



3.1 投入运行助手

投入运行助手可以引导用户完成机器人投入运行的基本步骤及系统还未完成的必须处 理的步骤。投入运行助手运行的前提条件是未选定任何程序且当前机器人运行方式为 T1。

打开投入运行助手的操作步骤如下。

点击"主菜单"一"投入运行"一"投入运行助手"选项,打开"投入运行助手"窗格,如图 3-1 所示。

				投入运行助手		
				该助手将引导您完成将机器人投入运行的基本步骤。 还有须处理的步骤。		
	1.5			▶ ● ● ● 机器人名称 为机器人给定一个名称		
				● 包 网络配置		
_				▶ E 校准机器人 用 EMD 校准轴		
ŧ	^Ż	_		▶ 日本 「「「」」「「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」」		
		投入运行		计算负载数据	×	
3	文件 📕	▶ 投入运行助手		トラン 計算负载数据 Determine the load data of the calibrated tools		
Ē	2置	▶ 测量	•	▶ • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		
-		▶ 调整		▶ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	×	
3	设入运行	き后服务	•	▶ (三) 基坐标测量		
	: 表示需要处理的步骤。点击需要处理的步骤,进入指定窗格,按要求进行操作。					
			: 表示已经完成	戈的步骤 。		

图 3-1 投入运行助手

3.2 投入运行模式

利用 smartHMI 操作界面可将 KRC4 系统设定为投入运行模式(也称调试模式)。投入运行模式是指机器人在外围安全装置缺失的情况下以 T1 方式运行。投入运行模式激活时,所有输出端自动进入状态"逻辑零"。投入运行模式与系统软件版本有一定的联系,当 KSS 版本在 8.3 及以上时, KRC4 系统随时可以被切换至投入运行模式。

在下列情况下,KRC4系统会自动退出投入运行模式。

- 投入运行模式激活后 30 分钟内未进行过任何操作。
- smartPAD 被动切换或者从 KRC4 系统中断开。
- 使用以太网安全接口: 与上一级安全系统的连接已存在或拟建立工业网络 PROFIsafe 安全网络通信等。

投入运行模式的激活方法如下。

点击"主菜单"一"投入运行"—"售后服务"选项,在"售后服务"菜单中找到"投入运行模式"选项,如图 3-2 所示。若该选项为灰色,表示投入运行模式禁止。若该选项为黑色,表示投入运行模式允许激活。若状态栏中的运行方式状态显示图标 T1 处黄色闪烁,表示投入运行模式激活。



图 3-2 投入运行模式

3.3 投入运行模式的风险和防范措施

投入运行模式激活将使得外部安全信号失效,紧急停止功能仅局部有效,因此该模式 存在一定的安全隐患。

1. 可能存在的风险

可能存在的风险如下。

- 有人员进入机器人的危险区域作业。
- 未经授权的人员操作机器人可能带来安全风险。
- 在发生紧急情况时,外部紧急停止装置未激活。
- 2. 防范措施

对可能存在的风险采取的防范措施如下。

- 悬挂警示牌(指明已失效的外部紧急停止装置)。
- 进入机器人工作的危险区域时需要挂安全锁。
- 增加防护栏或警示带,限制人员进入。
- 只有通过安全知识培训的维修人员才允许使用投入运行模式。
- 在使用投入运行模式时,所有外部防护装置须处于停止状态,确保设备完全停止运行且无闲杂人员。

3.4 工业机器人零点标定

3.4.1 零点标定的含义

工业机器人为达到较高精度或者完全能够以程序设定的动作运动,需要进行正确的零 点标定。通过技术辅助工具 EMD 可为任何一个在机械零点位置的轴指定一个基准值(如 0°)。通过零点标定可以使轴的机械位置和电气位置保持一致。完整的零点标定过程是为 每个轴标定零点(标定后每个轴都有唯一的基准值)。需要注意的是,虽然所有机器人的零 点标定位置都相似,但不完全相同。即使是同一个机器人型号的不同机器人,零点标定的 精确位置也会有所不同。

每个机器人都必须进行零点标定,机器人只有在零点标定之后才可以进行笛卡儿运动并 移至程序设定的位置,才能保证机械位置和电气位置在调整过程中协调一致。为此,必须将 机器人置于一个已经定义的机械位置,即标定位置,然后将每个轴的传感器值存储下来。

3.4.2 零点标定工具

常用的零点标定工具包括 SEMD (Standard Electronic Mastering Device)、MEMD (Micro Electronic Mastering Device)、零点标定盒、电缆等,如图 3-3 所示。

其中:

- 细电缆(测量电缆)用于将 SEMD 或 MEMD 与零点标定盒相连。
- 粗电缆(EtherCAT 电缆)用于将零点标定盒与机器人上的 X32 接口连接起来。



①零点标定盒; ②用于 MEMD 的螺丝刀; ③MEMD; ④SEMD; ⑤电缆图 3-3 零点标定工具

零点标定时的注意事项如下。

- 进行零点标定前,应首先检查所有工具是否齐全。
- 测量电缆不要出现缠绕或与外部设备刮碰的情况。
- 掌握正确的电缆与测量设备连接的方法,不可用力插拔电缆。
- 测量电缆要插在零点标定盒上,并且要尽可能少地被拔下。
- 传感器插头 M8 的可插拔次数是有限的,经常插拔可能会损坏插头。
- 针对测量电缆没有安装牢固的电子测量头,应始终将其不带测量电缆拧到测量筒上,然后将测量电缆接到设备上,否则电缆会损坏。同样,在拆除设备时,也应始终先拆下设备的测量电缆,然后再将设备从测量筒上拆下。
- 在零点标定之后,应将 EtherCAT 电缆从 X32 接口上拔下,否则会出现干扰信号。
- 测量完毕后,应将测量工具整理、放好。

3.4.3 EMD 的工作原理及应用

EMD 是 KCB 上可连接或切断的单元,工作原理与线性可变差动变压器(Linear Variable Differential Transformer, LVDT)相同。EMD 的运动范围约为 5.5mm,分辨率为 16 位。进行零点标定时, EMD 会自动与 KCB 耦合和去耦。

EMD 零点标定流程如图 3-4 所示。

零点标定可通过确定轴的机械零点的方式进行。在此过程中,轴将一直运动,直至达 到机械零点为止,这种情况出现在电子测量头(探针)到达测量槽最深点的时候。因此, 每个轴都配有一个测量筒和一个预零点标定标记。在每次零点标定之前,都必须将轴移至 预零点标定位置,然后移动各轴使预零点标定标记重叠。



3.4.4 需要进行零点标定的情况

一般情况下,工业机器人必须时刻处于已标定零点的状态,否则机器人将无法在手动运行模式下平移笛卡儿坐标系,也不能沿程序设定的轨迹运动。同时,未进行零点标定的机器人的软件限位开关(每个轴的运动角度或动作范围是由机器人控制系统来设定的,称为软件限位开关)将关闭。因此进行零点标定后的机器人才能实现相关功能。在实际的生产过程中,在什么情况下需要进行零点标定呢?

● 投入运行时。

- 维护参与定位值感测的部件时(如带分解器或 RDC 的电机)。
- 未用机器人控制系统移动机器人轴时(如借助于自由旋转装置移动机器人轴)。
- 更换齿轮箱、电机时。
- 发生碰撞时(如以高于 250mm/s 的速度撞击护栏或机械挡块等)。

3.4.5 零点标定的方法和步骤

工业机器人零点标定是机器人程序设计及运行的基础。在实际的生产过程中,机器人 需要安装相应的作业工具(如抓手、焊枪、焊钳、涂胶枪等)。在一些复杂工位上,一个机 器人常需要同时进行两种以上工具的切换,这就是我们常说的通过快换装置进行工具切换。 显然,机器人在不同的工具负载下,运行精度(或轨迹精度)是不一样的,因此在零点标 定时,也会用不同的方式进行测量,如图 3-5 所示。

1. 一种负载情况

工业机器人只连接一种工具负载(或没有工具负载)时,无须快换装置进行工具切换。 此种情况多应用于机器人负载数据固定或对精度要求不高的工作场合。在这种情况下,零 点标定的方法和步骤如图 3-6 所示。



图 3-6 一种负载情况(1)^①

点击"主菜单"—"投入运行"—"调整"—"EMD"—"标准"选项,在"标准" 菜单中找到"执行零点校正"和"检查零点校正"选项。首次投入运行时,应点击"执行 零点校正"选项;重新投入运行时,应点击"检查零点校正"选项。 点击"执行零点校正"选项后,打开"标准电子测量探头零点校正:设定零点校正" 窗格,选择"机器人轴1"(此处机器人轴1~机器人轴6对应A1轴~A6轴),如图3-7所示。图中两个指示灯的说明见表3-1。

标准电子测量探头零点校正:设	定零点校正	
通过电子测量头对下列轴进行零点 提示:一些机器人类型在轴 6 上引 此诸注意文件。	另一个调整方法。为	
机器人轴 1	与 FMD 连接	
机器人轴 2		
机器人轴 3		
机器人轴 4	在零点标定区域内的	EMD
机器人轴 5		KU PI
机器人轴 6	ットド	2~~

图 3-7 一种负载情况(2)^①

表 3-1 两个指示灯说明

内 容	说明				
	红色 : 电子测量头未与 X32 接口连接				
与 EMD 连接	绿色 :电子测量头与 X32 接口连接				
	如果此处显示为红色,则"在零点标定区域内的 EMD"处显示为灰色				
太 雷占持 <u>守</u> 区域由	灰色: 电子测量头未与 X32 接口连接				
在令点标走区域内	红色 : 电子测量头位于无法进行零点标定的位置				
EMD	绿色 : 电子测量头位于用于零点标定的槽口旁或在槽口中				

零点标定完成后,按住 smartPAD 背面的"确认"键并按下正面的"启动"键,机器人 自动停止运行,零点标定数值被保存,如图 3-8 所示。机器人轴 1 在标定完成后从窗格中 消失,如图 3-9 所示。用同样的方法重复进行剩余轴的零点标定。注意,机器人零点标定 要按照顺序进行(从机器人轴 1 至机器人轴 6),否则会出现"零点校正顺序非法"的信息 提示。

检查零点标定的方法与执行零点标定的方法基本相同,此处不再赘述。

2. 多种负载情况

工业机器人连接两种以上工具负载时,可通过快换装置进行工具切换。此种情况多应 用于机器人负载数据发生变化或对精度要求较高的工作场合。在机器人运行过程中,机器 人工具负载的变化会影响机器人的轨迹精度,同时不同的工具负载会产生机器人零点的不 同偏差(与无负载时相比)。在这种情况下,需要针对机器人进行偏量学习。由于材料固有

① 软件截图中的"电子测量探头"即"电子测量头","负荷"即"负载"。

42 | 工业机器人操作与应用(初级)

的弹性,无负载的机器人与带负载的机器人相比,在零点位置上会有所区别。这些相当于 几个增量的区别将影响机器人的轨迹精度。"偏量学习"需带负载进行,与"首次零点标定" (无负载进行)的差值将被保存。数据保存在文件 Mastery.log 中,该文件位于 KRC4 系统 硬盘的目录 C:\KRC\ROBOTER\LOG 下。



图 3-9 机器人轴 1 在标定完成后从窗格中消失

如图 3-10 所示,机器人工具负载将对 A2、A3、A5 轴产生影响,产生数据偏差。



图 3-10 偏量学习

只有当机器人无负载时才可以执行"首次零点标定"。"首次零点标定"的方法与一种 负载情况下的"标准"方式相同,只是不得安装工具负载和附加负载。

点击"主菜单"—"投入运行"—"调整"—"EMD"—"带负载校正"—"首次调整"选项,打开"首次零点校正"窗格,如图 3-11 所示。



图 3-11 首次调整¹

在首次零点标定完成后,进行偏量学习。点击"主菜单"—"投入运行"—"调整" — "EMD"—"带负载校正"—"偏量学习"选项,打开"偏量学习"窗格,如图 3-12 所示。

偏量学习的前提是系统已经分配了一个工具号且机器人带负载,如图 3-12 中的工具号1。 点击"学习"按钮,对机器人轴1 至机器人轴6 进行偏量学习,所有未学习的轴都会被显 示出来。选定编号最小的轴,按下"确认"键和"启动"键,零点标定位置将被计算出来, 此时机器人自动停止运行,并且将测量结果与"首次零点标定"的偏差以增量或度的形式 显示出来。

点击"删除"按钮,可对各机器人轴已经学习的偏量进行删除。

注意:如果机器人带各种不同的负载工作,那么必须对每个负载都执行偏量学习。对于抓取沉重工件的抓手来说,必须分别在不带工件和带工件时对抓手执行偏量学习。

多负载情况下的重新投入运行主要用于检查带偏量的负载零点标定,在对某个机器人

① 软件截图中的"负荷"即"负载"。

轴进行检查之前,必须完成对所有比该轴编号小的机器人轴的调整。检查带偏量的负载零 点标定要针对已进行了偏量学习的负载来执行。



图 3-12 偏量学习

具体操作步骤如下。

- 点击"主菜单"—"投入运行"—"调整"—"EMD"—"带负载校正"—"负载 校正"—"带偏量"选项。
- ●选定工具号,所有已用此工具进行了偏量学习的轴都会被显示出来,已自动选定编 号最小的轴。
- 连接好零点标定盒及电缆并检查连接状况。
- 点击"检验"按钮,按照提示按下"确认"键和"启动"键。
- ●零点标定位置将被计算出来,此时机器人自动停止运行,同时将测量结果与"偏量 学习"的偏差以增量或度的形式显示出来。

3.4.6 零点数据去调节

零点数据去调节是指手动删除零点标定数据。点击"主菜单"一"投入运行"一"调

整"一"去调节"选项,打开"取消校正"窗格,如图 3-13 所示。可将各机器人轴的标定数据删除,删除时轴不动。对于已经去调节的机器人,软件限位开关关闭,机器人可能会驶向缓冲器,用户应尽可能不运行已经去调节的机器人或尽量减小手动倍率,因为在没有机器人轴软件限位保护时,手动运行机器人可能造成设备损坏或人员伤亡。



图 3-13 去调节

注意:机器人轴 4、机器人轴 5 和机器人轴 6 以机械方式相连。即当机器人轴 4 的数据被删除时,机器人轴 5 和机器人轴 6 的数据也会被删除。当机器人轴 5 的数据被删除时,机器人轴 6 的数据也会被删除。