

能源强国背景下的一流能源学科建设

张通, 袁亮

安徽理工大学, 深部煤矿采动响应与灾害防控国家重点实验室, 淮南 232001

摘要 能源作为经济社会高质量发展和国家安全保障的基石, 其开发利用需深度融合新一轮科学技术成果, 以优势能源学科为纽带, 赋能能源高效绿色开发与清洁高效利用。分析了能源生产消费结构、能源学科发展状况、学科发展面临的挑战, 结合未来能源发展, 提出创建一流能源学科构想。以“创新驱动发展”为遵循, 从统筹发挥政府引导性作用、学科内涵式建设、联动市场资源配置作用方面提出了能源学科建设的对策建议。

关键词 能源学科; 学科建设; 一流学科

能源安全是关系国家经济社会发展的全局性、战略性问题, 对国家繁荣发展、人民生活改善、社会长治久安至关重要^[1]。2019年中国一次能源生产与消费结构中煤炭占比分别为68.8%、57.7%, 石油占比分别为6.9%、19.3%, 天然气占比分别为5.9%、8.1%, 中国“富煤贫油少气”的能源结构(图1), 决定了在今后相当长的一段时间内煤炭仍将是中国的主体能源^[2]。同时《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》明确指出: 中国目前能源供需矛盾尖锐, 结构不合理; 能源利用效率低; 一次能源消费以煤为主, 化石能源的大量消费造成严重的环境污染。因此创新能源开发利用模式, 提升能源高效绿色开发与清洁高效利用科技含量, 贯彻实施创新驱动发展战略, 继续推进能源供给侧结构

性改革, 实现能源行业高质量发展迫在眉睫^[3-5]。

能源科技创新驱动能源行业高质量发展, 其核心是人才驱动, 培养和集聚高层次科技人才是提升科技创新的关键, 高质量能源学科建设是必由之路。当前知识经济时代要积极谋划布局一流能源学科建设, 形成优势能源学科体系, 推动知识创造和运用, 为形成能源领域国际前沿理论创新、关键核心技术突破提供支撑。

1 能源学科发展现状

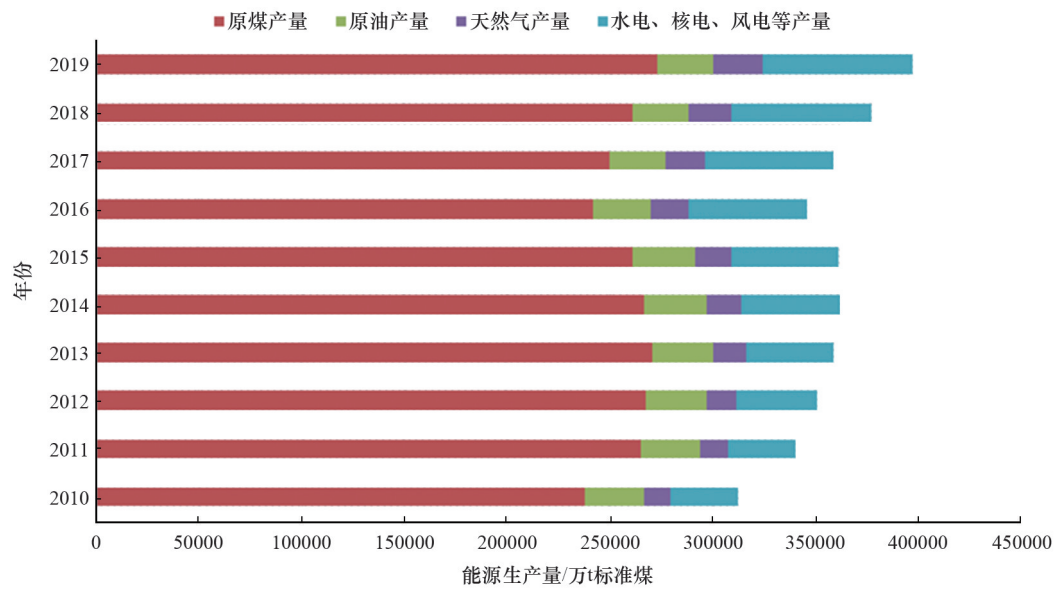
2006年发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》中指出, 到2020年中国能源开发、节能技术和清洁能源技术取得突破, 促

收稿日期: 2020-07-12; 修回日期: 2020-08-31

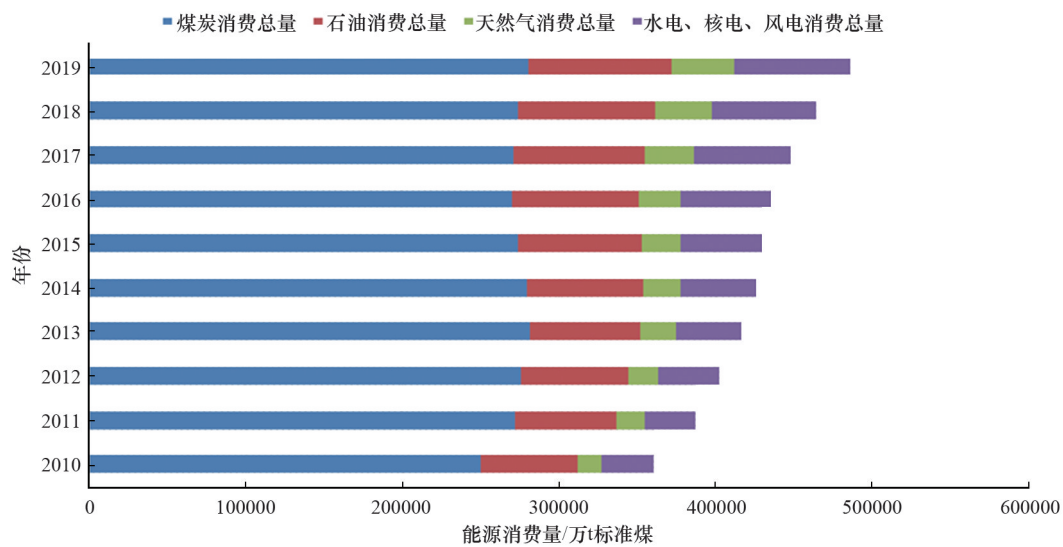
基金项目: 国家重点研发计划项目(SQ2019YFC190273); 国家自然科学基金项目(51904011); 安徽省自然科学基金青年项目(1908085QE183)

作者简介: 张通, 讲师, 研究方向为共生能源协调开发, 电子信箱: 1099731996@qq.com

引用格式: 张通, 袁亮. 能源强国背景下的一流能源学科建设[J]. 科技导报, 2020, 38(20): 6-14; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.20.001



(a) 能源生产结构



(b) 能源消费结构

图1 能源结构分布

进能源结构优化,主要工业产品单位能耗指标达到或接近世界先进水平;建成若干世界一流的科研院所和大学以及具有国际竞争力的企业研究开发机构,形成比较完善的中国特色国家创新体系。国家自然科学基金委员会和中国科学院学部联合开展的重要研究成果《未来10年中国学科发展战略》突出“更加侧重基础、更加侧重前沿、更加侧重人才”的战略导向;涵盖了能源资源的勘察与开采、能源

的转化与存储、能源的利用与环境影响等内容^[6]。

能源学科是一个学科群,涉及能源开发、转换、利用、固废处理等多个一级工学门类学科,渗透于众多学科之中,具备知识性广泛、学科交叉性强、适用领域广等特征^[7-8]。采矿工程、石油工程、矿物加工工程、勘查技术与工程、资源勘查工程为代表的化石能源专业,聚集在华东、东南经济活跃区域,分布在中国矿业大学、中国矿业大学(北京)、中国地

质大学(北京)、中国地质大学(武汉)、中国石油大学(北京)、中国石油大学(华东)等“985”“211”国家重点建设高校,以及安徽理工大学、山东科技大学、及河南理工大学等省属重点高校。为积极推动能源科技革命,上述高校相继开设了煤炭安全智能精准开采、废弃矿井能源资源开发利用及油气智能钻探等前沿基础应用学科,积极培育新时代国家战略需求和科研原始创新型高层次能源人才。

以核能、风、水、光、热及生物质能为代表的新能源产业及技术迅猛发展,以清华大学、上海交通大学、南华大学、哈尔滨工程大学为代表的高校相继开设了核工程与核技术、核反应堆工程开发、核电开发及核辐射防护与核泄漏监测专业。华北电力大学首次设立了风能与动力工程专业,河海大学、长沙理工大学、兰州理工大学、内蒙古工业大学、河北工业大学、北京科技大学相继开设了风能相关专业。合肥工业大学、上海电力学院、南开大学、四川大学、南昌大学、上海交通大学、云南师范大学、中山大学、合肥工业大学、华北电力大学、北京理工大学等在太阳能开发利用专业方面形成了各自的特色。

随着以第五代移动通信技术(5G)、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表的通信网络基础设施建设⁹⁾,煤炭、油气及新能源学科需要进一步深度融合人工智能、云计算、区块链、智能计算中心为代

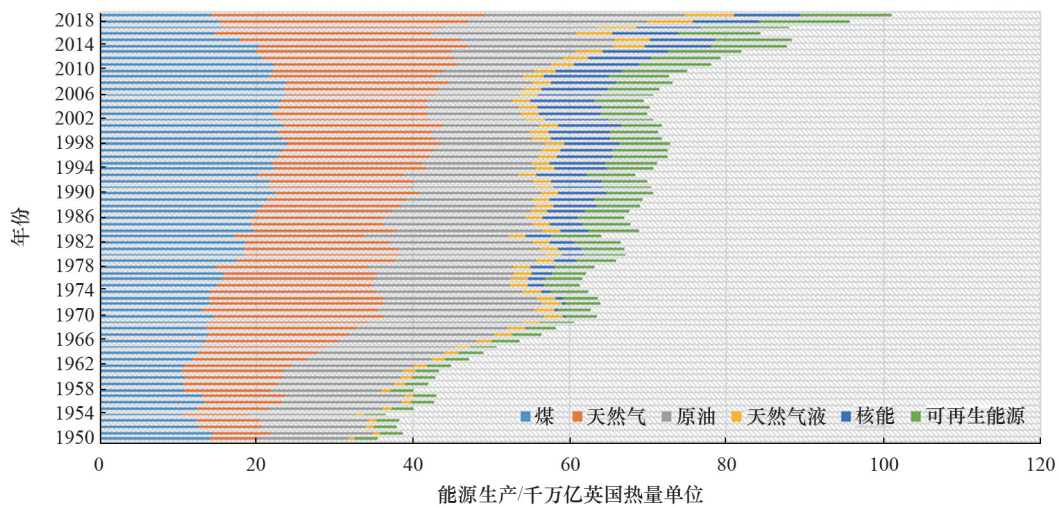
表的科技革命成果,着眼于顶层设计谋划煤炭安全智能精准开采、智慧矿山、智能钻完井、智慧油田等学科建设,规划布局学科发展方向,体制机制建设,人才培养模式,释放能源学科新活力。

2 能源学科发展面临的挑战

国家发展正经历百年未有之大变局,科技创新正在深刻改变、重构世界科技版图和世界政治经济格局。知识时代大发展背景下,在能源学科顶层设计、未来发展谋划、科教模式探索、社会服务方式革新方面做出了诸多努力。对标欧美科技强国,国家能源领域在学科布局、人才培养质量、基础科研创新、核心关键技术突破、及科研成果高效转化方面仍存在很大差距。

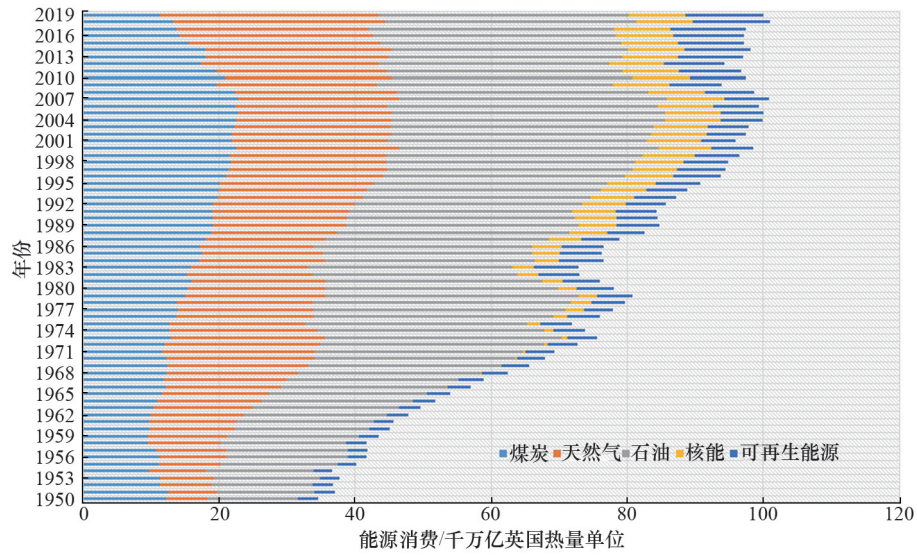
2.1 基于能源革命的能源学科布局有待完善

基于能源消费需求量的持续增加和低碳生活的强烈需求,依靠能源科技进步,世界各国能源生产消费结构发生了重大变化。美国能源生产及消费由以煤炭、油气为主逐渐向煤、油气、核能及可再生能源并重发展,近年来油气、可再生能源主导角色愈加明显(图2);欧洲能源可再生能源、核能、固体燃料和天然气并重,消费中以油气为主,生物质能、固体化石能源、核能并重(图3);澳大利亚能源生产中煤炭占绝对主体地位,油气及可再生资源体



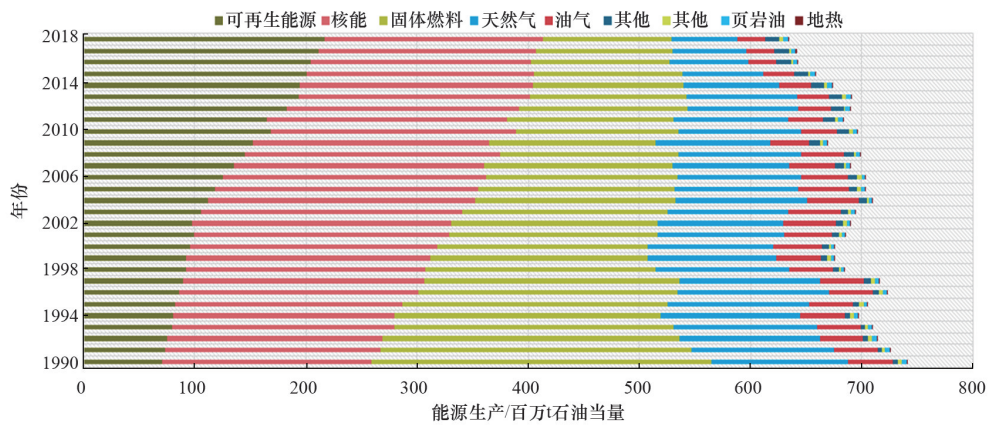
(a) 能源生产结构

图2 美国能源结构分布

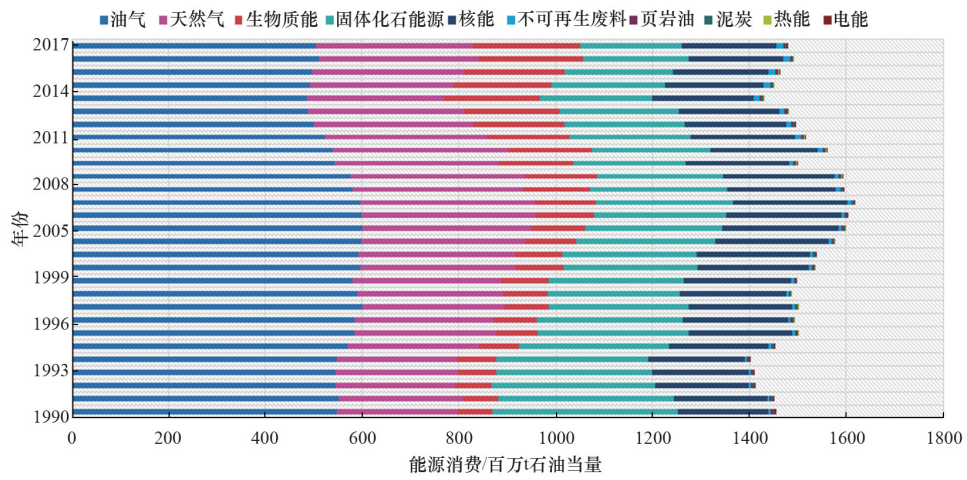


(b) 能源消费结构

图2 美国能源结构分布(续)



(a) 能源生产结构

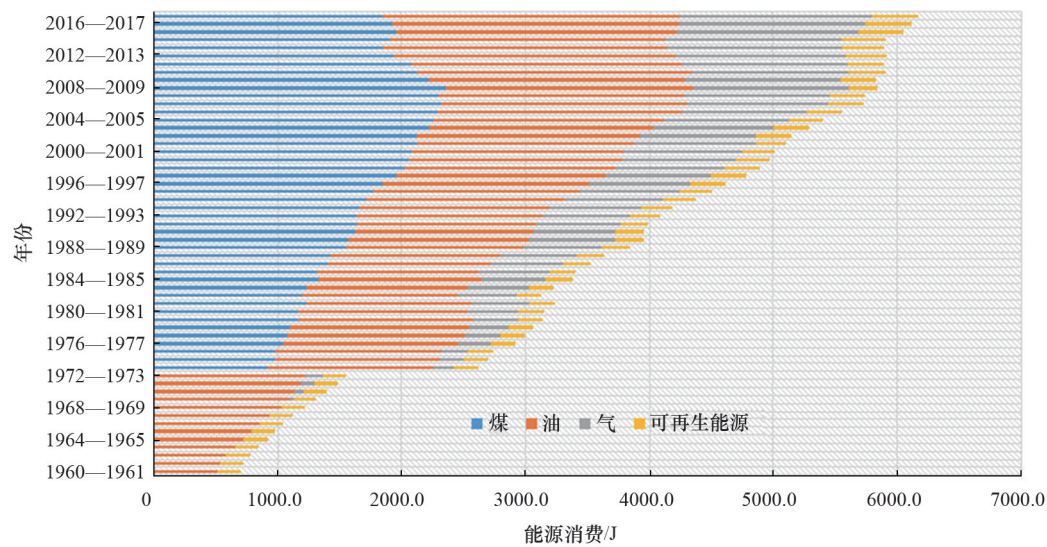


(b) 能源消费结构

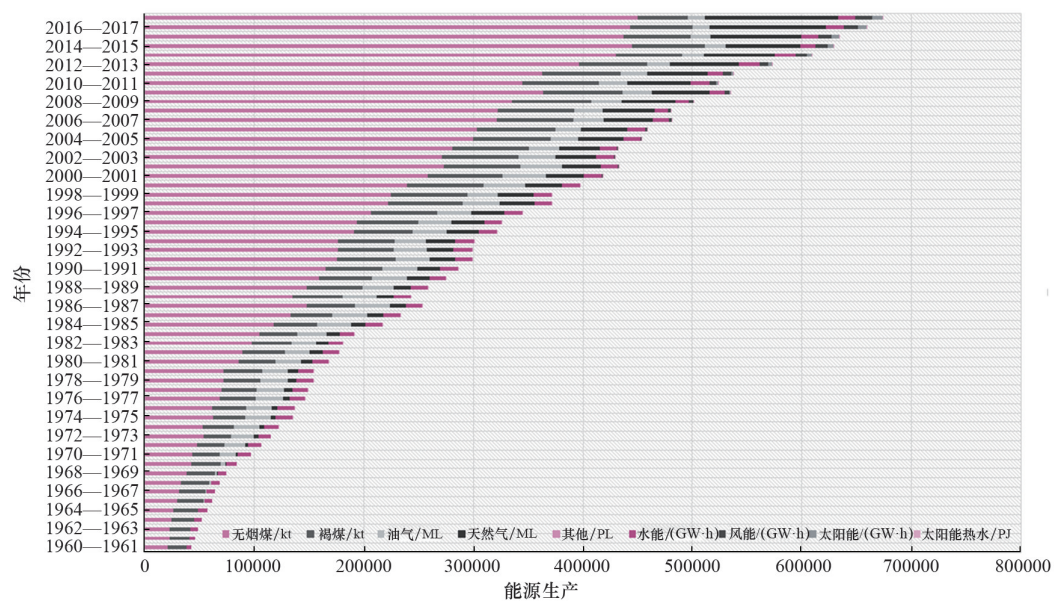
图3 欧洲能源结构分布

量小,消费结构中煤、油气并重,可再生能源逐年发展(图4)。而中国能源生产及消费结构以煤为主,油气与水、核、风等可再生能源并举(图1)。纵观美国、欧洲、澳大利亚,能源生产和消费结构具有一

定历史延续性,在短期内将很难改变,同时各国更加侧重主导能源革命及新能源发展,例如美国大力推动油气革命,同时积极推动可再生能源发展,欧洲则更加侧重可再生能源。



(a) 能源生产结构



(b) 能源消费结构

图4 澳大利亚能源结构分布

基于国家能源生产及消费结构,能源学科应重点围绕主导能源的高效、绿色、低损开发以及清洁燃烧、转化、利用布局,同时在油气高效开采和新能源开发利用上充分借鉴欧美科技强国学科发展,谋

划中国特色的油气、新能源学科布局。西部赋存丰富的风、光等新能源,加之煤、油气资源开发西移,西部能源开发利用对科学技术的需求更加迫切,然而西部地区的能源R&D(研究与开发)滞后东部地

区,学科建设在空间上有所失衡。同时在新一代通信技术及计算技术冲击下,企业应用技术高速发展与高校能源学科社会服务质量缓慢提升有所脱节,部分专业出现了企业技术倒逼高校专业发展现象,以煤炭、油气智能化开采为例,企业这方面的应用技术水平明显高于高校。整体来说,能源学科在大的战略布局及区域时空发展上仍有许多工作要做,具体需要贯彻落实能源供给侧结构性改革,统筹推进能源学科布局,重点聚焦以煤炭安全智能精准开采、煤炭清洁高效利用、核能和可再生能源发展、集中式和分布式能源系统发展、非常规天然气开发应用、多能互补分布式储能、智慧电网等。

2.2 能源类学科内涵式发展有待推进

中国高等教育已进入大众化发展阶段,该阶段是学科由粗放式发展转入内涵式发展的关键时期。

相比美国、日本、德国、英国、法国等科技强国,中国已成为当前世界上每年学士学位授予、硕博研究生培养数量最多的国家。以全时当量研究人员数量为例,至2016年,中国全时当量研究人员数量已达到169.2万人年,年均增长率达到5.7%;而美国则相对缓慢,从2000年的98.3万人年增长到2016年的138.0万人年(2016年数据缺失),年均增长率仅为2.3%(图5)。R&D经费投入总额上,美国是全球R&D经费投入最高的国家,中国是全球第二大R&D经费投入国家,中美之间差距在不断缩小;2000—2016年,中美两国R&D投入分别由2000年的330.8亿美元和2695.1亿美元上升至2016年的4512亿美元和5110.9亿美元。在表征科研质量指标上,中国在高被引科学家数量、诺贝尔奖获得者数量、能源特色领域博士学位授予数、科研论文影响力、专利技术转化、中美产业技术创新等方面,与世界科技强国有显著差异^[10]。能源学科在体制机制建设改革,培养体系规划建设,多学科交叉融合,“政产学研”协同创新,师资队伍优化升级方面仍有许多工作要做。能源特色高校应主动求变,提前识变,积极应变,充分结合自身能源学科特色,将把自身的发展融入到高等教育发展的时代大潮中,始终把培养高素质综合型能源类人才摆在首位,把推进“双一流”建设和“新工科”建设作为实

现“更高质量教育”的重要途径。

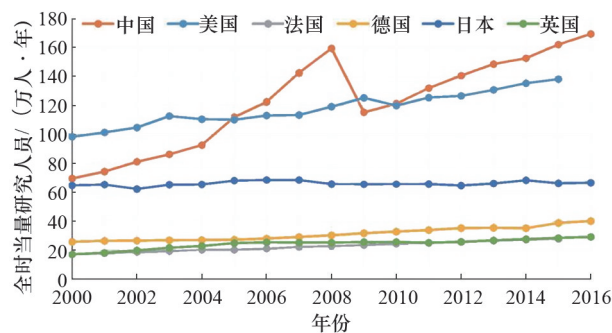


图5 2000—2016年中国及其他主要发达国家全时当量研究人员数量比较

2.3 高层次新型师资队伍组建有待完善

新时代,新思想新概念、新技术新知识指数式增长,如何吸纳创新型思想理念,推进“政产学研”协同创新,融合现代信息技术,升级传统教学方式方法,落实《关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》,培养出社会主义建设新型接班人,是现代师资队伍建设的方向。

当前,与欧美发达国家相比,中国在营造宽松科教氛围、提升科教人员福利待遇及工作保障方面仍存在较大欠缺,同时束缚科教研创新的体制机制有待突破,能源领域新兴方向的研教深度不够。聚焦能源转型关键性技术、煤炭安全高效开采、风光电综合利用、煤炭精细化工、互联网+智慧能源和国际能源合作等能源领域师资队伍有待培育建设。煤炭绿色智能开采、煤炭清洁高效燃烧、现代煤化工及高效利用、废弃矿井资源开发利用、碳捕获、利用与封存(CCUS)开发利用的基础及前沿科学战略研究和教学有待突破。同时,为满足未来能源领域高质量人才需求,现阶段师资队伍应进一步提升思想品质及业务技能,做到爱国情怀高深、专业知识过硬、前沿知识储备充足、国际视野开阔。

3 一流能源学科建设构想

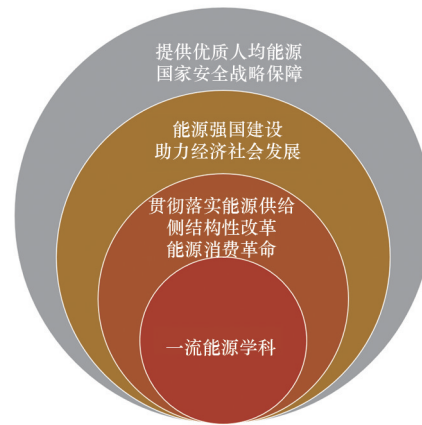
为高质量地保障民生基本需求和国家安全战略保障,解决能源开发利用转化中科学技术难题,统筹政府、科研院所、企业及市场资源,立足传统能

源学科优势和新能源学科特点,借力“新基建”动能,政产学研协同创新,人-财-物联动,发挥能源赋存区位优势,构建一流能源学科,培育应用型、科研型、综合型新时代能源领军人才、教研精英、技术

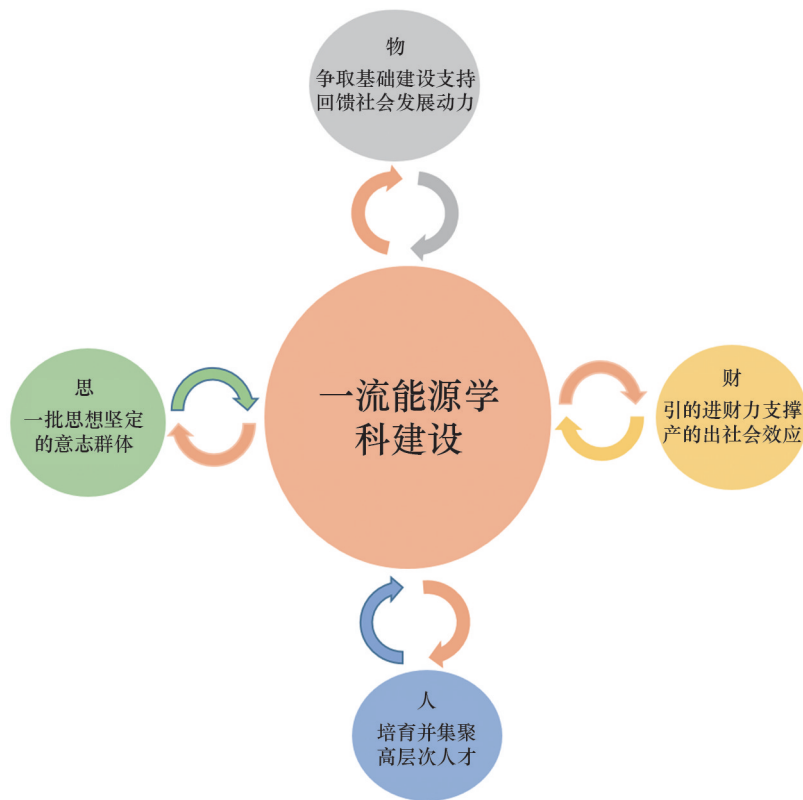
骨干,攻克“卡脖子”关键核心技术,服务经济社会发展,为能源行业发展提供技术支撑和人才保障(图6)。



(a) 能源学科建设支撑



(b) 能源学科建设服务



(c) 能源学科功能

图6 一流能源学科建设布局

4 一流能源学科建设建议

能源学科群建设应紧紧围绕国家重大战略需求和科学研究,体现国家意志,应对国际形势变化,结合国内情况,现阶段甚至今后较长时间内聚焦煤炭绿色智能开发、非常规特低渗油气开发、废弃矿井能源资源开发利用、“老、非、低、深、海”油气勘探开发、煤炭高效清洁燃烧、现代煤化工及高效利用、CCUS开发利用、煤基固废处理、抽水蓄能、空气压缩能、智慧电网、特高压输电等能源开发、转化、利用和处理,布局能源学科建设,强化基础学科建设,重点发展优势突出学科,学科交叉融合创建新型综合能源学科,优化师资队伍建设,完善综合评价标准,创新教研模式,创建新型科研教学平台,紧抓国际前沿,推动新时代能源学科高速、稳定、全方位发展。

4.1 发挥政府主导作用,优化能源学科布局

遵循能源赋存区位及能源开发特点,基于国家重大战略需求,政府协同科研院所、高校、企业,顶层设计新时代能源学科体系,谋划布局学科发展建设方向,革新传统能源学科体制机制,多学科交叉融合,拓宽学科纵向深度横向广度,“政产学研”协同创新,深度融合5G、互联网、物联网、人工智能、大数据、云计算等现代网络通信技术与信息处理技术,创建“互联网+科研+教学+社会服务”模式,壮大能源精英教研团队力量,开创高阶性、创新性和挑战度的“金课”,深化教研综合评价体系。深入贯彻习近平总书记“抓战略、抓规划、抓政策、抓服务”的指示精神,顺应能源学科多元多维度发展趋势,政府主导管理推动,形成多元参与、协同高效的建设创新治理格局,实现能源学科建设和管理的现代化。

4.2 强化学科内涵式建设,释放学科潜力

能源学科在科技产出和人才培养数量上取得重大进展和突破。能源学科应将培养和集聚高层次科技人才、攻关原创基础理论、及核心关键技术作为提升学科内涵式建设的关键。按照国家整体科学发展布局,优化能源学科结构和总体布局,加大对重点领域、重点地区的建设力度,实现原始创

新、集成创新,推动学科高质量发展,打造领军人物,培育精英人才、科技骨干,推动能源产业安全、高效、智能化发展。创建国家工程研究中心、国家重点实验室、国家工程实验室、国家地方联合工程研究中心等国家级科研创新平台,筹划成立协同创新组织,支撑一流能源学科建设。完善学科专业设置,创新培养机制和模式,培养高层次创新人才、高素质技能人才、高水平经营管理人才,培育工匠精神和企业家精神。加快建立以品德、能力和贡献为导向的人才、专业评价激励机制,在重大科技任务攻关中提升学科水平。

4.3 联动市场资源配置作用,推动科研成果转化

发挥市场资源配置作用,将提高质量和效益放在学科发展的重要地位,着力实施以质量和效益为重要考核指标的学科发展规划。探索建立以成果质量和实际贡献为导向,与能源开发利用发展规律、科技创新规律和人才成长规律相适应的学科评价体系。基于能源开发利用数字化、网络化、智能化、绿色化、清洁化目标,提升能源学科发展质量,以学科为主体,以科教项目为纽带,以产业创新联盟建设为载体,汇聚创新资源要素,形成推动基础理论攻关、关键核心技术突破、高层次人才培养的强大合力,加快产学研用一体化发展。加快建立主要由市场评价核心技术创新成果的机制,打破阻碍核心技术成果转化的瓶颈,使创新成果加快转化为现实生产力。形成以明晰产权为核心的成果转移转化机制,把科技成果转移、转化的效益评价置于提振能源产业、促进就业的国家利益和民生保障中。

5 结论

能源安全是国之命脉,民生之根本,处在“两个百年”的历史交汇点,梳理了能源学科发展现状,指出了能源学科在学科布局、内涵式发展及师资队伍构建方面面临的挑战。展望未来能源发展,提出了构建一流能源学科群构想,基于学科特点及发展规律,政府主导学科发展布局,积极推动教研体制机制革新,协同市场资源配置作用,汇聚一流能源人

才,攻克原创基础理论,突破“卡脖子”关键核心技术、培育时代能源精英。应对国际能源变动局势冲击,提升国家能源安全韧性。为实现能源强国建设,提供技术支撑和智力保障。

参考文献(References)

- [1] 徐晖. 砥砺前行 能源发展成就非凡[J]. 电器工业, 2019 (11): 1.
- [2] 袁亮. 煤炭精准开采科学构想[J]. 煤炭学报, 2017, 42 (1): 1-7.
- [3] 张来斌. 服务国家需求面向能源未来——建设石油石化学科领域世界一流研究型大学, 为行业发展提供人才支撑和智力支持[J]. 世界石油工业, 2017, 24(6): 10-13.
- [4] 吴永会. “双一流”战略背景下我国高等教育国际化发展反思[J]. 现代经济信息, 2019(21): 461.
- [5] 朱红艳, 李素美, 穆亚凤, 等. 国内外5所能源类高校科研竞争力评价分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2019(19): 113-115.
- [6] 国家自然科学基金委员会. 未来10年中国学科发展战略: 能源科学[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [7] 常建忠, 李桂平, 孟秀峰, 等. 山西省高校能源类学科建设现状、问题与对策研究[J]. 山西能源学院学报, 2019, 32(6): 21-23.
- [8] 白冰. 高等教育全球化对中国高校国际化的影响与促进——评《全球化进程中我国高等教育自主发展模式研究》[J]. 人民长江, 2020, 51(6): 226.
- [9] 滕冉. 新基建下智慧城市建设未来发展展望[J]. 软件和集成电路, 2020(7): 31-33.
- [10] 杜德斌, 段德忠, 夏启繁. 中美科技竞争力比较研究[J]. 世界地理研究, 2019, 28(4): 1-11.

Constructing a first-class energy discipline in the context of building an energy power country

ZHANG Tong, YUAN Liang

State Key Laboratory of Mining Response and Disaster Prevention and Control in Deep Coal Mines, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China

Abstract In view of the fourth industrial Revolution marked by the Internet of Things, the blockchain, the artificial intelligence, the 5G and the cloud computing, as the fundamental cornerstone of the high-quality economic and social development and the national security, it is necessary for the energy development and utilization to be closely integrated with a new round of scientific and technological achievements, with advantageous energy disciplines as the link to enable the efficient green development and the clean and efficient utilization of energy. This paper analyzes the energy production and consumption structure, the development status of the energy discipline, and the challenges faced by the discipline development, and puts forward the idea of creating a first-class energy discipline in combination with the future energy development. Following the principle of the "innovation-driven development", this paper puts forward some countermeasures and suggestions for the construction of energy discipline from the aspects of giving full play to the guiding role of the government, the construction of discipline connotation, and the role of resource allocation in the interconnected market.

Keywords energy discipline; discipline construction; first-class discipline ●



(责任编辑 刘志远)