

新工科建设背景下能源与动力工程类专业“四年制科创法”教学创新

路朝阳 赵 宁 张志萍

摘 要: 在新工科建设背景下,将科研、创新竞赛融入教学过程,是推进能源与动力类专业教学创新的重要途径。本文阐述了能源与动力工程类专业的教学现状,分析了“四年制科创法”对教师教学与学生学习的积极影响,最后探索了改进教学的措施。“四年制科创法”将科学研究、创新竞赛与教学活动进行了有机融合,转变了传统教学的单一课堂教学模式。“四年制科创法”要求学生在四年本科学习阶段积极参加科创活动,系统地培养学生的实践能力,符合新工科建设要求。

关键词: 四年制科创法;新工科;能源与动力工程;创新创业

新工科建设对能源与动力工程类专业教师教学和学生提出了新要求,单一的教学模式已经不能很好地满足大学生的培养要求。“四年制科创法”可以将枯燥乏味的理论知识通过生动的科学研究、创新竞赛等活动展现出来。科研、创新竞赛、教学、学习是一个有机整体,科创活动可以及时掌握专业前沿动态,为教学与学习提供方向与目标,教学为科创活动提供理论知识,学生学习后为科创活动助力,循环往复,形成系统,促进课程教学改革^[1]。教学在科研的润色下使学习更有成效。

一、能源与动力工程类专业教学现状

能源与动力工程类专业是典型的工科类专业,传统的教学模式、教学目标、培养方向有待进一步完善。教学模式传统单一,教学目标脱离互联网背景,学生能力得不到提升,教学改革需要进一步推进。

1. 教学目标不能满足新工科教学要求

新工科培养要求是在新时代发展下为国家与社会输入新型人才,培养具有较强实践动手能力、创新探索能力且有高素质、国际视野的工科人才。“新工科”教学以社会“新”技术或领域为目标导向,强调学科的实用性、交叉性与综合性。能源与动力工程类专业不仅要求学生在本学科精深学习,还要求学生具有持续学习的能力,并在相关学科上有一定的基础,在解决未来发展中的问题时起到引领启示作用。目前本专业的培育方式还不能满足新工科教学要求。学生缺乏实践动手能力和创新创业能力,高校对实践创新理解有偏差,以致学生的学习积极性不高。

2. 实践能力有待提高

能源与动力工程类专业主要研究能源的开发利用、动力机械和热工设备的设计与检测技

路朝阳,河南农业大学机电工程学院教授;赵 宁,河南农业大学机电工程学院党委副书记;张志萍,河南农业大学机电工程学院教授。

术。本专业要培养学生的实践能力,培养符合国家需求的工科人才。现阶段能源与动力工程类专业在教学中存在师生课下交流少、学生缺乏创新意识和实践能力等问题。本专业授课方式多为课堂教学,师生只在课堂上进行简单互动交流,学生基本只能通过课堂了解专业的理论知识;其中专业课程安排有少量课时的实验课程,但迫于课时限制也是无法系统地深入开展;除了工程训练几乎没有其他实习,而这些实验课程的设计只能使学生加深对课程的理解,不能满足学生提升实践能力的需求^[2]。

3. 教学模式的局限性

能源与动力工程类专业下设多门基础课程、选修课程和核心课程。专业难度大、知识面广,专业课程内容多、课时少、实验课时更少是该专业面临的一大问题。繁重的教学任务和较少的课时量使得教师在课堂上更偏向于对专业理论知识的讲解,而对科研创新实践未能进行过多补充,忽略了科创实践活动;学生则为了应对考试,机械性地学习,思维得不到启发,对科研创新实践的探索很难产生兴趣^[3]。

4. 大学生创新创业的局限性

在能源与动力工程类专业教学中,课堂教学侧重于讲解专业知识,对相关科研创新实践介绍很少,实践课堂难以实现,导致学生对科研创新实践的积极性不高。部分大学生对学习保持一种“只求不挂”的心态,对专业基础课、核心课程学习不到位。学生个人专业能力不足,教师的精力有限,不能使所有的同学都参与到科研项目中,导致学生对科研创新实践的参与度严重下降。高校忽视对大学生创新创业教育观的培养,大学生创新创业课程多为线上录播课程,学生“划水”现象严重,不能达到课程培养学生创新创业精神的目的,导致学生创新意识缺乏;在校大学生未真正步入社会,不了解社会实际状况,对行业的要求不了解,难以满足社会发展需求^[4]。

二、“四年制科创法”对教学的促进作用

科研创新实践即在一定的时间、特定的条件下,通过实验分析获得新的突破。科研创新要有前沿性,要不断探索,发现新领域、新知识,灵活进行科研创新实践;科研创新要有创新性,这要求科研人员有创新能力和创新精神;科研创新需要一个持续的研究过程,科研人员要有一定的基础才能高效地进行科研创新实践^[5]。

1. 使学生主动思考

能源与动力工程类专业因其专业性,在教学中不能缺少实验课程。传统的实验教学均为验证性实验,即先进行课堂教学,课程结课后再进行实验教学。科研创新实验与传统实验是有差别的,科研实验的实验数据、实验结果都是无法预知的,充满了未知与探索,这对培养学生独立思考能力会有很大的帮助。将科研创新实践融入学习的前提是教师将科研创新实践融入教学中,这需要教师长期且持续地进行科研创新实践,通过课堂教学与学生交流本学科的前沿进展。探究式教学将理论和实践很好地结合起来,创造了教师和学生共同合作的机会^[6]。

学生通过课堂了解科研创新实践、参与科研创新实践,通过查阅资料、动手做实验,锻炼了学生实践操作能力。学生在科研创新实践过程中遇到问题、分析问题,促使学生培养独立自主思考问题的能力,也提升了学生处理问题的能力。科研创新实践是学生探索未知的一个载体,有利于拓展思维、打开新世界,与新工科建设背景下的培养目标相符,并为学生真正成为科研人奠定基础。换言之,参与科研创新实践有助于培养学生的自主思考能力,有助于学生更好地自主发展。

2. 使学生系统掌握科研创新实践知识

能源与动力工程类专业要培养专业能力足够强的复合型新工科技术人才,所以学生拥有过硬的专业知识和科研创新实践知识是非常有必要的。如果学生系统掌握科研创新实践知识

或在本科阶段参与科研创新实践项目,则会对以后从事生物质能、热能、太阳能等能源与动力工程类相关研究有很大的帮助。本科生的学习主要依托于教材,而大多数教材已不能满足科研创新实践的需求,落后于科研创新实践进展,而进行科研创新实践项目可以很容易地规避这些问题,在潜移默化中掌握科研创新实践知识。参与科研创新实践可以轻松掌握该研究方向的最新研究成果、方法,及时把科研创新实践成果与理论知识相结合并总结掌握,自我的科研创新实践知识和学科知识体系也会不断更新发展。

3. 提高教师教学质量

教师从事科研创新实践,能够掌握最新科研知识及研究成果,将科研创新实践知识与教学内容相结合,可以克服学生考完就忘的恶习,拓宽学生眼界,使学生全面了解并掌握学科专业内容,更好地满足社会的需求。如果教师只是一味地按照课本或PPT讲解,这样的课堂不仅无味枯燥,而且会因为跟不上信息化背景下科研发展步伐,导致学生学习到的知识与专业发展脱节。教师把科研知识贯穿于课堂,有助于学生了解本专业的前沿知识,激发学生对科研的向往,为学生进入实验室并参与科研创新实践打下基础。学生将在科研创新实践过程中遇到的问题及时反馈给老师,老师又可以把问题放在课堂上讲解,在解决学生问题的同时激发了学生参与科创的积极性,形成一个系统的良性循环。

教学成果体现在学生的学习上。在信息快速发展的今天,学生可以通过多种渠道获取资料,利用科研激发学生主动翻阅文献,提高对科研的兴趣。高校检测试题皆由本专业教师参与出题,为保证课程通过率,测试题难度适中。但学生参与科研项目后,能有效提升对专业知识的深度掌握。在实验过程中学习到课堂上从未接触过的知识,在科研中结合理论知识进行教学,做到科研中有教学、教学中有科研,教师的科研与教学任务两不误。因此,科研对教

学效果及教学质量的提升都有很好的帮助,不仅能够丰富教学内容还能提升教学质量。

4. 提高学生的创新能力

传统的教学模式单一乏味,课程内容抽象不具体,学生对学习提不起兴趣;高校科研实验室开放性不高,导致本科学生科研创新实践参与率低,科研实践平台利用受限,这些都不利于培养大学生的创新能力。如果大学生参与了科研,以上情况就可以迎刃而解。科研创新实践是培养学生创新能力和主动学习能力的有效途径。学生加入科研小组能够在实验探索中开发学生的创新思维,激发学生的求知欲,学生个人在本团队中发挥相应的作用,这就要求学生独立学习,使他们突破原有的知识范围,主动围绕某一知识点积累可以利用的知识,面对困难,勇于挑战,通过富有挑战性和创新性的科研创新实验磨练自我,培养学生主动学习及创新的能力^[7]。

能源与动力工程专业对学生使用计算机软件有一定要求。传热学、流体力学等专业基础课程对数据处理能力要求很低,教材经过简化处理,对学生的计算能力一般不作为考察内容,学生自觉性不高,不会使用专业相关软件,会对日后发展造成一定影响。在科研活动中,实验结果需要进行处理分析,必须运用计算机软件。学生通过参与科研能够熟练运用专业相关计算机软件,从而提高学生的学习能力。

三、教学改进措施

能源与动力工程专业现有的课程教学已经不能满足新工科发展的需求,课程教学改革势在必行。以科研促进教学,以科研促进学习不失为一种有效途径,构建能源与动力工程专业“四年制科创法”教育实践体系有利于改进现有课程教学。

1. 提高师资素质

一项广泛的调查报告显示,教师教学的创

新性很大程度上取决于教师自身对创造力的掌握^[8]。高校教师既是理论知识的传播者也是科研创新实践的引导者,教学与科研创新实践是教师的两大职责任务。作为知识的传播者,要求教师牢固掌握理论知识,具有较高的综合素质和学习能力,这样才能把知识有效地传递给学生。作为科研创新实践的引导者,要求教师有实践探索能力与创新性思维,拥有自己的科研方向,能够引领和指导学生参与科研,利用科研创新实践提升自我的教学质量。

2. 拓展教学模式

能源与动力工程类专业课程往往内容繁多复杂,学生经常感到枯燥难懂,容易产生“人在心不在”的情况。Uerz 等人^[9]研究发现,随着技术的进步,学生期望教师运用新的教学技术来进行知识的传递。

教学活动不仅是要把知识传授给学生,同时还需要传授和示范技术的使用、教学理念和教学策略等^[9]。在互联网和多媒体时代背景下,传统的教学模式已不再适用“00”后这一批大学生,大学生也是网民中的重要一部分^[10]。以互联网为背景,借助于最新科技,将网络教育、翻转课堂等先进的教学理念融入教学实践中,抓住大学生普遍运用网络这一特点,利用网络开放课程等,让学生随时随地都可以学习,实现“学习自由”;通过媒体平台,大大提高学生参与学习的积极性,让学生在刷手机的过程中完成学习,培养学生的综合能力和个性化发展^[11]。利用互联网平台对教学模式做出转变,探索适合当代大学生发展的教学模式,在新模式下汲取学生的建议,不断改善,实现教学模式的转变,使学生更愿意去学习。

3. 加强科学研究与教学的结合

在新工科建设背景下,能源与动力工程类专业要培养能够适合国家发展的新型人才,这一特征要求科学研究与教学必须相结合。能源与动力工程类专业学科交叉性强、综合性高,这使得该专业研究方向广泛,科研与教学相互作用,构成

科研与教学的可持续发展。

科研与教学的结合需要教师加强个人意识,有意识地将科研与教学相结合,启发学生、鼓励学生、引导学生参与科研,而不是一味地进行理论知识教学^[12];教授同一门课程的教师研究方向可能存在差异,因此可以形成“多教一”的教学模式,也就是多位教师分阶段对同一门课程授课,教师在授课中结合自己的研究方向进行讲述,学生可以在一门课程中了解到不同的科研方向,吸引学生参与科研。高校还可以定期举行校内外教授的讲座,通过报告会、交流会等形式,拉近教授与学生之间的距离,近距离地分享学科发展前沿的动态。这不仅能激发学生对科研知识的求知欲,更能在校园内形成浓厚的科研创新氛围。

结合能源与动力工程类专业特点与课程安排,调整学生理论课与实验课比例,在不影响授课的基础上尽可能安排实验课,让学生真真切切体验到实验的乐趣;专业教师应根据实际授课情况讨论交流,选择合适的实验课程的相关课题,以课程要求及学生兴趣作为重要参考依据,通过实验课程激发学生对科研创新的探索欲,从而提升教学质量和教学效果。

4. 结合创新类竞赛

能源与动力工程类专业的专业特点决定该专业的研究方向广泛,学生有很多校级、省级及全国性的相关创新创业类竞赛可以参加。这些竞赛参与人数多、竞争激烈,对学生未来的发展会有极大的帮助,但学生对于参赛流程、要求不了解,缺乏创新能力、对自我不够自信等原因影响了学生参加创新类竞赛的积极性。参加创新类竞赛前期需大胆想象,在教师的指导下确立项目方向,对项目进行一定的预设,在这个过程中可以激发学生的创新思维;中期可以使学生积极参与科研,促使学生建立完善系统的知识体系,对专业知识掌握得更加牢固;后期研究出科研成果,锻炼了学生实践操作能力,更提升了学生对专业知识的全方面掌握。参加竞赛的过程,学生要克服压力和紧张,从

而能够磨练意志；并且，竞赛评委老师多为某领域的专家，会对参赛项目进行指导或提出建议，学生可以借此对自我能力有一个清晰的认识；在科研上取得的结果得到认可，会使学生更有信心继续进行科研，形成正向循环。高校与教师应鼓励学生参加竞赛，更好地实现复合型高素质人才培养目标^[13]。

参加创新类竞赛不仅有助于提高学生的专业素养和专业能力，也有利于教师教学质量的提升。教师通过带领学生参与科研、参加竞赛，自身科研能力也有所提升；引导学生查阅文献、总结经验，掌握现有的科研结论，学生不仅提升了自身水平，也可以帮助教师自身减轻科研压力。以创新类竞赛活动建立符合新工科要求的创新型人才培养模式，可以提高教师与学生的论文写作能力，丰富学生的在校经历。

通过创新竞赛与教学活动相结合，可以让学生体验到从教学活动的被动接收到主动讲解，从而更好地学习理论知识。能源与动力工程类专业学生可以根据学生兴趣而自主选题，如生物质能发电系统、太阳能发电系统、风力发电系统、蓄冷系统、蓄热系统、智能电网系统等；根据自己的项目选择创新竞赛，如全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛、中国可再生能源学会大学生优秀科技作品竞赛、全国大学生农业建筑环境与能源工程相关专业创新创业竞赛、“挑战杯”全国大学生学术科技作品竞赛等多种竞赛。参赛过程中，需要对设计作品的设计理念、运行状况等进行阐述，这需要团队成员对项目有足够的了解，对学生专业知识也是一项考量。无论是哪种比赛，只要投入精力去做，比赛过程就是一个学习的过程。

5. 调整年级教学方案

能源与动力工程类专业本科阶段课程多、课时少，调整教学方案对科研有一定的促进作用。该专业在大一时主要学习基础课，重在促使学生顺利完成学习方式的转变，适应大学生活，但学生在此期间大都还没有接触到专业知识，正处于人生的迷茫期，进行科研明显缺乏

能力。大二期间除了学习基础课外，会学习工程热力学、传热学专业基础课，从而打下一定的专业基础，但大量的课程导致学生有较少课余时间，学生在理论课程中花费时间较多，所以在科研上就显得有心无力。大三时，学生学习专业核心课程，对本专业发展有了清晰的认识，部分院校还专门开展试验分析相关课程，此时的专业课程还是较多，加入科研也只是少部分同学，尤其是大三下学期对未来发展已有规划的学生，更愿意把时间精力花费在备考和实习上。大四时期，课程很少，学生的自由时间很充足，但此时学生进行科研略迟，除保送研究生的学生愿意进行科研外，大部分学生更愿意去应对考研和毕业相关事项。由此看来，科研参与度与教学方案有很大的联系，调整年级教学方案具有一定的必要性。

在一大一新生初入校园时，在帮助学生适应新环境的同时开设创新创业类课程，教师在讲解基础课时也要有意识地培养学生创新探索精神，为将来投入科研做好准备；大一下学期可以开展一门专业基础课程，使学生提前了解专业趋势发展，以备尽早有能力参与科研；大二课时可适当缩短，有助于给学生提供更多自由时间投入科研；大三时，学生要注重专业创新能力的提高，教师要引导学生参与科研，为日后深造或就业提供更优良的条件；大四时要多关注有保研意向的学生，帮助学生顺利毕业并且在科研上给予指导。针对学生在参与科研中遇到的问题调整教学方案，给予帮助支持，为学生积极投入科研做好准备。

在现有的以理论教学为主的教学方案中，将科研、创新竞赛等活动融入四年大学生学习中，从而让大学生在学习理论知识的同时，掌握理论知识在实践生产中的应用，更早地适应社会发展的需求。大一时，开设创新创业类课程，培养大学生创新意识。大二时，着重培养大学生实验操作能力，开设实验课堂并开展科创活动，逐步培养学生自己的创新方向。大三期间，鼓励学生组建团队，参加创新竞赛。大四期间，指导大学生独立完成实验，并撰写本科毕业设计。

大学生培养方案决定了大学生的培养质量,因此制定合理的培养方案具有重要的意义。能源与动力工程专业更加需要结合本专业特点,尽早开展科研、创新竞赛等活动。大学生课程中可以固定每周设定一次创新课程,有相关导师或者学生团队导师开展创新教学活动,每个学期固定一周时间进行创新活动实践,同时把科创活动作为一种校园文化活动在校园内宣传,真正将创新实践落实到位。

四、结语

新工科建设背景下,要求培养实用型、创新型、发展型等综合型人才,传统的教学思路已经不能满足人才培养的要求。要以新工科发展要求为方向,努力培养社会需用人才。“四年制科创法”可以有效改变能源与动力工程专业发展现状,不仅可以改变原有教学模式的局限性,提高教学质量,而且能够促使学生主动学习、积极思考、系统掌握专业知识。结合时代发展积极探索新的教学方法,努力将科研、创新竞赛与教学相结合,通过提高教师素质、加强科研与教学结合等方式改进教学措施,培养适合国家和社会发展需要的人才。

参考文献:

- [1] 贾广信,焦纬洲,李裕,等.以项目式教学驱动面向新工科的化工原理实验创新——以中北大学为例[J].化工高等教育,2021,38:93-99.
- [2] 史金飞,郑锋,邵波,等.能力导向的应用型本科人才培养模式创新——南京工程学院项目教学迭代方案设计与实践[J].高等工程教育研究,2020:106-112,153.
- [3] 王丹.新文科背景下人工智能与教育深度融合发展研究[J].河南社会科学,2021,29(6):111-118.

- [4] 林舒萍.高校创新创业教育与创业实践——评《双创时代大学生创新创业教育的融合发展研究》[J].中国教育月刊,2021,9:117.

- [5] 刘梦竹,王永鹏,王鑫,等.从提升应用型人才培养质量谈科研对教学的促进作用[J].吉林化工学院学报,2019,36(4):5-8.

- [6] MarjoleinDobber, RosanneZwart, MarijnTanis, et al. Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education[J]. Educational Research Review, 2017, 22: 194-214.

- [7] Lu C, Zhang Z, Jiang D, et al. Role Change of Postgraduates in China's Education System[J]. Journal of Higher Education Research, 2021, 2(3): 145-149.

- [8] Orsolya Bereczki E and Andrea Kárpáti. Teachers' beliefs about creativity and its nurture: A systematic review of the recent research literature[J]. Educational Research Review, 2018, 23: 25-56.

- [9] Uerz D, Volman M, and Kral M. Teacher educators' competences in fostering student teachers' proficiency in teaching and learning with technology: An overview of relevant research literature[J]. Teaching and Teacher Education, 2018, 70: 12-23.

- [10] Lu C, Jiang D, Zhang H, et al. Successful exploration of China's higher education teaching mode reform in COVID-19[J]. Journal of Educational Research and Policies, 2021, 3(9): 110-113.

- [11] 路朝阳,张志萍,荆艳艳.高校网络教学在新冠肺炎疫情期间的发展[J].教育教学论坛,2020,43:143-145.

- [12] 张德高.科研教学结合 为人才培养提供强力支撑[J].中国高等教育,2013:44-45,54.

- [13] 吴雅琴.基于“本科生导师制”的“新工科”人才培养模式探究[J].中国大学教学,2021,8:8-11.

[责任编辑:杨裕南]