《中国科学》杂志社
SCIENCE CHINA PRESS

# 快速发展的微纳能源技术



**张跃**

教授，博士生导师，国家重大科学研究计划首席科学家和国家杰出青年科学基金获得者、享受国务院政府特殊津贴. 负责承担国家及省部级科研项目 40 余项，近 10 年发表 SCI 期刊论文 300 余篇，获省部级一等奖 7 项、二等奖 6 项. 担任国务院学位委员会材料科学与工程学科评议组成员、北京市新能源材料与纳米技术重点实验室主任，兼任中国体视学会等 4 个一级学会的副理事长或理事，*Journal of Nano Research* 等 9 种国际学术期刊的编委.

能源是人类社会可持续发展的最基本驱动力，也是人类赖以生存的重要物质基础. 随着传统化石能源日益枯竭，能源问题成为当前人类面临的主要难题之一. 从环境中实现水能、风能和太阳能等可再生清洁能源的高效利用是解决能源危机的有效途径. 随着纳米材料与纳米技术的进步，新型清洁能源利用技术得到高速发展，形成了以微纳技术为基础的新一代清洁能源技术与系统，即微纳能源，包括能量的收集、转换、存储与利用. 微纳能源技术的发展将推动清洁能源高效利用的革命性创新，促进相关器件和产业的技术升级，并且为解决当前能源危机提供了重要方案. 美国能源部已于 2012 年将发展微纳能源技术列入《支持重点方向指南》. 美国航空航天局《2015 技术路线图》将微纳能源技术作为未来 20 年发展所需的任务能力和技术要求. 中国《能源发展战略行动计划(2014~2020 年)》也将微纳新能源等列为九大重点创新领域之一. 国际上从事微纳能源研究团队越来越多，微纳能源产业的发展将引发新一轮的国际竞争.

纳米发电机、人工光合作用和新型太阳能电池等多种新型能量收集转换器件不断涌现；超级电容器、新型离子电池和储氢材料等能量存储器件快速发展；自驱动传感系统和应变增强 LED 发光效率等成果创新了能量的高效利用方式. 目前，纳米发电机的最高输出能量密度达到 500 $W/m^2$，总能量转换效率达到 85%. 采用纳米发电机网络结构收集海洋“蓝色能源”，1 万平方公里的输出电力相当于整个三峡大坝的输出功率. 在太阳能利用方面，钙钛矿太阳能电池的最高效率已经达到了 20.1%，而多节太阳能电池的效率最高达 46%. 科学家还通过在细菌表面制备半导体纳米颗粒，成功利用太阳能将 $CO_2$ 转化成化学能源，实现了半人工光合作用. 最新发展的高性能铝离子电池可实现 1 min 快速充电，而且具有安全廉价的优点，有望取代传统的锂离子电池. 基于纳米材料的超级电容器具有非常高的功率密度，达到 15 kW/kg，是电池的 10~100 倍，可实现快速充电. 基于微纳能源的自驱动传感技术在各个领域中得到广泛应用. 微纳能源研究已取得了显著进展，但目前仍面临着极大的挑战. 纳米发电机的输出电流小、总输出功率低，钙钛矿太阳能电池的稳定性差、超级电容器能量密度低等问题亟需解决. 器件能量输出的存储、调控和网络化运行，不同能源器件的匹配和复合设计也存在许多问题.

我国在微纳能源领域的研究一直走在世界前列，许多研究都取得了重要突破. 为了集中展现我国学者在本领域的研究成果，促进同行间学术交流，《科学通报》特此组织出版“微纳能源”专题. 本专题的内容涉及了纳米发电机、燃料电池、太阳能电池、超级电容器和自驱动系统等. 本专题的编辑出版得到了中国科学院纳米能源与系统研究所、北京大学、北京科技大学、苏州大学、兰州大学、暨南大学等单位相关研究组的大力支持，在此表示衷心的感谢. 希望通过本专题的出版，能使读者了解我国微纳能源研究的最新进展和动态，活跃本领域的交流与合作，并最终促进我国微纳能源研究的快速发展.

特邀编辑 张跃
北京科技大学材料科学与工程学院

© 2016《中国科学》杂志社