

翻转课堂“核污水扩散事件”统计热力学应用

李文博* 马佳 徐世峰 王珩 杨迪 高峰 杨旭

沈阳航空航天大学理学院

DOI:10.12238/mef.v7i3.7551

[摘要] 随着新工科建设的推进,理科教学改革备受挑战,将热力学与统计物理的基本原理与实际环境问题相结合,通过翻转课堂教学模式针对“日本核污水扩散”这一热点问题,详细阐述了如何将“日本核污水扩散”案例融入热力学与统计物理的教学知识中,探讨如何在新工科背景下优化理科教学内容、以培养学生的创新思维、实践能力和跨学科应用能力。

[关键词] 微观粒子状态; 布朗运动; 扩散理论; 日本核污水

中图分类号: U664.9+2 **文献标识码:** A

Application of Statistical Thermodynamics in Flipped Classroom "Nuclear Sewage Diffusion Events"

Wenbo Li* Jia Ma Shifeng Xu Heng Wang Di Yang Feng Gao Xu Yang

School of Science, Shenyang University of Aeronautics and Astronautics

[Abstract] With the advancement of the construction of new engineering disciplines, the reform of science teaching is facing challenges. By combining the basic principles of thermodynamics and statistical physics with practical environmental issues, and using a flipped classroom teaching model to address the hot issue of "Japanese nuclear wastewater diffusion", this paper elaborates in detail on how to integrate the case of "Japanese nuclear wastewater diffusion" into the teaching knowledge of thermodynamics and statistical physics, and explores how to optimize the content of science teaching in the context of new engineering disciplines to cultivate students' innovative thinking, practical ability, and interdisciplinary application ability.

[Key words] Microscopic particle state; Brownian motion; Diffusion theory; Japanese nuclear wastewater

2017年起,教育部全面启动并系统部署新工科建设以提升国家硬实力和国际竞争力。新工科建设强调实践性、创新性和跨学科的教育理念,在新工科背景下,理科教学改革面临新挑战和机遇^[1-6]。沈阳航空航天大学,是一所特色鲜明的工科院校,专注于理学与工学的融合,致力于培育具备扎实理论基础和卓越应用技能的复合型人才。热力学与统计物理(简称“热统”)是“沈航”理学院应用物理专业一门核心课程,在新工科建设的背景下,教学不仅要传授理论知识,还要与实际问题相结合,培养学生的创新思维和解决复杂问题的能力。

翻转课堂作为一种创新的教学方法,对于推动教育教学模式的创新和完善,促进学生综合能力的提升,具有重要的实践意义和深远的影响。新工科背景下强调以学生为中心的教学模式,已经被广泛应用于课程中。翻转课堂模式的核心在于将传统的教学模式颠倒,学生在课前通过观看视频、阅读查阅文献等方式自主学习新知识,而课堂时间则用于讨论、解决问题和深化理解。这样,不仅提高了学生的自主学习能力,还促进了学生的批判性思维和创新能力的发展^[7-9]。

“日本核污水排放”事件是备受关注的环境问题^[10,11]。事件后,大量放射性物质泄漏至大气中和海洋中,对周边地区和全球环境都带来了严重影响因此,以日本核污水扩散为例,探讨在新工科背景下的“热统”教改,有助于加深对该事件的理解,为新工科下理学教学改革提供一个具体翻转课堂的讨论案例,提高教学的实际应用性、吸引力以及课程思政内容的建设。接下来就“热统”结合“核污水扩散”问题组织的翻转课堂讨论模块进行介绍。

1 前期知识基础

这里教材选用梁希侠、班士良编著的《统计热力学》。课程设置将第一章微观粒子状态与第八章涨落理论的布朗运动放在一起组织教学,其中布朗运动的理论知识和扩展是基于粒子微观状态的知识之后。布朗运动既是“热统”非常重要的课节,也是流体力学中的一个重要概念,特别是有助于理解飞行器或是潜水装置排放物在大气中或海洋的扩散行为,这对于评估环境影响和制定相应的环境保护措施具有重要意义^[12-15]。在翻转课堂前期,要进行问题的布置;文献的自主查阅;知识点梳理:

明确微观粒子状态的定义,了解布朗运动,建立朗之万方程和扩散方程。

2 翻转课堂就“事件”进行问题导向学习

福岛核事故处理水的排放引起了全球的关注。为了研究这些污染物在海洋中的扩散过程,清华大学的研究团队进行了宏观和微观的模拟分析,其中热力学和统计物理的应用具有重要意义^[16]。翻转课堂分为以下几个讨论主题,引导学生探讨应用热力学和统计物理的理论框架来解释、预测和控制核污水的扩散过程。

讨论主题1:利用热力学的基本原理来分析核污水扩散过程中涉及的能量转化和传递:

在核污水扩散的过程中,能量主要以热能的形式存在,热力学第一定律指出能量既不能被创造也不能被消灭,只能从一种形式转化为另一种形式。其转化和传递可以通过以下几个方面来考虑:

(1)热量的产生:核污水中的放射性同位素通过衰变产生热量。这一过程可以通过放射性衰变的能量释放来描述,其中释放的能量可以用来加热周围的水体。

(2)热量的传递:热量通过传导、对流和辐射等方式从高温区域传递到低温区域。在核污水扩散过程中,水体的温度分布和流动特性会影响热量的传递效率。

(3)环境温度的影响:核污水扩散到不同温度的海域时,会发生热量交换。这种交换可以通过热力学第二定律来分析,即热量总是从高温区域自然流向低温区域,直到达到热平衡状态。

(4)能量平衡方程:通过建立能量平衡方程,可以定量描述核污水在扩散过程中的热量变化。能量平衡方程通常包括输入能量、输出能量、储存能量和能量转换的项。例如,对于一个开放系统,能量平衡方程可以写为:

$$\Delta E = Q - W + \sum_m \Delta H_m$$

其中, ΔE 是系统内能的变化, Q 是系统吸收的热量, W 是系统对外做的功, ΔH_m 是物质 m 的焓变。

(5)动力学机制:核污水的扩散动力学可以通过考虑流体力学和热力学性质来分析。流体的流动会带动热量的传递,而温度梯度则是推动流体运动的重要驱动力。通过分析温度场和流场的相互作用,可以揭示核污水扩散的动力学机制。

讨论主题2:利用统计物理的方法来研究核污水扩散系统的微观结构和统计规律:

通过构建粒子模型和碰撞理论,从而揭示其宏观性质和统计规律:从布朗运动建立朗之万方程,再进一步导出核污水扩散方程。

(1)布朗运动的描述:布朗运动可以通过考虑一个粒子在一维空间中的随机行走来描述。粒子在时间 t 的位置 $x(t)$ 随时间变化,受到流体分子的随机碰撞。

(2)随机力的引入:为了模拟这种随机碰撞,引入一个随机

力 $\xi(t)$ 。这个力是时间的函数,具有零均值和一定的自相关性。

(3)朗之万方程的建立:结合牛顿第二定律,粒子的运动方程可以写为:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -\gamma \frac{dx}{dt} + \xi(t)$$

其中, m 是粒子的质量, γ 是摩擦系数, v 是粒子的速度。

(4)漂移项和扩散项:朗之万方程可以分解为两部分:漂移项(由于外部力或梯度引起的定向运动)和扩散项(由于随机力引起的无规则运动)。

(5)扩散项的数学表达:对于一维情况,扩散项可以写为

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2}$$

其中 n 是粒子的数密度, D 是扩散系数。

(6)核污水扩散方程讨论:将放射性物质视为布朗粒子,其在海洋中的扩散可以描述为一个随机的、无规则的运动过程。布朗粒子的运动由以下几个因素决定:扩散系数:描述放射性物质在海水中扩散速率。外部力(如海流、风力等):影响放射性物质的运动方向和速度。涨落(Fluctuation):描述由于海洋环境的随机变化引起的放射性物质扩散的不规则性。

使用扩散方程描述放射性物质在海洋中的扩散过程,可以得到一个与布朗运动相关的偏微分方程:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \nabla^2 n + \nabla \cdot (vn) + Fluctuation$$

其中, n 是放射性物质的浓度, D 是扩散系数, v 是外部流速, $\nabla \cdot (vn)$ 表示对流项,描述了流动对浓度的影响。对于核污染扩散,我们是基于Fick第二扩散定律基础上加入了外部流动的影响对于核污水在海洋中的扩散,外部流动(如海洋流、风力等)也会影响物质的扩散。

讨论主题3:“事件”中还存在哪些热力学现象值得关注:

熵增原理是热力学中非常重要的概念,它描述了一个系统在一个孤立的过程中,熵总是增加的。在日本核污水扩散案例分析中,我们可以将核污水扩散系统视为一个孤立的系统,其辐射和污染物质的释放以及扩散过程可以被视为系统内部的熵增加。通过对该系统进行建模,我们可以通过熵增原理来推导出系统在不同时间点的熵值,从而揭示核污水扩散过程中的熵变化;此外,核污水扩散过程中可能存在的相变现象,如液相到气相的相变。通过研究核污水在环境介质中的相变行为,我们可以更好地预测核污水扩散的影响范围和持续时间,为灾害管理和环境保护提供更有力的支持。

3 跨学科视角的拓展

在处理核污水扩散的过程中,控制污水扩散是非常重要的

一个环节。目前,国内外学者们已经提出了多种方法来控制核污水的扩散^[17-19],例如物理方法、化学方法和生物方法等。

在物理方法中,可以使用屏蔽物来减少辐射物质的扩散范围。屏蔽物可以是各种材料,如铅、混凝土等,通过吸收辐射物质的方式来减少其在环境中的扩散。此外,还可以通过建立隔离带或堤坝等人工结构来限制核污水的扩散范围。

化学方法主要包括利用化学物质与核污水中的辐射物质进行反应,使其转化为无害或较为稳定的化合物。例如,可以使用吸附剂来吸附核污水中的辐射物质,或者使用氧化剂将其氧化成更为稳定的形式。

生物方法是通过利用生物体的生长和代谢过程来净化核污水。例如,可以利用一些特定的微生物来降解核污水中的有害物质,或者利用水生植物吸收核污水中的重金属等有害物质。

渗透性屏障技术是通过建造一系列带有特殊过滤层的屏障,以阻挡放射性物质的扩散。渗透性屏障技术的设计通常包括以下几个步骤:首先是确定需要建造屏障的区域,然后选择适当的材料和过滤层,接着进行屏障的施工和监测工作。建立起临时或永久性的屏障来阻止放射性物质对周围环境的污染,能够降低清理和修复工作的难度和成本。

海水稀释技术是通过将核污水释放到海洋中,利用海水的大量稀释效应来减少放射性物质的浓度,从而减少对环境 and 人体的影响。这种技术在日本核污水扩散案例中被广泛运用,然而也引发了国际社会的担忧和争议。一方面,海水稀释技术能够降低核污水的放射性物质浓度,减少对生态环境的破坏;另一方面,释放放射性物质到海洋可能导致海洋生物受到污染,进而影响人类的健康。因此,需要综合考虑,结合实际情况,以减少辐射对环境 and 人类的危害。

4 总结

总的来说,在日本核污水扩散案例中,热力学与统计物理的应用是十分必要且有效的。通过翻转课堂的讨论引导学生通过讨论去应用已有的知识建立合适的模型和方法,可以让学生更深入地了解核污水扩散的机制,能够掌握热力学与统计物理的核心概念,增强学生的参与度、提升其解决复杂问题的能力,并培养他们的科学素养,以及对环境问题的责任感,为防范核污染灾害提供科学支持。

[基金]

辽宁省教育厅基金(LIKMZ20220522); 2022年辽宁省教学改革优质资源建设与共享项目。

[参考文献]

- [1]杨力妮,王兆军.新工科背景下应用型高校大学物理课程改革与实践[J].学园,2023,16(16):66-68.
- [2]陈靖,孔勇发,徐音,等.新工科背景下近代物理实验教学课程改革与实践[J].实验室研究与探索,2024,43(01):174-179.
- [3]卢宏,张玉亭.新工科背景下地方应用型本科高校大学物理线上教学实践[J].物理通报,2024,(01):16-19.
- [4]余雪里,张昱.强化基础知识与工程素养的新工科物理实验课程体系改革与实践[J].物理通报,2024,(01):105-108.
- [5]赵宗坤.新工科背景下大学物理课程思政建设的探索与实践[J].现代商贸工业,2023,44(13):225-227.
- [6]杨力妮,王兆军.新工科背景下应用型高校大学物理课程改革与实践[J].学园,2023,16(16):66-68.
- [7]陈颖.深度学习视域下高校思政课翻转课堂教学模式研究[J].秦智,2024,(04):148-150.
- [8]闫泽陆,郭焱.线上线下混合课程教学策略探究——以“电力系统分析基础”为例[J].林区教学,2024,(04):63-67.
- [9]刘超,吴奇雨,简敏.基于PBL翻转课堂多维融合的教学策略及应用[J].计算机教育,2024,(04):168-171+177
- [10]陈珂.执意将核污水排海,日本为何一意孤行? [J].中国报道,2023,(09):60-63.
- [11]杨亚杰.福岛核污水排放问题的国际法规制及我国的应对措施[J].环境工程,2023,41(S2):1287-1289+212.
- [12]王富帅,陈正昊,孙琦.使用Matlab对布朗运动的模拟[J].科技风,2019,(29):105.
- [13]王贤乾.布朗运动实验演示的创新与改进[J].物理教学,2019,41(07):39-40.
- [14]魏艳华,王丙参,张艺馨.布朗运动的随机游走模型及其应用、仿真[J].天水师范学院学报,2017,37(05):11-15.
- [15]夏懿,库晓珂.布朗运动和湍流扩散作用下槽流中纤维悬浮流动特性的研究[J].物理学报,2016,65(19):183-196.
- [16]Liu Yi, et al. "Discharge of treated Fukushima nuclear accident contaminated water: macroscopic and microscopic simulations.."National science review9.1(2022).
- [17]颜士州.核污水排海,影响有多大[J].阅读,2023,(86):4-6.
- [18]张宜良.核污水的危害、传播方式及其对海洋环境与渔业的影响[J].防灾博览,2023,(05):54-59.
- [19]田亦尧,万韵竹.法律框架下日本核污水排海的应对思路[J].绿叶,2023,(10):25-33.

高校建设鲁班工坊内涵式发展研究

祁晨

天津农学院

DOI:10.12238/mef.v7i3.7556

[摘要] 本文围绕“一带一路”倡议下鲁班工坊的内涵式发展进行深入研究,通过文献研究和对国内外职业教育模式的对比分析,结合现实实践,揭示了鲁班工坊在整合教育资源、应对复杂国际局势、提升教师国际化水平、适应多元文化差异及项目同质化等方面的现状与问题,并提出了加强资金管理和风险控制、优化体系结构、革新教学方式、丰富师资储备和构建互惠机制及评价体系的策略和建议,旨在为提升鲁班工坊的国际影响力、促进“一带一路”国家间技术与文化的交流提供实践路径。

[关键词] 鲁班工坊; 一带一路; 职业教育国际化; 内涵式发展; 产教融合

中图分类号: C913.2 文献标识码: A

Research Report on the Connotative Development of Establishing Luban Workshops in Higher Education Institutions

Chen Qi

Tianjin Agricultural College

[Abstract] This research delves into the connotative development of the Luban Workshop program under the "Belt and Road" Initiative. Through literature reviews and comparative analyses of both domestic and international vocational education models, coupled with a grounded understanding of current realities, this paper unveils the existing state and challenges faced by the Luban Workshop in areas such as educational resource integration, responding to complex international situations, enhancing teacher internationalization, accommodating diverse cultural differences, and project homogenization. Furthermore, it proposes a series of strategic recommendations encompassing strengthened fund management and risk mitigation, optimized system architecture, innovative teaching methodologies, bolstered teacher resources, and the establishment of reciprocal mechanisms and evaluation frameworks. The overarching objective is to furnish practical avenues for elevating the global influence of the Luban Workshop and fostering technology and cultural exchanges among "Belt and Road" participating countries.

[Key words] Luban Workshop; Belt and Road; Internationalization of Vocational Education; Connotative Development; Industry-Education Integration

引言

鲁班工坊作为以“大国工匠”精神为核心价值的职业教育体系,其特色在于融合中国本土化特性和国际化视野的工程实践创新项目(EPIP)教学模式。该模式旨在通过学历教育与职业培训的双重路径,实现全球化的拓展步伐,现今已茁壮成长为我国职业教育对外交流的一张亮丽名片。自2019年始,保加利亚普罗夫迪夫农业大学与天津农学院通过深度交流合作,针对保加利亚农业领域的特定需求与现实条件,携手共创了本科及研究生层次的技能培养项目。

本研究基于文献研究,比较分析不同国家职业教育模式的同时,系统性地梳理了学术界对鲁班工坊职业教育模式的观点,

识别并归纳鲁班工坊模式面临的挑战。在此基础上,结合保加利亚鲁班工坊建设实践,提出具有针对性与操作性的改进建议,旨在为鲁班工坊的内涵式发展提供科学指导与策略支持。

1 文献综述

1.1 研究现状

随着“一带一路”倡议的推进,中国职业教育国际化进程显著加快,鲁班工坊作为中国职业教育走向世界的标志性品牌,引起了国内外学者的广泛关注。

蔡安成等(2018)认为职业教育在服务“一带一路”建设中存在着认识不足、规划不足、政策不足等问题。查英、庞学光等(2021)分析了鲁班工坊在促进民心相通、服务企业“走出去”