

## 纳米发电机评判标准问世

近日，由中国科学院北京纳米能源与系统研究所和美国佐治亚理工学院共同参与的科研团队在纳米能源所首席科学家、中国科学院外籍院士王中林带领下，定义了摩擦纳米发电机的品质因数作为其标准，并对发电机的结构品质因数和材料品质因数分别进行了模拟计算和实验测量。

该研究为摩擦纳米发电机的进一步应用和工业化奠定了基础。相关研究成果以Standards and Figure-of-Merits for Quantifying the Performance of Triboelectric Nanogenerators 为题在线刊登于《自然·通讯》期刊。

摩擦起电效应，是两种不同材料经过相互摩擦而使其接触表面带电的现象，是自然界中最常见的现象之一。王中林领导的研究团队于2012年首次成功地研发出用有机材料制作的摩擦纳米发电机，原创性地利用摩擦起电和静电感应的耦合效应将机械能转化成电能，并在近年来陆续展示了该类器件的各种基本工作模式和其适用于各种机械运动的能力。

然而，基于多种模式多种结构的该类发电机还没有一个统一标准来评价发电机的输出能力，各种发电机之间也无法进行比较。相比之下，其它的能量转换器件都有自己标准，例如热机的卡诺效率、太阳能电池的能量转换效率、热电材料的ZT因子等等。评价标准的缺乏会极大地制约该发电机的发展和应用。

摩擦纳米发电机自发明以来，其输出性能已经为实验和理论所证明。然而，由于此发电机的输出与外界机械能输入以及外接负载都有很大关系，如何评价发电机的品质一直是一个难题。而目前对于发电人们主要关注其平均输出功率和能量转换效率。由誉云龙、牛思淼等组成的团队，在王中林的指导下，从摩擦纳米发电机的电压V-电极间转移电荷量Q曲线出发，对于发电机每周期输出能量进行了研究，并且首次提出了摩擦纳米发电机的最大能量输出循环。

基于此循环，参考了发电机平均输出功率和能量转换效率的定义，研究人员提出了发电机的性能品质因数作为评价发电机的标准，其中包括一个与发电机设计相关的结构品质因数和等于表面电荷密度平方的材料品质因数。为了表征和比较不同结构的摩擦纳米发电机，研究人员通过解析式计算和有限元模拟得出了摩擦纳米发电机的结构品质因数，并对不同模式和结构的纳米发电机进行了比较。该团队还提供一种标准方法来表征材料品质因数，采用液态金属较为准确测量了摩擦层材料的表面电荷密度并计算了相关的材料品质因数。

对于该研究，同行业的专家给出了很高的评价。文章中所提出的一系列标准、模拟与实验的手段、理论和实验的结果对于摩擦纳米发电机来说都属于革命性的突破。首先，研究者所定义的品质因数作为摩擦纳米发电机的可信的标准，实现了定量评价该发电机和比较不同发电机性能的方法。其次，文章中对结构品质因数的模拟成为了摩擦纳米发电机结构进一步优化的依据。最后，文章中所提出来的通过液态金属（液态镓及其合金等）对摩擦表面电荷密度的测量为材料摩擦性能的量化提供了依据。此外，该研究中还体现了许多科学上和技术上的创新点。

首先，文章中所使用的通过发电机的V-Q曲线来研究摩擦纳米发电机输出性能的研究手段将成为研究该发电机的有效工具。其次，通过该V-Q曲线，研究人员所提出的具有最大可能输出的循环为将来设计和优化该发电机的输出循环提供了标杆；和其它能量转换器件（如热机）不同的是，这个具有最大输出的循环是可以通过实验来实现的。最后，该研究还为从结构上和材料上评价摩擦纳米发电机提供了标准方法。因此，该研究对于摩擦纳米发电机的发展和应用具有重大意义，并将为推动摩擦纳米发电机的工业化生产奠定基础。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/83664.html>