

全钒液流电池：储能新星，还是高密度城市的“生态炸弹”？

在全球能源结构转型和“双碳”目标驱动下，新型储能技术扮演着日益关键的角色。其中，全钒液流电池(Vanadium Redox Flow Battery, VRFB)凭借其在安全性高、循环寿命长、扩容性强以及全生命周期成本相对较低等方面的独特优势，被视为储能领域，特别是长时储能应用的潜力股。东吴证券在2022年的研究报告《安全稳定、寿命长，钒电池长时储能空间广阔》中指出，全钒液流电池能够有效弥补锂电池在安全方面的不足，并在电网调峰、可再生能源消纳等方面展现出广阔的应用前景。值得注意的是，麦肯锡公司曾预测，至2025年全球长时储能(8小时以上)累计装机量将达到30-40GW，而到2040年这一数字将激增至1.5-2.5TWh，为钒电池等长时储能技术提供了巨大的市场空间。

全钒液流电池的核心奥秘在于其电解液中的钒元素。钒是一种重要的工业金属，其氧化物-特别是五氧化二钒(V_2O_5)，是制备钒电解液的关键前体材料。电池通过钒离子在不同价态间的转换(如 V^{2+}/V^{3+} 与 VO_2^{+}/VO^{2+})实现电能的储存与释放。然而，正如任何技术都具有两面性，全钒液流电池在展现其储能优势的同时，其核心材料五氧化二钒及含有强酸的电解液，也带来了不容忽视的环境与健康风险。五氧化二钒本身被列为高毒化学品，对人体多个系统具有潜在危害；而电解液一旦泄漏，其强酸性和含钒特性可能对土壤、水体造成严重污染。

本文的核心议题正源于此：当上海这样一座人口高度密集、土地资源稀缺、且拥有众多环境敏感区(如饮用水源保护区、生态保护红线区等)的国际化超大都市，计划或考虑部署如50MWh规模的大型全钒液流电池储能设施时，其潜在的环境污染风险(尤其是对土壤、水体的长期影响)和对公众健康的威胁是否得到了透彻的认知与科学的评估？相关的风险防范和应急管理措施是否足以应对最坏情况？公众与决策者对此类项目在城市核心区域或敏感区域周边的安全性，理应持有审慎的质疑态度，并进行深入的探讨。

全钒液流电池作为一种具有潜力的新型储能技术，无疑为解决能源转型挑战、构建新型电力系统提供了新的可能。其在长时储能、电网调峰等方面的优势值得肯定。然而，任何技术的推广应用，都不能忽视其可能伴随的环境与健康风险，尤其是在上海这样环境容量相对有限、人口高度集聚、安全风险承受能力要求极高的国际化超大都市。

本文通过系统梳理，揭示了全钒液流电池产业链中核心物质五氧化二钒(V_2O_5)的固有高毒性，其对人体呼吸系统、皮肤、眼睛乃至肾脏等多个器官均可造成严重损害，且具有潜在的遗传毒性、致癌性和生殖毒性风险。更进一步，分析了从钒矿开采、 V_2O_5 生产，到储能系统制造、建设、运行(特别是电解液泄漏和火灾爆炸风险)、维护、乃至最终报废回收的全生命周期中，各个环节均可能产生的环境污染问题，尤其是泄漏的含钒强酸电解液对土壤和水体的严重污染潜力。

当我们将这些潜在风险置于上海的特定背景下进行考量时，其严峻性被急剧放大。上海极高的人口密度意味着任何事故的受影响人群基数庞大；密集的饮用水水源保护区、生态保护红线区等环境敏感区域，使得选址的难度和风险控制的复杂度空前提高；而城市特有的水网体系、高地下水位等因素，则可能加速污染物的迁移扩散。——一个50MWh规模的全钒液流电池项目，其数百吨 V_2O_5 (以电解液形式存在)的体量本身就是一个不容忽视的风险源。

因此，本文对在上海大规模部署此类设施提出以下核心质疑：

1. 风险认知是否全面深入？对于五氧化二钒的全部毒性谱(特别是慢性、远期健康效应)以及全钒液流电池全生命周期环境足迹的认知，是否已达到支撑在超大城市进行大规模安全应用的科学深度？
2. 技术与管理是否成熟到“无忧推广”？现有电解液配方、储罐材料与密封技术、泄漏监测与预防技术、以及日常运维管理水平和应急处置能力，是否真正达到了能够确保在上海这样复杂环境中安全、可靠、长期运行，且无重大后顾之忧的成熟度？
3. 环评与决策是否真正负责？相关的环境影响评价是否真正做到了“预防为主、科学评估、公众参与、风险可控”？选址决策是否充分考虑了最坏情景下的环境代价和社会成本？公众对健康的深切忧虑是否得到了充分尊重和有效回应？

我们的立场是明确的：对在上海规划和部署包括50MWh在内的大型全钒液流电池项目，必须采取最为审慎的态度和最为严格的标准。技术进步与产业发展，绝不能以牺牲城市的生态安全和市民的健康福祉为代价。

展望未来，上海在推动储能产业创新发展，助力能源结构优化的同时，更应在全球城市环境治理和风险防控领域率先垂范。这要求上海不仅要关注储能技术的经济效益和技术指标，更要投入巨大精力，建立健全一套针对此类(及其他)新型储能设施的超前性、系统性、精细化、全链条的环境风险防控与应急管理体系。这包括但不限于：制定更严

格的地方性选址与安全标准；强化风险评估的深度与独立性；提升智能化监测预警水平；构建专业化、实战化的应急响应能力；并确保项目全过程的公开透明与实质性的公众参与。

在相关的环境健康风险得到充分认知、科学评估、并能以现有技术和管理手段有效控制在社会可接受水平之前，对于在上海这样特殊城市大规模部署全钒液流电池等具有相似风险特性的储能设施，应保持高度的克制。同时，应持续鼓励和投入研发更为安全、更为环保、资源依赖性更低的储能技术或对现有技术的改进方案，真正实现能源转型与城市可持续发展、高品质生活的和谐统一，坚守上海的生态环境底线与市民健康底线。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/228729.html>