

# 基于 VCRO 模型的智能设备通信应用技术课程改革与实践

吴景春

无锡城市职业技术学院, 中国·江苏 无锡 214000

**摘要:** 在高职院校智能设备通信应用技术课程的教学过程中, 普遍存在学生基础薄弱、理论教学较为抽象、实验设备费用高、无法满足产业发展的需要等问题。本文以此为出发点, 基于江苏省职业技能大赛机器人系统集成应用技术平台 DS-18 及虚拟仿真软件 PQFactory, 创新性的提出了 VCRO 教学模式, 虚拟仿真引领 (V)、赛项项目驱动 (C)、实境平台验证 (R)、成果导向赋能 (O) 有机结合起来, 将大赛项目与标准系统贯穿于平时教学过程与考试考核全过程之中。通过 VCRO 模式的开展, 激发了学生学习的积极性, 提高了学生综合实践能力与职业素养, 尤其是在完成通信协议配置、系统调试、故障排除等方面取得了显著效果。VCRO 教学模式对高职院校相关专业课程教学改革具有重要的参考价值。

**关键词:** 智能设备通信; 虚拟仿真; VCRO 模型

## Based on the VCRO Model: Curriculum Reform and Practice of the Application Technology of Intelligent Device Communication

Wu Jingchun

Wuxi City College of Vocational Technology, China Jiangsu Wuxi 214000

**Abstract:** In the teaching process of the Application Technology of Intelligent Device Communication course in higher vocational colleges, there are common problems such as students' weak foundational knowledge, abstract theoretical teaching, high costs of experimental equipment, and failure to meet the needs of industrial development. Taking this as the starting point, this paper innovatively proposes the VCRO teaching model based on the DS-18 Platform for Robot System Integration Application Technology of the Jiangsu Provincial Vocational Skills Competition and the virtual simulation software PQFactory. This model organically integrates four core components: Virtual Simulation Leadership (V), Competition Project Driven (C), Real-Scenario Platform Verification (R), and Outcome-Oriented Empowerment (O), and embeds competition projects and standard systems into the entire process of daily teaching, assessment, and examination. Through the implementation of the VCRO model, students' enthusiasm for learning has been stimulated, and their comprehensive practical abilities and professional qualities have been enhanced. Particularly, remarkable results have been achieved in tasks such as communication protocol configuration, system debugging, and troubleshooting. The VCRO teaching model holds significant reference value for the teaching reform of related professional courses in higher vocational colleges.

**Keywords:** Intelligent device communication; Virtual simulation; VCRO mode

## 0 引言

伴随着“中国制造 2025”“工业 4.0”战略推进, 我国智能制造业发展迅速。在智能制造产业快速升级过程中, 智能设备通信技术作为“神经中枢”, 是实现生产流程智能化的关键技术之一, 社会对掌握智能设备通信协作能力的高素质人才的需求日益增长。同时《智能设备通信应用技术》这门课也是一门高职智能控制技术和工业机器人技

术类专业的核心课程, 本课程的任务就是使学生掌握配置、调试和维护工业通信网络等技能。

在传统教学中发现: 其一, 通信技术的很多理论概念相对较为晦涩难懂, 比如 Modbus TCP/IP 协议, 学生难以理解, 而高职高专学生的认知水平又是相对较低的, 纯粹讲授性的知识, 缺乏可感知的画面感, 会让学生产生畏惧心理; 其二, 教学内容过于传统, 无法适应新技术快速发

展需求；其三，通信技术类传统教学实验设备（网关、机械臂、视觉检测等）费用高、数量少、安全要求高，所以学生很少有机会接触真实的设备开展实操练习，也就无法真正完成本门课程的教学目标。

为了解决以上问题，针对目前院校开展高职课程的教学难度较大的现状，各高职院校纷纷探索适合本校教学特点的方法途径，利用虚拟仿真技术可达到低成本、高仿真的优点，是较为理想的辅助教学手段。基于此，笔者借助于江苏省职业技能大赛机器人系统集成应用赛项设备 DS-18 以及 PQFactory 虚拟仿真软件，通过“虚拟引领 V- 赛项驱动 C- 实境验证 R- 成果赋能 O” 闭环的设计理念，着力解决如何与企业岗位技能要求无缝对接、如何解决和满足职业技能大赛对课程的要求等问题，进而也为高职院校类似的课程建设提供一定借鉴意义。

## 1 课程性质

《智能设备通信应用技术》课程是高职院校智能控制技术等专业大二的一门专业核心课，前承《PLC 技术及应用》等课程，后接《数字化智能产线综合应用》《顶岗实习》等进阶课程，在专业课程体系中起到技术衔接作用。

本课程核心目标是让学生掌握主流工业通信技术的原理和实现方法，能完成一个典型智能制造单元中各设备间的通信网络的搭建、参数设置、数据交互、测试与故障诊断，培养学生的工程思维与团队协作能力。

## 2 教学现状

### 2.1 学情基础薄弱，认知门槛高

从调研结果得知，授课对象是智能控制技术专业大二学生，只有 16.5% 学生能回答“串口通信与以太网通信的区别”，25% 的学生接触过工业仿真软件，67% 的学生对“智能设备通信场景”不清楚。其次，在通读分析其他各专业课件的基础上发现大多数教师上课都依赖 PPT 或者单纯依据教材对学生进行教学，学生的听讲积极性低，教师的教学效果不是很好。针对上述背景知识，为了更好地解决学生的困惑，并且让学生能够将所学的通信技术知识应用到生产实践中去，有必要创设情境来调动学生的学习积极性，以增强学生学习的兴趣和提高自己的学习效果。

### 2.2 教学理论与实际脱节，缺乏综合训练

传统的教学是按照课本上的思路进行教学的，而且之前所使用的课本案例几乎都是一个单一的功能点的通信任务（例如机器人与 PLC 之间仅完成某一点对点的通信），根本不可能出现类似于职业比赛里面各种各样的多设备联动、综合复杂的通信场景，这样就使得学生不能够掌握智

能生产线上通信系统的整个工作流程以及各种专业技术，更谈不上解决复杂的问题了，无法培养出真正能进企业工作的高素质人才。

### 2.3 评价方式单一，导向性不足

目前采用的评价体系包括日常出勤、期末笔试、虚拟仿真作业三个方面，按一定的比例进行加权综合评价。但是它仅仅是对理论部分的记忆化背诵，忽略了知识的应用性；虚拟实操测试只看是否完成任务，完全脱离了学生在真实的生产线上的手工操作能力、故障排查、团队合作等综合素质能力。无法完全符合企业的岗位要求，不能够准确的衡量学生的操作能力及职业素养水平。

## 3 基于 VCRO 模型的课程教学改革方法

围绕“能力本位、虚实互促、赛教融合”的主线，结合通信岗位要求、技能大赛标准以及课程特色，构建 VCRO 模型，并将虚拟仿真、赛项真题、实境平台、成果评价等有机嵌入课程教学全过程中。

### 3.1 V ( Virtual Simulation Leading ) 虚拟仿真引领

本文利用江苏省职业技能大赛机器人系统集成应用技术赛项配套设备 DS-18 的虚拟仿真软件 PQFactory，如图 1 所示。在成本低廉、无危险的虚拟环境下将通信技术理论可视化，搭建认知——实操平台，让学生能够建立起对智能设备通信的基本认识，降低通信实验实操门槛。

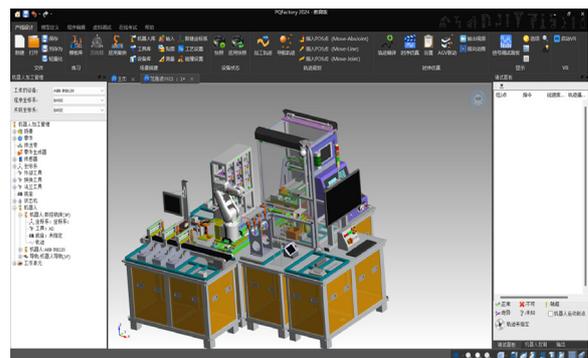


图1 虚拟仿真软件PQFactory

利用虚拟仿真软件 PQFactory 讲解抽象通信知识点。例如讲解“Modbus TCP/IP 通信协议”，先讲基本原理，后播放仿真动画或者实操视频，让学生到机房中利用 PQFactory 软件去调节参数观察通信状态的变化，将通信协议的概念由文字变为了可视化且可操控的东西，方便学生理解与掌握。

由浅入深设计三级虚拟任务链，从简到繁逐层培养学生智能装备通信技术应用能力，该任务链从基础知识到进阶任务、再到综合任务分别对应单一功能点的调试通信、两个功能点间的协同通信和多点设备之间协同通讯的技术

仿真教学内容,并最终将江苏省职业技能大赛机器人系统集成应用技术赛项真题作为综合任务考核项目进行多设备间协调通信的仿真训练,做到由简入难、循序渐进对学生专业知识加以实践运用锻炼,达到良好的实际应用效果。

为配合 VCRO 的教学实施,本课程团队搭建了一个包括视频、仿真、课件在内的三位一体的联动教学资源库,将 DS-18 平台各单元通信操作流程制作成 5-8 分钟的微视频上传到学习通平台,当学生在虚拟仿真软件上时可以随时查看相对应的视频辅助学习。将上传的课程课件及虚拟仿真操作界面截图相结合,并在重要参数旁边附注该参数所对应的理论知识点,让学生能够随时将理论知识和实践操作联系在一起。

### 3.2 C ( Competition-oriented Project Driving ) 赛项项目驱动

为了改革传统的教学内容,使之与最近技术贴合,本文将江苏近三年职业技能大赛“机器人系统集成应用技术”赛项中的综合操作分解成若干个相对独立的典型工作任务模块,再由简单的工作任务模块到复杂的综合任务模块,整个过程中所涉及到的操作都与智能设备的通信技术有着密切的关系。

具体解构的典型任务单元模块有:RFID 信息读取并上传、视觉系统坐标数据 Socket 通信至机器人、加工单元状态信息 OPC UA 上传至上位机等,把这些模块作为学习单元组织起来,从单一任务到多个设备互联,做成难度呈梯度式上升的项目。这样使得项目有条理化,也做到各项目间前后关联,从简入繁、从易到难,给学生接受和吸收知识的时间,也为后期应用知识解决问题做好铺垫。

在教学中,我们把竞赛评分标准中对通信系统的稳定性的具体要求;对通信系统故障的操作规范性、操作正确性的具体要求;以及排查故障的速度等都纳入到我们的平时教学活动中以及课程考核方案当中来。这有助于我们在教学过程中使自己的教学内容跟通信行业的高标准相吻合,既有先进性、有综合性、实用性强的特点,也达到了以赛促教、赛教合一的目的。

### 3.3 R ( Real-world Platform Verifying ) 实镜平台验证

该课程是以北京华航唯实机器人科技有限公司生产的 DS-18 作为主要教具,也是江苏省职业技能大赛机器人系统集成应用技术赛项中使用的指定设备,所使用平台包括机械臂、执行单元、仓储单元、视觉检测单元、打磨单元、数控铣床加工单元、分拣单元、打磨单元和网关等主要组

件所共同构成的一个微型智能化制造生产线。除此之外还配有 PQFactory 虚拟仿真软件,能够模拟出真实的硬件工作状态,且 PQFactory 的稳定性也足够支持虚实结合的教学模式。学生在 PQFactory 的仿真环境中完成项目调试后,再进入实训室开展实境教学,实境教学共分为 3 个环节。

第一环节为对照讲解。师生围绕真实的 DS-18 平台的相应单元,利用实物展开对于网口、通信线缆、设备拨码等重要部分的具体说明,把仿真环境和真实设备进行直观对比,使学生建立起正确的认知。

第二环节为真机复现。学生们按照事先分成的小组,在真实的 DS-18 平台上进行与虚拟仿真相同的工作,完成真实通信的操作任务,如完成物理接线,软件参数设置,联调,以此巩固实际操作技能。

第三环节为故障排查。先由教师预先设置一些通信故障,例如网线不通,IP 地址配置有误以及采用的通信协议有误等,并让学生结合虚拟学习和实境学习的知识点,分析出故障的原因,并完成故障排除。

这是一个针对虚拟仿真实验及现实验证环节有效衔接的理论验证教学环节,在此过程中增强学生动手操作能力和应变能力,培养解决实际问题的能力。

### 3.4 O ( Outcome-based Ability Improving ) 成果导向赋能

本文以学生全面发展为目标,突出以学促教,立足于评价学生的多元化。基于成果定向评价的内涵包括了过程考核、结果考核、虚拟仿真成绩和实际操作表现以及技能水平和职业素养的评价等多方面的内容。

课程总成绩由过程性考核、结束性考核和职业素养考核三个部分构成。过程性考核占总分值的 40% (PQFactory 虚拟仿真实验项目完成质量,实验报告的规范性,课堂参与的积极性);结束性考核占总分的 50% (学生在 DS-18 真平台上限时完成综合通信任务,考核是否规范地完成操作流程、综合通信任务是否能正确完成以及是否能够排查解决问题);职业素养考核占总成绩 10%,依据学生小组实操过程中的团结协作精神、安全规范意识、6S 管理水平等给予相应的评价。

这一考核体系改变了以往依靠单一的期末考试考核结果的做法。从注重学生的记忆型学习转向对实践能力进行综合评价,实现对学生知识、能力、素质全方面的综合考核目标。

## 4 教学效果

本文以 2022 级(采用传统教学模式)和 2023 级

(VCRO 教学模式) 各 1 个班共 80 人为实验样本, 其中每班 40 人, 开展对比分析来检验 VCRO 模型的真实教学效果。

#### 4.1 学习成绩对比

从表 1 中可以看出两次学生期末总评的结果对比, 改革效果明显。教改后 2023 级学生的优等生和良等生的人数较以往有明显提高; 而 2023 级的学生此次不及格人数相较于往届有很大的下降, 班级平均分提高了 9.3 分, 说明教学改革确实是起到很好的作用, 在一定程度上促进了学生综合水平的提升。

表1 两届学生成绩对比

年级	优秀	良好	中等	及格	不及格
2022	5%	17.5%	32.5%	35%	10%
2023	12.5%	37.5%	27.5%	17.5%	5%

#### 4.2 学生能力与满意度调查

本门课程结束后向 2023 级同学发放了 40 份有效的带编号无记名问卷调查, 数据显示: 表示认可 VCRO 教学模式的学生比例高达 95% 以上。

从学生的学习兴趣方面看, 约 95% 的学生愿意尝试“先模拟、后真机”的授课形式; 对于是否能接受这种教学, 只有极少数学生持反对态度, 但是从学校大局出发可以相互借鉴; 从认识层面分析的话, 74.32% 的学生认为比传统教学有更深刻的认知; 通过这种授课形式的学习提高了学生的操作熟练度以及真机设备的使用情况, 增加了学生使用真机的自信心, 约有 90% 的学生给出反馈; 目前, 对于 VCRO 这种教学模式, 大部分学生能够认可 (占了绝大部分)。

#### 4.3 质性反馈分析

教师发现教学改革之后, 课堂上学生的主动积极性增强了, 从教学日志来看, 平均每次课程的学生互动占比达到了 82%; 而以前上课问的问题多是如“Modbus 是什么协议”这类问题, 而现在更多地变成了如“平时在虚拟仿真时可以正常通信但是实操的时候又会中断, 这是什么问题?” 这样的具体问题。另外, 由于有“赛项项目、虚实资源库”做支撑, 老师备课量可以减少大约四成左右, 同时备课的难度也可以降低一些。

关于企业的评价, 同学们参与实习的企业对学生有比

较积极的反馈, 学生们在“通信调试技能熟练度”“故障排查能力”“团队协作意识”三个方面的评分都高于往届, 其中最突出的是“通信调试技能熟练度”此项成绩高于上一届学生的平均值。企业人力资源主管认为, 根据 VCRO 模式训练的学生可以胜任设备运维岗位的工作, 不需要去再进行专门的通信技能训练, 而且更符合岗位的要求。

## 5 结语

本论文针对高职《智能设备通信应用技术》课程教学过程中出现的问题, 设计了 VCRO 教学模式, 并且进行了具体的教学实践。由教学实践结果可知, 此模式有着较为明显的优越性与可推广价值。虚实融合 (V) 降低了学生对于本门课程的学习难度; 赛项驱动 (C) 保证了教学内容的先进性、系统性; 实境验证 (R) 提高了学生技能应用水平; 成果导向 (O) 全面促进了学生职业素养的发展。

这种模式对于实施过程中师资和教学条件有新要求: 首先, 教师要开展从竞赛项目到教学资源的转化工作; 其次, 也需要学校在软硬件上提供一定的支撑。在今后工作中, 我们将着重做好各教学环节的衔接工作, 开发更多模块化的教学资源, 并尝试将“1+X”证书的标准融入教学环节之中, 不断提升课程质量, 为智能制造领域培养出更多高素质的技术技能人才。

#### 参考文献:

- [1] 姜雪. 基于 ADDIE 模型的物联网通信技术课程创新教学设计研究[J]. 吉林农业科技职业学院学报, 2024,33(5).
- [2] 李滢滢, 王苏南. 人工智能背景下通信技术专业课程探索[J], 深圳职业技术学院学报, 2020,2.
- [3] 王海燕, 李和平. 基于职业技能大赛的高职课程改革研究——以工业机器人技术专业为例[J]. 职业技术教育, 2021,42(26): 58-61.
- [4] 刘凯, 孙晓云. 虚实结合的智能制造实训教学体系构建与实践[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(8): 200-204.

基金项目: 2024 年江苏省高职院校青年教师企业实践培训计划, 计划编号: 2024QYSJ034。

作者简介: 吴景春 (1988.04-) 女, 江苏盐城, 硕士, 讲师, 无锡城市职业技术学院, 研究方向: 机电一体化技术、智能控制技术、机器人系统集成的应用与研究。