

离子精确“装订”石墨烯膜可用于离子筛分和海水淡化

精确控制（氧化）石墨烯膜的层间距，达到十分之一纳米精度，是其在水处理、离子/分子分离以及电池/电容等应用的关键。近日，中国科学院上海应用物理研究所方海平团队、上海大学吴明红团队、南京工业大学金万勤团队和浙江农林大学学者合作，提出并实现了用水合离子自身精确控制石墨烯膜的层间距，展示了其出色的离子筛分和海水淡化性能，并用理论计算、上海光源的X射线小角散射（BL16B1）和精细吸收谱（BL14W1）实验阐明了机理，相关论文发表在Nature上。

对像纸一样的石墨烯纳米片，要精确“装订”成石墨烯膜，保证其层间距固定并精确到十分之一纳米这么小的尺度，其困难可想而知。更具挑战的是，石墨烯膜在水溶液中会发生溶胀导致分离性能严重衰减。研究人员曾利用纳米技术操控、膜间修饰小分子等技术做了诸多努力但仍不能如愿。方海平团队在水合离子与芳香环结构上 π 电子相互作用的系列工作的基础上，提出了溶液中离子本身可以有效控制（氧化）石墨烯膜的层间距，并进行了相应的理论模拟计算加以验证。他们还利用上海光源的X射线小角散射（BL16B1）、精细吸收谱（BL14W1）以及紫外等表征手段，证明了离子与石墨烯片层内芳香环结构之间存在水合离子- π 相互作用。这样的作用像“桥墩”一样支撑石墨烯片层，精确控制了石墨烯膜的层间距，不同大小的水合离子相当于不同大小的“桥墩”，对应不同的层间距。吴明红团队在方海平等协助下通过实验，实现并观测到石墨烯膜与不同的离子溶液作用后确有特定的层间距，间距可小到一纳米左右，不同离子对应的间距差异小于十分之一纳米；当石墨烯膜与水合直径小的离子溶液结合后，具有更大水合直径的离子难以进入石墨烯膜。因此，通过离子选择可以实现对石墨烯膜的层间距达十分之一纳米的精确控制。金万勤团队在方海平团队理论模型的基础上，设计制备了一系列水合离子控制的多孔陶瓷支撑的石墨烯复合膜，从实验上实现了不同离子间的精确筛分；对具有最小水合直径的钾离子，由于钾离子的水合层较弱，进入石墨烯膜后水合层发生形变，导致特别小的层间距。经过钾离子溶液浸泡的石墨烯膜能阻止水合钾离子自身的进入，有效截留盐溶液中包括钾离子本身在内的所有离子，还能维持水分子通过，实现一边是离子溶液一边是纯水的水处理效果。研究团队申请了相应的国内和PCT专利。

研究工作得到了国家自然科学基金委、中科院、科技部、上海光源以及上海超算中心、中科院北京超算中心和广州超算中心的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/115228.html>