

基于 RobotStudio 仿真软件的 ABB 工业机器人搬运码垛工作站创建与仿真运行

陆芳¹ 姚镇城²

(1. 惠州经济职业技术学院, 广东 惠州 516025;

2. 惠州城市职业学院, 广东 惠州 516057)

摘要: 搬运码垛机器人可以代替人力完成大量重复性工作, 搬运码垛机器人可以按照预设功能, 全自动的将产品搬运与码放在制定区域, 实现物流准确搬放、码放、按需堆集的工业机器人。利用 RobotStudio 虚拟仿真软件进行搬运码垛工作站的创建, 包括产品输送链的创建、工具吸盘的创建、工作站逻辑的设置等, 最后通过搬运码垛程序的编制对搬运码垛机器人工作站进行虚拟仿真, 验证工业机器人计算机工作站应用于搬运码垛作业的可行性。该设计与仿真方法具有较广泛的适用性, 为提升机器人的搬运与码垛效率, 同时为创建智能化物流系统搭建了设计的基础。

关键词: 工业机器人; 搬运码垛工作站; 运动仿真

在实际生产环境中, 尤其是大批量生产中, 搬运与码垛过程是不可或缺的一道工序。搬运码垛机器人可以代替人力完成大量重复性工作, 搬运码垛机器人可以按照预设功能, 全自动的将产品搬运与码放在制定区域, 实现物流准确搬放、码放, 实现产品高效流转, 因此是搬运码垛工序中重要的机械装置。

目前, 对于工业机器人主要是偏向于运动学仿真、轨迹优化算法及机器人控制等方面。也有针对于单一码垛功能的机器人进行设计及轨迹优化的相关方面的研究, 但未进行系统设计, 并且也未搭建出整个码垛工作站, 也未对其进行仿真调试。李福武等对工业机器人码垛工作站进行设计与仿真, 运用 RobotStudio 软件搭建码垛工作站并进行编程, 虽描述了工作站创建的过程及程序编制过程, 但缺少对于工作站工作逻辑的设计。

本文选用 ABB—IRB460_110 机器人作为搬运码垛机器人, 结

合 RobotStudio 模拟仿真软件, 对搬运码垛工作站进行设计与搭建, 并对工作站进行仿真与实际应用的模拟, 仿真模拟工业机器人实际的搬运与码垛的工作场景与过程, 通过软件的设计与仿真提高工业机器人搬运与码垛的工作效率, 从而提高智能制造企业效率, 为创建智能工厂等提供设计基础。

一、设计总线

本文的整体设计思路如图 1 所示。因为吸盘工具模型结构相对简单, 所以直接利用 RobotStudio 建模, 创建搬运码垛工作站的吸盘的三维模型。通过 RobotStudio 导入搭建工作站的其他组成部分, 包括机器人、输送链、托盘、围栏等, 构建与实际工作站近乎一样的仿真工作站模型。通过 RobotStudio 的虚拟仿真及 Smart 功能模块, 搭建出可通过编程来实现操作的搬运码垛工作站。通过 RobotStudio 对工业机器人工作站进行信号设置, 对搬运码垛工作站进行逻辑设置、机器人作业进行 RAPID 离线编程、调试优化等, 动态地展示搬运码垛作业过程。

RobotStudio 是 ABB 公司用于工业机器人实现离线编程与仿真的一款功能强大的软件。该软件可以实现编程控制、机器人调试、可视化的操作等功能, 可以对 ABB 各型号的共和·工业机器人及机器人的工作站系统实现综合操控, 也可以模拟编程控制工业机器人的运行。离线编程是对已有的工业机器人工作站及系统进行仿真, 是 RobotStudio 一项强大的功能。本文的研究, 基于 RobotStudio 软件, 搭建工业机器人搬运码垛工作站, 并离线模拟仿真机器人搬运码垛工作过程。

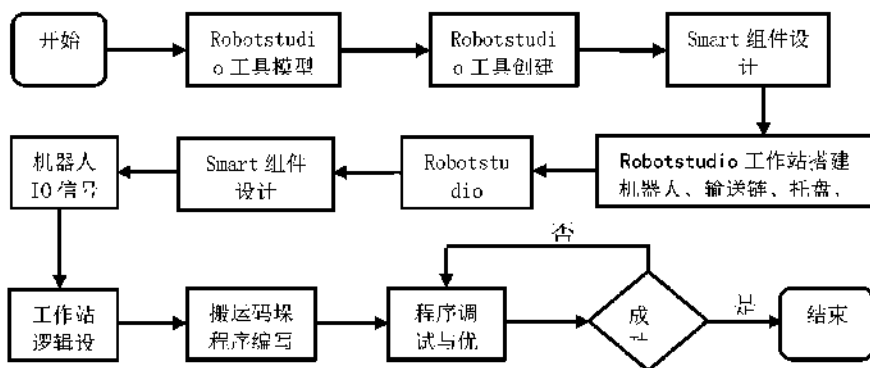


图 1. 搬运码垛工作站设计流程图

二、搭建搬运码垛工作站

(一) 创建吸盘模型及工具创建

图 2 所示为搬运工具吸盘的结构图, 在生产线作业过程中此机器人相当于生产线的机械手, 机器人通过安装在第六轴法兰盘上的吸盘工具对传送链上的工件进行搬运码垛操作, 机器人将由输送链输送过来的工件搬运至托架上, 并进行码垛。通过 Robotstudio 建模功能完成模型创建, 再通过创建工具方式吸

盘工具的 TCP 点、重量及重心等参数。

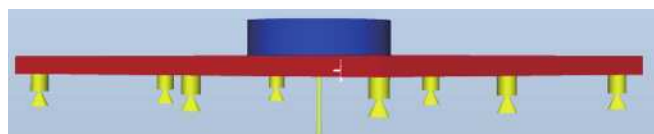


图 2 吸盘结构图

(二) Smart 组件创建—工具

Smart 组件创建主要包含四部分内容：（1）组成，主要用于定义 Smart 组件由哪些部分构成，一般包括信号与属性、本体、动作、传感器等部分；（2）设计，主要用于对各组成部分的属性及该 Smart 组件 I/O 信号进行连接；（3）属性与连接，设置组成部分之间属性之间的连接关系；（4）信号和连接，设置该 Smart 组件系统的输入与输出信号，并将输入信号与输出信号及各组件间的属性进行连接。

该工作站中吸盘 Smart 组件创建过程如下：（1）创建吸盘 Smart 组件，并命名为 GKB_SCpick；（2）将吸盘模型拖入 Smart 组件，并将其设为 Role；（3）添加动作组件 Attacher、Detacher，传感器 LineSensor 组件，逻辑关系 LogicGate[NOT]、LogicSRLatch 组件等子对象组件；（4）添加连接，将传感器 LineSensor 的 SensedPart 属性与 Attacher 的 Child 属性进行连接，即传感器检测的对象为吸取动作吸取的对象，同时将 Attacher 的 Child 属性与 Detacher 的

Child 属性进行连接，即吸取的对象也同时作为拆除的对象；（5）创建输入输出信号，为该 Smart 系统创建一个数字输入信号 GKB_di0，用于启动吸盘，同时创建一个数字输出信号 GKB_do0，用于判断工件是否被吸盘吸住，并将该信号传递给机器人工作站系统从而决定机器人是否开始执行搬运动作；（6）创建输入输出信号与各组件属性之间的连接，在 Smart 组件设计中，为使 Smart 组件实现对应的功能对子对象的属性的设置是最为关键的，吸盘的整体运动设置流程如表 1 所示：工业机器人的吸盘移动到吸取位置后，将 GKB_di0 置 1；LineSensor 传感器开始检测，如果检测到物体，则执行吸取动作 Attacher；吸取完成后，LogicSRLatch 使吸取动作一直保持，将 GKB_do0 置 1；工业机器人移动到需要放置物体的位置，将 GKB_di0 置 0，开始执行放置物体的动作 Detacher；在放置动作完成后，将 GKB_do0 置 0。

表 1 吸盘 Smart 组件 I/O 及组件属性连接与设计

| I/O连接 | | | |
|-----------------|-----------|-----------------|---------|
| 源对象 | 源信号 | 目标对象 | 目标信号或属性 |
| GKB_SCpick | GKB_di0 | LineSensor | Active |
| LineSensor | SensorOut | Attacher | Execute |
| GKB_SCpick | GKB_di0 | LogicGate [NOT] | InputA |
| LogicGate [NOT] | Output | Detacher | Execute |
| Attacher | Executed | LogicSRLatch | Set |
| Detacher | Executed | LogicSRLatch | Reset |
| LogicSRLatch | Output | GKB_SCpick | GKB_do0 |

（三）Smart 组件创建—动态输送链

动态输送链 GKB_SCcarrier chain 由源对象 Source、队列 Queue、传感器 PlaneSensor、LineMovor 以及逻辑门 LogicGate 共 5 个子对象组件构成，输送链所需要的实现的动态效果应包含：输送链在工件起始端自动生成工件、工件能够以一定的速度均匀的随着传送带向输送链尾端进行运动、当工件到达输送链尾端会自动停止并等待机器人吸取、工件一旦被搬走产品源起始端工件将又自动生成工件，如此不断循环。输送链属性设置及功能如表 2 所示。因源对象自动生成的物件将按队列排列并根据设定速度输送至输送链末端，即 Source 子对象组件的 Copy 复制的物件为 Queue 子对象组件的 Back 排列在队列后的对象，因此需将 Source

子对象组件的 Copy 属性和 Queue 子对象组件的 Back 属性建立属性连结。其中，Copy 是复制，以 Source 为源对象复制出一样的工件，Back 是排在队列后面，将新复制的工件依次按秩序加入 Queue 队列。

创建名为 diAction 的数字输入信号，用于启动动态输送链。创建名为 doWaitPick 的数字输出信号，用于 Smart 组件的状态信号的反馈。当工件被输送链传送到链板带尾端时，输送链尾端的传感器将检测到工件，同时输送链停止输送，此时输出信号 doWaitPick 的值变为 1，同时该信号反馈给到机器人，提醒机器人物件已经到位等待机器人吸取，当机器人将物件吸取走之后该位置没有物件，doWaitPick 的值变为 0。

表 2 输送链属性设置及功能

| 子对象组件名称 | 属性设置 | 功能 |
|-------------|--|---|
| Source | Source 选择的对象是码垛的工件，将工件放置输送链前端，获取工件本地原点，将其存到 Position 中。 | （拷贝）拷贝一个工件的一个组件，如果勾选 Transient（在临时仿真过程中对已创建的复制对象进行标记，防止内存错误的发生）。 |
| Queue | 默认属性即可。 | （对象加入队列，可以以组进行控制）如果复制出多个新对象，同时复制出的新对象需要均匀速度移动，就把复制的对象都加入一个队列里面，对队列进行统一移动。 |
| LinearMover | Object 选择 GKB_SCcarrier chain 中的 Queue，将方向设定为（-1000，0，0），速度为 200 mm/s。 | （把对象从当前位置移动到一条直线上）设定方向和速度进行移动。 |

| | | |
|-------------|---|--|
| PlaneSensor | 在传送带末端设定一个面传感器，由三点确定一个平面，选定末端平面上三个点，然后将起点的 X 坐标值改大一点，即面传感器位于输送链末端靠前一点位置 | 需对面的高和长进行设置，如果检测到工件就会输出 1，被检测的物体需要勾选“可由传感器检测”。 |
| LogicGate | Operator 选择 NOT，即非门。 | NOT（反信号）输入 1，输出 0；输入 0，输出 1。 |

三、工作站布局及系统配置

(一) 工作站布局

工业选用 ABB—IRB460_110，将其与已经创建好的工作站其他组件组成一个生产线末端的搬运码垛工作站。此搬运码垛工作站需搬运的工件是 600 mm × 400 mm × 300mm 的矩形体。工作站的设备有：一台 ABB—IRB460_110 机器人、1 个吸盘、2 个工件托盘、1 条输送链、多个工件等。对工作站的各组成部分进行布局，关键在于保证机器人对于物件的吸取、搬运、码垛动作能够在机器人工作范围内完成。

(二) 工作站系统配置

在 Industrial Networks 工业以太网中选择网络 709-1 DeviceNetMaster/Slave，创建机器人系统。机器人信号 I/O 板类型选用 DSQC652，其地址设定为 10，连接总线为 DeviceNet。通过工作站逻辑设计功能，将设置的 I/O 信号与 Smart 组件及机械装置建立信号关联。工作站逻辑功能主要功能即是把 Smart 组件和 I/O 信号关联在一起。首先进入仿真界面，在该界面中打开工作站逻辑功能，在“信号和连接”中添加所需的 I/O 连接。将机器人系统的输出信号 doXiPan 与 Smart 组件吸盘的输入信号 GKB_di0 建立连接，即机器人发出数字信号 doXiPan，吸盘 Smart 组件数字输入信号 GKB_di0 接收信号，从而实现机器人对吸盘吸取物件功能启动与停止的控制；同时 Smart 组件输送链的数字输出信号 doWaitPick 与机器人系统 di_BoxInPos 建立连接，输送链物件达到吸取位置时发出物件到位信号 doWaitPick，机器人系统 di_BoxInPos 接收信号，提示机器人物件已经到位可以吸取搬运物件。

四、RAPID 程序编写及工作站仿真运行

(一) RAPID 程序编写

首先进行初始化，初始化程序包含机械装置初始化及系统初始化，包括机械回零及信号置零，同时启动输送链；WHILE 循环指令是为了实现物块的多次搬运，实现多层物料的码垛操作；当工件到达示教目标点吸取位置时，调用工件拾取程序实现工件的吸取；同时等待 GKB_do 为 1 时，代表吸盘已成功吸附上工件，此时机器人才能移动；调用工件放置程序，在放置程序编制过程中关键是长距离移动时，需要通过添加过渡点从而让机器人按照设定的轨迹移动，从而不至于让机器人达到运动奇点位置导致机器人动不了；当一个工件实现拾取—放置的过程之后再通过 WHILE 循环指令重复以上程序，在多个工件搬运过程中，搬运的位置点不变，但在不同工件搬运放置码垛过程中，放置点需要通过 OFFS 偏移指令实现位置点的固定距离的偏移。

(二) 仿真运行

搭建完工作站，并编制好程序，同时程序调试完成后，即可运用此搬运码垛工作站系统模拟仿真实际作业过程。将机器人工作站启动，首先启动输送链，工件被输送。当输送链将工件传送到传送带末端时，输送链面传感器感应到工件，此时输送链停止工件输送。当工件被吸取并搬离输送链末端传感器后，输送链继续启动，往复循环。机器人的吸取工件动作由输送链输出信号 doWaitPick 传递给机器人输入信号 di_BoxInPos 控制，当等待该输

入信号为 1，即工件已到位，机器人执行吸取程序。机器人的放置工件动作由吸盘输出信号 GKB_do0 传递给机器人，代表工件已吸好，机器人可以执行放置动作。在整个机器人搬运码垛过程中，可以根据实际生产需求可进行快速调整搬运码垛的速度以及次序，同时还可以调整搬运的工件等，调整工序操作简单，完全可以满足实际生产的需求。

总之，本文搭建的工作站结构设计合理，工件布局简单，适用范围广。在输送链设计中，采用复制及队列功能模拟步进电机驱动传送带的运动，从而实现与实际传送带一致的运动方式，工件能够以一定的速度向前或者向后移动或者保持不动。这种仿真方式同样也可以广泛适用于生产线中的各种搬运码垛作业过程。若能在本工作站的基础上增加视觉系统，将会使整个系统更加趋向智能化。

五、结束语

本文搬运码垛机器人的型号为 ABB—IRB460_110 为，运用 RobotStudio 仿真软件，开展了搬运码垛工作站的搭建与编程仿真，展示了工业机器人搬运码垛的实际工作场景与工作过程。在本文的研究中 Smart 组用到的组件设计与属性设置、软件控制系统配置、RAPID 程序编辑与调试等环节，普遍适用于各种实际生产场景。同时该方法也可以适用于企业，在生产实践中在本文的研究基础之上，不断地根据实际生产需要进行改进和完善，实现更多的设计功能，从而是现有生产线更柔性化、更智能化。

参考文献：

- [1] 张禹, 丁磊宇. 基于 Matlab 的 6R 工业机器人运动学仿真与研究 [J]. 机械工程师, 2017 (1): 24-27.
- [2] 高茂源, 王好臣, 丛志文, 等. 基于 RobotStudio 的机器人码垛优化研究 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2020 (11): 38-41.
- [3] 李福武, 黎昌南, 等. 工业机器人码垛工作站的设计与仿真 [J]. 工业技术创新, 2021 (12): 19-24.
- [4] 陆叶, 王开. 工业机器人焊接工作站的仿真设计 [J]. 轻工科技, 2021 (6): 63-64.
- [5] 郝建豹, 许焕彬, 林炯南. 基于 RobotStudio 的机器人码垛工作站虚拟仿真设计 [J]. 自动化与信息工程, 2017, 38 (2): 26-29.
- [6] 刘安军. ABB 工业机器人模拟码垛的实现 [J]. 甘肃科技, 2019, 35 (12): 10-12.
- [7] 王厚英. 船舶智能巡检机器人移动路径的自动控制与优化 [J]. 船舶科学技术, 2021, 43 (4): 184-186.

课题：姚镇城，2019 年广东省普通高校青年创新人才类项目（高职）项目编号：2019GKQNCX104

项目类别：自然科学，项目名称：带机械臂的自主移动物流机器人研制