

行业研究 | 行业深度研究 | 电力 (214101)

# 铀矿需求向好，关注核燃料产业稀缺性



## | 报告要点

全球加速核电建设，带动铀矿需求持续向好，预计 2024 年天然铀矿需求有望达 6.8 万吨，到 2040 年需求或将突破 10 万吨。近几年铀矿厂商为应对铀矿市场持续低迷，相继关停或减少铀矿生产，铀供需缺口再次拉大，现阶段铀矿产量小于需求。据中国核能行业协会，2035 年铀矿现货价格有望达 95 美元/磅。目前核燃料制造环节产能紧平衡，核燃料价格上涨对核电毛利率影响相对可控。

## | 分析师及联系人



贺朝晖

SAC: S0590521100002

## 电力

# 铀矿需求向好，关注核燃料产业稀缺性

投资建议： 强于大市（维持）  
上次建议： 强于大市

### 相对大盘走势



### 相关报告

- 《电力：核电电价市场化比例提升利好运营商》2024.07.30
- 《电力：15地区代购电价上涨，12地区开启夏季尖峰时段》2024.07.16



扫码查看更多

### ➤ 铀矿需求向好，一二次供给量下降

全球加速核电建设带动铀矿需求持续向好，预计2024年天然铀矿需求有望达6.8万吨，2040年需求或将突破10万吨。天然铀矿供应可分为一次供给和二次供给，2022年全球各国铀产量达4.9万吨，占世界核反应堆需求约74%。目前铀矿二次供给量约1.05万吨/年。预测到2040年，铀矿一二次供给量将减少，其中中性情景下世界铀矿一次供给量下跌至4.81万吨，二次供给量降至约0.6-0.7万吨/年。

### ➤ 铀矿供需错配，铀价持续上涨

2018年由于日本反应堆数量减少导致铀矿需求减小，近几年铀矿厂商为应对铀矿市场持续低迷，相继关停或减少铀矿生产，铀供需缺口再次拉大，现阶段铀矿产量小于需求。截至2024年5月，铀矿现货、长协价格分别为90.4美元/磅、78.5美元/磅。铀矿现货价格自2023年8月以来超长协价格高歌猛进。据中国核能行业协会，2035年铀矿现货价格有望达95美元/磅。

### ➤ 核燃料制造环节产能紧平衡

**转化：**全球五家转化厂满足天然铀转化需求，全球铀转化额定能力6.2万吨，产能利用率51%，有上涨空间。**浓缩：**高壁垒、高战略敏感、资本密集三种特点限制产能，预计2025/2030年铀浓缩年产能分别为6238/6613万SWU，美国制裁俄罗斯铀进口后，全球浓缩铀市场供给失衡，推动浓缩铀价格上涨。**燃料组件：**不同反应堆使用的燃料组件有差异，运营商选择有限，燃料组件制造能力为15476吨。

### ➤ 核燃料上涨对核电毛利率影响相对可控

我们假设单站规模为1200MW，以3%丰度的浓缩铀计算，单核电站每年需求28 tU核燃料，我们计算当U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>价格增长83.3%时，度电燃料成本增加0.017元/kWh，增长比例约为8.7%；燃料成本占比由22.4%增长至28%，毛利率降低4.83pct，因此度电成本受U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>价格波动相对较低。

### ➤ 投资建议：关注控本能力及成长性突出的中国核电

中核集团具备铀全产业链管控能力，内部签订长协供货，稳价能力强。建议关注中国核电，公司商运机组具备持续成长性，2023分红比例35.2%，对应2023年底股息率2.59%，是典型成长型红利资产，未来分红比例有望进一步提升，提升公司投资价值。

**风险提示：**核电项目审批低于预期；项目施工进度不及预期；核电安全事故风险。

### 重点推荐标的

简称	EPS			PE			归母净利润 CAGR-3	评级
	2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E		
中国核电	0.58	0.64	0.70	21.0	19.0	17.3	7.79%	买入

数据来源：公司公告，iFinD，国联证券研究所预测，股价取2024年07月31日收盘价

## 正文目录

1. 核燃料循环位于核电产业链上游	4
1.1 核燃料循环是核工业体系基础	4
1.2 流程分析：铀矿分析重中之重	6
2. 铀矿需求向好，价格持续上涨	10
2.1 铀矿需求持续向好	10
2.2 铀矿供给分为一次供给和二次供给	12
2.3 铀矿供需错配，铀价持续上涨	17
3. 核燃料加工产能趋紧，运营商成本可控	19
3.1 转化-浓缩-燃料组件环节产能稀缺	19
3.2 核燃料涨价对核电毛利率影响相对可控	25
4. 投资建议：关注控本能力及成长性突出的中国核电	27
4.1 中国核电：核电规模高成长，核心红利资产属性突出	27
4.2 中广核矿业：中广核海外铀资源开发唯一平台	30
5. 风险提示	32

## 图表目录

图表 1: 核电产业链图	5
图表 2: 核燃料循环示意图	6
图表 3: 核燃料分类	6
图表 4: 出矿状态“黄饼”	7
图表 5: 六氟化铀示意图	7
图表 6: 气体离心法铀浓缩工厂示意图	8
图表 7: 气体扩散法铀浓缩工厂示意图	8
图表 8: 我国自研 CF3 系列核燃料组件示意图	9
图表 9: 压水堆核燃料组件	9
图表 10: 重水堆核燃料组件	9
图表 11: 中国核电发电量情况	10
图表 12: 中国核电开工（在建）情况统计（GW）	10
图表 13: 全球主要铀矿公司需求	11
图表 14: 高增长情况下铀矿未来需求预测（万吨）	11
图表 15: 2021 年不同国家铀矿开采成本表	12
图表 16: 全球各国铀产量（单位：tU）	13
图表 17: 1945-2022 年历史铀产量（万吨，%）	14
图表 18: 2022 年铀产量（万吨，%）	14
图表 19: 全球主要铀矿公司供给列表	14
图表 20: 铀资源二次供给组成	15
图表 21: 美国和欧盟铀库存（单位：tU）	15
图表 22: 全球主要铀矿公司运营情况	16
图表 23: 1949-2021 世界铀矿产量与需求	18
图表 24: 铀矿现货与长协价格（美元/磅）	18

图表 25:	铀矿现货价格预测 (美元/磅)	18
图表 26:	2020 年全球铀转化产能情况 (tU/年)	19
图表 27:	全球贫铀转化产能 (tU/年)	20
图表 28:	不同浓缩比例用途不同	20
图表 29:	气体离心法优点	21
图表 30:	目前世界各地铀浓缩产能情况统计	22
图表 31:	各公司铀浓缩能力扩产情况预测	22
图表 32:	美国对俄罗斯铀相关制裁时间线	23
图表 33:	氧化铀、铀转化、浓缩铀现货、长协价格情况	23
图表 34:	2021 年全球轻水堆燃料组件制造能力 (吨/年)	24
图表 35:	各环节产能情况	25
图表 36:	1000MW 压水堆核电机组参数设置	25
图表 37:	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 价格对核电成本变化分析	26
图表 38:	上网电价、U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 价格对核电机组毛利率敏感性分析	26
图表 39:	2019-2023 年运营商燃料成本占比变化情况 (%)	27
图表 40:	中国铀业在产铀矿山情况	28
图表 41:	中国铀业境外天然铀产能、产量 (吨 U308)	28
图表 42:	中国铀业天然铀销售均价 (万元/吨)	28
图表 43:	中国铀业境内/境外业务拆分 (亿元/%)	28
图表 44:	中国核电营收情况	29
图表 45:	中国核电归母净利润情况	29
图表 46:	中国核电毛利率、净利率情况	29
图表 47:	核电、新能源装机情况	30
图表 48:	核电、新能源发电量情况	30
图表 49:	中广核矿业股权结构 (截至 2024Q1)	31
图表 50:	2023 年各矿产量及 2023 年底资源情况	31
图表 51:	中广核矿业业务模式	32
图表 52:	投资收益贡献主要利润	32

## 1. 核燃料循环位于核电产业链上游

### 1.1 核燃料循环是核工业体系基础

核电产业链包括从上游核燃料供应到中游核设备生产制造，最后到下游核电建造及运营等。从盈利水平角度来看，核燃料产业链、核岛主设备制造以及核电站运营的毛利率较高，相关企业将收获相对更多核电行业高景气的红利。

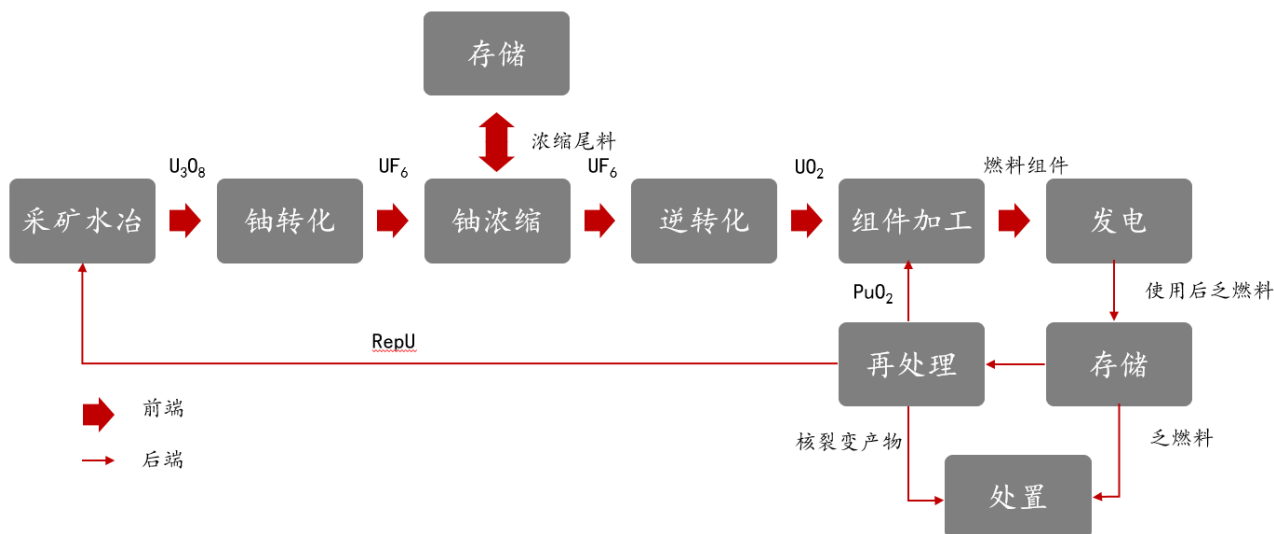
图表1：核电产业链图

环节	上游										中游							下游																										
	核燃料毛利率40-50%										核岛设备毛利率30-35%，常规岛设备5-10%							毛利率35-40%																										
产品	原材料										核电设备							建设运营																										
	核燃料			燃料组件			其他材料		后处理		主设备	其他设备						建设施工及运营																										
铀资源开发	铀产品	堆芯材料	燃料组件制造	核级锆及合金	导向管测量管	控制棒	核级钠	核级碳素	钛及合金	乏燃料后处理		中子吸收材料	后处理设备	管材	阀门	压力容器	核级密封				铸锻件	制冷风机空调																						
上市公司	中核国际	中广核矿业	核化冶院、中国铀业	中广核铀业	西部材料	中核建中核燃料元件	中广核铀业	东方电气	浙富控股	西部材料	中盐化工	方大炭素	宝钛股份	中核龙瑞、中核瑞能	中广核技	应流股份	海龙核科	安泰科技	通裕重工	航天晨光	东方电气	上海电气	中国一重	哈尔滨电气	久立特材	台海核电	纳川股份	沃尔核材	中核科技	江苏神通	海陆重工	兰石重装	新科机电	中密控股	海龙核科	应流股份	南风股份	哈空调	盈峰环境	盾安环境	中国核电	中国广核	国电投	华能集团
	中核集团控股子公司													中国广核集团控股子公司																														

资料来源：Wind，公司公告，国联证券研究所

核燃料循环是核工业体系中的重要组成部分之一。核燃料循环分为前端与后端两部分，循环的前端包括铀矿开采、矿石加工（选矿、浸出、沉淀等多种工序）、铀的提取、精制、转换、浓缩、元件制造等步骤；后端包括对反应堆辐照以后的乏燃料元件进行铀钚分离的后处理以及对放射性废物处理、贮存和处置。前端包含了从矿物开采到核能燃料发电全过程，是整个核能工业的基础和起点，对核工业体系运行影响显著。

图表2：核燃料循环示意图

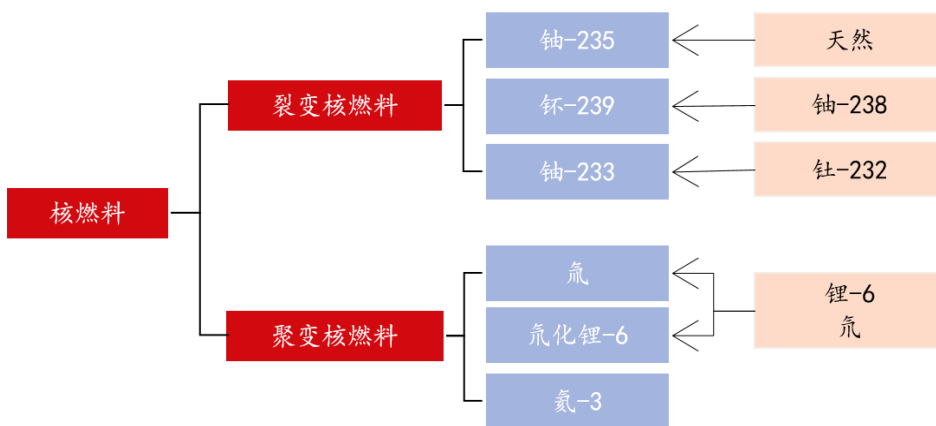


资料来源：世界核能协会，国联证券研究所

## 1.2 流程分析：铀矿分析重中之重

核裂变燃料是目前主流核燃料。铀是一种化学元素，是自然界中能够发生核裂变的元素之一，该元素在核能领域具有重要的应用价值。核燃料分为核裂变燃料和核聚变燃料，目前核裂变技术较为成熟，核裂变燃料主要包括铀-235、钚-239 和铀-233。铀-235 存在于纯天然铀中，但仅占 0.71%，需要进行铀浓缩后使用。

图表3：核燃料分类



资料来源：国家原子能机构，世界核能协会，国联证券研究所

铀矿的开采是核燃料循环前端的关键步骤之一，其过程包括勘探、开采、

**矿石加工等环节。**20 世纪铀矿石大多从露天矿坑或地下挖掘场直接进行开采，开采后对矿石进行粉碎和提炼，以便将铀与其他元素分离。随着技术发展，目前主要采用原地浸出法，这种方法可直接将铀从矿床中溶解出来。截止至 2020 年，全球约有 58% 的铀通过原地浸出法开采。2023 年，原地浸出法采铀产量已占中国天然铀总产量 90% 以上。

**铀矿转化的目标是将  $U_3O_8$  转换为  $UF_6$ 。** $UF_6$  是目前铀化合物中唯一易挥发的化合物，是气体扩散法、超离心法中分离和富集铀 235 和铀 238 最为适宜的工作介质，在原子能工业中具有非常重要的意义。制备  $UF_6$  分干湿两种方法。湿法制备过程中采用氟气氟化四氟化铀制备  $UF_6$  是最主流工业制备方法，且消耗氟气最少，干法制备目前仅有美国联合化学公司的麦楚波利斯工厂使用。

图表4：出矿状态“黄饼”



资料来源：通用机械，国联证券研究所

图表5：六氟化铀示意图

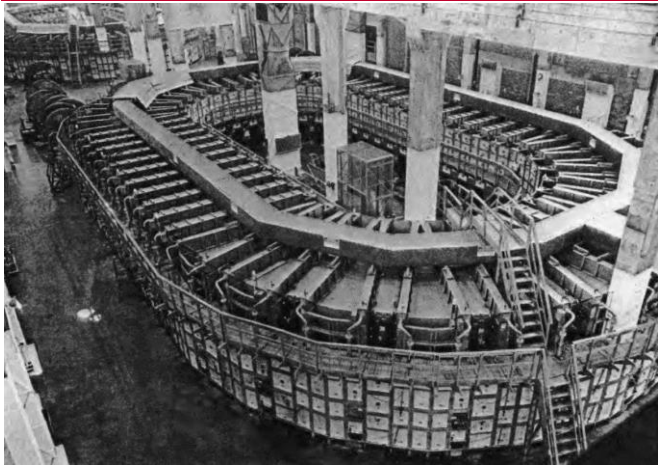


资料来源：通用机械，国联证券研究所

**铀浓缩是将铀-235 的含量从天然水平（0.7%）提高至 3%~5% 的过程。**天然铀中的铀 235 与铀 238 化学性质基本相同，唯一不同的是质量有微弱的差别，所以对铀 235 的浓缩就是利用这一微弱质量差。早期，铀浓缩工序采用气体扩散法，通过一系列扩散膜来实现分离，该方法经过美国实践验证可行。但气体扩散法有着分离系数小，工厂规模大，耗电量大，成本高昂等缺点。随着大部分气体扩散厂达到其设计的使用寿命，气体离心法进新工厂应用而生。相比气体扩散法，气体离心法更节能。在气体离心法进行铀浓缩工序中，由于铀-238 较重，它会在离心力作用下被推向外围，而较轻的铀-235 则保持在中心。



图表6：气体离心法铀浓缩工厂示意图



资料来源：中国核网，国联证券研究所

图表7：气体扩散法铀浓缩工厂示意图



资料来源：中国核网，国联证券研究所

**铀的逆转化**是将  $UF_6$  气体脱氟转化为  $UO_2$  固体的过程。目前存在“干”或“湿”两种方法将  $UF_6$  转换为  $UO_2$ 。在干法中，六氟化铀气体被加热到蒸汽中，并引入两级反应容器（例如旋转窑），产生固体铀酰氟化物 ( $UO_2F_2$ ) 粉末，该粉末与在蒸汽中稀释过的氢气进行反应去除氟化物，并在化学上将铀还原为纯微晶  $UO_2$  产物。湿法包括将  $UF_6$  注入水中，形成  $UO_2F_2$  颗粒浆。在此混合物中添加氨或碳酸铵，颗粒浆在混合物中通过过滤、干燥和加热等步骤得到  $UO_2$  固体粉末。

**燃料组件加工**是将处理好的  $UO_2$  加工为可以进行使用的核燃料元件的过程。该流程主要分为芯块制备、燃料棒制备，组件组装三道工序。芯块制备是指通过压制将完成氟脱离工序后得到的  $UO_2$  粉末压紧实，并采用  $1750^\circ C$  的高温炙烤粉末烧结形成固体芯块，最后磨削至光滑规则状态，得到可供使用芯块；燃料棒制备是指将芯块放入由耐腐蚀、抗中子吸收材料（通常为锆合金）制成的包壳管中形成燃料棒，并进行焊接以确保密封；组件组装包括将燃料棒、格架和端塞等组件组装成燃料元件并对元件的相关性能进行测试。

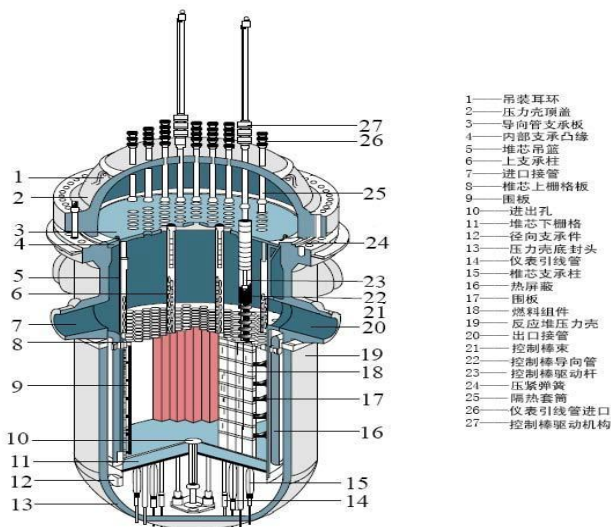
图表8：我国自研CF3系列核燃料组件示意图



资料来源：国家原子能机构，国联证券研究所

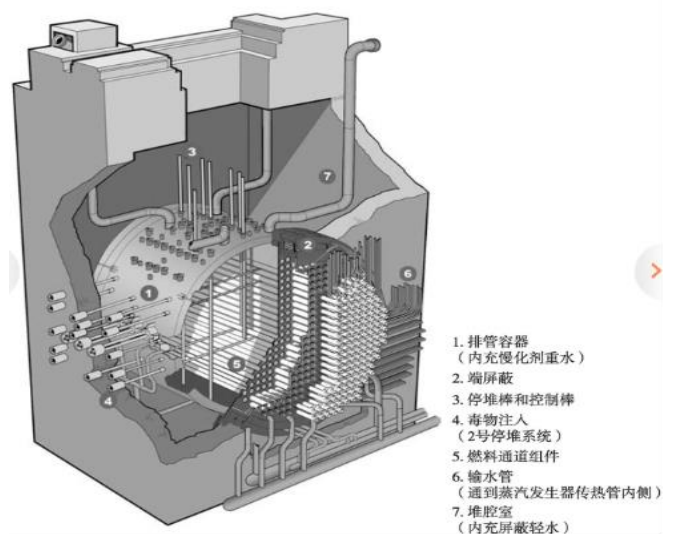
乏燃料是指在反应堆“燃烧”到一定程度后从堆中卸出的核燃料。乏燃料从反应堆内移出后仍具有放射性，同时会释放大量衰变热，需先妥善贮存，待放射性和余热降至一定程度后再进行后续操作与处理。乏燃料含有大量有用核素，经过专门处理后能变废为宝。目前国际上对乏燃料处理有两种方法：第一种是将乏燃料经过冷却、包装后作为废物直接处置不再循环利用；第二种是回收有用核素再利用，仅对分离出的废料进行处置，称作闭式循环。乏燃料含有的核素中，铀、钚可以重新制成燃料元件，另外一些元素如氙、铯、锶、钇、铯、钷、镧等在国防、宇宙能源、医疗卫生、工业和科学研究等领域具有重要作用。

图表9：压水堆核燃料组件



资料来源：上海市核电办公室，国联证券研究所

图表10：重水堆核燃料组件



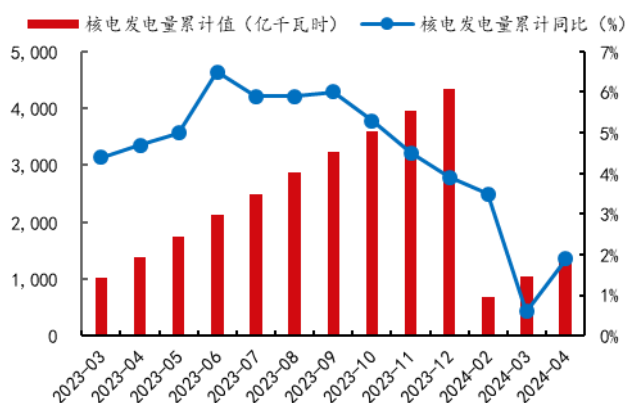
资料来源：国际清洁能源发展报告，国联证券研究所

## 2. 铀矿需求向好，价格持续上涨

### 2.1 铀矿需求持续向好

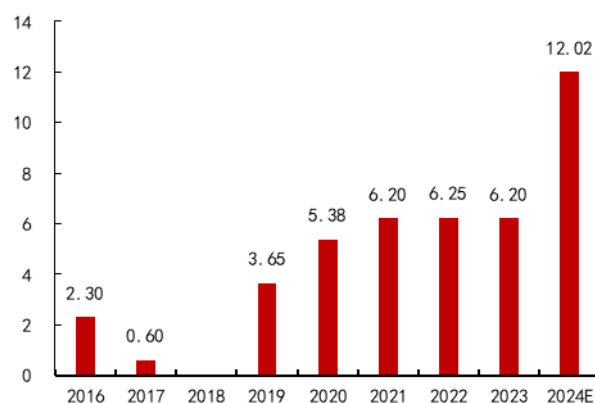
核电发电量稳步增长及核准节奏加快有望带动铀矿需求持续向好。从发电量来看，2024年4月我国核电发电量为366亿千瓦时，同比+5.9%；从核电装机量来看，近年来核电项目开工进程加速，据我们统计，2020-2023年核电项目开工量分别为5.38/6.20/6.25/6.20GW，以核准和开工进度来看，2022年下半年核准机组及2023年核准的部分机组，2024年内有望开工，预测2024年开工机组有望接近12.02GW。

图表11：中国核电发电量情况



资料来源：Wind，北极星电力网，国联证券研究所

图表12：中国核电开工（在建）情况统计（GW）



资料来源：Wind，北极星电力网，国联证券研究所

预计2024年天然铀矿需求将达6.8万吨。截至2024年5月，全球在运已并网核电装机容量达396GW，美国在运已并网核电装机容量约97GW，预计2024年美国天然铀需求量将达1.8万吨，世界排名第一。

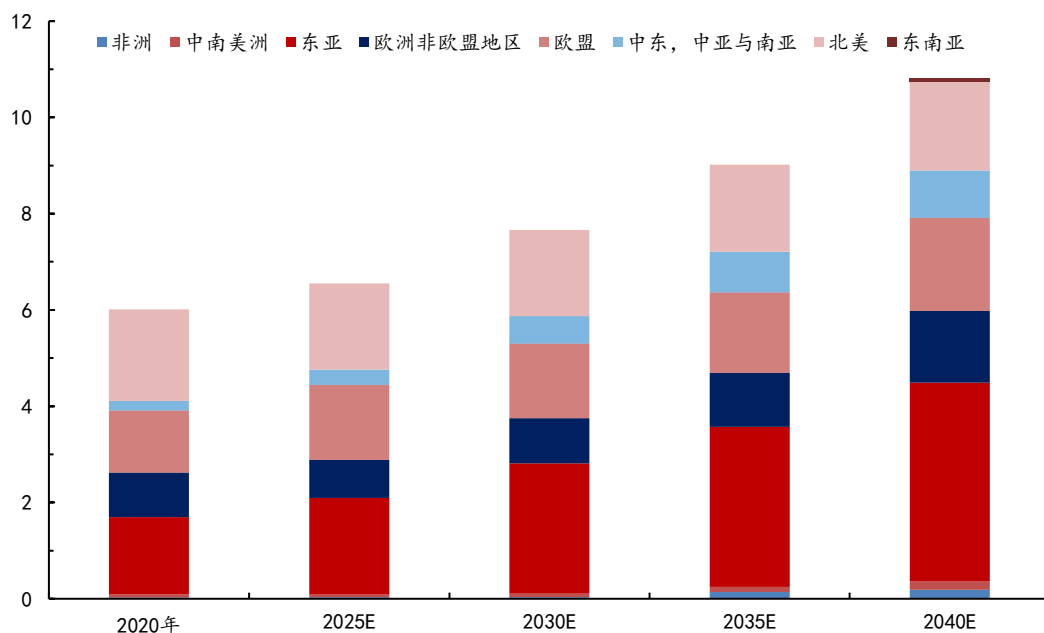
**图表13: 全球主要铀矿公司需求**

国家	在运已并网反应堆 (截至2024年5月)		在建反应堆 (截至2024年5月)		天然铀需求量 (2024年, tU)
	数量 (座)	装机容量 (兆瓦)	数量 (座)	装机容量 (兆瓦)	
美国	94	96952	---	---	18137
中国	56	54362	26	29755	13132
法国	56	61370	1	1650	8232
其他	69	51019	12	13602	8206
俄罗斯	36	26802	4	3988	5436
韩国	26	25825	2	2680	4309
日本	33	31679	2	2756	2180
印度	23	7425	7	5900	1725
乌克兰	15	13107	2	1900	1673
加拿大	19	13661	---	---	1455
西班牙	7	7123	---	---	1218
瑞典	6	6944	---	---	932
土耳其	---	---	4	4800	882
<b>全球合计</b>	<b>440</b>	<b>396269</b>	<b>60</b>	<b>67031</b>	<b>67517</b>

资料来源: WNA, 中国铀业招股说明书, 国联证券研究所

注: 表中中国核电反应堆及天然铀需求量信息不含中国台湾地区数据。

**预计到 2040 年铀矿需求将突破 10 万吨。**在如今多地区多国政策扶持、技术发展迭代速度快、对清洁能源需求高涨背景下, 全球铀矿需求量有望保持高增态势, 据国际原子能机构预测, 到 2040 年铀矿需求将突破 10 万吨, 东亚地区需求有望突破 4 万吨。

**图表14: 高增长情况下铀矿未来需求预测 (万吨)**


资料来源: IAEA, NEA, 国联证券研究所

## 2.2 铀矿供给分为一次供给和二次供给

天然铀矿的供给可以分为一次供给和二次供给,预计到2040年铀矿供给将下降。铀矿这两种供应方式共同构成了核能产业的原料基础。一次供给指的是直接从自然界开采铀矿石并提炼出铀的过程,包括勘探、开采、加工和转化等步骤。对于铀矿一次供给,根据世界核协会预测,在中性情景下世界铀矿一次供给产量在2030年预计将达6.64万吨,2040年下跌至4.81万吨。在乐观情景下,世界铀矿一次供给产量有望在2030年达7.15万吨,在2040年回落至4.94万吨。

澳大利亚是全球已探明铀矿资源量最大的国家。在全球铀矿资源分布中,澳大利亚所占比例最大,达28%。此外,哈萨克斯坦、加拿大、俄罗斯也拥有着数量可观的铀矿资源,中国铀矿资源量占全球4%。

哈萨克斯坦为全球开采成本最低的国家。参照IAEA统计数据,2021年全球已查明可开采铀资源总量(合理确定资源与推断资源之和)即开采成本低于40美元/kgU的资源总量达77.6万tU;开采成本低于80美元/kgU的资源总量达199.1万tU;开采成本低于130美元/kgU的资源总量达607.9万tU;开采成本低于260美元/kgU的资源总量达791.8万tU。其中,哈萨克斯坦开采成本最低,低于40美元/kgU的资源总量达50.2万tU,低于80美元/kgU的资源总量达73.2万tU。

图表15: 2021年不同国家铀矿开采成本表

开采成本分布	开采成本低于40美元/kgU	开采成本低于80美元/kgU	开采成本低于130美元/kgU				开采成本低于260美元/kgU						
哈萨克斯坦	502000	哈萨克斯坦	732100	澳大利亚	1684100	毛里塔尼亚	18800	澳大利亚	1959800	秘鲁	33400	意大利	6100
巴西	138100	加拿大	292400	哈萨克斯坦	815200	洛俄克共和	15500	哈萨克斯坦	874700	赞比亚	31000	加蓬	5800
中国	73200	巴西	229400	加拿大	588500	土耳其	11700	加拿大	865400	中非共和国	29200	葡萄牙	5600
乌兹别克斯坦	52100	南非	228000	俄罗斯	480900	瑞典	9600	俄罗斯	656900	西班牙	28500	墨西哥	5000
西班牙	8100	中国	132500	纳米比亚	470100	马拉维	9500	纳米比亚	509500	毛里塔尼亚	26100	圭亚那	4600
阿根廷	2400	乌克兰	71800	南非	320900	斯洛文尼亚	9200	尼日尔	468000	阿尔及利亚	19500	巴拉圭	4400
		乌兹别克斯坦	52100	尼日尔	311100	马里	8900	南非	444700	匈牙利	16700	越南	3900
		坦桑尼亚	46800	巴西	276800	印度尼西亚	8600	巴西	276800	马拉维	16300	刚果	2700
		俄罗斯	35000	中国	223900	伊朗	7400	中国	244700	斯洛伐克共和国	15500	乍得	2400
		秘鲁	33400	蒙古	144600	日本	6600	印度	220900	土耳其	12700	埃及	1900
		西班牙	28500	乌兹别克斯坦	131300	罗马尼亚	6600	乌克兰	185400	瑞典	9600	玻利维亚	1400
		纳米比亚	19700	乌克兰	107200	意大利	6100	蒙古	144600	斯洛文尼亚	9200	智利	1400
		阿根廷	19300	博兹瓦纳	87200	葡萄牙	5600	乌兹别克斯坦	131300	马里	8900	津巴布韦	1400
		蒙古	16900	美国	59400	加蓬	4800	捷克共和国	119100	印度尼西亚	8600	芬兰	1200
		尼日尔	14600	坦桑尼亚	58200	巴拉圭	4400	丹麦/格陵兰	114000	索马里	7600	塞内加尔	1100
		斯洛伐克共和国	12700	约旦	52500	墨西哥	3700	美国	112200	伊朗	7400		
		意大利	6100	阿根廷	34300	芬兰	1200	博兹瓦纳	87200	德国	7000		
		斯洛文尼亚	5400	秘鲁	33400	捷克共和国	800	坦桑尼亚	58200	希腊	7000		
		葡萄牙	3600	赞比亚	31000	埃及	400	约旦	52500	日本	6600		
		印度尼西亚	1500	西班牙	28500			阿根廷	35300	罗马尼亚	6600		
合计储量	开采成本低于28万元/tU 77.59 万吨	开采成本低于56万元/tU 199.08 万吨	开采成本低于91万元/tU 607.85 万吨				开采成本低于182万元/tU 791.75 万吨						

资料来源: IAEA, NEA, 国联证券研究所

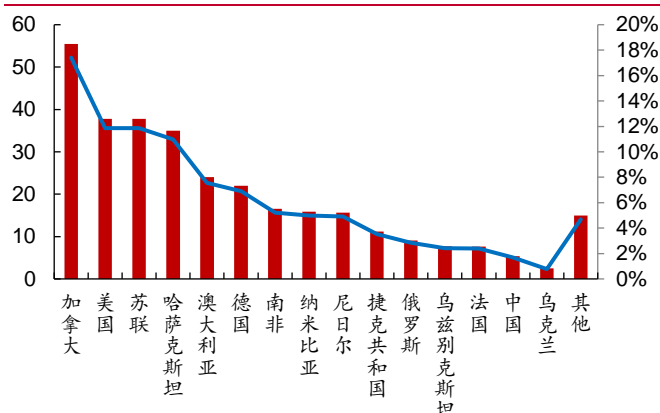
**2022 年全球各国铀产量达 4.9 万吨。**哈萨克斯坦是世界上最大的铀矿生产国，2020 年哈萨克斯坦产量超过了当年澳大利亚、纳米比亚、加拿大和乌兹别克斯坦(第二-第五大铀生产国)总产量。

**图表16：全球各国铀产量（单位：tU）**

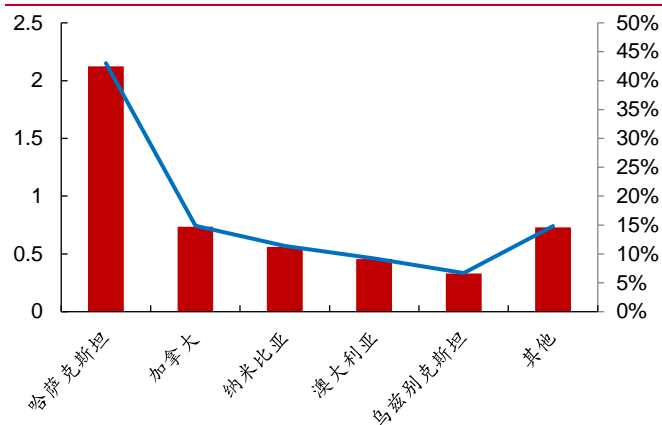
国家	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
澳大利亚	6526	6613	6195	3817	4553
巴西	-	-	-	30	-
加拿大	6996	6944	3878	4692	7351
中国	1620	1600	1600	1600	-
捷克共和国	34	42	34	36	-
德国	-	24	7	-	-
匈牙利	5	3	3	3	-
印度	385	460	540	600	-
伊朗	20	21	21	21	-
哈萨克斯坦	21705	22808	19477	21819	21227
纳米比亚	5520	5477	5412	5753	5613
尼日尔	2878	2982	2991	2250	-
巴基斯坦	45	45	45	45	-
俄罗斯	2904	2911	2846	2635	-
南非	346	185	62	192	-
乌克兰	790	796	711	455	-
美国	277	67	8	4	-
乌兹别克斯坦	3450	3500	3512	3520	3300
其他	-	-	-	-	7311
<b>总计</b>	<b>53501</b>	<b>54478</b>	<b>47342</b>	<b>47472</b>	<b>49355</b>

资料来源：IAEA, NEA, WNA, 中国铀业招股说明书, 国联证券研究所

**1945-2022 年世界历史总铀产量为 318.5 万吨。**1945-2022 年世界历史总铀产量中，加拿大历史产量为 55.4 万吨，所占份额为 17.4%，居全球之首。其次为美国（11.9%）和苏联（11.9%）。中国历史铀产量较低，仅为 5.4 万吨。2022 年哈萨克斯坦成为世界上铀矿产量最大的国家，产量为 2.1 万吨，占世界铀矿产量比为 43.0%，其次为加拿大（14.9%）和纳米比亚（11.4%）。

**图表17: 1945-2022 年历史铀产量 (万吨, %)**


资料来源: WNA, 国联证券研究所

**图表18: 2022 年铀产量 (万吨, %)**


资料来源: WNA, 国联证券研究所

全球天然铀行业集中度较高。据 WNA, 2022 年全球天然铀产量 CR10 市场份额超 90%。2022 年, 哈萨克斯坦国家原子能工业公司天然铀产量全球排名第一, 达 11373tU, 占全球产量 23%, 为全球最大天然铀生产商。近年来全球天然铀 CR10 生产商竞争地位较稳固。

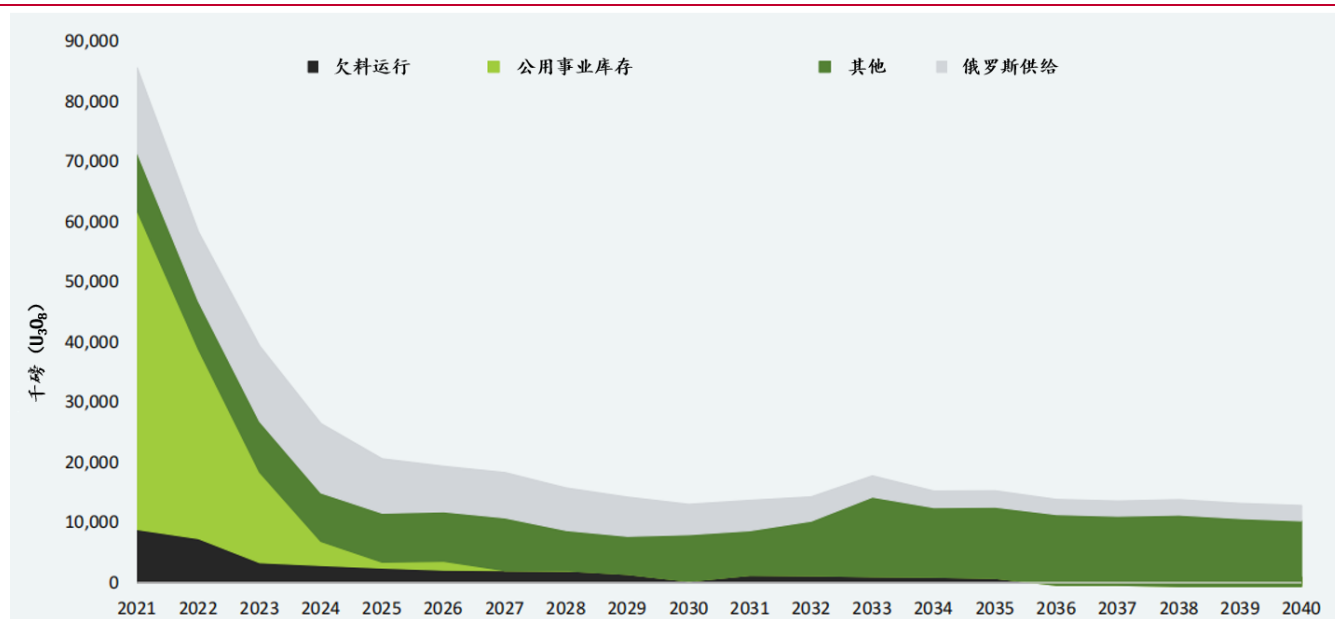
**图表19: 全球主要铀矿公司供给列表**

公司名称	所在国	成立时间	主要矿山分布	2022 年产量 (tU)	市占率 (%)
哈萨克斯坦国家原子能工业公司	哈萨克斯坦	1997 年	-	11373	23.0%
卡梅科公司	加拿大	1987 年	铀矿山分布于美洲、亚洲、澳洲	5675	11.5%
欧安诺集团	法国	2001 年	-	5519	11.2%
中广核集团	中国	1994 年	纳米比亚湖山铀矿	4627	9.4%
铀壹	俄罗斯	1997 年	-	4454	9.0%
纳沃伊矿业	乌兹别克斯坦	1958 年	-	3300	6.7%
中核集团	中国	1999 年	-	3247	6.6%
必和必拓	澳大利亚	1885 年	-	2813	5.7%
ARMZ	俄罗斯	1991 年	-	2508	5.1%
通用原子	美国	1955 年	-	1740	3.5%
其他				4099	8.3%
<b>合计</b>				<b>49355</b>	

资料来源: WNA, 中国铀业招股说明书, 国联证券研究所

铀资源二次供给包括民用和军用的天然铀和浓缩铀库存、乏燃料再处理后和剩余军用钚生成的 MOX 燃料、回收铀 RepU 以及贫铀再浓缩。由于存在铀矿二次供给, 初级铀产量已大大低于世界铀需求。2020 年, 世界铀产量占世界核反应堆需求的 74% 左右, OECD (经济合作与发展组织国家) 铀产量 (10125tU) 仅提供了 OECD 铀需求 (39941tU) 的 25% 左右, 其余的反应堆铀需求由进口和二次供给提供。目前二次供给主要以库存为主。

图表20: 铀资源二次供给组成



资料来源: UxC, PALADIN, 国联证券研究所  
注: 其他包含美国政府供给、MOX 及回收铀 RepU

铀矿需求量持续增加, 铀矿库存减少。截至 2021 年 1 月 1 日, 美国商业铀总库存为 54483 tU, 其中 41732tU 为商用反应堆所有, 2021 年美国公用事业所持有的浓缩铀库存 (约 20145tU) 较 2019 年增长约 8%, 天然铀库存较 2019 年下降 10%; 在欧盟, 截至 2020 年底, 公用事业所持有的铀库存为 42396tU。近年来铀矿需求量持续增长, 铀矿二次供给中库存量正被加速消耗。据 WNA 统计, 截至 2021 年 1 月 1 日, 中国累计库存超 129000tU, 印度库存 9600tU。

图表21: 美国和欧盟铀库存 (单位: tU)

年份	欧盟公用事业公司库存	美国核电站商业库存
2015	51892	46589
2016	51514	49217
2017	49004	47635
2018	45342	42759
2019	42912	43385
2020	42396	41024
2021	36810	41732

资料来源: IAEA, NEA, 国联证券研究所  
注: 2021 年欧盟数据不包含英国

美俄 HEU 协议显著提高了俄罗斯铀矿销售量。1993 年, 俄罗斯和美国签署了一项为期 20 年的高浓缩铀购买协议。根据协议, 俄罗斯在 1993 年至 2013 年这 20 年间将 500 吨高浓铀 (相当 2 万枚核弹头) 稀释并加工成总量超过 4 亿千磅



$U_3O_8$  (153,859tU) 等量的低浓铀 (LEU)，为全球核电站提供原料。

**乏燃料是铀二次供给潜在重要来源，可以在一定程度上取代一次供给的铀矿量。**乏燃料元素构成基本由铀 235、铀 238 组成，因此具有潜在可回收性。燃料组件卸出后元素构成变为 1%铀 235、1%钚 239 及 95%铀 238 和高放射性其他废料（约 3%），其中铀和钚可重新利用。目前乏燃料处理厂会溶解乏燃料，并通过化学方法将其分离成铀、钚和高放射性废料。乏燃料中的铀 235 通过转化为六氟化铀并进行浓缩富集，生成“后处理铀 RepU”，可作为铀二次供给重新用于核电站中。乏燃料中的钚 239 可与铀 238 混合制造核反应堆的混合氧化物燃料 (MOX 燃料)。

**MOX 燃料可减少贫铀产生。**2020 年欧盟天然铀需求量由于 MOX 燃料使用预计减少约 481 吨。目前 MOX 燃料仅少数特定获准反应堆可使用（主要在欧洲），在二次供给中占比较少。截至 2021 年 1 月，法国、印度和荷兰有 25 座反应堆（约占全球运行反应堆总数 5%）获准可使用 MOX 燃料。

图表22：全球主要铀矿公司运营情况

国家	2021 年投入运营反应堆数量	在建反应堆数量	2019-2020 关闭反应堆数量	可使用 MOX 燃料反应堆数量	2020 年铀需求 (单位: tU)
阿根廷	3	1	0		219
亚美尼亚	1	0	0		64
孟加拉国	0	2	0		0
白俄罗斯	1	1	0		176
比利时	7	0	0		944
巴西	2	1	0		400
保加利亚	2	0	0		320
加拿大	19	0	0		1715
中国	50	13	0		8352
捷克共和国	6	0	0		594
芬兰	4	1	0		720
法国	56	1	2	23	6034
德国	6	0	0		1012
匈牙利	4	0	0		348
印度	22	7	0	1	1350
伊朗	1	1	0		160
日本	33	2	5		3168
韩国	24	4	1		3904
墨西哥	2	0	0		430
荷兰	1	0	0	1	80
巴基斯坦	5	2	0		211

罗马尼亚	2	0	0		208
俄罗斯	38	3	1		5100
斯洛伐克共和国	4	2	0		483
斯洛文尼亚	1	0	0		149
南非	2	0	0		294
西班牙	7	0	0		946
瑞典	6	0	1		1104
瑞士	4	0	1		480
土耳其	0	2	0		0
乌克兰	15	2	0		2480
阿拉伯联合酋长国	1	3	0		224
英国	15	2	0		944
美国	94	2	2		16886
<b>世界总计</b>	<b>442</b>	<b>52</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>60114</b>
<b>OECD 国家总计</b>	<b>293</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>39941</b>
<b>非 OECD 国家总计</b>	<b>149</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>20173</b>

资料来源：IAEA, NEA, 国联证券研究所

**高浓度铀与低浓度铀混合，形成二次供给。**贫铀是铀浓缩加工成核燃料过程中的副产品，是指铀 235 丰度低于 0.711% 的铀，一般含量为 0.25%-0.35%。高浓度铀 235 可与低水平铀 235 贫铀混合，生成低浓缩铀（LEU），形成二次供给。2021 年世界贫铀存量约 120 万吨，每年新增约 5 万吨贫铀，在二次供给中使用占比较少。

**欠料加工和尾料再富集减少铀供料需求，增加可出售铀库存。**在过去几年铀浓缩产能过剩阶段，铀浓缩厂商减小产量，无法消耗铀供料反过来又形成了可以出售的铀库存。据统计，欠料加工和尾料再富集每年可产生 6000 吨产物。

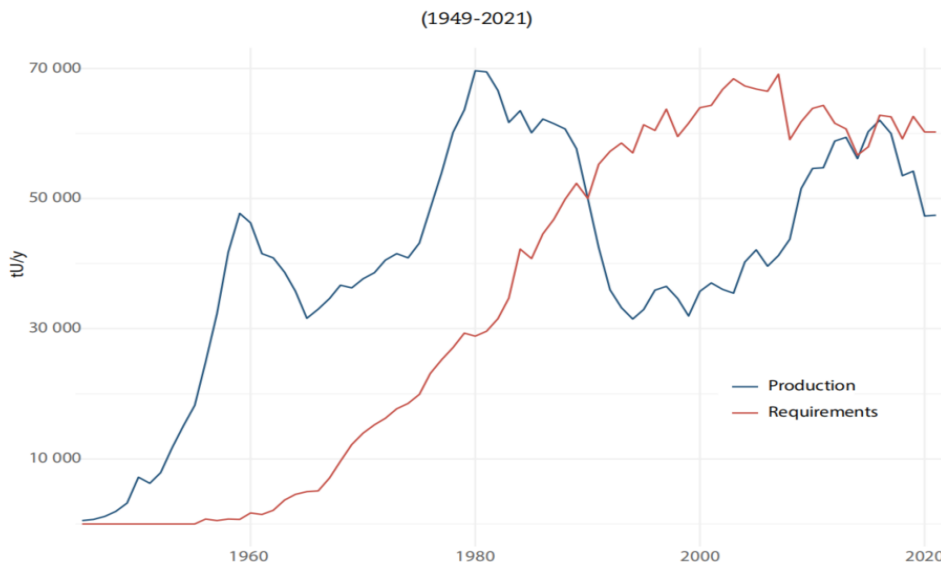
**预计到 2040 年二次铀矿供给将下降。**目前铀矿二次供给量约 10500 吨/年，据世界核协会预测，到 2040 年铀矿二次供给量将降至约 6000-7000 吨/年。

## 2.3 铀矿供需错配，铀价持续上涨

**现阶段铀矿产量小于需求。**1950 年至 1990 年期间，铀矿生产一度超过铀矿需求量，提供了大量商业铀矿库存。1990 年以后铀矿供需迎来拐点，产量远远低于需求，二次供给开始向市场大量供应铀矿。2007 年以来，铀矿产量开始增加，逐渐缩小了铀矿产量与需求之间的缺口，其中 2011 年由于福岛第一核电站事故后德国和日本关闭反应堆导致铀矿需求有所下降，2018 年由于日本重启核电站计划未实现，反应堆

数量减少，导致铀矿需求减小。供给方面，近几年铀矿厂商为应对铀矿市场的持续低迷，相继关停或减少了铀矿的生产，铀矿供需缺口再次拉大。

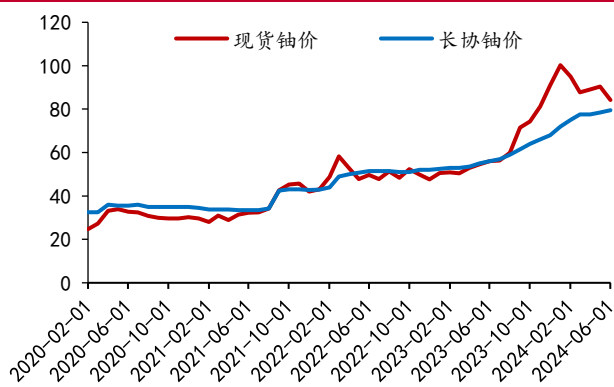
**图表23：1949-2021 世界铀矿产量与需求**



资料来源：IAEA, NEA, 国联证券研究所

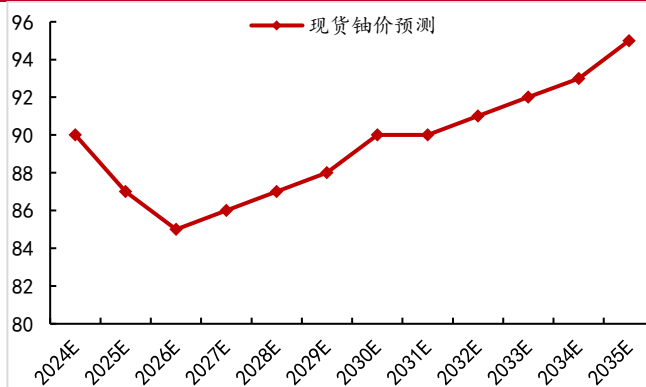
**铀矿现货、长协价格持续高增。**近年来铀矿价格得到市场持续关注，截至2024年6月，铀矿现货、长协价格分别为84.3美元/磅、79.5美元/磅。铀矿现货价格自23年8月以来超长协价格高歌猛进。据中国核能行业协会预测，2035年铀矿现货价格有望达95美元/磅。

**图表24：铀矿现货与长协价格（美元/磅）**



资料来源： Cameco, 国联证券研究所

**图表25：铀矿现货价格预测（美元/磅）**



资料来源：中国核能行业协会, 国联证券研究所

**预计2024-2026年铀矿现货价格小幅下降。主要原因包括：1) 需求方面，2023年12月22国联合发布了“三倍核能宣言”，但由于未有具体的审查标准且核电未被国际银行纳入贷款序列融资可能受阻。2) 供给方面，2024年卡梅科表示将麦克阿瑟**

河和雪茄湖产量均提高至 6900 吨/年，后续将择机将麦克阿瑟河产量再度提升至 9600 吨。据中国核能行业协会，预计到 2027 年全球铀产量将较 2023 年提升约 1.4 万吨/年。需求端的不确定性叠加各类复产、扩产与新项目的产能持续释放，将减弱 2024-2026 年的供需差，抑制价格上涨。总体来看，未来铀矿供需仍处于偏紧张状态，且矿山生产成本逐步增长，支撑长期铀矿价格上涨趋势不变。

### 3. 核燃料加工产能趋紧，运营商成本可控

#### 3.1 转化-浓缩-燃料组件环节产能稀缺

➤ **铀转化环节：具备产能国家较少，产能利用率存在提升空间**

全球五家转化厂满足主要天然铀转化需求。铀转化是核燃料制备的关键环节，在该过程中铀被化学纯化并转化为  $UF_6$ 。依据《世界核协会核燃料报告（2021 版）》，目前在运营的转换工厂仅在中国、加拿大、法国、俄罗斯具备产能，美国一家工厂已关闭，翻新后再启动。2020 年世界铀转化额定能力为 6.2 万吨，产能利用率为 51%，实际产能为 3.16 万吨。

图表 26：2020 年全球铀转化产能情况（tU/年）

公司	国家	位置	额定产能 (吨)	产能利用率 (%)	实际产能 (吨)
欧安诺 (Orano)	法国	皮埃尔拉特&马尔维西	8	17%	2,600
中核集团	中国	兰州&衡阳	15,000	53%	8,000
卡梅科 (Cameco)	加拿大	霍普港	12,500	72%	9,000
俄罗斯原子能公司 (Rosatom)	俄罗斯	谢韦尔斯克	12,500	96%	12,000
康弗登 (ConverDyn)	美国	梅特罗波利斯	7,000	0%	0
合计			62,000	51%	31,600

资料来源：World Nuclear Association，国联证券研究所

贫铀转换产能约 7.15 万吨/年。大约 90% 左右的铀原料最终以贫铀形式存在，这些贫铀一般以  $UF_6$  或反转化为  $U_3O_8$  的形式储存，也可以转化为  $UF_4$ 。截至 2021 年贫铀库存约 120 万吨。全球最大的转化工厂是法国阿梅珉公司，具备 2 万吨/年的处理产能。

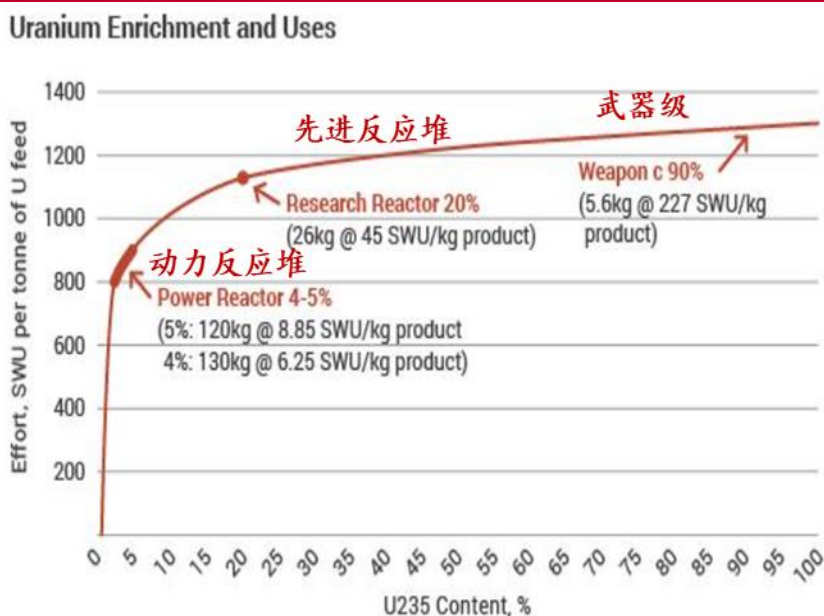
**图表27：全球贫铀转化产能（tU/年）**

国家	国家-位置	额定产能（吨）
阿梅珐（Areva）	法国-崔卡斯丁	20,000
	美国-华盛顿州（里奇兰）	少量
欧洲铀浓缩公司（Urenco ChemPlants）	英国-卡彭赫斯特	10,000
美国中部转换服务公司 (Mid America Conversion Services)	美国-俄亥俄州（朴茨茅斯）	13,500
	美国-肯塔基州（帕迪尤卡）	18,000
国际同位素公司（INIS）	美国-新墨西哥州（霍布斯）	6500（施工暂停）
俄罗斯技术装备出口公司（Tenex）	俄罗斯-泽列诺戈尔斯克	10,000

资料来源：World Nuclear Association, 国联证券研究所

➤ **铀浓缩环节：高壁垒环节，产能提升较慢**

不同浓缩比例应用领域不同。铀浓缩指用人工方法使 U-235 丰度增加的过程。铀由两种同位素组成（U-235、U-238），核反应堆能量主要来自于 U-235 的裂变。目前在运+在建核电商用机组，绝大部分为轻水堆（LWR，分为压水堆 PWR、沸水堆 BWR），轻水堆需要低浓缩铀（LEU），U-235 需要浓缩至 3%-5%。高温气冷堆需要 U-235 浓度约为 20%，武器级需要浓缩 90%左右，不同等级浓缩铀对储运方式需求不同。

**图表28：不同浓缩比例用途不同**


资料来源：World Nuclear Association, 国联证券研究所

**分离功 (SWU) 是一种仅专用于浓缩铀的度量单位。**分离功把一定量的铀富集到一定的 U-235 丰度所需投入的工作量, 以 kgSWU 或 tSWU 表示。以天然铀做原料, 生产 1t 丰度为 3% 的浓缩铀约需 4.3tSWU 以及 5.5t 天然铀; 浓缩过程中剩下的 4.5t 贫化铀, 其 U-235 丰度下降到 0.2% 左右, 一般作尾料储存。

**工业规模浓缩铀主要为气体扩散法和气体离心法。**气体扩散法原理是基于两种不同分子量的气体混合物在热运动平衡时, 两种分子具有相同的平均动能而速度不同, 此两种组分就以不同的速度通过多孔膜而扩散。气体离心法原理是在离心机中较重的分子靠近外周富集, 较轻的分子靠近轴线富集; 从外周和中心分别引出气体流, 就可得到略为贫化和略为富集的两股流分。

**图表29: 气体离心法优点**

<b>能耗优势</b>	能耗为气体扩散法的 4%-10%
<b>浓缩技术优势</b>	单机浓缩系数(分离系数与 1 之比)大(可达 0.2 左右); 十几级可达到 3%;
<b>技术迭代优势</b>	离心机的转子长度可再增加并由亚临界机器发展为超临界机器
<b>经济性优势</b>	分离功非导体已远低于气体扩散法;

资料来源: 湖南省地质院, 国联证券研究所

**铀浓缩环节: 高壁垒、高战略敏感、资本密集。**1) 高壁垒, 浓缩环节主要工艺应用离心法, 离心机转速要达到每分钟几万转到十几万转, 六氟化铀具有强腐蚀性, 一批离心机须具备很高的一致性。2) 战略敏感, 因涉及武器问题, 铀浓缩技术一直受国际原子能机构和联合国监督。3) 资本密集, 铀浓缩工程投资规模大、建造成本高, 固定成本折旧费用占产品成本比例超过 50%。

**全球主要产能只有 4 家生产商。**国外主要有三家生产商法国欧安诺 (Orano)、俄罗斯国家原子能工业集团 (Rosatom)、美国铀浓缩公司 (Urenco), 在法国、德国、荷兰、英国、美国、俄罗斯设有铀浓缩工厂, 国内主要为中核集团在汉中和兰州设有铀浓缩工厂, 国际合计浓缩铀年产能为 6017 万 SWU。

**图表30：目前世界各地铀浓缩产能情况统计**

国家	公司：产地	2020年产能（万SWU）
法国	阿梅珐：乔治贝斯 I & II	750
德国、荷兰、英国	欧洲铀浓缩公司：德国（格罗瑙），荷兰（阿尔默洛），英国（卡彭赫斯特）	1,370
美国	欧洲铀浓缩公司：新墨西哥州	490
俄罗斯	俄罗斯技术装备出口公司：安加尔斯克，新乌拉尔斯克，泽列诺戈尔斯克，谢韦尔斯克	2,770
中国	中核集团：汉中，兰州	630
其他	阿根廷，巴西，印度，巴基斯坦，伊朗	7
现有产能		6,017
需求产能（WNA 预测）		5,021

资料来源：World Nuclear Association，国联证券研究所

**全球铀浓缩产能逐步提升，中核集团产能有望高增。**铀浓缩产能有望逐步提升，依据世界核能协会预测，2020/2025/2030年铀浓缩年产能分别为6017/6238/6613万SWU。

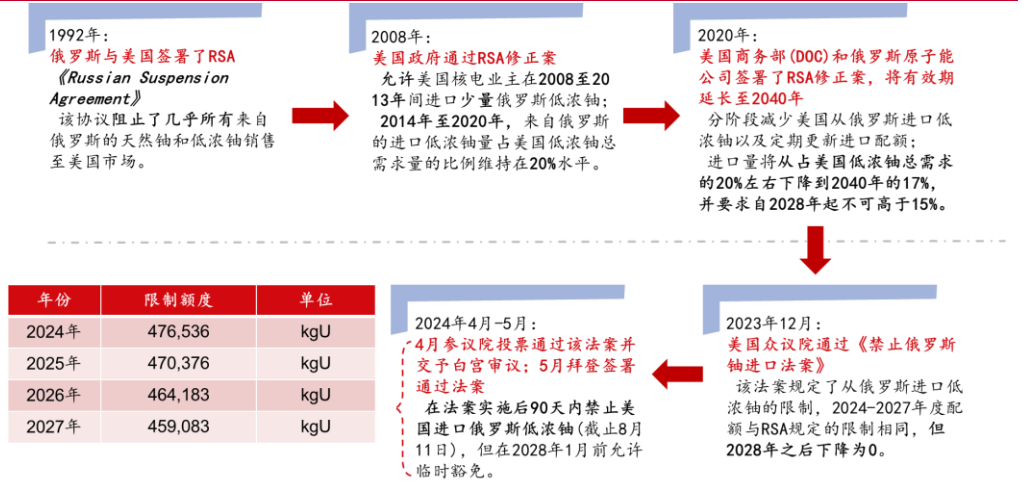
**图表31：各公司铀浓缩能力扩产情况预测**

公司	年产能（万SWU）		
	2020	2025E	2030E
中核集团	630	1,100	1,700
欧安诺（Orano）	750	750	750
俄罗斯原子能公司（Rosatom）	2,770	2,620	2,480
欧洲铀浓缩公司（Urenco）	1,860	1,730	1,630
其他	7	38	53
合计	6,017	6,238	6,613

资料来源：World Nuclear Association，国联证券研究所

**美国制裁俄罗斯铀进口。**2023年12月，美国众议院通过《禁止俄罗斯铀进口法案》，禁止美国核电业主进口俄罗斯联邦或俄罗斯实体生产的未经辐照的低浓铀，但允许在2028年前可获得临时豁免；该法案规定了从俄罗斯进口低浓铀的限制，2024-2027年度配额与RSA规定的限制相同，但2028年之后下降为0。2024年4月，参议院投票通过该法案，并将该法案送交白宫审议；5月13日，拜登签署该法案，将在实施后90天内禁止美国进口俄罗斯低浓铀（截止8月11日），但在2028年1月前允许临时豁免。

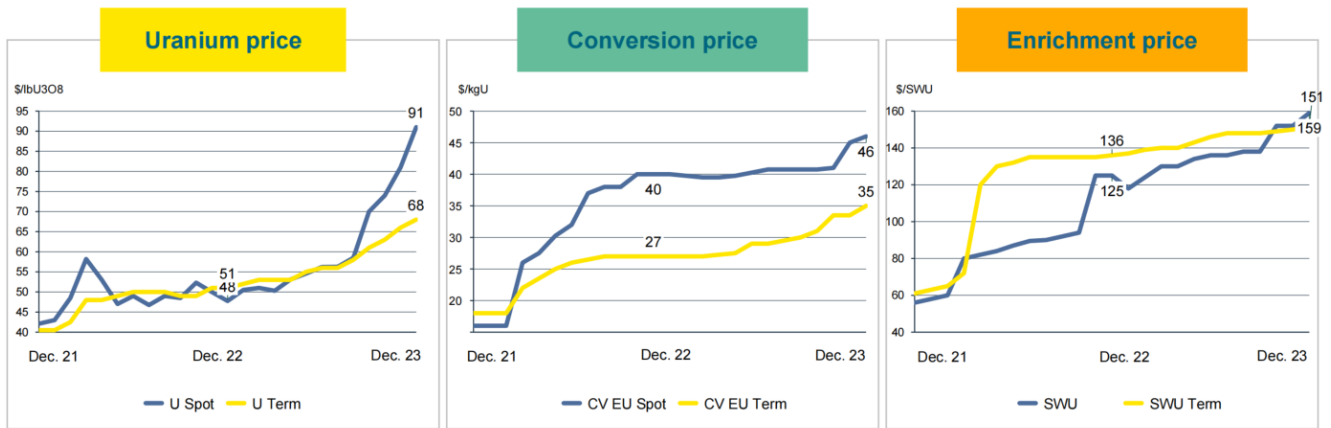
**图表32：美国对俄罗斯铀相关制裁时间线**



资料来源：美国国际贸易管理局、美国国务院，国联证券研究所

**美欧多元化浓缩铀影响国际浓缩铀供给，造成价格上涨。**浓缩铀产能主要集中在欧洲、俄罗斯，2022年地缘政治变化后，美国、欧洲开始多元化采购后，造成浓缩铀供给紧张，进而推升浓缩铀价格，2022年初浓缩铀长协价格高增，截至2023年底，浓缩铀长协价格约159\$/SWU，现货价格为151\$/SWU（相较2021年底上涨约91\$/SWU）。

**图表33：氧化铀、铀转化、浓缩铀现货、长协价格情况**



资料来源：Orano 2023 annual results, 国联证券研究所

➤ **核燃料组件加工：不同堆型选取组件类型不同**

不同反应堆类型使用的燃料组件差异很大，运营商对燃料组件供应商的选择有限。国际上制造燃料组件的公司主要有四家，1) Areva, 2) Global Nuclear Fuel



(GNF), 3) TVEL, 4) Westinghouse。GNF 主要应用于 BWR (沸水堆), TVEL 主要用于 PWR (压水堆)。全球逆转化能力为 12645 吨, 堆芯制造能力为 13913 吨, 燃料组件制造能力为 15476 吨。

**图表 34: 2021 年全球轻水堆燃料组件制造能力 (吨/年)**

国家	公司	位置	逆转化能力	堆芯	燃料组件
巴西	INB	Resende	160	120	400
中国	中核建中核燃料公司	宜宾	800	800	800
	中核包头	包头	0	0	400
	中核北方	包头	200	200	200
法国	Framatome-FBFC	Romans	1800	1400	1400
	Orano	Malvé si			
德国	Framatome-ANF	Lingen	800	650	650
印度	DAE Nuclear Fuel Complex	Hyderabad	48	48	48
日本	NFI (PWR)	Kumatori	0	383	284
	NFI (BWR)	Tokai-Mura	0	250	250
	Mitsubishi Nuclear Fuel	Tokai-Mura	450	440	440
	Global Nuclear Fuel-Japan	Kurihama	0	620	630
哈萨克斯坦	Ulba	Ust Kamenogorsk	0	108	200
韩国	KNFC	Daejeon	700	700	700
俄罗斯	TVEL-MSZ	Elektrostal	1500	1500	1560
	TVEL-NCCP	Novosibirsk	450	1200	1200
西班牙	ENUSA	Juzbado	0	500	500
瑞典	Westinghouse AB	Västeras	787	600	600
英国	Westinghouse	Springfields	950	600	860
美国	Framatome Inc	Richland	1200	1200	1200
	Global Nuclear Fuel - Americas	Wilmington	1200	1000	1000
	Westinghouse	Columbia	1600	1594	2154
<b>Total</b>			<b>12,645</b>	<b>13,913</b>	<b>15,476</b>

资料来源: World Nuclear Association, 国联证券研究所

### ➤ 产能情况分析: 铀矿环节、转化环节产能紧张

我们假设 2030 年低预测/高预测情景全球核电在运规模分别为 427/445GW, 假设压水堆占比 90%, 单 GW 核电需核燃料 28tU, 计算各环节所需产能情况, 我们与 World Nuclear Association 公布的各环节产能数据对比, 转化环节在 2030 年出现产能缺口, 铀矿当前及 2030 年均存在缺口。

**图表35：各环节产能情况**

	当前产能	2023	2030 低预测	2030 高预测
核电规模 (GW)		371	427	445
压水堆和沸水堆占比 (%)		90%	90%	90%
单 GW 核电需核燃料 (tU)		28	28	28
燃料组件需要产能 (吨)	15,476	9,349	10,752	11,219
浓缩环节需要产能 (万 SWU)	6,017	3,553	4,086	4,263
转化环节需要产能 (吨)	62,000	56,095	64,509	67,314
需要 U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (吨)	56,000	66,155	76,078	79,386

资料来源：World Nuclear Association，国联证券研究所

备注：铀产能数据为一次+二次供给（2022 年一次供给约 50000 吨，二次供给约 6000 吨）

转化环节当前产能取 2020 年数据

浓缩环节当前产能取 2020 年数据

燃料组件当前产能取 2021 年数据

### 3.2 核燃料涨价对核电毛利率影响相对可控

为进一步探究核燃料变化幅度对核电机组利润影响情况，我们建立 1000MW 压水堆核电机组模型。单核电站参数如下，我们假设单站规模为 1200MW，利用小时数为 7500 小时，年发电量为 90 亿 kWh，单位投资 15000 元/kW，总投资约 180 亿元，折旧年限为 30 年，我们以 3%丰度的浓缩铀计算，单核电站每年需求 28 tU 核燃料。

**图表36：1000MW 压水堆核电机组参数设置**

参数	数值	单位
功率	1200	MW
利用小时数	7500	小时
年发电量	90	亿 kWh
单位投资	15000	元/kW
总投资	180	亿元
折旧年限	30	年

资料来源：国联证券研究所

我们假设上网电价稳定为 0.352 元/kWh，以 U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 价格为变量，计算毛利率变化和燃料度电成本占比情况。我们计算当 U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 价格由 60\$/lb 上升至 110\$/lb 时（折算约为从 96 万元上涨到 176 万元），增长比例约为 83.3%；度电燃料成本增加 0.017 元/kWh，增长比例约为 8.7%；燃料成本占比由 22.4%增长至 28%，增加了 5.6pct；U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 成本占比由 10.4%增长至 17.6%，增加了 7.2pct；毛利率由 44.43%降低至 39.6%，降低 4.83pct。因此可见度电成本受 U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 价格波动相对较低。

**图表37: U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>价格对核电成本变化分析**

U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 价格(\$/lb)	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 价格 (万元/吨)	96.0	104.0	112.0	120.0	128.0	136.0	144.0	152.1	160.1	176.1
度电成本 (元/kWh)	0.195	0.197	0.199	0.201	0.202	0.204	0.206	0.207	0.209	0.212
燃料成本占度电成本比例	22.4%	22.4%	23.1%	23.7%	24.4%	25.0%	25.6%	26.2%	26.8%	28.0%
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 成本占度电成本比例 (%)	10.4%	11.2%	12.0%	12.7%	13.4%	14.2%	14.9%	15.6%	16.3%	17.6%
毛利率 (%)	44.43%	43.95%	43.47%	43.0%	42.50%	42.02%	41.53%	41.05%	40.57%	39.60%

资料来源: 国联证券研究所

随着核电市场化交易比例不断提升, 核电电价有望受益提升, 我们假设上网电价、U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 价为两个变量, 取铀价 96-176 万元/吨区间, 取上网电价 0.350-0.390 元/kWh 区间, 计算单台核电压水堆机组毛利率变化情况。以电价角度来看, 电价增长 11%, 毛利率提升 5.7pct, U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 价格增长 83.3%, 毛利率降低 4.9pct。

**图表38: 上网电价、U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>价格对核电机组毛利率敏感性分析**

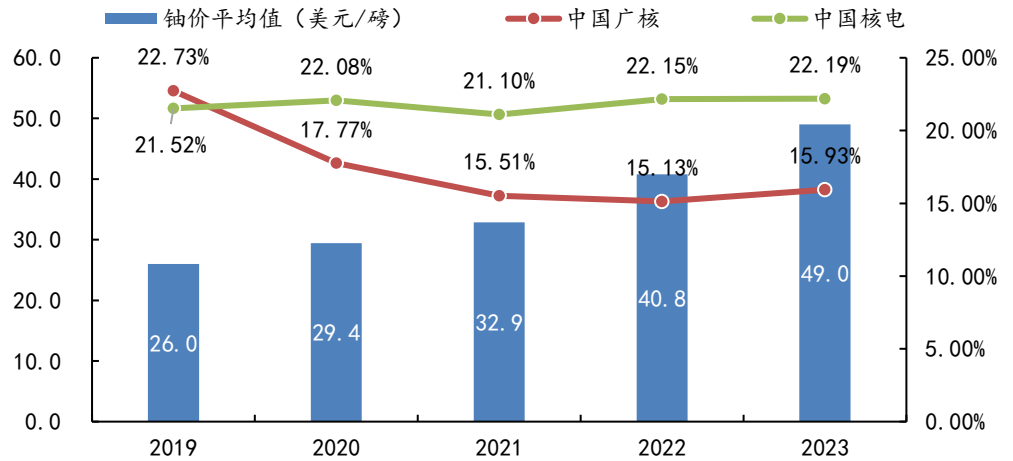
		U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 价格 (万元/吨)									
		96	104	112	120	128	136	144	152	160	176
上网电价 (元/kWh)	0.350	44.2%	43.7%	43.2%	42.7%	42.2%	41.7%	41.2%	40.8%	40.3%	39.3%
	0.355	44.9%	44.5%	44.0%	43.5%	43.0%	42.6%	42.1%	41.6%	41.1%	40.2%
	0.360	45.7%	45.2%	44.8%	44.3%	43.8%	43.4%	42.9%	42.4%	41.9%	41.0%
	0.365	46.5%	46.0%	45.5%	45.1%	44.6%	44.1%	43.7%	43.2%	42.7%	41.8%
	0.370	47.2%	46.7%	46.3%	45.8%	45.3%	44.9%	44.4%	44.0%	43.5%	42.6%
	0.375	47.9%	47.4%	47.0%	46.5%	46.1%	45.6%	45.2%	44.7%	44.3%	43.4%
	0.380	48.6%	48.1%	47.7%	47.2%	46.8%	46.3%	45.9%	45.4%	45.0%	44.1%
	0.385	49.2%	48.8%	48.4%	47.9%	47.5%	47.0%	46.6%	46.1%	45.7%	44.8%
	0.390	49.9%	49.5%	49.0%	48.6%	48.1%	47.7%	47.3%	46.8%	46.4%	45.5%

资料来源: 国联证券研究所

### ➤ 中国核电、中国广核: 国内运营商成本管控稳定

我们统计中国核电、中国广核燃料成本占比数据, 2019-2023 年铀价平均值由 26 美元/磅上升至 49 美元/磅。得益于中核集团产业全产业链能力, 中国核电燃料成本占总成本波动较小, 在 21.1%-22.19% 间波动, 2021-2023 年占比略有提升。

中国广核方面, 中广核矿业旗下自有矿山包销部分供给中广核, 随着中广核矿业收购矿产增加, 2019-2021 年中国广核燃料成本占比逐年降低, 2021 年年底中广核矿业收购“奥公司”, 2022 年中国广核燃料成本降至 15.13%。

**图表39：2019-2023年运营商燃料成本占比变化情况（%）**


资料来源：Wind、公司公告，国联证券研究所  
 铀价去国际货币基金组织统计数据，年度数据取平均值  
 中国核电取燃料及其他材料成本占比（%）  
 中国广核取核燃料成本占营业成本比重（%）

## 4. 投资建议：关注控本能力及成长性突出的中国核电

### 4.1 中国核电：核电规模高成长，核心红利资产属性突出

核电燃料成本占度电成本比例约 20%-30%，一方面铀价高涨对核电运营商毛利率影响较小，另一方面国内核电运营商均签订长协，铀成本相对稳定。中核集团具备核电全产业链供应能力，集团下属公司中国铀业已提交 IPO 申报（6 月 20 日），中国核电燃料来源有保障，公司有稳价能力。

中国铀业在产铀矿山 6 座，2023 年海外产能为 4500 吨。依据中国铀业招股说明书，公司在产铀矿山为 6 座，国内主要依托天山铀业、锦原铀业、内蒙矿业，国外依托于罗辛铀业，2023 年境外产能为 4500 吨，产量为 3120 吨，产能利用率为 64.89%。

**图表40：中国铀业在产铀矿山情况**

单位名称	在产矿山
天山铀业	库捷尔太铀矿
	扎吉斯坦铀矿
	蒙其古尔铀矿
锦原铀业	棉花坑铀矿
内蒙矿业	巴彦乌拉铀矿
罗辛铀业	ML-28

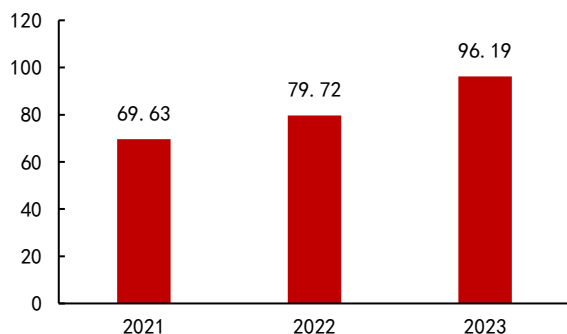
资料来源：公司公告，国联证券研究所

**图表41：中国铀业境外天然铀产能、产量（吨 U308）**

项目	2021	2022	2023
产能	4500	4500	4500
产量	2882	2659	2920
销量	3036	2597	3120
产能利用率	64.04%	59.09%	64.89%
产销率	105.34%	97.67%	106.85%

资料来源：公司公告，国联证券研究所

天然铀价格进入上升周期，中国铀业向中核集团销售占比较高。随着天然铀现货市场价格提升，公司天然铀销售均价逐步提升，2023年销售均价为96.19万元，同比提升20.66%。拆分公司销售渠道来看，中国铀业境内业务主要为向中核集团及其下属单位销售天然铀以及放射性伴生矿产资源业务收入，境外业务主要系子公司罗辛铀业向境外客户销售天然铀产生收入及天然铀贸易业务产生收入。

**图表42：中国铀业天然铀销售均价（万元/吨）**


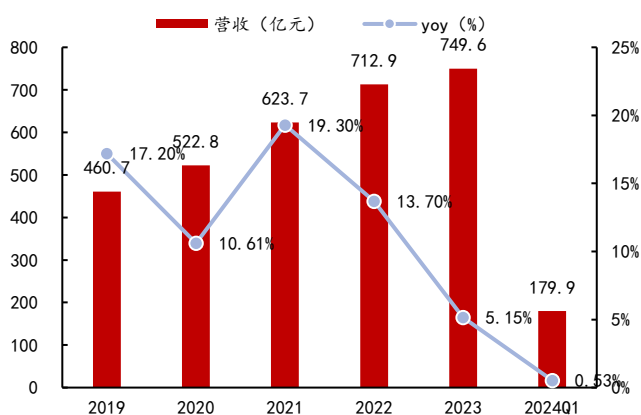
资料来源：中国铀业公司公告，国联证券研究所

**图表43：中国铀业境内/境外业务拆分（亿元/%）**

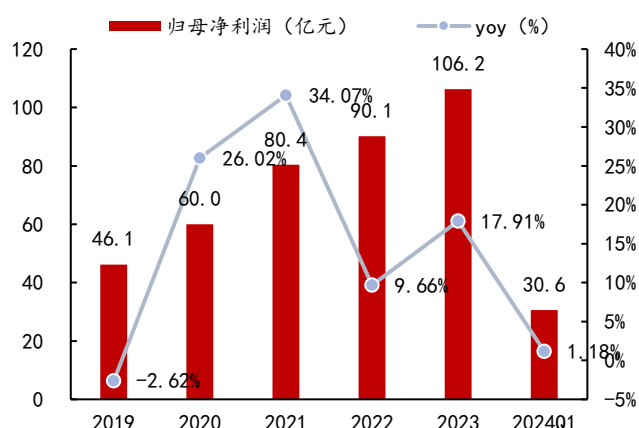
项目	2021		2022		2023	
	金额	比例	金额	比例	金额	比例
境内	65.73	75.02%	62.35	60.50%	90.21	62.65%
境外	21.88	24.98%	40.70	39.50%	53.78	37.35%
合计	87.61		103.06		143.99	

资料来源：中国铀业公司公告，国联证券研究所

受益装机规模增长，中国核电业绩稳定增长。2023年公司实现营收749.6亿元，同比+5.15%，实现归母净利润106.2亿元，同比+17.91%。2024Q1公司实现营业收入179.9亿元，同比增长0.53%，实现归母净利润30.6亿元，同比增长1.18%。装机规模增长带动公司业绩持续增长。

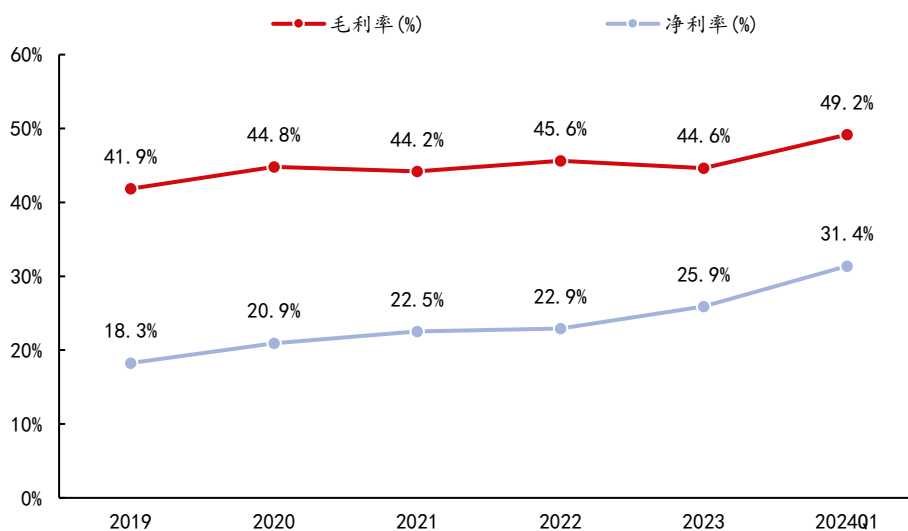
**图表44：中国核电营收情况**


资料来源：Wind，国联证券研究所

**图表45：中国核电归母净利润情况**


资料来源：Wind，国联证券研究所

**中国核电毛利率、净利率稳定。**核电电价相对稳定，中国核电受益集团具备全产业链优势，燃料成本波动较小，随着市场化交易电价比例提升，综合电价有望上涨，综合来看公司毛利率、净利率相对稳定，2023年公司实现毛利率44.6%、实现净利率25.9%。

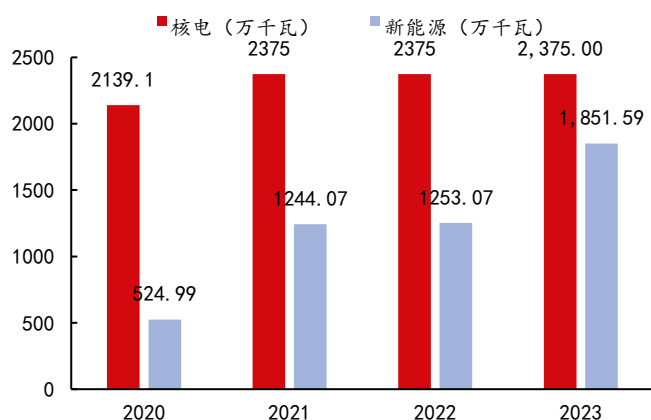
**图表46：中国核电毛利率、净利率情况**


资料来源：Wind，国联证券研究所

**公司装机规模持续提升，发电量稳定增长。**截至2023年底，公司核电控股机组25台，核电装机23.75GW，控股在建核准待建机组15台，规模17.565GW，新能源在运装机规模18.52GW，在建项目9.73GW。装机规模持续提升，带动发电量提升，2023年核电发电量1864.77亿kWh，同比+0.67%，新能源发电量233.82亿kWh，同比

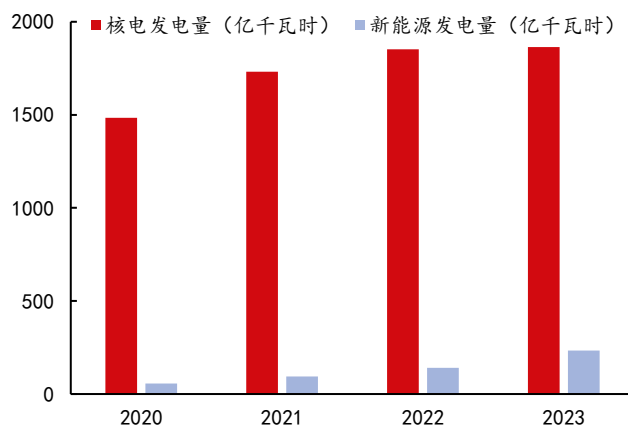
+66.44%，装机持续增长体现公司成长性，业绩有望不断提升。

图表47：核电、新能源装机情况



资料来源：公司公告，国联证券研究所

图表48：核电、新能源发电量情况

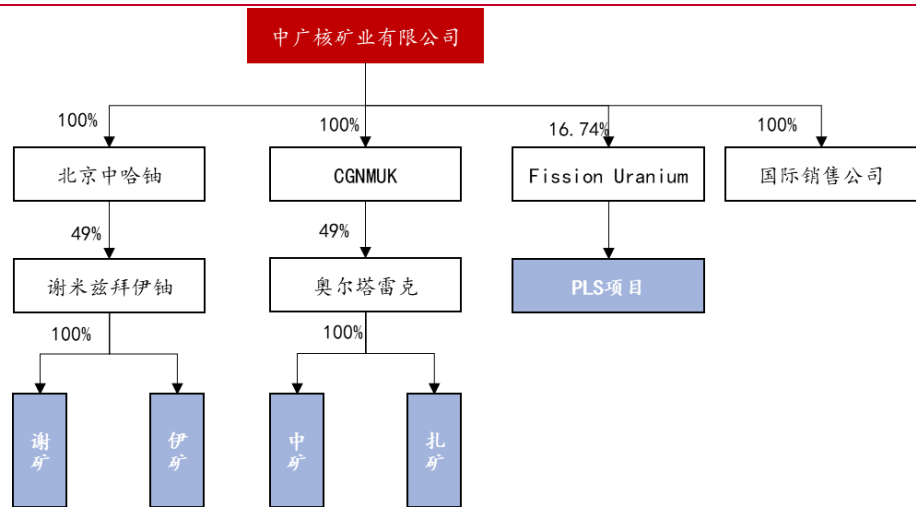


资料来源：公司公告，国联证券研究所

公司在建机组持续增加，未来商运机组规模具备持续成长性，依据中国核电《公司章程》，公司每年以现金分红分配的利润不少于当年实现的可分配利润的 30%，当前处于资本开支高峰，在建机组建成后，资本开支降低，未来分红比例有望提升，提升公司投资价值。我们预计公司 2024-2026 年收入分别为 808.9/884.5/959.3 亿元，增速分别为 7.92%/9.34%/8.46%，归母净利润分别为 109.8/121.1/133.05 亿元，增速分别为 3.37%/10.22%/9.92%，EPS 分别为 0.58/0.64/0.70 元/股。

## 4.2 中广核矿业：中广核海外铀资源开发唯一平台

公司成立于 2001 年，2011 年在港交所上市，中广核矿业是中国第一、全球第三大的核电集团中广核集团下属上市子公司之一，也是中广核集团旗下海外铀资源开发的投、融资唯一平台，主要业务为核能企业使用的天然铀资源的开发与贸易。

**图表49：中广核矿业股权结构（截至 2024Q1）**


资料来源：Wind，国联证券研究所

2015 年收购“谢公司”49%股权，获得下辖谢矿、伊矿两座在运铀矿的天然铀产品 49%包销权。2016 年收购加拿大 Fission Uranium Crop19.99%股权，获得 20%天然铀包销权及额外 15%的包销选择权。2021 年收购“奥公司”49%股权，并获得下辖两座在运铀矿 49%的天然铀产品包销权。截至 2023 年底，公司权益资源量为 3.9 万 tU，权益产量为 1277tU。

**图表50：2023 年各矿产量及 2023 年底资源情况**

	股权份额	2023 计划采 铀量 (tU)	2023 实际采 铀量 (tU)	储量 (tU)	资源量 (tU)	平均品位
谢公司	49%	975	976			
谢矿			407	5800	5800	0.059%
伊矿			569	3000	14000	0.042%
奥公司	49%	1720	1644			
中矿			1513	18400	22800	0.027%
扎矿			131	14100	14100	0.031%

资料来源：公司公告，国联证券研究所

**投资收益贡献主要利润。**公司业务模式为矿山投资、自产贸易（包销）、国际贸易。公司包销自产矿山天然铀供给中广核。国际销售公司开展国际贸易，采购国际铀资源出售给国际客户。2023 年实现营收 73.68 亿港元，同比+101.04%，实现净利润 4.97 亿港元，同比降低 3.5%。2023 年公司实现投资收益 6.06 亿港元，同比增长



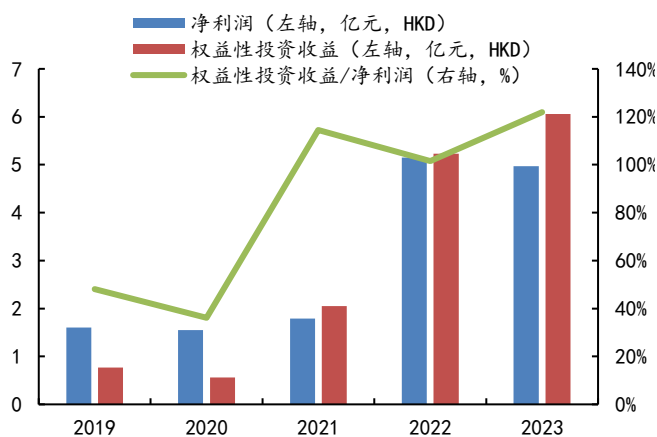
15.9%，占净利润 122%。

图表51：中广核矿业业务模式



资料来源：公司公告，国联证券研究所

图表52：投资收益贡献主要利润



资料来源：公司公告，国联证券研究所

## 5. 风险提示

- **核电项目审批低于预期。**2022 年核电项目核准 10 台机组，考虑到当下电网对清洁基荷能源的需求，我们认为 2022 年核准机组数量超预期是一个重要信号，未来有望保持高速增长的趋势，但审批尚未落地，仍存在不确定性。若电站核准数量低于预期，将直接影响设备商订单数量以及运营商未来发电量。
- **在建项目施工进度不及预期。**随着技术进步，尤其是应用模块化施工技术后，核电机组施工周期缩短为 48~52 个月，现场施工工期缩短，有利于降低投资成本，但实际施工过程中存在某项设备技术指标低于标准的可能性，工期或将因此延长，影响实际投运时间。
- **核电安全事故风险。**历史上曾发生核泄露等安全事故，随着技术改进，核事故发生的风险大幅降低，但不能完全排除核电站在运行过程中出现故障需要停机的可能性。一旦发生事故，将影响电站发电量以及相关政策方向的变化。

## 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

## 评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，北交所市场以北证50指数为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准；韩国市场以柯斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于10%
		增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在5%~10%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%
	行业评级	强于大市	相对表现优于同期相关证券市场代表性指数
		中性	相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平
		弱于大市	相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数

## 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

## 特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 版权声明

未经国联证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。

## 联系我们

北京：北京市东城区安外大街208号致安广场A座4层  
 无锡：江苏省无锡市金融一街8号国联金融大厦16楼

上海：上海市虹口区杨树浦路188号星立方大厦8层  
 深圳：广东省深圳市福田区益田路4068号卓越时代广场1期13楼