

行业研究

安全稳定、寿命长，钒电池长时储能空间广阔

——全钒液流电池行业深度报告

要点

全钒液流电池具备安全性高、扩容性强、循环寿命长、全生命周期成本低等优点，是目前商业化较为成熟的液流电池，在长时储能领域大有可为。

优点 1：安全性高、易扩容。锂电池易发生内部短路而导致自燃，2011-2022 年 4 月，全球 34 起储能电站爆炸事件中锂电池占 32 起。而全钒液流电池电解质离子存在于水溶液中，不会发生热失控、燃烧和爆炸；同时，电堆、电解液相独立，可通过增大电堆功率和电解液来提高储能容量，可扩展至百兆瓦级储能电站。

优点 2：循环寿命长、易回收，全生命周期成本低。钒电池寿命长，循环次数可达 10000-20000 次；由于钒在电解液仅发生价态变化，基本可以完全回收。钒电池全生命周期成本在 0.3-0.4 元/Wh，已经低于锂电池（0.5 元/Wh）。

优点 3：钒资源自主可控。截至 2021 年底，中国钒资源储量占全球 39%，产量占全球 68%，均处全球第一。而锂资源中国储量占比仅 7%，资源集中于智利（41%）、澳大利亚（25%）、阿根廷（10%）。

缺点 1：初装成本高为最大缺点。目前钒电池项目投资成本集中在 3.8-6.0 元/Wh，是目前锂电池储能电站的投资成本（约 1.8 元/Wh）的 2 倍以上。

缺点 2：钒电池高速增长或拉动钒价上涨。假设 2026 年钒电池在新型储能中占比 20%，在保守和理想两种情形下，V₂O₅ 的消耗量约 11.6 万吨和 18.5 万吨（4 小时储能时长）。而 2021 年中国 V₂O₅ 产量约 13.1 万吨；若钒资源开发力度不及预期，钒电池大规模应用将拉动钒价上涨，进一步抬升电解液成本。

缺点 3：能量密度低、能量转换效率低于锂电池。全钒液流电池能量密度较低，仅为 12-40Wh/kg，低于锂电池的 80-300Wh/kg。钒电池需要用泵来维持电解液的流动，因此其损耗较大，能量转化效率为 70-75%，低于锂电池（90%）。

钒电池在长时储能潜力巨大。麦肯锡预计 2025 年全球长时储能（8 小时以上）累计装机量将达到 30-40GW，2040 年将达到 1.5-2.5TW（是目前全球储能系统装机量的 8-15 倍）。全钒液流电池示范项目运行多年、产业链逐步成型、全生命周期成本低，是目前商业化较为成熟的液流电池，预计将在长时储能应用广泛。Guidehouse Insights 预计到 2031 年，全球钒电池每年新增装机量将达到 32.8GWh（2022 年预计约 1.6GWh），2022-2031 年复合增长率 41%。

补贴和鼓励资源开发，技术驱动降本，钒电池有望高速增长。政策方面可通过补贴来降低初装成本，提高拥有钒钛磁铁矿的钢铁公司产能、加强钒资源开发来扩大钒供给。技术进步及国产材料替代还将进一步降低钒电池成本。2021 年钒电池在国内新型储能中装机占比不到 1%，目前已有多个钒电池项目在建，我们预计 2026 年中国钒电池年新增装机量达 3.0GW 和 4.7GW（假设钒电池在新型储能中占比 20%，保守和理想情况），2021-2026 年复合增长率分别为 42% 和 56%。

投资建议：我们认为钒电池在储能领域空间广阔，首次给予钒行业“增持”评级。推荐拥有丰富钒资源且逐步布局钒电池产业链的攀钢钒钛，建议关注河钢股份。

风险分析：资源开发不及预期导致钒价上涨风险，技术更新带来的降本不及预期。

重点公司盈利预测与估值表

证券代码	公司名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (X)			投资评级
			21A	22E	23E	21A	22E	23E	
000629.SZ	攀钢钒钛	4.18	0.15	0.20	0.24	27	21	17	增持

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2022-07-01

钒行业
增持（首次）

作者

分析师：王招华

执业证书编号：S0930515050001

021-52523811

wangzh@ebsecn.com

分析师：方驭涛

执业证书编号：S0930521070003

021-52523823

fangyutao@ebsecn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：Wind

投资聚焦

全钒液流电池储能项目逐步进入大规模商业化的落地期，我们看好钒电池在长时储能领域的推广空间。

我们的创新之处

本篇报告分析对比了当下全钒液流电池与锂电池在储能领域的成本情况。同时，着重分析了长时储能的装机需求，钒电池作为较为成熟的液流电池路线在长时储能领域应用空间广阔。

同时，我们预测了国内钒电池装机情况。考虑 2021 年以来有多个钒电池项目在建，我们预计 2026 年中国钒电池年装机量可达 3.0GW 和 4.7GW（假设钒电池在新型储能领域占比 20%，保守和理想情况），2021-2026 年复合增长率分别为 42%和 56%。

股价上涨的催化因素

钒电池在储能领域的大范围推广在即，后续项目推进以及政策层面的支持和鼓励政策出台。

投资观点

全钒液流电池因其具备安全性高、扩容性强、循环寿命长、全生命周期成本低的优势能够符合储能快速发展对产品的要求，能够有效弥补锂电池储能在安全方面的不足。同时，钒电池储能项目目前已经有多个示范项目安全稳定运行多年，产业链配套已经逐步完善，随着技术进步和国产化材料的逐步替代，钒电池成本仍有进一步下降空间。

我们认为钒电池作为商业化较为成熟的液流电池，在储能领域大有可为，尤其是长时储能领域，首次给予钒行业“增持”评级。推荐拥有丰富钒资源且逐步布局钒电池产业链的攀钢钒钛，建议关注河钢股份。

目 录

1、 钒电池优点：安全性高、全生命周期成本低、资源自主可控	6
1.1、 安全性高、易扩容是最大优点	6
1.2、 循环寿命长、基本全回收，全生命周期成本低	7
1.3、 中国钒资源储量全球第一，自主可控	8
2、 钒电池缺点：初装成本为最大制约	10
2.1、 钒电池初装成本为锂电池 2 倍以上	10
2.2、 钒电池快速发展或拉动钒价上涨	11
2.3、 能量密度、转换效率低于锂电池，耗材维护要求高	13
3、 潜力：长时储能是极佳用武之地	14
3.1、 长时储能是实现“双碳”目标的关键之一	14
3.2、 液流电池在长时储能领域应用空间巨大	16
3.3、 钒电池在液流电池中商业化速度更快	18
4、 破局：政策推动和技术进步降本	19
4.1、 政策支持是发展钒电池重要推动力	19
4.2、 技术进步有望继续降低成本	19
5、 钒供需：中国产储量第一，钢铁为最大需求	21
5.1、 供给：中国钒储量、产量位居全球第一	21
5.2、 钒的应用：钢铁领域应用占比 90%以上	24
5.3、 钒价走势复盘：近十年均价 10.8 万元/吨	25
6、 钒电池相关公司	26
6.1、 钒电池领先公司：大连融科、北京普能等	27
6.2、 攀钢钒钛 (000629.SZ)：钒产品产量全球第一，逐步切入钒电池业务	27
6.3、 河钢股份 (000709.SZ)：钒产品产能国内第二大，钒电解液批量生产	31
6.4、 西部矿业 (601168.SH)：石煤提钒新工艺已经实现投产	31
6.5、 安宁股份 (002978.SZ)：拥有丰富钒钛磁铁矿资源	32
6.6、 国网英大 (600517.SH)：旗下武汉南瑞全面掌握钒电池技术	32
6.7、 中国广核 (003816.SZ)：旗下中广核新能源已承接大型钒电池项目	32
6.8、 上海电气 (601727.SH)：钒电池业务拥有多项知识自主核心产权	33
7、 风险分析	33

图目录

图 1：钒电池工作原理图.....	6
图 2：2021 年全球锂资源储量分布（%）	9
图 3：2021 年全球钒资源储量分布（%）	9
图 4：2021 年全球锂资源产量各国占比（%）	9
图 5：2021 年全球钒资源产量各国占比（%）	9
图 6：2021 年全球不同类型储能系统累计装机规模占比	11
图 7：2021 年全球不同类型新型储能系统累计装机规模占比	11
图 8：2021 年中国不同类型储能系统累计装机规模占比	11
图 9：2021 年中国不同类型新型储能系统累计装机规模占比	11
图 10：中国新型储能累计投运规模预测（2022-2026）（单位：GW）	12
图 11：长时储能对新能源发电的调节作用	14
图 12：全球长时储能累计装机量预测.....	15
图 13：全球长时储能累计储能容量预测.....	15
图 14：8-24 小时和 24 小时以上长时储能装机占比变化.....	16
图 15：8-24 小时和 24 小时以上储能容量占比变化	16
图 16：抽水蓄能、压缩空气储能、液流电池更适用于长时大容量储能	17
图 17：Guidehouse Insights 预计 2031 年全球钒电池装机量将达到 32.8GWh.....	18
图 18：钒电池结构.....	19
图 19：钒电池成本构成	19
图 20：锂离子电池成本下降曲线（美元/KWh）	20
图 21：宁德时代历年电池生产成本变化（元/KWh）	20
图 22：杜邦质子交换膜零售单价近 2 万元/平方米	20
图 23：钒产业链	21
图 24：中国主要钒资源分布（2020 年）	22
图 25：全球钒产品原料结构（2020）	23
图 26：中国钒产品原料结构（2020）	23
图 27：全球主要产钒国家的生产工艺.....	23
图 28：中国钒产品龙头企业产能（2021 年）	24
图 29：全球钒制品需求用量结构（%）	25
图 30：中国钒制品需求用量结构（%）	25
图 31：全球五氧化二钒价格（1995-2021）	26
图 32：五氧化二钒价格走势（万元/吨）	26
图 33：攀钢钒钛 2017-2021 年营业收入与归母净利润.....	28
图 34：2017-2021 年公司钛白粉产能产量（万吨）	28
图 35：2017-2021 年公司钒产品（以 V_2O_5 计）产能产量（吨）	28

表目录

表 1：2011-2022 年全球储能爆炸事件汇总	7
表 2：钒电池与锂电池单位投资成本及全生命周期成本对比	8
表 3：钒和锂的资源、产量以及中国数据对比（2021 年）	8
表 4：全钒液流电池电站项目信息及成本计算	10
表 5：2021 年储能 EPC 中标项目信息汇总	10
表 6：国内近两年主流钒电池落地项目一览	13
表 7：2026 年钒电池装机量及五氧化二钒用量预测敏感性测算	13
表 8：不同电化学储能电池的优劣对比	17
表 9：液流电池路线的特点对比	18
表 10：全球主要钒龙头企业产能及产品概况（2020 年）	24
表 11：钒产品主要应用领域	25
表 12：钒电池及钒资源相关上市公司	26
表 13：攀钢钒钛收入拆分（亿元、%）	30
表 14：攀钢钒钛可比公司估值比较	30
表 15：攀钢钒钛盈利预测与估值简表	31

1、钒电池优点：安全性高、全生命周期成本低、资源自主可控

1.1、安全性高、易扩容是最大优点

全钒液流电池，是一种以金属钒离子为活性物质的液态氧化还原可再生电池。全钒液流电池是以+4、+5 价态的钒离子溶液作为正极的活性物质，以+2、+3 价态的钒离子溶液作为负极的活性物质，分别储存在各自的电解液储罐中。在对电池进行充、放电时，正负极电解液在离子交换膜两侧进行氧化还原反应。同时，通过电堆外泵的作用，储液罐中的电解液不断送入正极室和负极室内，以维持离子的浓度，实现对电池的充放电。

充放电过程中，主要是依靠电解液中 H^+ 在离子膜上的定向移动形成电流回路。全钒液流电池在电堆内部发生氧化还原反应，其化学反应方程式为(正向充电，反向放电)：

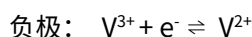
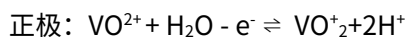
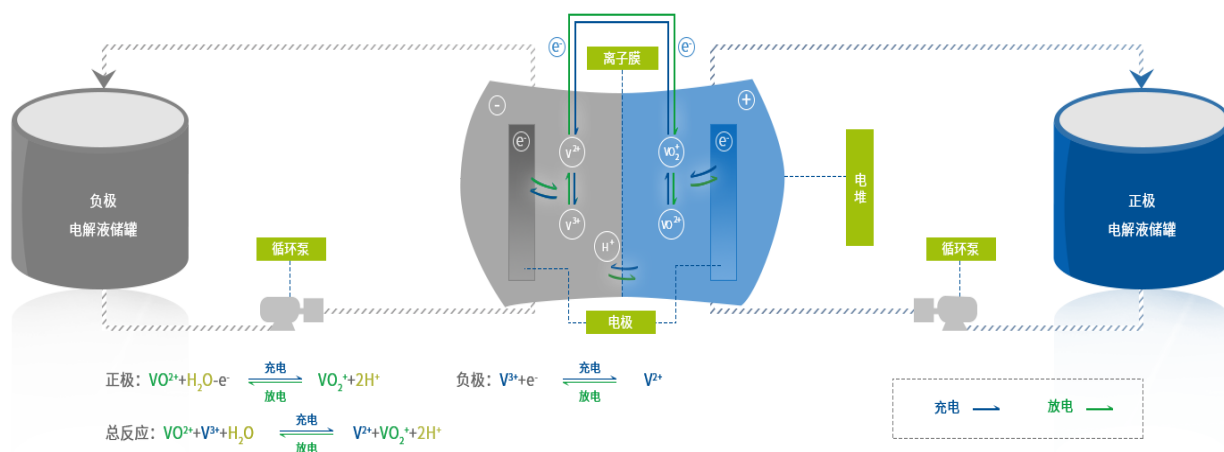


图 1：钒电池工作原理图



资料来源：融科储能官网，光大证券研究所

液流电池的工作原理决定了其是目前电化学储能技术路线中安全性较高的技术路线。与锂电池不同的是，液流电池的电解液与电堆是相分离的，由于全钒液流电池电解质离子存在于水溶液中，不会发生热失控、过热、燃烧和爆炸。同时，钒电池支持频繁充放电，每天可实现充放电数百次，液态的电解液使得过充过放也不会造成爆炸和电池容量下降。

锂电池储能安全问题频发

由于锂离子电池的能量密度占优以及成本的不断下降，近几年锂电池在储能领域迅速推广，但与此同时，锂电池储能爆炸的事故也在增加。根据我们的统计，2011-2022 年 4 月全球共计发生 34 起储能电站爆炸事件，其中，日本 1 起、比利时 1 起、中国 3 起、美国 4 起、韩国 25 起。从爆炸的电池类型来看，仍以锂电池为主，合计 32 起，占比 94%，剩余为美国 1 起铅酸电池，日本 1 起钠硫电池；而 2017 年以来的储能爆炸事件均为锂电池爆炸。

锂电池储能爆炸的主要原因是储能对电池的容量较电动车的需求明显增大，而锂离子电池很容易发生电池内部的短路而导致自燃，且电池本身的设计以及外界的电、热干扰都会影响到储能系统的安全性。随着锂电池数量的增加，起火概率增加。

表 1：2011-2022 年全球储能爆炸事件汇总

时间	地点	容量 (MWh)	电池类型	运行时间	时间	地点	容量 (MWh)	电池类型	运行时间
2011.09	日本	-	钠硫电池	-	2018.11	韩国/忠南	1.2	三元锂	11 个月
2012.08	美国	20.0	铅酸电池	6 个月	2018.11	韩国/忠北	4.2	三元锂	11 个月
2017.05	中国/山西	-	三元锂	-	2018.11	韩国/庆南	1.3	三元锂	7 个月
2017.08	韩国/全北	1.5	三元锂	-	2018.12	韩国/忠南	9.3	三元锂	1 年
2017.11	比利时	-	锂电池	-	2018.12	韩国/江原	2.7	三元锂	1 年
2018.05	韩国/庆北	8.6	三元锂	1 年 10 个月	2019.01	韩国/庆南	3.3	三元锂	10 个月
2018.06	韩国/全南	14.0	三元锂	2 年 5 个月	2019.01	韩国/全南	5.2	三元锂	1 年 2 个月
2018.06	韩国/全南	19.0	三元锂	6 个月	2019.01	韩国/全北	2.5	三元锂	9 个月
2018.07	韩国/全南	3.0	三元锂	7 个月	2019.01	韩国/蔚山	46.8	三元锂	7 个月
2018.07	韩国/庆南	9.7	三元锂	1 年 7 个月	2019.04	美国/亚利桑那州	2.0	三元锂	2 年
2018.07	韩国/世宗	18.0	三元锂	-	2019.05	韩国/庆北	3.7	三元锂	2 年 3 个月
2018.08	中国/江苏	-	磷酸铁锂	-	2019.05	韩国/全北	1.0	三元锂	1 年
2018.09	韩国/忠北	6.0	三元锂	8 个月	2021.04	韩国/忠南	-	三元锂	-
2018.09	韩国/忠南	6.0	三元锂	-	2021.02	美国/加州	1200.0		4 个月
2018.09	韩国/济州	0.2	三元锂	4 年	2021.04	中国/北京	25.0	磷酸铁锂	-
2018.10	韩国/京畿	17.7	三元锂	2 年 7 个月	2021.07	澳大利亚/维多利亚州	450.0	锂电池	测试
2018.11	韩国/庆北	3.7	三元锂	9 个月	2022.01	韩国	1.5	三元锂	-

资料来源：阳光工匠光伏网，光大证券研究所（截至 2022 年 4 月底）

相较于锂电池，全钒液流电池本身的水基电解质特性使得其不会发生燃烧和爆炸。钒电池在水溶液中使用化学反应可逆的钒离子，其功能与电极结构无关，所以即使在大电流下也非常灵活，过充也没有安全问题。另一方面，全钒液流电池的功率和容量相互独立，功率由电堆的规格和数量决定，容量由电解液的浓度和梯级决定。通过增加钒电解液的容量即可以做到容量的扩充，因此可以做到在大容量装机规模上依然是安全的。

功率和容量相互独立，扩容性强

钒电池的电堆作为发生反应的场所与存放电解液的储罐分开（见图 1），从根本上克服了传统电池的自放电现象。功率只取决于电堆大小，容量只取决于电解液储量和浓度，设计灵活。当功率一定时，要增加储能容量，只需要增大电解液储罐容积或提高电解液体积或浓度即可，而不需改变电堆大小。

同时，可通过增大电堆功率和增加电堆数量来提高功率，通过增加电解液来提高储电量，便于实现电池规模的扩展，可用于建造千瓦级到百兆瓦级储能电站，适应性很强。

1.2、循环寿命长、基本全回收，全生命周期成本低

钒电池循环寿命长

钒电池的正、负极活性物质分别存在于正、负极电解液中，充放电时无其他电池常有的物相变化，可深度放电而不损伤电池；在充放电过程中，作为活性物质的钒离子仅在电解液中进行价态变化，不与电极材料发生反应，不会产生其他

物质，经长时间使用后，仍然保持较好的活性。因此，钒电池使用寿命长。全钒液流电池充放电循环次数在 10000 次以上，部分可达 20000 次以上。

钒电池全生命周期成本已经低于锂电池

目前钒电池储能的初装成本高，但由于钒电池循环寿命长，从全生命周期来看，钒电池储能的成本低于锂电池成本。我们对具备完整投资数据的钒电池项目和锂电池储能项目的成本进行了对比。若按全生命周期计算，钒电池的成本在 0.3-0.4 元/Wh，已经低于锂电池的成本（0.5 元/Wh 左右）。

表 2：钒电池与锂电池单位投资成本及全生命周期成本对比

	国家电投湖北 100MW/500MWh 全钒液流电池项目	伟力得新疆阿瓦提全钒液 流储能电站 7.5MW/22.5MWh 项目	湖南儒林 100MW/200MWh 储能示范电站
中标/开工时间	2021.8	2020.5	2021.4
容量 (MWh)	500.0	22.5	200
总投资 (亿元)	19.0	1.4	4.2
单位投资成本 (元/Wh)	3.8	6.0	2.1
循环次数	12000	15000	4000
全生命周期成本 (元/Wh)	0.32	0.40	0.53

资料来源：北极星储能网，光大证券研究所测算（截至 2022.4.27）

同时，在电池寿命到期后，钒电解质溶液可以回收再次利用。电解质溶液的成本占储能系统总成本的 40%（见图 19），储能系统报废后，残值较高。

钒电池在长时间储能上的全生命周期成本已经具备竞争力。而且，钒电池仍处于产业化的初期，技术进步和规模化应用以后成本仍有进一步降低空间。

1.3、中国钒资源产储量全球第一，自主可控

从资源的角度来看，不同于锂电池，中国锂原料对外依赖度较高，钒储量及产量中国处全球第一，发展钒电池所需的资源可以实现自主可控。

表 3：钒和锂的资源、产量以及中国数据对比（2021 年）

	锂	钒
资源储量中国占比 (%)	7%	39%
资源储量占比较大的前三国家	智利 (41%)、澳大利亚 (25%)、阿根廷 (10%)	中国 (39%)、澳大利亚 (25%)、俄罗斯 (21%)
矿产量中国占比	13%	68%
矿产量最大的国家	澳大利亚 (53%)	中国 (68%)
全球资源静态开采年限 (年)	214	212

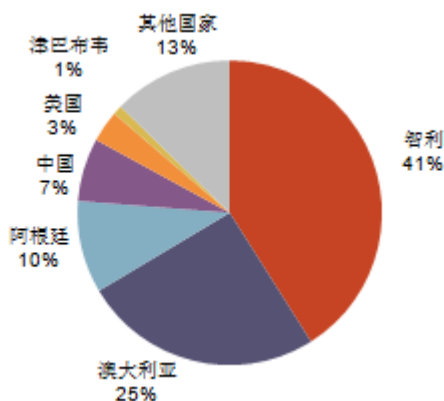
资料来源：USGS 2022，光大证券研究所

资源储量对比：钒资源中国居全球第一，锂资源集中于南美和澳洲

锂：储量集中在南美和澳洲，中国储量占比 7%。据 USGS 数据统计，截至 2021 年底，智利、澳大利亚、阿根廷三国锂资源储量占比合计超过 76%，中国锂资源储量约为 150 万吨，占全球比重为 6.7%，占比较低。

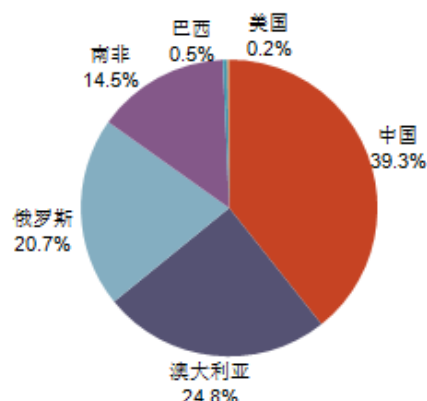
钒：储量集中在中国、澳洲、俄罗斯和南非，中国资源储量全球第一。据 USGS 统计，截至 2021 年底，全球钒金属储量 6300 万吨，其中已认定符合当前采掘和生产要求的钒矿金属钒储量超过 2400 万吨，全球 99% 以上的钒矿储量集中在中国、澳大利亚、俄罗斯和南非四国；其中，中国钒矿储量约为 950 万吨，占世界钒资源储量的 39%，位居世界第一；澳大利亚、俄罗斯、南非占比分别为 25%、21% 和 15%。

图 2：2021 年全球锂资源储量分布（%）



资料来源：USGS 2022，光大证券研究所

图 3：2021 年全球钒资源储量分布（%）



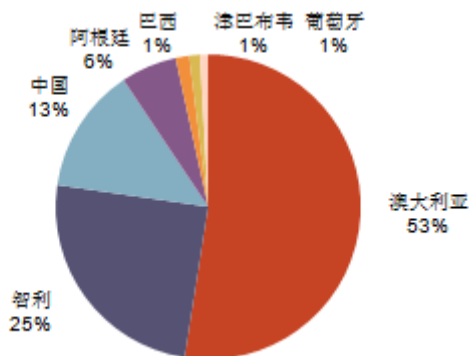
资料来源：USGS 2022，光大证券研究所

钒锂产量对比：钒完全自给，锂高度依赖进口

中国锂盐产量全球占比 67%，资源高度依赖进口。据 USGS，全球 2021 年锂矿产量折 10.5 万金属吨，其中澳大利亚的产量占全球的 53%、智利产量占比 25%，中国仅占 13%。据安泰科统计，2021 年中国锂盐产量合计约 35.5 万吨碳酸锂当量，占全球锂盐产量的 67%，锂资源高度依赖进口。

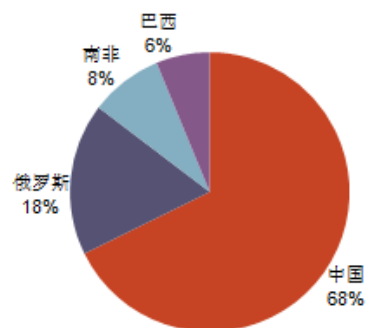
中国钒产量全球占比 68%，资源可完全自给。全球生产钒的国家主要有中国、俄罗斯、南非和巴西。据 USGS 数据，2021 年全球钒产量为 10.7 万金属吨，其中中国产量 7.3 万吨，占比 68%；俄罗斯、南非和巴西钒产量分别为 1.9 万吨、0.9 万吨和 0.7 万吨，占比分别为 18%、8%和 6%。

图 4：2021 年全球锂资源产量各国占比（%）



资料来源：USGS 2022，光大证券研究所

图 5：2021 年全球钒资源产量各国占比（%）



资料来源：USGS 2022，光大证券研究所

钒、锂静态可开采年限相当

据 USGS 统计，以 2021 年全球钒产量约 10.7 万金属吨（折 19.1 万吨五氧化二钒），全球钒资源静态可开采年限约 224 年；以 2021 年全球锂矿产量 10.5 万金属吨（55 万吨碳酸锂当量）折算，全球锂矿资源静态可开采年限约 214 年，二者基本相当。但考虑锂需求的高速增长，锂资源实际可开采年限或逐步降低。

2、钒电池缺点：初装成本为最大制约

2.1、钒电池初装成本为锂电池 2 倍以上

钒电池目前最大的缺点是初装成本较高，是锂离子电池的 2 倍以上。我们根据已披露具体投资金额的钒电池项目进行了成本测算，项目总投资成本集中在 3.8-6.0 元/Wh；其中，四小时储能系统成本集中在 3.8-4.8 元/Wh，2-3 小时储能系统成本略高，在 4.65-6 元/Wh，整体仍较锂电池高。

表 4：全钒液流电池电站项目信息及成本计算

中标/签约时间	项目名称	功率 (MW)	容量 (MWh)	承接单位	总投资 (亿元)	单价 (元/Wh)
2016 年 11 月	200MW/800MWh 大连液流电池储能调峰电站国家示范项目	200	800	大连融科	38	4.8
2020 年 12 月 23 日	伟力得新疆阿瓦提全钒液流储能电站项目	7.5	22.5	伟力得集团	1.36	6.0
2021 年 3 月 15 日	襄阳市高新区中广核 100MW/200MWh 全钒液流储能电站项目	100	200	中广核新能源襄阳有限公司	10	5.0
2021 年 8 月 29 日	国家电投湖北 100MW/500MWh 全钒液流电池项目	100	500	国家电投湖北绿动中钒新能源有限公司	19.00	3.8
2021 年 11 月 15 日	杭锅集团崇贤厂区智慧储能电站项目	1	4	杭锅股份子公司智慧能源	0.16	3.9
2022 年 4 月 24 日	国家电投海阳储能电站	1	2	上海电气（安徽）储能科技贡献公司	0.93	4.65

资料来源：北极星储能网、天眼查，光大证券研究所（截至 2022 年 4 月底）注：2020 年 12 月 23 日为伟力得新疆项目并网时间

2021 年锂价格的持续飙升导致锂储能项目初始投资额不断上升，储能锂电池单位投资成本已接近 2 元/Wh。如 2022 年 1 月底，英利智慧发布的保障性项目配套储能中标结果显示，中标最高单价为 1.77 元/Wh。据中关村储能产业技术联盟，储能系统的平均价格从 2021 年约 1.5 元/Wh 上升到 2022 年初的接近 1.8 元/Wh，上涨了 20%，与上述英利智慧项目的中标价格基本相符合。

表 5：2021 年储能 EPC 中标项目信息汇总

时间	项目名称	功率(MW)	容量 (MWh)	承接单位	总投资 (亿元)	储能单价 (元/Wh)
4 月 15 日	国网时代福建吉瓦级宁德霞浦储能工程（一期）EPC	100	200	中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司、福建省亿力建设工程有限公司（联合体）	4.07	2.03
8 月 18 日	三峡能源庆云储能电站示范项目 EPC	100	200	山东电力工程咨询院有限公司	3.48	1.74
				中国电建华东勘测设计研究院有限公司	3.42	1.71
				中国能建山西省电力勘测设计院有限公司	3.47	1.74
9 月 29 日	罗山配套储能系统、潢川配储能系统 EPC	4.4	8.8	远景能源有限公司	0.15	1.68
9 月 29 日	华润电力原阳县风电配套储能系统 EPC	3	6	远景能源有限公司	0.09	1.57
9 月 29 日	华润电力杞县分散式风电项目配储能系统 EPC	3.4	6.8	远景能源有限公司	0.10	1.41
9 月 30 日	华润财金山东东营源网储一体化项目一期储能系统 EPC	50	100	许继电气股份有限公司	1.29	1.29
11 月 4 日	海华新能源（鄞城）有限公司鄞城 100MW 风电项目配套储能系统 10MW (20MWh) EPC	10	20	许继电气股份有限公司	0.32	1.60
				上海融和元储能源有限公司	0.34	1.70
11 月 4 日	华润电力禹城一期风电项目储能系统 EPC	20	40	许继电气股份有限公司	0.57	1.44
				湘能楚天电力科技有限公司	0.60	1.50
11 月 15 日	江西黄金埠公司储能项目一期工程项目 EPC	48	48	国能龙源电力技术工程有限责任公司	1.09	2.27
				中国电建山东电力建设第一工程有限公司	1.06	2.21
12 月 7 日	佛山市诚德新材料有限公司分布式锂电池储能系统项目 EPC	2	5.53	（主）深圳市科陆电子科技股份有限公司 （成）四川陆纵电力设计有限责任公司	0.09	1.70
				（主）深圳科士达科技股份有限公司（成）荆州市荆力工程设计咨询有限责任公司	0.09	1.69
				（主）深圳市盛弘电气股份有限公司 （成）广东集明电力工程有限公司	0.09	1.70

资料来源：北极星储能网，光大证券研究所

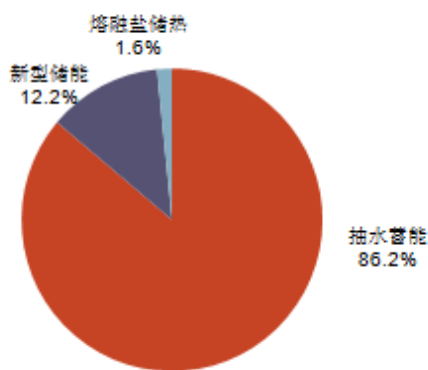
2.2、 钒电池快速发展或拉动钒价上涨

新型储能迅速增长，钒电池市场规模有望迅速提升

根据 CNESA 于 2022 年 4 月发布的《2022 年储能产业应用研究报告》，截至 2021 年底，已投运的全球储能项目累计装机规模为 209.4GW，同比增长 9%。其中，规模最大的是抽水储能，累计装机规模约 180.5GW，占比 86.2%，较 2020 年底下降 4.1 个百分点。

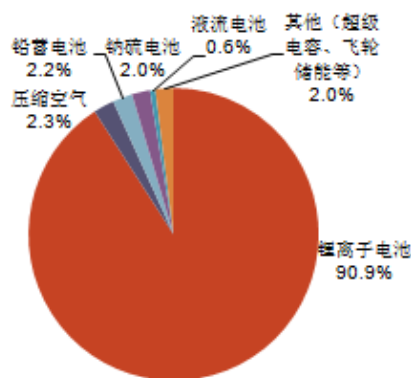
新型储能（除抽水蓄能和熔融盐储热储能以外的储能方式，包括锂离子电池、铅蓄电池、钠硫电池、压缩空气、液流电池、超级电容和飞轮储能等）累计装机规模为 25.4GW，同比增长 67.7%，占比 12.2%。新型储能中，锂离子电池仍占据主导地位，累计装机规模占比达 90.9%；压缩空气储能占比 2.3%，铅蓄电池占比 2.2%；钠硫电池占比 2.0%；液流电池占比为 0.6%。

图 6：2021 年全球不同类型储能系统累计装机规模占比



资料来源：CNESA，光大证券研究所

图 7：2021 年全球不同类型新型储能系统累计装机规模占比

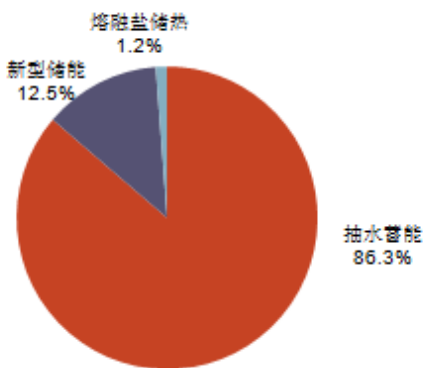


资料来源：CNESA，光大证券研究所

2021 年底，中国累计装机功率 46.1GW，位居全球第一。其中，抽水蓄能装机规模 39.8GW，占比 86.3%；新型储能累计装机规模达 5729.7MW，占比 12.5%，熔融盐储热累计占比 1.2%。

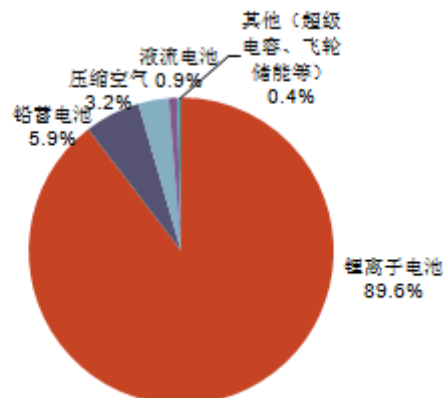
新型储能装机中，锂离子电池累计装机规模占比 89.6%，铅蓄电池累计装机规模占比 5.9%，压缩空气储能占比 3.2%，液流电池占比 0.9%，其他其他电化学储能（超级电容、飞轮储能）合计占比 0.4%。

图 8：2021 年中国不同类型储能系统累计装机规模占比



资料来源：CNESA，光大证券研究所

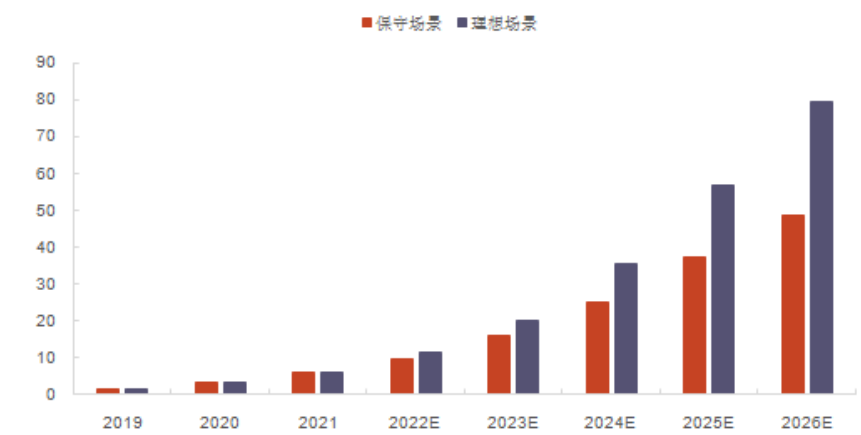
图 9：2021 年中国不同类型新型储能系统累计装机规模占比



资料来源：CNESA，光大证券研究所

政策助力储能市场发展。国家发改委、国家能源局 2021 年 7 月发布《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，在向碳达峰、碳中和目标前进的道路上，需要构筑安全高效、清洁低碳的能源体系。该指导意见指出，到 2025 年完成新型储能从商业化初期到规模化发展的转变，装机规模达到 30GW 以上，到 2030 年实现新型储能全面市场化发展。

图 10：中国新型储能累计投运规模预测（2022-2026）（单位：GW）



资料来源：CNESA 预测（2022.4.26），光大证券研究所

预计 2026 年我国新型储能累计装机规模达到 48.5GW 和 79.5GW（分别为保守和理想情况）。据 CNESA 数据，2021 年我国新型储能累计装机规模为 5.73GW。据 CNESA 的预测，在保守场景下，到 2026 年新型储能累计规模达到 48.5GW，2021-2026 年的复合年均增长率为 53.3%；理想场景下，累计装机将达到 79.5GW，2021-2026 年的复合年均增长率为 69.2%。

钒电池规模快速增长或拉动钒需求

2021 年为中国储能进入规模化发展的元年，据 CNESA 统计，2021 年规划、在建、投运 865 个、26.3GW 储能项目中，投运的百兆瓦级别项目仅 7 个，但规划在建的百兆瓦项目超过 70 多个，首个百兆瓦压缩空气储能项目已经实现并网调试运行，百兆瓦级别的全钒液流电池项目也在建设当中。

据 CNESA 统计，2021 年国内液流电池（基本为钒电池）在国内新型储能领域的渗透率达 0.9%，受益于资源、安全性、环保性和政策端的多重优势，随着多个大型钒电池项目的逐步落地，全钒液流电池的装机规模将实现跨越式增长。

表 6：国内近两年主流钒电池落地项目一览

时间	项目	钒电池生产企业	时间	功率 (MW)	容量 (MWh)
2020 年 5 月	上海电气盐城全钒液流电池储能电站示范项目	上海电气集团	先期投资 6 亿	100	400
2020 年 12 月	新一代可焊接全钒液流电池 (VFB) 技术集成的 8 KW/80 KWh 和 15 KW/80 KWh 储能示范系统	中科院大连化物所, 电解液由陕西五洲矿业股份有限公司提供	-	0.008、0.015	0.08
2021 年 2 月	河北承德市东梁风电场丰宁森吉图全钒液流电池风储示范项目	河北丰宁建投新能源有限公司	2021 年 3 月报备公示	3	12
2021 年 3 月	北京普能世纪湖北襄阳全钒液流电池集成电站项目	襄阳市政府、湖北平凡新能源、襄阳高新技术国有资本投资运营集团、VRB 能源公司	2021 年 5 月开始建设	100	500
2021 年 5 月	宁夏伟力得 200MW/800MWh 电网侧共享储能电站项目	宁夏伟力得绿色能源有限公司	2021 年底可实现一期投产	200	800
2021 年 12 月	中广核 100MW/200MWh 全钒液流储能电站	中广核新能源襄阳有限公司 (中国广核集团)	2021 年 12 月开工建设	100	200
2021 年 12 月	100MW/500MWh 全钒液流储能电站	国家电投集团湖北分公司 (国家电投湖北绿动中钒新能源有限公司)	预计 2026 年全部达产	100	500

资料来源：中国储能网，光大证券研究所（截至 2022 年 4 月底）

按照保守、理想两种场景和钒电池在新型储能中 10%、20%、30% 的渗透率测算，2026 年钒电池年装机量的范围是 1.48GW-7.06GW。取中值 20% 计算，保守和理想两种情形下，年装机量分别为 2.96GW 和 4.71GW，按照单 GWh 电池消耗 5500 吨钒（折五氧化二钒 9821.4 吨）估算，2026 年对五氧化二钒的需求拉动约 11.61 万吨和 18.49 万吨（假设 4 小时储能时长）。而据 USGS，2021 年中国金属钒产量折五氧化二钒产量约 13.1 万吨。若钒资源后续开发力度不及预期，或对钒价有明显的拉动，进而影响钒电池电解液成本。

表 7：2026 年钒电池装机量及五氧化二钒用量预测敏感性测算

不同渗透率	钒电池年装机量 (保守情况, GW)	钒电池年装机量 (理想情况, GW)	保守情况对应 V ₂ O ₅ 用量 (万吨)	理想情况对应 V ₂ O ₅ 用量 (万吨)
10%	1.48	2.35	5.81	9.24
20%	2.96	4.71	11.61	18.49
30%	4.43	7.06	17.42	27.72

资料来源：CNESA，光大证券研究所测算（储能时长假设 4 小时）

2.3、 能量密度、转换效率低于锂电池，耗材维护要求高

1) 能量密度和转换效率偏低。全钒液流电池在运行过程中对环境温度要求较高，同时还需要用泵来维持电解液的流动，因此其损耗较大，能量转化效率低于锂电池，为 70-75%。受钒离子溶解度和电堆设计的限制，与其他电池相比，全钒液流电池能量密度较低，仅为 12-40Wh/kg（见表 8）。

2) 耗材需适时维护。石墨极板要被正极液刻蚀，如果用户操作得当，石墨板能使用两年，如果用户操作不当，一次充电就能让石墨板完全刻蚀，电堆只能报废。在正常使用情况下，每隔两个月就要由专业人士进行一次维护，这种高频次的维护费钱、费力。

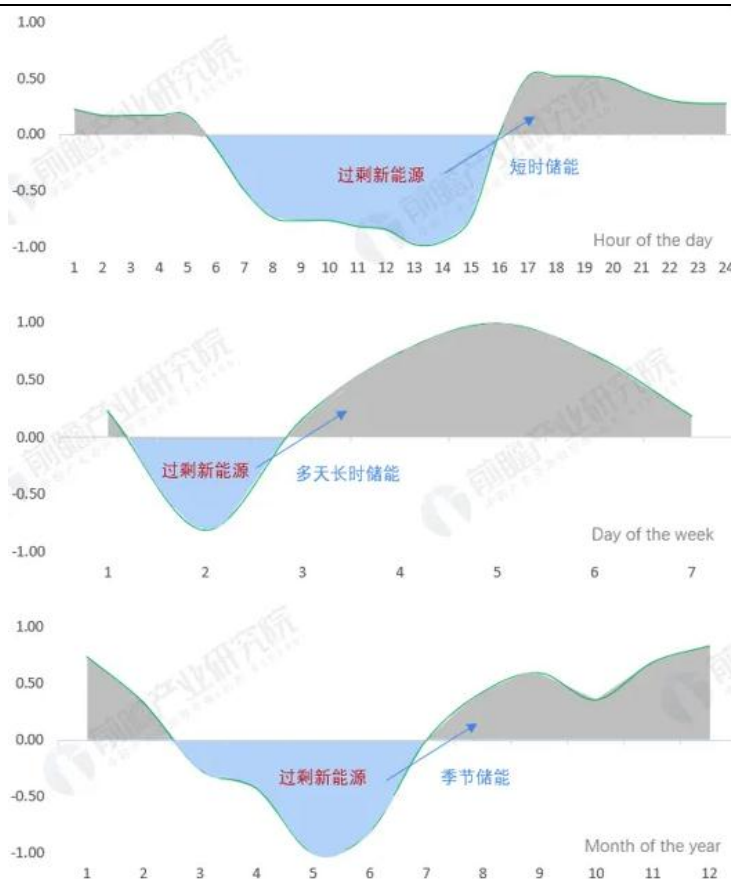
3、潜力：长时储能是极佳用武之地

3.1、长时储能是实现“双碳”目标的关键之一

随着可再生能源的渗透率不断提升，储能时长需求也越来越长。长时储能（Long duration energy storage, LDES）目前没有明确的定义，美国能源部将长时储能定义为“至少连续运行 10 小时，使用寿命 15-20 年的储能系统”；而国内一般将大于 4 小时的储能即可称之为长时储能。

长时储能委员会给出的长时储能定义为：任何可以进行竞争性部署以长期存储能源的技术，并且可以经济可能地扩大规模以维持数小时、数天甚至数周的电力供应。存储能源的方式可以多种多样包括机械储能、热储能、化学储能或电化学储能。本文讨论以长时储能委员会与麦肯锡发布的《Net-zero power: Long duration energy storage for a renewable grid》报告中的 8 小时以上长时储能系统为长时储能的定义。

图 11：长时储能对新能源发电的调节作用



资料来源：前瞻产业研究院，光大证券研究所

我们认为在全球持续推进碳中和背景下，长时储能系统是实现“双碳”目标的关键之一。长时储能在可再生能源大力发展背景下，在增强储电能力、保障电力系统调峰和稳定运行以及极端情况电力补充方面发挥着重要作用。

1) 增强储电能力：在双碳目标背景下，火力发电等传统化石燃料来源的能源占比将逐步降低，可再生能源（光伏、风能等）将逐步替代火电成为主力发电来源，长时储能作为可再生能源的配套建设意义重大。可再生能源的占比提升，使得发电的间歇性对电网的负面影响将逐步增大，电力储存的需求加大，建设长时储能系统的必要性增加。

2) 保障电力系统调峰和安全稳定：长时储能可凭借长周期、大容量特性，在更长时间维度上调节新能源发电波动，在清洁能源过剩时储存避免电网拥堵，负荷高峰时释放增加电力供应。即在电力供应过剩时储存电能，在需要时释放，以此来缓解供需矛盾，调节供需波动。

3) 极端情况电力补充：不可抗力因素（山火、暴雨、洪水、严寒等自然灾害、能源供应大国的冲突等）造成的电力供给暂停、能源供给紧张会造成全社会用电成本的增加。长时储能可保障在极端情况下的电力供应，保障全社会电力系统稳定运行和降低用电成本。

长时储能的主要优势在于其存储电力的边际成本较低，它可使存储的电量与充放电的速度相脱钩。与输配电电网的升级相比，它的交付周期相对较短，在经济效益方面优于耗资巨大且费时费力的电网升级。

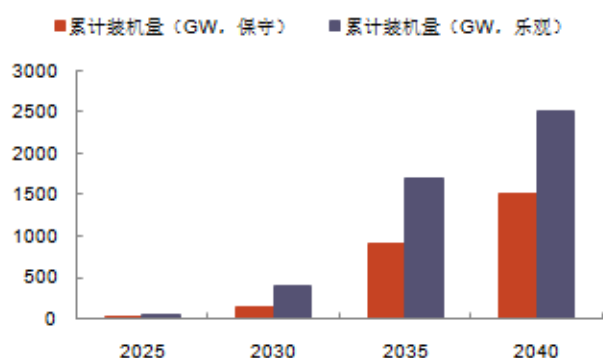
长时储能 2040 年累计装机量将达 1.5-2.5TW，累计投资规模达 1.5-3 万亿美元

长时储能委员会与麦肯锡合作发布《Net-zero power:Long duration energy storage for a renewable grid》（2021 年 11 月）显示，已投入运营或已宣布部署的长时储能系统超过 5GW 和 65GWh，全球已公示超过 230 个处于不同商业阶段的长时储能项目（不包括抽水蓄能）。

麦肯锡预计，长时储能的潜在市场空间将从 2025 年开始大规模增长。随着可再生能源占比提升，2025 年长时储能全球累计装机量将达到 30-40 GW（对应储能容量约 1TWh），累计投资额约 500 亿美元。

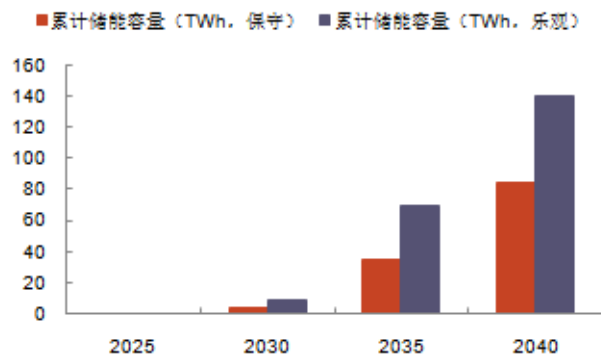
2030 年起全球可再生能源渗透率将升至约 60%-70%，长时储能累计装机量将达到 150-400GW（对应储能容量 5-10TWh），累计投资规模将达到 2000-5000 亿美元。到 2040 年，长时储能累计装机量将加速达到 1.5 -2.5 TW（对应储能容量 85-140TWh），是目前全球储能系统装机量的 8-15 倍，累计投资额将达到 1.5-3 万亿美元。

图 12：全球长时储能累计装机量预测



资料来源：麦肯锡《Net-zero power:Long duration energy storage for a renewable grid》，光大证券研究所（2021 年 11 月预测）

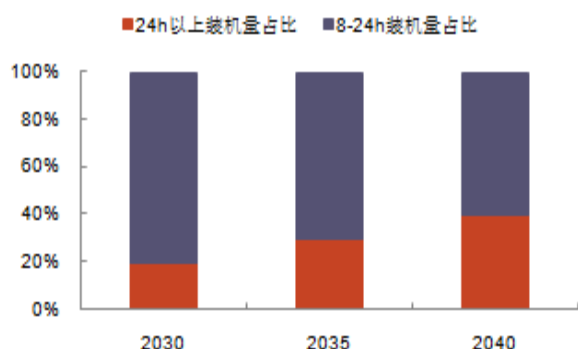
图 13：全球长时储能累计储能容量预测



资料来源：麦肯锡《Net-zero power:Long duration energy storage for a renewable grid》，光大证券研究所（2021 年 11 月预测）

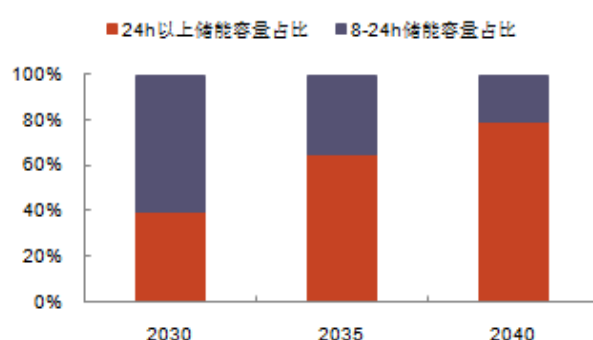
麦肯锡预计 24 小时以上储能容量占比将在 2030 年以后迅速提升。到 2030 年，8-24 小时的储能装机量可能占长时储能装机量的 80% 和总储能容量的 60%。但超过 24 小时灵活性的长时储能技术可能会在 2030 年后出现显著增长，这主要是由于可再生能源的增加。到 2040 年，持续时间更长（24 小时以上）的长时储能技术可能占总储能容量的大约 80%。

图 14：8-24 小时和 24 小时以上长时储能装机占比变化



资料来源：麦肯锡《Net-zero power: Long duration energy storage for a renewable grid》，光大证券研究所（2021 年 11 月预测）

图 15：8-24 小时和 24 小时以上储能容量占比变化



资料来源：麦肯锡《Net-zero power: Long duration energy storage for a renewable grid》，光大证券研究所（2021 年 11 月预测）

3.2、液流电池在长时储能领域应用空间巨大

长时储能目前仍处于初期的研发示范阶段，多种解决方案中，抽水蓄能的建设规模较大。抽水蓄能电站具有技术成熟、效率高和成本低等优势，成为全球储能容量最大的解决方案。

麦肯锡《Net-zero power: Long duration energy storage for a renewable grid》统计，截至 2021 年 11 月，全球已经安装了约 160GW 的抽水蓄能电站，另有 130GW 计划在建或在建中，未来的部署主要在亚洲，中国占全球已宣布、计划或在建产能的 60% 左右。大型抽水蓄能电站可以提供低成本、可调度的电力，并且由于其快速响应时间而作为电网稳定性的主要解决方案。但抽水蓄能最大的限制是场地限制、建设时间长以及环境问题。

从长期来看，电化学储能由于动力电池产业推动，不受地理环境的制约，处于比较有利的竞争地位。在电化学储能方面，目前锂离子电池、钠硫电池、钠离子电池、液流电池等均具备较大应用潜力；而全钒液流电池因寿命长、易扩容等特点，在长时储能系统领域应用大有可为。

(1) 锂离子电池：锂电池能量密度高、转换效率高等优点，目前在储能应用领域应用较广，但也存在循环寿命和易燃易爆的安全隐患等缺点。

(2) 钠基电池：钠硫电池方面已有装机先例，钠和硫原材料来源广泛，但对工艺要求极高，且运行温度约 300-350 度，且熔融状态下的钠和硫活性极大，存在一定安全隐患；而钠离子电池则具备安全，资源丰富，成本较低的优点，也有循环次数较低、电极材料副反应等影响电池寿命的缺点，目前尚未在储能产业大规模推广，其优势仍有待验证。

(3) 液流电池具备高安全稳定性、循环寿命长、扩容性强、可回收环保等优势，但目前也存在着初装成本较高等劣势。

A. 安全性最高：液流电池的工作原理是通过不同电解液离子相互转化实现电能的储存和释放。其电极反应过程无相变发生，电堆只提供电化学反应的场所，自身不发生氧化还原反应；活性物质溶于电解液，电极枝晶生长刺破隔膜的危险在液流电池中大大降低；同时，可以进行深度充放电，能耐受大电流充放，在目前电化学储能方面安全性最高。

B. 循环寿命长：与其他电化学储能技术相比，液流电池最突出特点就是循环寿命长，最低可以做到 10000 次，部分技术路线甚至可以达到 20000 次以上，整体使用寿命可以达到 20 年或者更长时间。

C.易扩容：液流电池的储能活性物质与电极完全分开，功率和容量设计互相独立，便于模块组合设计和电池结构放置，以及容量便于扩展。

D.可回收、环保：液流电池的电解液可以实现回收再利用，相比铅蓄和锂离子电池，不会对环境造成污染。

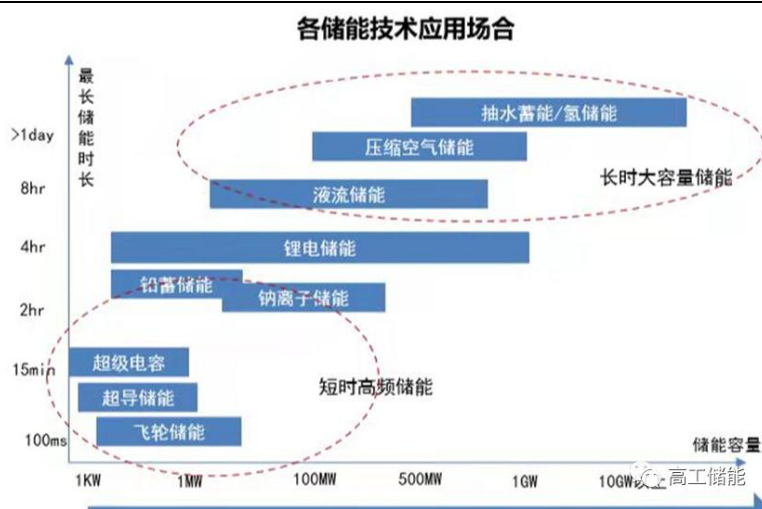
表 8：不同电化学储能电池的优劣对比

	全钒液流电池	锂离子电池	钠离子电池	钠硫电池
充放电效率	75%-85%	90%	88%	75-90%
能量密度 (Wh/kg)	12-40	80-300	145	150-300
功率密度 (Wh/kg)	50-100	1500-3000	2000	22
日历寿命	10-20 年	5-10 年	10 年左右	10-15 年
循环寿命	>10000 次	1000-10000 次	6000 次	4500
单位投资成本 (元/KWh)	2500-3900	1200-2400	1500	2200
优点	安全性高、循环寿命长，可回收，国内钒资源丰富，全生命周期成本低	能量密度高、效率高	环保、低成本、安全、原材料来源广泛	效率高、能量密度高、原材料来源广泛
缺点	能量密度低、初装成本高	安全性较差，锂资源对外依赖度高	电压窗口低、电极材料副反应等严重影响寿命	安全性差、工艺要求高、需要高温条件

资料来源：CNESA《中国低碳技术创新需求评估——以储能行业为例》，光大证券研究所

基于液流电池具备高安全稳定性、循环寿命长、扩容性强、可回收环保等优势，我们预计其在长时储能领域应用空间巨大，将与抽水蓄能/氢储能、压缩空气储能展开竞争。

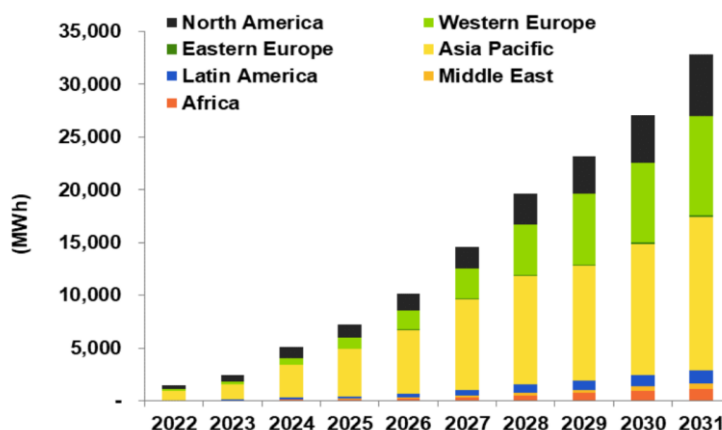
图 16：抽水蓄能、压缩空气储能、液流电池更适用于长时大容量储能



资料来源：高工储能，光大证券研究所

Guidehouse Insights 于 2022 年二季度发布的《Vanadium Redox Flow Batteries : Identifying Market Opportunities and Enablers》报告显示，2022-2031 年钒电池年装机量有望保持 41% 的复合增长率，预计 2031 年全球钒电池年装机量将达到 32.8GWh；其中，2031 年亚太地区（主要为中国）年装机量将达到约 14.5GWh，北美地区将达到 5.8GWh，西欧地区将达到 9.3GWh。

图 17：Guidehouse Insights 预计 2031 年全球钒电池装机量将达到 32.8GWh



资料来源：Guidehouse Insights 《Vanadium Redox Flow Batteries：Identifying Market Opportunities and Enablers》，光大证券研究所

3.3、钒电池在液流电池中商业化速度更快

目前液流电池路线主要包括全钒液流电池、铁铬液流电池、锌溴液流电池、锌铁液流电池等 20 多种技术路线，目前前三种技术路线讨论较多。

表 9：液流电池路线的特点对比

	全钒液流电池	铁铬液流电池	锌溴液流电池
充放电效率	75%-85%	70-75%	88%
能量密度 (Wh/kg)	12-40	10-20	75-85
功率密度 (Wh/kg)	50-100	-	-
日历寿命	10-20 年	20 年	20 年左右
循环寿命	>10000 次	10000 次	2000-5000 次
单位投资成本 (元/KWh)	2500-3900	1200-2400	1500
优点	安全性高、循环寿命长，环保可回收，国内钒资源丰富，全生命周期成本低	安全性高、循环寿命长、环保、原材料价格低	功率高、原材料成本低
缺点	能量密度低、初装成本高	能量密度低、正负极电解液交叉污染	自放电现象严重，有一定腐蚀性，维护成本高

资料来源：CNESA《中国低碳技术创新需求评估——以储能行业为例》，光大证券研究所

钒电池是目前商业化较为成熟的液流电池路线，具备示范项目运行多年、产业链逐步成型、全生命周期成本低等优势，预计在长时储能系统的应用空间广泛。

1) 多个示范项目安全运营：全钒液流电池在全球已经具有多个多年的示范项目在运行，产业化效果和可靠性验证明显高于铁铬液流电池、锌溴液流电池。据大连化物所公众号，2022 年 2 月，全球最大的 100MW 级全钒液流电池储能调峰电站已经在大连进入了单体模块调试阶段。

2) 全产业链逐步成型：全钒液流电池的电解液、隔膜、膜电极等原材料供应链已经初步成型，国产化进程不断加快，已能够支撑起开展百兆瓦级的项目设计与开发，其产业配套更加成熟。

3) 全生命周期成本优势：钒电池全生命周期成本已经低于锂电池，具备大规模商业化应用的条件。铁铬液流等路线虽然具备更大的降本空间，但从技术瓶颈突破、产业链培育和产能建设的进度看，未来五年其他液流电池路线的成熟度和成本水平仍难与全钒液流电池相媲美。

综上，全钒液流电池具备安全性高、寿命长、扩容性强、效率高等优点，我们看好全钒液流电池在储能应用领域的潜力，特别是长时储能方向的应用空间。

4、破局：政策推动和技术进步降本

4.1、政策支持是发展钒电池重要推动力

制定钒电池发展相关补贴

现有的钒电池项目多数是地方政府推动的示范项目，少部分为企业自主建设项目（近几年装机项目见表 6）。钒电池全生命周期成本已经低于锂电池，但初始建设成本过高，导致企业的投资动力不强，后续或仍需要政府层面进行推动，制定可有效执行的价格补偿机制和长时储能产业政策。

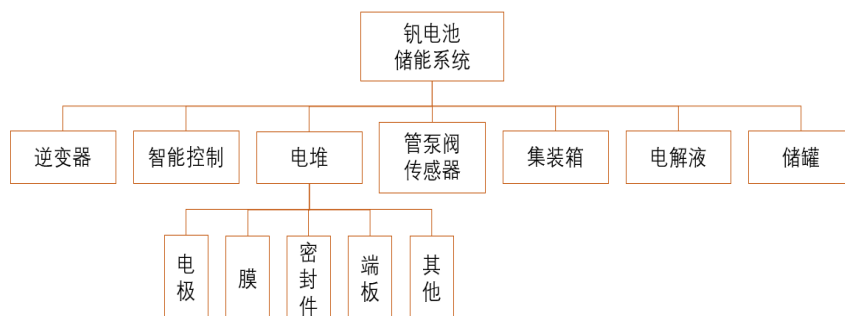
加强资源开发力度，扩大钢铁公司产能

由于国内主要钒产量来源于钒钛磁铁矿炼钢生产过程中的钒渣，因此，允许相应钢铁公司扩大产能也是增加钒资源来源的方式之一。同时，也可以出台支持钒资源开发的政策，加大对国内钒资源的开发力度。

4.2、技术进步有望继续降低成本

整个钒电池储能系统主要由电堆、电解液、逆变器、智能控制、储罐、集装箱、管泵阀传感器几部分构成。钒电池最主要的核心部件就是电堆和电解液，其中电解液的成分一般为五氧化二钒，也是整个钒电池系统中钒产品的主要用途。

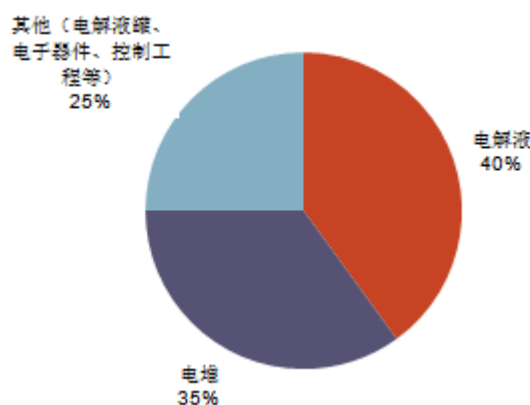
图 18：钒电池结构



资料来源：光大证券研究所整理绘制

据 IRENA，钒电池成本主要分为电堆、电解液与周边设备成本三大块。电堆和电解液是主要成本，合计占比达到 75%左右；其中，钒电解液成本约占 40%，电堆成本约占 35%，其他构件成本占比 25%左右。

图 19：钒电池成本构成

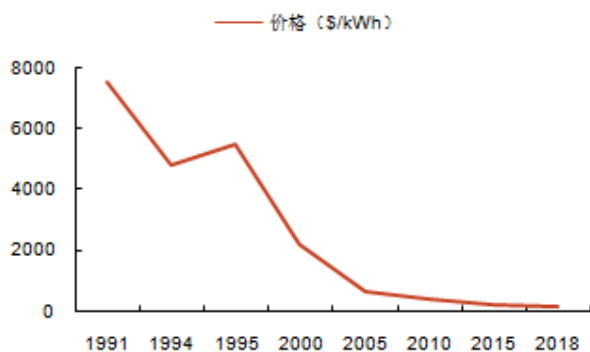


资料来源：IRENA，光大证券研究所

1) 技术推动电堆成本持续下降

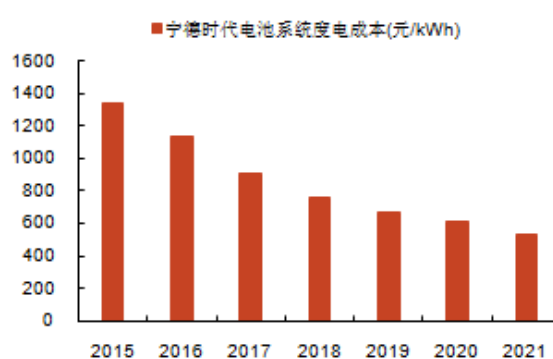
锂电池成本在商业化应用以后成本下降迅速,从 1991 年的 7523 美元/KWh 下降至 2018 年的 181 美元/KWh。参考锂电池的降本途径,可以预见钒电池在大规模量产后成本仍有较大的下行空间。

图 20: 锂离子电池成本下降曲线 (美元/KWh)



资料来源: OurWord in data 2019, 光大证券研究所

图 21: 宁德时代历年电池生产成本变化 (元/KWh)



资料来源: 宁德时代年报, 光大证券研究所

钒电池目前仍处于商业化初期,技术进步带来的降本空间较大。如大连物化所通过减少膜材料使用面积而降低电池成本;2020 年 6 月,大连物化所储能技术研究部李先锋和张华民团队成功开发出新一代 30 KW 级低成本全钒液流电池电堆。该电堆采用自主研发的可焊接多孔离子传导膜(成本<100 元/m²)。相对于传统的电池组装技术,膜材料使用面积减少 30%,电堆总成本降低了 40%。

2) 国产材料替代带动成本下降

在离子交换膜方面,目前全球钒电池主要使用美国杜邦公司的 Nafion 全氟磺酸树脂交换膜,Nafion 薄膜以磺酸基团为交换基团,作为全钒氧化还原液流电池的标准隔膜,其在电解液中的稳定性高,但价格昂贵,据阿里巴巴 1688 网,零售单价近 20000 元/平方米。

目前,国内的科润、东岳、中科院大化所,国外的戈尔等都在自主创新开发了更低成本的膜。随着国产离子交换膜的逐步推广,膜等产品仍有较大成本下降空间,预计后续在其他电堆材料(双极板、碳毡等)也有成本优化空间。

图 22: 杜邦质子交换膜零售单价近 2 万元/平方米

杜邦质子交换膜NafionN115 N117 N1110 NC700全氟磺酸膜



资料来源: 阿里巴巴 1688 网 (2022.6.30), 光大证券研究所

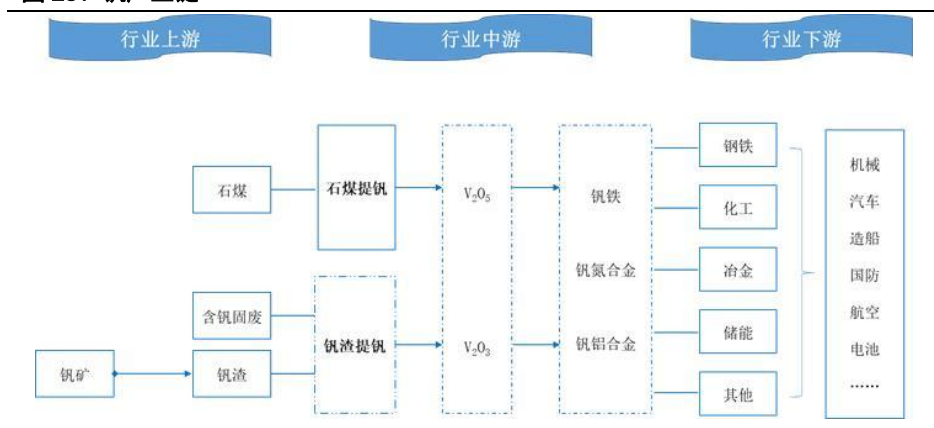
5、钒供需：中国产储量第一，钢铁为最大需求

5.1、供给：中国钒储量、产量位居全球第一

钒是一种高熔点难熔稀有金属，元素周期表上排行 23，相对原子质量为 50.9415。常见化合价为+5、+4、+3、+2 形态，在地壳中为第 17 种常见元素。钒的熔点很高，熔点 $1809 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，与铌、钽、钨钼并成为难熔金属。纯钒颜色呈银灰色，质坚硬，无磁性，有延展性；在耐气、耐盐、耐水腐蚀的性能比大多数不锈钢要好；在空气中不被氧化，可溶于氢氟酸、硝酸和王水。

产业链条为钒矿（含钒固废）、石煤加工成五氧化二钒和三氧化二钒，再进一步加工为钒铁、氮化钒、钒钛合金等应用于下游钢铁、化工等领域。

图 23：钒产业链



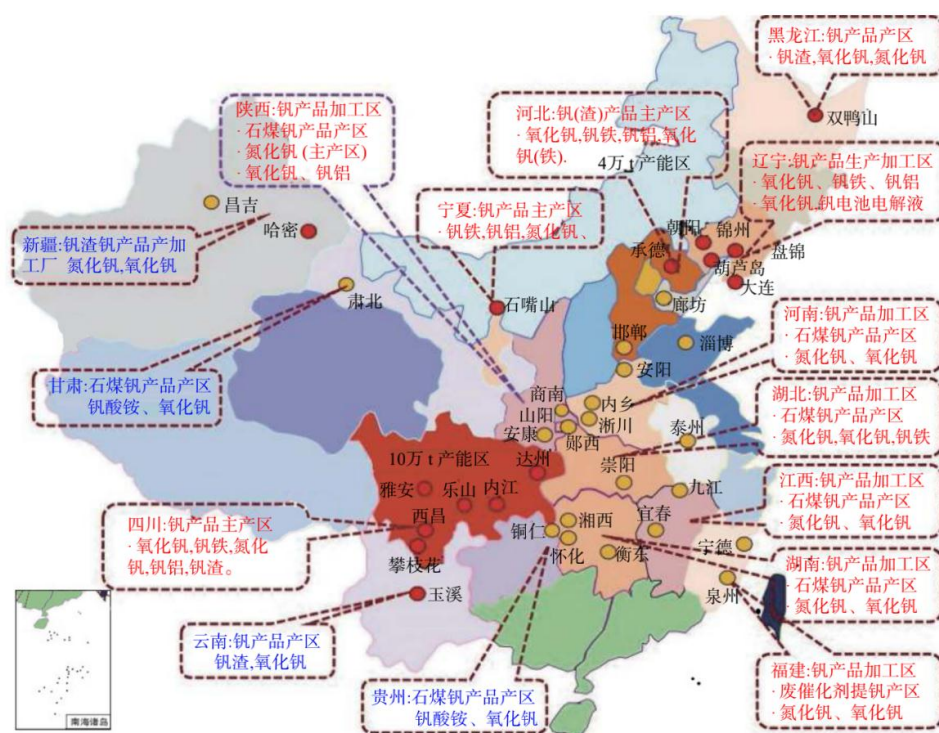
资料来源：攀钢钒钛公司公告，光大证券研究所

资源：2021 年中国钒产品储量、产量占比均居全球第一

前文已述，截至 2021 年底，中国钒矿储量占全球比重为 39%；2021 年中国产量占全球 68%，位居世界第一。

中国钒资源丰富，国内钒资源广泛分布于 19 个省市(区)，主要集中于四川攀枝花地区和河北承德地区，其中攀枝花地区的钒资源最为丰富，储量居国内第一、世界第三，另外湖南、广西、甘肃，湖北等省份也都有钒资源的分布。

图 24：中国主要钒资源分布（2020 年）



资料来源：吴优《2020 年全球钒工业发展报告》、光大证券研究所

原料及工艺：国际以钒钛磁铁矿为主，国内以钒渣为主

钒的地壳丰度虽然较高，但却主要与其他矿物形成共生矿或者复合矿，独立钒矿较少见。目前世界上发现的含钒矿物有 70 多种，钒矿主要有以下三种：

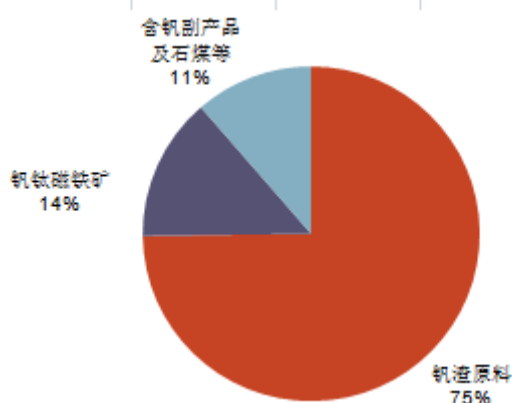
（1）钒钛磁铁矿：钒钛磁铁矿中的钒主要以 $\text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_3$ 尖晶石形态存在，矿中含钒 0.2%~1.5%。除美国外，主要产钒国家都是从钒钛磁铁矿中提取钒。

（2）钾钒铀矿：钾钒铀矿是一种钾铀的钒酸络盐，它的化学式为 $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot 1 \sim 3\text{H}_2\text{O}$ ，呈浅黄色或浅绿黄色，其中五氧化二钒含量可达 20.16%，美国是这种矿物的主要产地。

（3）石油伴生矿：石油伴生矿寄生在原油中，主要分布于南美洲。

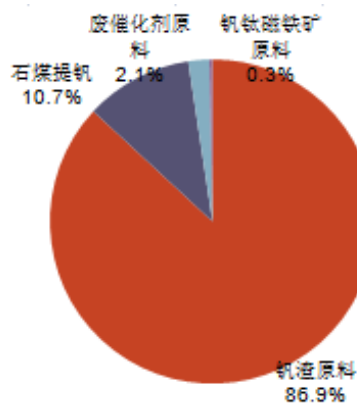
据吴优等人发布的《2020 年全球钒工业发展报告》，世界钒产品原料的绝大部分均来自于钒钛磁铁矿，大多数国家都是通过钒钛磁铁矿在炼钢的时候，从含钒钢渣中继续提炼钒，包括中国、俄罗斯等，而美国主要从石油渣、煤灰、废催化剂等中提炼。2020 年全球约 74.8% 的钒来自于钒钛磁铁矿经钢铁冶炼后得到的富钒钢渣，直接从钒钛磁铁矿提取钒的占比 13.8%，11% 由回收的含钒副产品（含钒燃油灰渣、废化学催化剂等）及含钒石煤提取。

图 25：全球钒产品原料结构（2020）



资料来源：吴优《2020 年全球钒工业发展报告》，光大证券研究所

图 26：中国钒产品原料结构（2020）



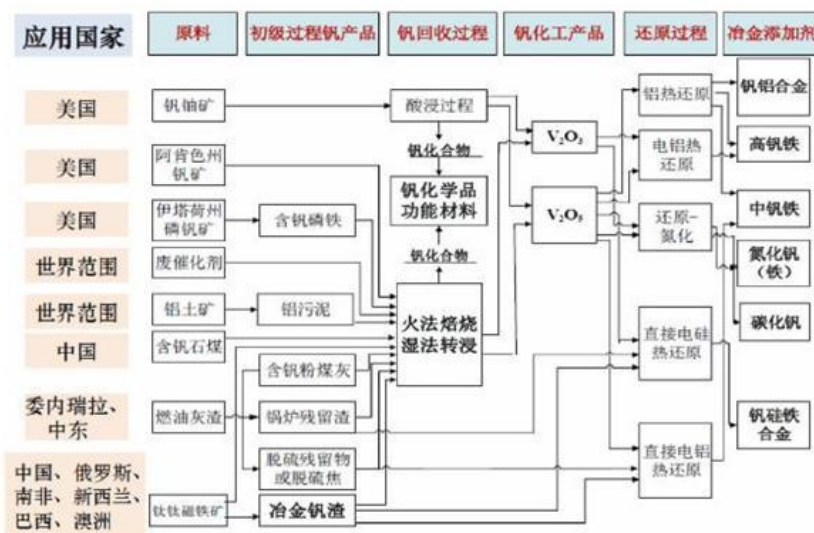
资料来源：吴优《2020 年全球钒工业发展报告》，光大证券研究所

国内利用钒渣作为原料生产钒的占比更高，钒渣原料占比高达 86.9%，石煤提钒占比 10.7%，废催化剂原料占比 2.1%，直接采用钒钛磁铁矿原料的占比仅 0.3%。

石煤提钒因环保问题产量占比下滑。石煤是一种含碳少、发热值低的劣质无烟煤，又是一种低品位多金属共生矿。我国石煤资源中已发现的伴生元素多达 60 多种，其中可形成工业矿床的主要是钒，但石煤中钒的品位很低，五氧化二钒含量多在 0.8% 以下。我国含钒石煤的利用起步较早，传统石煤提钒采用氯化钠焙烧酸浸工艺，生产过程中产生氯气、氨气、废酸、废渣，对生态环境破坏严重，因此，各地纷纷出台政策禁止采用钠化提钒。

石煤提钒在 2017 年以后占比下降明显，近年来部分企业在工艺上取得突破，如西部矿业旗下肃北西矿帆科技石煤提钒项目 2020 年 5 月试投产，实现绿色石煤提钒环保生产，石煤提钒产量占比后续或有小幅提升。

图 27：全球主要产钒国家的生产工艺



资料来源：攀钢钒钛公司公告，光大证券研究所

产能：攀钢钒钛产能第一

全球超过 70% 以上的钒来自副产炼钢的钒渣。产能规模较大（1 万吨/年以上）的钒生产企业主要有中国的攀钢钒钛、俄罗斯的 Evraz、河钢集团承钢公司、

北京建龙重工、成渝钒钛、四川德胜集团、南非 Bushveld Vametco、奥地利 Trebacher Industrie AG（加工型企业）、嘉能可 Glencore、巴西 Maracas Menchen Mine 等,其中攀钢钒钛产能 40000 吨/年,位居全球第一;俄罗斯 Evraz 产能 35000 吨/年,为海外最大钒生产企业。

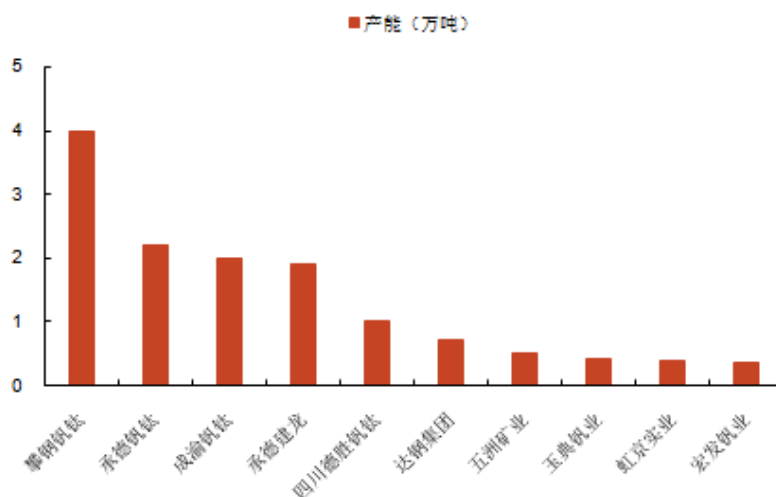
表 10: 全球主要钒龙头企业产能及产品概况 (2020 年)

名称	产能 (吨, 折 V2O5)	产品
鞍钢集团攀钢钒钛	40000	FeV、VN、氧化钒、钒铝合金
俄罗斯 (Evraz) 控股公司	35000	FeV、氧化钒、钒铝合金、催化剂
河钢集团承钢公司	22000	FeV、VN、氮化钒铁、氧化钒、钒铝合金
北京建龙重工集团有限公司	18000	VN、氧化钒
川威集团成渝钒钛科技有限公司	18000	三氧化二钒
四川德胜集团钒钛有限公司	16000	钒渣、氧化钒 (外加工)
南非 Bushveld Vametco	16000	VN、氧化钒、FeV 钒电解液、催化剂
奥地利 Trebacher Industrie AG (加工型企业)	13000	三氧化二钒、五氧化二钒、钒铁
瑞士嘉能可 Glencore (Xstrata)	12000	FeV、氧化钒
巴西 Maracas Menchen Mine	12000	五氧化二钒
澳大利亚 Altantic Vanadium PTY	12000	FeV、氧化钒 (已停产)
四川达州钢铁集团有限责任公司	9000	钒渣
美国 AMG Vanadium LLC	9000	氧化钒、钒铝合金、钒铁等
陕西五洲矿业股份有限公司	5000	VN、氧化钒、钒铝合金、金属钒
其他	33000	
合计	270000	

资料来源: 吴优《2020 年全球钒工业发展报告》, 光大证券研究所

据百川盈孚, 国内钒产品产能合计 17.14 万吨 (2021 年底), 钒产品生产的前十大企业分别是攀钢钒钛、承德钒钛、成渝钒钛、承德建龙、四川德胜钒钛、达钢集团、五洲矿业、玉典钒业、虹京实业、宏发钒业。

图 28: 中国钒产品龙头企业产能 (2021 年)



资料来源: 百川盈孚, 光大证券研究所

5.2、 钒的应用: 钢铁领域应用占比 90%以上

钒是一种重要的合金元素, 主要用于钢铁、钛合金添加剂、化工领域催化剂, 以及储能领域。工业上常见的钒化合物包括 VO、V₂O₃、V₂O₅, FeV 钒铁、NH₄VO₃ 偏钒酸铵。

表 11：钒产品主要应用领域

行业	领域	产品	所需钒制品
钢铁	碳素钢、低合金高强度	钢筋等	钒铁、钒钛合金
	合金钢	合金钢、工具钢、弹簧钢等	钒铁、钒钛合金
非铁合金	钛合金	钛合金、工业纯钛	钒铝合金
化工	化学制品	硫酸、尿素、催化剂	偏钒酸铵、偏钒酸钠等
储能	钒电池	全钒液流电池	五氧化二钒

资料来源：Mysteel，光大证券研究所整理

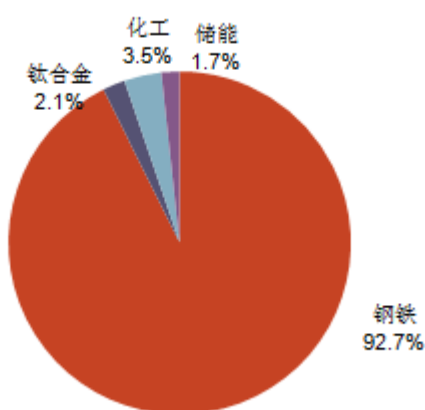
(1) 钢铁：金属钒是以钒铁和钒氮合金的形式被添加于钢铁生产中，以提高钢的强度、韧性、延展性和耐热性。含钒的合金钢强度高、韧性大、耐磨性好，广泛应用于输油/气管道、建筑、桥梁、钢轨等生产建设中。钢铁行业在钒的下游应用中占最大比重，其用量约占钒消耗量的 90% 以上。

(2) 钛合金：大约有 2% 的钒以钛-铝-钒合金的形式形成钛合金，钒在钛合金中可以作为稳定剂和强化剂，使钛合金具有很好的延展性和可塑性，主要用于飞机发动机、宇航船舱骨架、导弹、蒸汽轮机叶片、火箭发动机壳等方面。此外钒合金还应用于磁性材料、硬质合金、超导材料及核反应堆材料等领域。

(3) 化工：在化工领域，钒主要用作制造硫酸和硫化橡胶的催化剂，也用于抑制发电厂中产生氧化亚氮；其它化工钒制品则主要用于催化剂、陶瓷着色剂、显影剂、干燥剂等。

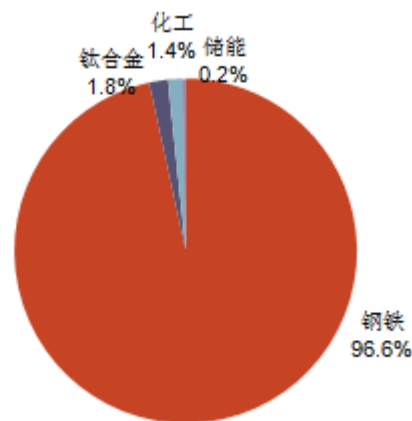
(4) 储能：目前钒被用于生产全钒液流电池也成为储能行业的研究热点。在储能行业中，近年来全钒液流电池在清洁能源方面的研究取得很大进展，全钒氧化还原液流电池(VRFB)在风力发电、光伏发电、电网调峰、分布电站、通讯基站等领域拥有广阔的市场前景，已经开始用于商业能源存储系统。

图 29：全球钒制品需求用量结构 (%)



资料来源：吴优《2020 年全球钒工业发展报告》，光大证券研究所

图 30：中国钒制品需求用量结构 (%)



资料来源：吴优《2020 年全球钒工业发展报告》，光大证券研究所

5.3、 钒价走势复盘：近十年均价 10.8 万元/吨

截至 2022 年 7 月 1 日，五氧化二钒（98%片状，四川）价格为 11.8 万元/吨，同比下跌 10.6%，较年初下跌 5.6%。2012 年以来，五氧化二钒含税均价 10.76 万元/吨，多数时间以 10 万元/吨为价格中枢波动，仅在 2017-2018 年出现了大幅上涨的情形，主要是环保严查、进口钒渣被禁止以及钢筋指标变化钒需求增加多重利好因素叠加导致。

(1) 2017 年 7 月 18 日，中国环境部提交至 WTO 的文件显示，自 2017 年 9 月起，中国将禁止 4 类 24 种固体废料的进口，其中钒渣在列。

(2) 2017 年 11 月，拟于 2018 年 11 月推行新版热轧带肋钢筋标准，提高了钢筋中钒的添加比例，强化了钢筋领域对钒市场的需求量，供需矛盾进一步升级，五氧化二钒价格进入上行周期。

(3) 2018 年末，五氧化二钒价格逐步回落；2019-2022 年五氧化二钒价格整体以震荡为主。

图 31：全球五氧化二钒价格（1995-2021）



资料来源：USGS，光大证券研究所（按当年美元兑人民币汇率折算）

图 32：五氧化二钒价格走势（万元/吨）



资料来源：Wind，光大证券研究所（2012.1.4-2022.7.1）

6、钒电池相关公司

全球范围内的全钒液流电池企业主要有日本住友电工公司、美国 UniEnergy Technologies 公司和奥地利 Gildemeister 公司。国内从事钒电池相关业务（合计数、生产、服务等）的企业主要包括大连融科、北京普能、中广核、国网英大旗下的武汉南瑞等；而钒资源企业包括攀钢钒钛、河钢股份、安宁股份、西部矿业、金钼集团、海亮集团等。

表 12：钒电池及钒资源相关上市公司

	业务主体	相关上市公司	相关上市公司 市值（亿元）	钒储量 (折 V ₂ O ₅ , 万吨)	2021 年钒产品 产量	有无钒电池相关布局
钒电池企业	大连融科	-	-	-	-	已有钒电池项目落地
	北京普能	-	-	-	-	已有钒电池项目落地
	中广核能源	中国广核	1414	-	-	已有钒电池项目落地
	绿动中钒新能源	-	-	-	-	已有钒电池项目落地
	武汉南瑞	国网英大	310	-	-	已有钒电池项目落地
	上海电气	上海电气	634	-	-	已有钒电池项目落地
钒资源企业	攀钢钒钛	攀钢钒钛	360	-	4.33 万吨五氧化二钒	与大连博融合作
	河钢承钢	河钢股份	243	-	19 万吨钒渣	具备钒电池电解液量产能力
	安宁股份	安宁股份	163	51.72	142 万吨钒钛铁精矿	无
	西部矿业	西部矿业	285	58.81	591 吨偏钒酸铵	无
	金钼集团	-	-	48.87	-	无
	海亮集团	-	-	42.03	-	无

资料来源：相关公司官网及公司公告，光大证券研究所（注：1）安宁股份直接出售 61%品位的钒钛铁精矿；2）钒储量为公司相应年报披露值，海亮集团钒资源量数据来源于海亮股份收购恒昊矿业公告，金钼集团钒资源数据来源于中国有色网，股价时间为 2022/7/1）

我们认为钒电池作为商业化较为成熟的液流电池，在储能领域大有可为，尤其是长时储能领域，首次给予钒行业“增持”评级。推荐拥有丰富钒资源且逐步布局钒电池产业链的攀钢钒钛，建议关注河钢股份。

6.1、 钒电池领先公司：大连融科、北京普能等

(1) 大连融科储能

大连融科储能技术发展有限公司成立于 2008 年，下属的融科储能、融科装备及博融新材料（电池核心材料开发与生产主体）共同构建的同心产业群，已成为全球领先的全钒液流电池全产业链开发、完整自主知识产权及高端制造能力的服务商。目前已经建立了 300MW/年全钒液流电池储能产业化装备基地。

大连融科由大连恒融新能源有限公司和中国科学院大连化学物理研究所共同组建，大连融科领军国内外液流电池标准的制定，引领全球液流电池技术的发展。目前成功实施了多项商业化应用示范项目，在全钒液流电池的核心技术领域拥有完整的自主知识产权，拥有的专利超过 300 余项。

融科储能提供的服务涵盖全钒液流电池关键材料、电堆、电池模块、KW 至百 MW 级电池储能系统的供应以及客户定制储能解决方案。2022 年 2 月，融科储能承建的全球最大的 100MW/400MWh 级全钒液流电池储能电站进入调试。

(2) 北京普能

北京普能于 2009 年收购了加拿大 VRB Energy，现已成为一家成长迅速的全球清洁技术创新企业。普能开发出目前世界上高安全、大容量、长时储能和长电池寿命为一体的全钒液流储能电池和解决方案。据北京普能官网介绍，其在全球已经安装和正在处于开发阶段项目容量达到 500 兆瓦时，安全稳定运行的时间累计接近 100 万个小时。

普能特有的低成本的离子交换膜、长寿命的电解液配方以及创新的电堆设计使普能区别并领跑于其他供应商。由普能拥有专利的、基于金属钒元素的氧化还原反应的全钒氧化还原液流电池储能系统 (VRB-ESS) 可将能量储存在电解液中。2021 年开发出全新第三代 MW 级 500KW 钒液流电池储能产品，启动 100MW 级大型储能电站项目开发。2019 年交付湖北枣阳 10MW 光储用首期 3MW 及国内多个 MW 级储能项目。

(3) 湖北绿动中钒新能源

湖北绿动中钒新能源有限公司成立于 2021 年 6 月 24 日，其中国家电投集团湖北绿动新能源有限公司投资 2100 万元，占股 70%，湖北平凡瑞丰新能源有限公司投资 600 万元，占股本 20%。湖北绿动中钒新能源有限公司将着力于开发全钒液流电池储能领域。

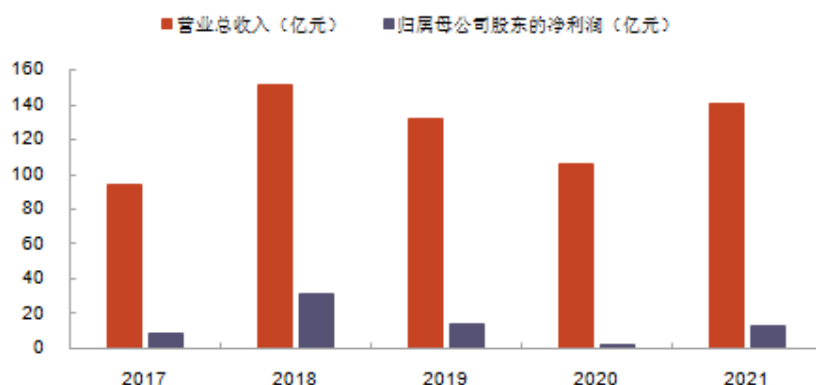
公司在湖北襄阳高新区拟投资 93.2 亿元建设钒电池储能电站及风电光伏项目。其中，43.2 亿元用于建设 100MW 全钒液流电池储能电站及 500MW 分布式屋顶光伏装机项目；50 亿元用于建设 1GW 风电光伏发电项目；其中 19 亿元用于建设 100MW 全钒液流电池储能电站项目，预计五年内全部达产。2021 年 8 月，100MW 全钒液流电池储能电站及 500MW 分布式屋顶光伏装机项目已与高新区签订入园协议，现已完成项目备案、勘探、可研等前期工作。

6.2、 攀钢钒钛 (000629.SZ)：钒产品产量全球第一，逐步切入钒电池业务

公司目前主营业务包括钒、钛、电三大板块，其中钒、钛板块是公司战略重点发展业务，主要产品包括钒铁、钒氮合金、钛白粉、钛渣等。公司是重要的产钒企业，同时公司是国内五家具有氯化法钛白粉生产能力的企业之一，更是少数具有“硫酸法+氯化法”钛白粉产品的生产企业。

2021 年公司实现营业收入 140.60 亿元，同比上升 33.42%；归属于上市公司股东的净利润 13.28 亿元，同比上升 248.56%。

图 33：攀钢钒钛 2017-2021 年营业收入与归母净利润



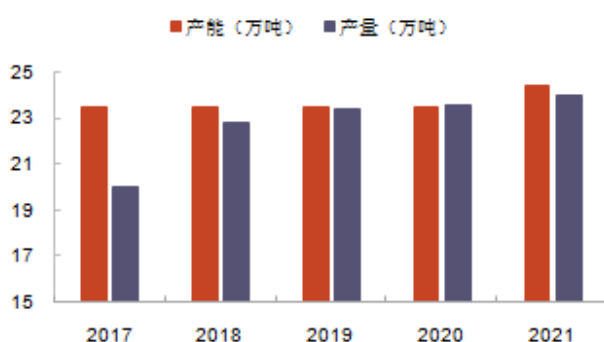
资料来源：公司公告，光大证券研究所

钒产品：2021 年 10 月，公司已完成对西昌钒制品的收购，收购前钒产品产能（以 V_2O_5 计）为 2.2 万吨/年，收购后钒产品产能（以 V_2O_5 计）超过 4 万吨/年。此外，攀枝花钒厂 5000t/a 高纯氧化钒生产线建设项目一期工程目前正在建设过程中，预计 2022 年投产。

钛产品：钛白粉方面，公司硫酸法钛白粉 22 万吨/年、氯化法钛白粉 1.5 万吨/年的生产能力。公司采用自主研发的低温氯化技术生产氯化法钛白粉，原料为碳化渣，正在对 1.5 万吨/年的氯化法钛白粉生产线进行达效攻关，待条件成熟后，公司将考虑实施规模化建设。公司也在积极进行产能扩建，在建一条 6 万吨的熔盐氯化钛白项目。钛渣方面，目前公司具备酸溶性钛渣 24 万吨/年的产能。

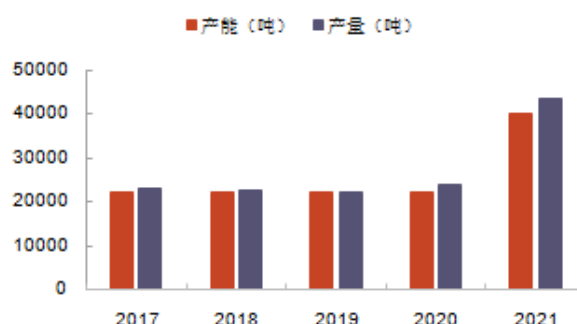
2021 年公司累计生产钒制品（以 V_2O_5 计）4.33 万吨（含西昌钒制品 1.94 万吨），大幅增长主要系西昌钒制品并表影响；钛白粉 24.44 万吨（其中含氯化钛白粉 1.64 万吨），同比增长 3.77%；钛渣 21.24 万吨，同比增长 3.20%。

图 34：2017-2021 年公司钛白粉产能产量（万吨）



资料来源：公司公告，光大证券研究所

图 35：2017-2021 年公司钒产品（以 V_2O_5 计）产能产量（吨）



资料来源：公司公告，光大证券研究所

与大连博融签订战略合作协议。2021 年 9 月 10 日，攀钢钒钛公告与大连博融在攀枝花市签订了战略合作协议。公司优先安排提供钒产品供应大连博融。大连博融根据生产情况及攀钢钒钛钒储能项目需要，可以对攀钢钒钛优先提供钒电解液、钒电池储能系统代加工等服务。根据储能产业发展状况，双方商议共同投资，建设钒电解液工厂，逐步扩大钒电池产业规模。后期，根据储能市场增长情况，双方适时启动钒电池储能装备生产合作，产能与钒电解液产能相配套。

盈利预测关键假设：**1) 钒产品**

价格：考虑 2020 年疫情以来大宗商品价格涨幅较大，后续钒价格或逐步回落。假设 2022-2024 年钒产品价格（不含税）分别为 11.7/11.1/10.7 万元/吨（2021 年钒产品均价为 10.6 万元/吨），钒产品价格同比变动+10%/-5%/-3%。

产量：公司自有钒产品产能暂无新增，但公司年报显示将通过挖潜提高产能利用率实现销量小幅增长，2022-2024 年销量为 4.42/4.51/4.60 万吨。2021 年 9 月，公司与四川德胜签订项目合作框架协议，将投资建设产能为 2 万吨五氧化二钒的钒渣生产线，假设该项目产品产能将逐步释放，2022-2024 年销量分别为 0/1/2 万吨。

钒渣原料价格与钒产品价格同步下跌，同时公司完成对西昌钒制品收购和整合完成后，钒产品毛利率预计小幅抬升，2022-2024 年毛利率分别为 33.7%、35.1%和 36.4%。

2) 钛产品

考虑 2020 年疫情以来大宗商品价格涨幅较大，后续钛白粉及相关产品的价格或逐步回落。

A. 钛白粉：假设 2022-2024 年公司钛白粉不含税单价分别为 1.70/1.62/1.53 万元/吨（2021 年不含税单价为 1.65 万元/吨），同比变动 3.3%/-5%/-5%；考虑公司在建的 6 万吨的熔盐氯化钛白项目产能逐步释放，钛白粉产品销量分别为 24.7/27.2/29.7 万吨，新工艺产能释放或将拉低公司成本，毛利率小幅增长，毛利率分别为 24.8%/25.6%/26.4%。

B. 钛渣：假设 2022-2024 年钛渣价格走势与钛白粉一致，小幅回落，不含税单价分别为 0.55/0.52/0.5 万元/吨（公司 2021 年不含税销售单价为 0.52 万元/吨）；目前公司钛渣产能 24 万吨，2021 年产量 21.2 万吨，假设 2022-2024 年销量分别为 22/23/24 万吨，产能利用率逐步抬升，小幅拉低成本，毛利率分别为 19.9%/20.7%/21.5%。

C. 钛精矿：钛精矿 2021 年毛利 2962 万元，占比较低；假设该业务 2022-2024 年收入保持 10%增速，毛利率维持 2%不变。

3) 电力产品

假设电力业务 2022-2024 年营收维持 5%增长，毛利率维持 11.3%不变。

4) 其他

其他业务占比较低，假设该业务收入增速保持 5%，毛利率维持 2021 年的 2.7%不变。

综上，我们预计 2022-2024 年公司营收分别为 152.3、166.8、181.7 亿元，同比增长 8.3%、9.5%和 8.9%；综合毛利率为 21.7%、22.8%和 24.0%。归母净利润分别为 17.5/20.6/23.5 亿元，同比增长 32%/18%/14%；对应 EPS 分别为 0.20/0.24/0.27 元。

表 13：攀钢钒钛收入拆分（亿元、%）

	2020	2021	2022E	2023E	2024E
营收	105.79	140.60	152.27	166.80	181.67
增速	-19.6%	32.9%	8.3%	9.5%	8.9%
毛利率	11.6%	19.9%	21.7%	22.8%	24.0%
钛产品	42.41	67.76	71.69	75.30	78.77
增速	97.4%	59.8%	5.8%	5.0%	4.6%
毛利率	11.2%	17.5%	18.4%	18.7%	19.1%
钒产品	37.31	45.15	51.49	60.97	70.84
增速	59.9%	21.0%	14.0%	18.4%	16.2%
毛利率	13.5%	30.5%	33.7%	35.1%	36.4%
电力	19.17	18.86	19.80	20.79	21.83
增速	103.8%	-1.6%	5.0%	5.0%	5.0%
毛利率	9.6%	11.3%	11.3%	11.3%	11.3%
其他	6.90	8.84	9.28	9.74	10.23
增速	-6.6%	28.1%	5.0%	5.0%	5.0%
毛利率	9.9%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%

资料来源：Wind，光大证券研究所预测

估值分析：攀钢钒钛主要从事钒钛磁铁矿开发，生产钒制品、钛精矿、钛白粉等产品，其中钒产品产能超过 4 万吨/年，公司钒产品产能全球最大（见表 10）。A 股上市公司中无完全可比公司，我们选取了行业内从事相似业务的上市公司龙佰集团（主要生产钛制品）、安宁股份（主要生产钒钛铁精矿）作为可比公司。

龙佰集团主要从事钛、锆精粉材料的研发和制造，深耕化工行业 30 余年成为钛产业龙头。主要产品包括钛白粉、海绵钛、锆制品等。2021 年年报显示公司钛白粉产能 101 万吨/年，海绵钛产能 1.5 万吨/年。2021 年营收 206.2 亿元，同比增长 45.56%，钛白粉产品收入 152.0 亿元，占比 73.7%。

安宁股份主要从事钒钛铁精矿和钛精矿的开发和生产，2021 年年报显示目前已经具备 300 万吨/年钒钛磁铁矿、100 万吨/年铁精矿、10 万吨/年高品位活性石灰、4 万吨/年高档金红石型钛白粉的生产能力。2021 年公司生产钒钛铁精矿（61%）141.65 万吨，同比增加 10%（无直接可售钒产品）。

表 14：攀钢钒钛可比公司估值比较

代码	证券简称	收盘价（元） (2022/7/1)	EPS(元)			市盈率 PE		
			21A	22E	23E	21A	22E	23E
002601.SZ	龙佰集团	19.87	1.96	2.26	2.62	10.1	8.8	7.6
002978.SZ	安宁股份	40.65	3.58	3.82	4.22	11.4	10.6	9.6
平均值						10.7	9.7	8.6
000629.SZ	攀钢钒钛	4.18	0.15	0.20	0.24	27.0	20.6	17.4

资料来源：Wind，光大证券研究所预测（龙佰集团、安宁股份 EPS 均使用 Wind 一致预期，时间为 2022-07-01）

投资评级：预计攀钢钒钛 2022-2024 年归母净利润分别为 17.5、20.6 和 23.5 亿元，对应当前股价的 PE 分别为 21/17/15 倍，2022 年-2023 年可比公司平均 PE 为 10 和 9 倍。攀钢钒钛对应 PE 一直高于可比公司平均水平，主要原因是公司在钒业务的全球龙头地位（钒制品产能全球第一）以及与可比公司业务的差异（可比公司钒产品业务占比较低）。我们认为受益于全钒液流电池的发展，钒制品及钒资源的价值有望重估，公司作为全球钒制品龙头且业务布局逐步切入钒电池产业链，有望享受更高的估值溢价，首次覆盖，给予“增持”评级。

风险提示：钒、钛等产品价格大幅回落风险；合作项目进度不及预期风险。

表 15：攀钢钒钛盈利预测与估值简表

指标	2020	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	10,578.91	14,060.27	15,226.54	16,680.16	18,166.88
营业收入增长率	-19.61%	32.91%	8.29%	9.55%	8.91%
净利润（百万元）	225.33	1,327.74	1,749.61	2,063.34	2,350.09
净利润增长率	-84.12%	489.25%	31.77%	17.93%	13.90%
EPS（元）	0.03	0.15	0.20	0.24	0.27
ROE（归属母公司）（摊薄）	2.38%	17.64%	18.86%	18.50%	17.69%
P/E	159.3	27.0	20.6	17.4	15.3
P/B	3.8	4.8	3.9	3.2	2.7

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2022-07-01

6.3、河钢股份（000709.SZ）：钒产品产能国内第二大，钒电解液批量生产

河钢股份 2021 年钒渣产量 19.3 万吨，钒产品业务收入 17 亿元，同比增长 31%。河钢股份 5 月 25 日在投资者互动平台表示，公司拥有钒电解液制造技术的自主知识产权，建成了全钒液流电池储能示范项目，实现了光伏发电、钒电池储能经设备转化为直流和交流电直接应用。

河钢承钢研究制备出杂质含量低、产品稳定性高、生产成本低的高纯高性能全钒液流电池电解液，已开发出 10 余项工艺成熟、具有自主知识产权的适用于全钒液流电池的高纯钒氧化物制备技术及商用电解液制备技术。同时配套研发商用钒电解液系列检测技术，为商用钒电解液及钒电池开发与规模化生产提供了完备、准确的数据支撑，检测方法达到同领域国际先进水平，填补了国内钒电池理化检测技术空白。

由河北钢铁集团承钢公司钒钛工程技术研究中心自主研发的商用电解液系列检测技术与方法开发成功。在河钢承钢，5KW/20KWh 全钒液流电池储能系统正式投用，应用于河钢承钢钒钛产业园区避峰就谷时的厂区照明系统。

截至 2022 年 3 月底，河钢承钢的高纯氧化钒-电解液产线已经上下游贯通，实现产量提升 50%和 3.5 价商用电解液批量生产，已经与国际顶尖钒电池制造企业建立了战略合作关系。河钢承钢已经规划 2MW/16MW 钒电池储能示范工程，并完成了立项审批。

风险提示：钢材产品价格大幅回落风险；钒电解液业务进展不及预期风险。

6.4、西部矿业（601168.SH）：石煤提钒新工艺已经实现投产

西部矿业是我国第二大铅精矿、第四大锌精矿和第八大铜精矿生产商。2021 年年报显示，公司拥有保有资源储量包括铜 655.83 万吨、铅 160.69 万吨、锌 311.6 万吨、钼 35.73 万吨、五氧化二钒 58.81 万吨、铁矿石 3.11 亿吨、镍 25.24 万吨、金 13.54 吨、银 2315.45 吨（以上均为金属吨）。

据中国有色金属报及西部矿业公众号，公司全资子公司肃北西矿钒科技公司 2020 年 5 月试投产一期偏钒酸铵产能 1239 吨；2022 年 4 月 10 日，西部矿业钒科技改扩建生产线顺利产出第一批偏钒酸铵，二期技改扩建项目完成后，可实现偏钒酸铵产能 2611 吨，届时偏钒酸铵总产能将达到 3850 吨。

风险提示：铜、铅锌等产品价格回落风险；项目投产进度不及预期风险。

6.5、 安宁股份（002978.SZ）：拥有丰富钒钛磁铁矿资源

公司是一家以先进技术对多金属共伴生矿进行采选的钒钛资源综合利用循环经济企业，主要从事钒钛磁铁矿的开采、洗选和销售，主要产品为钛精矿和钒钛铁精矿。公司拥有储量丰富的钒钛磁铁矿资源，截至 2021 年底，公司采矿权范围内 1) 保有工业品位铁矿石资源量 19086.75 万吨，TFe 品位 29.48%，伴生 TiO₂ 的量为 2294.36 万吨，TiO₂ 品位 12.02%，伴生 V₂O₅ 的量为 51.72 万吨，V₂O₅ 品位 0.27%。2) 保有低品位铁矿石量 7190.58 万吨。

公司年报显示，钒钛铁精矿是钒钛钢铁企业提钒炼钢的主要原料，被用于重轨及抗震钢筋等高强度钢的生产。公司是攀西地区唯一的 61%品位钒钛铁精矿生产企业，2021 年公司生产钒钛铁精矿（61%）141.65 万吨，同比增加 10.03%。

风险提示：钒钛铁精矿产品价格回落风险。

6.6、 国网英大（600517.SH）：旗下武汉南瑞全面掌握钒电池技术

国网英大是国家电网有限公司旗下上市公司。武汉南瑞是国网英大的间接全资子公司。2010 年，武汉南瑞将电化学储能列为战略新兴产业，展开全钒液流电池储能技术研究；于 2011 年成立风光储研发团队，并于 2017 年形成兆瓦级的全钒液流电池电堆智能化生产能力。目前武汉南瑞已全面掌握钒电池改性选型技术，具备钒电池本体设计、材料研制、系统集成能力，成功研发高功率钒电池电堆和 250 千瓦/500 千瓦时储能系统，申请发明、实用新型专利共 70 项，授权 40 余项。

国网英大于 2022 年 5 月 11 日在投资者互动平台表示，公司下属武汉南瑞，依托多年来科技项目与实际应用的研究、设计和建设经验，沉淀积累了储能设计和研究的核心竞争力，目前已落地“汉口火车站西侧充电桩新建工程综合能源项目（含钒电池储能）”等项目。项目团队正在推进其他相关储能试点项目前期工作，促进形成可复制推广的模式，推进业务商业化运行。

风险提示：电力装备业务不及预期；钒电池项目建设进度不及预期。

6.7、 中国广核（003816.SZ）：旗下中广核新能源已承接大型钒电池项目

中国广核新能源控股有限公司是一家电源种类和地理分布多元化的独立发电商，业务包括风力、太阳能、燃气、燃煤、燃油、水力、热电联产及燃料电池发电项目。

2010 年 11 月，中国广核集团有限公司通过其间接持有的全资附属公司中广核华美投资有限公司收购中广核新能源全部股本，并成为控股股东。公司位于襄阳市高新技术产业开发区建设襄阳高新 100MW/500MWh 全钒液流储能电站项目，建设规模 100MW/500MWh，项目于 2022 年 1 月 1 日开工，计划于 2022 年 12 月 30 日前完成项目全容量并网。

风险提示：市场化电价进度不及预期；钒电池项目建设进度不及预期风险。

6.8、上海电气（601727.SH）：钒电池业务拥有多项知识自主核心产权

上海电气主营业务涉及能源装备、工业装备、集成服务三大领域，产品包括火力发电机组(煤电、气电)、核电机组、风力发电设备、输配电设备、环保设备、自动化设备、电梯、轨道交通和机床等。上海电气钒电池业务由其子公司上海电气储能公司负责，技术由上海电气中央研究院提供。

上海电气集团中央研究院储能液流电池产品部自 2011 年创建以来积极致力于液流电池储能产品的自主研发，掌握核心技术以支撑集团储能产业的发展，攻克了电池设计、电池密封、电池自动化制造工艺、系统集成等一系列关键技术瓶颈，成功研发出 5KW/25KW/50KW 的钒液流电池电堆。该电堆可集成至百千瓦/兆瓦级集装箱式全钒液流电池储能系统。

上海电气 3 月 24 日在投资者互动平台表示，上海电气旗下上海电气储能科技有限公司拥有液流电池自主核心知识产权及多项专利，已开发高性能电堆及系列化储能产品，具备液流电池电堆及系统产品设计、制造、交付能力，不断积累液流储能工程经验，逐步由设备供应商向整体解决方案提供商迈进。负责建设的国电投集团黄河上游水电公司液流电池储能项目、常德 10KW/60KWh 液流储能系统等即将实现并网，汕头智慧能源全钒液流电池储能电站已于 2021 年上半年顺利通过验收。

据北极星储能网，2022 年 3 月 4 日，上海电气储能科技有限公司董事长曾乐才、总经理杨霖霖分别与盐城科技城管委会及悦达集团，进行先进储能技术研发与液流储能装备制造产业项目、上海电气储能科技有限公司增资合资、盐城百兆瓦级储能项目等进行签约，签约仪式在江苏盐城成功举行，此次签约仪式的圆满成功，标志着上海电气储能科技有限公司完成 Pre-A 轮融资。

风险提示：能源及工业装备下游需求不及预期风险；钒电池项目建设进度不及预期风险。

7、风险分析

资源开发不及预期导致钒价大幅上行风险

全钒液流电池项目装机的装机量快速增加会带来钒资源的需求量大增，若资源开发不及预期，拥有钒钛磁铁矿的钢铁公司新增产能不足或大幅拉动五氧化二钒价格大幅上行，或对钒电池加速渗透不利。

技术更新带来的降本不及预期

全钒液流电池技术路线仍处于大规模商业化的前期，与锂电池等成熟技术路线相比，仍处于技术发展的初期，后续的技术进步带来的降本仍存在一定不确定性。

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。	

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中所载观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

中国光大证券国际有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Securities(UK) Company Limited
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE