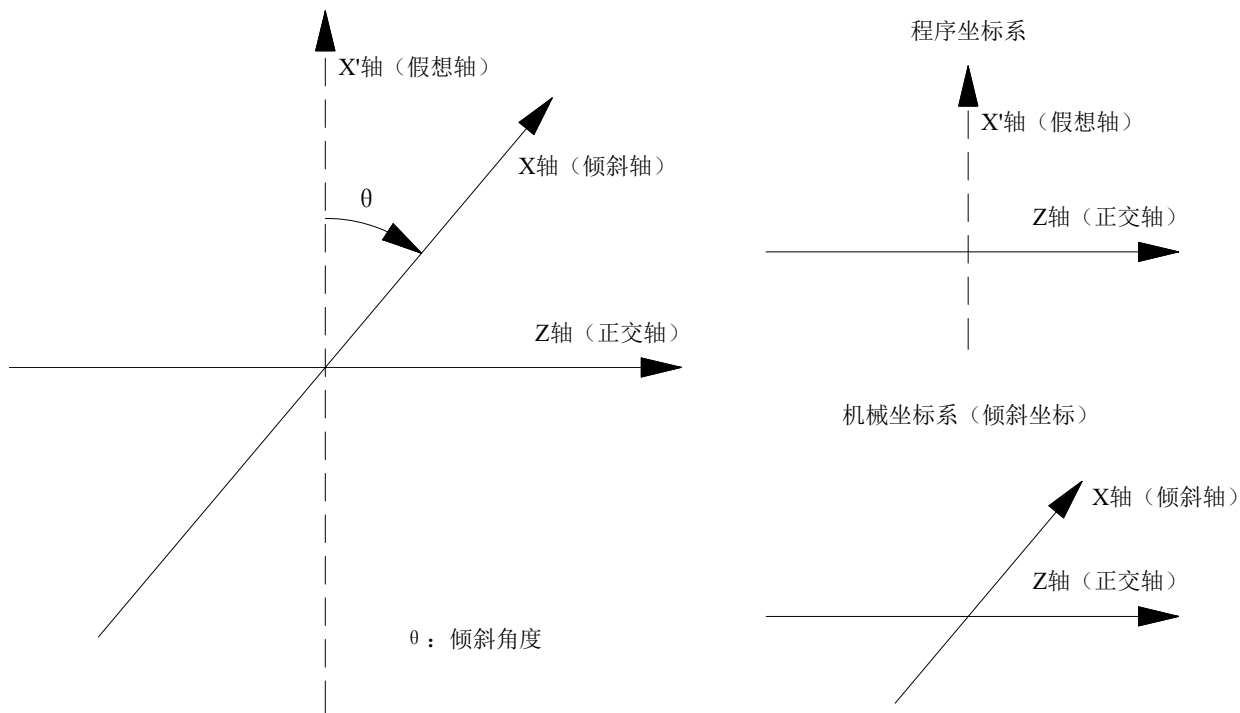


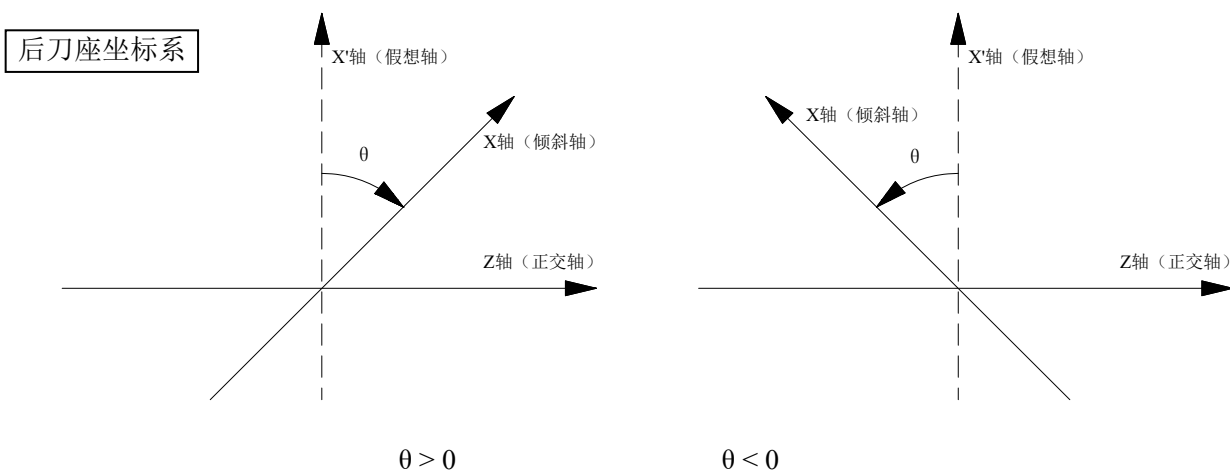
### 3.38 倾斜轴控制

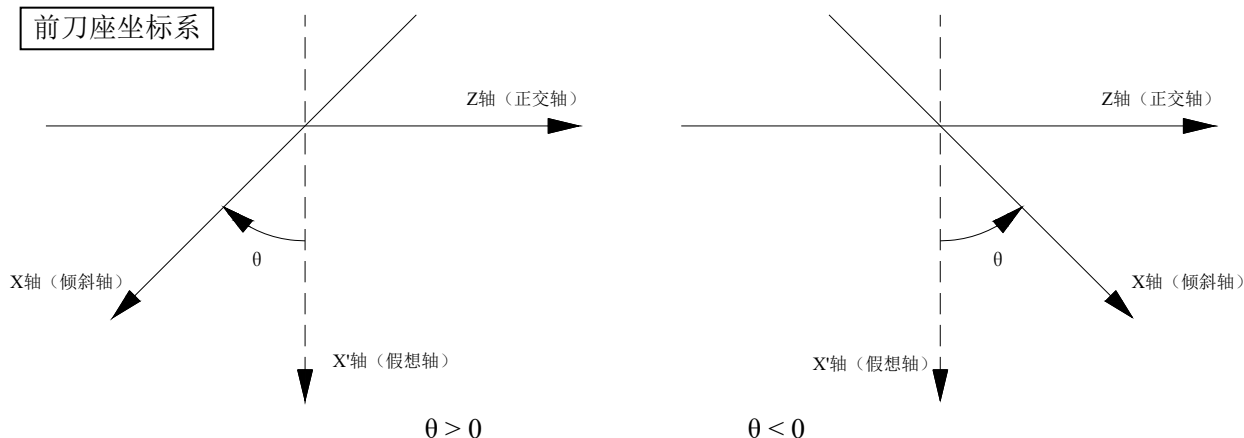
倾斜轴控制是指一种安装方式与正交轴成  $90^\circ$  以外的角度安装时，使各轴的移动量根据倾斜角度以与倾斜轴相对于正交轴呈  $90^\circ$  相同的方式进行控制。实际的移动根据倾斜角度进行控制，而用户编制程序时考虑的是倾斜轴与正交轴成  $90^\circ$  进行编制的，这时使用的是程序坐标系。轴实际移动的坐标系称为倾斜坐标系或机床坐标系。



#### ● 倾斜角度 $\theta$ 的定义

倾斜轴的倾斜角度是指从  $Y$  轴 ( $Z$  轴、 $X$  轴) 的正方向俯视  $ZX$  平面 ( $XY$  平面、 $YZ$  平面)，倾斜轴的假想轴的正方向逆 / 顺时针旋转到与倾斜轴正方向重合的位置所经过的角度，在后刀座坐标系中，顺时针旋转经过的角度为正值，逆时针旋转经过的角度为负值；在前刀座坐标系中，逆时针旋转经过的角度为正值，顺时针旋转经过的角度为负值。如下图所示。





倾斜轴的倾斜角度在机械轴被安装之后，经测量后设定在系统数据参数 NO155 中。倾斜角的有效范围为 $-60^{\circ} \leq \theta \leq 20^{\circ}$ 或 $20^{\circ} \leq \theta \leq 60^{\circ}$ ，其它角度视为无效。

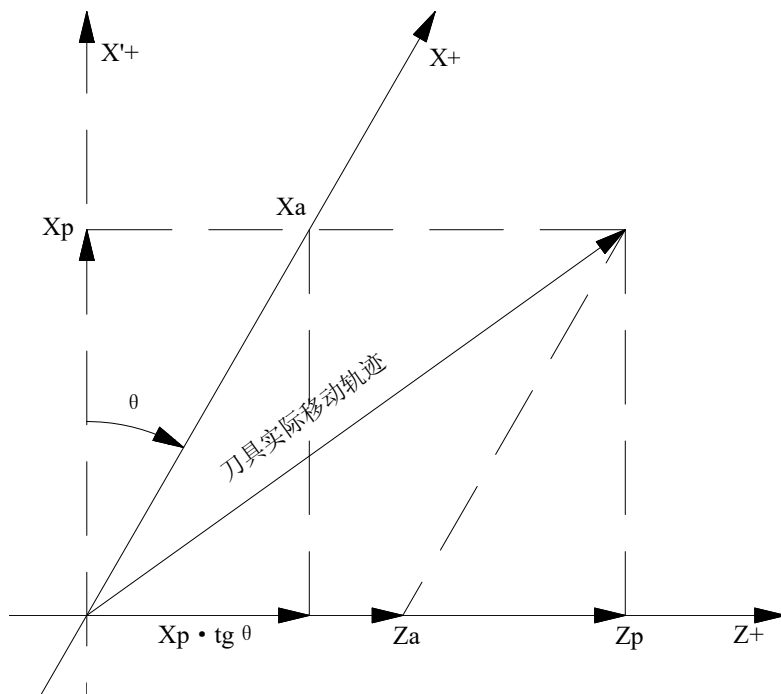
#### ● 各轴的移动量

假如倾斜角度为  $\theta$ ，倾斜轴的程序移动量为  $X_p$ ，实际移动量为  $X_a$ ，正交轴的程序移动量为  $Z_p$ ，实际移动量为  $Z_a$ ，则数学关系如下：

$$X_a = \frac{X_p}{\cos \theta}$$

正交轴由于倾斜轴的移动而被补偿，补偿后的移动量为：

$$Z_a = Z_p - K \times X_p \times \tan \theta \quad (\text{X 轴为直径编程时 } K \text{ 为 } 0.5, \text{ 半径时为 } 1)$$



#### ● 进给轴速度

假如 X 轴为倾斜轴，倾斜角度为  $\theta$ ，Z 轴为正交轴，编程的速度为  $F_p$ ，倾斜轴的实际速度为  $F_{ax}$ ，编程速度直角坐标分量为  $F_{px}$ ，正交轴的实际速度为  $F_{az}$ ，编程速度直角坐标分量为  $F_{pz}$ ，则数学关系如下：

倾斜轴的实际速度:  $F_{ax} = \frac{F_{px}}{\cos\theta}$

正交轴的实际速度:  $F_{az} = F_{pz} - F_{px} \times \tan\theta$

### ● 坐标显示

绝对坐标及相对坐标以编程坐标系下的坐标显示，机床坐标以轴实际移动距离显示。

### ● 操作方法

预先将用于倾斜控制的倾斜轴和直线轴分别设定在数据参数 NO156 与 NO157 中，如果其中一个参数被设为 0 或倾斜轴与正交轴设定的编号相同或者设定的轴不在控制之内时，则默认 X 轴为倾斜轴，Z 轴为正交轴。

可以通过设定 AAC（状态参数 NO202 的 Bit6 位）选择倾斜轴控制有效/无效，当设定为有效时，轴按照倾斜轴控制运动。

#### 1、返回机床零点的操作

在机械零点方式下，手动返回机床零点时应先使倾斜轴先返回机床零点并停留在机床零点处，这时再启动正交轴的返回机床零点操作，否则将产生报警。

使用自动返回机床零点的 G 代码 G28、G30 返回机床零点时，必须先使倾斜轴返回参考点，不允许使用 G28 或 G30 指定正交轴或正交轴与倾斜轴同时返回参考点的操作，否则给出报警，如：X 轴为倾斜轴，Z 轴为正交轴，下面两种情况都将产生报警：

1) G28 Z\_;

2) G28 X\_ Z\_;

#### 2、返回程序零点的操作

用 G50 代码设定程序零点后，在程序零点方式下，返回程序零点时应先使倾斜轴先返回程序零点并停留在程序零点处，这时再使正交轴返回程序零点操作，否则将产生报警。

#### 3、直线插补 G01

使用 G01 代码进行正交轴与倾斜轴的插补运动，编程者使用程序坐标系（直角坐标）进行编程，轴运动受倾斜轴控制进行补偿。

假如 X 轴为倾斜轴，为直径编程，倾斜角度为 45°，Z 轴为正交轴，当前位置 P0(0, 0)，目标点 P1(100, 0)、P2(100, 100)，则当正交倾斜控制无效信号 NOZAGC(G63 # 5)分别为“0”、“1”的情形：

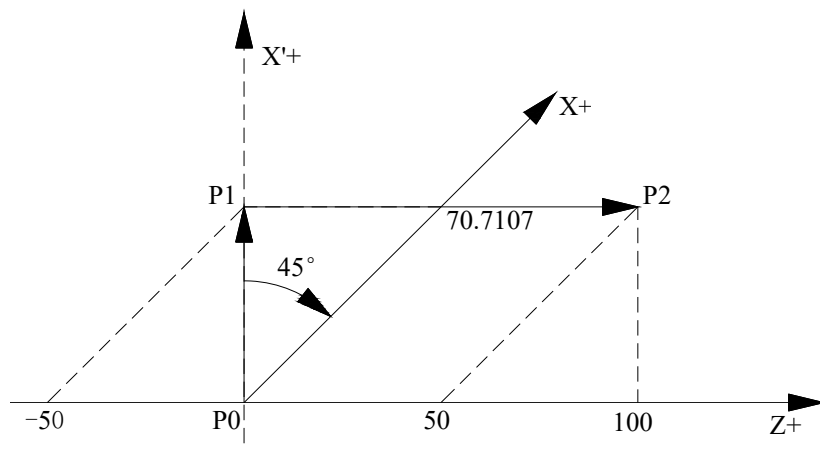
##### 1) NOZAGC(G63 # 5)为“0”的情形

程序如下：

G01 X100;

G01 Z100;

P1 点坐标值		
	绝对坐标	机床坐标
X 轴（倾斜轴）	100.0000	141.4213
Z 轴（正交轴）	0.0000	-50.0000
P2 点坐标值		
X 轴（倾斜轴）	100.0000	141.4213
Z 轴（正交轴）	100.0000	50.0000



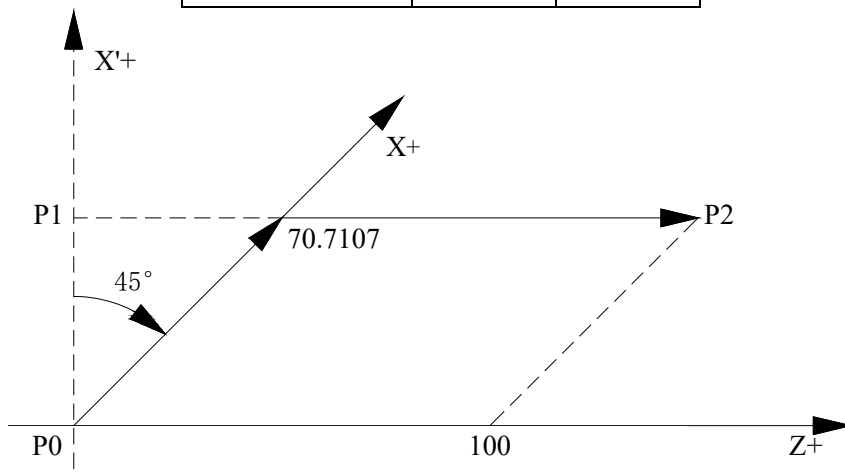
2) NOZAGC(G63#5)分别为“1”的情形

程序如下:

G01 X100;

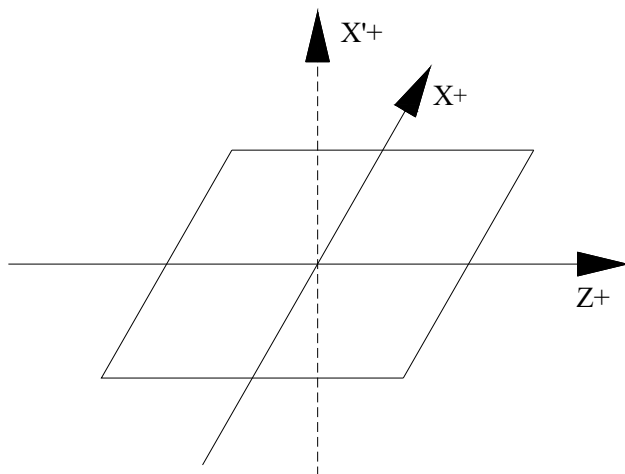
G01 Z100;

P1 点坐标值		
	绝对坐标	机床坐标
X 轴（倾斜轴）	100.0000	141.4213
Z 轴（正交轴）	0.0000	0.0000
P2 点坐标值		
X 轴（倾斜轴）	100.0000	141.4213
Z 轴（正交轴）	100.0000	100.0000

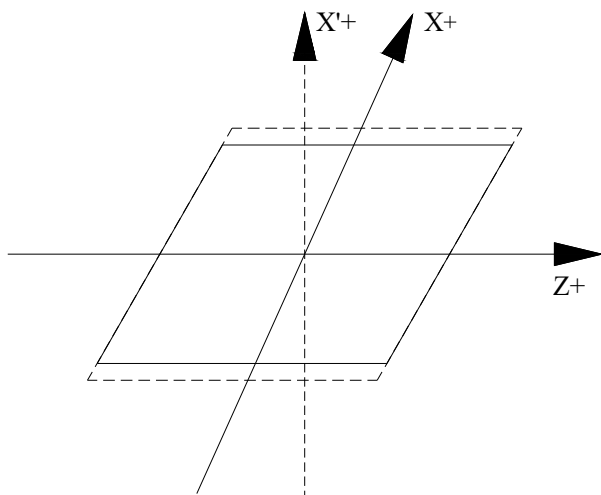


### ● 软限位检测

在倾斜轴控制中，机床坐标中包含了变换后的倾斜轴的移动量及向正交轴方向的补偿量，因此在倾斜轴控制中，机床坐标实际为倾斜坐标，而软件行程限位检测是根据机床坐标系进行设定的，此时软件行程限位区域如下图所示。



上图中菱形所形成的区域为倾斜轴的软限位区间，这样形成的区间会给使用者造成理解上的困惑，因此将倾斜轴的软限位区间经过变换，转换为直角坐标系下假想轴的的区间，状态参数 AOT（NO202 的 Bit3）设定倾斜轴软件限位区间参数值为倾斜轴的机床坐标或假想轴的直角坐标，如下图所示虚线区域为转换后的软限位区域。



#### ● 注意事项

- 1) 本功能为选配功能，具有该功能的系统，PLC 轴控功能不能与本功能同时使用，请将 PLC 轴控参数设定为无效；
- 2) 在正交轴无效信号 NOZAGC 为“1”的状态下使倾斜轴移动后，当正交轴无效信号 NOZAGC 变为“0”时，请务必执行一次手动返回机床零点操作；
- 3) 用手动移动使倾斜轴、正交轴同时移动时，请务必将正交轴无效信号 NOZAGC 置为“1”后再进行。