

基于OBE教育理念在“能源化学专业导论”课程教学改革中的探索

孙勇刚^{1,*}, 林茜颖², 张蓓蓓¹, 陈松¹

¹盐城工学院化学化工学院, 江苏 盐城 224051

²广西师范大学化学与药学学院, 广西 桂林 541004

摘要: 培养卓越的能源化学专业人才, 既可以促进能源行业的发展, 也是这类应用型理工科专业建设的重要内容。本文基于国际先进的成果导向教育(OBE)理念, 以能源化学专业导论课程为例, 提出一系列交叉学科专业课程教学改革探索的建议。以提升学生能力和学习成果为目的, 融合OBE教育理念, 注重学生知识的理解及运用, 强调学生的主动参与和合作, 传授学习技能和分析思维等。教学中以学生为中心, 通过教学课程的实践对能源化学专业导论课程目标、能力标准、教学评估、学习资源、学习方法等进行改革, 采用OBE教育理念使得能源化学课程更具有针对性和实用性, 更好地掌握所学内容, 并将其应用到实际生活和工作中, 最终实现教学质量的提高及学生综合能力的全面提升, 为新型交叉学科专业课程教学改革提供新思路。

关键词: OBE教育理念; 能源化学专业导论; 教学改革; 能源化学专业人才培养

中图分类号: G64; O6

Exploring the Implementation of OBE Educational Philosophy in the Teaching Reform of “Introduction to Energy Chemistry” Course

Yonggang Sun^{1,*}, Xijie Lin², Beibei Zhang¹, Song Chen¹

¹ School of Chemistry & Chemical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224051, Jiangsu Province, China.

² School of Chemistry and Pharmaceutical Science, Guangxi Normal University, Guilin 541004, Guangxi Province, China.

Abstract: Cultivating outstanding professionals in energy chemistry can not only promote the development of the energy industry, but also constitute an essential component of the construction of applied science and engineering disciplines. Based on the internationally advanced outcome-based education (OBE) philosophy, this article uses the “Introduction to Energy Chemistry” course as an example, and puts forward a series of suggestions for exploring interdisciplinary professional course teaching reforms. With the aim of enhancing students’ abilities and learning outcomes, we focus on students’ understanding and application of knowledge, emphasize their active participation and collaboration, as well as impart learning skills and analytical thinking. In teaching, a student-centered approach is adopted to reform the objectives, competency standards, teaching assessment, learning resources, and methods of the introductory course in energy chemistry. By incorporating the OBE educational philosophy, the energy chemistry curriculum is made more targeted and practical. This enables students to better grasp the subject matter and apply their knowledge to real-life situations and work scenarios. The reformed curriculum integrates practical experiences and emphasizes the application of learned concepts, thereby enhancing the relevance and usefulness of the energy chemistry course for students. Ultimately, this leads to improved teaching quality and comprehensive enhancement of students’ overall abilities, providing new ideas for the reform of new interdisciplinary professional course teaching.

收稿: 2023-06-29; 录用: 2023-08-21; 网络发表: 2023-09-06

*通讯作者, Email: sunyg86@iccas.ac.cn

基金资助: 国家自然科学基金青年项目(21905244); 盐城工学院教育教改重点资助课题(JYKT2022A006)

Key Words: OBE educational concept; Introduction to energy chemistry; Teaching reform; Energy chemistry professional personnel training

近年来,随着“双碳”目标的提出,我国越来越重视相关专业学科建设。作为其中的关键一环,能源在经济结构中占有举足轻重的地位,而能源化学专业也发挥着不可替代的重要作用^[1]。从2015年国家批准建设能源化学专业以来,国内高等教育机构积极推进能源化学专业建设,培养了大批高素质的能源化学人才,涌现出众多代表国内最高水平的具有国际竞争力的科研成果,也使得能源化学专业建设取得了显著进展^[2]。建设高层次、多元化的人才培养体系,加强专业力量和科研平台建设,已经成为提高能源化学创新能力和科技水平的重要途径。目前国内高校中已经设置了能源化学相关的本科、硕士和博士专业,专业课程内容涵盖化学、材料学、环境科学等多个领域,旨在为学生提供全面的能源化学知识体系,拓宽学生的专业视野和综合素养。培养卓越的能源化学专业人才,既可以促进能源行业的发展,也是应用型理科专业建设的重要内容^[3]。依据应用型理科专业建设的要求,优秀的能源化学专业人才应当具备扎实的专业理论知识,优异的实践操作和自主创新能力,良好的沟通和团队合作能力以及高度的责任感和职业道德^[4]。

能源化学专业导论是新生跨入大学后接触的第一门专业基础课,通常占有1学分,16学时。尽管学分和课时不多,但作为首个专业基础课程非常重要,担负着承前启后的作用,是引导学生由高中转向大学、由基础深入专业的桥梁,同时也是建立大一新生对本专业学科认同的重要载体,在提升后续专业课程学习热情、参与科研实践活动积极性及促进人才优质培养中发挥着重要作用。通过课程的学习可以帮助本专业本科生了解能源化学的基本理论和实践技能,建立起对能源化学学科的整体认识。同时可以引导学生了解并掌握能源领域的研究方法和技术手段,增强其科学研究能力和创新能力。此外,可以帮助学生掌握能源化学的整体思路和方法,培养其从宏观和微观角度分析和解决能源问题的能力。进而,帮助学生了解能源领域的最新发展动态和应用前沿,培养其跟上时代发展的知识和能力。最后,可以培养学生对能源领域的责任感和使命感,激发其为国家和人民发展做出贡献的热情和动力。因此,能源化学专业导论是能源化学专业中不可或缺的一门课程,其重要性在于通过该课程的学习,帮助学生全面了解和掌握核心知识和技能,为他们未来的学习和职业发展奠定坚实的基础。

1 当前能源化学专业导论教学中存在的问题

能源化学专业导论是能源化学专业的一门重要入门课程,教学内容通常涵盖:能源化学概述、能量的转换与储存基本理论、常规能源、新能源、节能与能源经济,其内容涉及的知识广泛且具有一定的复杂性。在教学中,可能存在以下一些问题:

(1) 知识点分散,难以形成系统性。能源化学涉及到多个学科领域,如化学、物理学、材料学等等,因此在教学中容易知识点分散,难以形成系统性。需要教师精心设计课程,协调各个学科领域知识点,注重知识点的融合与渗透,使学生能够全面了解能源化学学科,掌握其基本原理和应用技能。

(2) 理论脱离实际,缺乏实践和应用的关联。能源化学专业导论是以理论讲述为主的课程,在教学中,对实践和应用关联的重视程度可能不足,导致学生理论与实践结合能力不足,应用能力差。因此,教学需要加强对实验和应用能力的关联,为学生提供足够的与现实生活中应用关联的机会,使学生能够在实践中逐渐提高掌握能源化学的能力。

(3) 教材陈旧、教学内容过于理论。能源化学专业领域是一个前沿的学科,但由于教材陈旧和教学内容过于理论,可能不足以跟上前沿的发展。因此,需要及时收集最新的学术资料和文献,不断更新课程内容,关注前沿发展,加强对战略科学、前沿技术、新兴材料等方面的介绍,为学生提供一个充分了解行业前沿、发展优势和推广应用的教学平台。

(4) 学生自主学习能力薄弱。能源化学专业涉及多学科，专业要求较高，更加需要学生主动思考、探究和实践，目前不少学生在自主学习方面仍存在短板。因此，需要加强学生自我学习和思考能力的培养，建立多样化、灵活化的教学模式，如课前阅读、课内讨论、案例分析、小组讨论等等，通过多渠道、多样化的方式提高学生对于学习知识的主动性和热情。

2 OBE教育理念在交叉专业学科的课程教学改革中的应用

能源化学具有理学、工学相融合的鲜明特色，作为理学专业，同时也具有“新工科”的引领性、交融性、创新性、跨界性和发展性等几个特征^[5]。OBE (Outcome Based Education, 成果导向教育)作为我国工程教育专业认证的重要理念之一，是一种注重学生能力和技能的教育方法。OBE理念强调学习的目的和意义，即学生应该掌握丰富的知识和技能，以便在现实生活和工作中表现出色。因此，OBE让学生更加关注实际应用，以解决现实问题为导向，而非仅仅是记忆和应试。OBE强调教师需要根据学生的需求和学习进展调整教学内容和评估方式，以确保每个学生都能够理解和掌握知识。此外，OBE认为评价教育成果需要以实际表现为导向，注重学生的实际应用和解决实际问题的能力。因此，OBE教育具有前瞻性、人本性和实践性，对学生的未来发展具有重要的指导意义。

OBE教育理念不仅成功地应用于各类“新工科”专业中^[6]，在交叉专业学科的课程教学改革中，OBE教育理念也展现出极大的价值与潜力。例如，在云南中医药大学生物化学课程体系建设中^[7]，教师们将OBE教育理念应用于课程中。梳理了医学院校的期望和生物化学课程目标，设置了学生掌握知识与能力的标准，通过多种教学和评估方法，针对学生的不同需求进行了有针对性的调整，加深了学生对生物化学概念和实践的理解。在课程教学的实践中，OBE教育理念有效提高了生物化学课程的教学质量和学生终身学习的能力。同样，能源化学作为一门新兴的交叉专业学科，基于OBE教育理念，桂林理工大学以电化学催化课程为例^[8]，进行了能源化学工程专业课程建设必要性及相关课程思政教育的研究探讨。通过OBE理念与当前主流思政教育元素相结合，树立创新性的课程思政教学方法，进一步深度挖掘电化学催化专业课程中相关的思政元素，促使学生关爱生命、关注绿色环保，建立可持续发展的职业意识和人文情怀，最终实现知识传授、能力培养与价值目标的融合。

当前OBE教育理念在能源化学相关课程实践中的应用相对较少，都是基于工科性质的“能源化工”专业的探索^[9]，而对于偏理科的“能源化学”专业，OBE教育理念的渗透度不高。如何将该理念应用到能源化学专业相关课程的实践中，是提高这类交叉学科教学质量、提升学生应用专业知识并解决专业问题能力的关键。结合我校能源化学专业课程的教学实践，作者将OBE教育理念融合到能源化学专业导论的课程教学中，充分利用OBE的理念优势，结合教学实际及教学要求细化OBE教育理念的四大核心内容。通过设置明确的课程目标，制定对应的能力标准，采用多种评估方法来评价学生的学习成果，以检验学生对于目标的掌握情况，并进一步基于学生学习需求，进行合理的教学活动改进，使教学更加实用且有针对性。此外，通过有效整合学院及合作企业的教学及培训资源，为学生提供更多应用场景接触的机会，使学生可以更好地实践和巩固所学知识，培养学生的职业素养和实践能力，使学生能够更好地适应未来的生涯发展。通过OBE教育理念在能源化学专业导论课程中的实践为能源化学专业课程教学改革和优质专业人才培养提供新的思路。

3 基于OBE教育理念的能源化学专业导论课程教学改革

在能源化学专业导论课程的实践中，作者以提升学生能力和学习效果为目的，融合OBE教育理念，注重学生“理解”而非“记忆”，强调学生的主动参与和合作，传授学习技能和分析思维等，课程设计方案逻辑图如图1所示。在课程设计中，提倡知识、能力和态度的综合提升，明确教学的内容范围的重难点，合理编排设计教学单元及教学活动，并通过合理的课程评估及充沛的课程资源支持，持续改进课程，实现学习、教学的可持续性。教学中以学生为中心，通过教学课程的实践对能

源化学专业导论课程目标、能力标准、教学评估、学习资源、学习方法等进行改革，采用OBE教育理念使得能源化学课程更具有针对性和实用性，学生能更好地掌握所学内容，并将其应用到实际生活和工作中，最终实现教学质量的提高及学生综合能力的全面提升。

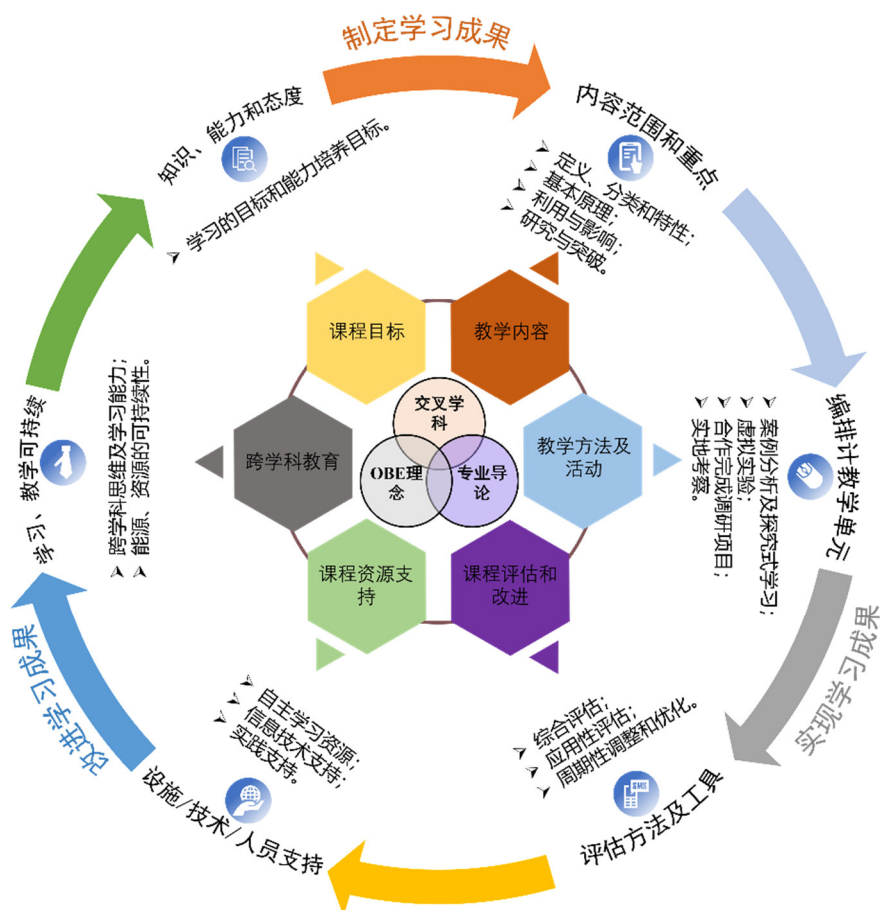


图1 能源化学专业导论课程设计逻辑图

3.1 课程目标改革：制定学科课程的目标，并且要与其他相关学科的目标相协调

制定学科课程目标时，充分考虑学生的入学水平和前置知识，确保课程目标符合学生的学习需要和差异化程度。明确该课程的主要内容和难点，制定相应的教学目标，针对不同难度和学生差异，调整教学目标和难度。为学生的学习和未来就业方向设定合适的培养目标，包括能力、知识和态度方面(如图2所示)。此外，课程目标分为基础目标和进阶目标，从基础的知识的记忆、理解和应用上进阶为对能源领域问题的分析判断、评价及创造。例如，通过本课程的学习，要求学生能够熟悉能源化学的基本概念、方法和应用；了解能源化学的最新进展和发展趋势；理解能源化学的重要性和作用。此外，课程目标上与其他相关学科的目标相协调，例如：太阳能和电池是能源化学的重要领域之一，本课程的学习目标可以与太阳能和电池能源学科的目标相协调，如了解太阳能和电池的原理、结构和制作技术以及分析和评估不同类型的太阳能和电池的性能和优缺点。本课程的学习目标还可以与材料科学与工程学科的目标相协调，如了解和掌握化学材料在能源转化和储存中的应用，包括化学储能材料、光催化材料、热敏材料等。在与环境科学相结合方面，例如理解和掌握环境保护和可持续发展的理念和方法，并能分析和评估化学能源对环境的影响和可持续性，学习本课程也能帮助环境科学与工程专业的学生更好地理解和应对能源领域的相关问题和挑战。

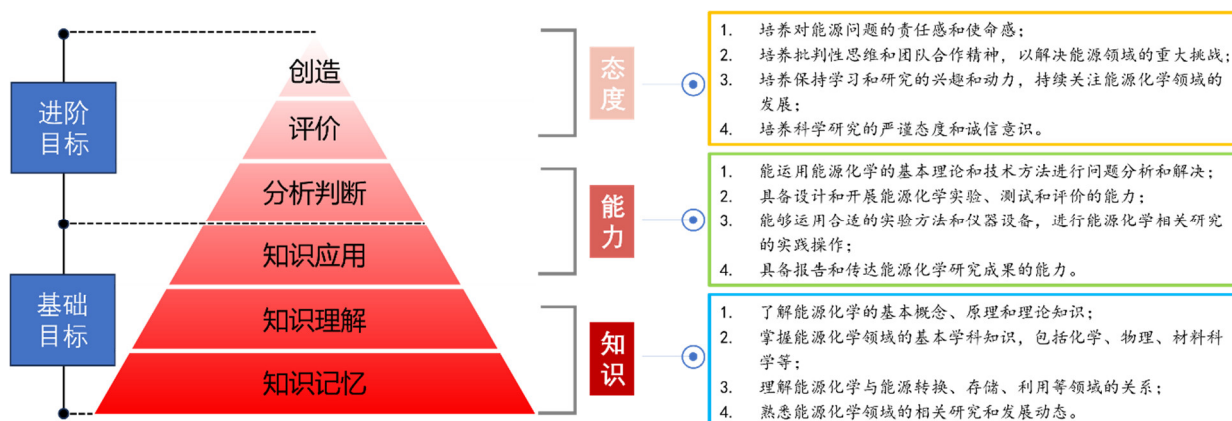


图2 能源化学专业导论课程目标图

3.2 能力标准改革：依据不同学生群体，制定需要达成的相应能力标准

制定能源化学专业导论课程的能力标准需要了解目标学生群体的特点、教学目标和教学内容。了解学生的年级、学历、专业、课程背景，以及学生的兴趣、需求和学习能力等方面，目的是制定符合这些学生群体特点的能力标准，进一步明确本课程所要达到的目标，包括知识、技能和态度方面。这些目标应该与学生群体的特点、发展需求和职业发展方向密切相关。明确课程的核心内容和教材，以及应该为学生提供的实践和案例分析等教学材料，兼顾理论知识和实际应用，让学生能够深入掌握有助于能源化学实践的知识和技能。制定符合学生群体和课程目标的能力标准，包括知识水平、技能水平和自主学习能力，同时，还应该制定学生的社交和成长能力相关的能力标准，从而为学生的学习提供全方位的支持。例如：针对本科一年级学生群体，可将目标设定为让学生了解能源化学的基本概念、原理和实践应用方向；教材内容以能源化学专业导论为基础，重点讲述化学基础知识、能源材料、太阳能和化石能等方面的知识；能力标准主要在于学生应掌握能源化学实践应用方向的基本知识和能力，如能分辨化学实验室常见的化学品、化学实验器材及其用途；能评估化学实验的安全性，并清楚地了解太阳能和化石能源的基本工作原理。而如果是研究生群体，课程目标应是让学生掌握新能源化学专业的前沿理论、技术和文献，教材内容主要包括新能源材料的合成和应用、新能源化学器件及其应用、生物质制氢技术和新能源储存等方面的新技术和新成果；能力标准主要在于学生应该熟知新能源化学相关领域的专业术语及公式，能够应用化学原理分析新型能源的性能和优点，并掌握新型能源在国家战略与环境保护中的作用。

3.3 学习资源的整合：将不同学科的学习资源进行整合，同时还要关注学生所需的学习资源，以更好地实现交叉专业学科的教学改革

能源化学专业导论是一门交叉学科的课程，需要整合不同的学科资源，例如化学、物理、数学、能源等。为了更好地实现交叉专业学科的教学改革，在教学实践过程中，作者提出以下几点方法：(1) 关注学生需要。首先，需要根据课程目标了解学生的需求。课程目标包含了本专业的基本要求和跨学科的内容，学生的需求则与他们现有的知识水平和以后的职业发展有关。(2) 整合不同学科的学习资源。在此过程中，应该先选择适合本门课程的教材、参考书和其他教学资源。同时需要加强和其他学科的联系，例如与能源系统分析课程的联系。(3) 利用信息技术手段。信息技术可以帮助学生更好地获取、处理和交流学习资源。教师可以通过网络教学平台或在线学习社区等途径提供丰富的学习资源，并与学生互动交流。(4) 应用实际案例。将实际案例纳入教学内容可以为学生提供更生动、更具体的学习资源，有助于学生更加深入地理解和应用所学知识。通过以上方法，可以更好地实现跨学科教学改革，并使学生在学习中获得更多的交叉学科实践经验，提高其综合学科素养和解决实际问题的能力。

例如：在讲授电池原理时，可以整合物理与化学学科，把电池的电荷流动视为一种电流，从而结合麦克斯韦方程和电离能的原理解释电池的工作机制。这样，不仅可以整合物理和化学的知识，还可以为学生提供更全面的知识体系。在讲授化学反应速率时，可以整合数学与化学学科，借助微积分的知识，介绍反应速率的微分方程和速率常数的概念。这样，学生不仅可以了解反应速率与化学浓度、温度等参数的关系，还可以通过微积分的方法求解反应速率。在讲授传热与转化时，可以整合任意两个学科，通过比较多种能源来源的形式(如核能、太阳能、化石能源等)来介绍不同能源形式的转换方式，例如光电效应、热力学循环、核反应等，然后进一步分析这些过程中的能量转换与传热机制。这样，学生不仅可以了解能源的多种形式与转换方式，还可以了解物理与化学的交叉应用。通过以上实例，我们可以看到，将不同学科的学习资源进行整合是非常有必要的。为了更好地实现交叉专业学科的教学改革，更要关注学生所需的学习资源，教师需要注重举例说明，通过实例来加深学生的印象，提高其对交叉学科的兴趣和学习积极性。

3.4 学习方法的探索：通过多种教学手段和学习方式来探索较优的学习方法，尤其是能够帮助学生整合、转化知识的方法，以达到更好的学习效果

为了达到更好的学习效果，在能源化学专业导论课程中，可以通过多种教学手段和学习方式来探索较优的学习方法。在课堂讲解时，教师应该注重知识的系统性和前后一致性，同时结合不同学科的知识点，帮助学生理解知识的内在关系，并且避免知识的重叠和跳跃，提高学生的学习效果。可以利用PPT制作讲义和示意图，将不同学科中的概念和原理进行系统化的讲解。例如，在讲解能量转化过程时，可以首先介绍不同种类的能量与它们的单位和转换关系，然后讲解热力学循环和能效的基本概念等。通过分组研究的方式，在课前或课后，让学生分成小组研究不同主题的学习材料或案例，从而让学生更加专注于特定的学科领域或具体的应用问题，通过分组研究和小组讨论的方式，可以培养学生之间的合作精神，促进学生的思考能力和学习效果。在案例教学中，可以通过事实和实例来讲授知识，让学生更加深入、具体地理解理论知识，并能够将其应用于实际问题中，例如讲授化学反应速率时，可以利用某种反应过程的实例来解释其速率常数的概念和相应的影响因素。充分利用多媒体教学，借助图片、声音、视频等形式的辅助教学材料，使学生更深入地理解和记忆知识，更好地理解和应用所学知识。例如，可以利用讲述能源基础知识的PPT来向学生介绍不同的能量单位和转换关系。以上这些多种教学手段和学习方式的探索都有助于学生更好地整合、转化知识，提高学习效果。

3.5 教学评估改革：通过考试成绩、教学评估结果、项目完成情况等方面的综合得分来对学生的学

习成果进行评估

对学生的学

习成果进行评估需要考虑多种方面，其中考试成绩、教学评估结果、项目完成情况等是比较重要的维度，图3以作者的实践为例，展示了能源化学专业导论课程具体实践过程中的教学评估方法和成绩分布。作者设计了综合性的评估方法和评估工具，对学生的学

目或市场调研实验，要求学生根据教学内容进行设计和实施。通过学生完成项目的细节、精度、创新性等方面的评估，教师可以得出项目完成情况的得分。这些得分也可以与其他项目的得分结合计算，为学生的总评成绩提供参考。通过考试成绩、教学评估结果和项目完成情况等多方面因素的综合得分，可以对学生在能源化学专业导论课程中的学习成果进行综合评估，从而提供科学客观的评价依据，有利于学生发现和改进学习不足，进一步提高学习成果。

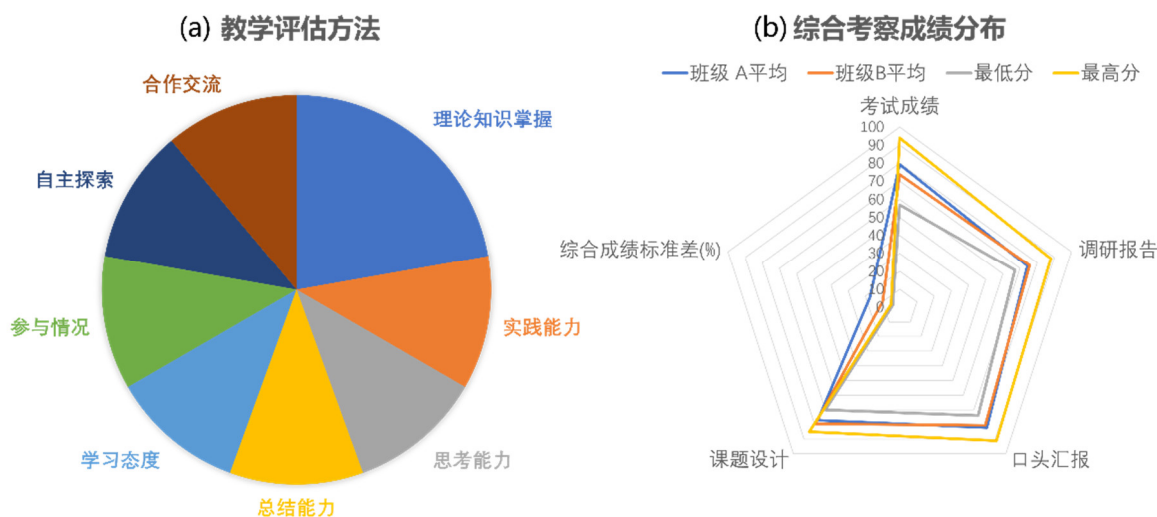


图3 能源化学专业导论课程

(a) 教学评估方法; (b) 综合考察成绩分布图

电子版为彩图

4 结语

本文基于国际先进的OBE教育理念，以能源化学专业导论课程为例，着重于培养学生的全面能力，包括知识技能、实际应用能力和责任感。以目标为导向，通过透明、可评价的能力标准来检验教学及学习目标达成度。采用项目驱动的教学法提高学生的实际应用能力，让学生在实践中理解理论，帮助学生将所学知识应用到实际案例和项目中。引入多元评估方式，以多种不同的方式进行评估，涉及传统测验和作业、小组研究和演示、辩论和模拟等形式，以评估学生的不同能力。通过多元化的评估方式，更好地衡量学生的学习成果和能力，为学生提供更多的交叉学科实践经验，提高其综合学科素养和解决实际问题的能力。通过多种信息技术手段的整合帮助教师提供更丰富、更真实的学习资源及学习方法，增强教师与学生之间的互动，充分利用网上课程和教学平台等信息技术手段，增加自主学习部分，让学生加深对所学知识的理解和洞见。本文提出了一系列基于OBE教育理念的能源化学专业导论课程教学改革探索的建议，这些措施可以更有效地达成培养全面能力的教育目标，引导学生把理论知识应用到项目实践中。这种教学实践方法可以运用在不同的交叉学科教育领域，具有一定的推广价值，启示着教育改革的方向，更好地适应企业和社会需求的发展趋势。

参考文献

- [1] 徐华龙, 朱亚先, 张树永, 郑兰荪. 大学化学, 2020, 35 (10), 28.
- [2] 彭祥, 侯敏, 文静, 张占辉. 广东化工, 2021, 48 (21), 253.

- [3] 朱亚先, 徐华龙, 张树永, 郑南峰, 郑兰荪. 大学化学, **2020**, 35 (10), 23.
- [4] 于静, 李敏贤. 山东化工, **2020**, 49 (14), 234.
- [5] 张梅, 张娇静, 陈彦广, 柳艳修, 聂春红. 教育教学论坛, **2020**, 4 (17), 220.
- [6] 白杨, 张秀辉. 广东化工, **2021**, 10 (48), 256.
- [7] 杨艳, 马洁, 张丽娟, 汝晶, 孟卓然, 韦姗姗, 王维. 中国中医药现代远程教育, **2022**, 20 (4), 4.
- [8] 朱庆, 陆振欢, 姚金环, 温玉清. 化工设计通讯, **2022**, 48 (3), 136.
- [9] 王淑勤, 周巧云, 郭天祥. 广东化工, **2020**, 47 (8), 183.