

<b>TECHNICAL REFERENCE</b>	
<b>技 术 资 料</b>	
<b>MODEL</b>	
名称	脉冲式 8 轴控制系统
系列	工业机器人控制系统
<b>ISSUE</b> 发行日 2016 年 8 月 8 日	
<b>RIVISION</b> 改定日 2016 年 8 月 28 日	

HUNAN BOCHUANG Robot Co., Ltd.

湖南博创机器人有限公司

地址：长沙市岳麓区麓谷锦园 43 栋 1 号

电话：0731-8522 2306

## 版权说明

本产品控制系统示教使用说明书（以下简称“说明书”）内容若有变动，恕不另行通知。

未得到湖南博创机器人有限公司（以下简称“本公司”）明确的书面许可，不得为任何目的、以任何形式或手段（电子的或机械的）复制或传播手册的任何部分。

本说明书以及相关的程序仅用于为最终用户提供信息，本公司有权随时更改或撤销其内容。说明书是本公司的专有信息，并受中华人民共和国版权法和国际公约的保护。

在有关法律允许的范围内，本公司按“既定”方式提供本说明书，且不对本说明书提供任何形式的担保，包括（但不限于）对特定目的的适销性、适用性以及无侵权行为不作任何暗示担保。在任何情况下，本公司不对最终用户或任何第三方因使用本说明书而引发的任何直接或间接的丢失或损坏负责，包括（但不限于）利润损失、业务中断、商业影响或信息丢失等，即使已将此类损失或损坏明确告诉本公司。

本说明书以及本说明书所提及的任何产品的使用均受适用的用户许可协议限制。本说明书由湖南博创机器人有限公司制作。

## 版本及功能列表

发布时间	版本号	新增功能	标记
2016-8-28	V1.0	初版	

技 术 资 料.....	1
版权说明.....	2
版本及功能列表.....	3
<b>1. 术语、定义、符号和缩略语.....</b>	<b>6</b>
<b>2.概述.....</b>	<b>8</b>
2.1 系统简介	8
2.2 系统组成	8
2.2.1 控制器	8
2.2.2 示教器	10
2.3 软件界面	11
2.3.1 自动界面	11
2.3.2 手动界面	12
2.4 系统登录	19
<b>3.运行前的准备工作.....</b>	<b>21</b>
3.1 驱动器配置	21
3.2 I/O 端口配置	21
3.3 机器参数设置	23
3.3.1 附加轴设置	24
3.4 设置零位角	27
<b>4.程序控制.....</b>	<b>28</b>
4.1 基础程序的创建	28
4.1.1 程序的创建和取消	28
4.1.2 任务类型、运动类型分类	29
4.1.3 曲线的建立	36
4.1.4 非曲线的建立	37
4.1.5 程序的保存	38
4.2 模块化程序的创建	38
4.2.1 程序的创建和取消	38
4.2.2 任务类型、运动类型分类	38
4.2.3 曲线的建立	38
4.2.4 非曲线的建立	39
4.2.5 程序的保存	39
4.3 工艺包程序的创建	39
4.3.1 普通喷涂工艺	39
4.3.2 九轴喷涂工艺	43
4.4 程序的管理	45

4.4.1 程序的管理	46
4.4.2 点的管理	48
4.5 程序的运行	49
4.5.1 参数设置	49
4.5.2 物理按键与触摸屏上按键的使用	50
<b>5.坐标系的使用.....</b>	<b>51</b>
5.1 用户坐标系的建立和使用	51
5.1.1 用户坐标系的建立	51
5.1.2 用户坐标系的使用	53
<b>6 跟踪功能.....</b>	<b>54</b>
6.1 跟踪程序的创建	54
6.1.1 本体跟踪	54
6.1.2 滑轨跟踪	56
6.2 跟踪程序的管理	57
6.3 跟踪程序的运行	57
<b>7.系统的更新和备份.....</b>	<b>59</b>
<b>8.故障说明与处理.....</b>	<b>61</b>

# 1. 术语、定义、符号和缩略语

为方便用户对控制系统的使用，系统对使用过程中涉及到的一些术语、定义、符号和缩略语进行了解释说明。

## 1.1 点

即“点位置”，表示机器人末端在空间上的位置与姿态。

## 1.2 关节角

读取“关节角”表示的是读取当前“点”在空间上所处的位置和姿态，用“度数”表示。当使用6轴机器人时，用6个关节角度表示，即“6维”角度（“J7”和“J8”默认为“0”度关节角）；当使用了附加轴J7与J8时，还要把附加轴的角度读取，即“8维”角度。

## 1.3 程序

系统按建立程序的步骤，实现预期目的而进行操作的一系列语句和指令，包括程序的创建、管理和运行。

## 1.4 机器参数

控制系统运行前首先需要设置“机器参数”，包括“连杆长度”、“减速比”、“关节正/负限位”、“最大转速”、“PNOUT”、“PNIN”、和“编码方向”等机器参数的设置。

## 1.5 坐标系

控制系统中提供了“关节坐标系”和“基坐标系”2种坐标系，并且用户自己可以创建“用户坐标系”。

## 1.6 I/O 接口

控制系统提供有8路继电器输出，10路集电极开路，共18路I/O输出端口，初始状态默认为低电平“0”；提供有20路光耦隔离输入端口，初始状态默认为低电平“0”。

## 1.7 模拟量输出

控制系统提供有“0”、“1”、“2”和“3”4路模拟通道，可输出模拟值，模拟值范围为0V—12V。

## 1.8 附加轴

控制系统提供有“J1—J8”8个脉冲驱动器接口，通常使用时一般是用到6个接口，也就是“6轴机器人”，所以当“J7”与“J8”驱动器接口外接的关节轴时，也被称为“附加轴”。控制系统中把“J7”轴配置为“附加轴\_0”，“J8”轴配置为“附加轴\_1”。

## 1.9 零位角

设置系统“零位角”是系统运行前准备工作中非常重要的一步，因为后面读取“点”的关节角时，都是以设置的“零位角”作为参考点而定位的。

## 1.10 任务类型

控制系统的“任务类型”主要分为两大类：曲线与非曲线，非曲线包含有“输出”、“模拟量”、“附加轴运动”、“全局变量”、“禁轴”、“延时”、“等待事件”、“逻辑指令”和“PCALL”9种任务类型。

## 1.11 运动类型

应用“曲线”任务类型时，系统提供了关节运动、直线运动、圆弧运动和圆运动四种运动类型。

## 1.12 工艺

控制系统对一些繁琐而模式固定的工作流程，通过内部“集合”形成“工艺包”，简称“工艺”，就可以让用户很轻松地完成原本复杂、繁琐的工作。目前系统工艺支持有“普通喷涂工艺”和“九轴喷涂工艺”。

### 1.13 跟踪

也就是系统的“跟踪”功能，在一些特殊场合，如流水线作业时，通过“跟踪”功能可以让机器人末端和“流水线”保持“相对静止”状态，完成正常的操作流程。

### 1.14 系统更新和备份

控制系统提供了系统程序的升级更新功能和备份功能，包括控制器系统更新和备份与示教器系统更新和备份，可通过 USB 接口完成系统的更新和备份。

### 1.15 限位

分为“硬限位”和“软限位”。机械臂转动角度是有极限的，即“硬限位”；为了机器安全，可通过程序来控制机械臂转动角度大小，即设置“软”限位，但取值不得超出“硬限位”范畴。

### 1.16 编码方向

就是机器人本体各个关节的运动方向。控制系统设定了各个关节的运动方向，若是跟设定的运动方向不同时，就需要修改“编码方向”的值使其一致（如果“编码方向”的值原来为“1”，则修改为“0”；如果原来为“0”，则修改为“1”）。

### 1.17 原点、零点和起点

原点——就是在一个包含有“曲线”任务类型的完整程序中，整个曲线运动轨迹中第一步运行到的位置，是作为整个程序的“原点”位置（与用户坐标系中“原点”要区分开来，坐标系“原点”表示的是坐标系平面的原点坐标（0,0,0））。

零点——也就是“零位角”位置。

起点——是在创建程序过程中引用的，一条“曲线”有两个点确定，即“起点”和“终点”。

## 2.概述

### 2.1 系统简介

脉冲式 8 轴控制系统（以下简称“控制系统”或“系统”）是为工业机器人提供控制系统，与脉冲式驱动伺服、减速机组合安装在工业机器人上代替人工来完成相应的工作流程，可广泛应用于汽车行业、电子电器和机械制造等行业。

多年来公司经过对控制系统研发的大力投入，完成了一系列的技术攻关并取得了丰硕的成果，系统功能已经实现了多样化，可满足不同用户需求。

(1) 运动功能：系统提供了“关节”运动、“直线”运动、“圆弧”和“圆”运动 4 类运动类型；对曲线可添加“平滑度”；可通过“关节运动”坐标系、“基坐标系”和“用户坐标系”进行手动示教；添加了“奇异点”报警功能和运动保护功能，让用户使用时更安全。

(2) 编程功能：系统采用“模块化”编程，除对基础程序创建、保存和修改外，还可以通过“PCALL”指令对基础程序进行调用，极大提高用户程序的利用率和编程效率。

(3) 程序运行控制：支持“暂停”、“继续”、“停止”、“归零”等操作；支持“单步”、“单次”和“循环”运动模式；提供“全局运动速度”和“负载重量”等参数输入接口。

(4) “点”操作功能：“点”与“程序”相互独立，可供用户程序多次“引用”，大大提升了用户编程效率。

(5) 关节定义：可对 6 轴机械臂的 6 个关节和 2 个附加轴关节映射到控制器的任意驱动器接口上，灵活且便于对系统维护。

(6) 附加轴功能：附带 2 个附加轴并可对附加轴进行“关节模式”、“速度模式”和“跟踪模式”三种模式的任意设置。

(7) 热键功能：可将普通 I/O 输入端口配置成“暂停”、“继续”、“归零”、“切换工作模式”、“运行至起点”和“急停”特殊功能；将普通 I/O 输出端口配置成“运行指示”、“伺服状态”和“报警状态”特殊功能。

(8) 调试功能：可“手动”控制控制器上“I/O 输出端口”情况和“模拟量的输出”及对“I/O 输入端口”的监控。

(9) 跟踪功能：分为“本体跟踪”和“滑轨跟踪”两种模式。

(10) 工艺支持：目前支持工艺有“普通喷涂工艺”和“九轴喷涂工艺”两种。

(11) 系统更新和备份：系统提供了便捷的更新和备份功能，使用 U 盘就可实现对控制器和示教器程序的更新和备份。

(12) “在线”式系统操作：系统提供了“在线”帮助文档，用户可通过示教器随时查阅系统帮助文件，便于用户即时快速了解系统的功能和操作方法。

### 2.2 系统组成

#### 2.2.1 控制器

如下图 2.1 中所示为已经组装好的控制盒，内包含有控制模块和电源模块。各部分元件含义如下：

1——8 路脉冲驱动接口

2——丝印为“COM5”，系统“RS485”通讯接口和“RS232”通讯接口



图 2.1 控制系统控制盒组成结构

3——丝印为“TP1”和“TP2”，表示系统“RS422”接口，与示教模块相连

4——丝印为“AVO”，表示模拟量输出接口

5——20 路光耦隔离输入端口，使用时下拉

6——10 路集电极开路输出端口，使用时上拉

7——交流电 220VAC 输入

8——调试串口

9——USB 接口，可对系统程序进行更新与备份

10——网口

11——8 路继电器输出端口

12——8 路刹车输出，接刹车线时接“24V-BK”与“J1-J8”接口

(1) J1-J8 脉冲驱动接口信号定义

引脚	信号	说明	引脚	信号	说明
1	JX_PULS-	JX 轴位置指令脉冲负	14	JX_PC+	JX 轴编码器脉冲 C 相正
2	JX_SIGN-	JX 轴位置指令方向负	15	JX_S-RDY-	JX 轴伺服准备好
3	JX_PA-	JX 轴编码器脉冲 A 相负	16	JX_SEN	JX 轴编码器初始值
4	JX_PB-	JX 轴编码器脉冲 B 相负	17	JX_ALM-RST	JX 轴报警清除
5	JX_PC-	JX 轴编码器脉冲 C 相负	18	GND	地 0V
6	JX_ALM-	JX 轴报警信号输入	19	GND	地 0V
7	JX_S-ON	JX 轴伺服使能输出	20	JX_BK+	JX 轴刹车正
8	+24V	输出+24V	21	NC	空，无信号
9	GND	地 0V	22	NC	空，无信号
10	JX_PULS+	JX 轴位置指令脉冲正	23	NC	空，无信号
11	JX_SIGN+	JX 轴位置指令方向正	24	NC	空，无信号
12	JX_PA+	JX 轴编码器脉冲 A 相正	25	NC	空，无信号
13	JX_PB+	JX 轴编码器脉冲 B 相正	26	+24V	输出+24V

(2) RS485 和 RS232 通讯接口信号定义

引脚	信号	说明	引脚	信号	说明
1	+5V	+5V 输出	6	I2C2_SDA	双向数据线
2	I2C2_SCL	时钟线	7	RS232_TX4	RS232 发送信号
3	RS485B	RS485 信号 B	8	RS232_RX4	RS232 接收信号
4	RS485A	RS485 信号 A	9	GND	地 0V
5	GND	地 0V			

(3) 模拟量输出接口定义

引脚	信号	说明	引脚	信号	说明
1	DA_OUT1	模拟量输出 1	6	NC	空, 无信号
2	DA_OUT2	模拟量输出 2	7	NC	空, 无信号
3	DA_OUT3	模拟量输出 3	8	GND	地 0V
4	DA_OUT4	模拟量输出 4	9	GND	地 0V
5	NC	空, 无信号			

## 2.2.2 示教器

如图 2.2 所示，图中为已经组装完好的示教盒，内包含有示教模块。示教盒上各元件含义如下：



图 2.2 示教盒组成结构

1——模式转换开关，可切换“手动”和“自动”工作模式

2——“程序停止”物理按键，可让“运行”中的程序停止

- 3——“程序启动”物理按键，可让“程序”启动“运行”
- 4——“UP”物理按键，暂时没使用
- 5——示教盒出线口，与控制盒中“RS422”接口相连
- 6——“DOWN”物理按键，暂时没使用
- 7——“返回”物理按键，可返回到上一步
- 8——“菜单”物理按键，在“程序管理”中“插入”程序时可设置曲线“起点”
- 9——分别是“J6-”和“J6+”物理按键，上“使能”后可控制 J6 关节运动
- 10——分别是“J5-”和“J5+”物理按键，上“使能”后可控制 J5 关节运动
- 11——分别是“J4-”和“J4+”物理按键，上“使能”后可控制 J4 关节运动
- 12——分别是“J3-”和“J3+”物理按键，上“使能”后可控制 J3 关节运动
- 13——分别是“J2-”和“J2+”物理按键，上“使能”后可控制 J2 关节运动，设置了附加轴时可控制 J8 关节运动
- 14——分别是“J1-”和“J1+”物理按键，上“使能”后可控制 J1 关节运动，设置了附加轴时可控制 J7 关节运动
- 15——触摸屏，系统中大部分数据输入、功能切换等的操作都是通过触摸屏实现的
- 16——急停开关，可在“紧急情况”下可按下“急停”，停止系统及伺服的一切操作
- 17——使能开关（有 2 个），给伺服上“使能”

## 2.3 软件界面

控制系统的软件界面从大的方面分类可分为手动界面和自动界面两类。

### 2.3.1 自动界面

通过示教盒上“模式转换开关”切换到“自动模式”，这时出现“自动界面”，如图 2.3 所示。在“自动界面”上可进行程序的“运行”操作。



图 2.3 自动界面

## 2.3.2 手动界面

控制系统手动界面，由【运动】、【配置】和【工具】三个大部分构成，如图 2.4 所示。



图 2.4 手动界面结构组成

### ➤ 运动

【运动】中主要包含有“机器参数”、“程序控制”、“跟踪功能”三个部分，如图 2.4 所示。

#### ◆ 机器参数

“机器参数”是控制系统组成中非常重要的一部分，在里面可以设置机器人的相应机器参数、零位角及对附加轴的设置等，是系统运行前要做的必备工作之一，后面第 3 章节“运行前准备工作”章节会详细介绍。

#### ◆ 程序控制

“程序控制”是也系统的重要组成部分，由“程序管理”、“工艺包”、“基础程序”和“模块化程序”四部分构成，如下图 2.5 所示。



图 2.5 “程序控制”结构组成

(1) **程序管理**：这里是存放“已完成程序”的地方，所有创建成功，“保存”完成的程序都会生成在这里，包含有“基础程序”、“点”、“工艺程序”和“模块化程序”四大部分（如图 2.6 所示），其中“工艺程序”里包含有“九轴喷涂”与“普通喷涂”两种程序。在“程序管理”处可以对生成的“程序”和“点”进行“查询”、“修改”及“校验”等操作。



图 2.6 “程序管理”组成结构

(2) **工艺包**：控制系统提供支持的工艺都将会在这里创建。系统目前暂时提供有“9轴喷涂”与“普通喷涂”两种工艺，具体操作后面第 4 章节“程序控制”中的“工艺包程序创建”小节会详细介绍。

(3) **基础程序**：点击进入里面后可进行程序的创建和管理。

**(4) 模块化程序：**控制系统采用模块化程序框架编程，相对于“基础程序”的创建稍有不同，通过使用“PCALL”任务类型，可将设计完成的多个“基础程序”嵌入至框架中，提高用户程序利用率及编程效率。模块化程序创建完成后，在“保存”过程中，首先生成“模块化程序”，再转化生成“基础程序”。

## ◆ 跟踪功能

“跟踪功能”作为一种特殊功能，在一些特殊场合将会用到这一功能，如流水线作业等。跟踪功能按“编码器类型”可分为“不使用编码器”和“脉冲式”两类；按“跟踪方式”又可分为“本体跟踪”和“滑轨跟踪”两类。具体情况会在后面第 6 章节“跟踪功能”章节详细介绍。

## ➤ 配置

【配置】由“坐标系配置”、“接口配置”和“系统配置”三个部分构成，如图 2.7 所示。



图 2.7 “配置”结构组成图

## ◆ 坐标系配置

点击进入“坐标系配置”界面，可以创建并删除“用户坐标系”。具体详情可查看第 5 章节“坐标系的使用”这一章节。

## ◆ 接口配置

控制系统与外部伺服相接时，需要对伺服类型做出配置；系统还提供了一些特殊功能，让 I/O 端口可以进行任意配置。“接口配置”可分为“驱动器配置”和“I/O 端口配置”两大类，如图 2.8 所示。



图 2.8 “接口配置”结构图

其中“I/O 端口配置”又由“功能端口配置”和“指示端口配置”组成。

“驱动器配置”是配置与控制器相连接的驱动类型，依据外接伺服实际类型来配置。控制系统目前暂时只匹配了“安川”驱动伺服、“图科脉冲”驱动伺服和“图科 485”驱动伺服三种驱动类型。

“I/O 端口配置”是为了方便用户更好的使用系统，系统中专门提供了这一个功能，可以对“I/O 端口”配置特殊功能，如“暂停”功能、“继续”功能和“急停”功能等，具体后面第 3 章节“运行前的准备工作”中的“I/O 端口配置”会详细说明。

## ◆ 系统配置

“系统配置”里包含有“授权”、“程序更新和备份”、“登录系统”三大部分，如下图 2.9 所示。



图 2.9 “系统配置”结构组成图

(1) 授权：可以对系统的授权码和机器码设置，厂商设置。

(2) **程序更新和备份**: 对系统程序（包括“示教器程序”和“控制器程序”）的更新升级和程序备份都在这个界面里完成。

(3) **登录系统**: 点击后会返回到登录界面，可以重新选择登录模式。

## ➤ 工具

“工具”也是作为系统构成中的一大重要组成部分，由“接口调试”、“版本信息”和“操作说明”三部分构成，如图 2.10 所示。



图 2.10 “工具”构成图

## ◆ 接口调试

“接口调试”这一功能是为方便用户在手动示教时可以测试外部设备接线后的状态，看能否达到了预期效果，主要由“设置测试权限”、“设置输出端口”、“监测输入端口”和“设置模拟量”四部分组成，如图 2.11 所示。



图 2.11 “接口调试”结构组成图

(1) 设置测试权限：在使用“接口调试”工具时，首先要“设置测试权限”，如图 2.11 所示，点击“使能”按钮，“测试权限”设置成功；不用时，可以点击“非使能”按钮，关闭测试权限。

(2) 设置输出端口：“设置测试权限”完成后，就可以测试 I/O 输出端口状态。



图 2.12 设置输出端口

如图 2.12 所示，可以通过选定输出端口号“0—17”中 18 路 I/O 输出端口，然后发送“高/低电平”来测试各输出端口状态。控制系统提供有序号为“0—7”的 8 路继电器输出，序号为“8—17”的 10 路集电极开路，18 路 I/O 输出端口初始状态默认为低电平“0”。

(3) 监测输入端口：I/O 输入端口的监测也是在“测试权限”设置完成后，才可以进行。如图 2.13 所示，控制系统是用不同颜色来表示不同的状态，“灰色”代表外部“无信号”接入系统，即低电平（系统初始状态为低电平），“黄色”则代表外部“有信号”接入系统，即高电平。



图 2.13 监测输入端口

如图 2.14 所示，点击“开始监测”按钮，代表对 I/O 输入端口的监测开始执行，外部输入高电平时，相对应的 I/O 端口就会显示“黄色”；I/O 端口显示“灰色”则代表端口外部输入的是低电平。



图 2.14 监测输入端口进行中

控制系统提供了 20 路 I/O 端口输入，序号为 0—19，端口初始状态默认为低电平“0”，外部使用 20 路光耦隔离输入时需要下拉。

(4) 设置模拟量：“设置测试权限”完成后，可以设置模拟量输出。



图 2.15 设置模拟量

控制系统提供有“0”、“1”、“2”和“3”4路模拟通道，可输出模拟值，模拟值范围为 0V—12V。如图 2.15 所示，先选中模拟量“通道号”，确定“模拟值”，点击“发送”按钮就可以对相应的模拟通道设置“模拟值”输出。“发送”出“模拟值”后，“模拟通道”的“模拟值”就已经确定，“退出”或是“关闭”这一“工具”对模拟通道的“模拟值”不会有影

响，但可以对“模拟通道”输出的“模拟值”进行修改。控制系统上电重启后，4个通道“模拟值”会返回初始值“0V”。

## ◆ 版本信息

“版本信息”是介绍当前控制系统相关程序信息的。在点击进入“版本信息”后，可查看到控制系统“机器码”、“控制器系统版本号”、“示教器系统版本号”、“授权状态”和“版权”的具体信息，如图 2.16 所示。



图 2.16 系统“版本信息”

## ◆ 操作说明

“操作说明”存放了控制系统的使用说明书，包括控制系统调试的一些基本操作步骤，运行前的准备工作及错误反馈的解决方法等。

## 2.4 系统登录

控制系统上电启动后（通 220V 单相交流电），示教盒屏幕上会出现登录界面，分为管理员、操作员、浏览员三种登录模式，如下图 2.17。



图 2.17 系统登录界面

用户登录模式不同，拥有的权限也不同。登录权限从高到低分别为“管理员”模式登录、“操作员”模式登录和“浏览员”模式登录。

**管理员模式**——用户名：**admin**      密码：**admin\_csebb**      “管理员”模式登录权限最高，可更改机器参数，驱动器配置，编辑程序、运行程序等一切操作，一般是作为对系统的维护。

**操作员模式**——用户名：**Operator\_0**      密码：**Operator\_0**（系统默认为编号是“0”）系统提供了 Operator\_（0-4）5种“操作员”登录模式，密码跟用户名相对应。“操作员”模式登录权限稍低，不可更改机器参数和系统配置，可创建和管理程序及运行程序等操作。

**浏览员模式**——用户名：**browser\_0**      密码：**browser\_0**（系统默认为编号是“0”）系统提供了 browser\_（0-4）5种“浏览员”登录模式，密码跟用户名相对应。“浏览员”模式登录权限最低，只可对系统“浏览”，不能进行其他一切操作。

## 3.运行前的准备工作

登录进入系统后，还不能直接使用系统“编程”，需要完成一些准备工作后才能运行控制系统，如：（1）驱动器配置；（2）I/O 端口配置；（3）机器参数设置；（4）设置零位角。

### 3.1 驱动器配置

进入到控制系统手动软件界面如图 2.4，选择【配置】——【接口配置】——【驱动器配置】，根据控制系统外接伺服设置“驱动器序号”和“驱动器类型”，配置完成后选择“保存”完成配置，如下图 3.1 所示。



图 3.1 驱动器配置图

“驱动器序号”是根据控制系统接口具体控制机器人本体哪个机械臂来设置的，如“关节一”、“J1”设置，也就是控制系统脉冲驱动器接口“J1”控制机器人本体第一关节。“驱动器类型”是设置具体安装的驱动伺服类型，由机器人具体配置决定，系统目前支持有“安川驱动”、“图科脉冲驱动”和“图科 485 驱动”三种驱动伺服类型。

点击【获取】按钮时显示为系统的“初始”配置，各“关节”都与“驱动器序号”一一对应，“驱动器类型”为“安川”驱动伺服。

### 3.2 I/O 端口配置

控制系统提供了一些特殊功能，如“暂停”、“继续”、“归零”、“切换工作模式”、“运行至起点”和“急停”等，可以用 I/O 端口任意配置这些功能，让用户使用系统的方式更加灵活，简便。选择路径【配置】——【接口配置】——【I/O 端口配置】，进入“I/O 端口配置界面”，如图 3.2 所示，“I/O 端口配置”分为“功能端口配置”和“指示端口配置”。



图 3.2 I/O 端口配置

(1) **功能端口配置**：控制系统提供有“急停”、“切换工作模式”、“继续”、“暂停”、“归零”、“运行至起点”和“启动程序”7种特殊功能，I/O输入端口编号“0-21”可以任意配置这些功能，如图3.3所示。同一种特殊功能可以让不同的I/O输入端口配置，但同一个I/O输入端口只能配置一种特殊功能，且配置“添加”完成后需要点击“保存”按钮才会生效；I/O输入端口如果配置了特殊功能后，就不能再作为普通I/O输入端口使用，不过可以把“I/O输入端口”配置的特殊功能“删除”后，“I/O输入端口”就重新成为了普通的I/O输入端口。



图 3.3 功能端口配置

(2) **指示端口配置**：控制系统提供有“运行指示”、“伺服状态”和“报警状态”3种

特殊功能可供“8-17”10路“I/O 输出端口”配置，如图 3.4 所示。“I/O 输出端口”配置格式与“I/O 输入端口”配置功能一致。



图 3.4 指示端口配置

### 3.3 机器参数设置

机器参数的设置，包括连杆长度、减速比、关节正/负限位、最大转速、PNOUT、PNIN、和编码方向的设置，如下图 3.5 所示。

连杆长度	减速比	关节正限位	关节负限位	最大转速	PNOUT	PNIN	编码方向	零位角
170.00	150.00	130.00	-130.00	3000	6000	2500	1	-1167686...
650.00	150.00	70.00	-70.00	3000	6000	2500	0	-1167686...
156.00	120.00	70.00	-70.00	3000	6000	2500	1	-1459608...
650.00	80.00	130.00	-130.00	3000	6000	2500	1	-2189412...
0.00	80.00	30.00	-30.00	3000	6000	2500	1	-2189412...
109.00	50.00	360.00	-360.00	3000	6000	2500	1	-3503059...

Below the table, there are buttons for '查询' (Query), '校准' (Calibrate), '设置' (Set), '初始化' (Initialize), '附加轴配置' (Additional Axis Configuration), '设置零位角' (Set Zero Position Angle), and a checkbox for '修改整列' (Modify Entire Column). At the bottom, there is a '输出信息' (Output Information) section with messages: '[001]命令反馈,和控制器握手成功!' and '[002]命令反馈,机构参数查询成功!'.

图 3.5 机器参数结构图

- (1) **连杆长度**——各关节机械臂本体长度，单位是毫米 mm
- (2) **减速比**——由各关节安装减速机规格决定，输入减速机减速比的值即可
- (3) **关节正/负限位**——机器人本体转动角度是有极限的，即“硬限位”，为了机器安全，要用程序控制机械臂转动角度，即要设置“软”限位，取值不得超出“硬限位”范畴（否则设置“软”限位就没有了意义）
- (4) **最大转速**——根据各关节安装电机规格设置，不得超出电机额定转速
- (5) **PNOUT**——设定 6000，系统设置不能修改
- (6) **PNIN**——设定 2500，系统设置不能修改（若是驱动类型为“图科 485 数字”驱动伺服时，这里就表示电机编码器“位数”，如电机编码器位数为“23”位，就设置成“23”）
- (7) **编码方向**——关节运动方向采用“右手螺旋法则”确定。把机器人本体各个关节的运动方向设置成如下图“机器人运动方向”中的运动方向，“J+”与“J-”对应手动示教系统中示教器薄膜开关上矩阵开关位置。如果关节运动方向和图中机器人各关节正方向的设定不相同，则需要修改参数设置中“编码方向”的值使其一致（如果原来为 1，则修改为 0；如果原来为 0，则修改为 1）。



左图为人站在机器人本体正后方时的所标识的各关节运动方向

把各机器参数输入完成后，需要点击按钮【设置】——【查询】，“机器参数”才代表设置成功（屏幕下“输出信息”也会有相应信息反馈）。

### 3.3.1 附加轴设置

控制系统提供有“J1-J8”8个脉冲驱动器接口，所以可以同时控制8个轴相互运动，通常使用时一般是用到6个接口，所以“J7”与“J8”脉冲驱动器接口外接关节轴时，也被称为“附加轴”。控制系统中把“J7”轴配置为“附加轴\_0”，“J8”轴配置为“附加轴\_1”。

(1) **“附加轴”使用模式**：控制系统对“附加轴”的使用提供了3种模式，如图3.6“附加轴使用模式”所示，分别为 a.关节模式； b.速度模式； c.跟踪模式。



图 3.6 附加轴使用模式

**a.关节模式：**“附加轴”设置成“关节模式”时，“附加轴”与“J1-J6”6个普通“关节轴”使用方法相同。

**b.速度模式：**“附加轴”设置成“速度模式”时，需要设置“加速时间”和“速度”，如图 3.7 所示。



图 3.7 附加轴“速度”模式设置

“附加轴”设置为“速度”使用模式时，在程序编辑时可以通过编程指令“附加轴运动”来设置“附加轴”序号、“启动/停止”附加轴运动及“正/负向”转动方向，如图 3.8 所示。



图 3.8 “附加轴运动”任务类型设置

**c.跟踪模式：**“附加轴”设置成“跟踪模式”后，主要是在“跟踪功能”中应用，可以利用“附加轴”实现“流水线”运动跟踪。

**(2)“附加轴”应用：**完成了附加轴“驱动器配置”和“附加轴使用模式”的设置后，点击如图 3.6 “附加轴使用模式”中“设置”——“查询”按键，完成对附加轴设置。

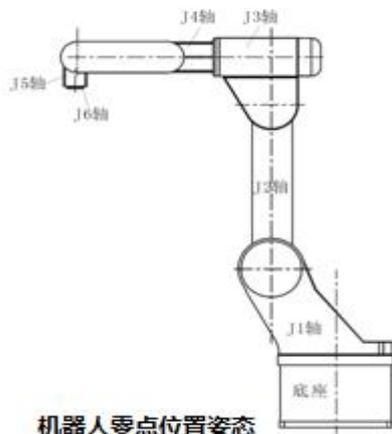


图 3.9 附加轴应用

如图 3.9 所示，配置好了“附加轴”后可以点击最右侧那个箭头小标识，弹出一个图框，点击“扩展轴”前面复选框，选中“扩展轴”，就可以通过示教盒上薄膜矩阵开关“J1”与“J2”来手动示教附加轴运动，这时，“J1”可控制“J7”轴运动，“J2”可控制“8”轴运动。

### 3.4 设置零位角

系统运行前，设置系统“零位角”是非常重要的步骤，因为后面读取“点”的关节角时，都是以设置的“零位角”作为参考点而定位的。



如左图所示，把机器人本体各个关节运动到如左图中各位置，在“机器参数设置”界面（如图 3.5）点击按钮【设置零位角】——【查询】，设置成功。

设置系统“零位角”成功后，可以读取当前各关节的角度值验证，角度值显示都为“0”时，代表设置成功。验证路径：【运动】——【程序控制】——【程序管理】——【点】——【新建】，点击“读取当前关节角”显示关节角度。

## 4.程序控制

控制系统运行前准备工作一切就绪后,就可以正式使用系统,进行“手动示教”和“系统编程”及“程序运行”等操作。返回系统手动软件界面,点击【运动】进入【程序控制】界面,“程序控制”主要是对程序进行一系列的编辑与处理,包括“基础程序”的创建、“模块化程序”的创建、“工艺包”程序的创建及“程序管理”,如图 4.1 所示。



图 4.1 程序控制结构组成

### 4.1 基础程序的创建

在手动示教模式下,如图 4.1,点击【基础程序】图标,进入“基础程序”创建界面,在这里可以进行“基础程序”的创建。

#### 4.1.1 程序的创建和取消

进入程序创建界面后,首先就是程序名称的建立。如下图 4.2,在“程序名称”处输入“XXX”程序名,点击右上角“新建”按钮,中间空白处上行就会出现程序名称“程序:XXX”,并且“新建”按钮会变成“取消”按钮,表示程序名称创建完成;点击“取消”按钮就表示取消整个当前程序操作。



图 4.2 创建程序名称

## 4.1.2 任务类型、运动类型分类

### ◆ 任务类型

“任务类型”可分为两大类：曲线和非曲线，非曲线包括有“输出”、“模拟量”、“附加轴运动”、“全局变量”、“禁轴”、“延时”、“等待事件”和“逻辑指令”8种任务类型，“模块化程序”中任务类型还要加上“PCALL”任务类型，这是调用“子程序”命令，如下图 4.3 所示。



图 4.3 任务类型组成图

**a.曲线任务类型：**曲线需要 2 个“点”构成，包含有“起点”和“终点”。完整的一个程序中，若包含有“曲线”，则整个程序的“起点 P”是最后一条“曲线”的“终点 S”，“终点 S”运行到“起点 A”（这是创建程序后建立“曲线”中第一步设置点）构成一个闭环，并不是第一步曲线建立的“起点 A”就是整个程序的“起点 P”（要区分开来，后面“PCALL”调用“子程序”时建立的模块化程序所生成的基础程序会体现出来）。

**b.非曲线任务类型：**在“基础程序”的创建过程中，系统提供了“输出”、“模拟量”、“附加轴运动”、“全局变量”、“禁轴”、“延时”、“等待事件”和“逻辑指令” 8 种任务类型，其具体用法如下：

(1) “输出”任务类型——需要配合 I/O 端口使用，系统提供有 18 路 I/O 端口输出，包括 8 路继电器输出和 10 路集电极开路。如图 4.4 所示，选择“输出”任务类型后，分别在“输出端口号”和“输出电平值” 2 个提示框中输入相应值，点击“添加任务”按钮，完成操作。



图 4.4 “输出”任务类型

I/O 输出端口输出电平值只有低电平“0”和高电平“1”两种，系统初始状态默认为所有 I/O 输出端口都是低电平“0”。若输出端口有多个时，也可以通过在端口序号中间用连接符“-”连接起来，“输出电平值”中各输出端口的值也都用连接符“-”相连，一步编辑完成。如“输出端口号”中值为“8-9-10”，“输出电平值”中为“1-0-1”，就代表 I/O 输出端口“8”与“10”输出高电平“1”，同时 I/O 输出端口“9”输出低电平“0”。

(2) “模拟量”任务类型——系统提供 4 路模拟量输出通道，分别为“0”、“1”、“2”和“3” 4 路通道，“模拟值”取值范围为 0—12V，如图 4.5 所示。



图 4.5 “模拟量”任务类型

(3) **“附加轴运动”任务类型**——当附加轴设置为“速度模式”时，可通过“附加轴运动”任务类型对“附加轴”进行“启动”和“停止”设置。其中“附加轴\_0”表示 J7 轴，“附加轴\_1”表示 J8 轴；附加轴“启动”时可以设置“正向”和“负向”转动方向，如图 3.8 所示。

(4) **“全局变量”任务类型**——可定义“全局变量”且为“全局变量”赋值及对其“操作”，如图 4.6。



图 4.6 “全局变量”任务类型

(5) **“禁轴”任务类型**——在“附加轴”设置成“关节模式”的情况下，可通过“禁轴”任务类型对“附加轴”进行“启用附加轴”或“禁用附加轴”设置，其中“附加轴\_0”表

示 J7 轴，“附加轴\_1”表示 J8 轴。

(6) “**延时**”任务类型——选择“延时”任务类型时，在“延时时间”处输入数字，单位是毫秒 ms，点击“添加任务”即可，如图 4.7。



图 4.7 “延时”任务类型

(7) “**等待事件**”任务类型——需要配合 I/O 端口使用，系统提供了 20 路耦合隔离输入端口。如图 4.8 所示，选择“等待事件”任务类型后，在“输入端口号”、“输入电平值”和“事件关系”3 个提示框中输入相应值，点击“添加任务”按钮，完成操作，如图 4.8 所示。



图 4.8 “等待事件”任务类型

跟“输出”任务类型一样，“输入电平值”也有低电平“0”和高电平“1”两种，系统

初始状态也是默认为低电平“0”；也可以在多个输入端口序号之间及输入电平值之间用连接符“-”相连来实现一步程序编辑多个IO输入端口等待事件。

“等待事件”任务类型相对于“输出”任务类型也有区别，“等待事件”任务类型多个输入端口同时与系统相接时，它们之间有“事件关系”——“与”和“或”关系。如“输入端口号”中值为“1-2-3”，“输入电平值”中为“1-0-1”，“事件关系”为“与”，就代表只有同时满足I/O输入端口“1”与“3”输入高电平“1”，输入端口“2”为低电平“0”这3个条件才能继续接下来的程序运行，否则就只能一直“等待”，停止在这个位置；同样，若是“输入端口号”中值为“1-2-3”，“输入电平值”中为“1-0-1”，“事件关系”为“或”，则表示只需满足这3个条件中的1个或多个就可以继续接下来的程序运行。

(8)“逻辑指令”任务类型——“逻辑指令”任务类型中包含了“IF”、“ELSE\_IF”、“ELSE”、“END\_IF”、“WHILE”、“CONTINUE”、“BREAK”和“END\_WHILE”8个逻辑指令，利用这些逻辑指令组可极大地方便用户构建基础程序。

- **IF** 指令：条件判断指令，与 ELSE、ELSE\_IF、END\_IF 配合使用。

指令格式：**a. IF...END\_IF;**

**b. IF...ELSE...END\_IF;**

**c. IF...ELSE\_IF...ELSE...END\_IF;**

a.判断IF条件里面的内容是否满足，若条件为真(满足条件)时，则执行下面的程序；若条件为假(不满足条件)时，则程序不执行“IF...END\_IF”所包含的内容。

b.判断IF条件里面的内容是否满足，若条件为真(满足条件)时，则执行“IF...ELSE”所包含的内容；若条件为假(不满足条件)时，则程序执行“ELSE...END\_IF”所包含的内容。

c.若需要多个条件进行判断，可以采用“IF...ELSE\_IF...ELSE...END\_IF”格式指令(其中ELSE\_IF在一个“IF...END\_IF”中可以多次使用，ELSE也可不用)。

每个IF必须对应一个END\_IF，即“IF...END\_IF”配套使用。

例如：

```
GLOBAL_VAR_OP:GV_0 = 0      // 建立全局变量 0，并赋值 GV_0 为 0
IF(GV_0 == 0)              // IF 条件
OUTPUT:Y1 = 1              // I/O 输出端口 1 输出高电位 “1”
ELSE_IF(GV_0 == 1)         // ELSE_IF 条件
OUTPUT:Y1 = 0              // I/O 输出端口 1 输出低电位 “0”
ELSE
OUTPUT:Y1 = 0              // I/O 输出端口 1 输出高电位 “1”
OUTPUT:Y2 = 1              // I/O 输出端口 2 输出高电位 “1”
END_IF                     // IF 程序结束
```

程序说明：若满足条件  $GV_0 = 0$ ，则  $Y1 = 1$ ；若满足条件  $GV_0 = 1$ ，则  $Y1 = 0$ ；若两个条件都不满足，则  $Y0 = 0$ ， $Y2 = 1$ 。

- **WHILE** 指令：循环指令，与 END\_WHILE 配合使用。

指令格式：**WHILE...END\_WHILE**

当WHILE后面的条件满足时，即条件为真(满足条件)时，执行“WHILE...END\_WHILE”里面的程序，直到WHILE后的条件为假(不满足条件)时，则退出该WHILE循环。

每个WHILE必须对应一个END\_WHILE，即“WHILE...END\_WHILE”配套使用。

例如：

```
GLOBAL_VAR_OP:GV_0 = 0      // 建立全局变量 0，并赋值 GV_0 为 0
WHILE(GV_0 < 3)             // WHILE 条件
GLOBAL_VAR_OP:GV_0 = GV_0 + 1 // 全局变量加 1
```

```

OUTPUT:Y2 = 1           // I/O 输出端口 2 输出高电位 “1”
END_WHILE              // WHILE 循环结束
OUTPUT:Y2 = 0         // I/O 输出端口 2 输出低电位 “0”

```

程序说明：若  $GV_0 < 3$ ，则  $GV_0 = GV_0 + 1$ ， $Y2 = 1$ ；否则  $Y2 = 0$ ，即连续 3 次输出  $Y2=1$  后条件不满足，**WHILE** 循环结束，输出  $Y2=0$ 。

- **BREAK** 指令：终止循环指令。

**BREAK** 指令用在“**WHILE...END\_WHILE**”指令中间，使终止“**WHILE...END\_WHILE**”循环语句。通常 **BREAK** 指令与 **IF...END\_IF** 配合使用，满足条件时便跳出循环体。

例如：

```

GLOBAL_VAR_OP:GV_0 = 0 // 建立全局变量 0，并赋值 GV_0 为 0
WHILE(GV_0 < 10)      // WHILE 条件
IF(GV_0 == 5)         // IF 条件
BREAK                 // 中断程序
END_IF                // IF 程序结束
GLOBAL_VAR_OP:GV_0 = GV_0 + 1 // 全局变量加 1
OUTPUT:Y2 = 1         // I/O 输出端口 2 输出高电位 “1”
END_WHILE             // WHILE 循环结束
OUTPUT:Y2 = 0         // I/O 输出端口 2 输出低电位 “0”

```

程序说明：当  $IF(GV_0 == 5)$  满足时，**WHILE** 终止循环，即连续 5 次输出  $Y2=1$  后， $IF(GV_0 == 5)$  满足条件，跳出 **WHILE** 循环，输出  $Y2=0$ 。

- **CONTINUE** 指令：终止本次循环指令。

**CONTINUE** 指令用在 **WHILE...END\_WHILE** 指令中间，跳过 **WHILE...END\_WHILE** 循环体中剩余的语句而强制执行下一次循环。通常 **CONTINUE** 指令与 **IF...END\_IF** 配合使用，即满足条件时便跳出此次循环，用来加速循环。

例如：

```

GLOBAL_VAR_OP:GV_0 = 0 // 建立全局变量 0，并赋值 GV_0 为 0
WHILE(GV_0 < 10)      // WHILE 条件
GLOBAL_VAR_OP:GV_0 = GV_0 + 1 // 全局变量加 1
IF(GV_0 == 5)         // IF 条件
OUTPUT:Y3 = 1         // I/O 输出端口 3 输出高电位 “1”
CONTINUE              // 终止本次循环
END_IF                // IF 程序结束
OUTPUT:Y2 = 1         // I/O 输出端口 2 输出高电位 “1”
END_WHILE             // WHILE 循环结束
OUTPUT:Y2 = 0         // I/O 输出端口 2 输出高电位 “0”

```

程序说明：当  $IF(GV_0 == 5)$  满足时，此次循环 **CONTINUE** 后面的语句将不执行（跳出此次循环，**WHILE** 循环继续），即连续 4 次输出  $Y2=1$  后，第 5 次输出  $Y3=1$ ，再第 6、第 7、第 8、第 9 连续 4 次输出  $Y2=1$ ，条件不满足，**WHILE** 循环结束，输出  $Y2=0$ 。

## ◆ 运动类型

“运动类型”是应用在“曲线”任务类型上的，系统提供了**关节运动**、**直线运动**、**圆弧运动**和**圆运动**四种运动类型。“圆弧运动”和“圆运动”两种运动类型需要在创建的程序中首先确定“曲线”上一个“点”，才会出现“圆弧运动”和“圆运动”这两种运动类型，如图 4.9 与图 4.10 所示。



图 4.9 “运动类型”种类 1

- (1) **关节运动**: 机器人末端运动到某个位置，运动过程中不关心运动轨迹。
- (2) **直线运动**: 机器人末端以直线的方式运动到指定位置。



图 4.10 “运动类型”种类 2

- (3) **圆弧运动**: 机器人末端以圆弧的方式运动，三点确定一条一段圆弧，包括“起点”、“中间点”和“终点”，如图 4.11 所示。



图 4.11 “圆弧”运动类型

(4) **圆运动**: 机器人末端以圆的方式运动，三点确定一个圆，包括“起点”、“圆心点”和“圆面点”，如图 4.12 所示。“圆面点”表示的是“画圆”的方向。



图 4.12 “圆”运动类型

### 4.1.3 曲线的建立

程序名称创建完成后，就可以正式创建程序了。建立“曲线”任务类型时，主要是确定曲线的“起点”和“终点”（“圆弧”运动和“圆”运动时还需要考虑到“中间点”），具体步骤：选中“曲线”任务类型——确定“运动类型”——确定“运动速度”——“平滑比”——确定“起点”或是“终点”（“曲线”第一次建立时先确定“起点”，之后就是把前一

条曲线的“终点”作为第二条曲线的“起点”，就需要设置“终点”)——点击【添加任务】按钮——完成曲线建立。

(1) “运动速度”的设置：“关节”运动类型中速度单位是“脉冲”，最大不得超出“机器参数”中的设置参数；“直线运动”、“圆弧运动”和“圆”运动类型速度单位是毫米 mm，最大不得超过 2000 毫米/秒 (mm/s)。

(2) “平滑比”的设置：在“直线运动”、“圆弧运动”和“圆”运动类型时，可以设置“平滑比”，让机器末端能更快的运行。“平滑比”参数范围为“0-100”，“0”就表示没有“平滑”，“100”时“平滑”最大。

(3) “起点”或是“终点”设置：在“运行至起点”处或是“终点”处单击，会出现一个小页面框，在【新建点】页面，设置“点的别名：”“P1”，按下“使能开关”（示教盒背后有 2 个绿色按钮，随便摁下一个就可以了），把机器人运动到需要的位置后，松开“使能开关”选择“读取当前点”按键，会显示当前点“P1”的各关节坐标值，按“保存”，完成“起点”或是“终点”设置并返回到程序创建页面。

如果已确定了“起点”与“终点”位置，或是自己需要“点”的位置已经创建完成（完成后保存的“点”会存放在“程序管理”中的“点”文件里），也可以点击“引用点”按钮，切换到【引用点】界面，直接“引用”就可以了，如图 4.13 所示。



图 4.13 “起点”与“终点”的引用

#### 4.1.4 非曲线的建立

建立程序时，有时可能还需要用到“非曲线”任务类型，例如“延时”、“等待事件”、“输出”和“模拟量”等，这时就需要建立“非曲线”任务类型。具体步骤为：在“任务类型”中选好相应的非曲线任务类型——出现“非曲线编辑提示框”——输入相对应的格式值（详情见 4.1.2.1 章节“任务类型”介绍）——点击【添加任务】按钮——完成非曲线建立。

## 4.1.5 程序的保存

程序经过“程序名称”和“曲线”、“非曲线”的建立，还不能算是完成了一个“基础程序”的建立，必须要点击【保存程序】按钮，程序保存到【程序管理】中，才算是完整的完成了“基础程序”的建立。

## 4.2 模块化程序的创建

### 4.2.1 程序的创建和取消

“模块化程序”中“程序的创建”同“基础程序的创建”一致，详情可见 4.1.1 章节。

### 4.2.2 任务类型、运动类型分类

“模块化程序”的“任务类型”和“运动类型”分类跟“基础程序”基本一致，详情可见 4.1.2 章节，但在“模块化程序”中多了个“PCALL”任务类型。在“模块化程序”中，可通过“PCALL”任务类型，调用“子程序”，生成“模块化程序”。“PCALL”任务类型调用的“子程序”都是已经完成的“基础程序”，如图 4.13 所示。



图 4.13 “PCALL”任务类型及使用

### 4.2.3 曲线的建立

“模块化程序”中“曲线的建立”同“基础程序”一致，详情可见 4.1.3 章节。

## 4.2.4 非曲线的建立

“模块化程序”中“非曲线的建立”同“基础程序”一致，详情可见 4.1.4 章节。

## 4.2.5 程序的保存

“模块化程序”中“保存”同“基础程序”一致，也是点击【保存程序】按钮，保存“模块化程序”。但“模块化程序”中程序创建完成后，“保存”时，先是生成“模块化程序”保存在“程序管理”中的“模块化程序”文件中，然后会有提示是否转化生成“基础程序”，选择“确定”后，就会把“模块化程序”转换成“基础程序”，同时存放在“程序管理”中的“基础程序”文件里。

## 4.3 工艺包程序的创建

为方便用户更好地使用控制系统，系统对一些操作流程固定同时手动示教编程又特别繁琐的工作，通过“集合”形成“工艺包”，让用户可以很轻松就可以完成原本复杂、繁琐的工作。点击【运动】——【程序控制】——【工艺包】，进入“工艺包”创建界面，如图 4.14 所示。目前，系统的工艺支持有“普通喷涂工艺”和“九轴喷涂工艺”两种。

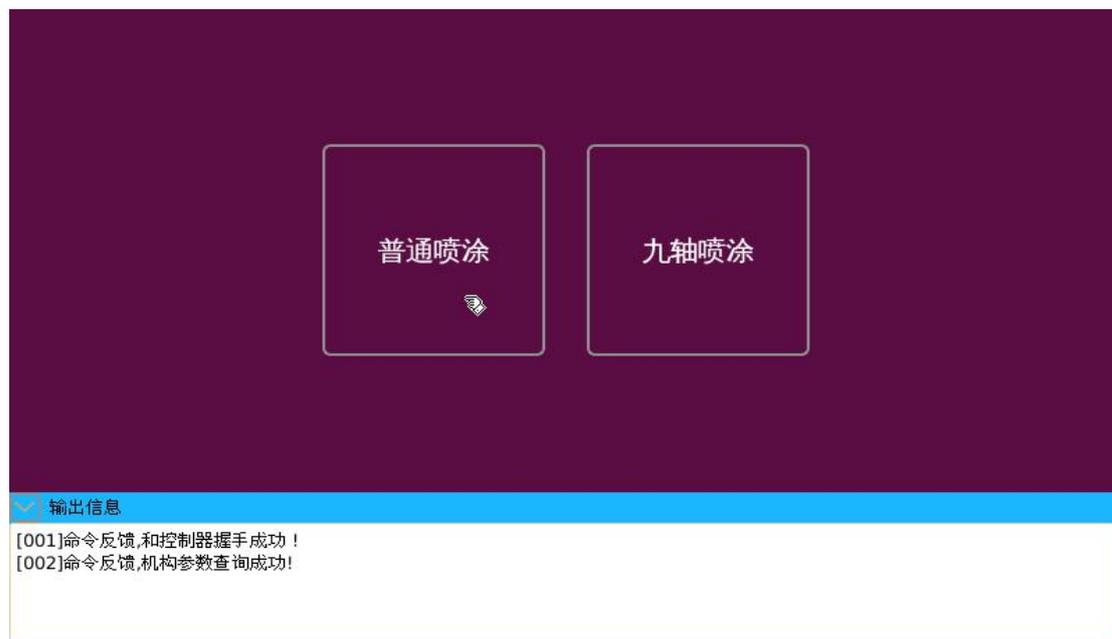


图 4.14 “工艺包”创建界面

### 4.3.1 普通喷涂工艺

#### ◆ 普通喷涂工艺程序的创建

如图 4.14 所示，点击【普通喷涂】按键，进入普通喷涂工艺的创建界面，如图 4.15 所

示，普通喷涂工艺的创建需要设置“运动参数”与“控制参数”。

**a.运动参数：**如图 4.15 所示，根据“喷涂模式”的不同，运动参数也会不同。根据“喷涂模式”可分为“直线”、“平面”、“平面寸动”、“弧线”、“弧面”和“弧面寸动”6种喷涂模式。

(1)“普通直线喷涂模式”运动参数：如图 4.15，“工艺程序名称”是创建工艺名称；“喷涂模式”选择“直线”；“往返次数”是重复运动，若是设为“0”，则不重复运动；“P1”和“P2”是确定“直线喷涂模式”的“起点”与“终点”，两点之间以“直线”运动类型运动；“往返速度”和“末点至起点速度”可以设置速度快慢。



图 4.15 “普通直线喷涂工艺”创建界面

(2)“普通平面喷涂模式”运动参数：如图 4.16 所示，跟“普通直线喷涂模式”基本一致，只是多了个“区间次数”和“折返平滑度”。“区间次数”就是把“P1”到“P3”的“垂直距离”等分成“几份”；“折返平滑度”是在两条曲线间添加上“平滑”，可以让程序更快

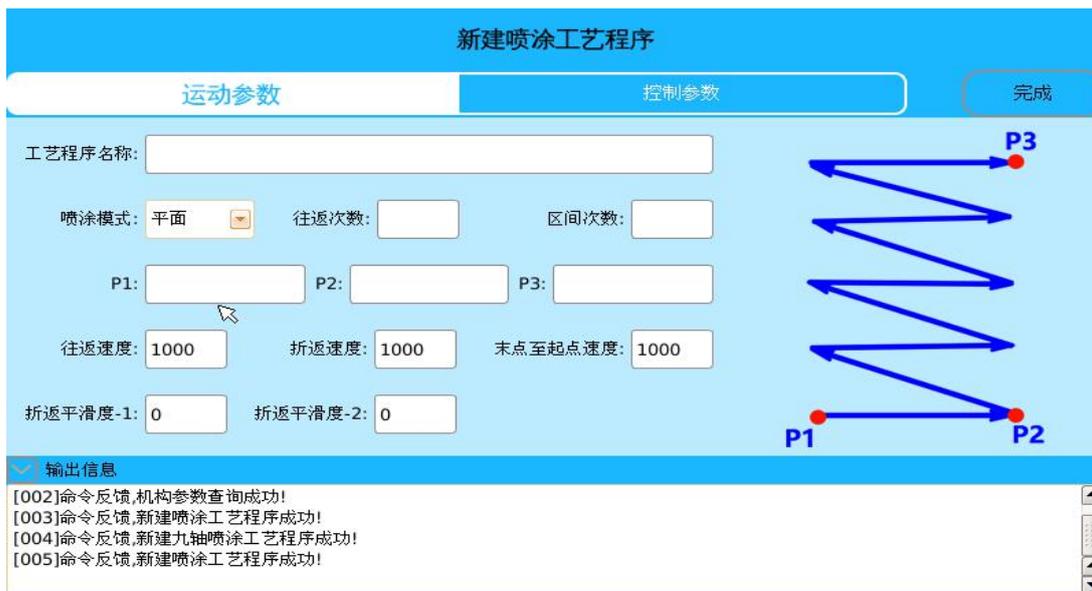


图 4.16 “普通平面喷涂工艺”创建界面

直距离”等分成“几份”；“折返平滑度”是在两条曲线间添加上“平滑”，可以让程序更快

的运行。

(3) “普通平面寸动喷涂模式”运动参数：如图 4.17 所示，跟“普通平面喷涂模式”基本一致，只是多了个“寸动段关闭油枪”，选择后，在“寸动”处会把油枪关闭，过了“寸动”处再把油枪打开。



图 4.17 “普通平面寸动喷涂工艺”创建界面

(4) “普通弧线喷涂模式”运动参数：如图 4.18 所示，跟“普通直线喷涂模式”基本一致，只是“圆弧”运动多了一个中间点“P2”。

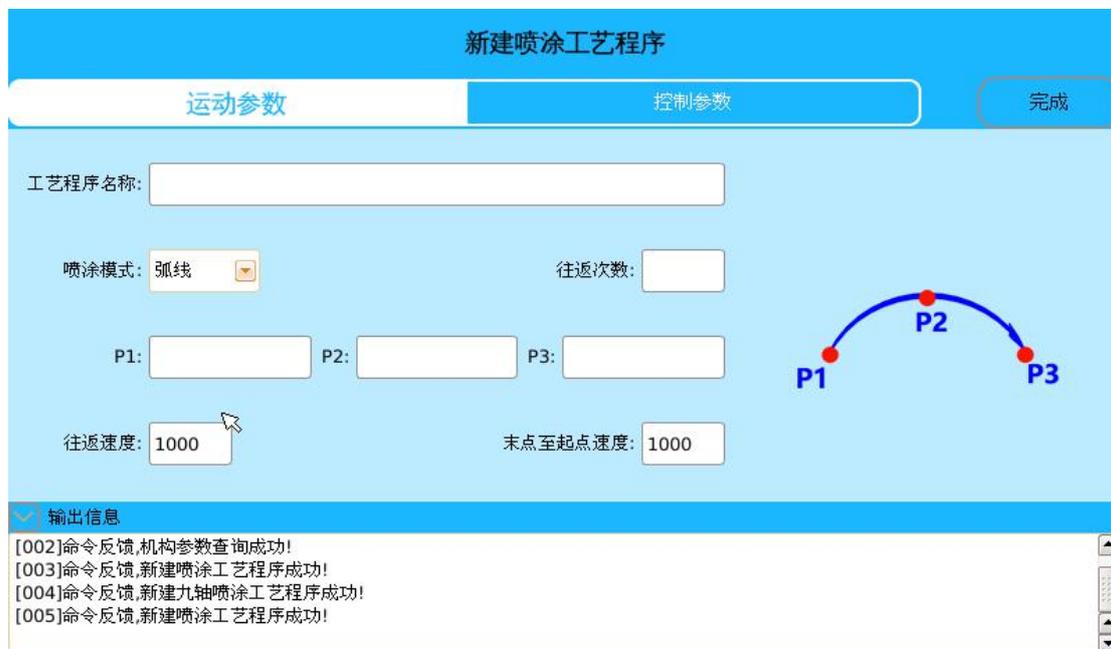


图 4.18 “普通弧线喷涂工艺”创建界面

(5) “普通弧面喷涂模式”运动参数：如图 4.19 所示，跟“普通平面喷涂模式”基本

一致，就是“圆弧”运动多了一个中间点“P2”。

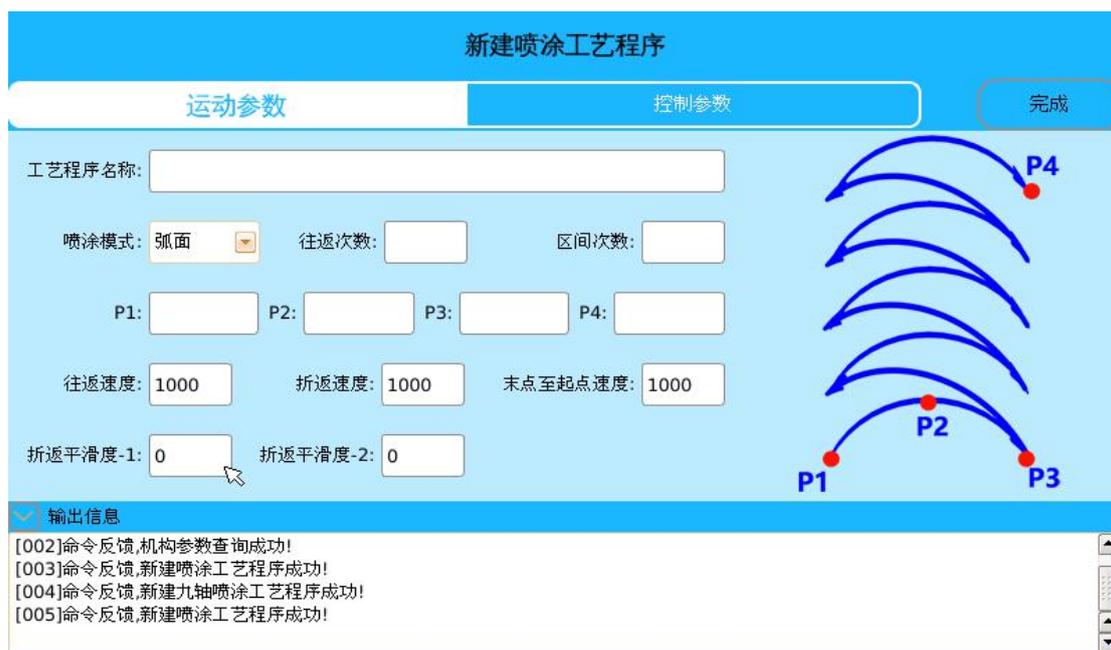


图 4.19 “普通弧面喷涂工艺”创建界面

(6) “普通弧面寸动喷涂模式”运动参数：如图 4.20 所示，跟“普通弧面喷涂模式”基本一致，只是多了个“寸动段关闭油枪”，选择后，在“寸动”处会把油枪关闭，过了“寸动”处再把油枪打开。

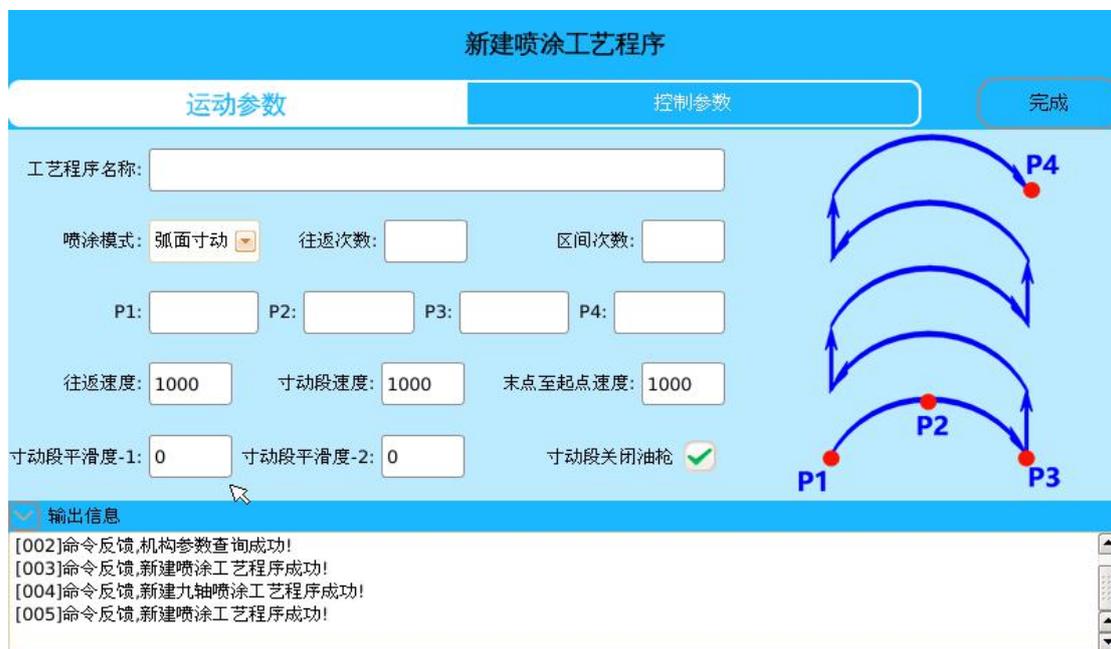


图 4.20 “普通弧面寸动喷涂工艺”创建界面

**b.控制参数：**“普通喷涂工艺”包括“直线”、“平面”、“平面寸动”、“弧线”、“弧面”和“弧面寸动”6种喷涂模式的“控制参数”都是一样，如图 4.21 所示。



图 4.21 “普通喷涂工艺”控制参数

“油泵输出端口号”是用 I/O 端口输出“高/低电平”来设置“油泵”的“开/关”；“喷枪数量”与“喷枪输出端口”是配套使用的，“喷枪数量”决定了“喷枪输出端口”的设置，若是多个“喷枪”时，“喷枪输出端口”序号间用连接符“-”相连。喷枪数量范围是“1-4”，即最多可以同时控制“4”把油枪。

#### ◆ 普通喷涂工艺程序的保存

完成了“运动参数”与“控制参数”的设置后，就要对“普通喷涂工艺”程序进行“保存”了。点击“完成”按键后，会出现一个“生成”按键，点击“生成”按键——“确定”生成——完成工艺的保存。

“普通喷涂工艺”的保存是首先“保存”为“工艺程序”，然后点击“生成任务”按键后会转化生成“基础程序”。

### 4.3.2 九轴喷涂工艺

#### ◆ 九轴喷涂工艺程序的创建

“九轴喷涂工艺”是“普通喷涂工艺”中的特殊情况，使用“6轴机器人本体”+2个附加轴构成的“自转”轴+“公转”轴，形成“九轴”机器人。如图 4.22 所示，“九轴喷涂工艺”的创建也需要设置“运动参数”与“控制参数”。



图 4.22 “九轴喷涂工艺”喷涂模式

**a.运动参数：**如图 4.22 所示，根据“喷涂模式”的不同，运动参数也会不同。根据“喷涂模式”可分为“直线”、“平面”、“平面寸动”、“弧线”、“弧面”和“弧面寸动”6种喷涂模式。

“九轴喷涂工艺”中“直线”、“平面”、“平面寸动”、“弧线”、“弧面”和“弧面寸动”6种喷涂模式“运动参数”跟“普通喷涂工艺”中6种喷涂模式的完全一致，详情可查看 4.3.1.1 章节。

**b.控制参数：**“九轴喷涂工艺”中的“直线”、“平面”、“平面寸动”、“弧线”、“弧面”和“弧面寸动”6种喷涂模式的“控制参数”都是一样，如图 4.23 所示。



图 4.23 “九轴喷涂工艺”控制参数

“公转正转输出端口号”、“公转反转端口输出好”、“公转减速输出端口号”、“公转正转到位和即将到位信号输入端口”和“公转反转到位和即将到位信号输入端口”是根据外面接线“I/O 输出端口”具体决定的，如在“公转正转到位”处完成了“喷涂工艺”时，系统就会输出一个“反转”信号，“机器人第九轴”开始“反转”运动，在“反转即将到位”处时系统又输出一个“减速”信号，等“反转到位”时系统会把“反转”信号和“减速”信号都关闭；同样，若是在“公转反转到位”处完成了“喷涂工艺”时，系统就会输出一个“正转”信号，“机器人第九轴”开始“正转”运动，在“正转即将到位”处系统又输出一个“减速”信号，等“正转到位”时系统会把“正转”信号和“减速”信号都关闭，从而构成循环。

“喷枪数量”与“喷枪输出端口”是配套使用的，“喷枪数量”决定了“喷枪输出端口”的设置，若是多个“喷枪”时，“喷枪输出端口”序号间用连接符“-”相连。喷枪数量范围是“1-4”，即最多可以同时控制“4”把油枪。“油泵输出”与“油枪输出”的关系：工艺运行时首先把“油泵”打开，延时 500ms（毫秒）后，打开“油枪”；工艺运行完成后关闭“油泵”和“油枪”时，也是先把“油泵”关闭，延时 500ms（毫秒）后，“油枪”关闭。

“喷涂面数量”和“自转角度”也是相互关联的。当“喷涂面数量”为“1”时，附加轴不用“自转”，即“自转角度”为“0”度；当“喷涂面数量”为“2”时，“附加轴”需要“自转 1 次”，“自转角度”要设置“1 个”；当“喷涂面数量”为“3”时，“附加轴”需要“自转 2 次”，“自转角度”要设置“2 个”；“喷涂面数量”最多为“4”，“附加轴”需要“自转 3 次”，“自转角度”要设置“3 个”。

#### ◆ 九轴喷涂工艺程序的保存

“九轴喷涂工艺程序”的保存跟“普通喷涂工艺程序”的保存完全一致，也是首先“保存”为“工艺程序”，然后点击“生成任务”按键后会转化生成“基础程序”。

## 4.4 程序的管理

程序建立完成后，有时候已经设置的“点”位置发生了变化，就需要对原来已经完成的程序进行修改，这时就要通过“程序管理”来实现。【程序管理】从大类分可分为“程序”的管理和“点”的管理，程序的管理又可分为“基础程序”的管理、“工艺程序”的管理（包括“9 轴喷涂工艺”和“普通喷涂工艺”程序）和“模块化程序”的管理，如图 4.24 所示。



图 4.24 “程序管理”结构组成

## 4.4.1 程序的管理

### ◆ “基础程序”的管理

在图 2.6 “程序控制”结构组成界面中选中并点击“程序管理”按钮，进入“基础程序”的管理界面，如图 4.24 所示。“基础程序”的管理又分为程序的“校验”、“另存为”、“详情”和“编辑”。

(1) **校验**：这是与“点”的管理配合使用的，当程序中的某个“引用点”有变动时，就一定要“校验”这个程序（其他程序引用过这个“变动点”的都需要做“校验”），否则程序中的运动轨迹会出错，引发意外事故，需要特别注意。

(2) **另存为**：选中“程序名称”，点击“另存为”按钮，就进入选中“程序”的“基础程序创建界面”，只要把“程序名称”做出修改，就可以把“程序”重新备份一份。

(3) **编辑**：选中“编辑”按钮可以对已完成的“程序”进行“删除”操作。

(4) **详情**：这是作为“程序管理”的一大组成部分，点击“详情”按钮可返回到“基础程序创建”界面对选中的“程序”进行“删除”、“修改”和“插入”操作，如下图 4.25 所示。

**a.删除**：选中要删除的程序行，点击“删除任务”——“确定”，完成程序的删除。

**b.修改**：程序修改分为两大类：曲线和非曲线（包括延时、等待事件、输出和模拟量等）

(1) 曲线修改成曲线时：选中要修改“曲线”程序，可修改“运动类型”、“运动速度”及轨迹“起点”或是“终点”，修改完成，点击【修改任务】选择【确定】，完成修改。

若程序编辑已完成，选择【保存程序】，完成程序的修改。

(2) 非曲线修改成非曲线时：选中要修改“非曲线”程序，修改“任务类型”后，完成相应内容输入，点击【修改任务】选择【确定】，完成修改。

若程序编辑已完成，选择【保存程序】，完成程序的修改。非曲线修改成曲线或是曲线修改成非曲线都不能直接修改，可通过程序的插入来实现。



图 4.25 “基础程序”创建界面中的管理

**c.插入**：程序插入包括曲线的插入和非曲线的插入。

(1) 非曲线的插入：选中要插入程序的位置（插入的程序位置是选中程序的前一步），确定好“任务类型”后，完成“非曲线”相应内容输入，点击“插入程序”，选择“确定”，完成非曲线的插入。

(2) 曲线的插入：选中要插入程序的位置，选择“任务类型”中“曲线”，点击“插入程序”，设置好“运动类型”、“运动速度”及轨迹“起点”或是“终点”（若是首条曲线前插入曲线就需要设置“起点”，而非首条“曲线”前插入的话就是设置“终点”），点击“确定插入”——“确定”，完成曲线的插入。

#### 备注：

a.程序“插入”曲线时，采用的是“后”插入格式，即保证后一条曲线运动轨迹不变（也就是选中的程序曲线轨迹不变），例如：A 运动到 B，B 运动到 E，E 运动到 F，即曲线运动轨迹为 A—B—E—F，若想在 B，E 之间加入一个点 C，使得曲线运动轨迹变为 A—B—C—E—F，则需选中曲线程序 E—F(曲线程序中 E 为起点，F 为终点)点击“插入程序”，任务类型为“曲线”，设置起点为 C 点，完成程序插入。

b.在程序的“管理”过程中，如果想取消当前步骤，可按【返回】按钮完成；对程序编辑完成后都要选择【保存程序】，才能完成对程序编辑操作的“保存”，不然程序的编辑操作没做修改，还保持原样。

c.在“插入”操作时，摁下示教盒上薄膜矩阵开关的“菜单”物理按键，可自行设置插入曲线的“起点”。

### ◆ “工艺程序”的管理

如图 4.26 所示，“工艺程序”的管理包括“九轴喷涂”和“普通喷涂”两种。跟“基础程序”的管理基本一致，只是“工艺程序”中的“详情”，进入的是“工艺包”创建界面，可对其“运动参数”和“控制参数”做出修改。



图 4.26 “工艺程序”的管理

### ◆ “模块化程序”的管理



图 4.27 “模块化程序”的管理

如图 4.27 所示，“模块化程序”的管理跟“基础程序”的管理基本一致，只是“模块化程序”中的“详情”，进入的是“模块化程序”创建界面。

#### 4.4.2 点的管理

系统采用“点”定位功能，“点”跟“程序”相互独立，所以同一个“点”可供多个程序同时“引用”。如下图 4.28 所示，“点”的管理包括：“新建”、“详情”、“编辑”和“运行至该点”。



图 4.28 “点”的管理

(1) **新建**: 点击【新建】按钮，会出现一个“编辑提示框”，建立“点”的名称，手动示教各关节到需要“点”的位置、姿态，单击“读取当前点”，点击“保存”完成“点”的

新建。

(2) **详情**: 具体查看该点的信息情况, 包括“点的名称”和各“关节角度”, 并可以对“点”的“位置和姿态”进行修改。具体格式为: 选中所要修改的“点”(单击“点”所对应那一行就可以), 点击【详情】按钮会出现所选中“点”的“编辑提示框”, 打开使能开关, 手动示教到新的位置、姿态, 单击“读取当前点”, 点击“保存”完成“点”的修改。

(3) **编辑**: 点击【编辑】按钮可以对“点”进行“删除”操作。

(4) **运行至该点**: 选中该“点”——打开伺服使能——点击【运行至该点】按钮, 机器人本体就会以“关节运动”类型运动至该点。

对“点”的管理(即“点”有做修改)完成后, 一定要切换到“程序”管理界面, 对“引用”过已修改“点”的程序进行【校验】, 否则程序中的运动轨迹会出错, 引发意外事故, 需要特别注意。

## 4.5 程序的运行

### 4.5.1 参数设置

程序创建完成后, 转换模式到【自动状态】, 可进行程序的运行, 如下图 4.29 所示。“运行”前需要设置好各类参数, 让程序的“运行”效果达到最佳。参数设置有“运动速度”、“运动次数”、“运动模式”和“负载重量”。



图 4.29 自动模式界面

(1) **运动速度**: 这个参数主要是设置“程序”的整体速度快慢, 范围有 1-100 (百分比)。

(2) **运动次数**: 是设置“程序”的运动次数的, 若是“循环运动”模式时, 把“运动次数”中参数改为“0”, 就可以让“程序”无限循环, 一直运动下去。

(3) **运动模式**: 系统提供了“单次运动”、“单步运动”和“循环运动”三种运动模式。

a. **单次运动**: 让程序执行一次完整操作, 即运动轨迹从“起点”沿着“程序”设置轨迹运行到“终点”停止。

b. **单步运动**: 一个“程序”是有很多“步骤”组成的, 选择“单步运动”模式就可以让程序从“起点”开始沿着“程序”设置轨迹“一步一步”执行。具体格式: 选中要执行的“程序名称”, 按下示教盒上物理按键【程序启动】, 等机器人本体第一步完成, 再点击【单步执行】按钮进行下一步, 然后重复点击【单步执行】按钮, 完成“单步运动”操作。

c. **循环运动**: 选择“循环运动”运动模式, 就是让程序“循环”运行, 要与“运动次数”设置配合使用, 当“运动次数”中参数设为“0”时, 循环运动就成为“无限循环”运动模式。设置为“循环运动”模式后, 程序运行时会出现一个“已完成循环次数”提示, 这是在对已完成“程序”次数的一个计数。

(4) **负载重量**: 设置“负载重量”参数可调节加速度快慢。

为了安全, 程序运行前最好是把【运动速度】放慢, 选择“单步运动”运动模式测试一下运行轨迹, 没有问题后再把“速度”和“运动模式”设置好。

## 4.5.2 物理按键与触摸屏上按键的使用

在“程序运行”界面上, 还有一些“按键”会对程序运行产生很大影响, 主要包含有物理按键: “程序停止”和“程序启动”; 触摸屏上按键: “暂停”、“继续”、“运行至零点”及转换模式开关旋转钮。

(1) **“程序停止”物理按键**: 在“程序”运行时可用“程序停止”物理按键让程序“停止”, 并且要修改“运动模式”时只有先按下“程序停止”物理按键才能修改, 修改完成后, 可按下“程序启动”物理按键启动“程序”。

(2) **“程序启动”物理按键**: 要运行程序就要选择“程序启动”物理按键。当把运行前需要设置的参数全部设置完成后, 可以通过按下“程序启动”物理按键“启动”程序, “程序”就开始从“起点”出发沿着所设计的“运动轨迹”运行。

(3) 触摸屏上的“暂停”和“继续”按键是要配合在一起使用的, 当“程序”运行时单击【暂停】按钮时能让“程序”停止, 再点击【继续】按钮, “程序”运动轨迹会沿着“暂停”后的位置, 继续按程序编辑的轨迹运行。“运行至零点”触摸按键是要在“自动模式”下的“停止”状态时(无论是按“暂停”还是“程序停止”后的停止状态), 单击【运行至零点】按钮, 能让机器人本体回到设置的“零位角”状态。

(4) **转换模式开关**: 在“程序”正在运行时用“转换模式钥匙”旋转钮转换模式, 即把“自动模式”转换成“手动模式”, 这时的“转换模式钥匙”旋转钮功能相当于“程序停止”物理按键, 可以把程序“停止”。

按下【暂停】——【继续】触摸屏按钮与按下“程序启动”物理按键是两种完全不同的运动轨迹: 选择【继续】时, 运动轨迹会沿着【暂停】后的位置, 继续按程序编辑的轨迹运行; 而选择“程序启动”物理按键后, 运动轨迹将首先会回到程序设计时的“原点”位置, 再沿着程序编辑的轨迹继续运行。

## 5.坐标系的使用

“手动示教控制”可以在不同的坐标系下完成对机器人运动的控制，在“配置参数窗口”（如右图）界面“操作类型”中，系统提供了3种坐标系：“关节运动”坐标系、“基坐标系”和“用户坐标系”。

在“操作类型”处单击下拉框，出现3种“坐标系”选择界面，点击所需选择的坐标系，系统完成坐标系的选择。

3种不同的“坐标系”是有区别的，选择不同的“坐标系”后，“手动示教”时机器人末端运动的轨迹也是不同的，所以，用户在操作过程中就需要根据自己的实际情况来选择自己所需要的“坐标系”。

**关节运动坐标系：**选择“关节运动”操作类型就代表“手动示教”时选择的是“关节运动”坐标系。运动时，机器人本体各个关节运动时是相互独立的，打开伺服使能后可通过“示教盒”上右侧的12个“J1—J6”轴“+”、“-”物理按键来操作实现机器人末端要达到的位置和姿态。

**基坐标系：**运动轨迹分为“X”、“Y”、“Z”轴3个方向，分别用物理按键“J1+”、“J1-”代表“X”轴，“J2+”、“J2-”代表“Y”轴，“J3+”、“J3-”代表“Z”轴。对应到机器人本体上的运动轨迹就是“X+”与“X-”代表机器人末端“向前伸”和“向后缩”，“Y+”与“Y-”代表机器人末端“左右平移”，“Z+”与“Z-”代表机器人末端“上下移动”。“基坐标系”还提供了对“X”、“Y”、“Z”轴的辅助轴“A”、“B”、“C”3轴，分别用物理按键“J4+”、“J4-”代表“A”轴，“J5+”、“J5-”代表“B”轴，“J6+”、“J6-”代表“C”轴。“A”、“B”、“C”3轴分别作为“X”、“Y”、“Z”3轴的辅助轴，可以对机器人末端的姿态进行调整，运动方向采用“右手螺旋法则”判定。

**用户坐标系：**是“用户”自己根据机器人末端对应“平面”建立“X”、“Y”、“Z”轴确定一个平面的“坐标系”。



### 5.1 用户坐标系的建立和使用

进入到系统手动软件主界面，如图 2.5 “手动界面结构组成”，选择【配置】——【坐标系配置】，进入“坐标系”管理界面，在这里可以对“坐标系”进行“创建”和“删除”。

#### 5.1.1 用户坐标系的建立

用户可以自己创建“用户坐标系”。具体步骤：进入“坐标系”管理界面（如下图 5.1 所示）——分别设置“原点”、“X”轴和“Y”轴的“X”、“Y”、“Z”坐标——输入“坐标系名称”——点击【新建】按钮——完成“用户坐标系”的建立。

一个用户坐标系可通过不在同一直线的三个点确定。首先选定坐标系的原点，原点到XX点的直线确定X轴方向，用不在同一直线的另一个点YY点与X轴确定XOY平面，通过原点，垂直于XOY平面的向量确定Z轴（右手螺旋法则）。



图 5.1 “坐标系配置”界面

设置原点：在“原点”对应位置处单击【获取当前点】按钮，系统就会读取当前机器人末端的位置作为该用户坐标的原点位置，并自动填入“原点”位置下方的数据输入框。原点位置数据是基于基坐标的数据。如果“原点”位置的那个“点”已经建立，也可以单击【引用点】按钮，在“引用点”里面引用那个“点”，“保存”操作后也可以建立“原点”。

设置“X”、“Y”轴（即图中“1轴”和“二轴”，分别表示“X”轴和“Y”轴）位置的“坐标点”可通过“原点”设置的方法输入。

完成“原点”、“X”轴、“Y”轴设置，“创建”成功“用户坐标系”后，显示如下图 5.2 所示（图片显示的就是一个名称为“usr”的“用户坐标系”），在中间位置“坐标系名称”中会出现“创建”成功的“用户坐标系”名称。



图 5.2 建立完成后的“用户坐标系”

## 5.1.2 用户坐标系的使用

建立好“用户坐标系”后，就可以使用坐标系进行“手动示教”。对“用户坐标系”的具体使用包括对“用户坐标系”的“选取”和“删除”。

在“坐标系管理界面”（如上图 5.2）中，在“坐标系类型”处选择“用户坐标系”，单击【获取】按钮，会显示所有已建立完成的“用户坐标系”名称，然后就可以对它们进行“删除”操作。

“删除”操作：在“坐标系管理界面”中间“坐标系名称”处，选中对应“坐标系名称”，单击右上角【删除】按钮，“确定”后就可以对其删除了。

“选取”操作：对“用户坐标系”的选取，主要是在“手动示教”时选取。在“配置参数窗口”界面“操作类型”中，选取“用户坐标系”，里面会显示所有已经建立好“用户坐标系名称”，选取即可。

## 6 跟踪功能

### 6.1 跟踪程序的创建

控制系统的“跟踪功能”提供有“本体跟踪”和“滑轨跟踪”两类跟踪方式，如图 6.1 所示。“本体跟踪”是利用机械臂本体实现流水线运动跟踪，适用于小范围跟踪应用场合；“滑轨跟踪”则是利用一个附加轴关节和外部滑轨实现流水线运动跟踪，适用于大范围跟踪应用场合。



图 6.1 “跟踪方式”分类

#### 6.1.1 本体跟踪

根据编码器类型不同，“本体跟踪”方式可分为“不使用编码器”和“脉冲式”两种编码器类型，如图 6.2 所示。

**(1) 不使用编码器本体跟踪：**选择“不使用编码器本体跟踪”跟踪功能后，需要设置的参数如图 6.2 所示。“名称”是创建一个跟踪功能名称；“线速度”是指本体跟踪速度；“跟踪起点”和“跟踪终点”是确定本体跟踪的方向；“触发输入端口”是确定一个 I/O 输入端口，要触发时需要提供一个高电平“1”；“加减速时间”确定“加速度”大小；“联动输出端口”是指通过一个系统 I/O 输出端口与流水线关联起来，系统的“暂停”、“继续”和“启动”等操作也能控制流水线的运行情况，可不用设置这个参数；“失败报警输出端口”是通过一个系统 I/O 输出端口跟远程监控相连，当跟踪失败时，会在远程监控端显示，也可以不用设置此参数；“跟踪起始时间”是在 I/O 输入端口触发后经过这个设置时间开始进行“跟踪”；“跟踪结束时间”是指 I/O 输入端口触发后，若是经过这个设置时间还没“跟踪”上，表示这次“跟踪”失败。



图 6.2 “编码器类型”分类

**(2) 脉冲式编码器本体跟踪：**选择“脉冲式编码器本体跟踪”跟踪功能后，需要设置的参数如图 6.3 所示，需要设置的参数与“不使用编码器本体跟踪”跟踪功能设置参数基本一致，只是有些区别：“编码器线数”是由脉冲式编码器规格决定；首先要“开始检测触发点”，触发输入端口要得到高电平“1”，才能触发成功；“跟踪起点编码器值”是位置检测，从 I/O 输入端口触发开始，编码器运行了这些“编码值”就开始进行“跟踪”；“跟踪终点编码器值”也是位置检测，从 I/O 输入端口触发开始，编码器运行了这些“编码值”，若还没开始“跟踪”，就表示这次“跟踪”失败。



图 6.3 脉冲式编码器本体跟踪模式

## 6.1.2 滑轨跟踪

与“本体跟踪”一样，根据编码器类型不同，“滑轨跟踪”方式也分为“不使用编码器”和“脉冲式”两种编码器类型。

**(1) 不使用编码器滑轨跟踪：**选择“不使用编码器滑轨跟踪”跟踪功能后，需要设置的参数如图 6.4 所示。跟“不使用编码器本体跟踪”跟踪功能基本一致，只是要把连接的附加轴在“机器参数”中先设置成“跟踪模式”；把“附加轴”运行到指定位置，点击“跟踪起始关节角”，确定“起始位置”。在滑轨跟踪过程中，每次跟踪完成后，滑轨会回到起始位置。



图 6.4 不使用编码器滑轨跟踪模式

**(2) 脉冲式编码器滑轨跟踪：**选择“脉冲式编码器滑轨跟踪”跟踪功能后，需要设置的参数如图 6.5 所示。跟“脉冲式编码器本体跟踪”跟踪功能基本一致，也是要把连接的附加轴在“机器参数”中先设置成“跟踪模式”，确定好滑轨“起始位置”。



图 6.5 脉冲式编码器滑轨跟踪模式

把“名称”和“参数”都设置完成后，点击右侧“新建”按键，完成对“跟踪功能程序”的创建。

## 6.2 跟踪程序的管理

如图 6.5 所示，在“跟踪功能”创建界面中还可以对跟踪程序进行管理，包括“新建”、“修改”、“编辑”和“初始化”4 种操作方式。

(1) **新建**：在把跟踪程序的参数都设置完成后，点击“新建”完成对“跟踪程序”的保存，并保存在“跟踪功能名称”下，如图 6.6 所示，图中跟踪功能程序名称为“1”的就是已经创建成功的“跟踪程序”。



图 6.6 跟踪功能程序创建成功

- (2) **修改**：对已经保存成功的“跟踪程序”可以进行“参数”的修改。
- (3) **编辑**：可以对已完成的“跟踪程序”进行删除操作。
- (4) **初始化**：对未保存的“跟踪程序”可以进行“初始化”操作，点击“初始化”按键并“确定”后，整个创建界面会返回到未开始“创建”前的状态。

## 6.3 跟踪程序的运行

在“自动模式”下，可以启用“跟踪程序”，如图 6.7 所示。把“运动速度”、“运动次数”、“运动模式”（只有“单次运动”和“循环运动”两种运动模式可以，“单步运动”模式不能启用跟踪功能）和“负载重量”设置完成，选择要运行的“程序名称”，然后就可以选中“启用跟踪”，确定“跟踪程序”名称，就可以进行“跟踪程序”的运行了。



图 6.7 启用跟踪程序

对程序进行“启用跟踪”模式时，“运动模式”只能设置“单次运动”和“循环运动”两种运动模式，并且“暂停”和“继续”两种触摸屏按键都不能使用，但可以使用“程序停止”物理按键控制程序“运行”情况。

## 7.系统的更新和备份

系统更新分为**控制器系统更新**与**示教器系统更新**。更新路径：在主界面中选择【配置】——【系统配置】——【程序更新和备份】，如下图 7.1 所示，点击【程序更新和备份】按钮，进入“程序的更新和备份”界面，如图 7.2 所示。



图 7.1 “程序更新和备份”路径



图 7.2 “程序更新和备份”界面

**控制器系统和示教器系统更新：**把需要更新的程序文件夹“robcon”（内包含控制器系统程序“robcon”和示教器系统程序“robteach”及配置文件“config”，由厂商提供）放在U盘根目录下，在更新界面中选择“控制器”或“示教器”操作类型，点击“更新”按钮，

更新程序，更新完成后，系统会自动重启，重新“登录”。

系统程序更新包含有“应用程序”更新、“FPGA 程序”更新、“用户程序”和“帮助文档”，可通过配置文件“config”里设置更新的类型；系统更新过程中不能“断电”。

系统程序“更新”成功后，可通过查看当前“程序”版本信息验证。选择路径为【工具】——【版本信息】，如下图 7.3 和图 7.4 所示。



图 7.3 “版本信息”路径



图 7.4 查看系统程序版本信息

## 8.故障说明与处理

故障代码	故障内容	原因	确认方法	处理措施
1; 10	关节减速比设置错误	减速比 $> 0$	修改参数	修改参数
2; 14	关节电机转速设置错误	电机转速 $\geq 1$	修改参数	修改参数
3; 15	关节 PN_OUT 参数设置错误	PN_OUT $\geq 1$	修改参数	修改参数
4; 16	关节 PN_IN 参数设置错误	PN_IN $\geq 1$	修改参数	修改参数
5; 17	关节编码器方向设置错误	编码器方向=1 或 0	修改参数	修改参数
6; 13	关节限位值设置错误	关节正限位值 $>$ 负限位值	修改参数	修改参数
9	连杆长度设置错误	连杆长度 $\geq 0$	修改参数	修改参数
11	关节正限位值设置错误 (6 关节无限位)	关节正限位值 $\leq 360$	修改参数	修改参数
12	关节负限位值设置错误 (6 关节无限位)	关节正限位值 $\geq -360$	修改参数	修改参数
20	循环运动次数设置错误	循环运动次数 $\geq 0$ 且 $\leq 60000$ , 0 代表无限循环	修改参数	修改参数
134	曲线运动速度设置值不合理	运动速度 $> 0$ 且 $\leq 2000$	修改参数	修改参数
477	跟踪起点与终点之间距离过小	起点与终点之间距离 $> 0$	保存跟踪程序时会报错	修改起点与终点间距离
548; 731	关节即将超限	关节坐标接近设置正负软限位参数值	关节不能再向那个方向运动	修改关节正负软限位机器参数值
554; 560; 567	附加轴角度即将超限	附加轴运动角度值接近设置附加轴参数值	附加轴不能再向那个方向运动	修改附加轴机器参数值
573; 584; 593				
613; 622; 633				
642; 653; 661				
671				
88; 113; 118	曲线经过奇异点	奇异点不适用运算算法, 计算错误	选取基坐标系, 手动示教机器时会报警	手动示教机器时, 避免经过奇异点
125; 133; 136				
175; 181; 188				
195; 229; 252				
255; 261; 264				

