“新工科”背景下基于学科交叉的《计算机控制技术》课程教学内容改进研究

曾涛　谢敏　洪凯星　许素安　李运堂
中国计量大学 机电工程学院

摘　要：当前，国家推动创新驱动发展，以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济蓬勃发展，对工程技术人才提出了更高的要求。本文在计算机控制技术课程内容的基础上，以“新工科”研究与实践为背景，以“控制理论+电工电子+计算机信息技术”三方面学科知识交叉与融合为指导，以“课堂教学+课堂示例分析与实践+课后开放性实验”三种教学环节相结合为形式，对计算机控制技术的课程教学内容进行改进探索。该探索对培养学生综合实践应用能力，提高学生的多学科知识交叉应用能力具有重要意义。

关键词：“新工科”；计算机控制技术；课程教学
【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2024.02.046

引言

2016年6月，我国工程教育专业认证体系实现国际实质等效，为深化工程教育改革提供了良好契机[1]。当前，国家推动创新驱动发展，以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济蓬勃发展[2-5]，对工程技术人才提出了更高的要求。为深化工程教育改革，须推进新工科的建设与发展，开展新工科研究与实践。高等教育发展水平是一个国家发展水平和发展潜力的重要标志。习总书记曾指出，“我们对高等教育的需求比以往任何时候都要更加迫切，对科学知识和卓越人才的渴求比以往任何时候都更加强烈。”当前世界范围内新一轮科技革面和产业变革加速进行，综合国力竞争愈加激烈。工程教育与产业发展相互联系、相互支撑。

在国家大力加快工程教育改革创新的大背景下，《计算机控制技术》作为一门将电气信息类专业控制理论应用于实践的学科综合性较强的控制技术类课程[6-10]，为了实现使大部分学生能够具备小型离散控制系统的初步设计能力和一定的工程实现能力，该课程有必要在现有教学内容基础上进一步探索新的教学元素以满足社会对工程技术人才愈加迫切的需求。本课程课题的研究是在原有课程教学内容的基础上，以“新工科”研究与实践为背景，以“控制理论+电工电子+计算机信息技术”三方面学科知识交叉与融合为指导，以“课堂教学+课堂示例分析与实践+课后开放性实验”三种教学环节相结合为形式，对计算机控制技术的课程教学内容进行初步的改进探索。该探索对培养学生综合实践应用能力，提高学生的多学科知识交叉应用能力具有十分重要的意义。

一、教学现状和存在的问题

《计算机控制技术》是高等院校自动化专业一门重要专业必修课，课程具有知识点多、学科综合性较强的特点，同时也是一门离散控制的基础理论性课程。教学目的是培养学生利用所学控制理论、电路设计、程序设计和工程知识分析和设计不同层级的计算机控制系统。通过课程学习，使学生理解离散控制系统的基本概念，掌握离散控制系统的基本分析方法，熟练掌握离散系统的常规控制算法设计（离散PID、最少拍、大林算法、Smith补偿），了解离散控制系统的基本组成、掌握计算机控制系统的常见数据处理技术、了解计算机控制系统的设计过程和工程实现的步骤。结合目前的教学现状，可能仍存在以下问题：

1、由于课时量压缩至32学时，原本存在的课内实验部分不得不被删减，本课程只讲授理论部分内容；然而由于《计控》内容本身具有较强的实践性，实验环节的缺失会导致学生在理论学习时对其中的实践性和综合性较强的内容无法做到切实掌握；

2、《计控》的教学目的对学生的控制理论、控制程序设计、控制电路设计等方面的能力提出了一定的要求，体现了该课程的学科综合性较强的特点；然而目前该课程受传统其课程内容限制，在延伸教学方面与关联度较高的临近知识内容交叉程度不高，从而可能会引起部分学生在今后的实践中无法独立有效完成一个完整的离散控制系统的设计任务。

二、教学改革内容

（一）丰富教学模块组成

遵循“新工科”工程教育改革思路，以“控制理论+电工电子+计算机信息技术”三方面学科知识交叉与融合为改革目标，对《计算机控制技术》课程教学模块组成进行增加和改进的探索，培养学生综合工程实践应用能力、科学研究和创新能力，提升学生的多学科知识交叉应用能力。

（二）改进教学方法

采用引导式教学方法，通过布置开放实验课题、提供资料、组织讨论、进度检查、成果考核等环节的合理安排，有步骤的引导学生以成果为导向，通过团队合作，循序渐进的完成项目作品。同时，与相关专业的老

师进行合作，基于自身工程项目经验较为丰富的优势，并邀请项目实践能力较强的老师加入课程指导团队，充分利用课程组成员在各学科方向上的研究优势，加强在实验环节中对学生的工程实践指导作用，增强学生在开放实验过程中的获得感。

（三）改进课程考核方法

设计针对课堂教学内容和课后开放性实验的内容设置合理的综合考核方式。既强调工程实践过程中方案设计的合理性和完整性、针对复杂工程问题的分析和解决能力以及团队合作的能力，又凸出多学科知识交叉后的应用能力。

三、教学改革目标

通过对《计算机控制技术》课程教学模块组成进行增加和改进的探索，提升学生的多学科知识交叉应用能力；

通过引导式教学方法，有步骤的引导学生以成果问导向，通过团队合作，循序渐进的完成项目作品，培养学生解决复杂工程问题的能力；

通过设置和改进课堂教学内容和开放性实验内容的考核方法，使得学生在多学科知识交叉应用能力和工程实践能力方面的提升程度能够得到合理的评价。

四、教学改革方案

（一）改进教学模块组成

在原有课程教学内容的基础上，以“新工科”研究与实践为背景，以“控制理论+电路设计+控制程序编写”三方面学科知识交叉与融合为指导，以“课堂教学+课堂示例分析与实践+课后开放性实验”三种教学模块结合为形式，对计算机控制技术的课程教学内容进行初步的改进探索，培养学生综合实践应用能力、科学研究和科学创新能力，提升学生的多学科知识交叉应用能力。

（二）设计基于STM32单片机的计算机控制课内实验演示装置

在课堂中以该实验装置为依托开展围绕计算机控制特性和效果的探讨，细化各控制流程，再展示典型计算机控制算法在实验装置中的应用，通过现场演示真实效果加深学生对控制算法的直观印象，以加深学生对控制算法的理解，促进学生对算法应用的掌握。

（三）设计课后开放性实验内容

让学生参考课内实验示例装置的结构和功能，自主设计完成与其类似的控制装置。具体而言，首先，将班级学生以5人一组进行开发小组分组，并为各组提供陀螺仪模块、步进电机及其驱动器、开关电源及电源线等元件；其次，要求学生以开发小组为单位，针对步进电机驱动平台保持水平姿态的控制问题，在一学期内完成控制电路设计与制作、控制策略选择与参数整定、基于STM32单片机和C语言的控制程序编写与调试的开发任务。上述开发任务内容对应“电路设计、控制方案设计与控制算法应用、单片机编程与调试”三方面分属不同学科的知识技能，使学生在完成该开放性实验的过程中真正体会到学科交叉对实际工程项目进展的重要性，培养学生的科学研究创新能力和综合实践应用能力。

（四）采用引导式教学方法

通过布置开放性实验课题、提供资料、组织讨论、进度检查、成果考核等环节的合理安排，有步骤的引导学生以问题为导向，通过团队合作，循序渐进的完成项目作品。

（五）针对课堂教学内容和课后开放性实验的内容设置合理的综合考核方式

综合考核方式须强调开放性实验过程中控制方案设计的合理性和完整性和针对“步进电机驱动台水平姿态控制”问题的分析和解决能力。针对开放性实验的考核评价标准如表 1所示。考核方式以现场汇报与演示为主，共涉及“电工电子”、“控制理论”和“计算机信息技术”三个学科方向，其分别对应的具体考核内容为控制电路设计能力考核、控制方案选择与控制算法应用考核以及控制程序编写与调试考核。三部分考核内容对应的分值占总成绩的比例分别为30%、35%、35%。

表1 开放性实验的考核评价标准

考核方式	涉及方向	考核内容	评价依据	占总成绩比例
现场汇报与演示	电工电子	控制电路设计	控制电路图设计合理规范，电路测试方案合理，测试结果正常，所有基本功能均实现	30%
	控制理论	控制方案选择与控制算法应用	控制方案选择有理有据，并对所采用的控制算法的优劣特点和使用条件具有一定深度的理解	35%
	计算机信息技术	控制程序编写与调试	控制程序代码逻辑清晰，编写风格规范，注释充分；编译无错误，能够正常烧写；最后调试结果满足实验基本要求，即实现“步进电机驱动台水平姿态控制”	35%

五、计算机控制技术课内实验演示装置设计

设计了一套基于STM32单片机的计算机控制课内实验装置，该实验装置的控制目标被设定为装置本身俯仰姿态的水平控制。该实验装置主要由控制电路、陀螺仪模块、步进电机、步进电机驱动器以及开关电源组成，如图 1所示。实验演示装置利用JY60姿态角度传感器（陀螺仪模块）作为俯仰角测量单元，使用STM32F103CBT6单片机作为主控单元采集陀螺仪的实时输出，并针对不同的外部模拟工况设计不同的离散系统控制算法（数字PID算法、大林算法、最少拍算法等），根据装置本身俯仰姿态与水平面的偏差，输出实时姿态角控制信号对步进电机的转角进行精确控制，调整试验装置的整体俯仰角度，达到使装置的俯仰角保持不变的控制效果。控制电路主要由单片机最小系统、供

电稳压电路、外部陀螺仪结构电路、单片机SW下载接口以及电路测试接口组成。该课内实验演示环节主要分为“装置设计功能说明”、“装置各模块介绍”、“开关电源原理”、“步进电机与驱动器原理”、“陀螺仪模块讲解”、“STM32单片机讲解”以及“控制电路分析”七部分进行。在课内实验演示环节结束后，大部分学生已经理解这套装置控制自身俯仰姿态的工作原理；因此，该环节为后续学生以开发小组为单位独立完成开发实验任务打下坚实基础。

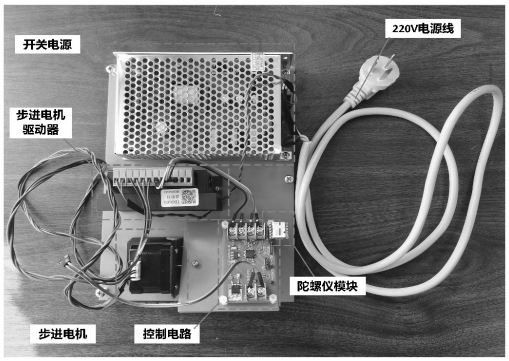
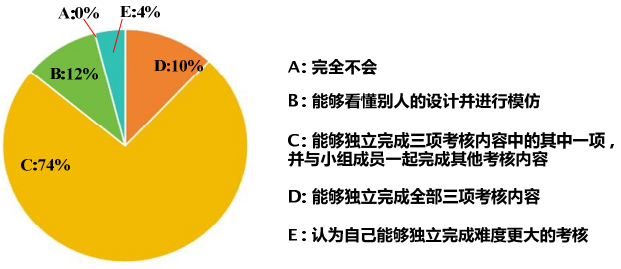


图1 计算机控制课内实验装置图

六、评估和结论

笔者于2022—2023学年度对自动化专业一个自然班开展了引导式理论教学和课后开放性实验教学。针对开放性实验模块在实践教学中的效果，对学生的实验完成效果进行考核评分，并在实验结束后邀请所有学生对开放性实验内容进行评价，其评价统计结果可分三方面进行论述：首先，各实验小组总成绩大体服从正态分布特性，即1个组处于60-70分数段内，5个组处于70-80分数段内，4个组处于80-90分数段内，2个组处于90-100分数段内。其次，在“控制电路设计”、“控制方案选择与控制算法应用”和“控制程序编写与调试”三部分考核内容中，考核内容“控制方案选择与控制算法应用”的得分率最高，说明学生对控制理论知识的掌握程度相对较高，初步验证了引导式理论教学效果；而考核内容“控制程序编写与调试”的得分率最低，这是因为该部分考核内容的考核要素最多，包含程序代码编写规范和最终控制系统调试效果，相对而言难度最高，因此得分率相对较低符合现实情况。最后，学生对开放性实验内容的评价结果如图2所示，表明开放性实验获得了学生的认可并取得了积极效果。



(c)

图2 实验结束后学生对开放性实验内容的评价

本文从培养学生综合实践应用能力、科学研究和科学创新能力，提升学生的多学科知识交叉应用能力的角度出发，结合“新工科”研究与实践的背景，以高质量课程改革为目标，充分考虑了时代背景、发展现状和人才培养需求，紧密结合自动化专业特色，形成详实可行的《计算机控制技术》课程教学改革方案。该教改方案将应用于自动化专业《计算机控制技术》课程教学中，以期培养出更符合现代社会发展需求的综合技术型人才。

参考文献

[1]易兵，刘婷，万琴，王耀南.基于工程教育专业认证的地方高校“卓越计划”人才培养模式探索与实践[J].高等工程教育研究，2023（6）：54-58.

[2]余丽红.新工科传感器课程项目化进阶教学模式研究[J].福建电脑，2023，39（11）：117-121.

[3]庄佳园，张磊，曹建，孙玉山.面向新工科的海洋机器人专业教学改革探索[J]，2023，9（33）：37-41.

[4]徐卿.反思与重构：新工科背景下高校思想政治教育路径研究[J].高教学刊，2023，9（33）：189-192.

[5]霍宝锋，刘忻羽，顾旻灏.基于新工科与新文科融合的产学研平台建设——以天津大学储能平台为例[J].天津大学学报（社会科学版），2023，25（06）：481-489.

[6]陈潜.计算机远程控制系统在化工企业的应用——评《计算机控制技术》（第2版）[J]，化学工程，2023，51（11）：96-97.

[7]连志民.计算机控制技术在饲料加工自动配料系统中的应用——评《计算机饲粮配合技术》[J]，2023（20）：221-222.

[8]于金娜.计算机控制技术在电镀行业中的应用[J].电镀与精饰，2023，45（10）：103-104.

[9]杨昊，秦珣.计算机控制技术在供配电自动化系统中的应用[J].现代工业经济和信息化，2023，13（09）：164-166.

[10]韩利新.智能优化技术在计算机控制系统中的应用[J].集成电路应用，2023，40（09）：262-263.

作者简介：曾涛（1988-），男，汉族，浙江丽水人，博士，讲师，研究方向：精密测量理论与方法。

通讯作者：洪凯星（1985-），男，汉族，浙江台州人，博士，副教授，研究方向：信号处理和自动化检测。

基金项目：中国计量大学校级教改项目：“新工科”背景下基于学科交叉的计控课程教学内容改进探索（编号HEX231650）；2022 年浙江省线上线下混合式一流课程“电机与电力拖动基础”；浙江省“十四五”教学改革项目（jg2022268）：基于科研类航模实践活动的大学生创新创业能力培养模式研究。