

适应双碳战略需求的电气类专业课程体系探索及实践

石岩, 胡刚, 李作进, 朱家富

重庆科技大学, 重庆 401331

DOI: 10.61369/SSSD.2025090015

摘要 对“双碳”战略背景下的行业绿色低碳转型的技术需求及高校人才培养课程体系转变开展了调研,发现能源的生产及使用双侧的电能替代是“双碳”目标实现的必由之路。在此基础上提出适应双碳战略需求的电气类专业课程体系的构建思路,着重培养对传统能源及多种绿色能源体系的基础原理能深刻理解和识别,掌握人工智能、信息科学与多能源体系融合的相关技能,了解国家能源动力政策及电力经济的复合型电气工程技术人才。

关键词 绿色低碳; 技术需求; 课程体系

Exploration and Practice of Electrical Engineering Course System Adapting to the Needs of "Double Carbon" Strategy

Shi Yan, Hu Gang, Li Zuojin, Zhu Jiafu

Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 401331

Abstract : This paper investigates the technical demands of industrial green and low-carbon transformation under the background of the "Double Carbon" strategy and the changes in the talent training course system in colleges and universities. It is found that electric energy substitution on both sides of energy production and consumption is the inevitable way to achieve the "Double Carbon" goals. On this basis, the paper puts forward the idea of constructing an electrical engineering course system that adapts to the needs of the "Double Carbon" strategy. The focus is on cultivating compound electrical engineering and technical talents who can deeply understand and identify the basic principles of traditional energy and various green energy systems, master the skills related to the integration of artificial intelligence, information science and multi-energy systems, and understand national energy and power policies as well as power economy.

Keywords : green and low-carbon; technical demand; course system

引言

实现碳中和目标的能源转型迫切需求、保障能源安全和能源独立的内在要求,已促使世界主要经济体着眼于未来能源的布局及研发。面向未来,服务于能源安全、减缓全球气候变化、促进经济可持续发展、改善公共健康等目标,以创新性、前沿性、先导性、跨界融合性甚至颠覆性技术为基础,具有清洁低碳、可持续、普适性、前瞻性、应用前景广阔等特征,全面提升能源系统的能、效、经济、环境综合性能,对经济社会永续发展和人类社会进步起到支撑和引领作用的能源^[1]。这就对就“双碳”战略背景下,石油、冶金、电力等行业绿色低碳转型的技术路线、关键技术及电气类人才培养提出了新的挑战。

一、行业对绿色低碳转型的技术需求

(一) 油气行业绿色低碳转型的技术需求

要实现碳中和目标,石油天然气行业势必为减少排放量的主要行业。主要排放的温室气体有二氧化碳和甲烷两类,其中二氧化碳与供热及供能生产有关。甲烷减排占在油气产业总体温室气体减排量的约五分之三,二氧化碳减排约占五分之二;上游采油

减排与下游炼油减之比约为1: 3。油气行业绿色低碳转型关键技术包括:甲烷排放处理新技术、节能增效新技术、新兴技术开发与应用^[2]。

(二) 冶金行业绿色低碳转型的技术需求

作为主要排放部门之一,冶金行业脱碳的时间表和路线图对于中国实现碳中和至关重要。以钢铁行业为例,2019年,中国钢铁行业能源相关二氧化碳排放量为15.74亿吨,占到了当年全国总

排放量的17%。在对综合成本、技术成熟度和资源可用性、能效提升、废钢循环利用、碳捕集利用与封存、氢气直接还原炼钢等技术的加速推动是中国钢铁行业碳中和的重要技术手段^[3]。

(三) 电力行业绿色低碳转型的技术需求

零碳情景离不开电动化发展和大规模清洁能源替代。预计到2060年,我国一次能源的电能转化比有可能提升至88%,在终端能源消费的占比中电能的比重有可能提高到至70%,由非化石能源来发电的比重将由目前的30%多提升至超过90%。未来新型电力系统的根本目的是为实现高水平电气化、低碳化,进而达到碳中和终极目标。

构建新型电力系统的路径有:大力发展战略性新兴产业;积极有序发展水电、核电;加速传统火电转型;积极推动多时间尺度储能规模化应用;加强电力需求侧管理与需求响应;努力提升电力系统数字化水平。其中的关键技术包括:清洁发电技术、电网技术、储能技术、再电气化技术、数字化技术等^[4]。

二、行业绿色低碳转型对人才培养的需求

完成“双碳”任务,离不开科技创新和技术更新换代,具备足够的基础知识储备、核心创新力强的人才是带动未来发展的第一生产力,为了长远“双碳”目标,构建科技型的新型电力系统,培养“双碳”电力专业人才是关键之处。因此,依据行业/企业人才需求,就电气类专业人才培养如何转型升级、主动服务新型电力系统,开展了电气类专业人才培养供需调研,调研对象涵盖了石油、冶金、电力行业多家企业和办有电气工程及其自动化专业的高校。

多数企业认为目前电气类专业人才培养部分能够满足新型电力系统需求,企业对电气类专业人才近年来新增需求主要集中在分布式发电与智能微电网技术。对于电气类专业人才培养,企业更注重具备实践能力和创新能力的人才。

在电气类专业的课程体系中,被调查院校已开设与新型电力系统相关的课程占比最高的是新能源发电,其次是智能电网,有的学校开设了新型电力系统概论、储能技术、综合能源等课程。在服务新型电力系统上,对电气类专业人才培养转型升级遇到的主要困难进行排序,由高到低排在前三的是缺乏实训设施、师资力量不足和缺乏成熟的教材。

三、适应双碳战略需求的专业课程体系构建

调研发现,能源的生产及使用双侧的电能替代是“双碳”目标实现的必由之路。成功构建新能源为主的新技术型电力系统是未来综合能源发展的必然趋势。新型电力系统带来颠覆式的变化会影响人们的生产生活,在电力行业中各种专业及技术不可避免深度融合,绿色能源及绿色消费、数字化、智能化、多元能源与负荷等是新电力系统的特征,以往经典的电气类专业知识体系将再不能满足“绿色高效、柔性开放、数字赋能”的综合电力系统人才培养需求^[5]。

(一) 我校电气工程及其自动化专业现行培养方案中的分析

1) 往届毕业生反馈结果分析

通过对往届毕业生的问卷调研,学生对母校电气工程及其自动化专业的总体满意程度如图1所示。通过数据,学生有一半以上对专业非常满意,不满意的学生仅占1%,学生的总体满意程度为99%。对已毕业学生目前的工作性质与电气工程及其自动化专业的相关分析如图2所示,毕业生中工作性质与专业紧密相关约占26.0%,工作性质与专业相关约占16%,毕业生的工作性质与专业相关约占13.5%,与专业基本相关约占12.5%。总体上看,毕业5年后,约70%的毕业生仍然从事电气工程及其自动化专业相关工作,意味着本专业人才培养密切适应行业发展,相关知识和能力培养符合电气工程行业的需要。

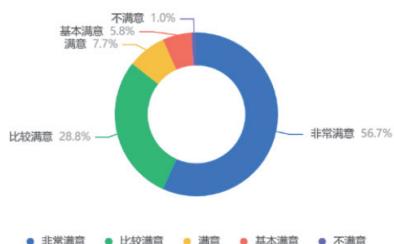


图1 校友对电气工程及其自动化专业的总体满意度

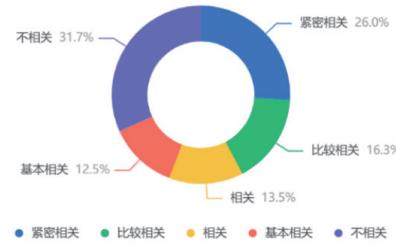


图2 校友从事的工作与电气工程及其自动化专业的相关情况

2) 基于定量算分法的评价

基于定量算分法的评价依据是支撑毕业要求观测点的专业课程考核支撑材料。对支撑的专业基础类、专业类课程和工程实践类课程进行课程目标达成情况分析,根据分析数据计算专业课程的目标达成结果及对应支撑权重,从而得到毕业要求达成情况的定量结果。定量评价方法对小论文、试卷、实训报告进行分析,以专业课程对其中某一具体的毕业要求观测点的达成情况评价结果为依据,结合对相应的课程支撑权重,最终得到待评价培养方案的毕业要求达成情况评价报告。评价结果如图3所示,毕业要求达成情况定量评价结果的最小值为0.651(研究能力),所有36项毕业要求全部达成(均大于0.65)。36项二级指标中,有10项较2019级有所提升,26项较2019级下降。其中观测点3.2、4.3、7.2、10.2、11.1下降幅度较大,分别与创新能力、实验能力、可持续发展观、沟通能力、管理能力等相关,后续课程体系要关注此类能力的培养。



图3 36项毕业要求观测点达成情况

3) 基于调查数据的分析

本次毕业要求达成情况问卷调查的对象为2020级电气工程及其自动化专业学生。合计收回104份问卷，其中3份问卷所有选项均相同，去掉后有效问卷为101份（毕业生人数为119人，有效回收率约85%）。

本次问卷调查的主要内容为毕业要求达成情况调查，其结果如图4所示。12项毕业要求中，调查结果最低分为0.635（研究能力），其余均超过目标值（0.65），表明从学生自身认识而言，基本达到毕业要求的各项能力。学生普遍认为技术能力较弱（毕业要求1~5项），而非技术能力相对较好（除沟通能力0.665）；在非技术能力中，学生普遍认为职业规范和终身学习能力较好，后续应加强问题分析能力和沟通能力的培养和训练。

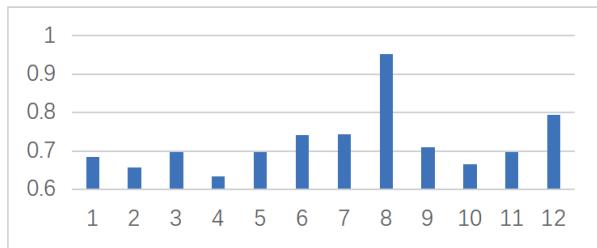


图4 毕业要求达成情况调查结果

综合而言，无论是技术能力还是非技术能力，学生的整体满意度都还有待提高，尤其是使用研究能力、跨文化沟通交流与国际视野，还需要在课程体系设置与课程内容中持续改进。

（二）适应双碳战略需求的专业课程体系的探索

为满足新型多能源体系电力系统需求，针对已有的电气工程类专业培养方案的不足，需要因时而变定位电气工程类技术人才的培养目标，围绕多能源电力系统、数智技术和负荷多样性等更新专业课程体系，培养具有国际视野的复合型电气工程技术人才。

1) 人才培养目标重新定位

面向“双碳”战略需求下行业及产业对电气工程类人才的新需要，重新定位电气工程类专业培养目标为：培养能够深刻理解电、热、冷、气等多种能源体系及其相互转换的基础原理，具备综合贯通与协同思维的低碳能源观，掌握信息技术与能源产业深度融合的关键知识与技能，了解国内外能源市场与消费机制，具备能源政策、能源经济等专业素质的复合型电气工程技术人才^[1]。

依照此目标设置的标准化知识与专业课程体系应能指导学生确立创新思维、开放国际视野、平等共享的低碳、智能电网的核心价值观，掌握宽广的电气工程类基础知识和基本技能，且具有

创新性地解决复杂电气工程问题的能力。

2) 人才培养方案与专业课程体系优化

对课程体系优化，拟增加新能源技术课程，强化编程和仿真工具训练。深化产教融合，拟通过联合企业建立绿色低碳实验室，引入真实项目案例教学，推广“双导师制”（高校导师+企业工程师）。通过竞赛、创新项目驱动学习，培养学生解决复杂工程问题的能力。电气工程及其自动化专业正处于从传统电力向智能化、低碳化转型的关键阶段，学科发展需紧跟技术前沿，人才培养需突破传统模式，强化实践能力、创新思维和跨学科素养，以适应能源革命和产业升级的迫切需求。

根据调研结果，对标国内外高校相关培养方案，我校电气工程及其自动化专业课程体系优化思路为：结合行业调研（如能源转型、智能制造、电力电子新技术等）及毕业生跟踪反馈，明确核心能力需求。以成果为导向（Outcome-Based Education），反向设计培养目标、毕业要求与课程体系。严格对接《工程教育认证标准（2024版）》的11条毕业要求，强化能力达成度评价。融入人工智能、双碳技术等新兴领域，构建“电气+数字化”知识体系。建立动态调整机制，定期评估培养效果，结合企业专家意见修改方案。

优化后的专业课程体系，拟在新的人才培养方案中实施。

a. 在通识教育模块必修课程中增加了人工智能导论A课程。在专业教育课程中，将“智能电网技术”调整为必修课程，选修课程增加“新能源与分布式发电技术”，响应人工智能及绿色低碳发展趋势的需求。

b. 目标精准化，以培养面向“双碳+数智化”双引擎需求，依托石油、冶金行业背景，契合国家“双碳”战略对复合型、创新型人才的需求。

c. 培养目标国际化，增加双语课程、支持学生进行国际交流、鼓励学生申请海外硕士研究生进行深造等措施提升学生的国际化视野。

四、结论

调研行业绿色低碳转型的技术需求和人才需求的基础上，为应对新型电力系统下电气专业人才培养的不足，重新定位电气类专业人才培养目标，在教学实践中尝试将能源和信息深度融合，对专业课程体系进行重构，拟在新的人才培养方案中实施，将电力系统降碳技术和新能源发电技术融入课程体系，将新型电气器件和设备融入课程体系，将先进信息技术融入专业课程。

参考文献

- [1] 龙潇, 张晋宾, 陈令特. 未来能源技术展望 [J]. 发电技术, 2025, 46(04):51-694.
- [2] 王伟健. 油气田企业绿色低碳转型的实践与思考 [J]. 石油石化节能与计量, 2025, 15(07):105-110.
- [3] 史君杰. 碳约束背景下钢铁行业“十五五”节能规划思路研究 [J]. 冶金经济与管理, 2025, 4:12-20.
- [4] 刘福义, 解芳, 方恒福, 刘韶华, 陈士军, 耿立宏, 袁航, 冯义华. 南方电网新型电力系统建设实践与思考南方电网新型系统建设实践与思考 [J]. 农电管理, 2025, 8:33-40.
- [5] 梁彬, 潘毅, 汤勇, 孙雷, 孟展.“双碳”复合型人才培养路径探索与实践——以“双一流”学科建设能源类高校为例 [J]. 高教学刊, 2025, 11(19):26-29.
- [6] 刁衍斌, 谭倩, 马金星.“双碳”目标下新工科拔尖创新人才培养路径研究 [J]. 中国大学教育, 2025, 6:17-24.