

能源动力类专业开设能源转换原理课程的思考

张永恒¹, 林志敏², 甄箫斐¹, 李帅兵¹, 董海鹰¹

¹兰州交通大学, 新能源与动力工程学院, 甘肃 兰州

²兰州交通大学, 机电工程学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2021年11月10日; 录用日期: 2021年12月14日; 发布日期: 2021年12月21日

摘要

基于人们对人类活动加速影响大气环境的共识及保障社会可持续发展紧迫性的认识, 能源结构的变革和技术创新已成为迫切需要解决的现实问题。在我国实施“双碳”战略目标的大背景下, 零碳能源转换及实现的途径成为人们关注的热点。在分析我国实施“双碳”战略目标技术路线和我国能源动力类专业发展的基础上, 认为“热工基础类课程”教学内容需要扩充以适应未来能源结构、能源转换装置及用能终端设备的变化, 提出能源动力类专业开设能源转换原理课程的构想。

关键词

“双碳”战略目标, 能源结构, 能源转换, 课程内容改革

Thoughts on Setting up the Course of Energy Conversion Principle for Energy and Power Majors

Yongheng Zhang¹, Zhimin Lin², Xiaofei Zhen¹, Shuaibing Li¹, Haiying Dong¹

¹School of New Energy and Power Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou Gansu

²School of Mechatronics Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou Gansu

Received: Nov. 10th, 2021; accepted: Dec. 14th, 2021; published: Dec. 21st, 2021

Abstract

Based on the consensus on the accelerated impact of human activities on the atmospheric environment and the recognition of the urgency of ensuring social sustainable development, it becomes urgent practical problems to be solved for us to reform energy structure and make technological innovation. Under the background of implementation of the “double carbon” strategic

goal of our country, the conversion and realization means of zero carbon energy has become a hot spot. Based on the analysis of the technical route of implementing the “double carbon” strategic goal and the development of energy and power specialty of our country, it is considered that the teaching content of “thermal basic course” needs to be expanded to adapt to the changes of energy structure, energy conversion device and energy consumption terminal equipment in the future, and the idea of setting up the course of energy conversion principle for energy and power specialty is put forward.

Keywords

“Double Carbon” Strategic Goal, Energy Structure, Energy Conversion, Curriculum Content Reform

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自公元前 4000 年以来, 全球范围的气候经历了多次冷暖干湿的变迁[1], 而以蒸汽机为代表的第一次工业革命以来, 地球气候的变化逐步受到人类生产、生活的影响, 近 100 年来人类活动对地球气候变化的影响尤为显著[2]。如果说地球表面温度的变化是一个由众多因素影响的长时期变化过程的话, 那么影响大气质量的因素产生的结果所需时间则短得多。以我们刚经历过的 2020 年初为遏制新冠病毒传播各地采取的重大公共卫生事件应急响应措施为例, 多地的统计结果表明, 与 2019 年同期比较, 除臭氧浓度外, 大气主要污染物指标有明显改善[3] [4]。为应对全球气候变化和保障人类社会可持续发展, 早在 1972 年联合国在瑞典斯德哥尔摩召开的“人类环境会议”上就决定设立联合国环境署(UNEP), 开始了世界范围的环境保护事业。我国一直高度重视气候变化对国家和社会的影响, 并积极推进节能减排工作。2020 年 9 月, 我国宣布力争在 2030 年前碳排放达到峰值, 争取 2060 年前实现碳中和[5]。在 2021 年 3 月 11 日举行的第十三届全国人民代表大会第四次会议上批准“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要, 提出要积极应对气候变化, 落实 2030 年应对气候变化国家自主贡献目标, 制定 2030 年前碳排放达峰行动方案, 这标志着我国实施“碳达峰、碳中和”战略目标的行动正式启动。实现碳达峰和碳中和是一项系统工程, 影响范围广泛而深远, 不仅涉及国民经济产业结构的调整也关乎每个人的生活方式。面对产业结构的调整, 作为培养高级专门人才的高校, 特别是能源动力类高校也必须在课程体系设置等方面做出相应的变化, 以适应和满足我国碳达峰和碳中和战略实施的需要。

2. “双碳”目标对“热工基础类课程”内容改革带来的机遇与挑战

2.1. “热工基础类课程”现状

通常所说的“热工基础类课程”包括“工程热力学”和“传热学”, 若进一步扩展到“流体力学”, 可将“热工基础类课程”称为“热流体科学类课程”。由于热现象在自然界中存在的普遍性, 很多专业, 如建筑环境与能源应用工程、化学工程与工艺、冶金工程等专业均开设有与本专业密切相关的“热工基础类课程”, 如化学热力学、冶金热力学等。为适宽口径人才培养模式, 我国能源与动力工程专业的名称经历了多次调整, 经 1993 年、1998 年和 2012 年的三次普通高等学校本科专业目录调整, 将包括热能

动力机械与装置, 内燃机, 热力涡轮机、锅炉、流体机械等 15 个专业种类合并为能源与动力工程专业。虽然在专业课程体系设置上, “热工基础类课程”一直是能源动力类专业的核心课程, 但其教学内容未能及时反映社会的进步和科技的发展。以工程热力学为例, 其应用对象主要以内燃机循环、蒸汽动力循环和气体动力循环为主[6]。发表于 2007 年的文献[7]就指出: 相对于传热学, 工程热力学教材的内容显得过于稳定, 反映联合循环发电、氢能利用、燃料电池、分布式发电等先进能源利用方式的内容较少。因此面对“双碳”目标的实施, “热工基础类课程”的内容需要进一步扩充。

2.2. “双碳”目标催生“热工基础类课程”内容变革

自改革开放以来, 我国经济步入快速发展阶段, 为适应社会可持续发展, 构建人与自然和谐的科学观, 能源消费结构正在发生重大变化。近 30 年内, 我国国内生产总值快速增长, 平均增长率为 9.3%, 从 2010 年起保持全球第二大经济体; 能源消费总量从 1990 年的 9.9 亿吨标准煤增长到 2020 年的 49.8 亿吨标准煤; 能源消费结构中, 煤炭占比从 76.1%减少至 56.8%; 水电、风电、光伏发电、核电等无碳能源消费量占比则从 4.8%增至 15.8%。虽然我国单位国民产值的 CO_2 排放强度逐年下降, 但 CO_2 排放总量从 1990 年的 24.7 亿吨增长至 2020 年的 105.6 亿吨。在我国实现“双碳”目标的进程中, 新能源和可再生能源将发挥重要作用。

自 2015 年我国在巴黎召开的联合国应对气候变化框架公约缔约方会议上做出两阶段 CO_2 减排承诺和 2020 年提出“碳达峰、碳中和”战略目标以来, 人们对“碳达峰、碳中和”战略目标实现中的挑战和实现路径做了大量的研究[5] [8] [9] [10] [11]。文献[7]分析了 9 种情形下, 实现“碳达峰、碳中和”的技术路线, 在无碳能源占比按定比率增长的 9 中情境下, 均可在适当的碳汇和碳捕集、碳储存的参与的情况下实现“双碳”目标, 在实现“双碳”目标的进程中无碳能源占据主导地位。综合相关的研究结果可以认为, 到 2060 年无碳能源消费占比将达到 50%~65%, 传统化石能源占比在 30%左右, 终端能源消费将全部转为电力。就交通领域来说, 继多个国家宣布在未来 10~20 年禁售燃油汽车后, 我国也开始研究燃油汽车退出机制和时间表, 预计 2050 年以前实现传统燃油车的全面退出, 而北京、上海、广州等多个城市私家车将在 2030 年实现全面新能源化[12]。由此可以注意到以传统化石能源占主导地位的占比在将来会逐步下降, 风能、太阳能光伏发电等零碳排放能源的占比将占主导地位, 与风能、太阳能发电相匹配的储能技术、制氢技术、燃料电池等会得到快速发展, 同时集中供电的集约化电力传输系统会向分布式、微电网扁平化电网系统转变。目前, 以热机为主要应用对象的工程热力学教学内容应做出相应的变革, 以适应未来能源结构的变化。

3. 能源转换原理课程内容构想

3.1. 设置能源转换原理课程的必要性

众所周知, 按照能量存在的形式和性质, 可将能量分为电磁能、热能、化学能、电能、动能、重力势能和核能等[13], 从能量转换的原理上来说, 不同形式的能量转换涉及到热力学、流体力学、传热学、电磁学、化学、电化学等方面的知识。就目前的“热工基础类课程”来说, 其涉及的内容较为单一, 主要研究热能与机械能的转换原理及热量传递规律, 未涵盖其它形式能量的转换理论, 不能适应当前实现“双碳”目标的新形势下多种能源利用方式所需的基础理论。随着科技的进步、社会的发展以及人们对社会可持续发展紧迫性的认识, 几十年前处于研究阶段的能源转换方式部分已进入商业应用阶段, 同时为解决单一能源固有的问题, 新的延伸能源利用技术也在不断涌现, 应当把较为成熟的能源转换方式的基本理论和技术纳入教学内容中。根据通常关于“工程热力学”的定义, 很难将不同能量形式之间可能的转换原理和装置纳入传统的“工程热力学”教材中, 根据“厚基础、宽口径”的专业人才培养模式以

及对未来能源消费结构中不同能源占比的预测,有必要拓展“热工基础类课程”的内容,开设“能源转换原理”课程,并作为学科基础课,系统介绍已在工农业等领域以及人们日常生活中应用的不同形式的能量转换原理及装置的工作过程。

3.2. 国外“热工基础类课程”内容的更新

为适应能源消费增长和能源结构的快速变化,在 Cengel 等编著的第八版“热力学—工程方法”教材[14]中将可再生能源作为一章编入教材中,介绍了太阳能光热转换、光电转换、风能转换、生物质能转换、水力能转换、地热能转换的原理。在 Michael 等编著的第五版“工程热力学基础”教材[15]中的反应混合物与燃烧一章里就增加了燃料电池的内容,除介绍质子交换膜燃料电池等低温型燃料电池外,还介绍了固体燃料电池与蒸汽轮机的联合循环。除此之外,为涵盖新能源转换原理的内容,Struchtrup [16]编著了热力学与能源转换的教材,在多数工程热力学教材内容的基础上,书中增加了燃烧的内容,并用单独一章:燃料电池热力学,系统介绍了燃料电池的电化学原理。这些教材仍以传统的工程热力学教材内容体系为基础,适当增加了新能源利用所需的化学热力学、燃烧学基础,为新能源所涉及的能源转换利用技术讲解打下一定的基础。

3.3. 能源转换原理课程内容

为应对气候变化,保障社会可持续发展,各国加速了从化石能源向新能源转型,新能源已成为第3次能源转型的主角,未来我国将逐步实现从现阶段大煤炭,小石油、小天然气、小新能源向小煤炭、小石油、小天然气,大新能源的转型。为此,应及时开设反映新能源转换原理和技术的“能源转换原理”课程。国内已出版关于能源转换方面的教材[17],该书除介绍了热机所需的经典工程热力学内容外,还介绍了光热光电能量转换、热电能量转换以及能量存储与传输等内容,但该书起点较高,适于作为专业选修课教材。“能源转换原理与应用”课程内容体系遵循“工程热力学”的构建模式,以基本定律为基础,以工质性质为载体,从传统的热机能量转换装置拓展到其它类型能量转换的动力装置。除包含目前“工程热力学”内容外,增加以风能转换、光热转换、光伏转换、生物质能转换、燃料电池、机电能量转换等为应用场景区的能量转换原理的内容,以燃料电池为例,则是从阴极、阳极的半化学反应、总反应到吉布斯自由能与电能以及燃料电池效率等。“能源转换原理”课程以“质量守恒”、“动量守恒”、“能量守恒”原理为主线,作为能源动力与工程等专业的学科基础课,系统阐述传统能源及新能源转换原理与应用必备的知识。

4. 结语

随着我国“碳达峰碳中和”战略目标的提出和实施,将引发能源领域的深刻变革,传统的以化石燃料为主体的能源消费结构将向着清洁能源和零碳能源方向转变,终端能源消费将以电力替代为主。为适应能源领域的变革,“热工基础类课程”特别是“工程热力学”课程内容亟待拓展,为涵盖包括电磁能与热能、电磁能与化学能、电能与热能、电能与化学能、机械能与电能、机械能与热能、化学能与热能等不同形式能量的转换原理以及相应的能量转换装置的理想工作过程有必要在能源动力类专业中开设“能源转换原理”课程。

基金项目

感谢兰州交通大学教改项目“新能源科学与工程”专业核心专业课程教学改革与实践(JGY202001)的资助。

参考文献

- [1] 地球上的气候经历了多次冷暖干湿的变迁[EB/OL].
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1665905577248924239&wfr=spider&for=pc>, 2020-05-06.
- [2] 孙颖. 人类活动对气候系统的影响——解读 IPCC 第六次评估报告第一工作组报告第三章[J/OL]. 大气科学学报, 2021, 44(5): 654-657. <https://doi.org/10.13878/j.cnki.dqkxxb.20210816009>
- [3] 胡希. 新冠疫情期间城市空气质量状况分析[J]. 广州化工, 2021, 49(15): 165-167.
- [4] 郭庆皓, 陈魁. 南京环境空气质量特征及变化分析[J/OL]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2021.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1801.N.20210701.1552.002.html>
- [5] 欧阳志远, 史作廷, 石敏俊, 等. “碳达峰碳中和”: 挑战与对策[J/OL]. 河北经贸大学学报, 2021, 42(5): 1-11.
<https://doi.org/10.14178/j.cnki.issn1007-2101.20210826.001>
- [6] 沈维道, 童钧耕. 工程热力学[M]. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [7] 何雅玲, 陶文铨. 对我国热工基础课程发展的一些思考[J]. 中国大学教学, 2007, 344(3): 12-15.
- [8] 张勇, 燕晓飞. 我国高校专业动态调整困局及解困思路[J]. 江苏高教, 2021(9): 43-52.
- [9] 张全斌, 周琼芳. “双碳”目标下中国能源 CO₂ 减排路径研究[J/OL]. 中国国土资源经济, 2021.
<https://doi.org/10.19676/j.cnki.1672-6995.000655>, 2021-08-23.
- [10] 黄震, 谢晓敏. 碳中和愿景下的能源变革[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(9): 1010-1018.
- [11] 蔡绍宽. 双碳目标的挑战与电力结构调整趋势展望[J]. 南方能源建设, 2021, 8(3): 8-17.
- [12] 陈婉. 《中国传统燃油车退出时间表研究》发布, 传统燃油车还能开多少年[J]. 环境经济, 2019(10): 32-35.
- [13] Sørensen, B. (2007) Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage. Elsevier Inc., Amsterdam.
<https://doi.org/10.1016/B978-012374262-9.50029-X>
- [14] Cengel, Y.A. and Boles, M.A. (2014) Thermodynamics—An Engineering Approach. 8th Edition, McGraw-Hill, New York.
- [15] Michael, J.M. and Howard, N.S. (2006) Fundamentals of Engineering Thermodynamics. Fifth Edition, John Wiley & Sons Ltd., San Francisco.
- [16] Struchtrup, H. (2014) Thermodynamics and Energy Conversion. Springer, Berlin.
- [17] 姚晔. 能源转换与管理技术[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2018.