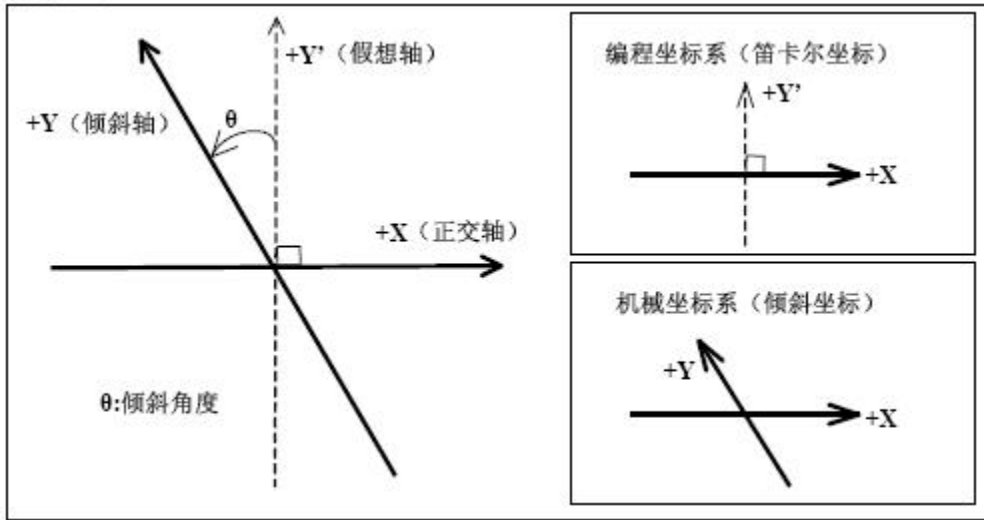


988TD 倾斜轴使用说明

一、倾斜轴详述

一般的，在机床上的空间两轴是正交安装的。斜轴控制是指这样的一种功能，即空间两轴中的某个轴相对于另一轴以 90 度以外的角度进行安装时，各轴的移动量根据倾斜角度以倾斜轴相对于正交轴呈 90 度时相同的方式进行控制。编程时程序是考虑斜轴和正交轴垂直相交而编制的，这时使用的坐标系为笛卡尔坐标系，而实际的移动坐标系称为倾斜坐标系，也认作是机械坐标系。



• 各轴的移动量

如果倾斜轴的移动量为 Y_a ，正交轴的移动量为 X_a ，那么通过下列的运算式进行控制。

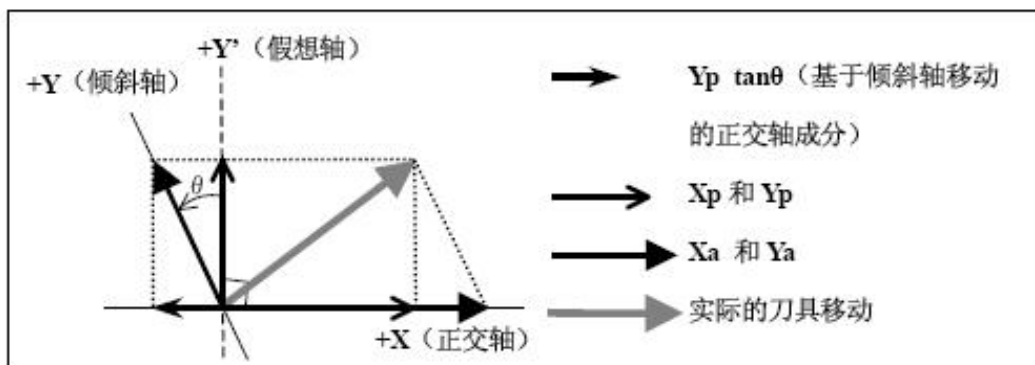
$$Y_a = \frac{Y_p}{\cos \theta}$$

X_a, Y_a 为实际的移动量
 X_p, Y_p 为程序的移动量

关于正交轴，由于倾斜轴的倾斜移动的影响而被补偿，如下式所示。

$$X_a = X_p - C \times Y_p \times \tan \theta$$

系数 C 在正交轴(X)为直径指定时变为 2，半径指定时变为 1。



• 进给速度

Y 轴为倾斜轴，X 轴为正交轴时，为了使切线方向速度为 F_p ，如下所示控制各轴的进给速度。

Y 轴的速度成分如下式所示。

$$F_{ay} = \frac{F_p}{\cos \theta}$$
$$F_{ax} = F_p - F_p \times \tan \theta$$

F_a 为实际的速度
 F_p 为程序的速度

- **绝对位置显示和相对位置显示**
用编程后的笛卡尔坐标系来表示。
- **机械位置显示**
根据倾斜轴用实际移动的机械坐标来表示。

二、使用方法

预先将控制倾斜的倾斜轴和正交轴设定在参数(No.8211)和参数(No.8212)里。但是，其中一个参数被设定为0 时，或者被设定为同一个编号时，或者在控制轴数以外时，如下表所示选择倾斜轴和正交轴

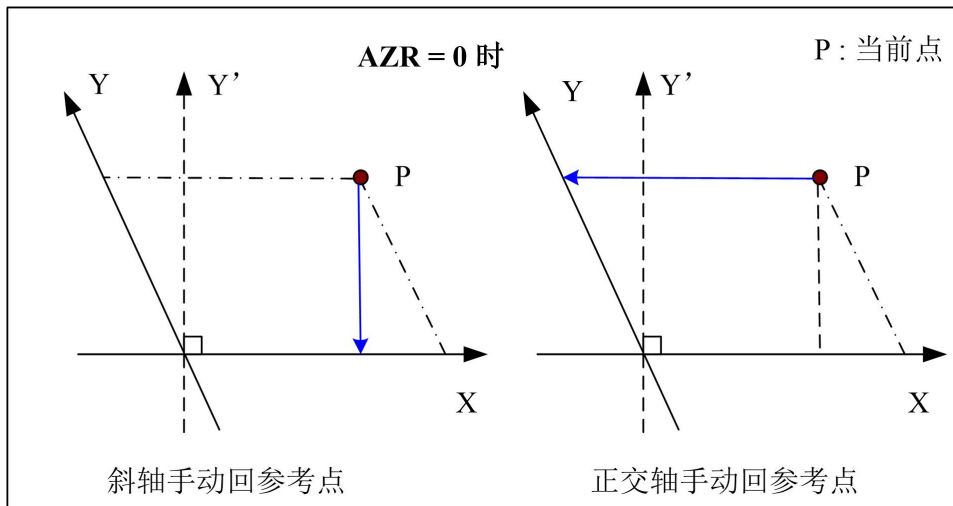
	倾斜轴	正交轴
M 系列	基本 3 轴的 Y 轴（参数(No.1022)被设定为 2 的轴）	基本 3 轴的 Z 轴（参数(No.1022)被设定为 3 的轴）
T 系列	基本 3 轴的 X 轴（参数(No.1022)被设定为 1 的轴）	基本 3 轴的 Z 轴（参数(No.1022)被设定为 3 的轴）

- 可以通过参数 AAC(No.8200#0)使倾斜轴控制有效 / 无效。设定为有效时，按照倾斜角度参数(No.8210)进行控制。
- 沿着倾斜轴执行手动参考点返回操作时，可以通过参数 AZR(No.8200#2)，选择是否通过倾斜轴使正交轴移动。
若是设定为正交轴也动作(AZR=“1”)的情形，可以通过倾斜轴的移动来执行正交轴的参考点返回操作。
- 通过设定正交轴倾斜轴的无效控制信号 NOZAGC<G63.5>为“1”，可以使倾斜轴控制功能只对倾斜轴有效。这时，倾斜轴的移动指令可以变换成倾斜坐标，但是正交轴不受倾斜轴移动指令的影响。
这个信号在希望使各轴独立动作时使用。

• **手动参考点返回操作**

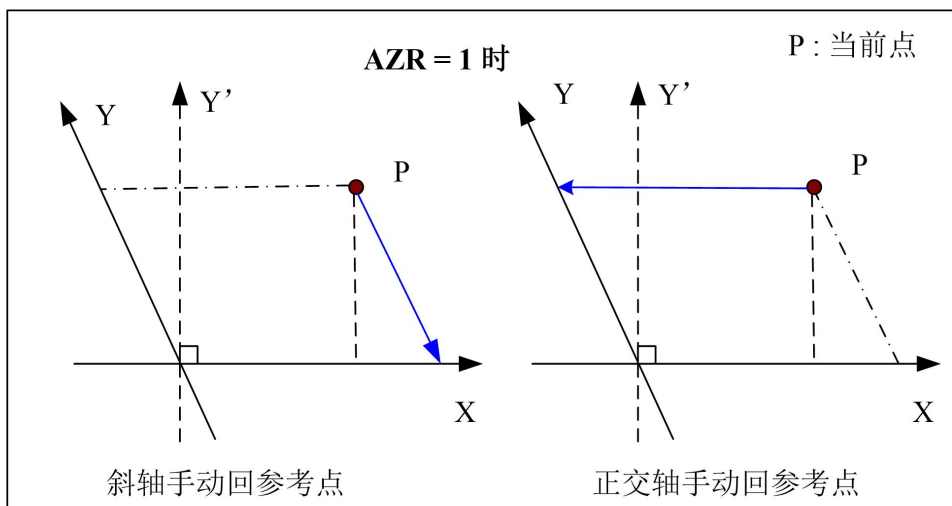
朝着参数(No.1240)中设定的参考点（机械位置）移动。
对于这个移动，通过参数 AZR(No.8200#2)可以选择倾斜轴在参考点返回时是否使正交轴移动。

- (1) AZR = 0 时，倾斜轴手动参考点返回时，正交轴也同时移动。



此种情况，必须规定斜轴先回零，再正交轴回零（因为斜轴的回零同时使正交轴也有移动，正交轴若已回参考点的话，位置又会发生变化）。若正交轴回零时发现斜轴未在零点，则报警。

(2) $AZR = 1$ 时，倾斜轴手动参考点返回时，正交轴不移动：



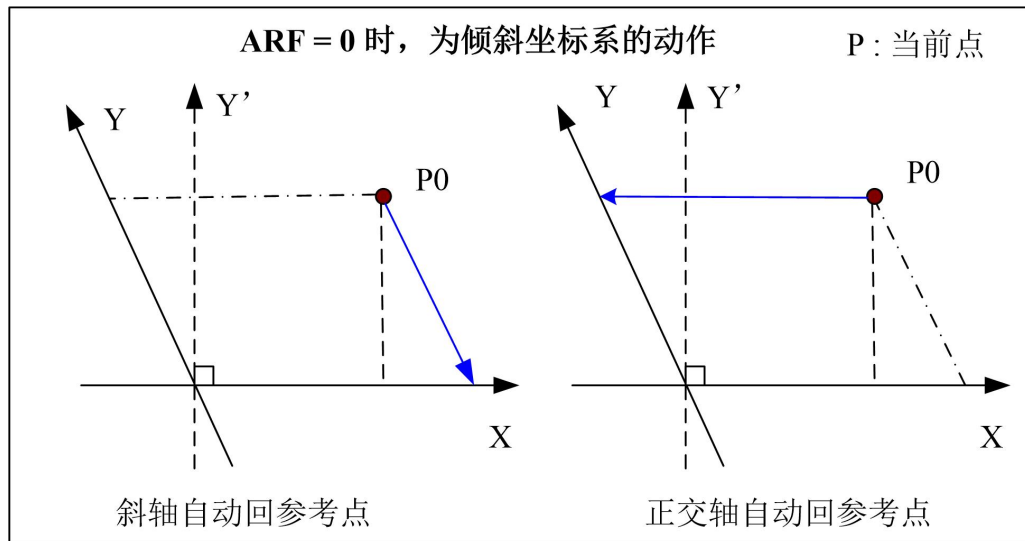
• 自动参考点返回 (G28、G30)

到倾斜轴的中间点为止的移动会对正交轴产生影响。从中间点到参考点的倾斜轴的移动，可以选择通过参数 $ARF(No.8209\#0)$ 进行笛卡尔坐标系动作，或者进行倾斜坐标系动作。接通电源后，在一次也没有进行手动参考点返回的情况下，与手动参考点返回按同样的顺序移动。因此，请按照倾斜轴、正交轴的顺序进行指令。

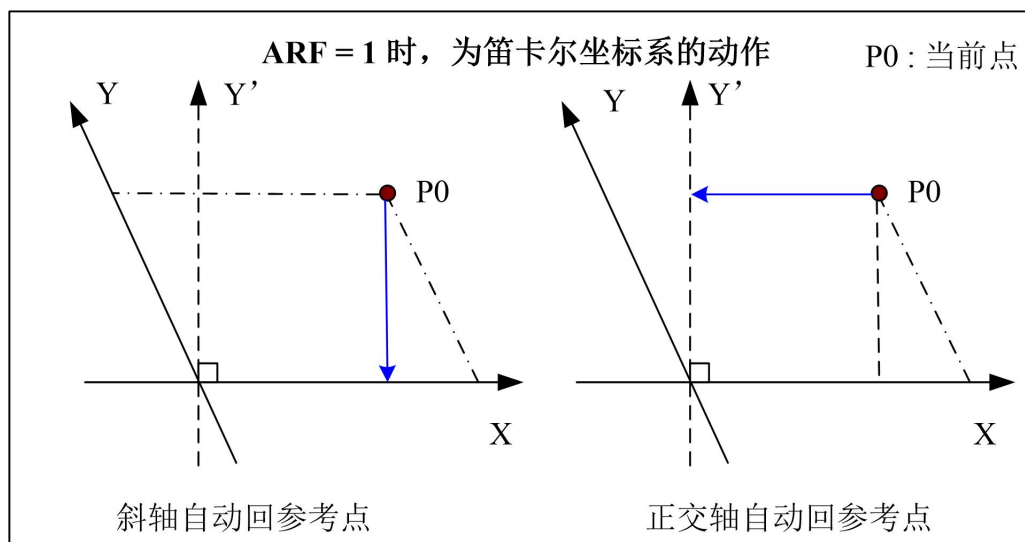
• 自动参考点返回（参考点已建立的情况）

根据参数 ARF 选择，从中间点到参考点的移动，是进行笛卡尔坐标系动作，还是进行倾斜坐标系动作。

(1) $ARF=0$ 时，倾斜轴控制中，G28/G30 中间点向参考点移动的动作作为倾斜坐标系的动作。



(2) ARF=1 时，倾斜轴控制中，G28/G30 中间点向参考点移动的动作笛卡尔坐标系的动作。



例 1) Y 轴是倾斜轴，X 轴是正交轴时

(1) 按照倾斜轴、正交轴的顺序指令定时参考点返回操作正常执行。

G28Y_;

G28X_;

(2) 按照正交轴、倾斜轴的顺序指定，以及与同时指定时，正交轴的移动会发生报警

G28 X_ ; 或者 G28 X_ Y_ ;

G28Y_;

例 2) 自动参考点返回的示例

(Y 轴为倾斜轴，X 轴为正交轴，倾斜角度为-30° 时)

① 自点 P2 的 Y 轴的自动参考点返回指令

>G28X200.

② 自点 P1 的 X 轴的自动参考点返回指令

>G28Y100.

(1) 参数 ARF(No.8209#0)=“1”的情形

① P1 的坐标值

(绝对坐标) (机械坐标)

X 0.000 X 57.735

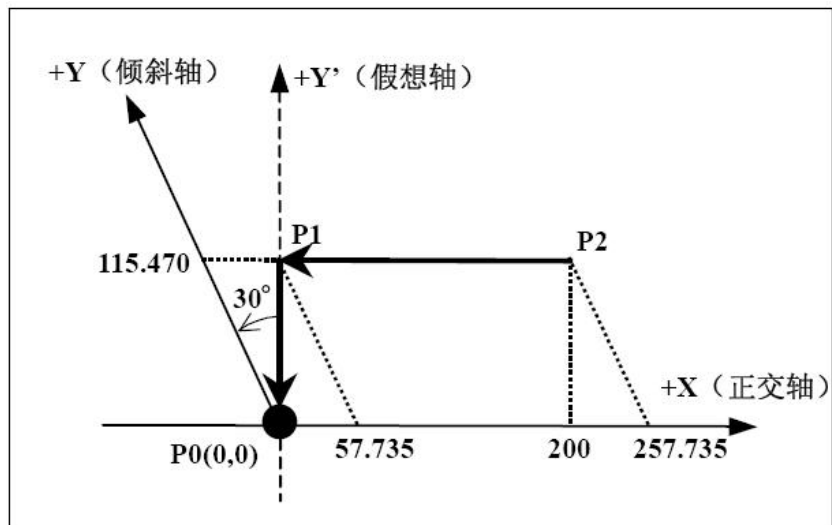
Y 100.000 Y 115.470

② P0 的坐标值

(绝对坐标) (机械坐标)

X 0.000 X 0.000

Y 0.000 Y 0.000



(2) 参数 ARF(No.8209#0)=“0”的情形

① P1 的坐标值

(绝对坐标) (机械坐标)

X 0.000 X 0.000

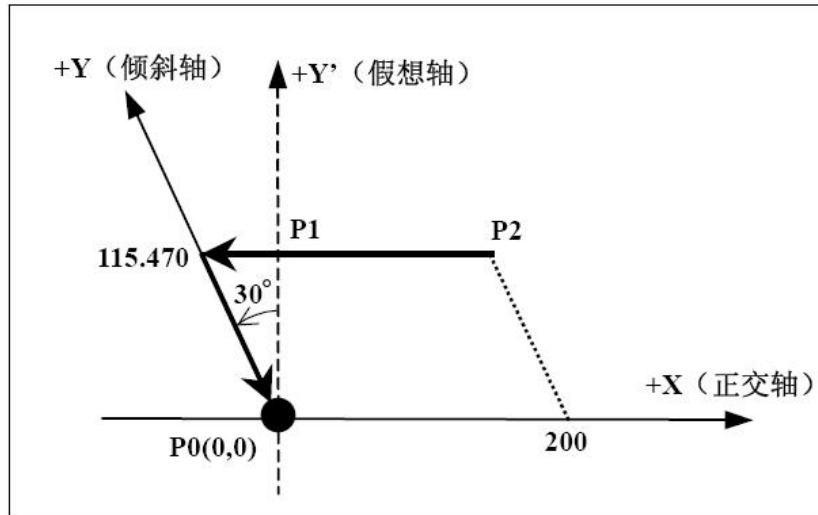
Y 100.000 Y 115.470

② P0 的坐标值

(绝对坐标) (机械坐标)

X 0.000 X 0.000

Y 0.000 Y 0.000



• 选择机械坐标 (G53)

通过进行 G53 X_ Y_ ; (Y 轴是倾斜轴, X 轴是正交轴, 倾斜角度为-30° 时) 的指令, 进行快速移动。

G53 指令的倾斜轴的移动, 与正交轴倾斜轴控制无效信号 NOZAGC 的开启/关闭无关, 对正交轴的移动没有影响。

例)

①从 P0 点向 P1 点的移动指令

>G53Y100.

②从 P1 点向 P2 点的移动指令

>G53X200.

① P1 的坐标值

(绝对坐标)	(机械坐标)
--------	--------

X -50.000	X 0.000
-----------	---------

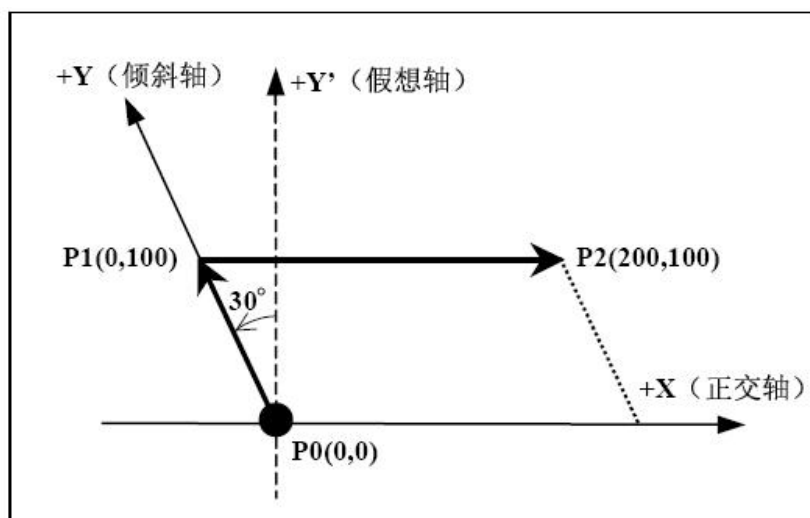
Y 86.603	Y 100.000
----------	-----------

② P2 的坐标值

(绝对坐标)	(机械坐标)
--------	--------

X 150.000	X 200.000
-----------	-----------

Y 86.603	Y 100.000
----------	-----------



- 基本插补指令（G01/G02/G03），定位指令（G00），手动轴移

根据 NOZOGC 信号（正交轴倾斜轴控制无效信号）来选择。

（1）NOZOGC 信号为 ON 时：

在笛卡尔坐标系下移动指令的倾斜轴分量转换成倾斜坐标系下的移动（根据映射公式）；但正交轴分量不进行转换。

（2）NOZOGC 信号为 OFF 时：

在笛卡尔坐标系下移动指令的倾斜轴分量、正交轴分量均按映射关系转换成倾斜坐标系下的移动。

- 直线插补以及直线插补型定位指令（G01、G00）

通过指令 G00 X_ Y_；（Y 轴是倾斜轴，X 轴是正交轴，倾斜角度为 -30° 时）以及通过指令 G01 X_ Y_ F_；（Y 轴是倾斜轴，X 轴是正交轴，倾斜角度为 -30° 时），刀具移动到所指令的笛卡尔坐标的位置。

例）定位的例子

- ①从 P0 点向 P1 点的移动指令

>G00Y100.

- ②从 P1 点向 P2 点的移动指令

>G00X200.

- (1) 正交轴倾斜轴控制无效信号 NOZAGC 为“0” 时

- ① P1 的坐标值

（绝对坐标）	（机械坐标）
--------	--------

X 0.000	X 57.735
---------	----------

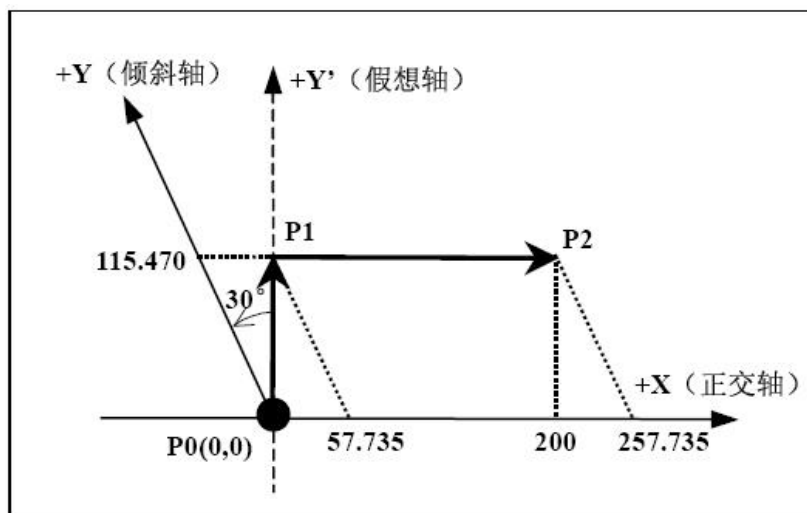
Y 100.000	Y 115.470
-----------	-----------

- ② P2 的坐标值

（绝对坐标）	（机械坐标）
--------	--------

X 200.000	X 257.735
-----------	-----------

Y 100.000	Y 115.470
-----------	-----------



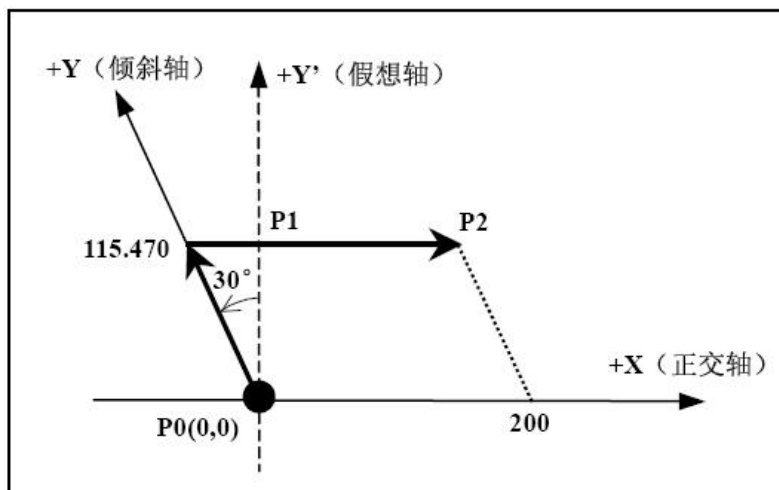
- (2) 正交轴倾斜轴控制无效信号 NOZAGC 为“1” 时

- ① P1 的坐标值

（绝对坐标）	（机械坐标）
--------	--------

X 0.000	X 0.000
---------	---------

	Y 100.000	Y 115.470
② P2 的坐标值		
(绝对坐标)	(机械坐标)	
X 200.000	X 200.000	
Y 100.000	Y 115.470	



• 存储行程极限

通过设定参数 AOT,AO2,AO3(No.8201#0,#1,#2), 不用倾斜坐标系, 而可用笛卡尔坐标系来设定倾斜轴控制中的存储行程极限。

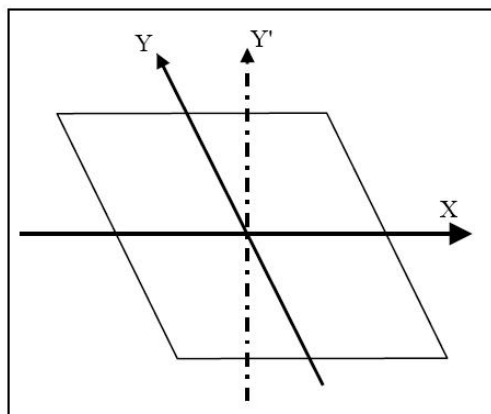
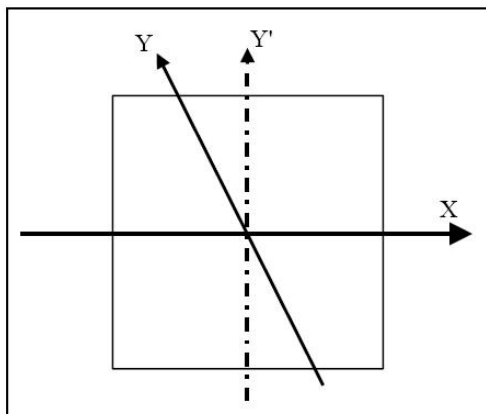


图 (c) 倾斜坐标系中的 OT 区域



图(d) 笛卡尔坐标系中的 OT 区域

因为机械坐标值中包含被变换为倾斜轴用的值和向正交轴的补偿量, 机械坐标系会成为图 (c) 所示倾斜的坐标系。

因为用机械坐标系检测存储行程极限, 所以极限区域也会变成倾斜区域, 成为如图(c)所示的菱形区域。这时, 因为这种区域在感觉上不好理解, 不采用实际的倾斜机械坐标系, 而是用图(d) 的假想的正交机械坐标系进行存储行程极限检测。

可用笛卡尔坐标系操作的功能如下:

- 存储行程极限 1 (I 和 II)
- 存储行程极限 2 (G22/G23)
- 存储行程极限 3
- 移动前行程检测

移动前行程检测功能在倾斜坐标系中不会动作。若不将本功能设定为有效并变换为笛卡尔坐标系, 就不能进行行程检测。

- 行程极限外部设定（仅为 M 系列的功能只对 OT1 有效）
- 在超过行程极限后发生报警，还是在超过前发生报警的参数 BFA(No.1300#7)（对 OT1 和 OT3 有效）

上述以外的行程极限功能在倾斜坐标系里发挥作用。

• 本功能与各轴输入输出信号之间的关系

下表示出本功能与每个控制轴信号具有的含意的关系。

作为输入输出信号的分类，因为有对程序坐标系（笛卡尔坐标系）有效的信号和对机械坐标系（倾斜坐标系）有效的信号，在分类项目中对于笛卡尔坐标系有效的信号表述为“正交”，对于倾斜坐标系有效的信号表述为“倾斜”。

对笛卡尔坐标系有效的信号，对所指令的轴有效；对倾斜坐标系有效的信号，对实际的机床移动有效。

换言之，只是以倾斜轴的移动使正交轴移动时，

对于笛卡尔坐标系有效的信号，受到倾斜轴移动的影响。

对于倾斜坐标系有效的信号，不受倾斜轴移动的影响。

信号名		地址	分类	备注
各轴互锁	*ITx	G130	正交	只有倾斜轴移动时，正交轴的互锁并不会互锁倾斜轴的移动引起的正交轴的移动。 注意 对于各轴使用互锁时，请对倾斜轴和正交轴的两方面都使用 High。
超程	*+Lx *-Lx	G114 G116	倾斜	各轴独立生效（即使发生倾斜轴的 OT 报警，正交轴 High 时正交轴不发生报警）
返回参考点用减速信号	*DECx	X009	倾斜	各轴独立生效。
伺服关断信号	SVFx	G126	倾斜	各轴独立生效。
控制轴拆除信号	DTCHx	G124	倾斜	各轴独立生效。
进给轴方向选择信号	+Jx -Jx	G100 G102	正交	笛卡尔坐标系移动（将倾斜轴的+J/-J 信号调到 High 的话正交轴也移动）
镜像	MIx	G106	倾斜	各轴独立地对倾斜坐标系进行镜像处理。 注意 请一定切断手动运行中的倾斜轴和正交轴的镜像信号。
各轴方向手动进给互锁信号、刀具补偿量写入信号	+MIT1, +MIT2	X004.2,,4	正交	刀具补偿量的参数在笛卡尔坐标系中设定。
各轴机械锁住	MLKx	G108	倾斜	独立应用于各轴。
到位信号	INPx	F104	倾斜	各轴独立
镜像确认信号	MMIx	F108	倾斜	各轴独立
控制轴拆除中信号	MDTC Hx	F110	倾斜	各轴独立
移动中信号	MVx	F102	倾斜	各轴独立
返回参考点结束信号	ZPx	F094	正交	各轴独立（必须首先从倾斜轴进行手动返回参考点操作以及通电时第一次自动返回参考点操作。）
返回第 2 参考点结束信号	ZP2x	F096	正交	各轴独立
返回第 3 参考点结束信号	ZP3x	F098	正交	各轴独立
返回第 4 参考点结束信号	ZP4x	F100	正交	各轴独立

• 使用限制

- 参考点返回操作必须在倾斜轴的返回操作之前完成。
- 在倾斜轴的返回操作中不能使正交轴返回。
- 同步控制（T 系列（2 路径））

希望对倾斜轴控制的相关轴进行同步控制时，必须同时将主控轴侧的倾斜轴和正交轴，

以及从控轴侧的倾斜轴和正交轴作为同步控制的对象。另外，如果不是倾斜轴和倾斜轴相互间，正交轴与正交轴相互间则不能进行同步控制。

如果在上述以外的状态下进行运行，将会发生报警。

例)

路径 1

路径 2

X1 (正交轴) ←同步的关系→ X2 (正交轴)

Y1 (倾斜轴) ←同步的关系→ Y2 (倾斜轴)

• 混合控制 (T 系列 (2 路径))

希望对倾斜轴控制的相关轴进行混合控制时，必须同时将主控轴侧的倾斜轴和正交轴，以及从控轴侧的倾斜轴和正交轴作为混合控制的对象。另外，如果不是倾斜轴和倾斜轴，正交轴与正交轴则不能进行混合控制。

如果在上述以外的状态下进行运行，将会发生报警。

例)

路径 1

路径 2

X1 (正交轴) ←混合的关系→ X2 (正交轴)

Y1 (倾斜轴) ←混合的关系→ Y2 (倾斜轴)

• 刚性攻丝

- 不可对刚性攻丝的攻丝轴使用倾斜轴。

• 不能一起使用的功能

进给轴同步控制、多边形加工、假想轴控制、PMC 轴控制、重叠控制

• 注意

- 1 设定倾斜轴的参数后，请务必执行手动返回参考点操作。
- 2 在执行正交轴的手动返回参考点操作时，必须在完成倾斜轴返回参考点以后（倾斜轴的返回参考点结束信号（ZPx=1 的状态））再进行。如果从正交轴开始首先执行返回参考点操作，将会发生报警。
- 3 若是倾斜轴的手动返回参考点时正交轴也移动的设定（参数 AZK(No.8200#2)=0 时）在手动返回了倾斜轴的参考点时，一定在完成后立即也进行正交轴的返回参考点。
- 4 通过手动运行使倾斜轴和正交轴独立移动时，请在将正交轴无效信号 NOZAGC 置于“1”后再进行。
- 5 在正交轴无效信号 NOZAGC 为“1”的状态下使倾斜轴移动后，请务必执行手动返回参考点操作。
- 6 倾斜轴和正交轴的设定单位必须保持一致。
- 7 在进行正交轴的返回参考点检测时，必须使倾斜轴事先移动到参考点。
- 8 不能将旋转轴设定为倾斜轴和正交轴。旋转轴仅限于直线轴。
- 9 请在倾斜坐标系中进行位置开关动作范围的设定（参数(No.6930~6965)）。

三、信号

NOGAGC (G63.5):

●信号类型: PLC → NC

●信号功能: 将正交轴的倾斜轴控制设定为无效。

当信号为“1”时，控制装置的动作为

倾斜轴的移动指令变换成倾斜轴坐标系的动作，但正交轴不受倾斜轴移动

指令的影响。

四、参数

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
8200						AZR		AAC

- 『修改权限』: 机床
- 『生效方式』: 重新上电
- 『参数类型』: 位路径型
- 『出厂默认』: 0000 0000
- #0 AAC 是否进行倾斜轴控制
- 0: 不进行
- 1: 进行
- #2 AZR 在倾斜轴控制中, 倾斜轴的手动参考点返回操作时
- 0: 正交轴也同时移动
- 1: 正交轴不移动

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
8201						AO3	AO2	AOT

- 『修改权限』: 机床
- 『生效方式』: 重新上电
- 『参数类型』: 位路径型
- 『出厂默认』: 0000 0000
- #0 AOT 将倾斜轴控制中的存储行程极限 1
- 0: 作为倾斜坐标系的值对待
- 1: 作为笛卡尔坐标系的值对待
- #1 AO2 将倾斜轴控制中的存储行程极限 2
- 0: 作为倾斜坐标系的值对待
- 1: 作为笛卡尔坐标系的值对待
- #2 AO3 将倾斜轴控制中的存储行程极限 3
- 0: 作为倾斜坐标系的值对待
- 1: 作为笛卡尔坐标系的值对待

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
8209								ARF

- 『修改权限』: 机床
- 『生效方式』: 重新上电
- 『参数类型』: 位路径型
- 『出厂默认』: 0000 0000

- #0 ARF 在倾斜轴控制中，执行 G28/G30 指令时，从中间点到参考点的移动为
- 0: 倾斜坐标系中的动作
- 1: 笛卡尔坐标系中的动作

8210	倾斜轴控制中的倾斜轴的倾斜角度
『修改权限』:	机床
『生效方式』:	上电
『参数类型』:	字路径型
『出厂默认』:	0
『数据单位』:	ISB 时为 0.001 度；ISC 时为 0.0001 度
『数据范围』:	-180 ~ +180，且设定值为 -95 ~ -85 或 85 ~ 95 时倾斜轴功能无效。

8211	倾斜轴控制中的倾斜轴的轴号
------	---------------

8212	倾斜轴控制中的正交轴的轴号
『修改权限』:	机床
『生效方式』:	上电
『参数类型』:	字路径型
『出厂默认』:	0
『数据单位』:	/
『数据范围』:	0 ~ 总控制轴数；设置为 0 时或者设置有误时（8211 和 8212 设置相同的值或者设置值不在总控制轴数内），倾斜轴功能无效。

	倾斜轴	正交轴
M 系列	基本 3 轴的 Y 轴(参数(No.1022)被设定为 2 的轴)	基本 3 轴的 Z 轴（参数(No.1022)被设定为 3 的轴)
T 系列	基本 3 轴的 X 轴(参数(No.1022)被设定为 1 的轴)	基本 3 轴的 Z 轴（参数(No.1022)被设定为 3 的轴)