

机器人运动指令入门

主要内容

- 掌握机器人进行基本运动的四种指令，如PTP点动、LIN直线运动、CIRC圆弧指令和SPLINE样条运动。
- 掌握创建以优化节拍时间的运动，PTP运动和轨迹逼近运动。

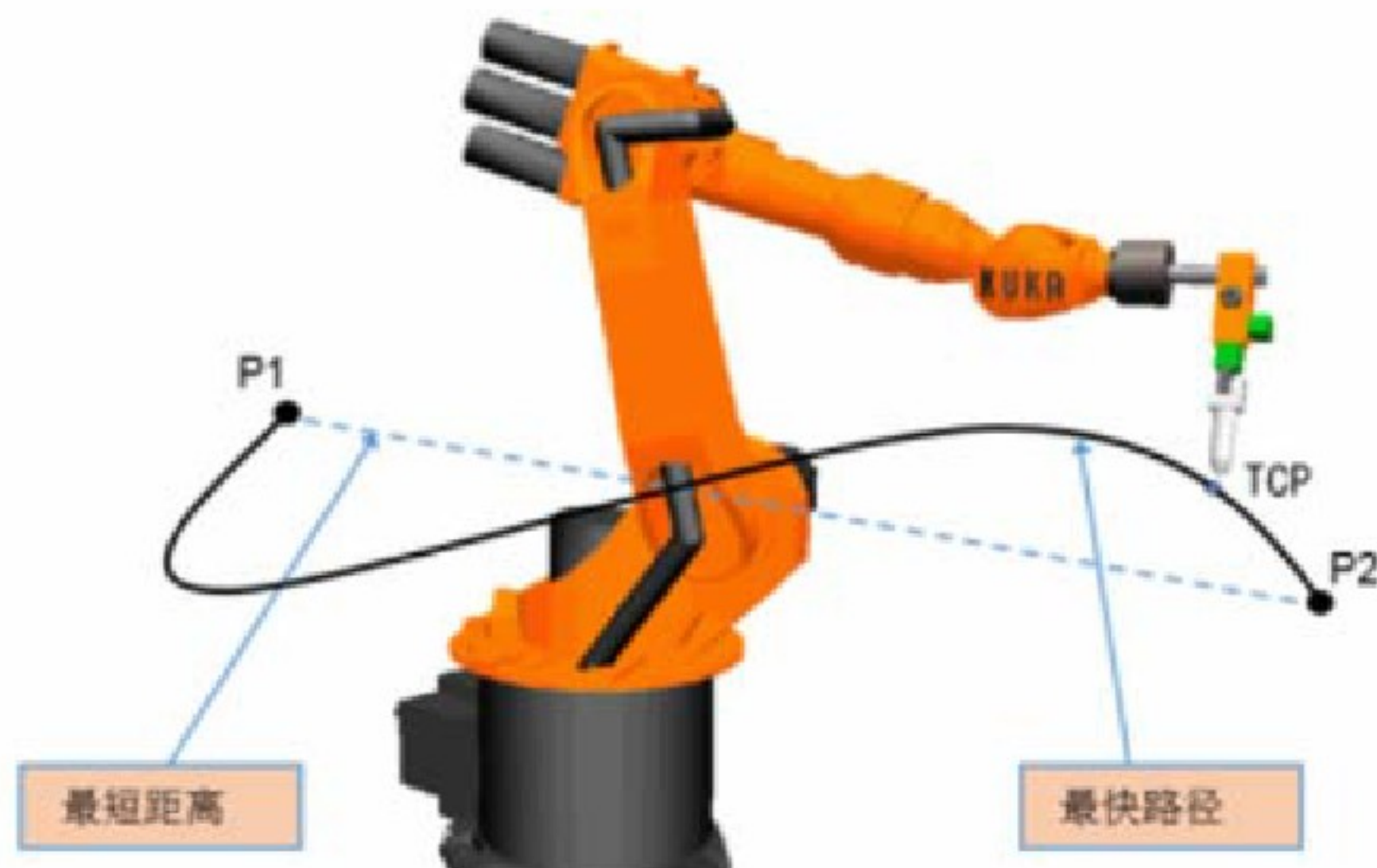
机器人的运动方式

机器人在程序控制下的运动要求编制一个运动指令，有不同的运动方式供运动指令的编辑使用，通过制定的运动方式和运动指令，机器人才会知道如何进行运动，机器人的运动方式有以下几种：

- 按轴坐标的运动（PTP：Point-toPoint，即点到点）
- 沿轨迹的运动：LIN直线运动和CIRC圆周运动
- 样条运动：SPLINE运动

点到点运动

PTP运动是机器人沿最快的轨道将TCP从起始点引至目标点，这个移动路线不一定是直线，因为机器人轴进行回转运动，所以曲线轨道比直线轨道运动更快。此轨迹无法精确预知，所以在调试及试运行，应该在阻挡物体附近降低速度来测试机器人的移动特性。



线性运动

线性运动是机器人沿一条直线以定义的速度将TCP引至目标点。在线性移动过程中，机器人转轴之间进行配合，使工具或工件参照点沿着一条通往目标点的直线移动，在这个过程中，工具本身的取向按照程序设定的取向变化。



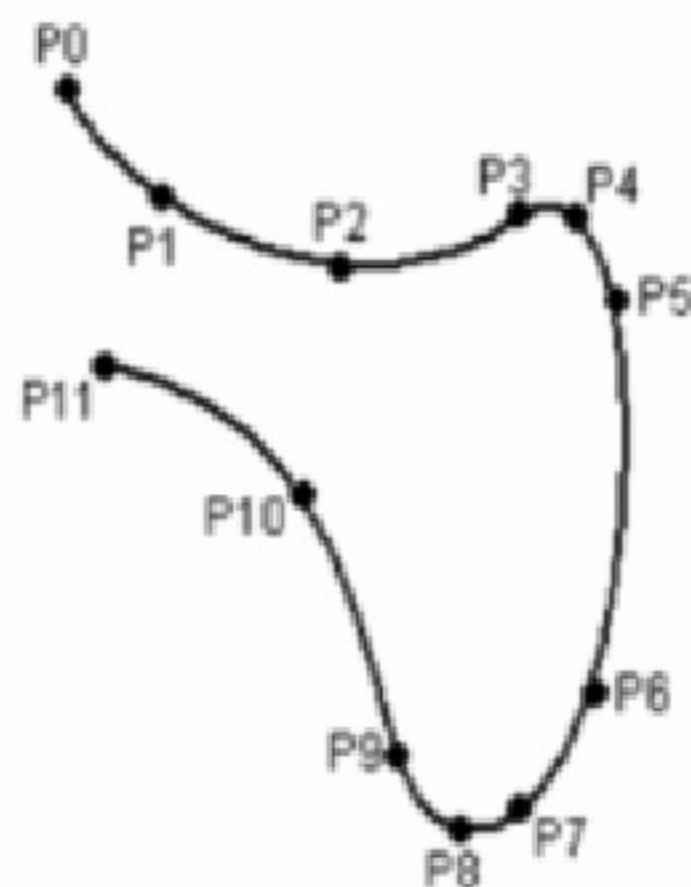
圆周运动

圆周运动是机器人沿圆形轨道以定义的速度将TCP移动至目标点。圆形轨道是通过起点、辅助点和目标点定义的，起始点是上一条运动指令以精确定位方式抵达的目标点，辅助点是圆周所经历的中间点。在机器人移动过程中，工具尖端取向的变化顺应与持续的移动轨迹。



样条运动

样条运动是一种尤其适用于复杂曲线轨迹的运动方式，这种轨迹原则上也可以通过LIN运动和CIRC运动生成，但是相比较下样条运动更具有优势。



创建以优化节拍时间的运动（轴运动）

- PTP运动

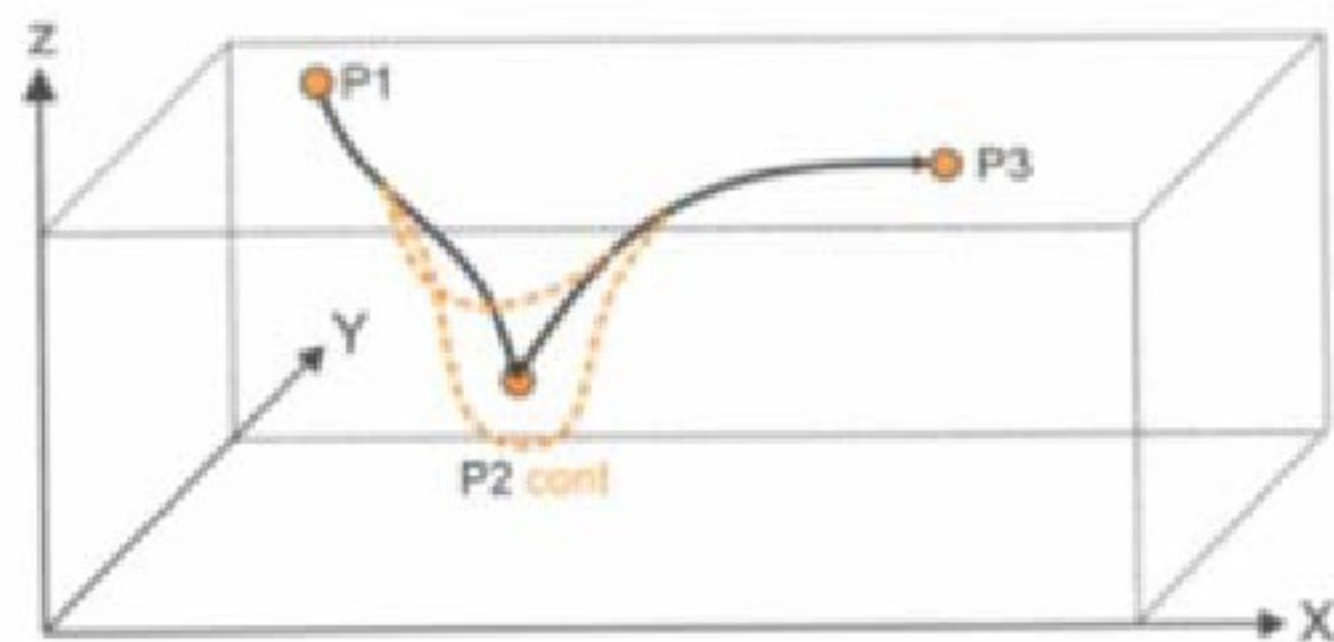
PTP运动方式是时间最快，也是最优化的移动方式。在KRL程序中，机器人的第一个指令必须是PTP或SPTP，因为机器人控制系统仅在PTP或SPTP运动时才会考虑编程设置的状态和转角方向值，以便定义一个唯一的起始位置。

- 轨迹逼近

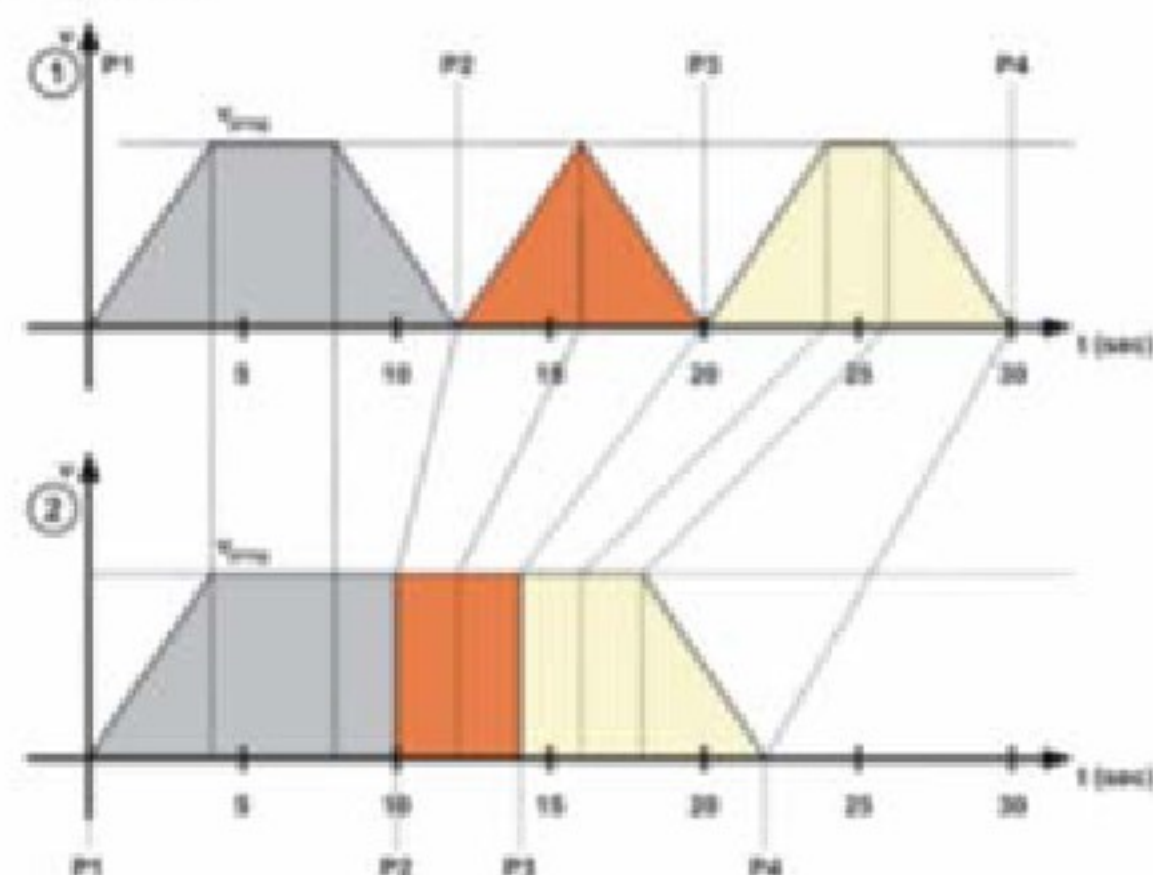
为了加速运动过程，控制器可以CONT标示的运动指令进行轨迹逼近，轨迹逼近意味着将不精确到达点坐标，只是逼近点坐标，事先便离开精确保持轮廓的轨迹。

PTP运动的轨迹逼近是不可预见的，相比较点的精确暂停，轨迹逼近具有如下的优势：

- 一是由于这些点之间不再需要制动和加速，所以运动系统受到的磨损减少。
- 二是节拍时间得以优化，程序可以更快的运行。



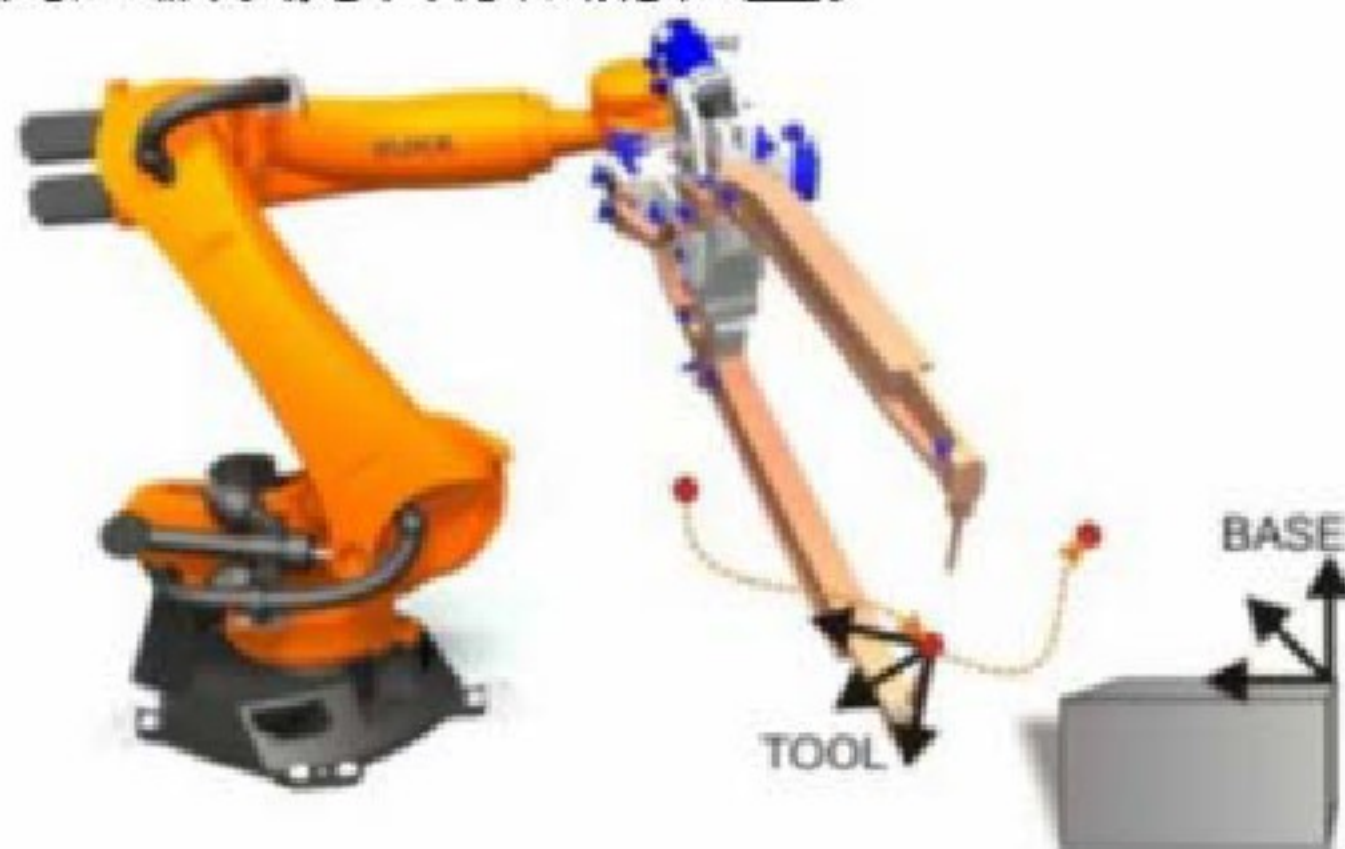
PTP点的轨迹逼近



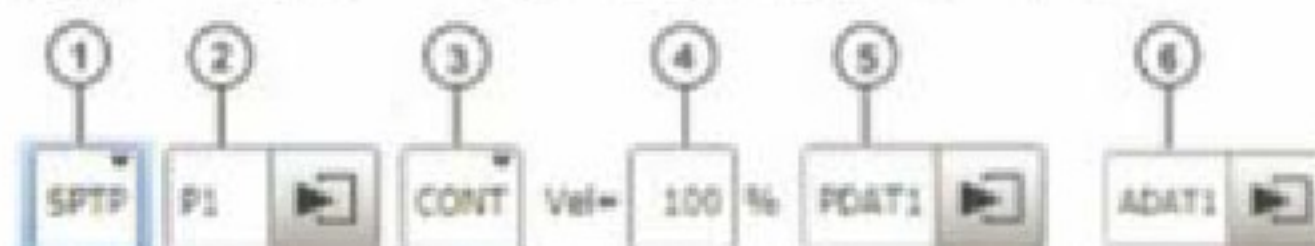
①-精确暂停 ②-轨迹逼近
比较精确暂停和轨迹逼近

创建PTP运动的操作步骤

- 创建PTP运动的前提条件是机器人的运行方式已经设置为T1运行方式，并且已经选定机器人程序。
- 操作机器人将TCP移向应被设为目标点的位置。



- 然后将光标放置在其后应添加运动指令的那一行程序中。
- 点击菜单序列指令>运动>PTP，作为选项，也可以在相应行中按下软件运动，选完运动指令后，出现PTP指令的联机表单。



- 在联机表单中输入参数，各个参数含义如下表所示。

序号	说明
1	运动方式PTP
2	目标点的名称。系统自动赋予名称，名称可以被改写。需要点编辑点数据时请触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。
3	■ CONT：目标点被轨迹逼近 ■ [空白]将精确地移至目标点

• 续表

序号	说明
4	速度 ■ PTP时，速度为1~100% ■ LIN时，速度为0.001~2m/s
5	运动数据组名称。系统自动赋予名称，名称可以被改写。 需要编辑点数据时请触摸箭头，相关选项即自动打开。
6	通过切换参数可显示和隐藏该栏目。 含逻辑参数的数据组名称。系统自动赋予一个名称，名称可以被改写，需要编辑点数据时，请触摸箭头，相关选项即自动打开。

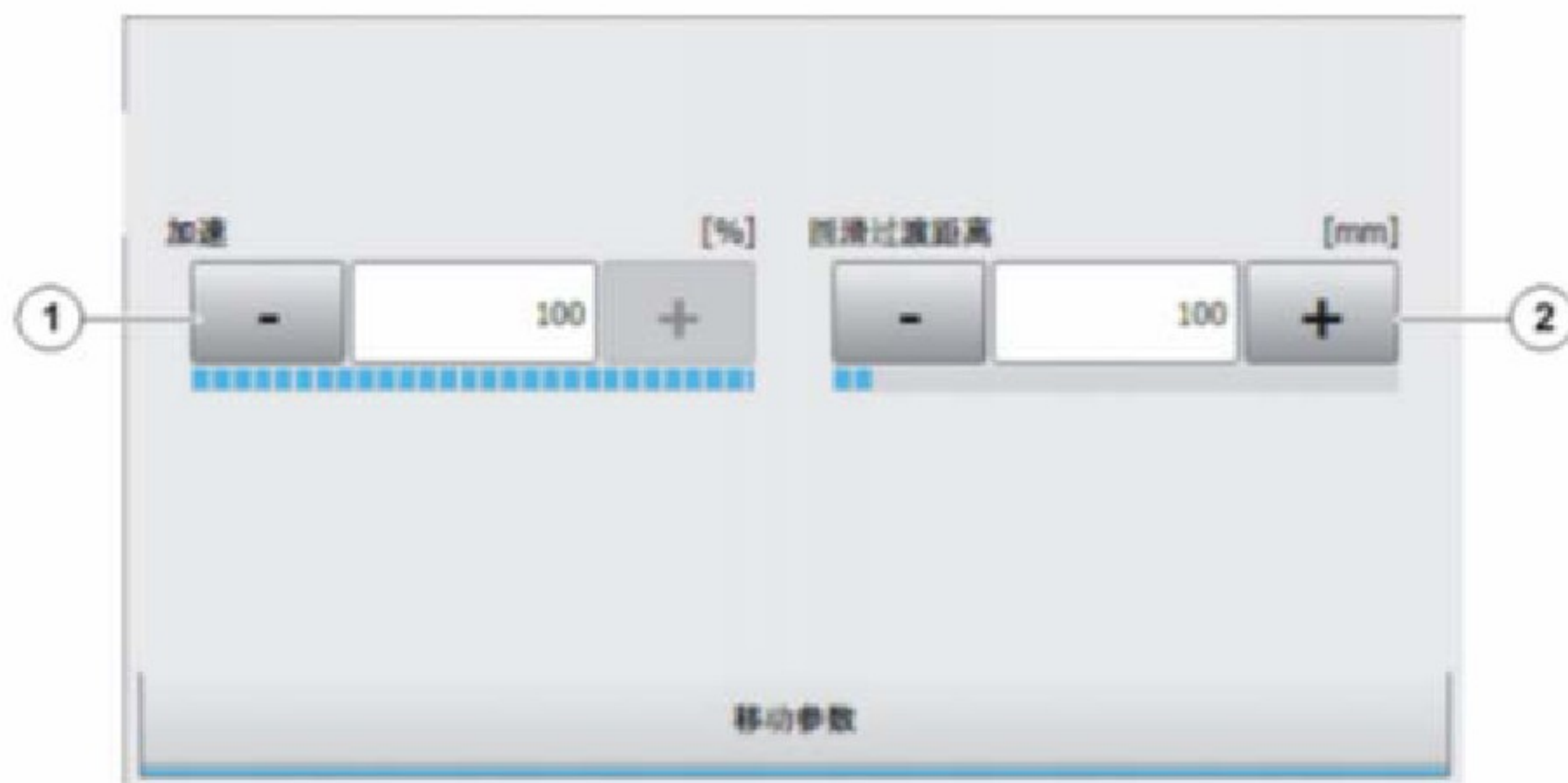
- 在选项窗口“坐标系”中输入工具和基坐标系的正确数据，以及关于插补模式的数据和碰撞监控的数据。



坐标系选项窗口

序号	说明
1	选择工具 如果外部TCP栏中显示TRUE：选择工件 值域：[1]...[16]
2	选择基坐标 如果外部TCP栏中显示TRUE：选择固定工具 值域：[1]...[32]
3	插补模式-外部TCP： 外部TCP： ■ False：该工具已安装在连接法兰处 ■ True：该工具为一个固定工具
4	碰撞识别 ■ True：机器人控制系统为此运动计算轴的扭矩，此值用于碰撞识别 ■ False：机器人控制系统为此运动不计算轴的扭矩。因此对此运动无法进行碰撞识别。

- 在运动参数选项窗口中可将加速度从最大值降下来。如果已经激活轨迹逼近，则也更改轨迹逼近距离。根据配置的不同，该距离的单位可以设置为mm或%。



序号	说明
1	加速度 以机器数据中给出的最大值为基准。此最大值与机器人类型和所设定的运行方式有关。该加速度适用于该运动语句的主要轴。
2	只有在联机表单中选择了CONT之后，此栏才显示。 离目标点的距离，即最早开始轨迹逼近的距离。 最大距离：从起点到目标点之间的一半距离，以无轨迹逼近PTP运动的运动轨迹为基准 ■ 1...100% ■ 1...1000mm

- 点击指令OK保存指令，TCP的当前位置被作为目标示教。

总结

- 通过对机器人几种基本运动指令的学习，能够熟练掌握机器人各种轨迹运动的相关编程操作。
- 通过学习PTP运动指令的添加方法，能够掌握机器人的简单编程。

样条曲线运动编程

学习目标和技能

- 学习目标

- ① 使用联机表单创建和编辑样条组
- ② 熟悉样条运动
- ③ 掌握SPTP、SLIN、SCIRC和SPL运动编程

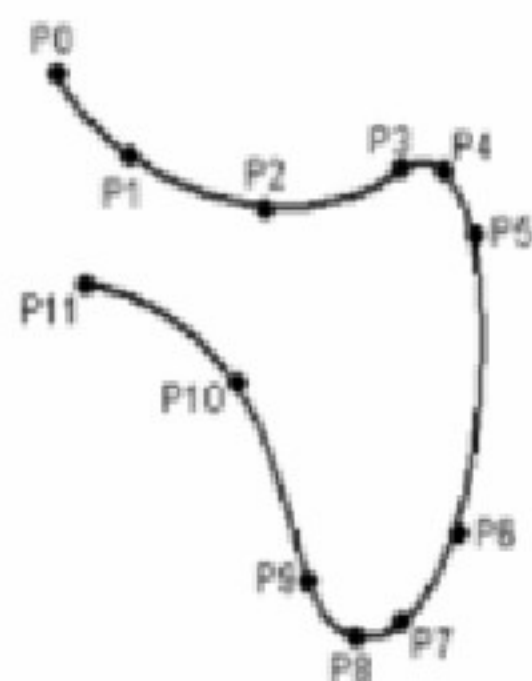
- 学习技能

- ① 创建带样条组的运动程序
- ② 用联机表单为样条组编程

样条运动方式

样条是一种尤其适用于复杂曲线轨迹的运动方式。原则上这种运动也可以通过逼近的SLIN运动和SCIRC运动生成，但用样条更有优势。

种类最齐全的样条运动是样条组，它可以将多个运动合并成一个总运动。机器人控制系统把一个样条组作为一个运动语句进行设计和执行。样条组运动示例如图所示。



样条组运动示例

可以把位于样条组中的运动称为样条段。样条组分为两种类型：

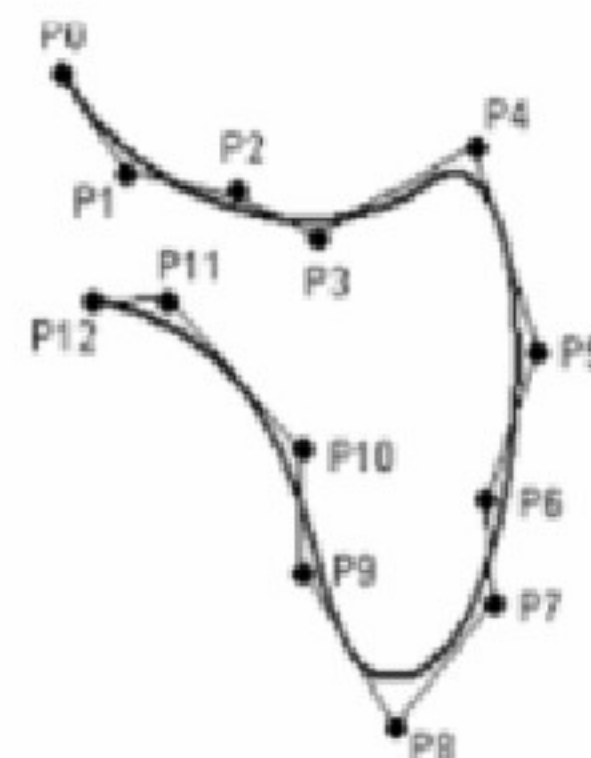
- ① CP样条组：带CP运动的样条组（可包含SPL、SLIN、SCIRC样条段）
- ② PTP样条组：仅在轴空间内运动的样条（仅包含SPTP样条段）

用样条组编程具有以下几个优点：

- 1）轨迹通过位于轨迹上的点来定义，可以很简单的生成所需轨迹。
- 2）与常规运动方式相比，更易于保持设定的速度，只有在少数情况下才会出现减速的情况。
- 3）轨迹曲线始终保持不变，不受倍率、速度或加速度的影响。
- 4）可以精确的沿圆周和小圆弧运动。

常规运动SLIN与SCIRC和样条组编程相比，缺点有哪些？

- 1) 轨迹通过不在轨迹上的轨迹逼近点定义。轨迹逼近区域很难预测，生成所需的轨迹很繁琐。
- 2) 在很多情况下，会造成很难预计的速度减小，例如在轨迹逼近区域和临近点很近时。
- 3) 如果出于时间原因，无法进行轨迹逼近，则轨迹曲线会发生变化。
- 4) 轨迹曲线受倍率、速度和加速度的影响而改变。



常规运动与样条组编程区别

- 样条运动的速度曲线：

机器人控制系统在规划时就已经考虑到机器人的物理极限。机器人在编程设定的速度范围内尽可能快速移动，即在其物理极限的范围内快速移动。与常规运动SLIN、SCIRC相比，这是一个优点，因为这两种常规运动在运动过程中不会在规划时考虑物理极限。物理极限在运动期间才会起作用并在必要时触发停止。

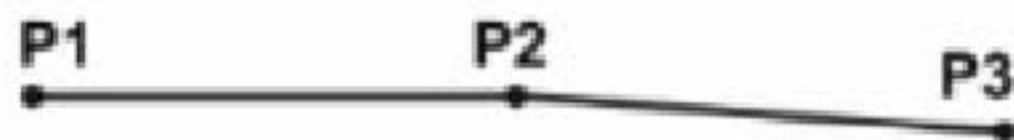
用样条组编程的运动，在运动过程中必须以低于编程设定速度运行，即减速运行的情况有以下几点：

- 1) 突出的角
- 2) 姿态改变过大
- 3) 附加轴进行较大运动
- 4) 在奇点附近

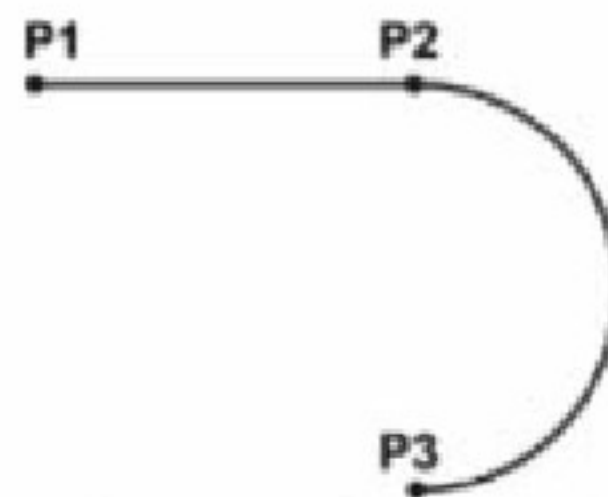
编程过程中，选择姿态导引“无取向”，可在样条段中避免因姿态改变过大而引起的减速。

速度减至0的情况有如下几种：

- 1) 连续的点具有相同坐标
- 2) 连续的SLIN段（如下左图）或SCIRC段。导致原因：速度方向的间断变化。
- 3) 圆不同于直线，它是曲线，当直线与圆相切时，SLIN与SCIRC的过渡段速度也降为0，如下右图。



连续的SLIN段，速度减为0



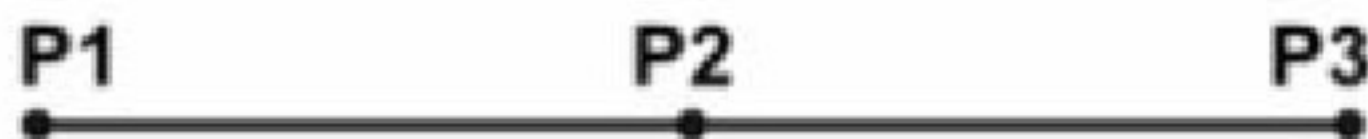
SLIN段与SCIRC段相切，速度减为0

然而，也有例外的情况：

1) 如果SLIN段是连续的，并且构成一条直线且姿态均匀变化，则速度不会降低，如下图所示。

2) 如果两个圆的圆心和半径一样，并且姿态均匀变化，则SCIRC和SCIRC过渡段的速度也不降低。（很难进行示教，需要对点进行计算和编程）

另外，为笛卡尔弧长分配姿态变化、附加轴变化时，示教不均匀，通常也会造成意料之外的速度急降。所以，应尽可能均匀分配姿态和附加轴。



构成一条直线的SLIN段，速度不会降低

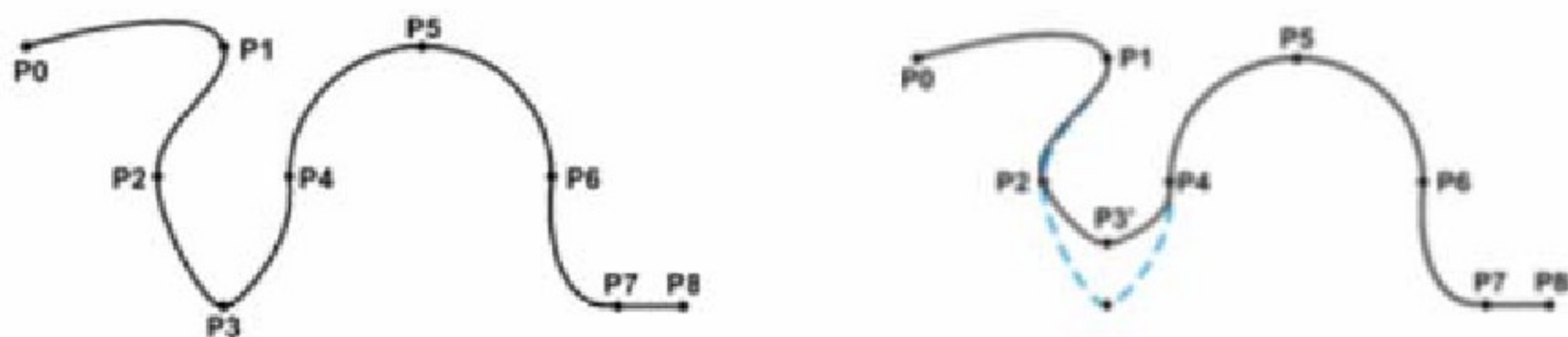
- 更改样条组

样条组的更改，可以通过两种方式进行：

- ①更改点的位置：

如果移动了一个样条组中的一个点，则轨迹最多会在此点前的两个段中和此点后的两个段中发生变化。

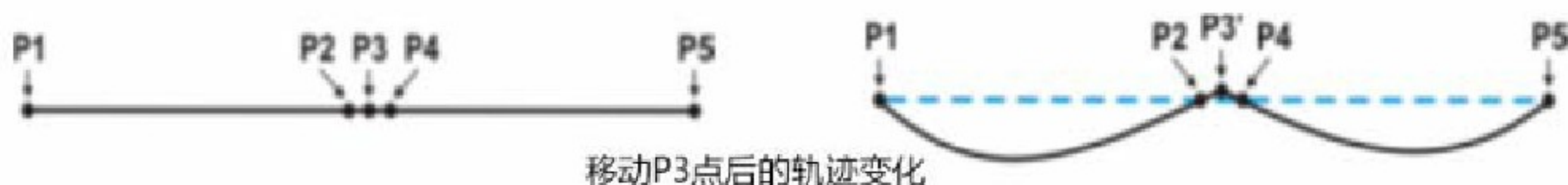
例如：P3点被移动，由此改变P1-P2、P2-P3、P3-P4段的轨迹，而P4-P5段不发生改变，因为它属于SCIRC段并由此确定圆周轨迹。



更改P3点后，轨迹变化

小幅度的点平移通常不会引起轨迹变化，但如果是相邻的两个段，一段非常长而另一端非常短，则小小的变化就会产生非常大的影响。

例如：P3点被移动，由于P2-P3段和P3-P4段很短，而P1-P2段和P4-P5段很长，所以小的移动也会使轨迹发生很大变化，如图所示。



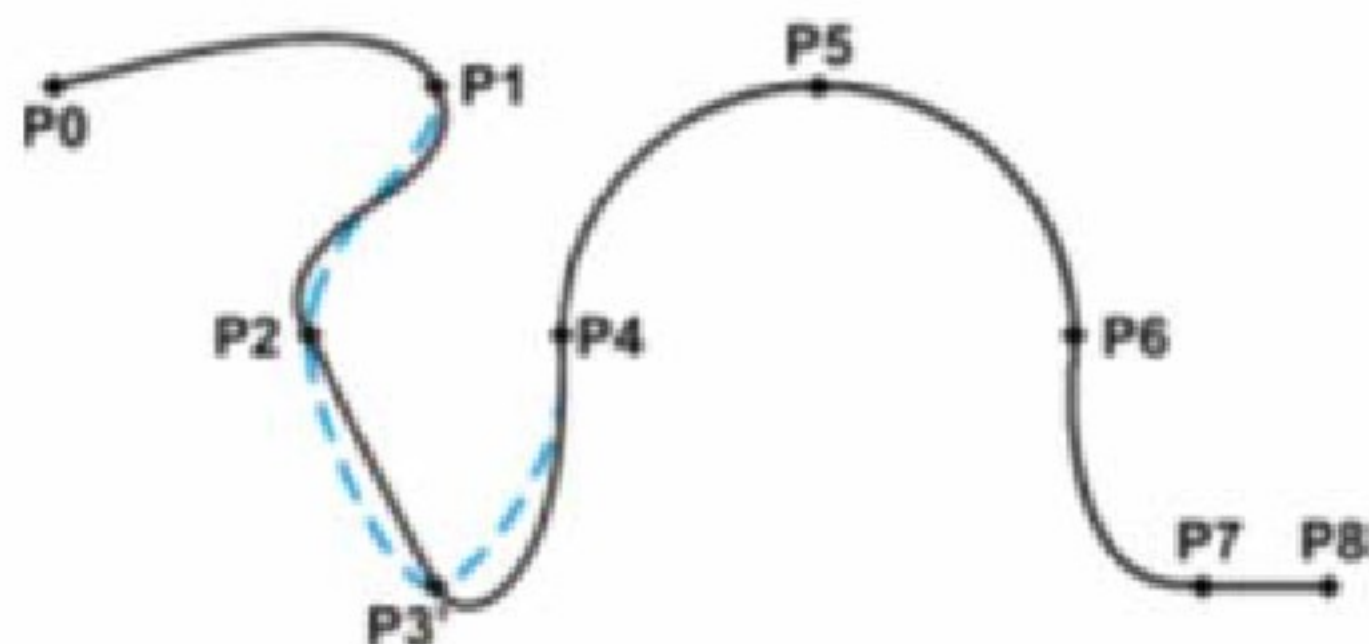
这种问题的纠正方法如下：

- 1) 均匀分配点的间距。
- 2) 将直线（除了很短的直线）作为SLIN段编程。

②更改段类型：

如果将一个SPL段变成一个SLIN段或者是反过来，则前一个段和后一段的轨迹均会发生变化。

例如：原有轨迹P2-P3段类型由SPL变为SLIN，则P1-P2、P2-P3、P3-P4段的轨迹均会发生变化。



更改段类型后轨迹变化

样条运动的语句选择

可以在样条组的段上选择语句。

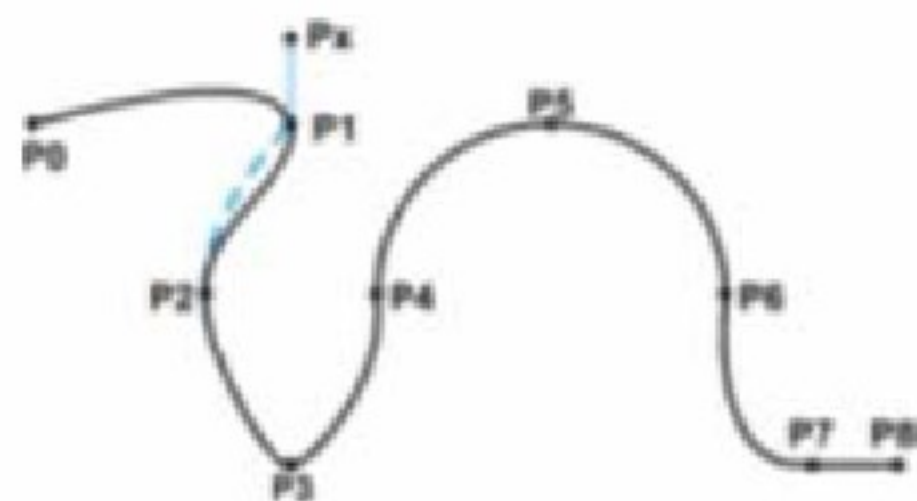
1) CP样条组：SAK运行将作为常规LIN运动被执行。这通过一则必须应答的信息加以提示。

2) PTP样条组：SAK运行将作为常规PTP运动被执行。这不会通过信息加以提示。

机器人执行样条运动过程中，在选择语句之后，轨迹通常与正常程序运行中的样条完全一样延伸。如果在选择语句前尚未运行样条，并且在这种情况下语句选择于样条组始端，则可能会出现例外，例如：

样条运动的起始点是样条组前的最后一个点，即起始点位于样条组之外，则机器人控制系统在正常运行样条时保存该起始点。如果以后要选择语句，则可由此已知该起始点。但如果从未运行过样条组，则起始点未知。

如果在SAK运行后按下启动键，则会显示一则必须应答的信息，此信息提示轨迹已改变。如图所示，在P1点选择语句时轨迹改变。



P1点选择语句时，轨迹改变

在针对一个编程设置的圆心角的SCIRC段语句选择时，机器人将移动到目标点（包括圆心角），前提条件是机器人控制系统可以识别起始点。如果机器人控制系统无法识别起始点，则移向编程设定的目标点，在这种情况下，机器人系统会显示一则信息，提示未考虑圆心角。

在SCIRC单个运动上选择语句时，从不考虑圆心角。

样条运动的轨迹逼近

所有样条组和所有样条单个运动均可相互轨迹逼近。无论是CP或是PTP样条组，还是单个运动，都无关紧要。

从运动类型的角度来看，轨迹逼近弧线始终相当于第二个运动。例如在SPTP-SLIN轨迹逼近时，轨迹逼近弧线是CP型。

样条运动无法用常规运动（LIN、CIRC、PTP）进行轨迹逼近。机器人在执行样条运动过程中，如果因为时间原因或因预进停止而无法轨迹逼近时，则机器人在轨迹逼近弧线的起始处等待。具体执行运动过程如下：

- 1) 如果因为时间原因：只要可以执行下一个语句，则机器人继续移动。
- 2) 如果因为预进停止：轨迹逼近弧线的起始处即是当前语句的终点，即预进停止被取消，机器人控制系统可以执行下一个语句，机器人继续移动。

在这两种情况下，机器人沿轨迹逼近弧线移动。确切地说可以进行轨迹逼近，只是时间上会有推迟。这一特性与LIN运动、CIRC运动或PTP运动相反，如果常规运动因为上述原因不能轨迹逼近，则会精确移至目标点。

在MSTEP和ISTEP程序运行方式中没有轨迹逼近，原因如下：

- 1) 在MSTEP和ISTEP程序运行方式下，即使在轨迹逼近时也会精确移至目标点。
- 2) 在从样条组轨迹逼近至样条组时，精确暂停的结果是第一个样条组的最后一个段的轨迹和第二个样条组的第一段的轨迹与GO程序运行方式下不同。
- 3) 这两个样条组中的所有其他段的轨迹与MSTE、ISTEP和GO模式下的轨迹相同。

以样条组替代轨迹逼近的CP运动

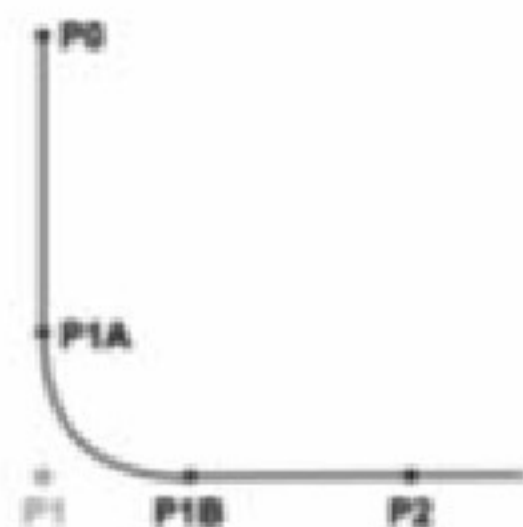
若以样条组替代传统轨迹逼近的CP运动，则必须对程序进行下列更改：

- 1、用SLIN-SPL-SLIN替代LIN-LIN
- 2、用SLIN-SPL-SCIRC替代LIN-CIRC

在用SLIN-SPL-SCIRC替代LIN-CIRC时，建议使SPL有一段进入原来的圆周内，这样SCIRC开始就晚于原来的CIRC。

机器人在对常规运动进行轨迹逼近时，要对角点进行编程，而在样条组中，则对轨迹逼近的起点和终点处的点进行编程。

例如机器人在对图所示的样条进行编程时，要对P1A和P1B点进行确定，确定方法有如下几条：

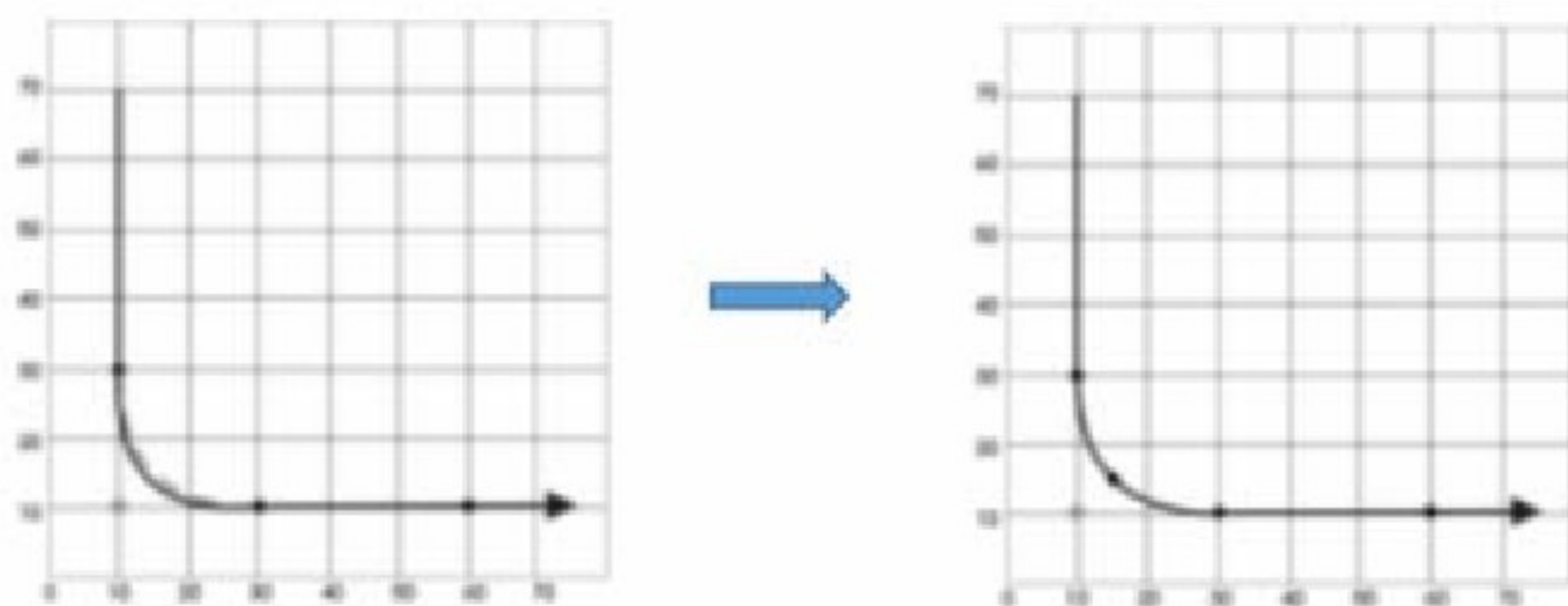


P1A-轨迹逼近起点

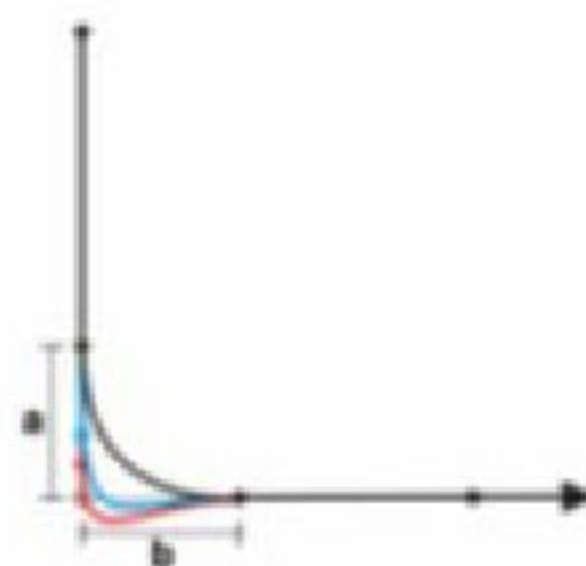
P1B-轨迹逼近终点

- 1) 驶过轨迹逼近的轨迹，通过触发器储存所希望的位置。
- 2) 在程序中用KRL计算这两个点。
- 3) 可从轨迹逼近标准中得出轨迹逼近起点，轨迹逼近终点取决于编程设定的速度。

机器人在运动执行过程中，即便P1A与P1B正好在轨迹逼近的起点和终点处，SPL轨迹也不会精确的与轨迹逼近弧线吻合。为了能得到精确的轨迹逼近弧线，必须在样条上插入附加点，通常插入一个点就足够，如图所示，左图为未插入附加点的轨迹，右图为插入附加点的轨迹，已完全吻合。



对于段序列SLIN-SPL-SLIN，通常要求SPL段在两条直线的较小交角之内运行。根据SPL段的起点与目标点，该轨道也可能在此范围之外运行，如下图所示。



a-从SPL段的起点至SLIN段的交点的距离

b-从SLIN段的交点至SPL段的目标点的距离

只有当满足以下条件时，轨迹才在该范围内运行。

1) 两个SLIN段在其延长线上相交。

2) $2/3 \leq a/b \leq 3/2$

CP样条姿态引导

机器人TCP在起始点和目标点处的方向可能不同。在CP样条编程时必须选择如何处理不同的姿态。姿态引导在选择窗口“移动参数”中选择，共有四种方式：

- 1、恒定的方向 TCP的姿态在运动过程中保持不变。
- 2、标准 TCP的姿态在运动过程中不断变化。TCP在目标点上具有编程设置的姿态。
- 3、手动PTP TCP的姿态在运动过程中不断变化。这是由于手轴角度的线性转换造成的。
- 4、无取向 此选项仅用于CP样条段。用于无需对一个点确定。若选择了此选项，则机器人控制系统忽略对示教或编程过的点的姿态。机器人控制系统会根据周围点的姿态计算出此点的最佳姿态，可以缩短节拍时间。

无取向姿态引导具有以下几个属性：

- 1) 在“步进运行”和“单个运行”程序方式下，机器人停止时的姿态为机器人控制系统计算出的姿态。
- 2) 如果在“无取向”的点上进行语句选择，机器人则采用机器人控制系统计算出的姿态。

SLIN运动方式下的姿态导引方式见下表。

SLIN运动姿态引导

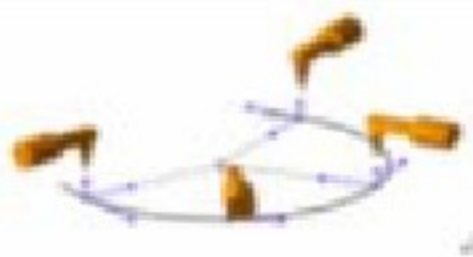
姿态引导方式	图例
恒定的方向	
标准	

对于SCIRC运动来说，姿态导引的选择与SLIN相同。此外，还可以为SCIRC运动确定姿态引导是以空间（基准）为参照还是以轨道为参照。

SCIRC运动姿态引导参照方式

SCIRC 姿态引导参照方式	说明
以基准为参照	圆周运动过程中，以基坐标系为参照的引导
以轨道为参照	圆周运动过程中，以轨迹为参照的引导

- SCIRC运动方式下的姿态导引见下表所示

姿态引导方式	图例
恒定的方向-以轨道为参照	
标准-以轨道为参照	
恒定的方向-以基准为参照	
标准-以基准为参照	

对样条组进行编程

通过样条组可以将多个运动合并成一个总运动，一个样条组允许包含以下指令：

- ①提供样条功能的应用程序包中的联机指令
- ②注释和空行

注：不允许包含其它指令如变量赋值或逻辑指令。

- 用联机表单为CP样条组编程

CP样条组联机表单如下图所示，参数含义见下表。



序号	说明
1	样条组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑运动数据时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。
2	CONT：表示目标点被轨迹逼近。 空白：表示将精确地移至目标点。
3	笛卡尔速度。数值从 0.001~2m/s。
4	运动数据组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑运动数据时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。

CP样条组选项窗口坐标系如下图所示，参数含义见下表。



序号	说明
1	选择工具 或者：如果外部 TCP 栏中显示 True，则表示选择工件
2	选择基坐标 或者：如果外部 TCP 栏中显示 True，则表示选择固定工具
3	插补模式 False：表示该工具已安装在连接法兰处 True：表示该工具为一个固定工具

CP样条组移动参数选项窗口如下图所示，参数含义见下表。



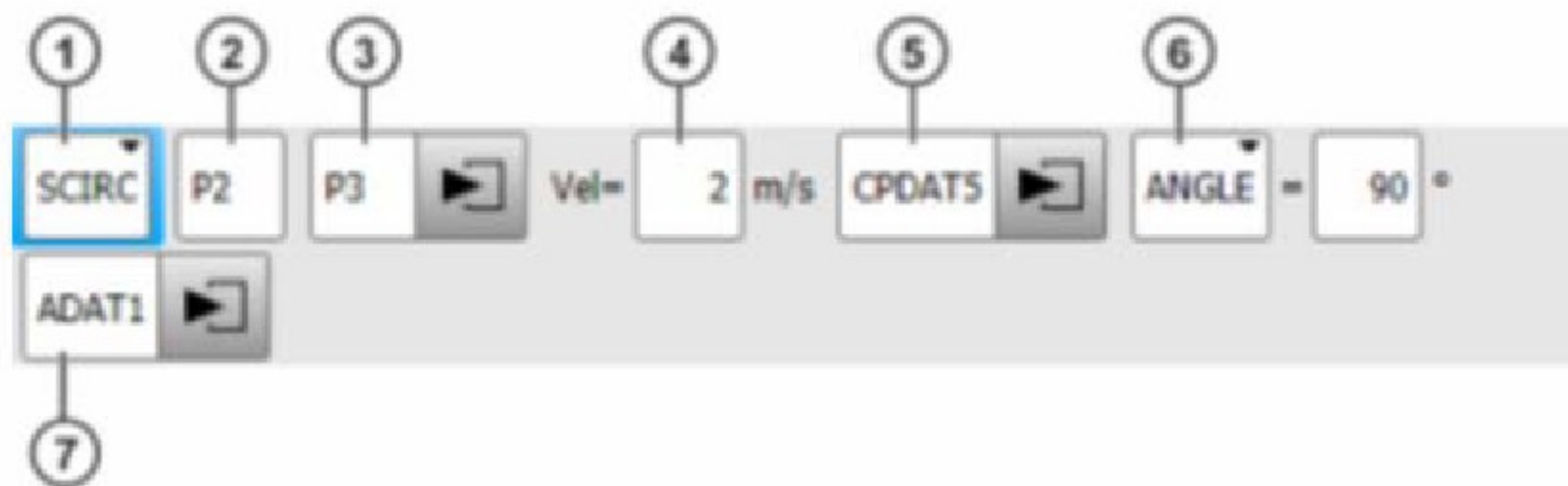
移动参数选项窗口

序号	说明
1	轴速，数值以机床数据中给出的最大值为准，数值为 1~100%。
2	轴加速度，数值以机床数据中给出的最大值为准，数值为 1~100%。
3	传动装置加速度变化率，加速度变化率是指加速度的变化量，数值以机床数据中给出的最大值为准，数值为 1~100%。
4	选择姿态导向。
5	选择姿态导向的坐标系，此段只对 SCBC 段起作用。
6	只有在联机菜单中选择了 CONT 之后，此栏才显示。 表示目标点之前的距离，最早在此处开始逼近。 最大间距可以为样条中的最后一个段，如果只有一个段，则间距最大为半个段的长度，如果在此处输入了一个更大数值，则此值将被忽略而采用最大值。

参数含义

CP样条组段中的编程

CP样条段联机表单如下图所示。

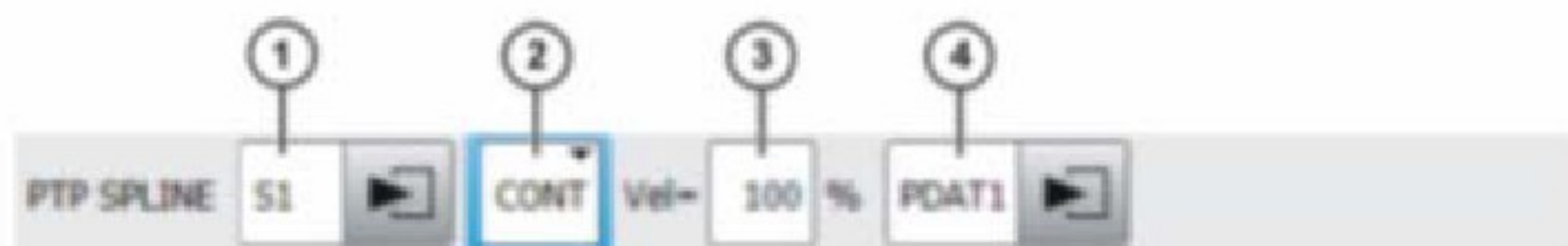


CP样条段联机表单参数含义如下表所示。

序号	说明
1	运动方式。包含 SPL、SLIN 或 SCIRC。
2	仅针对 SCIRC，为辅助点名称。系统自动赋予名称，可以被改写。
3	目标点名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑数据时触摸箭头，相关选项即自动打开。
4	笛卡尔速度。默认情况下，对样条组的有效值适用于该段，需要时，可以在此指定一个值，该值仅适用于该段。数值为 0.001~2m/s。
5	运动数据组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。默认情况下，对样条组的有效值适用于该段，需要时可在此处为该段单独赋值，这些值仅适用于该段。需要编辑时触摸箭头，相关选项即自动打开。
6	圆心角。只有在选择了 SCIRC 运动方式时才可使用。其数值为 -9999° ~ +9999°。如果输入的数值小于 -400° 或大于 +400°，则在保存联机表单时会自动查询是否需要确认或取消输入。
7	含逻辑参数的数据组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑数据时，触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。

- 用联机表单为PTP样条组编程

PTP样条组联机表单如下图所示，参数含义见下表。



序号	说明
1	样条组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑运动数据时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。
2	CONT：表示目标点被轨迹逼近 空白：表示将精确地移至目标点
3	轴速度。数值从 1~100%
4	运动数据组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑运动数据时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。

PTP样条组选项窗口同CP样条组，如图2所示，参数含义见表2。



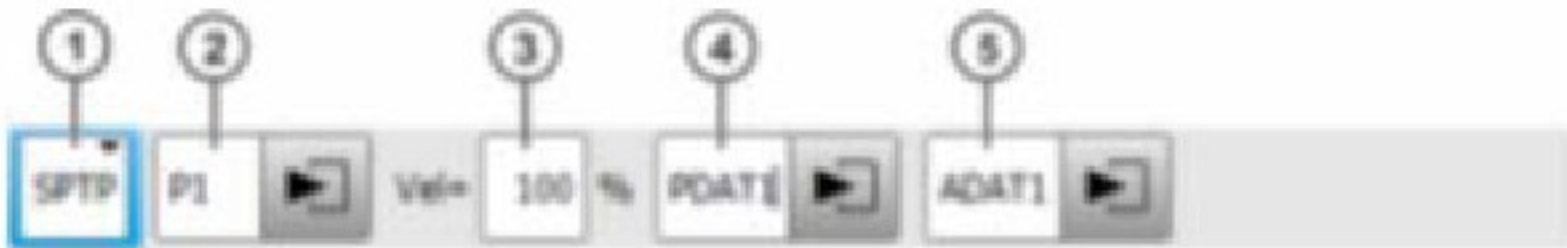
序号	说明
1	选择工具 或者：如果外部 TCP 栏中显示 True，则表示选择工件
2	选择基坐标 或者：如果外部 TCP 栏中显示 True，则表示选择固定工具
3	插补模式 False：表示该工具已安装在连接法兰处 True：表示该工具为一个固定工具

PTP样条组选项窗口移动参数如下图所示，参数含义见下表。



序号	说明
1	轴加速度。数值以机床数据给出的最大值为准。数值为 1~100%。
2	只有在联机表单中选择了 CONT 之后，此栏才显示。目标点之前的距离，最早在此处开始逼近。 最大间距可以为样条中的最后一个段。如果只有一个段，则间距最大为半个段的长度。如果在此处输入了一个更大数值，则此值将被忽略而采用最大值。
3	传动装置加速度变化率。加速度变化率是指加速度的变化量。数值以机床数据中给出的最大值为准。数值为 1~100%。

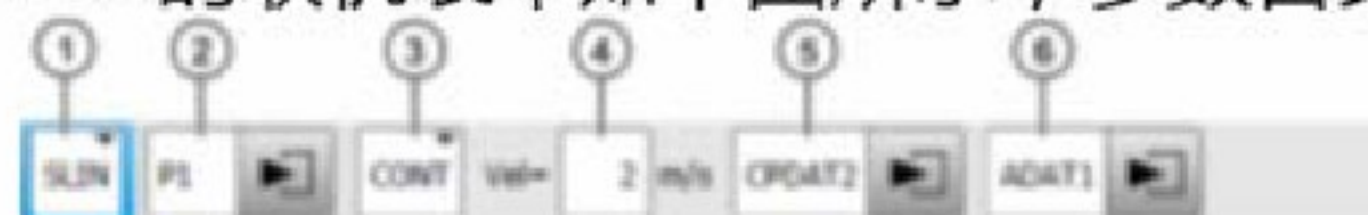
SPTP段联机表单如下图所示，参数含义见下表。



序号	说明
1	运动方式 SPTP
2	目标点名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑点数据时触摸箭头，相关选项即自动打开。
3	轴速度。 默认情况下，对样本组的有效值适用于该段。需要时可在此处为该段单独赋值，这些值仅适用于该段。数值从 1-100%
4	运动数据组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑运动数据时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。 默认情况下，对样本组的有效值适用于该段。需要时可在此处为该段单独赋值，这些值仅适用于该段。 需要编辑点时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。
5	含逻辑参数的数据组名称。系统自动赋予一个名称，可以被改写。 需要编辑时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。

用联机表单为样条单个运动编程

样条单个运动SLIN的联机表单如下图所示，参数含义见下表。



序号	说明
1	运动方式 SLIN
2	目标点名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑点数据时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。
3	CONT：表示目标点被轨迹接近。 空白：表示将精确的移至目标点。
4	速度。数值从 0.001~3m/s
5	运动数据组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑运动数据时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。 需要编辑点时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。
6	含逻辑参数的数据组名称。系统自动赋予一个名称，可以被改写。 需要编辑时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。 通过“切换参数”可以显示和隐藏该栏。

SLIN运动方式移动参数选项窗口如下图所示。



SLIN运动移动参数选项窗口各个参数含义说明见下表。

序号	说明
1	轴速。数值以机床数据中给出的最大值为准。数值为 1~100%
2	轴加速度。数值以机床数据中给出的最大值为准。数值为 1~100%
3	传动装置加速度变化率。加速度变化率是指加速度的变化量。 数值以机床数据中给出的最大值为准。数值为 1~100%
4	选择姿态导引。
5	只有在联机表单中选择了 CONT 之后，此栏才显示。 表示目标点之前的距离，最早在此处开始逼近。 最大间距可以为样条中的最后一个段。如果只有一个段，则间距最大为半个段的长度，如果在此处输入了一个更大数值，则此值将被忽略而采用最大值。

样条单个运动SCIRC联机表单如下图所示。

①	②	③		④		⑤		⑥	
SCIRC	P1	P2	▶	CONT	Vel=	2 m/s		CPDAT2	▶
ANGLE	=	90 °		ADAT1	▶				
⑦				⑧					

样条单个运动SCIRC联机表单各个参数含义见下表。

序号	说明
1	运动方式 SCIRC
2	辅助点名称。系统自动赋予名称。可以被改写。
3	目标点名称。系统自动赋予名称。可以被改写。需要编辑点数据时触摸箭头，相关选项即自动打开。
4	CONT: 表示目标点被逼近 空白: 表示将精确地移至目标点
5	笛卡尔速度。数值为 0.001~2m/s。
6	运动数据组名称。系统自动赋予名称。可以被改写。默认情况下，对样条组的有效值适用于该段，需要时可在此处为该段单独赋值，这些值仅适用于该段。需要编辑时触摸箭头，相关选项即自动打开。
7	圆心角。只有在选择了 SCIRC 运动方式时才可使用。其数值为-9999° ~+9999° 如果输入的数值小于-400° 或大于+400°，则在保存联机表单时会自动查询是否需要确认或取消输入。
8	含逻辑参数的数据组名称。系统自动赋予名称。可以被改写。需要编辑数据时，触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。

SCIRC移动参数与圆周配置选项窗口参数说明如下两图所示。



SCIRC运动的移动参数窗口



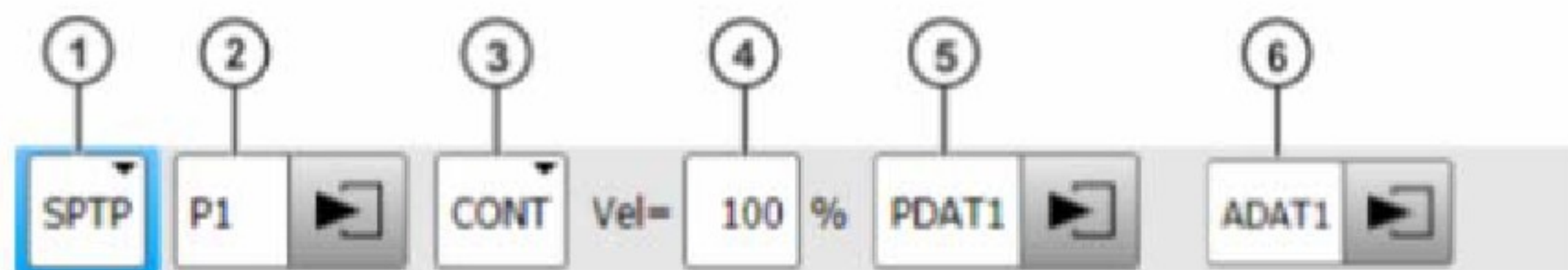
SCIRC运动的圆周配置窗口

SCIRC移动参数与圆周配置各个参数含义说明见下表。

序号	说明
1	轴速。数值以机床数据中给出的最大值为准。数值为 1~100%。
2	轴加速度。数值以机床数据中给出的最大值为准。数值为 1~100%。
3	传动装置加速度变化率。加速度变化率是指加速度的变化量。数值以机床数据中给出的最大值为准。数值为 1~100%。
4	选择姿态导引。
5	选择姿态导引的参照系。 此段只对 SCIRC 段起作用。
6	只有在联机表单中选择了 CONT 之后，此栏才显示。 表示目标点之前的距离，最早在此处开始逼近。 最大间距可以为样条中的最后一个段。如果只有一个段，则间距最大为半个段的长度，如果在此处输入了一个更大数值，则此值将被忽略而采用最大值。
7	选择辅助点上的姿态特性。
8	选择目标点上的姿态特性。只有在联机表单中选择了 ANGLE 之后，此栏才显示。

- 用联机表单为样条单个运动SPTP编程

SPTP联机表单如下图所示。



SPTP联机表单各个参数含义说明见下表。

序号	说明
1	运动方式 SPTP
2	目标点名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑 <u>点数据</u> 时触摸箭头，相关选项即自动打开。
3	CONT: 表示目标点被逼近 空白: 表示将精确地移至目标点
4	轴速度。数值从 1~100%
5	运动数据组名称。系统自动赋予名称，可以被改写。需要编辑运动数据时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。 需要编辑点时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。
6	含逻辑参数的数据组名称。系统自动赋予一个名称，可以被改写。 需要编辑时触摸箭头，相关选项窗口即自动打开。

具有外部TCP的运动编程

主要内容

- 理解什么是外部TCP。
- 掌握用外部TCP进行编程运动的方法。

外部TCP

工业机器人在通常实际加工生产过程中，是通过末端安装不同的工具来完成各种作业任务的。而在某些生产和加工过程中，为避免频繁的装卡及拆卸工具，比如粘接、焊接等，机器人操作着工件到达工具指定位置来完成加工，这一过程中，工具固定在机器人本体以外，是固定不动的，使得工件必须先放置，便能加工，简化了加工操作工序。

虽然工具是固定的，但是工具仍有一个所属坐标系的工具参照点，该参照点就是外部TCP，因为它的坐标系是固定不动的，所以，可以将其数据如同坐标系一样进行管理，并将其坐标系作为基坐标系来存储。

用外部TCP进行编程运动

用外部固定工具进行运动编程时，与标准运动有一定的区别：

- 在用外部TCP运动编程时，“外部TCP”选项必须选择“TRUE”。



- 机器人的运动速度必须以外部TCP为基准。

机器人的运动速度是相对于静止的物体而言，在标准运动中，是以工件为基准，而在具有外部TCP的情况下，外部TCP是静止的，相当于基坐标系，所以这里的运动速度是以外部TCP为基准。

- 同样的原因，机器人沿轨迹的姿态也是以外部工具为基准。
- 在外部TCP运动中，要给机器人指定合适的基坐标系和合适的工具坐标系，这里的基坐标系可以理解成外部固定工具，工具坐标系可以理解成运动的工件。

总结

- 通过外部TCP的概念学习，理解外部TCP与TCP有何区别。
- 掌握用外部TCP进行运动的方法，能够利用外部TCP进行机器人涂胶、抛光等的运动编程。