

发展太阳燃料 推进生态文明

能源是人类社会发展的物质基础,燃料是最重要的能源。人类社会文明的每一次飞跃,都与能源变革直接相关。农耕社会,人类主要依靠收集自然植物等作为能源燃料。工业革命之后,煤炭、石油和天然气等化石资源逐渐成为全球主要能源来源,随着社会经济飞速发展其消耗总量急剧增长。长期、大量地使用化石资源,一方面由于其不可再生而导致资源逐渐枯竭;另一方面,化石资源使用过程中释放出大量温室气体——CO₂及污染物,导致全球气候变化、自然灾害频发以及大范围雾霾等极端天气的出现。日益恶化的生态环境严重威胁着人类生存和社会可持续发展,开发和利用可再生能源成为全人类的共识。

太阳能是最大的可再生能源,每年照射到陆地上的能量约 2.56×10^8 TW·h,是全球能量年消耗总量的1000倍以上。太阳能还是地球上其他众多可再生能源形式如生物质、风力、水力的本质来源。

1 太阳燃料及发展现状

利用人工光合成过程通过分解水和CO₂还原可以把太阳能转化并储存在氢气、甲醇等小分子燃料的化学键中,由此获得的氢气、甲醇等燃料化学品均可被称为“太阳燃料”。最近20年来,太阳燃料合成技术逐步从基础科学研究发展成为工业上可行的技术,有望从根本上改变能源和化工领域过度依赖化石资源的现状,进而解决人类目前面临的多种问题:能源安全、环境保护以及生态可持续发展。

与太阳燃料制备相关的科学研究获得世界广泛关注和重视。欧洲、美国和日本等发达国家将太阳燃料作为国家重要战



李灿,中国科学院大连化学物理研究所研究员,中国科学院院士,发展中国家科学院院士,欧洲人文和自然科学院外籍院士。主要研究方向为催化材料、催化反应和光谱表征、太阳能转化和利用等。

略布局给予长期重点支持,先后联合多个国家实验室及大学、企业和研究机构组织实施人工光合成重大专项研究。

目前,围绕太阳燃料制备的关键科学和技术问题,大体上形成了以下5个研究方向:(1)光催化分解水;(2)光电催化分解水;(3)CO₂资源转化;(4)电解水制氢;(5)太阳燃料合成工程化。

2 中国太阳燃料研究进展

中国是能源需求大国,研究和开发太阳能利用的科学技术尤为必要。近10年来,中国从事太阳能研究的人员队伍持续壮大,太阳能科学利用研究发展迅速,在太阳燃料的基础研究方面取得诸多创新性科研成果,例如发现和制备了多种高效光催化材料,在光催化分解水产氢量子效率和完全分解水量子效率等方面均保持世界纪录,并发展了时间空间分辨的光生电荷原位动态表征方法。中国科学家还尝试将这些

基础研究成果向工业化推进,并取得骄人的成绩。2018年,系统集成利用太阳光伏发电技术和具有自主知识产权的规模化高效碱性电解水制氢技术以及CO₂加氢制甲醇高效转化技术,在兰州新区启动了千吨级“液态太阳燃料合成”工业化示范工程,该工程于2020年1月试车成功,是全球首个直接将太阳燃料规模化合成的示范项目,对于中国乃至全球能源结构优化、CO₂减排和生态文明建设具有重要示范意义。

3 中国太阳燃料研究发展建议

太阳燃料作为太阳能的储能载体,未来可期。当前,中国太阳燃料的基础和应用研究都具有良好的发展态势,前景广阔。

1) 建议国家层面组织具有较强的化学、物理和材料等多学科背景的队伍,集中攻克人工光合成太阳燃料面临的关键科学问题,发展新材料、新体系、新理论以及工程关键技术等。

2) 着力培养一批高水平的人工光合成太阳能燃料研究人才,应对人工光合成领域激烈的国际竞争,开发具有中国自主知识产权的核心技术,确保中国在此领域占有领先地位。这对中国的国家安全、生态文明社会建设和社会经济可持续发展具有重要的战略意义。

3) 加大对可再生能源向化学能转化的研究,即大力推进太阳燃料、特别是液态太阳燃料的合成,解决中国液态燃料短缺的能源安全问题,大规模减排CO₂,助力完成2060年前碳中和,推进生态文明进程。

(中国科学院大连化学物理研究所,
大连 116023)