

新工科背景下运动控制系统课程教学改革与实践研究

郭成君

宁波大学科学技术学院, 浙江 宁波 315300

DOI: 10.61369/VDE.2026110025

摘 要 : 运动控制系统是电气工程、自动化类专业的核心主干课程,兼具理论性、综合性和实践性,是衔接基础课程与工程应用的关键纽带,对培养学生解决复杂工程问题能力、创新能力具有重要支撑作用。在新工科建设与工程教育认证的双重背景下,传统运动控制系统课程教学面临内容滞后、理论与实践脱节、教学方法单一等突出问题,难以适应智能制造、机器人、新能源汽车等领域对高素质工程技术人才的需求。本文结合课程教学实践,分析当前教学中存在的核心问题,从教学内容重构、教学方法创新、实践体系优化、考核机制改革四个维度,提出针对性的教学改革策略,并通过教学实践验证改革成效,为同类课程教学改革提供参考与借鉴。

关 键 词 : 运动控制系统; 新工科; 教学改革; 实践教学; 复杂工程问题

Research on the Teaching Reform and Practice of Motion Control System Course under the Background of New Engineering

Guo Chengjun

College of Science & Technology Ningbo University, Ningbo, Zhejiang 315300

Abstract : Motion Control System is a core and main course for electrical engineering and automation majors. It is theoretical,comprehensive and practical,and serves as a key link between basic courses and engineering applications.It plays an important supporting role in cultivating students' ability to solve complex engineering problems and their innovation ability.Under the dual background of new engineering discipline construction and engineering education accreditation,the teaching of traditional motion control system courses is confronted with prominent problems such as lagging content,disconnection between theory and practice,and single teaching methods,making it difficult to meet the demand for high-quality engineering and technical talents in fields such as intelligent manufacturing, robotics,and new energy vehicles.Based on the teaching practice of the course,this paper analyzes the core problems existing in the current teaching.It proposes targeted teaching reform strategies from four dimensions:teaching content reconstruction,teaching method innovation,practical system optimization,and assessment mechanism reform. The reform effectiveness is verified through teaching practice,providing reference and inspiration for the teaching reform of similar courses.

Keywords : motion control system; emerging engineering education; teaching reform; practical teaching; complex engineering problems

引言

随着新一轮科技革命和产业变革的深入推进,新能源汽车、工业机器人、柔性生产线等新型电气传动系统快速发展,对电气工程、自动化类专业人才的工程实践能力、创新能力和综合素养提出了更高要求。运动控制系统作为衔接电机学、自动控制原理、电力电子技术等前置课程与工程实际的核心课程,其教学质量直接影响学生工程素养的培养和专业能力的提升,是实现“立德树人”根本任务、落实新工科建设目标的关键环节。

当前,多数高校运动控制系统课程教学仍沿用传统模式,存在教学内容与行业技术发展脱节、实践教学环节薄弱、教学方法难以激发学生主动性等问题,导致学生虽掌握一定的理论知识,但在面对实际工程问题时,往往缺乏系统设计、调试和优化能力。基于此,本文结合多年课程教学实践,聚焦新工科背景下人才培养需求,探索运动控制系统课程教学改革路径,旨在破解教学难题,提升课程教学质量,培养适应行业发展需求的创新型、应用型工程技术人才。

一、运动控制系统课程教学现状及存在的问题

（一）教学内容滞后，与行业发展脱节

运动控制系统技术更新迭代迅速，数字化、智能化、网络化已成为行业发展主流，而传统课程教学内容仍以经典直流调速系统、交流异步电机调速系统为主，对永磁同步电机控制、伺服系统、运动控制总线等前沿技术涉及较少，与工业现场实际应用的控制系统存在较大差异。同时，教学内容多注重理论推导，对工程实际中的设计规范、调试技巧、故障排查等内容涉及不足，导致学生所学知识与岗位需求脱节，难以快速适应实际工作。此外，部分教材内容编排固化，缺乏对多学科交叉知识的整合，未能充分体现运动控制系统与电机学、电力电子技术、计算机控制技术等课程的关联性，不利于学生构建完整的知识体系。

（二）理论与实践脱节，实践教学薄弱

运动控制系统课程的核心目标是培养学生的工程实践能力，但当前多数高校的实践教学环节存在诸多不足。一方面，实践学时占比偏低，实验内容多以验证性实验为主，如直流电机调速实验、交流电机启停实验等，综合性、设计性、创新性实验较少，学生难以参与完整的系统设计、调试过程，实践操作能力得不到有效锻炼。另一方面，实践教学条件有限，部分实验装置老化、更新不及时，多采用模拟控制方式开展教学，对于复杂的交流电机控制只能采用演示性实验或软件仿真教学，无法满足学生对数字化、智能化运动控制系统的实践需求。此外，部分教师缺乏工业工程实践经验，难以有效指导学生开展工程化实践，进一步加剧了理论与实践的脱节。

（三）教学方法单一，学生主动性不足

当前，运动控制系统课程教学多采用“教师讲授+板书/PPT演示”的传统教学模式，教学方法单一、枯燥，缺乏互动性和趣味性。课程内容抽象难懂，涉及大量的数学推导、控制算法和系统建模，传统教学模式难以将抽象的理论知识与实际工程应用相结合，导致学生学习积极性不高，被动接受知识，难以主动思考和探索问题。同时，忽视学生的主体地位，缺乏对学生自主学习能力、创新思维的培养，学生难以将所学知识灵活运用解决实际工程问题中，不利于创新型人才的培养。

（四）考核机制不完善，评价方式单一

传统的课程考核多以期末考试为主，考核内容侧重理论知识的记忆和理解，缺乏对学生实践能力、创新能力、团队协作能力的考核，导致学生重理论、轻实践，重成绩、轻能力，难以全面反映学生的综合素养和课程学习效果。此外，考核方式单一，缺乏过程性考核，对学生课堂表现、实验操作、课程设计、创新实践等环节的考核权重不足，无法有效引导学生注重学习过程，不利于学生工程素养和创新能力的培养。

二、新工科背景下运动控制系统课程教学改革策略

（一）重构教学内容，衔接行业前沿与学科融合

结合新工科建设要求和行业发展趋势，重构课程教学内容体

系，实现“理论更新、模块整合、工程导向”。一是优化核心理论内容，保留经典控制理论和调速系统的核心知识点，删减过时、冗余的内容，增加永磁同步电机控制、伺服系统设计、运动控制总线（如EtherCAT、Profinet）、工业机器人运动控制等前沿技术内容，深度融入西门子杯竞赛运动控制赛项相关技术要点，将赛项中涉及的PLC运动控制、伺服驱动调试、离散行业运动控制场景等核心内容纳入教学，同步融入赛项所要求的工程设计规范、故障排查思路，将行业最新技术、竞赛标准与课堂教学深度融合，缩小课堂教学与工业实际的差距。二是构建模块化教学内容，将课程内容分为“基础模块、核心模块、拓展模块”三个层次：基础模块涵盖运动控制系统的基本概念、数学建模、控制原理等；核心模块涵盖直流调速、交流调速、伺服系统等核心内容，同步嵌入西门子杯竞赛基础题型对应的知识点；拓展模块涵盖运动控制在机器人、新能源汽车、智能制造中的应用案例，重点加入西门子杯竞赛运动控制赛项的典型案例分析（如离散行业物料卷绕、飞剪等运动控制场景），满足不同层次学生的学习需求，为学生参与竞赛奠定基础。三是强化多学科交叉融合，结合电机学、电力电子技术、计算机控制技术等前置课程，将相关知识融入运动控制系统的教学中，结合西门子杯竞赛对多学科知识综合应用的要求，引导学生构建完整的专业知识体系，培养学生的综合应用能力。

（二）创新教学方法，激发学生学习主动性

打破传统教学模式的局限，创新教学方法，构建“教师主导、学生主体、实践导向”的教学模式。一是采用项目式教学法，以工业实际中的运动控制项目（如工业机械手运动控制、传送带调速系统设计、永磁同步电机伺服控制系统设计等）为载体，同步引入西门子杯竞赛运动控制赛项的模拟项目，将赛项“甲方需求、乙方设计”的竞赛模式融入教学，引导学生分组模拟竞赛流程，完成项目的需求分析、系统设计、仿真调试、故障排查等环节，既贴合竞赛要求，又培养学生的工程实践能力和团队协作能力。二是引入案例教学法，选取行业内典型的运动控制工程案例和西门子杯竞赛运动控制赛项的历年真题、优秀作品作为教学案例，如离散行业运动控制方向的物料卷绕控制案例，通过案例分析、讨论、仿真演示等方式，解析赛项背后的理论知识点和工程实践技巧，将抽象的理论知识与竞赛实践、工业应用相结合，帮助学生理解知识点，提升工程思维能力。三是利用信息化教学手段，搭建线上线下混合式教学平台，借助MATLAB/Simulink仿真软件、虚拟仿真实验平台以及西门子杯竞赛相关虚拟仿真资源，开展虚拟仿真教学，让学生在虚拟环境中模拟竞赛场景，完成复杂的系统设计和调试，弥补实践教学条件的不足，同时提供线上学习资源（如教学视频、课件、竞赛案例资料、习题等），方便学生自主学习，激发学生的学习主动性和积极性。此外，采用启发式、互动式教学，通过课堂提问、小组讨论、竞赛成果展示等方式，引导学生主动思考、大胆探索，培养学生的创新思维。

（三）优化实践体系，强化工程实践能力培养

构建“虚拟仿真+硬件实验+工程实践+创新设计”四位

一体的实践教学体系，强化学生的工程实践能力和创新能力，重点融入西门子杯竞赛运动控制赛项的实践要求，实现“以赛促学、以赛促练、以赛促改”。一是完善虚拟仿真实验平台，利用 MATLAB/Simulink、LabVIEW 等软件，搭建运动控制系统虚拟仿真平台，同步引入西门子杯竞赛运动控制赛项的虚拟仿真环境，开展虚拟仿真实验，如直流调速系统仿真、交流调速系统仿真、伺服系统仿真以及赛项典型场景（物料卷绕、飞剪）仿真等，让学生在虚拟环境中熟悉系统的结构和工作原理，模拟竞赛中的参数调试、故障排查环节，为实际硬件实验和竞赛参赛奠定基础；同时，引入工业级虚拟仿真软件，模拟工业现场的运动控制场景和竞赛场景，提升学生的工程实践体验。二是升级硬件实验条件，更新实验装置，引入数字化、智能化的运动控制实验设备，如 DSP 运动控制开发板、PLC 运动控制模块（匹配西门子杯竞赛常用的 PLC 型号）、伺服电机实验平台等，结合西门子杯竞赛运动控制赛项的设备要求，增加综合性、设计性实验项目，如基于 PLC 的物料卷绕运动控制系统设计、基于伺服驱动飞剪运动控制系统调试等，让学生亲自动手完成系统的搭建、调试和优化，提升实践操作能力和工程设计能力，贴合竞赛实操要求。三是加强校企合作，与企业共建实践教学基地，引入企业的工程项目和技术资源，邀请企业工程师和西门子杯竞赛资深指导教师参与教学，指导学生开展工程实践和竞赛备赛，让学生深入了解工业现场的实际需求、竞赛标准和技术标准，提升岗位适应能力和竞赛竞争力；同时，鼓励学生参与企业的实际项目研发和西门子杯竞赛备赛，将所学知识应用到实际工作和竞赛中，培养学生的工程实践能力和创新能力。四是搭建创新实践平台，以西门子杯竞赛运动控制赛项为核心，组织学生参与竞赛备赛、校内选拔赛，同步结合全国大学生电子设计竞赛、工业自动化挑战赛等赛事，开展创新设计项目，鼓励学生自主研发、大胆创新，将竞赛中的创新思路融入日常实践，培养学生的创新思维和创新能力。

（四）改革考核机制，完善综合评价体系

打破传统单一的考核模式，构建“过程性考核+终结性考核”相结合的综合评价体系，注重对学生综合素养和能力的考核，将西门子杯竞赛运动控制赛项的参与情况、备赛成果纳入考核体系，强化竞赛对教学的导向作用。一是调整考核权重，过程性考核占比不低于50%，终结性考核占比不高于50%。过程性考核包括课堂表现、实验操作、项目设计、作业完成情况、小组协作以及西门子杯竞赛备赛表现、校内选拔赛成绩等环节，重点考核学生的学习态度、实践能力、创新能力、团队协作能力和竞赛素养；终结性考核采用期末考试的方式，侧重考核学生对核心理论知识的掌握和综合能力，试题设计注重工程导向和竞赛导向，增加与西门子杯竞赛运动控制赛项相关的案例分析题、设计题等题型，如模拟赛项中的系统设计、故障排查题目，避免死记硬背。二是完善过程性考核方式，建立多元化的过程性考核标准，如实验操作考核采用现场操作、成果展示、报告撰写相结合的方式；项目设计考核采用过程跟踪、成果评审、答辩相结合的方式，同步将西门子杯竞赛备赛过程中的项目设计、调试成果作为考核重点；邀请西门子杯竞赛指导教师、企业工程师参与考核

评审，确保考核标准贴合竞赛要求和行业需求。三是引入企业评价和竞赛评价，对于参与校企合作实践项目、西门子杯竞赛的学生，邀请企业工程师和竞赛指导教师共同参与考核，从工程实践能力、竞赛竞争力、岗位适应能力等方面进行评价，使考核结果更贴合行业需求和岗位标准。此外，建立考核反馈机制，及时将考核结果反馈给学生，引导学生发现自身不足，改进学习方法和备赛思路，提升学习效果和竞赛能力。

（五）加强师资队伍建设，提升教学水平

师资队伍是课程教学改革的核心力量，加强师资队伍建设，提升教师的专业素养和工程实践能力，是保障教学改革成效的关键。一是加强教师培训，定期组织教师参加行业培训、学术交流、教学研讨等活动，学习前沿技术和先进的教学方法，更新教学理念，提升专业素养；鼓励教师到企业挂职锻炼，参与企业的工程项目研发，积累工业工程实践经验，提升工程实践教学能力，破解“纸上谈兵”的教学困境。二是组建教学团队，整合教学资源，发挥教师的专业优势，开展教学研究和改革实践，共同解决教学中存在的问题，提升课程教学质量；鼓励教师开展教学改革项目和科研项目，将科研成果转化为教学内容，实现科研促教学、教学反哺科研，提升教学的深度和广度。三是邀请企业工程师、行业专家担任兼职教师，参与课程教学、实践指导和项目评审，为学生提供行业前沿的技术指导和工程实践经验，丰富教学内容和形式。

三、教学改革实践成效

为验证教学改革的成效，本文以某高校自动化专业运动控制系统课程为试点，实施上述教学改革策略，选取改革前后两届学生的课程学习情况、实践能力、创新能力等进行对比分析。

改革后，学生的学习积极性和主动性显著提升，课堂互动性明显增强，课程考核通过率从改革前的82%提升至95%，优秀率（85分以上）从15%提升至32%。在实践能力和竞赛竞争力方面，依托西门子杯竞赛运动控制赛项的融入式教学，学生能够独立完成综合性、设计性实验项目，熟练运用 MATLAB/Simulink 等软件进行系统仿真和设计，熟练操作 PLC、伺服驱动等竞赛常用设备，实践操作能力和工程设计能力显著提升；改革后学生参与西门子杯竞赛运动控制赛项的人数较改革前增加70%，累计获得省级及以上西门子杯竞赛奖项8项，其中全国二等奖2项、省级一等奖3项，学生参与学科竞赛的总人数较改革前增加60%，获得省级及以上竞赛奖项12项，较改革前增长80%。在岗位适应能力方面，通过校企合作实践和西门子杯竞赛备赛，学生提前了解工业现场的实际需求、竞赛标准和技术标准，毕业后能够快速适应岗位工作，改革后毕业生的就业率较改革前提升8%，用人单位对毕业生的满意度从75%提升至90%，尤其对学生的工程实践能力和竞赛积累的实操经验评价较高。此外，教师的专业素养、工程实践能力和竞赛指导能力显著提升，教学团队完成教学改革项目3项，发表教研论文8篇，其中核心期刊5篇，编写融入西门子杯竞赛内容的校本教材1部，课程被评为校级一流课程，同时培养出一

批具备西门子杯竞赛指导能力的教师，教学改革成效显著。

四、结论与展望

运动控制系统课程教学改革是适应新工科建设和行业发展需求、提升人才培养质量的必然选择。本文针对当前运动控制系统课程教学中存在的教学内容滞后、理论与实践脱节、教学方法单一、考核机制不完善等问题，从教学内容重构、教学方法创新、实践体系优化、考核机制改革、师资队伍建设的五个维度，提出了针对性的教学改革策略，并通过教学实践验证了改革的有效性。改革实践表明，优化后的教学模式能够有效激发学生的学习主动性，提升学生的工程实践能力、创新能力和综合素养，缩小课堂教学与工业实际的差距，满足行业对高素质工程技术人才的需求。

随着智能制造、工业4.0等技术的不断发展，运动控制系统的技术内涵和应用场景将不断拓展，西门子杯竞赛运动控制赛项的内容也在持续更新，课程教学改革也需要持续深化。未来，我们将进一步跟踪行业发展趋势和西门子杯竞赛运动控制赛项的更新方向，将赛项中的新技术、新场景、新要求及时融入教学内容，优化实践教学体系，升级竞赛相关实验设备；创新教学方法和手段，搭建专门的西门子杯竞赛备赛实训平台，加强竞赛指导团队建设，提升学生的竞赛竞争力；深化校企深度合作，推动产教融合、科教融汇，结合西门子杯竞赛的企业资源，引入更多工业级实践项目和竞赛资源，持续提升课程教学质量，培养更多适应行业发展需求、具备竞赛竞争力的创新型、应用型工程技术人才，为新工科建设和制造业高质量发展提供人才支撑。

参考文献

- [1] 李萍, 厉虹, 王丽婕, 等. 产学研协同育人背景下运动控制系统实践教学探索 [J]. 中国现代教育装备, 2022(10): 140-143.
- [2] 山东理工大学. 网络课程—运动控制系统 [EB/OL]. <https://etcnew.sdut.edu.cn/meol/jpk/course/layout/newpage/index.jsp?courseId=67166>, 2025-08-20.
- [3] 高晓飞, 韩雪英. "深度学习"视域下《运动控制系统》教学实践策略研究 [J]. 现代教育论坛, 2025, 8(17): 57-59.
- [4] 佚名. 运动控制系统课程的螺旋式能力评价与闭环改进——基于OBE的混合式教学范式 [J]. 电气电子教学学报, 2026, 48(1): 78-83.
- [5] 蒯松岩, 魏伟. 产教融合背景下电气工程人才培养模式改革——以"运动控制系统"为例 [J]. 电气电子教学学报, 2025, 47(4): 61-65.
- [6] 王丽媛. 基于复杂工程问题的"运动控制系统"课程教学改革与实践 [J]. 科技风, 2025(3): 25-27, 52.
- [7] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 等. 基于"学习产出"(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索 [J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
- [8] 江春冬, 刘斌, 杨旭东, 等. 从教师角度思考运动控制系统课程的课程思政 [J]. 高教学刊, 2022, 8(4): 164-167.