

# 基于 Robotstudio 软件的焊接工作站焊接视觉效果仿真实践

王鹏

(怀化职业技术学院)

**摘要:** 工业机器人仿真工作站的搭建可以直观有效的将真实生产场景在虚拟平台上进行重建。有效促进了设计的优化,极大的缩短了生产的周期。本文使用 Smart 组件完成了焊接过程中焊缝、焊弧以及弧光的仿真,实现了焊接视觉效果的仿真实践。同时提出使用 Attacher 组件完成了焊缝的保留及随变位机旋转的效果,使得焊接工作站的视觉效果更加真实,并为后续焊接轨迹的优化提供了良好的参考基础。

**关键词:** 焊接视觉仿真; Robotstudio; Smart 组件

**Abstract:** The construction of industrial robot simulation workstation can intuitively and effectively rebuild the real production scene on the virtual platform. Effectively promote the optimization of design, greatly shorten the production cycle. This paper uses Smart components to complete the simulation of welding seam, welding arc and the light of arc in the welding process, and realizes the simulation practice of welding visual effect. At the same time, the welding seam is retained and rotated with the positioner by using Attacher component, which makes the visual effect of welding workstation more real and provides a good reference basis for the optimization of subsequent welding trajectory.

**Key words:** welding visual simulation; Robotstudio. Smart components

## 1 引言

工业机器人是较为典型的智能化制造装备,其被广泛的应用于生产制造领域。通过改变机器人的末端执行工具,可以将同一机器人本体应用在不同场合,比如搬运、码垛、焊接、喷涂、打磨等。由于焊接生产中存在生产条件恶劣,劳动强度大,危险系数高的特点,使得焊接机器人在焊接加工生产中被更广泛的应用,目前应用在焊接领域的工业机器人占45%以上。工业机器人作为人工的替代,可以根据设定模拟人手进行焊接,并且能够实时依据产品特性进行焊接轨迹的编程和调试,工艺重复性好,劳动效率高。

工业机器人工作站的创建使用数字仿真技术有助于设计时的机器人选型,实现了机器人可达性的测试,避免了碰撞风险;能够进行离线编程,高效完成轨迹规划,无需现场重复示教;测试生产节拍,有效规划生产。这些都为优化设计,缩短生产周期提供了强有力的技术保障。为了使数字仿真的视觉效果更加逼真,本文使用 Robotstudio 软件中的 Smart 组件对焊接工作站进行了视觉效果的仿真,实现了焊缝、焊弧及光的效果仿真。

## 2 焊接工作站搭建

本项目中使用 ABB 离线编程软件 Robotstudio 进行了焊接工作站的搭建,工作站主要由焊接工业机器人 IRB4600、焊枪 Binzel\_water、变位机 IRBP\_A250、焊接元件、清枪装置、控制器、围栏等设备组成。工作站各设备的布局以实际生产场景为准,旨在完全同步仿真真实工作站具体布局,为今后实际工作站的落地实施提供更有有效的指导和保障。搭建的仿真工作站。

工作站中的加工对象为机械连接件,工艺要求是对工件的正反面分别进行焊接加工。通过对机器人工作轨迹的初步规划发现,如果只使用6轴工业机器人进行焊接,机器人需要完成较大幅度的旋转才能实现,很大程度上会碰到机器人的奇点,使得机器人无法到达轨迹目标点,从而无法满足正常的加工。因此。为了完成对连接件工件双面进行焊接加工的工作需求,通过增加一个变位机,使得工件待加工面的朝向可以在变位机的作用下进行180度的旋转,从而保障了机器人焊枪能够在工业机器人可到达的工作范围内以更优化的机器人姿态完成工件的焊接工艺需求。

## 3 视觉效果仿真

### 3.1 焊缝效果仿真

实际焊接中焊缝的产生是焊丝溶解后堆叠而成的,基于这个焊缝产生的机理过程,可以使用 Robotstudio 软件中的建模功能生成一个小球体,用它替代实际熔池的形状。为了保障焊缝的连续性,需要将作为熔池的小球随着焊枪移动的轨迹不停的复制,且其复制的频率要达到相对紧密的指标,才能将一个个小球依次堆叠成规律的焊缝形状。

要实现一定频率复制熔池小球,需要用到 Smart 组件里的 Timer 组件设定频率输出,而完成复制功能的是 Smart 组件里的 Source 组件。再通过 Position sensor 完成位置的获取并传递给 Source 组件中

的 copy 件。焊接中影响焊缝效果的因素主要有两个,一个是熔池小球的复制速度,这里我们设置其复制频率为 0.02S。另一个是机器人按指令运行的速度,下图给出了同样在 0.02S 复制频率下的不同机器人运行速度的仿真效果图,显然左边的视觉效果要优于右边。左图机器人运行速度为 V60,右图机器人运行速度为 V200。由于焊接过程中,焊缝的形状更偏向于一个椭球体,为了达到更好的视觉效果,可以将熔池小球更换为一个椭球体模型。

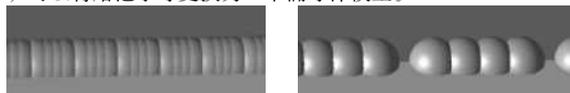


图1 不同机器人运行速度下的焊缝效果

### 3.2 焊弧效果仿真

实际在焊接过程中常会出现热发光现象,即在焊枪顶端焊丝与被焊件之间由于电流的作用产生的电弧。电弧本身会发出较为耀眼的光芒,那么在焊接视觉效果仿真中,为了能够更好的还原出焊弧的效果,我们可以通过使用更改物体材质并使其自发光的功能来完成焊弧的仿真。即使用一个稍大的自发光球体做出焊弧的效果。具体操作是先在焊枪的顶端制作并装配一个球体,将球体的颜色、材质和自发光效果等进行调整,修改为淡黄色且发光发白的玻璃材质球体。具体参数可参考图2中的设置。之后,再通过 Smart 组件中的隐藏和显现功能将此球体在实际焊接的轨迹中才显现,以期达到焊弧的视觉仿真。



图2 焊弧球体的设置

### 3.3 弧光效果仿真

电弧焊中,由于焊弧发光较亮,会使得周围环境亮度出现明显变化,因此,想要有良好的视觉仿真效果,必须使用较亮的光源完成点亮效果。如果仅仅是用焊弧仿真球体的自发光是无法满足点亮的强光视觉效果,为了营造出更好的光效,可以在机器人工具末端加一个聚光光源作为电弧光。之所以选择聚光光源是因为电弧光本身是从焊枪末端发出的,受焊枪不同程度的遮挡,可以把电弧光照效果看作是一个聚光光源而非点光源。经过数次尝试和对比,采用聚光光源效果最佳,且在调整聚光光源数据的时候将漫反射和高

光强度调至最大效果较好,同时合理调节光照范围和光照角度,可以最大程度地模拟出焊接中光照的变化。图3即给出了在有电弧光光源仿真时的效果图。

另外,焊弧和电弧光并未产生冲突,经过调整后会发现混合仿真视觉效果更佳。当然,如果仅仅完成一个简单的视觉效果,可以只制作电弧光照变化即可。

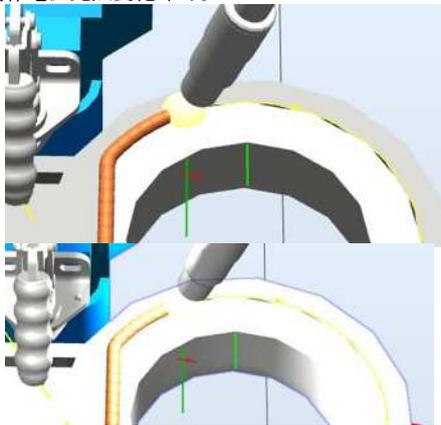


图3 有无电弧光的效果对比

### 3.4 焊缝随动效果仿真

以往的焊接视觉效果中往往只是仿真出单一焊缝或焊缝位置未在焊接结束后变化的情况,但这与实际中使用变位机进行焊接的工作站情况不符。变位机的出现,优化了工业机器人焊接的路径轨迹,减少了工业机器人姿态大幅度变化可能出现的奇点以及碰撞等问题,使得工作站的效率大幅提升,工件焊接工艺水平提高。但同时,由于变位机的存在,也使得原本焊接视觉模拟的内涵发生了一定变化,采用以往熔池轨迹复制的方法去模拟焊缝,无法使焊缝能跟随工件及变位机一起旋转,因此在制作焊缝效果仿真中存在缺失。为了更好的模拟焊接中不同角度变位机旋转后工件各加工面的焊缝生成效果,需要通过 Smart 组件完成焊缝的随动效果。

想要获得随动效果,在 Robotstudio 软件中能实现这一功能的方法就是将需要随动的物体安装到运动物体上。具体做法就是将上文中提到的 Position sensor 组件获取到的机器人工具顶端熔池小球的位置信息不但要传递给 Source 组件,让熔池小球依轨迹复制。还要发送给 Attacher 组件。这样就可以使用 Attacher 组件的安装效果将每一个熔池仿真小球安装在工件焊接轨迹相对应的位置上。这时,无论待加工工件再如何动作,都会带动模拟的熔池小球一起运动。

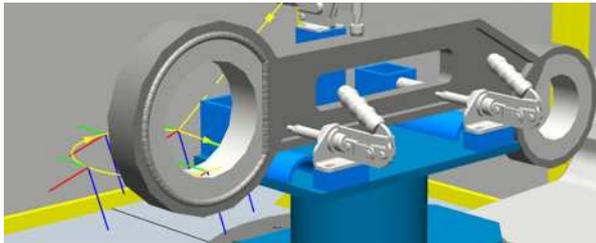


图4 变位机旋转后焊缝位置随动

## 4 程序编写与仿真运行

### 4.1 Smart 组件创建与设计

通过对各种视觉效果的逻辑分析,选择合适的 Smart 组件完成相应的功能。首先完成工业机器人工作站中的 Smart 组件的添加,并将 Smart 组件命名为 SC\_Arc。然后为 Smart 组件添加各功能子组件,实现 0.02s 复制一个熔池的 Timer 子组件;负责隐藏熔池本体和焊弧球体的 Hide 子组件 2 个;负责显示的 Show 子组件 2 个;非逻辑门 LogicGate 子组件;不断复制熔池的 Source 子组件;实现焊缝随动保留的安装 Attacher 子组件;光源控制的 LightControl 子组件;位置信息获取的 Position sensor 子组件等。最后将各子组件间的属性进行关联,信号进行对应链接。具体关系链接可以按表 1 进行连结。

### 4.2 轨迹编程

工业机器人要想控制焊接开始和结束,需要将 Smart 组件的视觉及动画等仿真与机器人系统的输出相互关联。在工业机器人系统中可以配置输出信号 DoSP,通过仿真工作站逻辑设定将输出信号

DoSP 与 Smart 组件中的输入信号 Distart 信号关联。只要在 Rapid 程序中给出相应的输出程序,即可启动 Smart 组件的相应效果。

在 Robot studio 软件中完成焊接轨迹的规划,并通过示教点和示教指令进行相关轨迹的编程。设计好焊接路径轨迹并编程如下:

```
PROC Path_10()
ActUnit STN1;
MoveJ Target_10,v150,z5,tWeldGun\WObj:=wobj0;
MoveJ Target_20,v150,z5,tWeldGun\WObj:=wobj0;
MoveJ Target_30,v150,fine,tWeldGun\WObj:=wobj0;
Set DoSP;
MoveL Target_40,v60,fine,tWeldGun\WObj:=wobj0;
MoveC Target_50,Target_60,v60,fine,tWeldGun\WObj:=wobj0;
MoveC Target_70,Target_30,v60,fine,tWeldGun\WObj:=wobj0;
Reset DoSP;
MoveJ Target_20,v150,z5,tWeldGun\WObj:=wobj0;
MoveJ Target_10,v150,z5,tWeldGun\WObj:=wobj0;
DeactUnit STN1;
ENDPROC.
```

### 4.3 仿真运行

仿真运行设置,单周期运行,程序运行进入设置为 main,打开视图中的高级照明,即可获得一个完整焊接工作站的焊接仿真效果。

表 1 子组件信号连接表

源对象	源信号	目标对象	目标信号或属性
SC_Arc	Distart	Timer	Active
Timer	Output	Source	Execute
SC_Arc	Distart	Show	Execute
SC_Arc	Distart	LogicGate [NOT]	InputA
LogicGate [NOT]	Output	Hide	Execute
Timer	Output	Attacher	Execute
Hide	Executed	Timer	Reset
SC_Arc	Distart	LightControl	Enabled
SC_Arc	Distart	Show_light	Execute
LogicGate [NOT]	Output	Hide_light	Execute

## 5 结论

本文通过使用 Robotstudio 软件完成了焊接工作站的搭建,再通过对工业机器人焊接过程中视觉效果的分析,构建了使用 Smart 组件仿真焊接中主要视觉感受的效果重现,实现了焊缝、焊接电弧光等效果的逼真特效。后又通过离线编程,基本实现了带变位机的工业机器人焊接工作站的焊接仿真,基本达成了预期的效果。后期可以使用焊接专用参数对焊枪摆枪等进行设置,可以使工业机器人仿真工作站更加贴合实际生产中的情况。

### 参考文献:

[1] 郝翠霞,叶晖.基于 Smart 组件的工业机器人码垛仿真设计[J].机床与液压,2018(8):63-66.  
 [2] 陈磊,王健,郭金妹.基于汽车水箱的机器人焊接工作站的设计与仿真[J].电子世界,2020(2):124-125+128.  
 [3] 陈磊,郭金妹,罗国虎.基于 RobotStudio 的焊接机器人视觉效果仿真研究[J].科技创新与应用,2020(34):24-26.  
 [4] 孙增光,王士军,孟令军.基于 RobotStudio 焊接机器人工作站仿真设计[J].机床与液压,2020(5):29-33.  
 [5] 杨立洁,宗智锟,王桂梅,等.基于 RobotStudio 的陶瓷托辊轴承座自动装配生产线虚拟仿真[J].自动化与仪表,2019,34(4):65-69.  
 [6] 李怡林.基于 RobotStudio 的双机协同工作站仿真设计[J].河南科技,2019(25):14-18.

作者简介:王鹏,男,1984.4,硕士,讲师,怀化职业技术学院电子电气工程系,机电一体化教研室主任。主要教授课程是液压与气动技术、工业机器人等。