

内容目录

第一章 前言	2
第二章 2023-2028 年钒电池市场前景及趋势预测	3
第一节 后来者居上，国内钒电池产业化进程加速	3
一、钒电池行业已步入产业化推广阶段	3
二、技术日益成熟，国内钒电池项目加速落地	3
第二节 电化学储能路线之争：安全为核，钒电池“错位 竞争”优势显著	3
一、优势：本征安全，边际成本随储能时长递减	4
二、劣势：定位长时储能市场，钒电池“避短扬长”	6
三、乘政策东风，高安全性的钒电池发展适逢其时	7
第三节 长时储能路线之争：灵活适用源网荷各侧，综合优势突出	8
一、可再生能源发展叠加政策推动，长时储能大势所趋	8
二、钒电池 vs 其他长时储能路线：有望率先对抽蓄形成替代	10
三、渗透率加速提升，2025 年钒电池需求量预计达 13.1GWh	16
第四节 钒电池产业链：上游资源及电解液制造端布局企 业众多，电堆环节国产替代加速 ..	17
一、产业链基本形成，市场需求待释放	17
（1）钒矿及电解液：国内布局企业众多，储能用钒需求提升，钒供需将趋紧	17
（2）电堆环节：国产替代进程加速	19
二、电解液和电堆的有效降本为钒电池实现大规模商业化运 用的核心	21
（1）电解液：一体化布局、材料优化、商业租赁新模式为三大降本路径	21
（2）电堆：国产替代为降本关键	22
第五节 钒电池产业链相关企业	22
一、钒资源及电解液企业	23
（1）钒钛股份：世界主要钒制品供应商，业务拓展至钒电解液制造	23
（2）河钢股份：钒电池产业布局涉及钒矿资源、电解液及电池模组制造	23
（3）永泰能源：转型储能、布局全产业链，积极打造第二增长极	24
（4）银峰新能源：产业链布局完备，电解液产能领先	24
二、电堆及电池模组企业	25
（1）大连融科：全球领先的钒电池储能系统服务商	25
（2）北京普能：国内最早布局商业化大容量储能技术的钒电池储能公司	25

第三章 钒电池企业基层员工激励策略及建议.....	25
第一节企业员工激励	25
一、理论基础及研究现状	25
(1) 激励	26
(2) 激励理论	26
(3) 国内的激励研究	26
二、企业激励机制存在问题	27
三、企业激励机制优化	28
第二节企业基层员工激励建议	29
一、企业基层员工特征	29
二、企业基层员工特点	30

钒电池企业基层员工激励策略研究报告

三、企业基层员工重点激励因素	30
四、对企业基层员工激励机制建议	31
第三节 员工激励方案	32
一、员工激励方案	32
二、激励方案	35
三、公司员工激励机制方案	37
第四章 钒电池企业《基层员工激励策略》制定手册	40
第一节 动员与组织	40
一、动员	41
二、组织	41
第二节 学习与研究	42
一、学习方案	42
二、研究方案	42
第三节 制定前准备	43
一、制定原则	43
二、注意事项	45
三、有效战略的关键点	45
第四节 战略组成与制定流程	48
一、战略结构组成	48
二、战略制定流程	48
第五节 具体方案制定	49
一、具体方案制定	49
二、配套方案制定	52
第五章 钒电池企业《基层员工激励策略》实施手册	52
第一节 培训与实施准备	52
第二节 试运行与正式实施	53
一、试运行与正式实施	53
二、实施方案	53
第三节 构建执行与推进体系	54
第四节 增强实施保障能力	55
第五节 动态管理与完善	55
第六节 战略评估、考核与审计	56

第一章 前言

激励是企业人力资源管理的重要环节，是关系到企业可持续发展动力的核心问题。我们通过分析现在业的激励机制的问题，并且提出优化方案，来探讨一下如何通过优化激励机制来充分发挥员工积极性及增强企业凝聚力。

那么，如何才能对钒电池员工进行有效的激励？
最重要的，如何建立和健全激励机制和方案？

下面，我们先从钒电池行业市场进行分析，然后重点分析并解答以上问题。

相信通过本文全面深入的研究和解答，您对这些信息的了解与把控，将上升到一个新的台阶。这为您经营管理、战略部署、成功投资提供有力的决策参考价值，也为您抢占市场先机提供有力的保证。

第二章 2023-2028 年钒电池市场前景及趋势预测

第一节 后来者居上，国内钒电池产业化进程加速

一、钒电池行业已步入产业化推广阶段

全球钒电池产业发展脉络可以总结为：国外先行，国内赶超。1) 海外：1984 年新南威尔士大学 (UNSW) 首次提出全钒液流电池原理，钒电池技术正式问世；1997 年 UNSW 向 Pinnacle 出售钒电池专利，后者于 1999 年将相关专利授予 Vantack (VRB 前身)，借此技术优势 VRB 快速成长为当时全球最大的钒电池公司；2008 年受经济危机影响，VRB 停止其所有业务，海外钒电池发展由此陷入停滞。2) 国内：我国钒电池基础研究始于 20 世纪 80 年代末，1995 年中国工程物理研究院开启钒电池研制，并于同年成功制出 500W、1KW 样机；2009 年中国普能收购 VRB，获得其核心技术及研发团队，我国钒电池发展正式进入快车道；2022 年我国首个国家级钒储能示范项目“大连融科 100MW/400MWh 项目”正式投入商运，标志着我国钒电池行业正由大规模的商用示范阶段向产业化推广阶段转型。

二、技术日益成熟，国内钒电池项目加速落地

技术日益成熟、产业链逐渐完备，国内钒电池储能项目加速落地。目前钒电池核心技术掌握在中国、日本、澳大利亚等少数国家手中，我国液流电池技术位居世界前列，代表企业包括上海电气、大连融科、北京普能、武汉南瑞（国网英大旗下子公司）等，国外领先的钒电池企业主要包括日本住友电工、美国 UniEnergy Technologies、德国 Voltstorage、英国 Invinity 等。随着产业链各环节技术发展逐步成熟，我国钒电池储能项目正加速落地。

第二节 电化学储能路线之争：安全为核，钒电池“错位竞争”优势显著

钒电池主要由电解液、电极、质子交换膜、双极板和集流体构成，并通过质子交换膜将 电池分为正负两个“半单元”。在正、负半电池中，钒离子分别以+4/+5 价态、+2/+3 价态存 在于正、

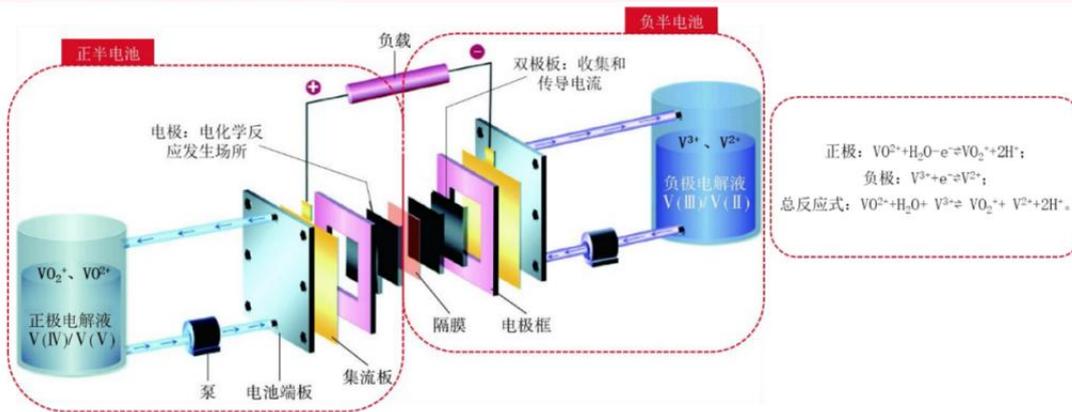
让每个人都能成为

行业专家、管理专家、营销专家、战略专家、成功企业家……

钒电池企业基层员工激励策略研究报告

负极电解液中，充放电时，电解液通过推送泵由外部储液罐流经正、负极室，在电极表面发生氧化还原反应，产生电流。

图2 全钒液流电池结构及反应原理



钒电池本征安全、扩容具备高度灵活性且边际成本随储能时长递减的特点决定其可充分定位于大容量、长时储能市场。国内当前主流储能方案包括抽水蓄能、压缩空气储能和电化学储能等，电化学储能又具体分为锂电池、液流电池、钠电池及铅酸电池等。与锂电池相比，钒电池安全性能突出、扩容简便、无资源瓶颈。我们有别于市场的判断：市场普遍认为钒电池存在能量密度低、运行温度区间窄等性能短板，但由于钒电池一致性好、安全性高，在大型储能电站等实际应用领域其温控系统较锂电反而更为简单、占地面积较锂电也无明显缺陷，我们认为源网侧的大容量、长时储能将成为其打开市场的重要突破口。

一、优势：本征安全，边际成本随储能时长递减

1) 高安全性：电池本体为储能系统的安全核心，钒电池采用水基电解液，具备本征安全性。2011年至今全球储能电站事故频发，政策端对储能系统安全性的要求日益提升，与目前主流路线锂电池相比，钒电池安全优势突出。从材料端来看：锂/钠电池负极为碳材料、电解液分别为LiPF₆/NaPF₆的混合碳酸酯溶液，均为易燃物质，而钒电池/铅蓄电池均采用水基电解液，无起火爆炸风险。从电池结构来看：锂电池正负极及电解液均共存于一个体系之中，当电池过充或处于低温环境下时会出现析锂现象，形成锂枝晶，易造成短路、带来热失控风险；而钒电池电解液独立储存于电解罐中，充放电时反应物可通过循环泵从电极表面快速抽离，可有效避免浓差极化和热积累效应，无热失控风险。

2) 长循环寿命：所有电化学储能技术之最。钒电池正负极均为钒离子，在充放电过程中可避免因离子穿过隔膜交叉污染导致的容量衰减问题。其循环寿命达到20000+次，使用年限可达15年以上，而锂/钠/铅蓄电池循环次数普遍在5000次以下。

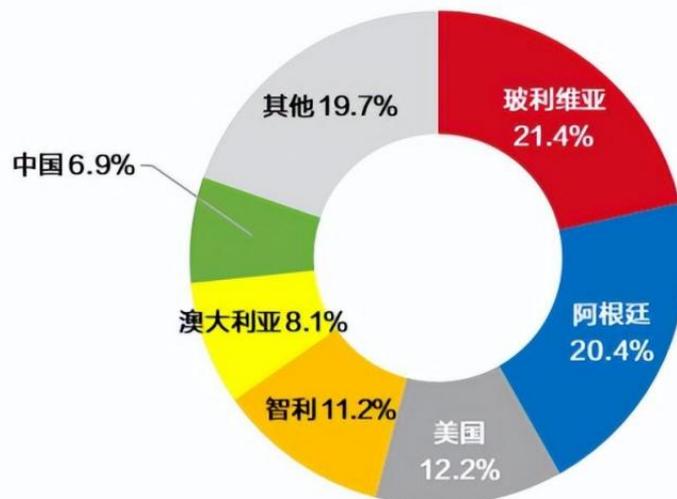
让每个人都能成为

行业专家、管理专家、营销专家、战略专家、成功企业家……

3) 高度灵活性：可根据负载需求灵活调节功率及容量大小，扩容具备天然一致性。首先，钒电池反应物质与电堆相分离的结构特性使得电池容量（由电解液的体积或浓度决定）与功率（由电堆数量或电极表面积决定）相互独立，可通过单独改变电堆数量或电解液体积实现功率或容量的调节。其次，与锂电池相比，钒电池扩容具备天然一致性，更适合大规模、大容量、长时间的储能场景。锂电池系统功率与容量高度耦合，增加功率或提升容量须将数个电芯串联或并联，电芯数量的改变将降低电池模组的一致性，影响系统使用寿命及安全性；而钒电池由于活性反应物质均来自于同一储液罐，改变容量只需直接增减电解液，故其扩容具备天然的一致性，更适合大规模、长时储能场景。

4) 原材料高度自给，上游价格较为稳定。锂/钠/钒电池三类电化学路线中，锂电池存在严重的资源瓶颈，而钠/钒电池的上游原材料可高度自给。从资源分布来看：锂资源地壳丰度为 0.0065%，主要集中于南美，2022 年我国锂资源储量占比仅为 6.9%，资源储量相对较少；钒资源地壳丰度为 0.0136%，我国为钒储量第一大国，2022 年钒资源储量占比约 39.3%；钠资源地壳丰度为 2.75%，在全球范围内均匀分布。

图5 2022 年全球锂资源分布（%）



从对外依存度来看：我国锂资源对外依存度较高，2019 年以来碳酸锂净进口量持续增长，2022 年全年碳酸锂净进口量达 12.57 万吨，同比+71.7%；供需关系失衡使得碳酸锂价格剧烈波动，近三年最高价差达到 53 万元/吨。与锂资源相反，我国钒资源高度自给，2022 年净出口量达 0.33 万吨，同比+166.6%；钒资源高度可控使得下游钒产品价格相对稳定，2020 年至今 V205 价差未超过 7.5 万元/吨。

让每个人都能成为

行业专家、管理专家、营销专家、战略专家、成功企业家……

5) 边际成本随储能时长递减，全生命周期具备成本优势。目前国内已规划的钒电池储能项目时长大部分在 4 小时以上，我们以湖北阳光鸿志 30KW/150KWh (5 小时) 钒电池储能系统为例对钒电池储能时长的边际成本及全生命周期度电成本进行测算：从储能时长增加所带来的边际成本变动来看：该钒电池项目 1KWh 全系统成本约为 4204 元，其中电解液成本约为 1561 元 (占比约 37.1%)、电堆成本约为 2289 元 (占比约为 54.4%)；考虑到钒电池增加储能时长仅需增加电解液，故若将该储能系统时长增加至 6 小时，则每 KWh 电解液成本不变，电堆及控制系统成本摊薄至 1907 元/KWh、143 元/KWh，分别下降 16.7%、3.1%，全系统成本摊薄至 3784 元/KWh，下降 10.0%。可见钒电池边际成本随储能时长增加而有着较为明显的递减，而锂/钠电池增加储能时长需相应增加电芯数量，其单位成本相对固定，钒电池较其他电化学路线在长时储能领域具备成本优势。

而从全生命周期成本来看：假设钒电池循环寿命为 20000 次、能量转换效率为 70%，则全生命周期成本约为 0.30 元/KWh；考虑钒电解液高度可回收 (使用 15 年后回收率可达 70%)，电解液期末残值约为 1093 元/KWh，则其全生命周期度电成本可以低至 0.22 元/KWh。当前阶段，钒电池全生命周期成本接近钠离子电池 (0.19 元/KWh)、优于锂电池 (受原材料价格波动影响较大，约 0.27~0.33 元/KWh)。

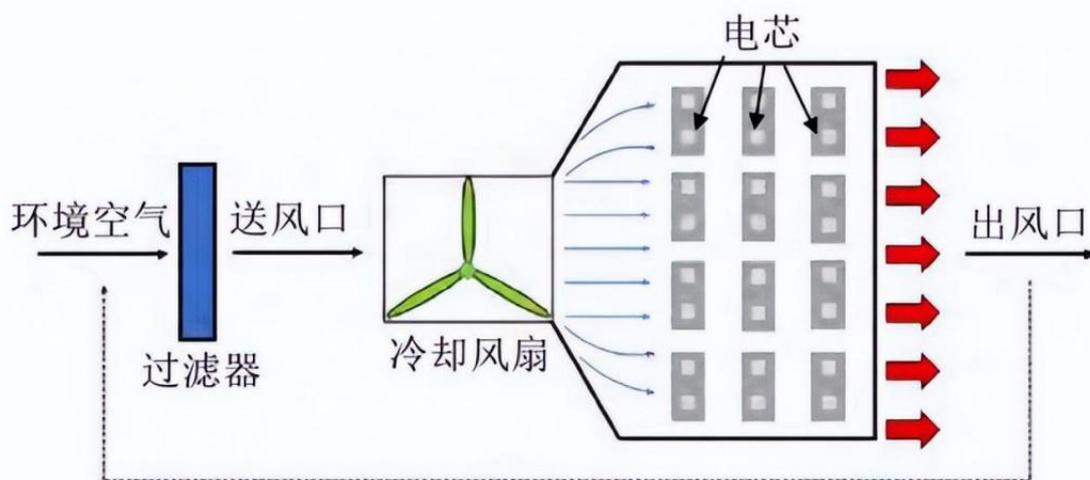
二、劣势：定位长时储能市场，钒电池“避短扬长”

1) 运行温度区间较窄。钒电池最佳运行温度为 0~45℃，窄于锂电池 (-20~60℃) 和钠电池 (-40~80℃)，当温度过低时，电解液凝固会影响电池正常运转；当温度过高时，正极五价钒会析出为五氧化二钒沉淀，造成流道堵塞、电堆性能恶化。解决方式：钒电池自带“液冷系统”，热管理难度较锂/钠电池更低。钒电池充放电过程中电解液循环流动，电堆热量可直接通过输送管中的热交换器散热 (类似自带“液冷系统”)，热管理难度相对较低，可通过风冷方式进行温控。而锂电池储能系统涉及大量电芯 (如宁德时代 EnerC-3.72MWh 储能系统含 4160 个电芯)，除需保障整个电池系统处于合适的温度区间外，还需将单体电芯间的温度差控制在合理水平，对热管理要求更高，主流温控路线为风冷或液冷 (风冷较液冷散热温差仍然较高，液冷为趋势)。相较于液冷，风冷结构简单、成本低、更易维护。

让每个人都能成为

行业专家、管理专家、营销专家、战略专家、成功企业家……

图9 储能系统空冷结构示意图



2) 能量转换率低。除 BMS、PCS 等之外，钒电池比锂/钠电池多两个循环泵，产生额外的能量损耗，因此能量转化率较锂电池（90%）和钠电池（95%）更低，约为 70~75%；但考虑到钒电池循环寿命远高于钠/锂电池，故能量转换率偏低并不会显著降低钒电池的经济性。

3) 能量密度低，适用于静态储能领域。电解液/电堆相分离设计+电解液浓度限制使得钒电池的能量密度（先进产品能量密度约 40Wh/kg）远低于锂电池和钠电池，相同容量下钒电池体积约为锂电池的 3~5 倍、质量约为锂电池的 2~3 倍。较低的能量密度使得钒电池更适用于对体积、质量要求不高的静态储能领域（如固定储能电站），难以应用于动力及移动电源领域。安全性弥补能量密度缺陷，兆瓦级以上储能电站中占地面积与锂电相当。我们认为，尽管钒电池能量密度低于锂电池，但由于其安全性较高，在大型储能电站中钒电池防火等级（丁级，足够人通行即可）低于锂电池（甲级，需保留 10~20 米间隔距离），占地面积较锂电池储能电站无明显差距，且钒电池可通过将电解液与电堆上下叠放形成立体结构，进一步节约占地面积，如融科储能 10MW/40MWh 储能系统，平铺布置占地约 3850m²，上下叠层占地约 2250m²，节约面积 41.6%。

三、乘政策东风，高安全性的钒电池发展适逢其时

安全问题已成为储能行业发展的关键因素，钒电池发展适逢其时。2022 年国家能源局发布《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022 年版）（征求意见稿）》，明确提出中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池及不宜选用梯次利用动力电池，由此我们判断：1) 梯次利用电池装机受限，铁锂装机成本上升。梯次利用动力电池因一致性无法保证，安全性能较

让每个人都能成为

行业专家、管理专家、营销专家、战略专家、成功企业家……

低，动力电池梯次利用受限将导致铁锂储能装机成本上升，在一定程度上会限制 储能领域中磷酸铁锂电池的应用比例。 2) 三元锂电池、钠硫电池被排除使用，二者所释放的空间将成为钒电池发展的重要机 遇。截止政策颁布前的 2021 年，我国电化学储能累计装机达 5.12GW，其中三元锂电池、 钠硫电池装机约 0.47/0.18GW，占比分别为 9.2%/3.6%，而液流电池累计装机仅为 0.036GW、 占比仅为 0.7%，具备较大的替代空间。

第三节 长时储能路线之争：灵活适用源网荷各侧，综合优势突出

一、可再生能源发展叠加政策推动，长时储能大势所趋

风光等新能源发电占比持续提升，电力系统消纳及调峰调频等问题逐现。 1) 风光等新能源发电渗透率持续提升。碳中和背景之下，全球新能源发电量快速增长， 2022 年全球总发电量为 28528.1TWh，其中风电、太阳能发电量分别为 2139.2/1289.3 TWh， 同比分别增长 15.7%/24.0%，在总发电量中的占比分别为 7.5%/4.5%。2020 年我国正式提出“双碳”目标，可再生能源发电快速发展，风光发电占比由 2020 年的 9.8%提升至 2022 年 的 14.2%。

2) “时间+空间错配”提升调峰调频需求，大规模并网加大消纳压力。风光等可再生能源出力波动大且伴有不确定性，使得电力系统日内、跨季及远距离调峰调频等需求提升。从日内出力及负荷峰谷来看，不考虑风光出力（视为新能源渗透率为 0 时的情形），用电负荷呈现早晚两个高峰，但整体负荷波动相对较小；考虑新能源出力情形，风电日间出力低、夜晚出力高，光伏发电午间出力高、夜晚失去电力支撑作用，在此特征之下，日净负荷（用电负荷-风光出力）呈典型“鸭型曲线”，即在风光出力峰值时期净负荷高峰明显减小， 负荷波动性显著增加，这种波动性将随新能源渗透率提升而进一步加大；负荷波动日间的急速变动对电力系统平衡、调节的灵活性及快速爬坡能力提出了更高要求。从季节性出力及负荷峰谷来看，风电出力高峰为春、秋两季，光伏发电高峰为夏、秋两季，夏季负荷电量高而新能源发电量低，电力系统存在季节性电量平衡的难题。而从新能源出力及负荷空间分布来看，我国风光资源禀赋与电力消费逆向分布，光伏资源及风能主要分布于三北地区而用电负荷高的地区主要为中东部地区，大规模远距离传输对电网稳定性及调峰能力带来巨大挑战。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/016025021021011005>