

液流电池行业研究之（二）液流电池：长时储能的有力竞争者

一、电池结构决定液流电池独特特点

液流电池是二次蓄电池的一种，与传统蓄电池相比，液流电池具有以下特点：

01输出功率和储能容量相互独立

液流电池的活性物质是储存在外部储罐中的液体电解质，与电极材料分离，通过循环泵在电堆内外流动，充、放电过程中无相变，电池输出功率取决于电极的面积，储能容量取决于溶液的体积。因此需要在提高输出功率时增加电堆数目即可，通过增加电解质的量或提高电解质浓度即可达到增加储能容量的目的。

而传统的二次电池活性物质与其电极材料一般是一体的，封存在电池壳体内部，正、负电极间的隔膜采用多孔膜，且充、放电过程中一般有相变化或形貌改变，电池输出功率固定后，其储能容量也相应固定。

02充放电过程不涉及物相变化

双液流电池储能活性物质均为液态，充放电过程中只有价态变化，不涉及无相变化，避免了传统电池因相变化及枝晶的生成而发生电池短路、活性物质性能下降问题。

03储存寿命长

液流电池的活性物质溶解于电解液中，当电池不使用时密封存放于不同的电解液储罐中，没有普通电池的自放电问题。

04本征安全

传统液流电池的电解液为水溶液，不存在着火爆炸的风险，安全性较好。作为液流电池的一种，当前商业化进度最为靠前的全钒液流电池也具有安全性高、储能规模大、充放电循环寿命长、电解液可循环利用、生命周期中性价比高、环境友好等优点。缺点主要是系统组成复杂、能量密度较低。

二、液流电池与锂电适用场景具有重大差异

01能量密度显著低于锂电

全钒液流电池的能量密度为 12-40W/kg，而锂电中能量密度较低的钛酸锂电池能量密度达到 60-100W/kg，如果将全钒液流电池能源密度以 30W/kg 计算，钛酸锂能量密度是全钒液流电池的 2~3 倍。

这决定了全钒液流电池在对能量密度有要求的 3C 电子和电动车领域并不适用，该领域需求更适宜由锂电池等高能量密度的电池来满足。

02循环寿命远高于锂电

在储能领域，尤其是储能需求量较大较长的长时储能领域，能量密度并不是考虑的首要因素，而是要考虑循环寿命、安全性、可靠性等。从循环次数来看，全钒液流电池循环次数大于 1 万次，而锂电池中的磷酸铁锂电池和三元锂电池循环次数中值分别为 6000 次和 3000 次，远低于全钒液流电池。

03本征安全，不会热失控和燃烧爆炸

安全性上来讲，锂电池等摇椅电池由正极材料、负极材料、电解液和隔膜组成，主要依靠金属离子在两个电极之间的充放电往返嵌入和脱嵌工作。

电池一般采用含有锂、钠、钾元素的材料作为正极材料，但有些材料化学稳定性和热稳定性较差，在过充、撞击、

短路过程中很容易引发火灾及爆炸事故。

而钒电池的电解液为水基环境，本身不可燃，不会像锂电那样发生热失控或燃烧爆炸，电解液循环流动，散热速率快，能够有效降低电池内部温度，避免过热损伤。活性物质是不同价态的钒离子，反应温和，即使正负极电解液直接互混，也不会产生剧烈的化学反应或温度升高。

三、全钒液流电池产业链初步形成

目前钒电池产业链可以划分为上游原材料、中游电池制造、下游应用。上游原材料主要包括五氧化二钒、硫酸、电极、双极板、离子传导膜以及其他零部件。中游电池制造环节首先将原材料加工成电解液、电堆等核心零部件，并进一步集成为电池系统；钒全液流电池的下游应用是储能，包括在发电侧、电网侧、用电侧。

01上游：钒资源存在广泛，中国产量占全球七成

根据美国国家地质局（USGS），2022 年全球钒元素资源储量达到 2556 万吨，其中中国储量占比最高，为 37%。产量上，2022 年全球五氧化二钒产量约 10 万吨，中国占 7 万吨，是最主要的产钒国。

钒资源主要利用酸浸碱溶、钠化焙烧、直接焙烧和钙化焙烧等提钒技术提取，五氧化二钒及其他氧化物（如三氧化二钒）是冶炼阶段的主要产物，之后再通过物理法、化学法或电解法制得电解液。目前 1kWh 电解液大约使用 8-9 公斤五氧化二钒，1Gwh 全钒液流电池约使用 0.8~0.9 万吨，约当前年度全球产量的 10%。因此，如果全钒液流电池未来有所放量，上游钒资源需求将会持续扩大。

02中游：电解液制造与电堆集成是核心环节

钒电池产业链的中游制造环节主要涉及电解液生产、电堆装配和系统集成。中游制造集成厂商通过采购上游原材料，制备电解液，同时对电堆进行集成，最后再对系统进行集成。其中电解液的纯度和配方、电堆集成的技术水平决定了各家厂商的竞争力。

电解液中的杂质离子及含量主要取决于原材料及生产工艺，包括稳定剂在内的电解液配方对电解液产品的性能也有很大影响。电堆集成技术壁垒的关键在于定位和装配压力均匀性。

03下游：发电侧/电网侧应用是主流方向

全钒液流电池储能时间超过 4 小时，按照通常理解，属于长时间储能。长时储能可在发电侧、电网侧、用户侧均能够有所应用，典型应用场景包括高风光发电比例下的能量管理、约束管理、孤岛运行、备用与黑启动、工商业应用电表后储能。

1.发电侧长时储能需求正在酝酿

国家发改委、能源局于 2021 年 8 月发布了《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》，提出超过电网企业保障性并网以外的规模初期按照功率 15% 的挂钩比例（时长 4h 以上）配建调峰能力，按照 20% 以上挂钩比例进行配建的优先并。

2.电网侧长时储能需求因电网稳定而较少

电网侧，液流电源主要部署场景在于区域性电网、微网稳定性、覆盖范围，抽蓄、压缩空气电站建设资源等方面，通过部署 4 小时以上储能电站提高整个电网系统的稳定性。

3.用户侧长时储能需求主要来自峰谷套利

用户侧，峰谷套利是能够获得盈利的储能应用方向，其商业模式也比较明晰。长期来看，随着新能源发电占比越来越高，该方向或将成为液流电池的重要应用和发展方向。

四、全钒液流电池技术已在多种场景下实现验证

01发电侧

以大联融科参与的国电龙源卧牛石 5MW/10MWh 全钒液流电池储能应用示范电站为例，该项目于 2012 年 12 月并网运行，并于 2013 年 5 月通过验收，所有指标都达到了设计要求，系统已无故障运行超十年，系全球范围内迄今运行时间最长的兆瓦级全钒液流电池系统

该项目实现了包括平滑输出、提高风电场跟踪计划发电能力、暂态有功出力紧急响应和暂态电压紧急支撑、调峰调频等功能，充分验证了全钒液流电池对于风电波动控制、计划发电能力和响应电网服务的功能。

02电网侧

辽宁大连液流电池储能调峰电站一期工程于 2022 年 10 月正式并网。该项目规模为 200MW/800MWh，一期工程 100MW/400MWh。

该项目定位参与电网调峰、可再生能源接入、紧急电源及黑启动。除削峰填谷之外，调峰电站也可以在发生极端情况，电网与外部电源全部中断的情况下，为政府、医院、电视台等重要部门和单位提供超过 4 小时以上电能，也可以为附近的北海热电厂提供黑启动电源。

03用户侧

用户侧储能两个比较典型的商业模式，一个是在去年投运的浙江湖州精工机械工厂内建设的储能项目，基于浙江峰谷电价差，该项目每天已经可以实现两充两放，因此每个月的峰谷套利已经达到了50万元左右。

另外还有宁德时代投建的光储充检一体化充电站项目，2022年10月，宁德锂电小镇光储充检智能超充站建成投入运营，场站总占地面积约2100m²，充电站搭载1套630kw/618kwh液冷储能系统和1套400kW-412kWh液冷储能系统，配备20台160-180kW高功率充电桩，是全国首座采用标准化设计的光储充检智能超充站。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/207596.html>