

北京纳米能源所发表蓝色能源新技术研究述评



蓝色能源梦想是网状联结数以百万计的可捕获低频海波能量的摩擦纳米发电机。插图是网络状虚拟结构图。右上角是设计的球形纳米发电机。

海洋是孕育人类的摇篮，也蕴藏着巨大的能量，理论上，海洋完全可以满足地球上所有的能源需求，并且不会对大气造成任何污染，是一种可持续永久解决世界能源需求的途径。目前，中国科学院北京纳米能源与系统研究所王中林团队正在致力于研究一种基于摩擦纳米发电技术的稳定实用的波浪能发电网络装置，该技术难题一旦攻破，将引发一场海浪发电技术革命，加快我国海洋新能源开发速度，对保障能源安全、环境保护和可持续发展有重大里程碑性贡献。这种“蓝色能源”技术是王中林2014年首次提出的。近日，他对国内外已有波浪能发电装置的发展和特点进行了分析，总结了摩擦纳米发电用于波浪能收集的技术和产业优势，指出了波浪能摩擦发电的关键问题和未来发展趋势，相关研究成果以述评的形式发表于2月9日最新一期的《自然》（DOI:10.1038/542159a）。

蓝色能源与传统绿色能源相比，拥有地理分布上的优势，海洋覆盖了地球70%的表面，全球约44%的人口都居住在距海岸线150千米的范围内，人类向大海索取资源已成为必然的趋势。海洋波浪能是指海洋表面波浪所具有的动能和势能，分成风浪、涌浪和近岸浪三种，具有能量密度高、分布面广等优点，据估计地球上海浪中蕴藏着的能量相当于90万亿千瓦时的电能。现今波浪能的利用形式是将大面积的波浪能加以吸收，并集中转换成机械能，再带动电磁发电机运转发电。作为目前世界上发展势头最快的海洋能源利用形式，美国、日本、英国、西班牙、瑞典、丹麦等海洋大国均十分重视波浪能研究，相继在海上建立了波浪发电装置，然而普遍存在发电功率小、发电不稳定、转换效率不高缺陷，特别是在小浪时，捕获波浪能效率不高。

利用海洋能发电这一重要研究领域一直进展缓慢，海洋波力发电开发之艰辛，困难重重，究其原因主要是已研制的波能量收集器是基于法拉第电磁感应定律的传统电磁发电机，其输出电压、电流都与机械能频率成正比，进而输出功率与机械能频率的平方成正比，故需稳定且较高的工作频率（ $>10\text{Hz}$ ）才能获得高效的输出，但海洋中的波浪、潮汐和洋流等，其运动频率均较低（ $0.1\sim 2\text{Hz}$ ），且海浪变幻无常，运动无规律，而这些磁铁和线圈只能采集水流的能量，方向性比较单一，而且这些装置必须安装在海边，不但影响景观而且收集效率非常低，并且无法收集深水区的能量，极大地制约了它的实际应用价值。同时，这种庞大而沉重的设备，制造成本高昂，使海洋能成为地球上最昂贵的一种能源形式。相比之下，2012年王中林首次发明的摩擦纳米发电机，在一个较宽的频率范围内，输出电流与机械能频率成正比，对于频率低于 5Hz 的海浪波动，摩擦纳米发电机的输出效率远高于电磁发电机，非常适用于收集蓝色能源，在缓慢流动和随机方向的波流条件下能够稳定输出功率。

王中林从新兴的利用人体运动摄取能量的技术中汲取灵感，使之应用于海洋水波发电。他领导的北京纳米能源所正在开发这样的设备，从心跳驱动的医用传感器到脚踏式摩擦地毯发电照明，从卫生保健到安全监测，从穿戴式和柔然纺织电子系统到环境的治理，摩擦纳米发电的各项创新应用正在越来越多地嵌入我们日常的生产生活之中。摩擦纳米发电机转化效率高，可将50%的能量从动能转化成电能，它是利用两种不同材料接触所产生的表面静电荷导致的随时间变化的电场来驱动电子的流动。制作这种大型网络的纳米发电机由众多摩擦发电球构成（见图），采用传统材料，

价格低廉，如聚四氟乙烯、橡胶、聚全氟乙丙烯等，适用于大规模生产和商业化。这种采集波浪能的纳米发电球在海水中浮动，其中一种电介质材料制成的球在另一个球体内滚动产生摩擦电荷。它可以高效灵敏地回收海洋中的动能资源，包括水的上下浮动、海浪、海流、海水的拍打。当海波带动其中的小球每秒晃动两至三次，即可产生大约1到10毫瓦的功率。这种发电网可以分布在远离海岸和航道的深水区，不会影响在近海边人们的生活和享乐等活动。理论测算，对于像山东省面积大小的这样一片海域，如果在10米深的水中布满这种发电的网格，其发出的电量可满足全世界的能源需求。如果这个蓝色能源梦得以实现，世界的能源格局都会发生根本的改变，人们依赖于石油和煤炭的化石能源就会变成历史。

当前，蓝色能量还处于实验室早期研发阶段，要想实现长时间可靠运行，还有许多关键技术问题有待解决，在水动力性能理论研究、模型试验、纳米发电结构设计等方面要进行大量的工作，并积累实践经验。如研究提高纳米发电材料的耐久性与抗腐蚀性；研究布线结构和传输抵御风暴及恶劣环境。同时要考虑规划蓝色能源发电网位置和大小，尽量减少对航运、海洋生物与生态的影响。海洋蓝色能源发电是一项系统工程，设立一个致力于蓝色能源的研究机构将大大加快发展这种清洁、可持续的能源技术的进程，同时，需要政府专项资金、政策支持和私人投资者、主要能源公司予以前期资金投入，在未实现大规模商业化开发之前，先行开发建设一批小型分布式波浪能发电或海岛微电网。

依托海洋技术，实施“蓝色能源”战略，既可节约常规能源，减轻环境污染，又能改善能源结构，这种“蓝色能源”有着巨大的优越性，终将超越“绿色能源”，成为比太阳能板和风力涡轮机更便宜、更可靠、更稳定、不依赖于天气与昼夜变化的可持续能源，同时可与其它可再生能源发电混合补充，保证入网能源的总量供给。蓝色能源和摩擦纳米发电机是王中林团队原创的发现和发明，他们十五年来一直专注于微纳能源，这种纳米能源也可以影响到大能源。如果蓝色能源梦想得以实现，将造福千秋万代。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/104239.html>