



长江旗舰物种江豚在湖北省宜昌段的长江水中嬉戏
(图片来源:新华网)

一步确证了全面禁渔是驱动长江鱼类资源初期恢复的主要和直接的因素,其他压力因子的缓解及水质的提升起到了协同贡献作用。

研究结果显示,流域尺度的系统性生态保护措施——以长江“十年禁渔”为代表——结合多源压力因子的综合治理,可显著促进大型河流生物多样性的恢复,并为全球河流生态修复提供重要科学参考和中国实践经验。

研究人员表示,当前的观测数据显示出长江水生态恢复的积极态势,但其长期生态系统多样性、完整性、稳定性及持续性仍需持续监测与科学验证。未来需在进一步巩固禁渔成效的基础上,系统推进栖息地修复、水文连通性恢复、消减其他压力等综合治理措施。

(综合:《Science》、中国科学院水生生物研究所)

电合成氨实现“从空气到化肥”新路径

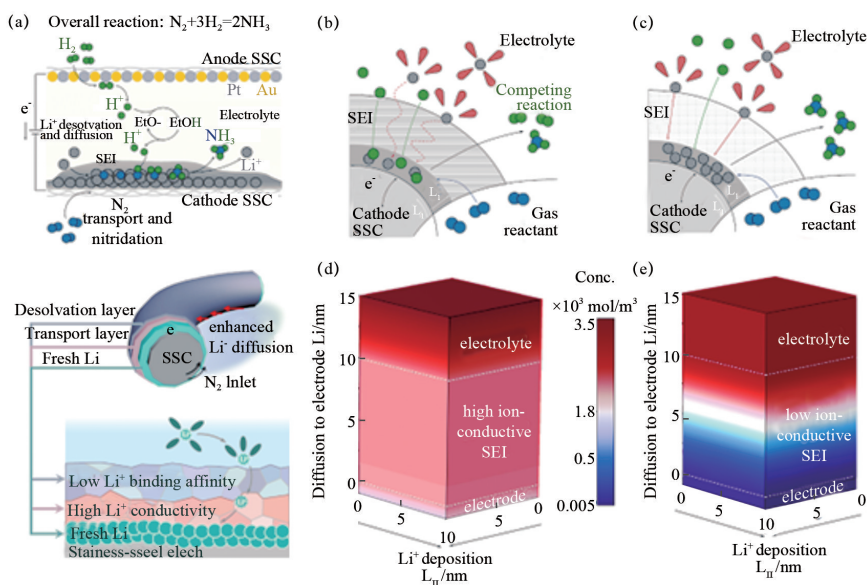
合成氨技术被誉为“从空气中制造面包”的奇迹,养活了全球近 1/2 的人口。然而,这一传统工

艺也带来了巨大的碳排放与能耗。上海交通大学李俊团队联合苏州大学程涛团队,首次报道了在常温常压连续流条件下稳定地电合成氨:在 $100 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ 电流密度下达到 98% 法拉第效率与 21% 能量效率。2026 年 2 月 12 日,相关研究成果发表于《Science》。

诞生于 20 世纪初的哈伯-博施法(Haber-Bosch),至今仍主导着全球合成氨工业。其核心在于利用高温($400 \sim 500^\circ\text{C}$)和高压

($10 \sim 30 \text{ MPa}$)强行打破氮气(N_2)分子间极其坚固的氮氮三键。这一过程每年消耗全球约 1.3% 的能源,贡献全球约 1% 的 CO_2 排放。为实现绿色合成氨,科学家曾寄希望于水相电催化。然而,由于氢析出反应(HER)的强烈竞争,水相体系中的氮气还原效率极低,难以满足实际应用需求。

近年来,以非水溶剂为基础的“锂介导”策略(Li-NRR)成为唯一被严格证实能在常温常压下高效固氮的途径。其基本原理是利用电化学沉积出的极活泼的金属锂,直接切断氮氮三键生成氮化锂(Li_3N),随后在质子源的作用下释放出氨气(NH_3)。尽管 Li-NRR 前景广阔,但它面临着一个致命的技术瓶颈:固体电解质界面(SEI)的离子传导率极低。在传统电解体系中,一旦电流密度超过 $8 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$,SEI 层就会因为锂离子的耗尽而导致反应界面急



锂介导氮气电还原体系及其不同 SEI 膜的离子传输模型
(图片来源:上海交通大学变革性分子前沿科学中心)

剧收缩,系统随即崩溃。这使得连续化、规模化生产成为空谈。

李俊团队的破局之道在于材料设计的底层创新:团队摒弃了传统单一结构的界面,创新性地设计了一种由LiF外层、 Li_2CO_3 离子传导中层与 Li_3N 界面内层精准组装的混合SEI结构。外层材料具有低离子结合能,大幅降低了锂离子去溶剂化的能垒;中间层强调高离子电导与三维渗透网络,服务于快速扩散;靠电极侧的外层则更接近反应活性界面,为氮还原提供更合适的局部化学环境。该设计成功将锂离子通量提升2个数量级,在连续流反应体系中实现了 $100\text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ 的工业级电流密度下稳定运行50 h,能量效率从高压间歇式电解池的3%飞跃至21%。

该工作在实验上证明了,摆脱庞大的集中式化工厂,利用风电、光伏等间歇性可再生能源,在常温常压下进行分布式“绿氨”生产是完全可行的。不过该技术路径存在理论能量效率上限——28%,因为锂沉积需要极负电位带来巨大的等效过电位;而美国能源部相关项目常引用的最低目标能效在60%量级,哈柏-博施法则可在约75%效率附近运行。未来,更现实的落地路径可能不是立刻替代大型哈柏-博施工艺,而是在电力富余或孤网场景下做“本地化、小规模、可启停”的制氮单元,为化肥供应链末端、偏远地区化学品保障或特定工业用氮提供补充。

(综合:《Science》、上海交通大学、《文汇报》)

长寿命量子纠缠支撑百公里级绝对安全通信

在信息安全领域,如何实现“绝对安全”的通信一直是人类的终极梦想。中国科学技术大学潘建伟团队及其合作者在国际上首次构建出可扩展量子中继的基本模块,并成功将设备无关量子密钥分发(device-independent quantum key distribution, DI-QKD)的传输距离首次突破百公里大关。2026年2月3日和6日,相关研究成果分别发表于《Nature》和《Science》。

标准的量子密钥分发(quantum key distribution, QKD)基于量子力学基本原理(如海森堡测不准原理),在理论上能提供无条件安全的通信。然而,在现实应用中,设备的物理缺陷(如单光子探测器的漏洞)往往会被黑客利用,发动诸如“致盲攻击”等侧信道攻击,导致安全防线崩溃。为了彻底封堵设备漏洞,科学家提出了DI-QKD,核心思想建立在贝尔定理之上——只要通信双方的测量结果能够违背贝尔不等式,即

使使用的是由黑客制造的、完全不可信的设备,生成的密钥依然是绝对安全的。

尽管DI-QKD是理论上的“圣杯”,但它对信道损耗极其敏感。光子在光纤中传输时会发生指数级衰减,而传统的经典信号放大器又无法对量子信号进行复制(受限于量子不可克隆定理),因此以往的DI-QKD实验往往被限制数米至数百米范围。

唯一的破局之道,就是构建量子中继(quantum repeater)。其核心思想是把长距离光纤拆成若干“基本链路”,先在相邻节点间建立纠缠,再在中间节点做纠缠交换把纠缠“接起来”。但是,近30年来始终未能解决的一项重大技术难题是:相邻链路的纠缠往往退相干得比“下一条纠缠建立成功”更快,导致交换无法稳定串联。

针对这一难题,研究团队通过发展长寿命囚禁离子量子存储器、高效率离子-光子通信接口及高保真度单光子纠缠协议,在国际上首次实现长寿命量子纠缠。纠缠寿命达到550 ms,显著超过纠缠建立所需的450 ms,从而成



2个离子(原子)通过百公里光纤建立了确定性的纠缠

(图片来源:中国科学技术大学官网)