

# 基于“CDIO”教育模式的《工业机器人离线编程与仿真》课程设计与实施

林利茹 孙 威 于 彬

(大连枫叶职业技术学院, 辽宁 大连 116036)

摘要: 本文以“CDIO”教育模式作为课程开发理念, 并将其融入到《工业机器人离线编程与仿真》的课程教学中, 采用企业中的典型实例作为教学素材, 切实地运用项目教学来驱动学生实训, 让学生通过对任务走向的感知, 达到完成训练并熟练掌握的目的, 对于培养更多符合社会发展需要的技术技能型人才方面有着重要的意义。

关键词: “CDIO”教育模式; 课程教学; 工业机器人

现如今随着科技的迅猛发展, 各个产业领域发展也十分迅猛, 对于高技能型人才的需求量也是大大增加, 尤其缺乏具备工程技术应用能力的人才。因此, 学院工业机器人技术专业立足于行业发展的现状, 依据企业的实际需求, 设计了《工业机器人离线编程与仿真》课程设计的思路模型, 对 CDIO 教学模式进行了更深层次的探究, 本文整理出应用范例, 继而应用到别的相关学科和专业上, 进一步地将 CDIO 教学模式运用专业实训的领域上, 为学校和企业培养更多的技能型人才。

## 一、工业机器人技术专业的人才培养模式思路

工业机器人专业学生的就业岗位一般是针对研发、集成、应用管理等, 而对于高等职业教育的培养目标则更倾向于调试安装或者应用型工程师, 也就是说在注重基础知识掌握的层面上更强调应用型的专业技能, 使学生们能够具备专业的职业素养, 成长为可以完成安装调试、操作维护等多方面的技能型人才。结合行业形势、学生培养目标以及职业能力的需求, 本文以 CDIO 教学模式为基础, 结合工业机器人专业的人才岗位, 依照项目过程为发展方向, 同时也为满足学生们的认知规律和接受能力, 设计了三个学习情境: 基础入门、模拟仿真、离线编程, 三个情景的总学时为 48 学时, 对于每个情境下再下设 3-4 个小的任务点, 任务的复杂程度也由简单到困难逐层设置, 让学生们切身感知到逐步学习的过程。如果学生可以达到独立完成整个离线编程任务, 则说明该生已初步具备专业所需的相关理论基础、岗位技能以及操作技能等各项能力。

## 二、基于 CDIO 的工业机器人技术专业课程体系改革

### (一) 课程体系的构思与设计

“CDIO”教育理念即“构思-设计-实现-运行”, 根据工业机器人产业发展和职业岗位对技术技能的要求, 依照目标任务的相关规定, 现对课程内容进行重新地整合和编排, 本课程共分 3 个篇章, 每个篇章都包含 2 个项目。以离线编程篇章-基于机器人变位机系统的焊接工作站为例进行说明, 焊接机器人项目围绕实际生产中焊接机器人的主要组成结构来设计, 主要从以下三个角度来进行工作的部署:

1. 创建焊接机器人工作站, 通过对任务分析的描述, 了解仿真焊接工作站组成。通过创建焊接工作站后, 熟悉焊接机器人的基本属性设置, 同时也要对其他相关设备并且对其他设备模型(清枪站、控制柜、气瓶等可以为机器人的轨迹程序提供位置参考, 或者用于碰撞检测)也要有一定的掌握。

2. 变位机系统的设置与模组搭建。首先我们要通过对变位机原理以及其运行机制、任务目的的研究来达到学会如何对变位机系统参数进行设计, 以及利用现有参数设置来创建变位机模组的目的。变位机作为机器人附加轴的一种, 如果想要其达

到能够应用于实际操作并受到机器人控制器伺服控制的目的, 那么就必须安装有与其相匹配的并且已在系统层面设置完善的控制软件包。机器人变位机与机器人焊枪相互配合, 通过一定的位移指令达到将工件按照一定空间轨迹进行焊接与装配的目的。

3. 管接头工件焊接的轨迹编程。首先通过对任务分析的描述, 了解程序组掩码的设置, 学会了创建与编辑焊接程序。三个任务从仿真焊接工作站组成到焊接机器人选取、变位机以外的场景搭建及碰撞检测配置; 从变位机的系统设置与模组搭建到附加轴软件安装、示教器的系统设置及检验变位机运动, 让学生们可以逐步感受到学习过程中的由简入难。课程的内容、要求及学时安排详见表 1。

表 1 课程内容、要求及学时安排

| 学习情境     | 项目任务                                                  | 知识要求                                                                                                                                        | 学时安排 |
|----------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. 基础入门篇 | 1.1 初识离线仿真软件<br>1.2 创建仿真工作站<br>1.3 离线示教编程与程序修正及软件界面介绍 | 1. 了解离线编程与仿真技术的定义、意义与流程;<br>2. 了解仿真工作站的组成及各模块的意义;<br>3. 学会离线示教编程的方法;<br>4. 创建仿真工作站;<br>5. 虚拟示教器示教编程;<br>6. 仿真程序编辑器示教编程                      | 10   |
| 2. 模拟仿真篇 | 2.1 基础搬运的离线仿真<br>2.2 分拣搬运的离线仿真                        | 1. 分析仿真工作站与搬运仿真流程;<br>2. 创建工作站的基本要素;<br>3. 创建仿真工具、工件与设置仿真<br>4. 创建虚拟电机与设置仿真<br>5. 创建仿真程序及仿真运行                                               | 20   |
| 3. 离线编程篇 | 3.1 轨迹绘制与自动规划程序的编程<br>3.2 机器人与变位机系统的焊接编程              | 1. 利用模型信息的轨迹编程技术;<br>2. 汉字书写的轨迹编程及现场运行;<br>3. 球面工件打磨的轨迹编程;<br>4. 创建焊接仿真工作站步骤;<br>5. 变位机的系统设置与模组搭建;<br>6. 示教器的系统设置;<br>7. 工件画线法创建带有变位机的机器人程序 | 18   |
| 合计       |                                                       |                                                                                                                                             | 48   |

### (二) 课程项目的实现和运作

通过课程体系的构思与设计, 识别了需要掌握的工程应用能力, 然后通过让学生完成设计项目的方式来组织实训, 以课程构思的主线为主, 设计了三个实训项目:

1. 项目一：离线编程与仿真软件的调研分析

通过学习让学生了解工业机器人领域比较知名且成熟的离线编程与仿真软件（如 RobotStudio、ROBOGUIDE、RobotMaster 等）都是国外的品牌。随着我国工业机器人市场的逐渐成形，国内的开发商逐步推出了一些软件（如 PQArt、PQ factory）来适配主流的工业机器人。

任务要求：调研目前国产的离线编程与仿真软件（PQArt、PQ factory）的发展现状，与世界上主流的软件对比进行差异化分析，并对国内厂商提出发展期待和建议。

考核方式：每 5 人一组，搜集资料并提交报告。

评价标准：

| 考核要求         | 考核评分标准                                  |
|--------------|-----------------------------------------|
| 国内软件现状（20 分） | 1. 市场方面（10 分）；2. 技术方面（10 分）             |
| 国外软件现状（20 分） | 1. 市场方面（10 分）；2. 技术方面（10 分）             |
| 依据资料（20 分）   | 1. 权威性方面（10 分）；2. 全面性方面（10 分）           |
| 对比分析（30 分）   | 1. 市场占有率；2. 技术成熟度（10 分）；3. 应用适配和易用性进行分析 |
| 期待和建议（10 分）  |                                         |

考核的工程应用技术能力：通过实训让学生具备软件及模块的分析能力；具备离线编程与仿真的流程规划能力，具备软件界面的应用技能。

2. 项目二：多点对多点物体的搬运仿真

在实际项目中，机器人搬运的物体的拾取点和放置点不会一一对应，更多的是多点对多点，通过实训让学生学会多点对多点的搬运编程。

任务要求：在本项目工作站模型的基础上增加工件的种类和数量，并设置不同的抓取位置和放置位置，采用一个程序完成对所有物料的搬运过程。

考核方式：每 5 人一组，编写搬运的仿真程序，实现多点对多点的连续搬运仿真演示。

评价标准：

| 考核要求                           | 考核评分标准                               |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 模式的设置（20 分）                    | 1. 模型的镜像（10 分）；2. 模型导入（10 分）         |
| 仿真程序编写（20 分）                   | 1. 根据实训任务规划运动流程轨迹，并编写合理程序            |
| 仿真示教中根据要求能快速准确地到达抓取点和放置点（40 分） | 1. 抓取点设置（20 分）；2. 放置点设置（20 分）        |
| 仿真演示（20 分）                     | 根据随机设置不同的抓取位置和放置位置，自动完成整套程序的物料的搬运过程。 |

考核的工程应用技术能力：（1）具备仿真搬运原理的分析能力；（2）具备仿真程序编写的规划能力；（3）具备使用仿真指令进行仿真运动程序的应用能力。

3. 项目三：焊接机器人的离线编程

学生通过实训模型中的机器人与变位机的协调运动控制作为外部轴的应用，解决复杂焊接（三通管接头）工件加工。协调运动配合“CAD-To-Path”功能，将大幅缩短编程工作周期。

任务要求：通过仿真程序为机器人添加协调控制软件“Coord Motion Package”，并设置协调，用轨迹自动规划的功能为三通管接头相贯线的焊接工件进行编程。

考核方式：自由分组，能够完成协调设置，并进行程序编写。

评价标准：

| 考核要求                    | 考核评分标准                                        |
|-------------------------|-----------------------------------------------|
| 变位机软件的安装配置（10 分）        |                                               |
| 变位机运动功能配置（20 分）         | 1. 主导组配置（10 分）；2. 参考坐标系配置（10 分）；3. 参考位置（10 分） |
| 机器人与变位机协调功能验证（20 分）     | 1. 坐标系选择（20 分）；2. 点动配置及验证（20 分）               |
| “CAD-To-Path”功能编程（30 分） | 1. 路径规划（15 分）；2. 程序设置（15 分）                   |
| 仿真运行演示                  |                                               |

考核的工程应用技术能力：（1）具备机器人结合变位机完成焊接工件的过程分析；（2）具备变位机需求类型的规划能力；（3）具备搭建变位机模组的应用技能。

通过以上三个项目的实训，让学生都能够运用 CDIO 模式去实施，课程项目将一级项目作为主导，学习的重点则为二级项目。课程群以及教学内容的实施均围绕二级项目展开。项目通过对《工业机器人离线编程及仿真》等多门优质核心课程的建设，将工程中所需知识、能力和态度进行有机结合并贯穿于人才培养全过程，使学生系统地得到 CDIO 教学模式的整体训练，提高解决工程实际问题的综合能力。

三、“CDIO”工程教育模式化教学实践效果

“CDIO”工程教育模式化教学设计及考核方式，任职标准需要结合工业机器人方面的岗位要求来评判，遍观整个工作流程，为实现全方位的改善职业素养，采取理论实际结合、工学一体化等措施编排培训的体系和架构，最终可以达到职业理念与实操项目、培训环境与工作场合、培训任务与工作内容等的无缝对接。校企共同建设“CDIO”工程教育模式化《工业机器人离线编程与仿真》课程，以满足机器人专业建设、高技能人才培养的需求。在培养高水平高技能型人才的时候，更要着重结合与实际的关联及创新意识，源源不断地注入新鲜理念，构建全新的课程模式。

四、结语

随着我国近年来装备制造业逐渐走入大众视野，带动工业机器人专业的相关岗位也出现了更多的人才需求。结合目前的形势发展，教材的开发不仅要考虑到培养目标的相关标准，还要不断融入创新理念进一步的完善课程体系的安排，探索方式从多角度进行。通过使用 CDIO 模式的教学方法，使学生在考取相关资格证书上更大程度地提高考取通过率，同时也注重学生综合能力的培养，结合实习学生所在用人单位的反馈结果来看，绝大多数学生都能够较快地适应工作环境并快速上岗。

参考文献：

[1] 林平. 基于 CDIO 教育模式的软件工程综合实训教学体系研究 [J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5 (08): 215-217.

[2] 班戈, 靳瑞霞, 王晓娜, 陈坤. 基于“CDIO”理念的生物学医学工程创新教育模式研究与实践 [J]. 科技视界, 2021 (34): 123-126.

[3] 邵鸿翔, 罗靡. OBE-CDIO 融合工程教育模式下的电工电子实训改革与实践 [J]. 信息系统工程, 2021 (05): 174-176.

[4] 杜露露, 范俐. 高职工科类课程思政实施教学设计——以工业机器人离线编程与仿真课程为例 [J]. 武汉船舶职业技术学院学报, 2022, 21 (01): 70-73.