

选矿自动化课程金课建设与探讨*

李龙江^{1, 2, 3} 沈智慧^{1, 2, 3} 李先海^{1, 2, 3} 黄小芬^{1, 2, 3}

(1. 贵州大学矿业学院 贵州贵阳 550025; 2 贵州非金属矿产资源综合利用重点实验室 贵州贵阳 550025;
3. 喀斯特地区优势矿产资源高效利用国家地方联合工程实验室 贵州贵阳 550025)

摘要: 教育部印发了《关于狠抓新时代全国高等学校本科教育工作会议精神落实的通知》(教高函〔2018〕8号), 提出“各高校要全面梳理各门课程的教学内容, 淘汰“水课”、打造“金课”, 切实提高课程教学质量。选矿自动化课程是贵州大学矿业学院矿物加工工程专业的一门专业核心课程, 课程在国家一流专业建设、矿物加工工程国际工程教育认证, 新工科建设、省级金课建设中起到了关键核心作用, 培养学生在智能化智慧化控制、大数据、区块链、数字孪生、机电一体化方面的动手能力和创新能力。为了打破传统教书育人方式, 课程以教育部打造的“金课”要求, 在重塑教学内容, 改变教学方法、改革教学手段等方面全面提高教学质量。

关键词: 金课、课程改革 考试评价 选矿自动化 新工科

中图分类号: TD9-4; G642 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.43.087

一、背景介绍

教育部印发了《关于狠抓新时代全国高等学校本科教育工作会议精神落实的通知》(教高函〔2018〕8号), 提出各高校要全面梳理各门课程的教学内容, 淘汰“水课”、打造“金课”, 切实提高课程教学质量^[1, 2]。选矿自动化是贵州大学矿业学院矿物加工工程专业选修课程, 是现代矿业的必备课程, 是矿物加工工程专业国际教育认证的必选课程, 课程属于非控制专业的控制类课程^[3]。选矿过程自动化工作的开展为多学科技术力量合作, 需要仪表、自动控制、数学、计算机及选矿等专业技术人员的互相配合。其中具有一定自动化技术知识的选矿专业人员是非常重要的、不可缺少的力量。课程理论性强、涉及多方面的数理知识, 具有一定深度和难度。在贵州大学学校办学定位, 《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》, 《中国工程教育专业认证-矿物加工工程专业工程教育认证标》的指导下, 遵循理论联系实际的原则, 建立一个包括理论讲授、计算机辅助教学、实践教学在内的全方位的课程教学新体系, 以达到提高教学质量的目的。

选矿自动化属于贵州大学矿业学院矿物加工工程专业的专业必修课程和核心课程, 2006年课程开始开设; 2011年建立了选矿自动化专门实验室, 并使用自编教材《矿物加工自

动化》。2015年-2017年获得贵州大学校级重点建设课程资助; 2016年调整培养方案后, 根据工程教育认证的要求和矿物加工工程专业国家培养标准, 改为《选矿自动化》; 2017年正式出版了《矿物加工自动化》教材。2018年在新工科项目的支持下, 卓越工程师十三五规划教材《矿物加工测试技术》。2019年《在工程教育背景下选矿自动化的教学改革与实践》获得省级教学改革项目的资助; 在国家级一流本科专业的支持下以及在工程教育背景下, 逐渐融入思想政治教育。全面深化改革与应用, 全面融入课程思政; 2021年申请第二批国家一流课程线下课程建设并获得省级推荐; 2021年课程获得的贵州大学国家一流课程申报重点培育课程资金的资助; 2022年进行超星线上线下课程建设。



图1 课程历史沿革

*基金项目: 2019年贵州省本科教学工程项目“在工程教育背景下《选矿自动化》课程模式改革研究与实践”(编号: 2019013); 贵州大学矿物加工工程国家级一流本科专业建设项目; 2018年教育部首批“新工科”研究与实践项目“矿物加工工程专业工程教育信息化的探索与实践”。

二、课程建设目标及亟须解决的问题

课程贯彻国家“立德树人”的教育方针，依托国家一流专业建设标准、工程教育认证毕业要求、新工科理念，在学校办学定位引领下“厚基础、强应用、重实践”，课程体现自动化前沿性与时代性要求，体现跨学科思维融合、产业技术与学科理论融合、跨专业能力融合、如何开设好该课程？

在授课内容方面，如何提高课程内容的高阶性、先进性、创新性，让课程内容结构符合学生成长规律，依据学科前沿动态与社会发展需求动态更新知识体系，教学资源丰富多样，体现思想性、科学性与时代性？

知识目标：学生应具备矿物加工工程专业高技能应用人才所必须的选矿自动化理论知识体系，熟悉构建工业自动化技术应用轮廓，熟悉自动化系统的设计与维护，掌握自动化关键技术应用于专业领域的基本技能。

能力目标：较全面地认识、体会选矿自动化技术，紧跟学科前沿，拓展认知领域和思维空间，能够结合专业学科技能，创新地应用选矿自动化的知识解决矿物加工复杂的工程问题。

素质目标：结合高校课程思政目标，学生深刻理解矿物加工自动化在矿物加工行业的战略高度和提质增效的意义，对选矿自动化技术发展有高度敏感性，有正确的职业观念，以及爱岗敬业，团结协作的职业精神。

贵州大学矿物加工工程专业2016年通过了国际工程教育认证，2019年通过了6年建设期限的国际工程教育认证，课程主要支撑毕业要求的2、3、4、5、10，见表1，从表1可以看出，选矿自动化课程对专业的毕业要求支撑力度大。

课程为非控制专业的同学上控制类课程，学生对自动化

相关的知识了解相对较浅，根据课程目标，需要解决以下5个重点问题。

如何实现以学生学为中心的教学转变，如何有效融入信息化及数字化教学工具，线下课程如何借道线上课程模式，做到理论与实践的融合，实现解决复杂的工程问题？

课程思政构建不成体系，如何通过本课程提升学生的家国情怀和创造精神，提升学生“永远不向困难低头”的矿业精神和工匠精神？

如何实现“产、学、研、教”相结合，让科研融入教学和反哺教学，提升学生的动手能力和解决工程实际问题的能力？

课程思政构建不成体系，如何通过本课程提升学生的家国情怀和创造精神，提升学生“永远不向困难低头”的矿业精神和工匠精神？

课程思政构建不成体系，如何通过本课程提升学生的家国情怀和创造精神，提升学生“永远不向困难低头”的矿业精神和工匠精神？

课程思政构建不成体系，如何通过本课程提升学生的家国情怀和创造精神，提升学生“永远不向困难低头”的矿业精神和工匠精神？

表1 支撑培养方案的课程目标关系。

毕业要求	指标点	课程目标
2. 掌握矿物加工工程所需要的相关数学、自然科学、工程基础知识和技术经济管理的基本知识；掌握矿物加工工程的基本理论及专业知识，熟悉资源综合利用、安全、环保等相关知识；了解矿物加工学科研究现状和发展趋势。能够将数学、自然科学和矿物加工工程基础理论和专业知识用于解决矿物加工复杂工程问题。	2-3掌握所需要的工程基础知识	能够读懂、并能规范地绘制常用带控制点的工艺流程图，能够掌握自动控制对矿物加工工程的各环节的应用。
	2-5掌握矿物加工工程的基本理论及专业知识	能够读懂、并能规范地绘制常用带控制点的工艺流程图，能够掌握自动控制对矿物加工工程的各环节的应用。
	2-8能够应用知识解决矿物加工复杂工程问题	能根据仪表技术说明书的要求正确使用常用检测仪表，能对变送器实施正确地调零、零点迁移、量程扩展操作；能根据工艺和控制要求，合理设置智能PID控制器的相关参数，使学生能够在矿物加工领域应用。
3. 具有应用基础理论和专业知识研究分析矿物加工复杂工程问题的能力。	3-1具有应用知识分析矿物加工复杂工程问题的能力	能根据仪表技术说明书的维护要求，能对仪表的常见故障和线路故障合理分析，并加以排除。能够根据工艺与控制要求合理选择常用的温度、压力、流量和物位检测仪表，能够用所学自动化知识解决矿物加工复杂的工程问题。
5. 具备进行新技术、新工艺研究的初步能力，能够采用科学的方法，对矿物加工复杂工程问题进行研究。	5-2能够采用科学的方法，对矿物加工复杂工程问题进行研究	学习完本课程后，能够运用自动化知识，能够有一定的分析能力和解决现场协调控制的能力。
4. 具有一定创新意识，能够应用所学知识针对矿物加工复杂工程问题设计解决方案。	4-2能够应用所学知识针对矿物加工复杂工程问题设计解决方案	学习完本课程后，能够运用自动化知识，能够有一定的分析能力和解决现场协调控制的能力。
10.对终身学习有正确认识，具有不断学习和适应发展的能力。	10-2具有不断学习和适应发展的能力	在自动化应用领域，能够有一定的创新意识，把所学的知识创新应用于矿物加工过程。

写并合适教材,让课程教学内容不断更新。出版《矿物加工自动化》和《矿物加工测试技术》教材,教材按工程教育认证毕业要求编写,穿插大量工程实际案例,启迪学生思维能力。把握知识前沿,聚焦选矿自动化和矿物加工工程专业的知识融合,收集先进控制案例,实现多元化案例教学。通过查阅2010年以来相关自动化期刊1300余篇,专利200余个,微视频50余个,50个以上有价值的课程案例以及30个机器自动控制程序,课件40余个,并构建数据库,帮助学生课下阅读,掌握前沿自动控制知识,并能把相关知识运用到工程实际中。整合教学内容,完善教学大纲和实验大纲,构建合适的理论教学体系和实验教学体系,并完善选矿自动化教案,对每一个知识点进行研究,穿插课程思政,提升学生的家国情怀和创造精神,提升学生“永远不向困难低头”的矿业精神和工匠精神。并依托团队所在的国家地方联合工程实验平台,梳理学科交叉科研项目作为教学案例,把科研融入教学并反哺教学。



图2 选矿自动化教材建设

2. 教学资源建设及应用情况

课程组建了中青年老师队伍3人,一人为副教授,二人为高级实验师,老师队伍的教学和科研经验都比较丰富,并多次在实践中带领学生获得国家级创新比赛奖项,为课程提供了强有力的支持。并制作了不同功能的授课小车3辆,实现观摩和体验教学。实现单片机和可编程控制器集成在同一台教学观摩小车上,集成了先进的软件和硬件系统,上课时推着小车上课,进行功能演示和观摩,学生体验,进行直观教学。



图3 不同系统功能的授课小车

在矿物加工工程国家一流专业,新工科项目,贵州大学211三期建设项目和教学改革研究项目的支持下,建设和完

善了选矿自动化实验设备。引入浙江天煌的4台套HBCC-2自动控制实验机,1套温度,压力,液位控制实验机以及1套西门子教育包实验平台,购买了一套电路板制作平台及3D打印设备,制作了5套S7-200 SMART学生实验装置,2套S7-300实验装置,使实验室的硬件设备能满足教学和实验需要,也能满足学生课余进行相关自动控制产品开发和设计的需要,满足学生探究式学习要求。进行考试试卷库建设,建设了20套试卷库,和50套现场考试操作试卷库。

四、重塑课程教学内容,深化教学方法改革

课程内容分为10部分,在“厚基础、强应用、重实践”的课程建设要求下,以BOPPPS教学模式为基础^[5],以微课微视频教学为辅助,分为选矿自动化基础知识部分;矿物加工常用低压电器部分;电器控制设计基础部分;常用自动化仪表和技术部分;控制回路与基本控制算法部分;智能控制部分;过程控制系统设计基础部分;计算机控制系统部分;监控组态软件部分;生产执行系统与企业资源计划部分;以及实验部分。根据各个部分的知识结构和应用特点有针对性的实施教学。

对于基础知识及元器件介绍部分,以学科前沿讲座形式让学生了解课程,并结合学生当前认知讲解其简单工作原理。教学方法改变为要求学生自主带电脑,实现现场演示教学,讲解软件模块以及运用到自动控制模块中。

对于控制理论部分,要求学生自主带电脑,实现现场演示教学,本部分主要目标是把自动控制抽象理论怎么和MATLAB的建模仿真软件结合起来,实现模块化操作和可视化操作,主要运用方法为案例教学法、演示观摩教学法,并部分实现翻转课堂教学,让学生走进课堂,并穿插老师的科研项目讲解,激发学生的科研积极性和创新精神。

对于实验及实践教学部分,首先规范实验教学大纲,编写实验指导书和实验教案,增设综合性设计型实验,上机练习部分目标明确,实验部分内容明确,并开设和专业相关的实验内容。

在教学过程中,要求学生课前预习,查看选矿自动化前沿科技知识,课中通过智能化设备(手机、笔记本、数字化系统)和信息传播系统(微信,邮箱,QQ)等实现现场的交互学习和实验结果展示、控制软件系统的制作等。把授课小车的观摩性和操作演示性贯穿于整个教学过程当中。

课后,积极引领学生用所学的知识参加到老师的科研项目中和参加全国大学生各级各类创新比赛,在比赛中提升动手能力和创新能力,进一步理解选矿自动化的知识体系。

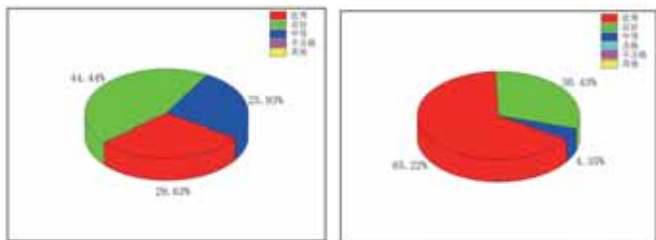
五、课程成绩评定及考试方法改革

选矿自动化课程进行素质考查和实际操作考查，通过实际操作训练使得自动化软件和硬件操作与理论结合。学生成绩多元化处理，平时成绩20%+实验成绩20%+现场操作考试30%+期末考试成绩30%。

根据工程教育认证毕业要求对课程的评价，本课程用补偿模糊神经网络评价软件建立数学模型对毕业要求的达成度进行综合性评价，评价价值必须达到0.7以上为合格，本课程应用了这种综合性的评价方法。

六、课程改革成效情况

按照工程教育认证的基本要求补偿模糊神经网络评价方法，课程对毕业要求的支撑程度要求达到0.834。2020-2021（2）学期，贵州大学矿业学院李龙江老师课程选矿自动化学生评教分数为95.369。近两年学生成绩稳步提升，优良率达到95%以上。实现了教学相长，教学团队老师获得了宝钢教育优秀奖1项，贵州省优秀教师奖1项，贵州大学教育教学成果奖1项，省级教改项目2项。学生获得国家级省级创新实验项目4项，并积极参加各级各类大学生创新比赛，获得国家级一等奖5项，二等奖4项，三等奖7项，省级奖一等奖1项，二等奖1项，三等奖2项，优秀奖1项，校级特等奖1项，一等奖1项，二等奖3项，三等奖2项，优秀奖1项的好成绩。



2019-2020（2）成绩统计 2020-2021（2）成绩统计

图4 两年成绩统计图

结语

课程建设与改革得到省级教改项目：在工程教育背景下选矿自动化课程模式改革研究与实践（编号：2019013），贵州省金课选矿自动化线下课程，以及贵州大学选矿自动化线下一流课程培育项目，贵州大学矿物加工工程国家级一流本科专业建设项目、教育部首批“新工科”研究与实践项目“矿物加工工程专业工程教育信息化的探索与实践”的资助。

参考文献

- [1] 马爱平. 教育部打造“金课”到明年将有3000门精品网络课程[N]. 科技日报. 2019(008)
- [2] 马省轩. 开放教育“金课”建设与应用研究[J]. 山西青年. 2022, (18)
- [3] 成奖国, 李龙江, 谢飞. 工程教育专业认证背景下课程思政教学探索——基于“选矿自动化”课程[J]. 科技与创新. 2021, (10)
- [4] 李先海, 李龙江, 沈智慧, 等. 基于补偿模糊神经网络的实验课程考核机制研究——以矿物加工学实验“重选实验”为例[J]. 西部素质教育. 2019, 5(13)
- [5] 代张音, 李龙江, 周慧, 等. 《选矿自动化》课程人机交互协调性教学改革探索与实践[J]. 教育现代化, 2021, 8(44): 51-54.

作者简介

李龙江（1979—），男，汉族，籍贯贵州毕节，博士，副教授，主要从事矿物加工工程专业自动化教学和科研工作。