

# 基于 RobotStudio 小型物件搬运放置仿真研究

汪龙

阿拉善职业技术学院

DOI:10.32629/acair.v4i3.21348

**[摘要]** 以RobotStudio作为平台,围绕小型物件搬运放置任务依次开展工作,完成虚拟工作站场景搭建、吸盘工具建模与TCP配置、输送链与吸盘Smart组件逻辑设计、I/O信号集成与RAPID程序编制,通过仿真运行验证工作站布局合理且路径无碰撞,物件能准确落入目标放置槽,方案满足搬运放置仿真设计指标。

**[关键词]** RobotStudio; 小型物件搬运放置; Smart组件; 虚拟仿真

**中图分类号:** TP333.96 **文献标识码:** A

## Simulation Study on Small-Part Pick-and-Place Operations Based on RobotStudio

Long Wang

Alxa Vocational and Technical College

**[Abstract]** Using RobotStudio as the simulation platform, this study systematically addresses a small-part pick-and-place task. The work encompasses virtual workstation scene construction, suction cup tool modeling and TCP configuration, conveyor and suction cup Smart Component logic design, I/O signal integration, and RAPID program development. Simulation results confirm that the workstation layout is rational, all motion paths are collision-free, and parts are accurately deposited into their target placement slots, demonstrating that the proposed solution meets the specified design requirements for pick-and-place simulation.

**[Key words]** RobotStudio; small-part pick-and-place; Smart Component; virtual simulation

### 引言

小型物件搬运放置对机器人定位精度要求十分严苛,放置容差空间非常有限,实体产线调试存在碰撞风险且多版本方案难以对比验证。RobotStudio凭借离线编程与Smart组件动态仿真能力,为零硬件风险的验证提供了有效路径,现有研究在搬运码垛仿真方向已有一定积累,但针对小型物件搬运放置场景的系统性仿真工作仍不充分<sup>[1-3]</sup>。以RobotStudio为平台,围绕小型物件从输送链末端到目标放置槽的全过程开展仿真设计与量化验证,研究范围限定于离线仿真阶段且不涉及真实硬件部署。

### 1 搬运放置虚拟工作站的场景搭建

#### 1.1 工作站整体布局设计

在RobotStudio里新建一个空工作站,接着从ABB模型库导入IRB120工业机器人,该机器人额定负载为3kg且工作半径达580mm,它能够覆盖输送链末端拾取点和目标放置区之间的全部搬运路径。把输送链宽度设置为200mm,其末端处于机器人基座坐标系X轴正方向大约400mm的位置;放置目标台布置在Y轴正方向大约350mm处,两点之间的间距约为532mm,这两个位置均在IRB120的可达范围之内,机器人在运动过程中不会与周边模型

发生干涉。将工作站坐标系原点定义在机器人基座中心,场景内所有部件的位置坐标都以此作为统一参照。

#### 1.2 小型物件与放置目标的模型导入

在RobotStudio建模功能中插入矩形体作为小型物件,尺寸设为60mm×40mm×20mm,置于输送链首端。放置目标槽尺寸设为64mm×44mm,开口单边预留2mm间隙配合,槽深25mm大于物件高度20mm,确保物件能够顺利落入且不产生过大横向偏移。物件设为红色,放置目标槽框线设为绿色,颜色区分便于后续目标点示教时快速识别两类对象。

### 2 末端执行器的创建与配置

#### 2.1 吸盘工具的三维建模

对于小型物件(尺寸为60mm×40mm×20mm),吸盘接触面要覆盖物件短边方向的有效吸附区域。在RobotStudio建模功能里插入圆柱体当作简易吸盘模型,把半径设定为20mm,高度设定为15mm,半径20mm可覆盖物件短边(40mm)的50%,能保证吸附力在接触面均匀分布,避免因接触面积不足致使搬运过程中物件偏转或滑落。

圆柱体创建完成之后,通过建模/创建工具功能选择已有部件并将其定义为工具,将其拖拽安装至IRB120机器人末端法兰,

让吸盘工作面朝下且与末端Z轴方向保持一致，检查安装姿态确保无干涉<sup>[4]</sup>。

## 2.2 工具坐标系与数据配置

工具坐标系的核心参数是由吸盘几何尺寸直接推算出来的，这三组数值之间存在着明确的约束关系：

TCP位置方面，工具中心点设置在吸盘工作面的中心，z值等于工具的高度，也就是说TCP坐标为(0, 0, 15)；

重心坐标方面，由于吸盘是均质圆柱体，其重心位于高度方向的中点， $z=15\div2=75mm$ ，所以重心坐标为(0, 0, 7.5)；

工具质量方面，因为吸盘是轻型结构，质量取0.3kg。

这个数值远低于IRB120额定负载3kg，通过建模/框架/创建框架，把框架原点设置在吸盘工作面中心位置(0, 0, 15)，然后经过建模/创建工具完成ToolData写入，这三组参数是由同一几何尺寸推算得出的，内部具有自洽性，能够避免因参数不一致而导致仿真中TCP偏移或者重力补偿失真<sup>[5]</sup>。

## 3 Smart组件的设计

### 3.1 物料输送链Smart组件

实际输送链电机驱动物件传送至末端，传感器检测到位后停机等待机器人取走，取走后自动补料循环。新建Smart组件SC\_输送链，依次添加Source、Queue、LinearMover、PlaneSensor、LogicGate(非门)五个子组件，按信号流建立连接：数字量输入信号Start触发Source的Execute复制生成物件，物件入列Queue后由LinearMover驱动做直线移动；到达末端触发PlaneSensor，输出数字量信号SSLToRob作为到位反馈，同时经LogicGate非门取反再次触发Source，实现持续供料。

### 3.2 抓取释放动作的Smart逻辑配置

真实的吸盘在贴合物件表面之后会建立负压来完成吸附，到达目标槽的时候真空破除物件就会脱离。新建Smart组件SC\_吸盘，把第2节创建的工具MyNewTool拖拽到组件下面，接着依次添加LineSensor、Attacher、Detacher、LogicGate(非门)这四个子组件，按照信号流建立连接：也就是数字量输入信号XI触发以后，激活LineSensor检测TCP处物件接触状态，检测到位就驱动Attacher将物件附着于工具，然后随机器人完成搬运；当XI信号断开的时候，经过LogicGate非门取反触发Detacher，解除附着关系，物件在目标放置槽处完成释放，如此循环直到任务结束。

## 4 工作站系统集成

### 4.1 搬运放置动作流程规划

搬运放置工作站的控制逻辑可以参考图1所展示的内容，流程中设置了两个判断节点，将DW信号置1当作吸取动作的触发条件，把搬运计数count=N作为循环退出的标志。机器人完成初始化之后会持续等待物件到位，物件到位后会依次执行吸取、搬运、放置以及计数更新操作，若未达到预设次数就会返回等待下一个物件，满足条件之后仿真就会结束。

### 4.2 I/O信号的创建与定义

在虚拟示教器里对标准I/O板DSQC652进行配置，将其地址

设定为10，接着按照表1所示定义机器人与两个Smart组件之间的接口信号。

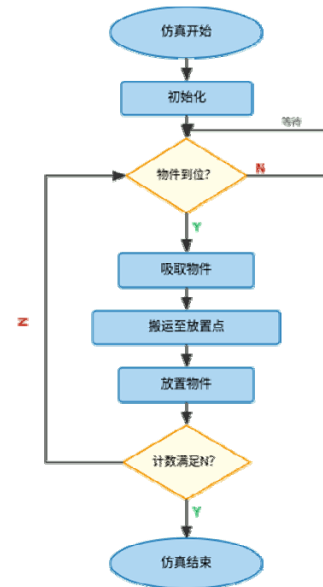


图1 搬运放置程序流程图

表1 工业机器人I/O信号

| 信号名称 | 信号类型 | I/O设备 | I/O地址 | 信号功能          |
|------|------|-------|-------|---------------|
| DW   | DI   | d652  | 1     | 物件到达输送链末端到位反馈 |
| XI   | DO   | d652  | 4     | 吸盘吸取/释放动作控制   |

### 4.3 工作站逻辑连接

通过仿真、工作站逻辑以及设计来建立连接，情况如图2所示，SC\_输送链的SSLToRob连接到机器人DI端DW，在物件到位的时候触发机器人进行取件；机器人DO端XI连接至SC\_吸盘的XI输入端，以此控制吸盘的吸取与释放动作，这两条连线构成搬运放置任务的完整信号闭环。



图2 工作站逻辑连接

### 4.4 RAPID程序设计

根据图2所示流程，去设计主程序main以及四个子程序，其中Initial子程序负责让机器人回到原点并且进行信号复位，GetPack子程序控制机器人移动到输送链末端然后完成吸取动作；PutPack子程序控制机器人把物件搬运到目标放置槽并且完成释放操作，UpdateC子程序更新搬运计数同时设置结束标志位。

工作站设置有多个放置目标槽, 各个槽的中心沿着Y方向等间距排列。为了避免逐个对每个放置点进行示教, 第n个放置点的坐标通过第1个示教点按照等间距偏移来推算, 偏移关系表达为:

$$P_n = Offs(P_1, 0, (n-1)\Delta y, 0) \quad (1)$$

式中:  $P_n$ 为第n目标放置点坐标;  $P_1$ 为示教得到的第1个放置槽中心坐标; n为当前搬运次数( $n=1, 2, \dots, N$ );  $\Delta y$ 为相邻放置槽中心在Y方向的间距, 本工作站取80mm。

## 5 仿真运行结果与分析

### 5.1 仿真运行结果记录

点击仿真或者播放操作后, 工作站会按照第4节流程依次进行执行。仿真启动之后, SC\_输送链持续进行供料工作, 物件到达末端时DW信号置为1, 机器人响应并移动至拾取点, XI信号触发后Attacher完成物件附着, 物件随机器人末端稳定运动到目标放置槽上方; XI信号断开后Detacher释放物件, 物件落入放置槽且四周槽壁间隙均匀, 全程路径没有发生碰撞, 各信号触发时序和流程图保持一致。

### 5.2 搬运放置性能评估

对工作站开展连续10次完整的搬运放置流程操作, 同时记录各项关键性能指标, 如表2所示。

表2 仿真运行性能评估数据

| 评估指标             | 结果  |
|------------------|-----|
| 单次搬运放置节拍(s)      | 5.1 |
| X方向物件与槽壁单边间隙(mm) | 2.0 |
| Y方向物件与槽壁单边间隙(mm) | 2.0 |
| 连续运行吸取成功率(%)     | 100 |
| 连续运行放置到位成功率(%)   | 100 |
| 路径碰撞次数           | 0   |

由表2可知, 在10次连续运行过程中吸盘TCP配置、Smart组件信号逻辑和Offs偏移路径策略协同作用表现稳定, 物件都准确无误地落入目标放置槽, 槽壁配合间隙和设计值保持一致, 搬运放置精度以及节拍效率都满足仿真设计指标。

## 6 结语

小型物件搬运放置的仿真对吸盘TCP配置、Smart组件信号联动和Offs路径偏移策略协同工作的有效性进行了验证, 不过仿真和真实产线之间还存在一定局限: 比如虚拟传感器响应和真实光电传感器存在时序偏差, 气源压力波动、物件表面状态等物理因素在仿真模型中尚未体现。后续可以结合硬件在环测试来进一步提升仿真结果对真实产线部署的参考价值。

### [基金项目]

院级科研课题“基于RobotStudio小型物件搬运放置仿真研究”(项目编号: AZY202411)。

### [参考文献]

[1]王乐,张玲.RobotStudio在ABB工业机器人编程课程中的应用——以工件搬运为例[J].造纸装备及材料,2025,54(12):187-189.

[2]窦楠.基于RobotStudio的工业机器人搬运码垛工作站创建及仿真[J].南方农机,2024,55(S1):19-22+49.

[3]詹创涛,梁泉,黄新宇,等.RobotStudio的方形锂电池搬运装盒仿真研究[J].科学技术创新,2024,(05):78-81.

[4]高志远,晏芙蓉,李家学,等.基于RobotStudio的搬运机器人虚拟仿真分析[J].机电工程技术,2023,52(10):230-233.

[5]蔡玉强,范祺,贾思楠.基于RobotStudio的牛奶箱搬运生产线仿真[J].包装与食品机械,2023,41(02):107-112.

### 作者简介:

汪龙(1994—),男,汉族,硕士研究生,初级职称,研究方向:工业机器人。