

设计,JUNO将同时面向太阳、超新星、大气与地球等多源中微子。超新星爆发时中微子会先于光子逃逸,提前数小时发出“预警”,为全球望远镜抢先观测争取窗口。太阳中微子也用于校验恒星能量产生机制。地球中微子还可以用于估算地幔、地壳放射性元素贡献的放射性生热功率,帮助约束地球内部热演化模型。

当前,国际中微子研究形成“三极格局”,JUNO与美国DUNE、日本Hyper-K实验各有侧重又相互补充。中国在这一领域的深耕,从2012年大亚湾中微子实验发现第3种振荡模式,到JUNO引领精确测量时代,标志着从“跟跑”向“领跑”的跨越。

(综合中国科学院高能物理研究所官网、人民网、arXiv、ScienceDaily)

二次有机气溶胶在冬季重污染阶段更为突出

2025年8月28日,《Science》刊登中国科学院地球环境研究所黄汝锦研究员等国内外学者的综述文章,指出中国城市大气呈现

出全球少见的“独特化学区”:以往由直接排放主导的高颗粒污染过程,正被二次气溶胶(尤其是二次有机气溶胶,简称SOA)所取代,且这一变化在冬季重污染阶段尤为突出。文章系统梳理了中国城市SOA的人为源前体主导、形成机理多通道并行,以及多污染物—多相过程共同控制的证据,并给出未来研究与治理方向。

这一判断与近年的观测和模拟相吻合。自2013年大气治理加严以来,直接排放显著下降:31个省会城市的 $PM_{2.5}$ 浓度普遍下降34%至71%,北京年均浓度从近 $90\mu g/m^3$ 降至 $32\mu g/m^3$,堪称全球少见的减排成效,但冬季雾霾中SOA的相对贡献快速上升,以华北典型城市石家庄为例,冬季有机组分中SOA占比由2014年的27%提升至2024年的87%;模型观测比对显示,高湿条件下的液相/多相转化与区域输送,是弥合SOA“生成缺口”的关键机制。上述证据共同表明,中国城市冬季的强氧化环境+高含水气溶胶,正在放大SOA的生成与积累。

研究团队呼吁,未来的治理策略必须把 $PM_{2.5}$ 与臭氧放在一起考虑,优先削减同时推动二者生成的氮氧化物和关键VOCs,并识别不同季节和地区中“高产SOA、高产臭氧”的前体物类型。同时,大气模型也需要引入液相反应、夜间自由基

化学以及颗粒表界面反应等新机制,以更准确地预测污染过程。

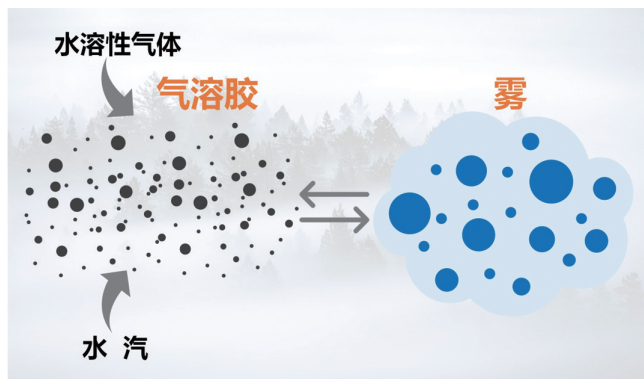
(综合《Science》《Nature》)

带电孔壁驱动离子脱水与选择透过

水处理、能源转化和生物医药等领域对高效分离膜的需求日益迫切。无论是海水淡化、电池隔膜,还是人工离子通道,核心都依赖于纳米孔膜对特定离子的精准筛选。科学界长期以来将这种选择性理解为几何作用:水合离子被紧紧包裹在水分子外衣之中,能否通过孔道主要取决于“身体尺寸”与孔径是否匹配。然而,随着纳米孔尺度越来越小,这一解释逐渐显得不足,因为实际观测到的选择性规律往往无法用几何大小简单说明。

2025年8月29日,清华大学环境学院与中国科学院生态环境研究中心的研究团队联合以色列理工学院在《Science Advances》报道了一种全新的机制。他们发现,当带电的纳米孔壁与水合离子相互作用时,局部电场会强烈扰动离子周围的水分子结构,迫使部分水分子脱离,形成所谓的“静电驱动脱水”。在这一过程中,离子的有效半径和能垒发生改变,即使孔径大于水合离子的平均尺寸,离子能否顺利通过仍然取决于电场剥离水分子的能力。这一发现意味着,纳米膜不只是“筛子”,更像是能主动调控的“闸门”。

研究团队结合分子动力学模拟和实验测试,揭示了不同离子



气溶胶-雾相互作用导致二次有机气溶胶的爆发式增长

(图片来源:中国科学院大气物理研究所)