振频率的变动，设置「适用陷波滤波器频率上限 H」和「适用陷波滤波器频率下限 H」的值。在自适应陷波滤波器在设置频率的上限和下限之间动作。
- ◆ 在「适用陷波滤波器功能 H」中选择「一直有效」，启用该功能。
- ◆ 自适应陷波滤波器以「转矩指令陷波滤波器 H」的值作为初始值开始动作。
- ◆ 自适应陷波滤波器的调谐结果每隔 30 分钟自动保存在「转矩指令陷波滤波器 H」中。
- ◆ 如果不想自动保存，请在「自适应陷波滤波器 H 自动保存」中选择「不保存」。
- ✓ 自适应陷波滤波器功能有效时，「转矩指令陷波滤波器 H 的深度选择」和「转矩指令陷波滤波器 H 的宽度选择」固定为 0。
- ✓ 在以下情况下无法正确推算共振频率。请将「自适应陷波滤波器功能 H」设置为无效后使用。
 - ◆ 共振频率为「速度环比比例增益[KVP]」的 3 倍以下时
 - ◆ 共振幅度较小时，或「速度环比比例增益」过低，未表现出共振对伺服电机速度产生影响时
 - ◆ 机械系统存在多个共振时
 - ◆ 位置指令分辨率低时
（处理方法：设置「位置指令平滑时间常数」）
- ✓ 不可与完全同步运转同时使用。

6.8 提高环路增益的功能

6.8.1 速度环相位超前补偿

为进一步提高「速度环比例增益」，补偿对速度控制系统的相位延迟的功能，想通过增加增益余量和相位余量来增加「速度环比例增益」时，使用此功能。

■ 参数列表

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟 / 脉冲
1	12	200B-01: KVP1	速度环比例增益 1	✓	✓
	15	2062-01: VLPHLK	速度环相位超前补偿增益	✓	✓
	16	2062-02: VLPHLF	速度环相位超前补偿频率	✓	✓

- ◆ 「速度环相位超前补偿增益」
设置速度环相位超前补偿的补偿量。

✓ 设置为 0%时，功能无效。

- ◆ 「速度环相位超前补偿频率」
设置速度环相位超前补偿的补偿频率。

■ 使用方法

- ◆ 使用系统分析获取机械的频率特性。（使用系统分析时，请参照「SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE」）
- ◆ 将「速度环相位超前补偿频率」调整为您想要提前相位的频率。大约是「速度环比例增益 1」的 3 倍左右。
- ◆ 增加「速度环相位超前补偿增益」会增加高频范围内的机械共振。「速度环相位超前补偿增益」可以在高频机械共振允许的范围內增加。
- ◆ 「速度环比例增益 1」可以增加到「速度环比例增益 1」附近的增益余量和相位余量允许的值。

✓ 高级调谐中，自动设置参数。

6.8.2 位置环相位超前补偿

该功能对位置控制系统的相位延迟进行补偿，以便进一步提高「位置环增益 1」。想提高「位置环增益 1」时使用。

■ 参数列表

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
1	02	2005-01: KP1	位置环比例增益 1	✓	✓
	04	2062-01: PLPHLK	位置环相位超前补偿增益	✓	✓
	05	2061-02: PLPHLF	位置环相位超前补偿频率	✓	✓

- ◆ 「位置环相位超前补偿增益」
设置位置环相位超前补偿的补偿量。

✓ 设置为 0%时，功能无效。

- ◆ 「位置环相位超前补偿频率」
设置位置环相位超前补偿的补偿频率。

■ 使用方法

- ◆ 将「位置环相位超前补偿频率」调整为您想要提前相位的频率。
大约是「位置环比例增益 1」 ($KP[1/s]/2\pi \times 4[Hz]$) 的 4 倍左右。
- ◆ 增加「位置环相位超前补偿增益」会增加高频范围内的位置增益。「位置环相位超前补偿增益」可以在高频速度指令波允许的范围内增加。
- ◆ 「位置环比例增益 1」可以增加到允许位置过充量的值。
- ◆ 伺服驱动器动作过程中，请勿变更设定值。

□

6.9 抑制外部干扰影响的功能

该功能可抑制施加于伺服电机的外部干扰转矩的影响。

6.9.1 高积分控制

进一步降低「速度环积分时间常数 1」，从而抑制外部干扰对控制系统的影响。补偿速度积分控制系统的相位延迟。

请在需要增加增益余量和相位余量，减小「速度环积分时间常数 1」的情况下使用。

■ 参数列表

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 / 脉冲
1	12	200B-01: KVP1	速度环比例增益 1	✓	✓
	13	200C-01: TVI1	速度环积分时间常数 1	✓	✓
	17	2063-01: HKVIK	高积分控制增益	✓	✓
	18	2063-02: HKVIF	高积分控制频率	✓	✓

- ◆ 高积分控制增益
设置高积分控制的补偿量。

✓ 设置为 0%时，功能无效。

- ◆ 高积分控制频率
设置频率以补偿速度积分控制系统的相位延迟。

■ 使用方法

- ◆ 将「高积分控制频率」调整到想要提前相位的频率。
参考值约为「速度环比例增益 1」的 1 至 2 倍。
 - ◆ 增加「高积分控制增益」会增加高频范围内的机械共振。「高积分控制增益」可以在高频机械共振允许的范围内增加。
 - ◆ 「速度环积分时间常数 1」可以降低到「速度环比例增益 1」附近的增益余量和相位余量可以接受的值。
- ✓ 高积分控制不能与高跟随控制同时使用。使用高积分控制时，将「高跟随控制速度补偿增益」设为 0%。

6.9.2 扰动观测

所谓扰动观测功能，即伺服电机受到外加转矩时，在伺服驱动器内部推算外加转矩，将对外加转矩的补偿加算到转矩指令，从而达到抑制外加转矩影响的功能

■ 系统参数

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量/ 脉冲
6	33	20F8-0C: OBS	扰动观测功能	✓	✓
9	14	2016-01: OBCHA	扰动观测特性	✓	✓
	15	2016-02: OBG	扰动观测补偿增益	✓	✓
	16	2016-03: OBLPF	扰动观测输出低通滤波器	✓	✓
	17	2016-04: OBNFIL	扰动观测输出陷波滤波器	✓	✓
	18	2016-05: OBJLJM	扰动观测负载惯量比	✓	✓
	19	2016-06: OBPGIN	扰动观测比例增益	✓	✓
	1A	2016-07: TESLPF	负载转矩监控低通滤波器	✓	✓
	1B	2016-08: OBLPFT	扰动观测输入低通滤波器	✓	✓

- ◆ 扰动观测功能
为扰动观测功能设置有效条件
- ◆ 扰动观测特性
使用「0: 通过自动设置」时，「观测器比例增益」，「观测器输出低通滤波器」以及「观测器输入低通滤波器」会自动设置。「扰动观测比例增益」和「扰动观测输出低通滤波器」会根据编码器分辨率自动设置。
如需手动设置，请切换至「1: 手动设置」。
- ◆ 扰动观测补偿增益
扰动观测的补偿增益。
- ◆ 扰动观测输出低通滤波器
去除包含在扰动观测补偿中的高频分量的一阶低通滤波器。
「观测特性」为「0: 自动设置」时，无论设置值如何，都将自动设置。
- ◆ 扰动观测输出陷波滤波器
可从扰动观测补偿中去除任意频率分量的陷波滤波器。
- ◆ 扰动观测负载惯量比
扰动观测中使用的扰动观测负载惯量比。

-
- ◆ 扰动观测比例增益
扰动观测比例增益。
扰动观测特性为 0:「自动设置」时，无论设置值如何，都将自动设置。
 - ◆ 负载转矩监控低通滤波器
设置观测输出低通滤波器后的负载转矩监控(推测值) 的一阶低通滤波器的截止频率
 - ◆ 观测输入低通滤波器
一阶低通滤波器，用于除去扰动观测输入中包含的高频分量。
「观测器特性」为「0:自动设置」时，无论设置值如何，都将自动设置。

■ 使用方法

- ◆ 满足「扰动观测功能」中选择的条件时，该功能生效。
例：选择「01: Always_Enable」时，该功能始终有效。
- ◆ 请将「扰动观测特性」调整为「0: 自动设置」。
- ◆ 请勿在初始时就将「扰动观测补偿增益」设置的过大，应慢慢提高设置值。越提高「扰动观测补偿增益」，越能改善抑制外部干扰的特性。但是，设置的过高会产生振动，因此请在不产生振动的前提下使用。
- ◆ 「扰动观测输出陷波滤波器」在调高「扰动观测补偿增益」时，抑制高频区域内的振动。
- ◆ 请根据负载转动惯量比设置「扰动观测负载惯量比」。
- ◆ 对于「负载转矩监控低通滤波器」，如果想要平滑负载转矩监控（推测值），请降低设置值。如果想要提高响应性，请提高设置值。
- ◆ 伺服电机动作过程中，请勿变更设定值。

- ◆ 需要设置成与 RS3 系列以前的机种有同样特性时，请将「扰动观测特性」设置成「1: 手动设置」，并将设置值设置如下。
 - ✓ 设置与 RS3 系列及早期机型相同的「低频干扰抑制」的方法
「扰动观测输出陷波滤波器」，请设置与 RS3 系列及早期机型相同的值。
「扰动观测负载惯量比」 设置为与 Group1 ID14 200D-01: JRAT1「负载惯量比」相同的值。
「扰动观测比例增益」设置为 300Hz。
「负载转矩监视器低通滤波器」设置为 50 Hz。
「扰动观测输入低通滤波器」设置为 550 Hz。
 - ✓ 设置与 RS3 系列及早期机型相同的「中频干扰抑制」的方法
「扰动观测输出陷波滤波器」 设置为 4000 Hz。
「扰动观测负载惯性比」设置为 100%。
「扰动观测比例增益」设置为 300 Hz。
「负载转矩监视器低通滤波器」设置为 50 Hz。
「扰动观测输入低通滤波器」设置为 4000 Hz。
 - ✓ 设置与 RS3 系列及早期机型相同的「高频干扰抑制」的方法
「扰动观测输出陷波滤波器」 设置为 4000 Hz。
「扰动观测负载惯性比」设置为 100%。
「扰动观测比例增益」设置为 900 Hz。
「负载转矩监视器低通滤波器」设置为 50 Hz。
「扰动观测输入低通滤波器」设置为 4000 Hz。

6.9.3 摩擦补偿

通过设置与机械系统的摩擦力相应的参数，对转矩指令进行摩擦补偿。

■ 系统参数

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量/ 脉冲
9	28	205C-01: CLMBFRC	库伦摩擦补偿量	✓	✓
	29	205C-04: CLMBFRV	库伦摩擦速度	✓	✓
	2A	205C-02: VISCFRC	粘性摩擦补偿量	✓	✓

- ◆ 「库伦摩擦补偿量」
设置库伦摩擦的大小。
- ◆ 「库伦摩擦速度」
库伦摩擦设置为恒定转速。
- ◆ 「粘性摩擦补偿量」
设置粘性摩擦的大小。

■ 使用方法

- ◆ 根据机械系统的摩擦特性设置参数。
- ◆ 摩擦补偿过大时，请降低摩擦补偿量。
- ✓ 在高级调谐中，参数根据机械摩擦自动设置。
- ✓ 使用时，请将速度环比例控制切换功能设为无效，速度环积分时间常数设为 1000.0 ms 以外。

6.9.4 重力補償

通过设置与机械的重力相应的参数，对转矩指令进行重力补偿。

■ 系统参数

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量/ 脉冲
9	2B	205C-03: GRVTCMP	重力补偿量	✓	✓

- ◆ 「重力补偿量」
设置换算到电机轴的重力大小。

■ 使用方法

- ◆ 根据换算到电机轴的重力转矩设置参数。
- ◆ 重力补偿过大时，请降低摩擦补偿量。
- ✓ 在高级调谐中，参数根据转换到电机轴的重力转矩自动设置。
- ✓ 请勿在水平轴上使用。
- ✓ 使用时，请将速度回路比例控制切换功能设为无效，速度回路积分时间常数设为 1000.0 ms 以外。

6.10 提高指令响应性的功能

6.10.1 速度前馈补偿

该功能是位置控制时对速度指令进行前馈补偿，提高位置指令响应性的功能。需要通过减少一定速度下累积脉冲来提高轨迹精度，或者缩短定位的整定时间时使用。

■ 系统参数

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量/ 脉冲
1	06	2008-01: FFGN	速度前馈增益	✓	✓
	07	2008-02: FFFIL	速度前馈滤波器	✓	✓

◆ 速度前馈增益

设置速度前馈的补偿量。

- ✓ 设置为 0%时，功能无效。
- ✓ 可在位置控制模式下使用。
- ✓ 速度控制模式和转矩控制模式，模型跟随(抑振)控制模式下，功能无效。
- ✓ 高跟随位置控制补偿增益设置不为 0%时，基于高跟随位置控制补偿增益设置数值。
- ✓ 「自动调谐特性」 设置为「02: Positioning3 定位控制 3」「04: Positioning5 定位控制 5」「06: Trajectory2 轨迹控制 2」时，可与自动调谐同时使用。除此之外都将自动设置。

◆ 速度前馈滤波器

可过滤速度前馈补偿。

■ 使用方法

- ◆ 位置指令分辨率较低时，请设置「速度前馈滤波器」。
- ◆ 「速度前馈增益」越高，位置指令的响应性越好。但是，设置的过高会产生位置偏差振动，因此请在不产生过冲的前提下使用。
- ◆ 伺服电机动作过程中，请勿变更设定值。

6.10.2 转矩前馈补偿

位置控制，速度控制时对转矩指令使用前馈补偿，改善速度指令响应性的功能。需要减小恒定加速度时的速度偏差来提高轨迹精度，或缩短定位的整定时间时使用。

■ 系统参数

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量/ 脉冲
1	19	2064-01: TFFK	转矩前馈增益	✓	✓
	1A	2064-02: TFFAVE	转矩前馈平均化	✓	✓
	1B	2064-03: TFFOUT	转矩前馈输出位置选择	✓	✓

◆ 转矩前馈增益

设置转矩前馈的补偿量。

- ✓ 设置为 0%时，功能无效。
- ✓ 可在位置控制模式和速度控制模式下使用。
- ✓ 位置控制模式下，速度前馈增益设置为 0%时，功能无效。
- ✓ 转矩控制模式下，功能无效。
- ✓ 模型跟随(抑振)控制模式下，功能无效。
- ✓ 「调谐模式」设定为「01:AutoTun_JRAT-Fix 自动调谐[JRA 手动设置]」时，可与自动调谐同时使用。

◆ 转矩前馈平均化

选择转矩前馈输入的平均化次数。

◆ 转矩前馈输出选择

选择转矩前馈补偿量输出的加算点。

■ 使用方法

◆ 请适当设置「负载惯性力矩比」。

位置控制时，请调整「速度前馈增益」后，提高「转矩前馈增益」，改善响应性。

速度控制时，请提高「转矩前馈增益」，改善响应性。

◆ 如果电机发生振动，请设置「转矩前馈平均化」。转矩指令低通滤波器的频率较低时，更改「转矩前馈输出位置选择」确认效果。

6.10.3 模型跟随控制功能

模型跟随控制是指在伺服驱动器内部构建包含了机械系统的模型控制系统，应用时追随模型控制系统驱动实际使用的伺服电机，提高指令响应性的控制方式。

■ 系统参数

System	ID	符号	内容	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量/ 脉冲
1	06	CNTTYPSEL	控制模式选择		✓
	30	6060-00: OPEMODE	操作模式	✓	
	07	20F3-01: PCNTSEL	位置控制选择	✓	✓

- ◆ 控制模式选择
选择「02: Position 定位控制」
- ◆ 操作模式
请选择「8: CSP 周期同步位置模式」或「1: PP 行规位置模式」
- ◆ 位置控制选择
选择「01: Model1 模型跟随控制」
 - ✓ 速度控制模式或转矩控制模式状态时，不可使用模型跟随控制。
 - ✓ 模型跟随控制可以和自动调谐同时使用。
 - ✓ 模型跟随控制可以和全闭环控制同时使用。。

■ 使用方法

- ◆ 和自动调谐同时使用，请参照「6.5.6 自动调谐的调试方法」。
 - ◆ 不与自动调谐同时使用，手动设置参数时，请参照「6.6.5 模型跟随控制的手动调谐方法」
- ✓ 高级调谐的 PTP 定位调谐会自动设置参数。

6. 10. 4 模型速度前馈补偿

进行模型位置控制时，以模型速度指令来前馈补偿，从而改善对位置指令的响应性的功能。此功能在减小恒定速度时的积存脉冲来提高轨迹精度，或者缩短定位的整定时间的情况下使用。

■ 参数一览

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
2	15	2068-02: MFFGN	模型速度前馈增益	✓	✓
	17	2068-04: MFFFIL	模型速度前馈滤波器	✓	✓

◆ 「模型速度前馈增益」

设置模型速度前馈的补偿量。

- ✓ 设置为 0% 时，功能无效。
- ✓ 可在模型跟随（抑振）控制模式下使用。
- ✓ 标准位置控制模式和速度控制模式，转矩控制模式下功能无效。
- ✓ 把「自动调谐特性」设置为「02: Positioning3 定位控制 3」「04: Positioning5 定位控制 5」「06: Trajectory2 轨迹控制 2」时，可与自动调谐同时使用。除此之外都将自动设置。

◆ 「模型速度前馈滤波器」

可以过滤模型速度前馈补偿。

■ 使用方法

◆ 位置指令分辨率低时，请设置「模型速度前馈滤波器」。

◆ 使用「模型速度前馈增益」来改善对位置指令的响应性。

但是增益过高位置偏差会产生过冲，请在允许的过冲量范围内调整「模型速度前馈增益」。

- ✓ 高级调谐的 PTP 定位调谐会自动设置参数。

6.10.5 模型转矩前馈补偿

进行模型位置控制时，以模型转矩指令来前馈补偿，从而改善对模型速度指令的响应性的功能。此功能在缩小一定加速度下的速度偏差，提高轨迹精度，或者缩短定位的整定时间的情况下使用。

■ 参数一览

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟量 / 脉冲
2	16	205A-01: MTFFGN	模型转矩前馈增益	✓	✓

◆ 「模型转矩前馈增益」

设置模型转矩前馈的补偿量。

- ✓ 设置为 0% 时，功能无效。
- ✓ 模型跟随（抑振）控制模式下可用。但是「模型速度前馈增益」为 0% 时，功能无效。
- ✓ 标准位置控制模式和速度控制模式，转矩控制模式下功能无效。
- ✓ 把「自动调谐特性」设置为「00: Positioning1 定位控制 1（通用）」以外时，可与自动调谐同时使用。

■ 使用方法

◆ 请适当设置「负载惯性力矩比」。

通过调整「模型速度前馈增益」后，提高「模型转矩前馈增益」来改善响应性。

- ✓ 高级调谐的 PTP 定位调谐会自动设置参数。

6.10.6 反馈控制和模型跟随（抑振）控制的切换

反馈控制和模型跟随（抑振）控制之间实时切换的功能。用模型跟随（抑振）控制进行高速定位，或者用反馈控制进行加工的轨迹控制时使用。

■ 参数一览

System	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether- CAT	模拟 / 脉冲
1	06	CNTTYPSEL	控制模式选择		✓
	30	6060-00: OPEMODE	操作模式	✓	
	07	20F3-01: PCNTSEL	位置控制选择	✓	✓
6	0A	206A-01: MODEL	模型跟随（抑振）控制 标准位置控制切换功能	✓	✓

◆ 「控制模式选择」

请选择「02: Position 位置控制模式」。

◆ 「操作模式」

请选择「8: CSP 周期同步位置模式」。

◆ 「位置控制选择」

请选择「03: Model13 模型跟随控制 / 标准位置控制切换功能」或者「04: Model14 模型跟随（抑振）控制 / 标准位置控制切换功能」。

- ✓ 速度控制模式和转矩控制模式下，模型跟随控制无法使用。
- ✓ 模型跟随控制可与自动调谐功能同时使用。
- ✓ 模型跟随控制，模型跟随抑振控制可与全闭环控制功能同时使用。

◆ 「模型跟随（抑振）控制/标准位置控制切换功能」

选择将模型跟随（抑振）控制设置为有效的条件。

- ✓ 功能生效时，控制模式为模型跟随（抑振）控制。
- ✓ 「位置控制选择」为「03: Model13 模型跟随控制/标准位置控制切换」，或者「04: Model14 模型跟随（抑振）控制/标准位置控制切换」时，设置值生效。
- ✓ 伺服电机工作时，请不要进行模型跟随（抑振）控制/标准位置控制的切换。在伺服电机工作时切换模式可能引起「模型跟随（抑振）控制异常（AL.C5）」的警报。

■ 使用方法

- ◆ 满足「模型跟随（抑振）控制 / 标准位置控制切换功能」中所选条件时，功能生效。

6.11 抑振功能

6.11.1 位置指令滤波器

通过抑制位置指令的急剧变化，来抑制机械振动的功能。

■ 参数一览

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
1	01	2004-00: PCFIL	位置指令滤波器	✓	✓

◆ 「位置指令滤波器」

抑制位置指令急剧变化的一阶低通滤波器。设置时间常数。

■ 使用方法

位置指令分辨率低或机器有振动时，请提高设置值。但是如果时间常数过高，对位置指令的响应也会下降。使用前馈抑振控制和模型跟随抑振控制，可在不降低位置控制响应性的同时达到抑振效果。

- ✓ 请注意，伺服电机动作中一旦变更参数可能会出现转矩变动。

6.11.2 前馈抑振控制

通过去除包含位置指令的振动成分，来抑制机械振动的功能。

■ 参数一览

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
2	20	2012-01: SUPFRQA1	FF 抑振频率 A1	✓	✓
	21	202C-00: SUPLVA	FF 抑振控制等级选择 A	✓	✓
	22	2012-05: SUPCRB	FF 抑振控制特性选择 B	✓	✓
	23	2012-06: SUPFRQB1	FF 抑振频率 B1	✓	✓
3	08	2012-02: SUPFRQA2	FF 抑振频率 A2	✓	✓
	09	2012-03: SUPFRQA3	FF 抑振频率 A3	✓	✓
	0A	2012-04: SUPFRQA4	FF 抑振频率 A4	✓	✓
	0B	2012-07: SUPFRQB2	FF 抑振频率 B2	✓	✓
	0C	2012-08: SUPFRQB3	FF 抑振频率 B3	✓	✓
	0D	2012-09: SUPFRQB4	FF 抑振频率 B4	✓	✓
6	15	2010-01: SUPFSELA1	FF 抑振频率选择输入 A1	✓	✓
	16	2010-02: SUPFSELA2	FF 抑振频率选择输入 A2	✓	✓
	17	2010-03: SUPFSELB1	FF 抑振频率选择输入 B1	✓	✓
	18	2010-04: SUPFSELB2	FF 抑振频率选择输入 B2	✓	✓

◆ 「FF 抑振频率」
设置希望用 FF 抑振控制功能来抑制机械振动的频率。

◆ 「FF 抑振控制等级选择 A」
设置 FF 抑振控制效果大小的参数。

◆ 「FF 抑振控制特性选择 B」
调整振动抑制控制频率范围的参数。

◆ 「FF 抑振频率选择输入」
切换 4 种 FF 抑振频率的参数。

✓ 请注意，伺服电机动作中一旦变更参数可能会出现转矩变动。

✓ 切换抑振频率时，FF 抑振控制功能内部累计的位置指令脉冲输出完成后，切换的频率才会生效。

■ 使用方法

- ◆ 请使用系统分析或自动 FF 减振频率调整来检查机械的振动频率。或者可以根据定位时机器的振动周期来测量频率。（使用系统分析时，请参考「SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE」。）
（使用自动 FF 减振频率调整时，请参阅「6. 11. 3 自动 FF 减振频率调谐」。）
- ◆ 振动频率只有 1 个时，请使用 FF 抑振控制 A 或 FF 抑振控制 B。（通过执行「自动 FF 振动频率调谐」，可设置「FF 抑振控制 A1」的振动频率。）
- ◆ 振动频率有 2 个时，频率较低的使用「FF 抑振控制 A1」，频率较高的使用「FF 抑振控制 B1」设置振动频率。
- ◆ 机械振动频率变化时，可以给「FF 抑振控制 A1」，「FF 抑振控制 A2」，「FF 抑振控制 A3」，「FF 抑振控制 A4」分别设置振动频率，通过「FF 抑振频率选择输入」来切换使用。另外，「FF 抑振频率 B1」，「FF 抑振频率 B2」，「FF 抑振频率 B3」，「FF 抑振频率 B4」用法相同。
- ◆ 希望降低位置指令的延迟时，请调高「FF 抑振控制等级选择 A」的值，或者将「FF 抑振控制特性选择 AB」的值设为「01」。但是抑振效果会下降。
- ✓ 用以上方法也无法抑制机械振动的话，可能是因为「位置环比例增益」和「速度环比例增益」过高。这种情况下请调低「位置环比例增益」和「速度环比例增益」。
- ✓ 高级调谐下自动设置参数。
- ✓ FF 减振控制功能可与自动调谐同时使用。

6.11.3 自动 FF 减振频率调谐

通过短时间运行伺服电机来估测机械振动频率，自动设置前馈抑振的参数。

■ 参数一览

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
2	06	2002-08: ASUPTC	自动 FF 抑振频率调谐的转矩指令值	✓	✓
	07	2002-09: ASUPFC	自动 FF 抑振频率调谐的摩擦转矩补偿量	✓	✓
	20	2012-01: SUPFRQA1	FF 抑振频率 A1	✓	✓

◆ 「自动 FF 抑振频率调谐的转矩指令值」

执行自动 FF 抑振频率调谐时，设置对伺服电机发出的转矩指令值。

✓ 请注意值越大调谐精度越高，但机械振动也会变大。

◆ 「自动 FF 抑振频率调谐的摩擦转矩补偿量」

执行自动 FF 抑振频率调谐时，设置对伺服电机发出的转矩指令的加算摩擦转矩补偿量。设置值越接近实际的摩擦转矩，FF 抑振频率调谐的精度越高。

◆ 「FF 抑振频率 A1」

自动 FF 抑振频率调谐自动保存的参数。

■ 使用方法

◆ 模拟量 / 脉冲接口通过「设置软件」或者「数字操作面板」的「自动调谐模式」执行。

◆ EtherCAT 接口通过「设置软件」或者 EtherCAT 通信的 0x2002: 自动调谐, Sub-Idx04: 「陷波/FF 抑振频率/调谐结果保存的执行」来操作。

-
- ◆ 设置软件的操作方法请参考「SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE」。数字操作面板的操作方法请参考「1. 导入篇」的「数字面板操作方法」。
 - ◆ EtherCAT 的操作方法请参照「8. EtherCAT 通信篇」。
 - ◆ 调谐结果通过「FF 抑振频率 A1」自动保存。
 - ◆ 有关前馈减振控制的详情，请参阅「6. 11. 2 前馈减振控制」。
-
- ✓ 使用串联运行功能时，不能使用本功能。
 - ✓ 执行自动 FF 抑振频率调谐时，保持转矩下降。请勿使用垂直轴。
 - ✓ 自动 FF 抑振频率调谐时，可能会出现速度 FB 警告，这是正常现象。
 - ✓ 执行自动 FF 减振频率调整后，可能会出现位置偏移的情况，请注意。

6.11.4 模型跟随抑振控制

在伺服驱动器内构成包括振动机械系统在内的模型控制系统，以不产生振动的方式高速驱动，通过跟随模型控制系统输出的指令来驱动实际的伺服电机，实现无振动的高速动作的功能。

■ 参数一览表

System	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟/ 脉冲
1	06	CNTTYPSEL	控制模式选择		✓
	30	6060-00: OPEMODE	操作模式	✓	
	07	20F3-01: PCNTSEL	位置控制选择	✓	✓

Group	ID	符号	名称	支持	
				Ether -CAT	模拟/ 脉冲
1	02	2005-01: KP1	位置环比例增益 1	✓	✓
	12	200B-01: KVP1	速度环比例增益 1	✓	✓
	13	200C-01: TVI1	速度环积分时间常数 1	✓	✓
2	13	2019-01: ANRFRQ1	模型控制反共振频率 1	✓	✓
	14	201A-01: RESFRQ1	模型控制共振频率 1	✓	✓
3	10	2017-01: KM1	模型控制增益 1	✓	✓
	11	2068-01: MZETA	模型控制衰减系数	✓	✓
	1A	2018-00: OSSFIL	过冲抑制滤波器	✓	✓

◆ 「控制模式选择」

请选择「02: Position 位置控制型」。

◆ 「操作模式」

请选择其中一个「8: CSP 周期同步位置模式」，「1: PP 配置文件位置模式」，「7: IP 插补位置模式」

◆ 「位置控制选择」

请选择「02: Mode12 模型跟随抑振控制」。

- ✓ 「模型跟随抑振控制」仅在「调谐模式」中选择「01: AutoTun_JRAT-Fix（自动调谐[JRAT 手动设置]）」时才能使用。

-
- ◆ 「模型控制增益 1」
模型跟随控制位置控制器的比例增益。设置模型控制系统的响应。请以 $KM1 \approx KP1$ 为标准进行调整。
 - ◆ 「模型控制衰减系数」
更改模型跟随控制的速度比例增益的参数。
0%时模型跟随控制的速度比例增益= $3 \times KM1$ ，
100% 时，模型跟随控制的速度比例增益 = $4 \times KM1$ 。
 - ◆ 「过冲抑制滤波器」
设置滤波器的截止频率，以抑制模型跟随抑振控制中的过冲。位置偏差发生过冲时，请降低设置值 。
 - ◆ 「模型控制反共振频率 1」
设置用于模型跟随抑振控制的机械模型的反共振频率。
设置值大于模型控制共振频率时，抑振控制无效。
 - ◆ 「模型控制共振频率 1」
设置用于模型跟随抑振控制的机械模型的共振频率。
设置值 500.0 Hz 时，抑振控制无效。
 - ✓ 伺服电机动作中，请勿变更设置值。

■ 在模型跟随抑振控制中，以下参数的设置范围受到限制。

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
1	14	200D-01: JRAT1	负载转动惯量比 1	✓	✓
	1E	2011-01:TCFIL1	转矩指令滤波器 1	✓	✓
2	10	2017-01: KM1	模型控制增益 1	✓	✓

■ 使用方法

- ◆ 首先，在系统参数「位置控制选择」中选择「01: Model1 模型跟随控制」，进行自动调整，调整到最适合机械的伺服增益。有关调谐方法，请参阅「6.5.6 自动调谐调整方法」。
- ◆ 伺服增益调整完成后，执行自动调整结果保存功能后，请将「调整模式」切换为「02: ManualTun 手动调整」。
- ◆ 请在「位置控制选择」中设置为「02: Model2 型号跟踪抑振控制」，设置机械系统的反共振频率及共振频率。事先知道反共振以及共振频率时，请设置其值。反共振以及共振频率不明时，可使用系统分析测量并设置反共振，共振频率。
- ◆ 使用系统分析测量反共振和共振频率时，建议使用系统分析（高精度）进行测量。（系统分析操作方法的，请参阅 SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE。）
- ◆ 伺服电机可动部分的质量相对于机台部分的质量较小时，系统分析可能无法测量反共振，共振频率。此外，使用同步运行时，无法使用系统分析。此时，测量定位时的机械振动周期，通过计算其倒数求出振动频率（模型反共振频率），请将模型共振频率设置为反共振频率的 1.05~1.2 倍左右。
- ◆ 「速度环比例增益 1」在不振动，稳定动作的范围内设置尽可能高的值。发生振动时，降低设置值。
- ◆ 「速度环积分时间常数 1」，请以 $TVI1[ms]=1000/KVP1[Hz]$ 为标准进行设置。

-
- ◆ 「位置环比例增益 1」, 请以 $KP1[1/s]=KVP1[Hz]/4 \cdot 2 \pi$ 为标准进行设置。
 - ◆ 「模型控制增益 1」, 请以 $KM1 \approx KP1$ 标准进行设置。
 - ◆ 响应性低时将「模型控制增益 1」变更为 1.1~1.2 倍的值。
发生振动时, 降低设置值。
 - ◆ 根据机械系统的构成, 可能存在设置的反共振以及共振频率以外的频率的振动。在这种情况下, 通过同时使用 FF 抑振控制, 可以抑制振动。请根据振动周期计算振动频率, 将振动频率设置为「FF 抑振频率 A1」。
 - ◆ 因机械系统的共振等原因无法增大增益, 无法得到满意的响应性时, 请使用转矩指令陷波滤波器, 抑制共振后再执行。
-
- ✓ 高级调谐可自动设置参数。
 - ✓ 自动调整功能只能使用自动调整[J RAT 手动设置]。
 - ✓ 模型跟随抑振控制下也可使用全闭环控制。
 - ✓ 速度控制或转矩控制时, 不能使用「模型跟随 (抑振) 控制」。

6. 11. 5 CP 抑振控制

通过补偿机械的反共振频率下的增益降低，抑制机械振动的功能。

■ 参数一览

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
2	50	2067-01: CPVSFQ	CP 抑振控制频率	✓	✓
	51	2067-02: CPVSLV	CP 抑振控制水平选择	✓	✓
	52	2067-03: CPVSSH	CP 抑振控制特性选择	✓	✓

◆ 「CP 抑振频率」

设置机械的反共振频率。

- ✓ 本功能将在以下任意一种情况下生效。
 - 标准位置控制时
 - 模型跟踪控制/标准位置控制（Model 3）设定且标准位置控制有效时。
 - 设定模型跟踪减振控制/标准位置控制（Model 4）且标准位置控制有效时

◆ 「CP 抑振控制水平」

设置 CP 抑振控制的效果大小的参数。

- ✓ 选择值越大代表 CP 抑振控制的效果越大。

◆ 「CP 抑振控制特性选择」

设置 CP 抑振控制的有效频率范围。

- ✓ 选择值越大 CP 抑振控制的频率范围越小。

■ 使用方法

◆ 使用系统分析测量反共振频率，设置为「CP 抑振频率」。

（系统分析的使用方法，请参照「SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE」。）

也可以根据位置偏差监视的振动计算振动频率，设置为「CP 抑振频率」。

◆ CP 抑振的效果较弱时，可以通过加大「CP 抑振水平选择」的设置值来提升 CP 抑振的效果。

- ✓ 请注意伺服电机动作中一旦变更参数可能会出现转矩变动。

6. 11. 6 微振动抑制

通过补偿速度反馈来抑制微振动的功能。

■ 参数一览表

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
6	30	2051-01: FBHYST	微振动抑制功能	✓	✓
9	1E	2051-02: FBHPLS	微振动抑制脉冲补偿量	✓	✓
	1F	2051-03: FBHTIM	微振动抑制脉冲补偿次数	✓	✓

- ◆ 「微振动抑制功能」
选择微振动抑制功能有效/无效的条件。
- ◆ 「微振动抑制脉冲补偿量」
设置速度反馈的微振动抑制的补偿量。
 - ✓ 微振动抑制脉冲补偿量，请设置为微振动抑制脉冲补偿次数的整数倍。
- ◆ 「微振动抑制脉冲校补偿次数」
设置抑制微振动的次数。
 - ✓ 设置值越大，抑制微振动的的时间越长。
 - ✓ 设置值需小于微振动抑制脉冲补偿量。

■ 使用方法

- ◆ 满足「微振动抑制功能」中选择的条件时，功能有效。
例：选择了「01: Always_Enable」的时候，始终功能有效。
- ◆ 伺服使能中伺服电机停止的状态下，速度反馈中存在微振动时，请使微振动抑制功能有效，设置微振动抑制脉冲补偿量和微振动抑制脉冲补偿次数。
- ◆ 微振动抑制脉冲补偿量，如下述组合例所示，请以微振动抑制脉冲补偿次数的倍数进行设置。未以倍数设置时，实际的微振动抑制脉冲补偿次数偏离设置值。

◆ 微振动抑制脉冲补偿量与微振动抑制脉冲补偿次数组合示例

微振动抑制脉冲补偿量	微振动抑制脉冲补偿次数
10	1
10	10
50	1
50	10
50	50

6.12 换向痕抑制功能

6.12.1 换向痕补偿

关于抑制因机械系统的摩擦等产生的换向痕的功能，说明如下。

■ 参数一览

Group	ID	符号	名称	支持类型	
				Ether -CAT	模拟量 / 脉冲
6	31	2050-01: STC	换向痕补偿功能	✓	✓
9	10	2050-02: STV	换向痕补偿有效速度	✓	✓
	11	2050-03: STHLD	换向痕补偿保持时间	✓	✓
	12	2050-04: STTVI	换向痕补偿速度环积分时常数	✓	✓

◆ 「换向痕补偿功能」

选择换向痕补偿功能有效/无效的条件。

◆ 「换向痕补偿有效速度」

伺服驱动器内部的速度指令小于该设置值时，换向痕补偿起作用。

◆ 「换向痕补偿保持时间」

伺服驱动器内部的速度指令超过换向痕补偿有效速度，在经过该设置时间之前持续换向痕补偿。速度控制响应低时，请增大该时间。

◆ 「换向痕补偿速度环积分时常数」

进行换向痕补偿时，该设置值适用于速度积分控制系统。

■ 使用方法

◆ 满足「换向痕补偿功能」中选择的条件时，功能生效。

例：选择了「01: Always_Enable」，功能生效。

◆ 将「换向痕补偿速度环积分时常数」设置为「速度环积分时常数1」的70%左右，确认换向痕是否变小。

◆ 未发生振动时，可以降低「换向痕补偿速度环积分时常数」。发生振动时，请提高「换向痕补偿速度环积分时常数」的设置值，确保留有不发生振动的余量。

6.13 关于维保

6.13.1 维保内容

在保修期内，如果产品因本公司责任而发生故障或不良，请通过购买的销售渠道或本公司服务部门，免费修理产品。

但是，伴随着产品更换产生的现场重新调试，试运转等不属于本公司责任范围。

6.13.2 维保期

产品的保修期在顾客指定地点交货后 12 个月。

(但是，交货图纸等个别约定的情况除外)。

另外，修理品的保修期为修理位置保修 12 个月。

6.13.3 维保范围

(1) 客户的使用状态，使用方法及使用环境等按照交货图纸，说明书等中记载的条件，注意事项等使用时。

(2) 故障诊断请客户实施。但是，根据客户的要求，本公司可以有偿代为诊断。这种情况下，故障原因在本公司时不收费。

(3) 在保修期内，以下情况下需要进行有偿修理。

- 与提交顾客的交货图纸，说明书等中记载的内容不同的不恰当的保管和处理，疏忽，过失等引起的故障以及因顾客的硬件设计，软件设计引起的故障。
- 客户在本公司不知情的情况下进行产品改造等而引起的故障。
- 本公司产品组装在客户装置中使用时，客户装置符合相应法律规定的安全装置，具备业界普遍认为应具备的功能，结构，安全装置等，就可以避免的故障。
- 通过正常维护，检查，更换说明书等中记载的易损件就可以防止的故障。
- 易损件（电池，冷却风扇，油封，轴承等）的更换。
- 自然灾害(地震，雷电，风灾水灾等)引起的故障。
- 火灾等人为灾害引起的外部原因。
- 其他非本公司责任的情况或顾客认为非本公司责任的故障。

6. 13. 4 停产产品的修理期间

本公司可以有偿修理产品的期限是该产品停产后的 6 年。关于停产，由本公司营业部门进行通知。但是，如果零部件生产停产，生产中不可缺少的设备，刀具等出现故障，则有可能提前停止维修。

6. 13. 5 产品的适用用途和条件

- (1) 在使用本公司伺服系统时，作为使用条件，请确保使用用途为即使万一伺服系统发生故障或不良等情况也不会发生重大事故的用途。且，在发生故障，不良时，备份和故障保护功能在设备外部系统的执行。
- (2) 本公司伺服系统与其他产品组合使用时，请确认顾客应符合的规格及规章制度。另外，还请确认是否适合顾客使用的系统，机器及设备。未确认时，本公司对伺服系统的适用性不承担责任。
- (3) 本公司伺服系统是为一般工业设备使用而设计制作的。不能在车载，船舶等施加振动的环境中使用。以下用途使用时，请向本公司窗口咨询。

- 涉及人命的医疗机构等装置。
- 有可能造成人员伤亡的电车，电梯等。
- 对社会，公共产生重大影响的系统或装置等。
- 航空，航天，核能，电力，海底中转设备等特殊用途。

6. 13. 6 目录・说明书的记载变更

关于目录，说明书等记载的内容，有可能在没有事先通知顾客的情况下进行变更，请事先知晓。

6. 13. 7 责任限制

- (1) 因不能归咎于本公司的事由而产生的损失，本公司不承担责任。
- (2) 由于本公司伺服系统的故障而造成的顾客的机会损失及利润损失，本公司在任何情况下都不承担责任。
- (3) 对于因特殊情况而造成的任何损害，二次损害，事故赔偿或对本公司产品以外的任何损害，本公司概不负责。
- (4) 不承担客户的更换作业，设备的重新调试以及其他业务费用的责任。

6.14 关于购买・服务的咨询

请在通过如下联系方式，进行关于产品的购买咨询和维修服务的咨询。

SANYO DENKI CO., LTD.	3-33-1 Minami-Otsuka, Toshima-ku, Tokyo 170-8451, Japan	https://www.sanyodenki.com/ TEL:+81 3 5927 1020
山洋电气(上海)贸易有限公司	上海市长宁区仙霞路 319 号远东国际广场 A 栋 2106-2110 室	TEL:+86 21 6235 1107
山洋电气贸易(深圳)有限公司	深圳市福田区华富路 1018 号中航中心 11 楼 04B-07 单元	TEL:+86 755 3337 3868
山洋电气贸易(深圳)有限公司 成都分公司	四川省成都市锦江区总府路 2 号时代广场 A 座 21 楼 2105B	TEL:+86 28 8661 6901
山洋电气(天津)贸易有限公司	天津市河西区解放南路 256 号泰达大厦 16 层 AB 室	TEL:+86 22 2320 1186
山洋电气(天津)贸易有限公司 北京分公司	北京市朝阳区东三环南路 98 号高和蓝峰大厦 1 幢 15 层 1807 室	TEL:+86 10 5861 1508

6.15 商标

本使用说明书中记载的公司名称和商品名称分别是各公司的商号，商标或注册商标。

「SANMOTION」是山洋电气株式会社的注册商标。

本使用说明书中所述内容如有变更，恕不另行通知，敬请谅解。

6.16 改定履历

版本	改定年月	变更内容
初版(B)	2022 年 10 月	■ 新建作成
第二版(C)	2023 年 6 月	■ P6-11 修改和添加术语 ■ P6-18 ■ 修改提高指令响应性的功能概要。 ■ P6-19 ■ 抑制振动的功能， ■ 修改抑制换向痕功能的概要。 ■ P6-24 • Gourp1 / ID10 修改为→19。 • 追加注释。 ■ P6-26 ■ 修改自动调谐特性的解说内容。 ■ P6-31 修改 GourP3 / 符号。 ■ P6-32 • GourP 6 / ID27 修改为→1C。 • Group 6 / ID34 / 轴间同步修正功能有效条件 修改为→轴间同步修正功能 • Group 6 / ID35 / 轴间同步修正比例控制切换功能有效条件 修改为→轴间同步修正比例控制切换功能 ■ P6-33 修改流程图。 ■ P6-35 GourP 6 / ID27 修改为→1C。 ■ 6.6.1 追加伺服系统的构成和伺服调整参数的解说 ■ 6.6.2 转矩控制的基本手动调整方法 ■ 6.6.3 追加速度控制的基本手动调谐方法的解说 ■ 6.6.4 追加位置控制的基本手动调谐方法的解说 ■ 6.6.5 追加模型跟踪控制的手动调谐方法的解说 ■ P6-44, 6-45 追加自动陷波过滤器调整的解说 ■ 6.7.3 追加自适应陷波滤波器的解说 ■ P6-50 追加干扰监视程序。 ■ 6.9.3 摩擦补偿 追加注释。 ■ 6.9.4 重力补偿 追加注释。 ■ 6.10.1 速度前馈补偿 修改内容。 ■ 6.10.2 转矩前馈补偿 修改内容。 ■ 6.10.4 模型速度前馈补偿 修改内容。 ■ 6.10.5 模型转矩前馈补偿 修改内容。

用户使用说明书（调整编）

版本	改定年月	变更内容
第二版 (C)	2023 年 6 月	■ 6.11.1 位置指令过滤器 修改内容。 ■ 6.11.2 前馈减振控制 追加注释。 ■ 6.11.2 前馈减振控制 修改内容。 ■ 6.11.3 自动 FF 减振频率调整 修改内容。 ■ P6-66 修改 Group 结构。 ■ 6.11.5 CP 减振控制 修改内容。 ■ P6-73 ・ 微振动抑制功能有效条件修改为→微振动抑制功能 ・ 象限突起补偿功能有效条件修改为→象限突起补偿功能 ■ 全体 统一用语。 ・ 重力轴 → 垂直轴等
第三版 (D)	2023 年 12 月	■ 安全注意事项 内容修正。 ■ 6-17 追加说明。 ■ 6-58, 6-61, 6-67 符号修正 / CNTTYP → CNTTYPSEL ■ 全体 统一用语。 ・ 将 CLMBFRVLE/库仑摩擦有效化速度 → CLMBFRV/库仑摩擦速度
第四版 (E)	2025 年 9 月	■ P6-23, 6-31 追加了参数。
第五版 (F)	2025 年 10 月	■ 安全注意事项 内容修正。
第六版 (G)	2026 年 4 月	■ 安全注意事项 内容修正。 ■ 6.2.2 修正了伺服调谐功能列表的补充名称。
第七版 (H)	2026 年 10 月	■ 安全注意事项 内容修正。



■ECO PRODUCTS 简介

环保产品是指在主体及包装材料方面，与市场现有产品相比环境负荷更小的产品。我们基于产品生命周期中的小型化·轻量化、降低耗电量及减少 CO₂ 排放量等自主评估项目进行评价，符合基础标准的产品认证为环保产品，达到更高标准的产品则认证为环保产品 Plus。

■使用注意事项

若不遵守右边所述注意事项，有可能造成中度伤害，轻伤或财物损失；甚至还有可能造成更严重的后果。请务必遵守！

⚠ 注意

- 在使用本产品之前请务必阅读说明书。
- 在应用于关系到生命的医疗仪器等设备中时，请事先与我公司联系，采取充分的安全措施。
- 在应用于会对社会、公共环境产生严重影响和设备时，请事先与我公司联系。
- 不可在车、船等振动的环境中使用。
- 请不要对设备进行改装、加工。
- 本产品目录中的驱动器仅适用于普通产业，若需要应用于航空、航天、原子能、电力、海底中继设备等特殊用途时，请事先与我公司联系。

※若您对上述内容有不明确或疑问之处，请与我公司联系。

SANYO DENKI CO., LTD.

3-33-1 Minami-Otsuka, Toshima-ku, Tokyo 170-8451, Japan

<https://www.sanyodenki.com/>

TEL: +81 3 5927 1020

FAX: +81 3 5952 1600

山洋电气(上海)贸易有限公司	上海市长宁区仙霞路 319 号远东国际广场 A 栋 2106-2110 室	TEL: +86 21 6235 1107 FAX: +86 21 6278 8289
山洋电气贸易(深圳)有限公司	深圳市福田区华富路 1018 号中航中心 11 楼 04B-07 单元	TEL: +86 755 3337 3868 FAX: +86 755 2583 2321
山洋电气(成都)贸易有限公司	四川省成都市锦江区总府路 2 号时代广场 A 座 2105B	TEL: +86 28 8661 6901 FAX: +86 28 8661 6761
山洋电气(天津)贸易有限公司	天津市河西区解放南路 256 号泰达大厦 16 层 AB 座	TEL: +86 22 2320 1186 FAX: +86 22 2320 1058
山洋电气(天津)贸易有限公司 北京分公司	北京市朝阳区东三环南路 98 号高和蓝峰大厦 1 幢 15 层 1807 室	TEL: +86 10 5861 1508 FAX: +86 10 5861 1008

本使用说明书中记载的公司名称和商品名称分别是各公司的商号、商标或注册商标。

“SANMOTION”是山洋电气株式会社的注册商标。

本使用说明书中所述内容如有变更，恕不另行通知，敬请谅解。