基于 OBE 教育模式的智能制造工程专业在教学中的探索与实践

张春友[1,2,3] 单晓敏[1] 韩太平[1*]

1. 内蒙古民族大学工学院，内蒙古 通辽 028000

2. 内蒙古蒙东高寒经济特色作物智能农机装备内蒙古自治区工程研究中心，内蒙古 通辽 028000

3. 内蒙古牧草智能装备创新中心，内蒙古 通辽 028000

[摘要]为培养适应智能制造领域需求升级的应用型人才，针对智能制造工程专业的多学科交叉融合特性，文章以内蒙古民族大学智能制造工程专业的学生作为研究对象，结合工科大学生的特点，对智能制造工程专业课程的教学内容和教学方法进行了改革探索。基于成果导向教育（Outcome-Based Education，OBE）理念，提出了一个综合课程与实践教学体系的改革方案，即以学生为中心、教师为引导、以学习成果为导向的教学模式，通过持续的学习成果反馈与评估，动态调整教学内容与目标，激发学生的主动学习兴趣，促进其从“我要学”到“我能学”的转变。旨在激发智能制造工程专业本科生对专业课程的学习兴趣，进一步提升学生的实践操作能力、创新能力，以及分析和解决专业领域内复杂工程问题的能力。

[关键词]智能制造；应用型人才；OBE；实践教学；创新能力

DOI：10.33142/fme.v6i2.15389 中图分类号：G643 文献标识码：A

Exploration and Practice of Intelligent Manufacturing Engineering Major in Teaching Based on OBE Education Model

ZHANG Chunyou[1,2,3], SHAN Xiaomin[1], HAN Taiping[1*]

1. School of Engineering, Inner Mongolia Minzu University, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

2. Inner Mongolia Mongolian East Cold Economic Characteristic Crop Intelligent Agricultural Machinery Equipment, Inner Mongolia Autonomous Region Engineering Research Center, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

3. Inner Mongolia Grassland Intelligent Equipment Innovation Center, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

Abstract: In order to cultivate application-oriented talents who can adapt to the upgrading needs of the intelligent manufacturing field, this article focuses on the interdisciplinary integration characteristics of the intelligent manufacturing engineering major. Taking students of the intelligent manufacturing engineering major at Inner Mongolia Minzu University as the research object, combined with the characteristics of engineering students, the teaching content and methods of the intelligent manufacturing engineering major courses are reformed and explored. Based on the Outcome Based Education (OBE) concept, a comprehensive curriculum and practical teaching system reform plan has been proposed, which is a student-centered, teacher guided, and outcome oriented teaching model. Through continuous feedback and evaluation of learning outcomes, teaching content and objectives are dynamically adjusted to stimulate students' active learning interest and promote their transformation from "I want to learn" to "I can learn". Intended to stimulate the interest of undergraduate students majoring in intelligent manufacturing engineering in learning professional courses, further enhance their practical and innovative abilities, as well as their ability to analyze and solve complex engineering problems in the professional field.

Keywords: intelligent manufacturing; applied talents; OBE; practical teaching; innovation ability

引言

随着全球科技的迅猛发展，智能制造不仅成为了推动工业 4.0 战略的关键驱动力之一，也代表了制造业未来的方向，并且是衡量国家经济竞争力的一个重要标志。在全球化竞争日益激烈的今天，一个国家是否能在智能制造领域占据一席之地，直接关系到其能否在未来的国际经济格局中保持优势地位[1]。在 2023 年 9 月 23 日的全国新型工业化推进大会上，习近平总书记就推进新型工业化作出重要指示，指出要将高质量发展的要求贯穿新型工业化全过程，为中国式现代化构筑强大的物质技术基础。他强调，要坚定不移地加快推进新型工业化，全面实施制造业中长期战略和“十四五”发展规划，以智能制造为主攻方向，推动信息化和工业化深度融合，加快构建现代化工业体系，夯实新发展格局的产业基础。因此，在这一背景下，培养一批能够适应智能制造领域需求升级的应用型人才，对于推动产业升级、增强国家竞争力具有重要意义[2-4]。

成果导向教育（Outcome-Based Education，OBE）作为一种以学生学习成果为中心的教学理念，近年来受到了

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

越来越多的关注。OBE 的核心在于关注学生最终能够达到的学习成果，而非仅仅完成课程内容。它通过明确设定学习目标、实施连续的过程评价以及根据反馈灵活调整教学内容，确保每位学生都能够实现预期的学习成果。这种教育模式不仅有助于提升学生的专业技能，还能够有效激发他们的学习热情，培养他们自主学习和解决复杂问题的能力，使他们更好地适应未来职业生涯的需求[5]。

本文以内蒙古民族大学智能制造工程专业的学生为研究对象，基于学校“博学明理、崇德至善”的校训，坚持“强医、兴文、厚理、提农、精工”多科并举、文理交融的学科专业发展定位，提出了基于 OBE 教育模式下智能制造工程专业的课程与实践教学体系改革方案，旨在建立一个以学生为中心、教师为引导、以学习成果为导向的教学模式。通过持续的学习成果反馈与评估，该方案能够灵活调整教学内容和目标，激发学生的主动学习兴趣，促使他们从被动接受知识转变为积极探究知识，即从“我要学”变为“我能学”。此外，这一改革方案还特别注重加强实践教学环节，鼓励学生参与项目式学习和社会实践，以期提高他们的创新能力和实践能力，为将来进入智能制造领域打下坚实的基础。

1 智能制造工程专业面临的教育挑战

作为一门新兴的交叉学科专业，智能制造工程专注于培养能够适应智能制造领域需求升级的应用型人才。然而，传统的工程教育模式在面对智能制造这一新兴领域时，暴露出了一系列问题，如课程内容陈旧、实践环节不足、跨学科融合不够等，这些问题严重制约了学生综合能力的培养。因此，探索和实践一种更有效的教育模式，成为当前高等教育面临的一项紧迫任务[6]。

1.1 课程内容与实际需求脱节

传统的工程课程往往侧重于基础理论的讲授，而忽视了最新技术和实际应用的结合。这导致学生在毕业后难以快速适应行业需求，尤其是在智能制造这样一个快速发展的领域。例如，许多课程仍然停留在传统的机械加工和控制理论，而缺乏对现代传感器技术、大数据分析、人工智能等前沿技术的介绍和应用[7]。

1.2 实践教学资源有限

智能制造涉及大量的实际操作和实验，但现有的实验室条件和实践机会有限，无法满足学生全面掌握技能的需求。许多高校的实验室设备老旧，实验项目单一，缺乏与企业实际生产环境相匹配的实践平台。这使得学生在实际工作中遇到复杂问题时，缺乏足够的经验和技能来应对。

1.3 教师队伍专业背景单一

许多教师的专业背景较为单一，缺乏在智能制造领域的实际工作经验，难以有效指导学生进行实践操作和项目开发。教师队伍的专业背景单一，不仅影响了教学质量，也限制了学生在多学科交叉领域的全面发展。此外，教师在科研和教学上的精力分配不均，也影响了教学内容的更新和教学质量的提升。在智能制造领域，教师需要具备跨学科的知识和技能，才能更好地指导学生应对复杂的工程问题。

2 基于 OBE 理念的教学改革方案

以成果为导向的教育理念和模式，核心是以学生为中心，帮助学生确立明确的学习目标。对教师而言，不仅需要完成教学任务，更应关注学生能力的全面发展，包括专业技能的提升、实践能力的锻炼、创新能力的激发，以及分析和解决复杂专业问题的能力的培养。这样的教育方法旨在全面提升学生的综合素质，使其具备更强的社会适应性和竞争力[8-10]。

2.1 课程体系的重构

结合机械制造、电子技术、计算机科学等多学科的知识，进行多学科融合，设计综合性课程模块，确保学生能够全面掌握智能制造所需的各项技能。例如，开设《智能制造系统集成》《工业互联网与大数据分析》等课程，将理论知识与实际应用紧密结合。同时，增加实践课程的比例，设置多个实际工程项目，让学生在真实情境中应用所学知识，提高解决实际问题的能力。例如，通过与企业合作，开展“智能生产线设计与优化”“机器人编程与控制”等实践项目。此外，将课程内容模块化，每个模块都设定明确的学习目标和评估标准，确保学生能够逐层递进地掌握知识和技能。例如，将《智能制造技术》课程分为“感知技术”“决策技术”“执行技术”等多个模块，每个模块都有相应的实验和项目。

2.2 实践教学平台的建设

引入在线虚拟仿真技术，搭建虚拟实验室，使学生能够随时随地进行实验操作和项目设计，从而大大提高了实验教学的灵活性和可操作性；通过虚拟仿真软件，学生们可以模拟智能工厂的运行过程，进行故障诊断及优化设计等复杂任务。同时，通过与企业合作建立校外实习基地，提供更多实践机会，使学生能够接触到最前沿的技术和设备，增强他们的实际操作经验。例如，与某知名制造企业共建“智能制造实训基地”，让学生有机会参与到企业的实际项目中，积累宝贵的实践经验。此外，还致力于建设一个开放的实验平台，提供丰富的实验资源和先进的工具，支持学生自主开展实验和创新项目，旨在培养他们独立思考和解决问题的能力，鼓励学生自由探索和创新，激发他们的创造力和潜能。

2.3 教师培训与发展

定期组织教师参加专业培训和学术交流，以提升他们在智能制造领域的理论水平和实践能力，例如，通过邀请行业专家进行专题讲座，以及组织教师参观先进制造企业，

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

让他们能够直接了解最新的技术和应用。同时，积极鼓励教师到企业挂职锻炼，以此获取宝贵的实际工作经验，增强他们指导学生实践的能力，比如选派教师到企业担任技术顾问，参与企业的研发项目，从而积累更多实际工作的经验。此外，还致力于组建跨学科的教学团队，促进拥有不同专业背景的教师之间的交流与合作，共同推进教学改革和科研工作，例如，成立“智能制造教学研究中心”，引入电子信息、计算机技术、自动化控制等多个学科的教师，共同探索教学改革的新思路和新方法。

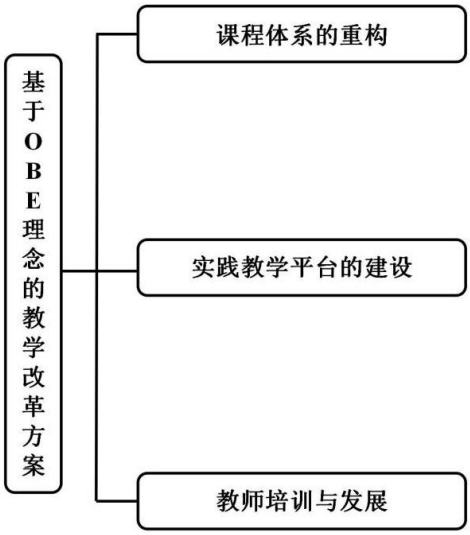

图 1　基于 OBE 理念的教学改革方案

3 案例分析

3.1 基础性实验设计——直流电机驱动电路板的设计

本实验为基础性实验设计，基于相关课程体系的教学，由教师选定实验方案并指导学生使用 Altium Designer 软件，进行直流电机驱动电路板的绘制。

在针对直流电机驱动电路板设计之初，首要任务是对所需电路进行详尽的需求分析，这是整个电路设计流程中的基础步骤。紧接着，依据已明确的需求规格，展开电路原理图的设计工作。在此阶段，应尽可能地挑选那些市场普及度高且易于获取的电子元件，并保证这些元件具有良好的互换性，以便于提升系统设计的灵活性及后期维护的便捷性。当进行电路原理图绘制时，必须严格依照各信号的定义来进行布局，同时参考相关元器件的技术文档来确定最适宜的封装类型。此外，推荐采纳已经验证过的成熟电路设计方案作为参考，并对整个电路结构实施合理化的模块拆解与功能分配，确保所绘制出的电路原理图既详尽无遗又条理清晰。完成电路原理图的设计并且通过了必要的审核与模拟测试之后，便可以此为基础展开印刷电路板的详细设计。在此过程中，需严格按照印刷电路板设计的行业标准执行，涵盖生产工艺、电气安全以及产品的可测性等多个方面的要求，力求达到高度精准且性能稳定的印刷电路板设计目标。最后，还需对印刷电路板设计进行全面的质量检验，随后进入到具体的生产和装配流程，这包括了诸如飞针探查在内的多种检测手段，以及最终的元件焊接等步骤，以确保最终产品能够完全满足预定的各项性能指标。在实验设计中，电路板的供电电源为 DC-24V，控制端电源采用 DC-12V，两者供电相互独立。在模拟地和数字地连接处加阻值为 0 欧姆的电阻，可抑制电流噪声。为防止电机信号通过回路干扰单片机，电机驱动采用光耦隔离设计法，使用高速光耦 6N137 隔离接口电路，可大大减小电机转动所产生的磁场对于单片机的干扰程度。MOS 管内置集成反向二极管，在直流电机驱动设计上使用峰值电流 110A 的 IRF3205 的大功率 MOS 管，驱动能力非常强。如图 2 为本基础性实验设计中学生所设计的直流电机驱动电路板的 3D 图，该电路板据具有以下特点：

（1）欠压保护；

（2）高速光耦隔离；

（3）接口 ESD 防护；

（4）采取模拟地和数字地由 0 欧电阻单点共地，抑制电流噪声；

（5）加有厚型大散热器，使得最大负载电流为 20A，瞬间峰值电流 110A。

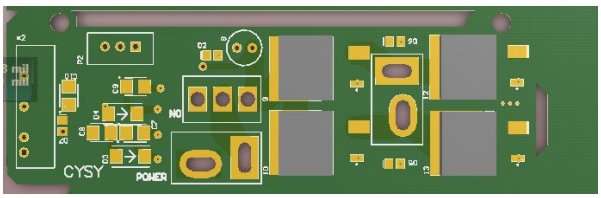

图 2　直流电机驱动电路板的 3D 图

3.2 开放式实验设计——激光导航机器人结构的设计

开放式实验设计由学生根据自己的兴趣爱好及能力，进行创新式设计，可 1～2 人为一组，但更鼓励学生独立一人完成。图 3 和图 4 分别为学生自主设计的激光导航机器人设计实现流程图和运行路线图，图 5 为学生独立使用 Solidworks 软件设计的激光导航机器人的结构图，两块激光接收传感器模块分别安装于机器人车的前端和右前端，当位于前侧的激光接收传感器模块接收到来自前方的激光信号，经传感器内部一系列的数据处理，将处理好的信号量发送给单片机，单片机发送相应指令给直流电机驱动，进而使得机器人车直线前进或右转。当位于右前侧的激光接收传感器模块接收到来自车身右方的激光信号，经右侧传感器内部一系列的数据处理（两块激光接收传感器模块接受信号后，在处理信号上会有优先级），将处理好的信号量发送给单片机，单片机发送相应指令给直流电机驱动，进而使得机器人车右直至单片机发出直行指令。在车身前端还安装超声波传感器进行检测，做避障处理。

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

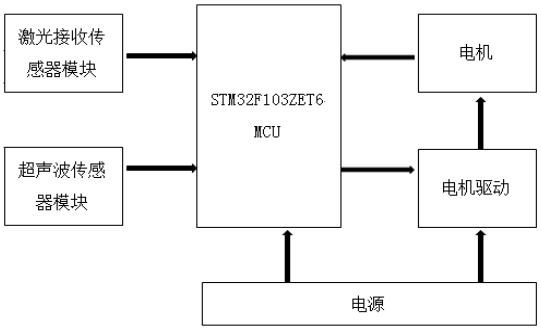

图 3　激光导航机器人设计实现流程图

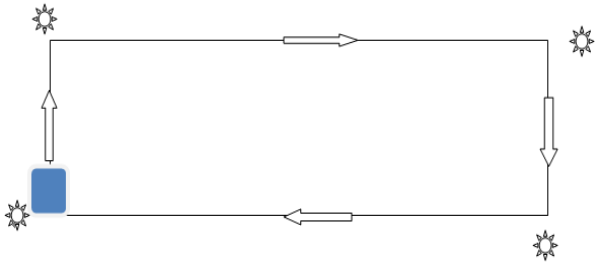

图 4　激光导航机器人运行路线图

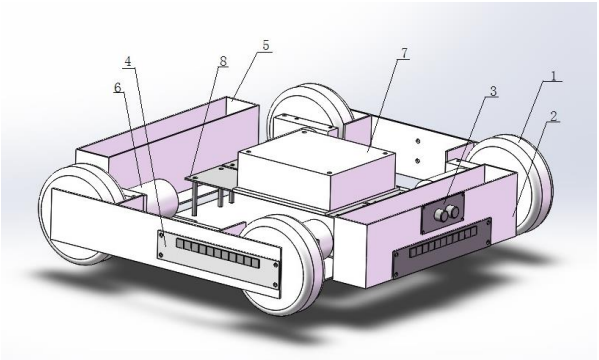

图 5　激光导航机器人结构图

3.3 实验案例效果

实验设计包含基础性和开放性两类。以直流电机驱动电路板设计和激光导航机器人结构的设计为例，学生们通过分组完成任务。基础实验由教师设定任务并指导，学生使用 Altium Designer 软件进行电路板设计。而开放式实验则鼓励学生自选课题，通常 1～2 人为一组，自行设计实验，各自承担具体任务并共同总结结果。

在整个实验过程中，学生通过团队合作和交流，将理论知识应用于实际操作，比如电子元件封装、电路布局及结构设计等方面，从而加深理解。同时，他们也学会如何通过集体智慧解决问题。此外，学生还需要掌握相关软硬件工具，例如 Solidworks 和 Altium Designer，这不仅帮助他们了解行业最新动态，还能促进其创新思维和技术能力的发展，全面提升综合素质。

4 结语

本文探讨了基于 OBE 模式下的智能制造工程专业的教学改革，旨在培养适应智能制造领域需求的应用型人才。针对智能制造工程专业中存在的课程内容陈旧、实践教学资源不足、教师队伍专业背景单一等问题，提出了一个综合课程与实践教学体系的改革方案。该方案强调以学生为中心，教师为引导，以学习成果为导向，通过持续的学习成果反馈与评估，动态调整教学内容与目标，以激发学生的学习兴趣和主动性。改革方案主要涵盖三个方面：课程体系的重构、实践教学平台的建设以及教师培训与发展。在案例教学环节，我们鼓励学生自主创新，将理论知识应用于实际问题解决中，从而有效提升学生的实践技能与创新意识，促进个性化成长，并增强其综合素质。基于 OBE 模式的教学改革为智能制造工程专业提供了新的教育路径，有助于培养出符合新时代需求的应用型和技术技能型人才，同时也为其他相关专业的教学改革提供了有益的借鉴。

基金项目：内蒙古自治区教育科学研究“十四五”规划课题，编号 NGJGH2022254。

[参考文献]

[1]栾吉梅,姜鹏,孙德帅,等.基于工程教育认证理念的精细合成单元反应课程教学改革[J].化学教育(中英文),2023,44(24):18-24.
[2]叶晓明,陈刚,成晓北,等.“新工科”背景下能源动力专业实践教学基地改革与实践[J].高等工程教育研究,2023(1):53-56.
[3]李永湘,马秀勤,邓锋,等.基于 CDIO 理念的“机械设计”课程教学改革[J].南方农机,2024,55(20):164-167.
[4]金姜亮,陈根龙,马洪艳,等.新能源发电课程的实践教学体系设计[J].电子技术,2024,53(6):164-167.
[5]王睿,邹泽森,孙江涛,等.融通赋能的分层式课程集群建设探索与实践——以北航仪器光电学院信号课教学改革为例[J].高等工程教育研究,2024(5):83-88.
[6]饶美娟,王发洲,杨露.基于产教融合的无机非金属材料工程专业实践教学体系改革与探索[J].硅酸盐通报,2024,43(9):3494-3498.
[7]王磊,丁燕.5G 背景下高校移动通信技术教学的优化策略——评《新工科背景下的地方高校通信工程专业教学改革研究》[J].中国高校科技,2023(12):117.
[8]刘强.基于 OBE 理念的“软件工程”课程重塑[J]. 中国大学教学,2018(10):25-31.
[9]冯慧娟,苗青,苗双,等.面向新工科的智能机器人教学模式改革[J]. 控制工程,2020,27(10):1700-1704.
[10]安毅,王宏伟,仇森,等.“新工科”背景下“电机与拖动”虚拟仿真课程教学建设探讨[J].工业和信息化教育,2022(10):7-12.

作者简介：张春友（1980—），男，教授，博士，研究方向：新能源。

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.