

能源转型系列报告：全球核电再启动，铀矿“十年等一回”

华泰研究

2024 年 5 月 10 日 | 中国内地

深度研究

铀是核电站运行主要燃料，短期美国对俄浓缩铀禁令或将继续推高现货铀价，中长期如何通过一二次供需和库存等要素判断铀价是否还有上升空间，是本篇报告的主要目的。

本轮全球核电复兴强度堪比 1970 年代，核能产业机遇“十年等一回”

核能是目前人类掌握的单位能量密度最高的能源形式，同时也是清洁零碳排放能源。上一轮全球核电开发大周期伴随石油危机发生，在 1970-80 年代的 20 年间全球实现了年均 17GW 的核电新增装机。1990 年代后随能源危机缓和以及核电事故出现，全球新增装机回落至约 5GW/年水平。

2020 年代以来，伴随全球能源格局变化，我们正迎来新一轮核电复兴周期。一方面俄乌冲突引发的油气能源安全议题正带动美欧国家核能政策复兴，另一方面高波动新能源渗透带来的电力系统压力使得对核电等可控装机的需求正在增强，此外海外再工业化和 AI 应用兴起有望拉动电源增量需求。核能的清洁、稳定、安全特性正在得到全球能源规划者的重新认知，COP28 的 2050 年三倍核能宣言，以及 G7 国家宣布 2035 年退煤，国际社会开始认可核能对实现气候目标的重要性，国内核电审批节奏亦自 2019 年起实质性加快，我们预计本轮全球核电建设潮在长度和强度上均有望对标上一轮 1970-80s 高峰，2024-35 年间全球核电年均新增装机有望突破 18GW/年，核能行业正在经历“十年等一回”的产业机遇。

二次供给压制减弱，一次供给维持 10%+缺口，铀价中枢有望继续向上

与常规能源大宗不同，二次供给一度占到全球铀供给的 30-50%，铀价分析框架更需考虑二次供给影响。2017 年开始，受铀矿停产减产影响全球铀一次供需率先由平衡转为紧张，我们自下而上梳理预计铀一次供需到 2030 年将维持 10%+的缺口。过去几年二次供给增加（包括商业库存、乏燃料、离心机欠料运行及高浓度铀转化等）填补了一次供给缺口压制铀价上涨速度，但向前看，我们预计二次供给将减少（军事高浓度铀库存转化殆尽、富余商业铀库存减少投放），二次需求将增加（全球离心机产能趋紧，离心机从欠料运行提供二次供给转变为过料运行拉动二次需求；此外金融机构宣布了新的融资买铀计划），二次供需扭转将使得一次供需缺口影响更为突出，且铀矿与核电站的周期错配（开发耗时铀矿 10-15 年 vs 核电站 5-10 年，运营生命铀矿 10-40 年 vs 核电站 40-60 年）也隐含着供需平衡的脆弱性。

继续看好铀价中枢向上，关注铀相关金融资产投资机会

综上，我们看好现货铀价在一二次供需关系转暖背景下持续有向上动能。2024 年以来，国际天然铀现货交易于 80-100\$/lbs U3O8，而 1970 年代上一轮核电大周期内铀价最高点曾触及 175-200\$/lbs（通胀调整后），铀矿价格天花板还有可能随近期 AI 数据中心带来的海外核电结构性涨价而进一步打开，这一过程中长协铀价有望向上趋近现货铀价，利好铀矿企业盈利量价齐升。相关企业包括全球铀矿龙头哈原工（KAPL）、卡梅科（CCJ.N）、中广核矿业（1164.HK），以及铀矿即将复产的帕拉丁（PDN.AX）。

风险提示：核电站事故风险，海外地缘政治风险。列示公司信息均为客观信息，不代表个股研究和覆盖推荐。

研究员

SAC No. S0570523110003

SFC No. AVM464

刘俊

karliu@htsc.com

+(852) 3658 6000

研究员

SAC No. S0570523120005

SFC No. BTM578

苗雨菲

miaoyufei@htsc.com

+(86) 21 2897 2228

联系人

SAC No. S0570123110022

赵宇辰, PhD

zhaoyuchen@htsc.com

+(86) 21 2897 2228

正文目录

| | |
|---|----|
| 我们与市场的不同观点 | 5 |
| 铀矿价格上涨接近上轮高点，是起步还是尾声？ | 6 |
| 铀价上涨虽迟但到，2023 年涨幅领跑能源大宗 | 6 |
| 不同于常规能源大宗，二次供需在铀的分析框架中同样重要 | 8 |
| 二次供给来自于铀燃料循环的各个关键环节 | 9 |
| 22-23 年铀价加速上涨意味着二次供给和库存减少，但市场仍然心存疑虑 | 11 |
| 2013 年后，俄美 HEU 转化供给消耗殆尽 | 12 |
| 随需求前景改善和核电站重启，销售商业库存不再是企业的最优选择 | 12 |
| 金融机构采购或消耗了最后可供销售的商业铀库存 | 14 |
| 乏燃料再利用技术以及 MOX 燃料生产技术难度高，增产难度大 | 15 |
| 美欧国家试图提升浓缩铀自供比例，或将离心机供给变为需求，完全扭转二次供需趋势 | 16 |
| 离心机供给趋于紧张，这部分二次供给或向二次需求演变 | 16 |
| 铀矿回归一次供需定价，本轮核电长协签订周期中长协价格或向现货趋近 | 18 |
| 全球核电增长重启，铀矿供需长期趋势回归一次供需分析 | 20 |
| 核能发电清洁稳定，铀裂变是其能量来源 | 20 |
| 发展中国家在建核电是近期需求增长主力 | 22 |
| 国内新增机组核准持加速，“热堆-快堆-聚变堆三步走”高质量发展 | 22 |
| 除中国外，俄罗斯和印度的核电装机增量亦不容小觑 | 24 |
| AI 时代，发达国家重启核电，新建核电将在后续接力 | 24 |
| COP28 三倍核能宣言+G7 退煤决定，强化核电在 AI+双碳时代的国际能源地位 | 24 |
| 核电结构性涨价带来更高成本容忍度 | 27 |
| 铀矿新增供给有限，存量产能下滑，2027 年后供需缺口或将放大 | 29 |
| 全球铀矿储量充足但分布不均，供应格局集中度高 | 29 |
| 存量：铀矿与核反应堆寿命存在天然不匹配性，存量矿山逐渐步入退役阶段 | 31 |
| 重启：短期重启矿山落地可见度强，但天然铀成本中枢将随之提升 | 32 |
| 新增：过去十年铀投资跌至冰点，长扩产周期导致新开矿山落地节奏需谨慎看待 | 33 |
| 短期铀供需维持紧平衡，27 年后缺口放大，铀价进入持续上涨通道 | 35 |
| 铀矿产业链相关企业概览 | 36 |
| 中广核矿业(1164 HK)：中广核集团旗下天然铀贸易平台，参股海外优质铀矿 | 36 |
| 哈萨克斯坦国家原子能工业公司 (KAP LI)：全球规模最大、成本最低的铀矿生产商 | 37 |
| 卡梅科 (CCJ US)：北美最大铀矿企业，积极布局铀燃料全产业链及下游核电市场 | 38 |
| 帕拉丁能源 (PDN AU)：纳米比亚 Langer Heinrich 项目重启进行时 | 39 |
| 中核国际 (2302 HK)：中核集团旗下天然铀贸易公司，同时拥有母公司铀矿分销权 | 40 |
| 日月股份 (603218 SH)：风电铸件龙头，布局核电乏燃料转运储存罐 | 41 |
| 景业智能 (688290 SH)：核工业机器人与智能装备龙头，与核燃料循环产业共同成长 | 42 |
| 风险提示 | 43 |

图表目录

| | |
|---|----|
| 图表 1: 天然铀供需和价格历史及预测 2018A-2030E | 5 |
| 图表 2: 第三代核电压水堆工作原理示意图 | 6 |
| 图表 3: 天然铀价格复盘 1968-2022 (名义货币单位) | 7 |
| 图表 4: 与传统能源品类煤油气相比, 铀 2019-22 年涨价幅度相对温和, 2023 年大幅领跑 | 7 |
| 图表 5: 一次供需缺口自 2017 年开始放大对应现货铀价拐点, 二次供给于 2022 年见顶回落对应现货铀价涨幅放大 .. | 8 |
| 图表 6: 铀矿三种开采方式: 露天开采、地下开采、原位回收的开采工序示意图 | 9 |
| 图表 7: 核电燃料组件示意图 | 10 |
| 图表 8: 铀一次供给、燃料循环、二次供给逻辑示意图 | 10 |
| 图表 9: 核燃料反应过程及乏燃料利用方式 | 11 |
| 图表 10: 2021-22 年铀二次供给来源分类和趋势 | 11 |
| 图表 11: 俄美 Megatons for Megawatts 时间轴 | 12 |
| 图表 12: 日本历史商业库存统计 (十亿日元) | 13 |
| 图表 13: 美国 2018-2022 商业库存统计 (t U3O8) | 13 |
| 图表 14: 欧盟 2018-2022 商业库存统计 (t U3O8) | 13 |
| 图表 15: 国际金融机构持有实物铀规模变动 2018-2023 (不完全统计), 2021 年为采购峰值 | 14 |
| 图表 16: SPUT 通过信托份额增发募资购铀, 份额发行和实物铀采购往往同步进行 | 15 |
| 图表 17: 铀矿企业和铀实物投资机构形成多种合作形式 | 15 |
| 图表 18: 2022 年乏燃料处理产能分布表 | 16 |
| 图表 19: 2022 年 MOX 燃料生产产能分布表 | 16 |
| 图表 20: 铀浓缩: 同样的尾料浓度要求下, 离心机运转量 (SWU) 与天然铀耗量呈负相关关系 | 17 |
| 图表 21: 2022 年铀浓缩转化价格上涨带动 2023 年铀现货价格上涨 | 17 |
| 图表 22: 2020 年铀转化产能分布 (tU as UF6) | 18 |
| 图表 23: 2020 年铀浓缩产能分布 (SWU/yr) | 18 |
| 图表 24: 美国核电浓缩铀供给来源拆分 | 18 |
| 图表 25: 铀采购规模复苏, 长协进入新一轮签订周期 | 19 |
| 图表 26: 欧美核电企业年度铀需求在手长协覆盖率 | 19 |
| 图表 27: 长协价格 2024 年以来加速向现货价格趋近 | 19 |
| 图表 28: 全球核电站分布 (截止 2024 年 4 月) | 20 |
| 图表 29: 全球核电年新增装机有望重回 1970-80 黄金年代水平 | 21 |
| 图表 30: 2023-2030 年计划重启机组 (GW) | 21 |
| 图表 31: 2023-2030 年计划新增机组 (GW) | 21 |
| 图表 32: 全球在运核电机组对应铀需求 | 22 |
| 图表 33: 我国核电每年新增核准机组数量统计 | 23 |
| 图表 34: 中国核电厂地图 (截止 2022 年 12 月 31 日) | 23 |
| 图表 35: AI 服务器主导全球服务器市场空间增长 | 24 |
| 图表 36: 美国数据中心电力消耗量 (GW) | 24 |
| 图表 37: 亚马逊收购 Talen Energy 的零碳数据中心园区 (960MW 的总功率空间) | 25 |
| 图表 38: 海外主流国家核能政策反转, 支持持续走强 | 26 |
| 图表 39: 燃料组件成本拆分 | 28 |



| | |
|---|----|
| 图表 40: 铀单位转换 | 28 |
| 图表 41: 核电度电成本拆分: 中国, 以中国广核为例, 2023 | 28 |
| 图表 42: 核电度电成本拆分: 美国, 平均水平, 2022 | 28 |
| 图表 43: 全球天然铀供给历史及预测 | 29 |
| 图表 44: 截至 2021 年 1 月全球主要铀资源国家已探明铀矿储量 (kt U) | 30 |
| 图表 45: 2022 年产量分布 (t U ₃ O ₈) | 30 |
| 图表 46: 2030E 对比 2022 年产量增量饼图 (t U ₃ O ₈) | 30 |
| 图表 47: 哈萨克原子能铀矿开采量情况及预测 (Mlbs) | 31 |
| 图表 48: 全球在产铀矿成本曲线 | 32 |
| 图表 49: 铀勘探与开发投资额持续下降 (百万美元) | 33 |
| 图表 50: 铀资源扩产周期 | 33 |
| 图表 51: 预计 2024-26 年全球铀供需维持紧平衡, 2027 年后供需缺口或放大 | 35 |
| 图表 52: 中广核矿业营业收入及增速 | 36 |
| 图表 53: 中广核矿业归母净利润及增速 | 36 |
| 图表 54: 中广核矿业分业务营收 | 36 |
| 图表 55: 中广核矿业资产负债率及净资产收益率 | 36 |
| 图表 56: 哈原工营业收入及增速 | 37 |
| 图表 57: 哈原工归母净利润及增速 | 37 |
| 图表 58: 哈原工 2023 年分业务营收 | 37 |
| 图表 59: 哈原工资产负债率及净资产收益率 | 37 |
| 图表 60: 卡梅科营业收入及增速 | 38 |
| 图表 61: 卡梅科归母净利润及增速 | 38 |
| 图表 62: 卡梅科分业务营收 | 38 |
| 图表 63: 卡梅科资产负债率及净资产收益率 | 38 |
| 图表 64: 帕拉丁营业收入及增速 | 39 |
| 图表 65: 帕拉丁归母净利润及增速 | 39 |
| 图表 66: 中核国际营业收入及增速 | 40 |
| 图表 67: 中核国际归母净利润及增速 | 40 |
| 图表 68: 中核国际 2023 年分业务营收 | 40 |
| 图表 69: 中核国际资产负债率及净资产收益率 | 40 |
| 图表 70: 日月股份营业收入及增速 | 41 |
| 图表 71: 日月股份归母净利润及增速 | 41 |
| 图表 72: 日月股份 2023 年分业务营收 | 41 |
| 图表 73: 日月股份资产负债率及净资产收益率 | 41 |
| 图表 74: 景业智能营业收入及增速 | 42 |
| 图表 75: 景业智能归母净利润及增速 | 42 |
| 图表 76: 景业智能分业务营收 | 43 |
| 图表 77: 景业智能资产负债率及净资产收益率 | 43 |

我们与市场的不同观点

铀是核电站运行主要原料，我们认为主流的铀行业分析报告借用传统能源大宗投资框架，忽视了铀与常规能源大宗的三个不同点，导致铀矿价格走势难以把握：1) 铀来源多元化，除铀矿开采带来的一次供给之外，存在于铀供应链各环节的二次供应一度占到全球铀供给的 30-50%，二次供需边际变化对铀价分析至关重要；2) 铀库存由于其特殊性并无公开连续数据，且可查的数据会发现库存体量较大，但由于铀库存的战略性和不确定性，并不一定存在一个“合意库存水位”，因此铀库存和价格并非一一对应；3) 铀产业链条上多个环节存在严格的规管和限制，也使得供需不平衡的发生更难以在短期内消除化解。

全球核电政策已迎来转向，我们预计全球核电年新增装机即将重回 1970-80 年代上一轮核电复兴时的高峰。国际天然铀价格在去年涨到 106 美元/磅，创 10 年新高之后，市场对于后期走势开始出现分歧。我们基于自下而上的铀一次供需（铀矿产出 vs 核电站需求）分析预计铀一次供需缺口将维持 10%+。在此基础之上，与市场认知不同，我们对于铀二次供需有如下三点观察，支撑我们对铀价继续上行的判断：

- 1) 我们认为市场商业铀库存抛售高峰已过。虽然据 IAEA 统计，截止 2021 年底全球全产业链铀库存达到 45 万吨 U3O8，可供全球核电站使用接近六年。这个库存规模看似庞大，但实际有多少库存愿意出售、构成二次供给是一个未知数。2021 年金融机构大量采购实物铀，此后的 2022-23 年现货铀市场缩量涨价（2022、23 年铀现货交易规模同比下降 48%、18%，现货占当年全部铀贸易比例同比下降 27pct、10pct，长协市场比例和规模对应增长），我们认为有理由推测金融机构在 2021 年的下场扫货已经消耗了供应链中较多的可供对外销售的铀库存，2021 年整体铀市场考虑一次和二次供需后已经接近平衡。随核电需求回暖，出售库存不再是企业的有利选择，而未来一次供需紧缺仍将持续、二次供需过剩好转，将推动铀价的趋势向上。
- 2) 我们认为金融机构将继续创造对铀的二次需求，而非抛售其持有的实物铀形成二次供给。投资人此前普遍的担忧在于金融机构在经历了近两年铀价上涨后，其持有的实物铀资产已累积了一定的投资收益，是否会选择获利了结。根据我们对 Sprott 公司铀实物信托基金的机制设计的研究，其为不可赎回信托，基金持有人持有的实物铀信托份额并不支持实物交割，意味着其持有铀规模不会缩减。与之相反，Sprott 于 2024 年初推出了融资计划，募集资金将继续投入铀采购，因此我们认为金融机构带来的铀需求有更强的持续性。
- 3) 我们认为美国对俄罗斯浓缩铀产能的禁令将扭转二次供需局势。我们认为美欧国家试图提升浓缩铀自供比例的动作可能加速二次供需反转。从机理来说，离心机产能越紧缺、单位低浓缩铀产出所需的天然铀投入越多。根据行业经验，不同国家离心机的单位天然铀耗差异可以造成 20%+ 的铀需求差异，当前国际浓缩铀产能紧缺的局面将推动铀需求的提升，且浓缩铀产能扩张的国际规管限制较多，这一局面短期难以扭转。

图表1：天然铀供需和价格历史及预测 2018A-2030E

| (t U3O8) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024E | 2025E | 2026E |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 一次供给 | 63091 | 64243 | 55828 | 56306 | 58550 | 61805 | 67153 | 74199 | 77577 |
| 其中：存量矿山 | 63091 | 64243 | 55828 | 56306 | 58550 | 55395 | 55786 | 57976 | 57865 |
| 复产矿山 | | | | | | 6241 | 10075 | 13954 | 15936 |
| 新增矿山 | | | | | | 169 | 1292 | 2269 | 3776 |
| 一次需求 | 73185 | 72052 | 70919 | 69380 | 78861 | 79480 | 78871 | 83491 | 86450 |
| 其中：存量机组 | 73185 | 72052 | 70919 | 67020 | 68277 | 69380 | 68844 | 68844 | 68844 |
| 重启机组 | | | | 458 | 1343 | 0 | 4593 | 5906 | 1728 |
| 新增机组 | | | | 1902 | 9241 | 10100 | 5434 | 8741 | 15878 |
| 二次供给 | 25342 | 20632 | 26764 | 38681 | 28973 | 21486 | 16125 | 12256 | 11060 |
| 二次需求 | 16277 | 11394 | 8790 | 23370 | 12371 | 7487 | 5860 | 4966 | 3709 |
| 长协铀价 (\$/lbs U3O8) | 30 | 32 | 35 | 37 | 50 | 58 | 76 | 85 | 90 |

资料来源：UxC，华泰研究预测

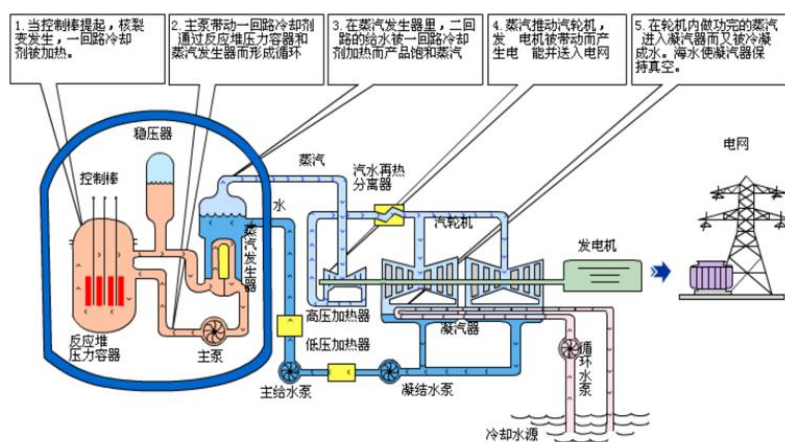
铀矿价格上涨接近上轮高点，是起步还是尾声？

2H22 至今铀现货价格累计涨幅达到 86%，成为过去两年表现最亮眼的能源大宗商品。我们分析铀的涨价节奏可以发现，铀的涨价节奏慢于全球其他能源价格也慢于自身一次供需的变化，铀价上涨的滞后性我们认为主要是由于二次供需的存在。在 2017-21 年间，铀二次供给的释放填补了一次供给的不足，压制了铀价的上涨空间，而随着 2021 年铀二次供给放量见顶，2022 年以来我们经历了二次供给的减少（我们认为库存销售空间缩小；同时，随需求前景改善和核电站重启，持续减少库存不再是公用事业公司的有利选择；此外，欧美公用事业摆脱对俄罗斯铀浓缩产能的努力使得离心机产能由过剩转向不足（与铀转化和铀浓缩价格的上涨对应），离心机欠料运行模式带来的二次供给随之下降，进一步压低了二次供给。金融机构的采购则带来了额外的二次需求。

铀价上涨虽迟但到，2023 年涨幅领跑能源大宗

铀是全球电力供应的重要原料，天然铀之于核电，如同煤炭之于煤电、天然气之于气电。核电贡献了全球约 10% 的发电量，具备清洁、稳定和经济的特点。核电发电原理基于核裂变反应，在核反应堆中，重原子核受到中子撞击后发生核裂变释放能量，裂变过程产生的中子继续撞击其他原子核引发更多裂变反应，形成连锁反应并持续释放能量。裂变反应产生的热能通过介质水转化为蒸汽，蒸汽驱动涡轮机旋转产生机械能，最终通过发电机转换为电能。铀-235 是目前最常用的核裂变燃料，其它元素（或核素）如钚、钍等虽也可用于核裂变反应，但铀在资源储备、易裂变性（与其他重核元素相比，铀-235 的中子反应截面大，被中子轰击时更容易发生核裂变反应并且反应可持续）等方面最具优势。核电也是铀最主要的民用下游应用方向，是铀需求的主要来源。

图表2：第三代核电压水堆工作原理示意图



资料来源：上海核电办公室《压水堆核电站工作基本原理》¹，华泰研究

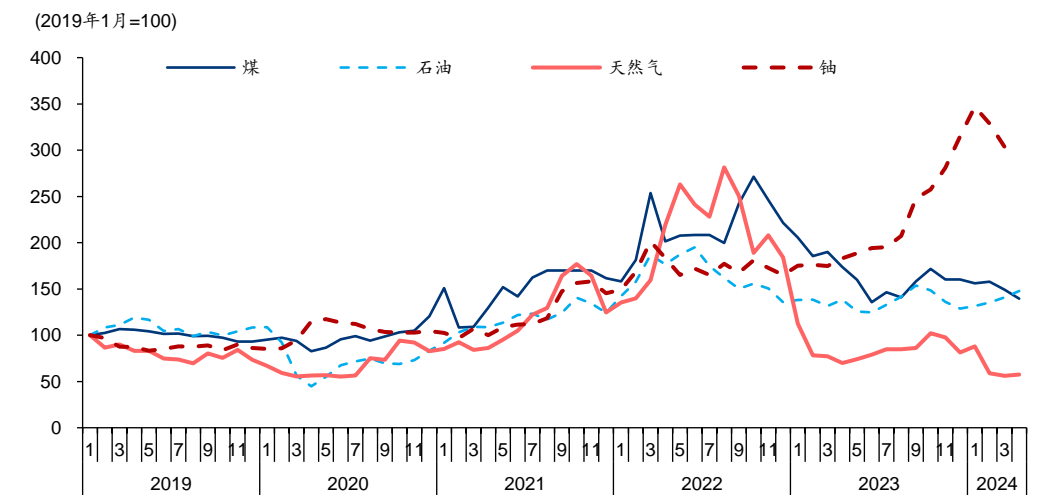
天然铀（黄饼）是铀主要的贸易形式，铀现货价格 2021 年后加速上涨，2023 年开启“狂飙模式”。铀价具备长周期特征，此前周期高点出现于 1975-1980 以及 2007 年。而本轮铀价自 2017 年触底后，先经历了几年温和上涨，2020 年中到 2022 年中的两年能源大宗涨价周期中，天然气、石油、煤炭分别实现了 336%、189%、118% 的区间涨幅，而同期铀价涨幅 52%，虽亦实现上涨但涨幅不及其他能源大宗。2022 年中天然气、石油价格见顶，目前天然气已回落至 1H20 水平，煤炭回落至 1H21 水平，石油维持相对高位，而铀价持续逆势上涨，自 2H22 至今以来铀价累计涨幅达到 86% (vs 同期天然气-75%，煤炭-33%，石油-15%)，铀成为 2023 年表现最亮眼的能源大宗商品，从小众品种走向聚光灯下。

¹ <https://www.smpo.cn/hdzs/654154.htm>

图表3：天然铀价格复盘 1968-2022（名义货币单位）

资料来源：Sprott Uranium Report²，华泰研究

图表4：与传统能源品类煤油气相比，铀 2019-22 年涨价幅度相对温和，2023 年大幅领跑



资料来源：Wind，华泰研究

² <https://sprott.com/insights/sprott-uranium-report-miners-ignore-softer-uranium-price/>

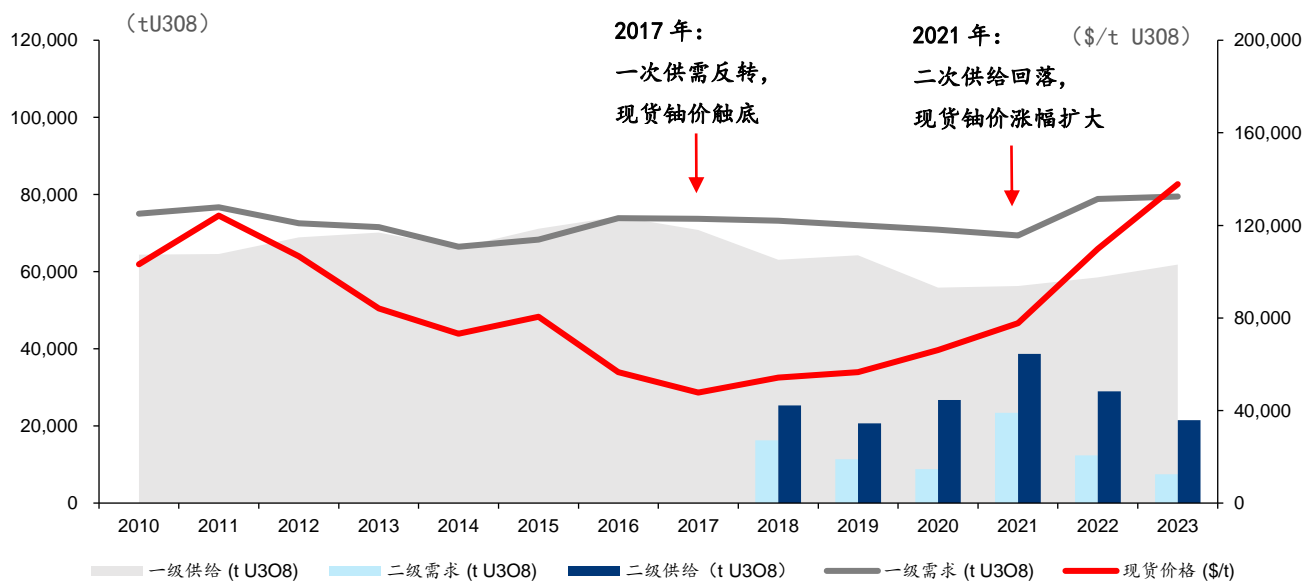
不同于常规能源大宗，二次供需在铀的分析框架中同样重要

我们分析铀的涨价节奏可以发现，铀的涨价节奏慢于全球其他能源价格（煤炭天然气石油涨价尖峰出现于 2022 年，而铀价加速上涨从 2023 年开始），也慢于自身一次供需的变化（2017 年全球天然铀一次供需已出现翻转，且此后缺口持续扩大，但铀价仍在数年内维持了低位，直到 2022-23 年涨价才开始加速）。铀价上涨的滞后性我们认为主要是由于二次供需的存在：二次供给在 2000 年及以前一度占到全球铀供给的 50% 以上（当前仍有接近 30%），二次需求在 2018 年金融机构下场后开始提升（一度提升至全球铀需求的~20%），使得二次供需不仅仅是一次供需的“补充”，还可能是影响铀供需关系和价格的“决定者”，我们认为这也是铀和其他常规能源大宗分析一个主要不同，也是预期差的来源。

复盘过去十年的铀价行情，我们可以看到一次供需反转带来铀价止跌，而二次供需反转带来铀价加速上涨。2017 年以来，铀的一次供给开始持续小于一次需求，但铀价仅温和上涨直至 2022 年后涨幅扩大，我们认为铀价上涨滞后的核心因素来自二次供给释放。我们复盘 2011 年以来的铀供需和价格，可以看到三个不同的阶段：

- 1) **2011-2016 年，铀供给上行需求下行，铀价快速回落：**2011 年福岛核事故后，部分核电机组的关停或延期导致铀需求下行，但受铀矿启停周期等因素影响，铀供给仍维持了一段时间的小幅上涨，整体供需失衡导致全球铀价快速下行。
- 2) **2017-2021 年，一次供需反转，铀价温和回暖：**2016 年铀价跌破 30\$/lbs，跌至多数铀矿公司盈亏平衡线以下，全球铀矿密集减产，供给退出，如加拿大的 McArthur River/Key Lake 和纳米比亚的 Langer Heinrich 分别在 2017、2018 年暂时停产，使得 2017 年以来一次供需关系反转，出现一次供给持续小于一次需求。然而，在此情况下全球铀价在 2020 年前仍维持低位，每年铀价涨幅不超过 20%，原因主要在于二次供给的释放填补了一次供给下行的缺口，市场整体供需仍未实现真正逆转。
- 3) **2022 年至今：二次供给减少，铀价弹性放大：**直到 2021 年，当年金融机构二次需求消耗了大量的二次供给尤其是商业库存，从 2022 年开始铀矿二次供给显著下行，2023 年叠加年初哈萨克原子能下调去年产出目标、年中尼日尔政变导致 Orano 当地矿山停产，均催化了市场情绪，推动现货铀价冲高。

图表5：一次供需缺口自 2017 年开始放大对应现货铀价拐点，二次供给于 2022 年见顶回落对应现货铀价涨幅放大



资料来源：IAEA《uranium resources production and demand》，Paladin Annual General Meeting Presentation，Cameco 官网³，华泰研究

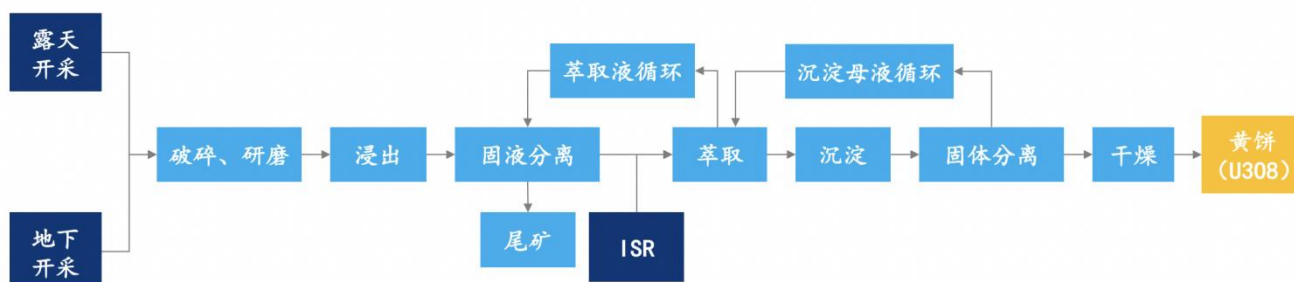
³ <https://www.cameco.com/invest/markets/uranium-price>

二次供给来自于铀燃料循环的各个关键环节

具体来看，铀的二次供给从何而来？铀的一次供给主要来自天然铀开采，天然铀开采后经铀转化、铀浓缩、燃料组件制备最终应用于核电站，在反应完一个周期后以乏燃料形式卸出，上述流程构成了一个完整的铀燃料循环，而二次供给即伴生于铀循环流程的各个环节。

- 1) **天然铀的开采方式包括露天采矿、地下采矿和原位回收（ISR）。露天采矿**主要用于铀矿石埋藏较浅（地表以下小于 100 米）的铀矿床，可直接移走矿体上的覆盖物、从敞露地表的采矿场采出铀矿物。**地下采矿**主要用于铀矿是埋藏更深（地表以下 100 米以上）的铀矿床，需通过开掘井巷工程，从地下矿床的矿块里采出矿石。通过露天或地下采矿两种传统方式得到的矿石，将被运至研磨厂进行粉碎、研磨，随后在大型储罐中用酸或碱浸出得到铀溶液。而原位回收（ISR）是一种采矿和提取相结合的技术，可应用于内部渗透率较高，顶部和底部被粘土层等不渗透层封闭的层状砂岩矿床中，ISR 技术将酸或碱溶浸液通过注液钻孔注入到可渗透的含铀含水层，使溶浸液在渗透过程中与铀接触并进行溶解反应，生成含铀溶液，并从抽液孔被抽至地表。通过露天/地下采矿经破碎研磨浸出制成的铀溶液，或通过 ISR 技术直接原位溶解抽取得到的铀溶液，经由溶剂萃取工艺提纯，再经由化学沉淀转化为固体，干燥后得到铀精矿，通常也被称为黄饼，主要成分是铀的氧化物如 U_3O_8 ，黄饼也是目前全球天然铀贸易的主要形式。

图表6：铀矿三种开采方式：露天开采、地下开采、原位回收的开采工序示意图

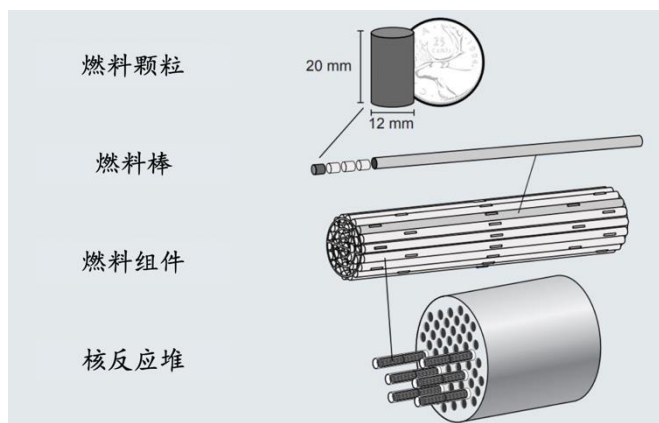


资料来源：中广核业有限公司官网⁴，华泰研究

- 2) **黄饼（铀精矿）经由铀转化、浓缩、燃料组件制备后最终应用于核反应堆作为核燃料。**铀转化首先将黄饼（ U_3O_8 ）经过进一步提纯制备成铀氧化物，再进行化学转化制成二氧化铀（ UO_2 ），二氧化铀通常会经过化学反应转化为六氟化铀（ UF_6 ）或其他铀化合物以便进行后续的浓缩。**铀浓缩**利用铀同位素相对原子质量等特性的差异，以分离并富集天然铀中的 U-235 生成浓缩铀，将铀中的 U-235 同位素的含量从天然铀的 0.7% 提高到适合于民用核能反应的水平（3-5%）。常用的浓缩方法包括气体扩散法、气体离心法和激光分离法。**燃料铀制备**将浓缩铀转化为二氧化铀粉末，压制成小燃料颗粒，在高温（1600-1700° C）下烘烤烧结以制成硬质材料，并插入被称为燃料棒的薄管中，根据反应堆的类型，不同数量的燃料棒组合在一起形成燃料组件。此外，燃料铀制备过程还可能包括将铀化合物与其他材料（如稳定剂或包覆材料）结合，以提高燃料的性能和安全性。

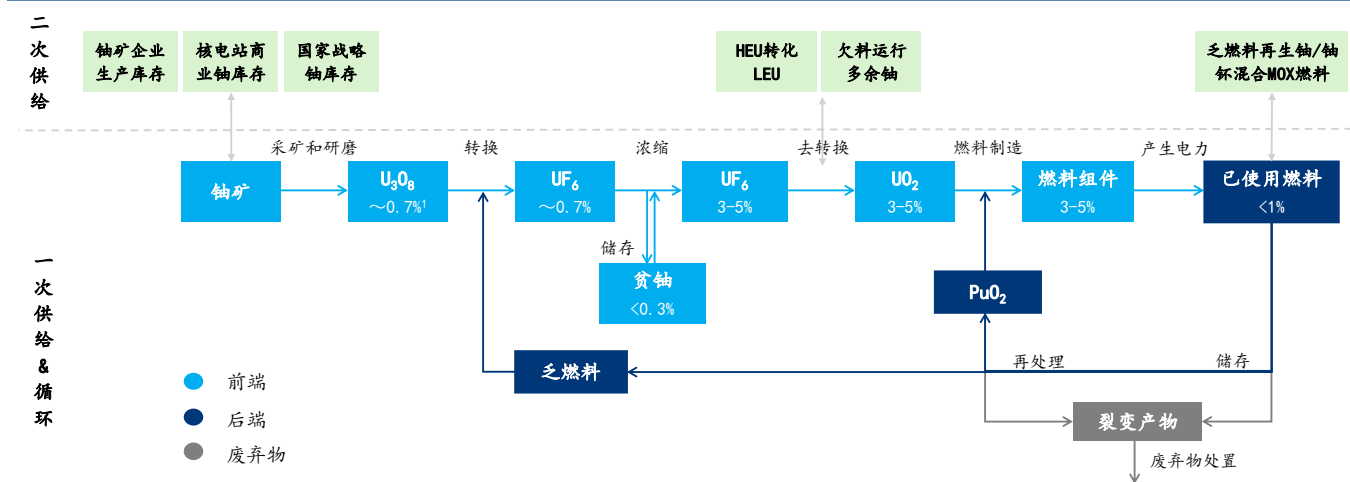
⁴ http://www.cgnmc.com/cgnmc/c100782/yjlm_yy.shtml

图表7：核电燃料组件示意图



资料来源：Nuclear Waste Management Organization，华泰研究

图表8：铀一次供给、燃料循环、二次供给逻辑示意图



注1：U-235 浓度

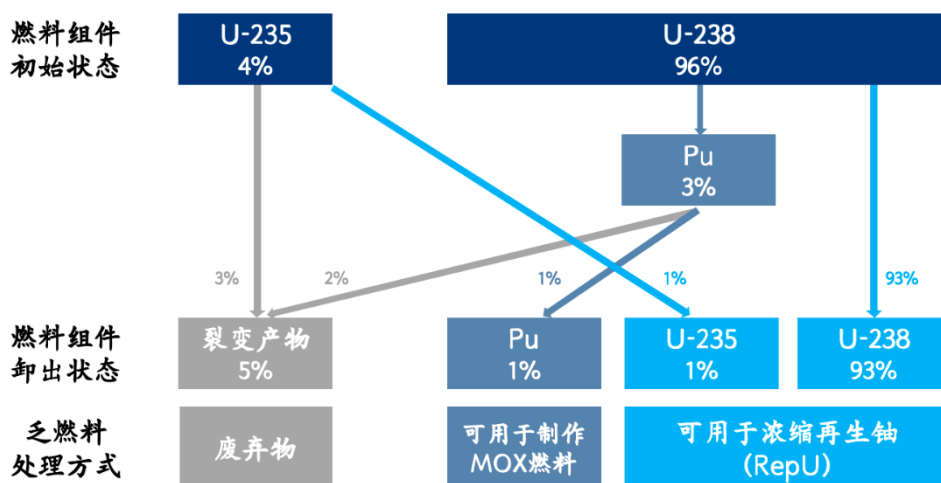
资料来源：World Nuclear Association-How is uranium made into nuclear fuel?，华泰研究

如上图所示意，铀的二次供给伴生于铀一次供给流程的各个环节，包括：

- 1) 天然铀库存存在于铀产业链各主体，其中核电站商业库存构成潜在可供销售的二次供给。低放射性、相对易保存的天然铀是铀库存主要的形式（燃料组件设计定制程度高与核电站堆型相关，较难跨国/跨企业转销），铀产业链条上的不同主体都可能保有天然铀库存，包括：1) 铀矿开采企业的产销差构成周转库存；2) 核电站业主采购后用于商业储备的天然铀；以及 3) 国家主体采购后作为战略储备的天然铀。其中，核电站商业储备是最可能进行灵活销售的天然铀二次供给形式。而 2011 年福岛事件之后，日本，德国，韩国等发达国家核电停堆也造成这些库存形成市场上的二次供应。
- 2) 铀浓缩环节欠料运行模式，减少对天然铀的需求，带来可供二次销售的过剩天然铀。在铀浓缩产能相对于天然铀供给过剩的阶段，铀浓缩厂商可以通过投入减料和贫铀尾矿再浓缩，尽可能提高离心机的利用率以实现成本的优化（少用铀、多分离），这部分减少的铀需求成为二次供给的重要部分。
- 3) 高浓度铀转化为低浓度铀可实现铀的军用转民用，形成二次供给。军用高浓缩铀(HEU)中的 U-235 浓度通常可达 90%，可以与含有低水平 U-235 的贫铀、天然铀等混合，以生产 3%-5% 的低浓缩铀 (LEU)，用于动力反应堆的燃料，实现浓缩铀的军用转民用。1991 年美苏冷战结束后，过剩的军事铀材料转变为商业核能主要燃料来源成为趋势，构成 21 世纪初铀二次供给的重要来源。
- 4) 乏燃料处理后制成再生铀或 MOX 燃料构成二次供给。铀燃料组件在核反应燃烧深度达到卸出标准从堆内卸出后，其元素构成一般由最初的 4% 铀 235、96% 铀 238，变为 1% 未烧完铀 235、1% 新生成钚 239、93% 未利用铀 238、5% 裂变产物，统称为乏燃料。

料。乏燃料处理涉及对已使用的核燃料进行回收，以处理放射性废物，并提取可再利用的铀和钚。其中铀 235 提取后可以重新浓缩制作可再用于核电站中（再生铀），而钚 239 则可以提取后与铀 238 混合形成 MOX 燃料。再生铀和 MOX 燃料均形成铀的二次供给。

图表9：核燃料反应过程及乏燃料利用方式

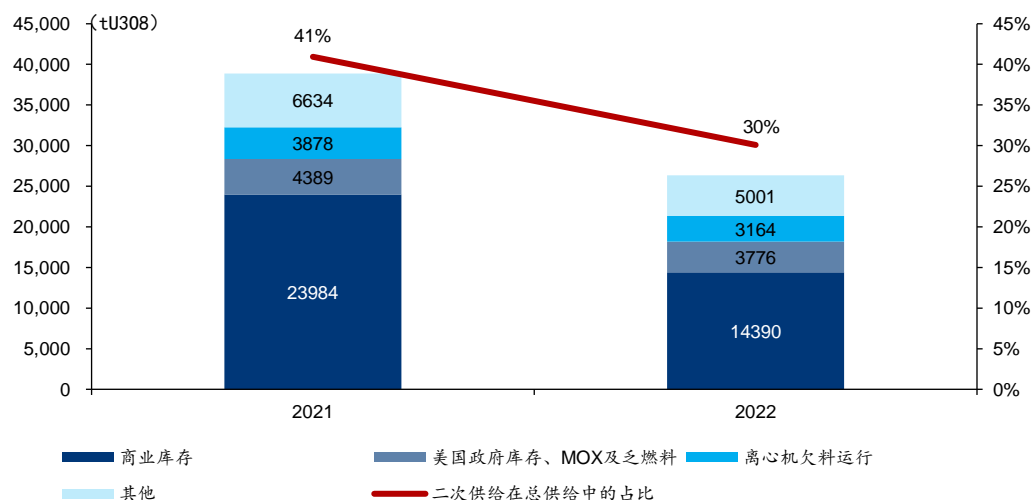


资料来源：WNA-Mixed Oxide (MOX) Fuel，华泰研究

22-23 年铀价加速上涨意味着二次供给和库存减少，但市场仍然心存疑虑

由上可见，商业库存、乏燃料、离心机欠料运行及高浓缩铀转化（HEU）构成了铀二次供给的主要来源，近年二次供给占总供给比例持续减小也伴随着铀价加速上涨。二次供给在 2000 年以前一度可以占到总供给的 50% 以上（当年冷战军备竞赛遗留的 HEU 有大量可转化）。而到 2021 年，二次供给的占比为 41%，2022 年下降至 30%。以 2022 年为例，据 UxC，当年二次供给总量 26331 吨 U3O8，占到铀全部供给的 30.1%，其中商业库存释放是最主要的二次供给来源，提供了 14390 吨 U3O8，约占二次供给的 54.7%；其次是美国政府库存与乏燃料，2022 年共提供了 3776 吨 U3O8，约占 14.3%；离心机欠料运行实现 3164 吨 U3O8 供给，约占 12.0%；其他来源合计约占当年二次供给的 19%。与 2021 年相比，2022 年二次供给占比的下降主要来自于商业库存的减少。

图表10：2021-22 年铀二次供给来源分类和趋势



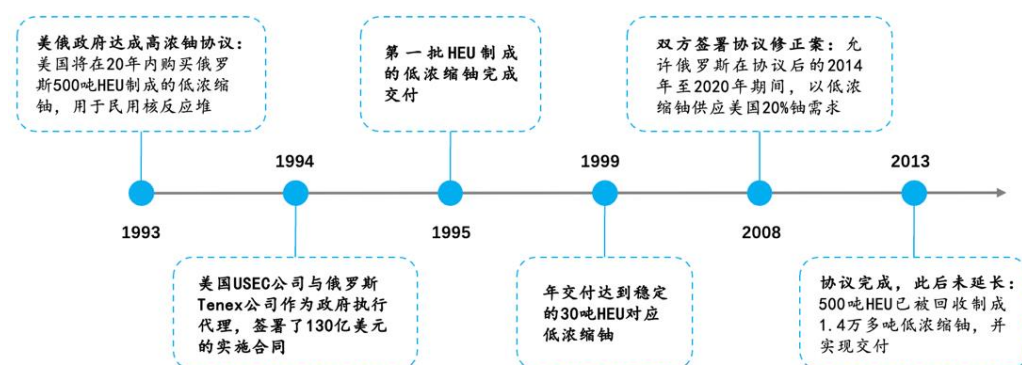
资料来源：Paladin Annual General Meeting Presentation，华泰研究

我们回溯可以发现，尽管从 2017 年开始铀一次供需就由平衡转为紧张，对应铀价也触底反弹，但此后几年铀价上涨较为温和，每年涨幅不超过 20%，直至 2022 年二次供给大幅下降，铀价弹性显著放大，单年涨幅达到 40%。究其原因，我们认为在 2017-21 年间，铀二次供给的释放填补了一次供给的不足，压制了铀价的上涨空间，而随着 2021 年铀二次供给放量见顶，2022 年以来我们经历了二次供给的减少（我们认为库存销售空间缩小；同时，随需求前景改善和核电站重启，持续减少库存不再是公用事业公司的有利选择；此外，欧美公用事业摆脱对俄罗斯铀浓缩产能的努力使得离心机产能由过剩转向不足（与铀转化和铀浓缩价格的上涨对应），离心机欠料运行模式带来的二次供给随之下降，进一步压低了二次供给。分别来看：

2013 年后，俄美 HEU 转化供给消耗殆尽

1993 年美国 and 俄罗斯政府达成了一项高浓缩铀购买协议，也称为 **Megatones for Megawatts** 计划，即美国将在 20 年内购美俄罗斯 500 吨 HEU 制成的低浓缩铀，并用于民用核反应堆。协议于 1994 年由两个公司作为政府执行代理正式签署，并在 1995 年实现首次交付，此后 HEU 成为二次供给中稳定的主要来源。2008 年，双方签署该协议的修正案，允许俄罗斯在协议后的 2014-2020 年内，以低浓缩铀供应美国 20% 的铀需求；但 HEU 协议并未延长，于 2013 年正式结束，总计 500 吨 HEU 已被回收制成 1.4 万吨低浓缩铀，并完成所有交付。2013 年后 HEU 进入商业铀市场的体量骤减，在二次供给中的占比快速缩水，目前几乎已不再贡献产出。

图表11： 俄美 Megatones for Megawatts 时间轴



资料来源：US Department of Energy - Report on the Effect the Low Enriched Uranium Delivered Under the Highly Enriched Uranium Agreement, 华泰研究

随需求前景改善和核电站重启，销售商业库存不再是企业的最优选择

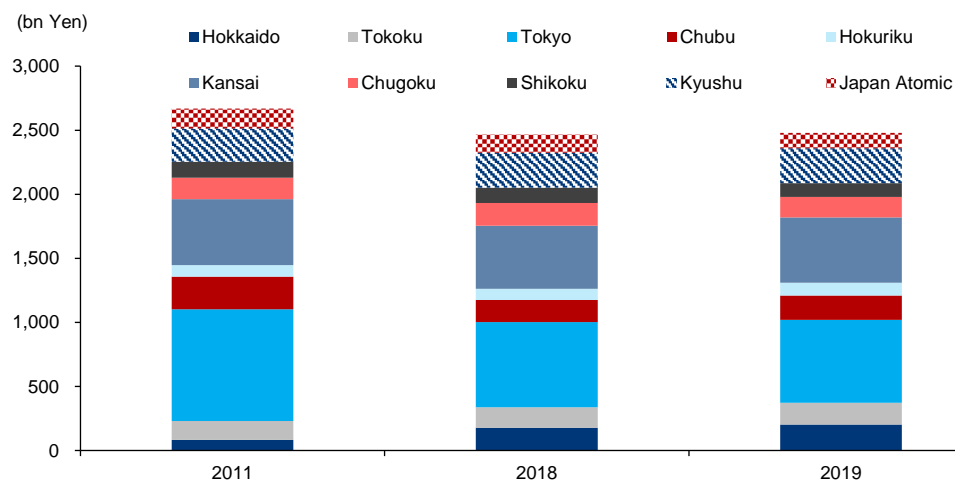
一方面，铀矿企业持有天然铀库存规模较小。如 KAP 近年来维持在 4-5 个月产出水平（100%basis）， Cameco 在手库存紧张、2023 年甚至需要通过在市场上购买天然铀来满足对客户的交付需求。

另一方面，随着核能行业的复苏和核电站的重启，核燃料需求预计将逐渐增加，商业库存的需求也相应上升以满足未来核电需求，销售商业库存不再是公共事业公司的有利选择。

- 1) 日本：公共事业公司持有库存体量较大，核反应堆关停期间并未实现大量销售，随重启趋势增强其销售动力愈发减弱。2011 年福岛核事故后，日本于 2012 年关停国内所有核反应堆，大量库存铀燃料滞留在其公共事业公司手中，据 Reuters，事故前日本商业库存约为 26798 亿日元当量，到 2018 年仅小幅将至 24427 亿日元，并未出现大量售卖的情况。2015 年后，日本逐步重启国内核反应堆，截止 2023 年底，剩余 33 座机组中共有 12 座重启运转，已提交申请机组共 15 座；其中东京电力公司作为当年福岛事故的核电运营商，其核电运营禁令也于 2023 年正式取消，公司持有的 Kashiwazaki-Kariwa 核电站被允许重启，成为日本核电重启的标志性事件。随着日

本反应堆重启的势头增强，公共事业公司出售手中库存的动力持续减弱，因此日本整体商业库存体量较大，IAEA 数据显示日本 2021 年库存约 7.0 万吨 U3O8 当量，假设目前已提交重启申请的核反应堆均可通过审批并最终实现重启，目前库存仍可满足其国内核反应堆约 15 年的燃料供应。

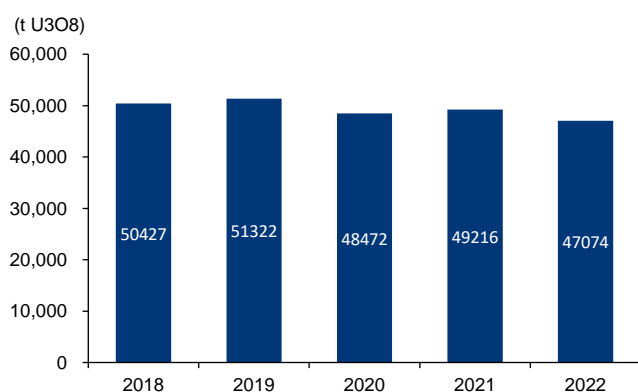
图表12：日本历史商业库存统计（十亿日元）



资料来源：Reuters⁵，华泰研究

- 2) 美国：EIA 数据显示美国公共事业公司的库存在 2018 年后基本未消耗，持续保持在约 5 万吨 U3O8 当量水平，约可满足美国核反应堆 3 年的燃料供应。
- 3) 欧盟：商业库存自 2018 年以来小幅下降，年降幅在 5% 以内。据 ESA，2018 年欧盟商业库存约为 5.3 万吨 U3O8 当量，到 2020 年降至约 5.0 万吨 U3O8 当量，2021 年库存的骤减一定程度上受英国脱欧影响，其库存不再计入欧盟总数。目前欧盟公共事业公司的铀库存可满足其对应核反应堆约 3 年的燃料供应。

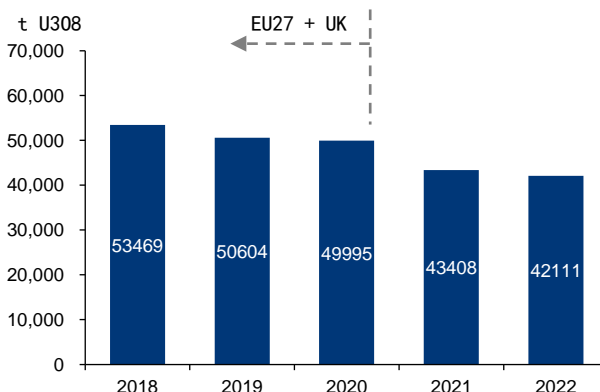
图表13：美国 2018-2022 商业库存统计（t U3O8）



注：仅考虑核反应堆拥有者与运营商持有的库存

资料来源：EIA Uranium Marketing Annual Report 2022，华泰研究

图表14：欧盟 2018-2022 商业库存统计（t U3O8）



注：仅考虑欧盟公共事业公司持有的库存

资料来源：Euratom Supply Agency Annual Report 2022，华泰研究

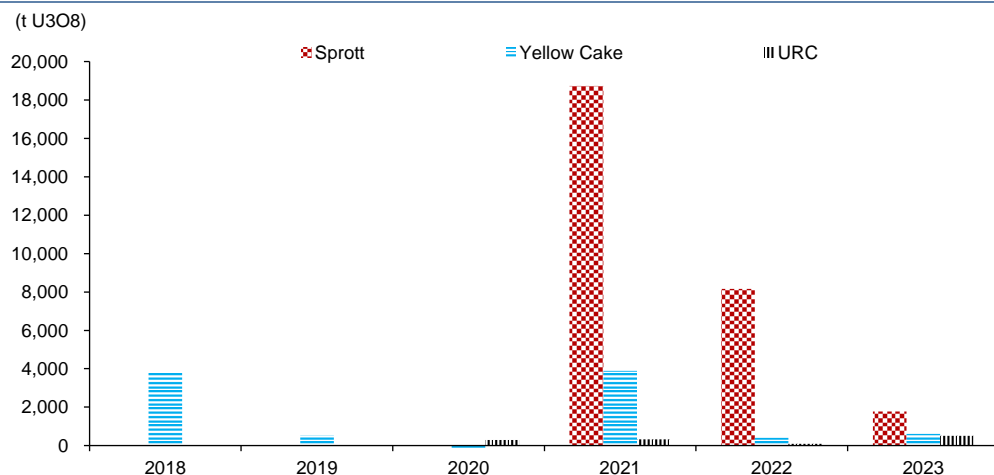
⁵ <https://www.reuters.com/article/idUSKCN1VD0JX/>

金融机构采购或消耗了最后可供销售的商业铀库存

2018 年以来,多家金融机构亦注意到铀市场供需反转趋势,陆续成立实物铀投资基金。2018 年以来多家金融机构入局参与铀市场机会,包括 Yellow Cake PLC(英国)、Uranium Royalty Corp(加拿大)、Sprott Physical Uranium Trust(加拿大/美国)等实物铀投资工具相继成立上市,三家机构设计机制略有差异,但均是通过向投资人公开/非公开发行基金份额并将募集资金用于采购实物铀资产,基金份额与实物铀资产拥有权一一对应,基金交易价格反应其代表铀资产的价格,基金份额在二级市场的公开交易价格即有效反映铀价变动,铀价上涨推动份额价格上涨,从而为投资人提供了一种直接投资实物铀的金融工具。除上述三家金融机构外,ANU(哈萨克斯坦)、Zuri(瑞士)、PFYN(德国)亦陆续入局。

金融企业 2021 年的铀采购或消耗了市场上最后可供销售的商业库存。Sprott 在 2021 年成立上市,当年内采购 1.87 万吨,2022、23 年再次采购 0.82、0.18 万吨;Yellowcake 在 2018 年成立上市,当年内采购 0.38 万吨,此后采购高峰亦在 2021 年采购了 0.39 万吨,2019/20/22/23 年采购量则均维持在百吨级别;URC 在 2019 年上市后以铀矿直接股权投资为主、实物铀收购为辅,其实物铀采购体量 2020-23 年均维持在几十吨到数百吨每年的规模。2021 年单年,我们统计的三家铀金融机构合计采购规模接近 2.3 万吨,相当于全球一年铀需求的三分之一,一定程度上也推动了全球商业铀库存的去化、加速供需走向平衡,我们在随后的 2022-23 年看到铀涨价的加速,从 2021 年的同比+18%,2022/23 年加速至 +41%/+25%。

图表15: 国际金融机构持有实物铀规模变动 2018-2023(不完全统计), 2021 年为采购峰值



注:统计仅包括持有实物铀规模居前且信息公开披露的三家金融机构:Sprott, Yellow Cake 和 URC;其余金融机构包括 ANU, Zuri, PFYN 等持有一定量的实物铀但规模不公开披露

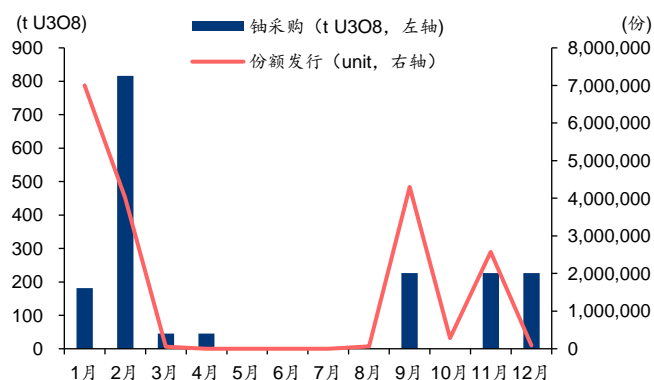
资料来源:公司官网,华泰研究

市场担忧金融机构销售其持有的实物铀引发铀供需失衡,我们研究铀金融投资工具的运行机制后认为这一担忧是多余的:以 Sprott Physical Uranium Trust (SPUT) 为例,公司看好铀价前景,当前 SPUT 设计为不可赎回信托,铀资产不支持实物交割,意味着其持有铀规模不会缩减。Sprott 在 2021 年设立 Physical Uranium Trust 之初就将其机制设计为 non-redeemable fund,意味着基金份额的持有人无法要求赎回份额并进行实物铀交割 (physical delivery),而只能对基金份额进行二级市场交易买卖。这一点与 Sprott 旗下其他几支 Physical Bullion Fund(分别持有金、银、铂/钯)可赎回、可实物交割构成了主要区别。SPUT 去年曾内部论证过是否需要给铀信托也增加赎回机制 (redemption feature),但最终决定考虑到目前铀市场上行前景,SPUT 维持不可赎回特征。只要上述机制不调整, Sprott 所持有的实物铀资产总规模就不会下降。

金融机构或将继续净增持实物铀，反映对铀价看涨前景。SPUT 今年初再次推出增发计划，募集资金在未来两年内有望持续转化为铀需求。自 2021 年上市后，SPUT 曾多次通过向加拿大证监会申请发行新增信托份额，筹措资金用于实物铀采购，按规定其筹措得资金的 90%+ 必须用于购买实物铀采购用途。2024 年 1 月 3 日，加拿大证监会获批了 SPUT 总价不超过 \$1.5bn 的新增信托份额发行申请，SPUT 可以在未来 25 个月内不定期按市场价格（At-The-Market 机制）不限次数发行新增信托份额（一般会少量多次，避免对铀市场产生冲击），直至所有获批规模发行完毕。资金筹措到位后，SPUT 一般会选择第一时间进行铀采购，以保证份额发行时点和实物铀采购时点铀价接近，避免信托份额价值受影响。按当前铀价格区间（\$70-90/lbs），\$1.5bn 的增发规模对应 SPUT 在未来两年内具备采购~8000 吨铀的能力，而根据 SPUT 和加拿大证监会的协议，SPUT 每年的现货采购量上限为 4000 吨铀，相当于一年全球铀需求的约 5%。

铀矿企业以实物铀销售、基金投资等多种形式与金融机构合作，或是现货铀价的支撑力量。如哈原工 KAP 在 2021 年末以基石投资人的身份参与了实物铀基金 ANU 的设立，在 ANU 首发募资 \$50mn 中认购了 48.5%；此外，KAP 也是 ANU 和 Yellowcake 主要的铀供应商之一，Yellowcake 在 2019 年上市时向 KAP 采购了 8.1mn lbs 的 U3O8，并与 KAP 签订长期协议，在 2019-2027 年期间每年可以按市场价向 KAP 采购 \$100mn/年等价 U3O8（按当前铀价折合 1.1~1.4mn lbs U3O8/年）。除 KAP 外，中广核铀业（CGN Global）的铀贸易业务也包括和实物铀基金 URC 的采购（2023-25 年累计采购 0.5mn lbs U3O8）。由此可见，铀矿企业亦直接、间接参与到金融机构的铀买卖行为当中，为现货铀价的底部提供支撑。

图表 16：SPUT 通过信托份额增发募资购铀，份额发行和实物铀采购往往同步进行



资料来源：Sprott 官网，华泰研究

图表 17：铀矿企业和铀实物投资机构形成多种合作形式

| 铀矿企业 | 铀金融机构 | 合作方式 |
|--------|------------|-------------|
| KAP | ANU | 基金持股 铀采购 |
| KAP | Yellowcake | 铀采购 |
| CGN | URC | 铀采购 |
| Cameco | Sprott | 铀存储 |
| Orano | Yellowcake | |
| | URC | |

资料来源：各公司官网，华泰研究

乏燃料再利用技术以及 MOX 燃料生产技术难度高，增产难度大

乏燃料处理和 MOX 燃料制作技术壁垒及成本更高，短期增产难度大，短期难以提供二次供给增量。核燃料回收再利用的技术难度主要体现在以下几个方面：首先，高放射性废物的处理对操作人员和设施的辐射防护提出了严格要求；其次，乏燃料中的核材料与放射性核素的分离和处理涉及复杂的物理、化学过程，需要高度的专业知识和技术能力，相比于天然铀浓缩，再生铀浓缩要求及成本更高，尤其是燃耗深度的提升会提高再生铀处理难度；此外，对于 MOX 燃料制备来说，技术难点还在于核材料的精确混合和控制，合理的铀和钚的比例对于燃料的性能和稳定性至关重要。

由于乏燃料和 MOX 燃料技术的复杂性和难度，目前技术主要掌握在法国、俄罗斯、日本等少数国家手中，产能目前总量有限，统计乏燃料年处理能力 3860 吨、MOX 燃料产能 440 吨。扩大乏燃料处理能力也面临着一定的挑战，需要投资大量的资金和资源，扩产周期长，且成本高于一次开采，只能作为一种补充供应形式，短期内难以实现快速增长。

图表18：2022年乏燃料处理产能分布表

| 燃料类型 | 国家 | 乏燃料处理厂 | 产能 (t/yr) |
|--------|-----------|---------------------|-----------|
| LWR 燃料 | 法国 | La Hague | 1700 |
| | 俄罗斯 | Ozersk (Mayak) | 400 |
| | 日本 | Rokkasho | 800 |
| 其他 | 英国 | Sellafield (Magnox) | 1500 |
| 核燃料 | 印度 (PHWR) | 4 个工厂 | 260 |
| 合计 | | | 3860 |

资料来源：WNA-Processing of Used Nuclear Fuel，华泰研究

图表19：2022年MOX燃料生产产能分布表

| 国家 | 厂商 | 产能 (t/yr) |
|-----|--------------------------|-----------|
| 法国 | Orano | 195 |
| 印度 | DAE Nuclear Fuel Complex | 50 |
| 日本 | JAEA | 5 |
| 日本 | JNFL | 130 |
| 俄罗斯 | MCC | 60 |
| 合计 | | 440 |

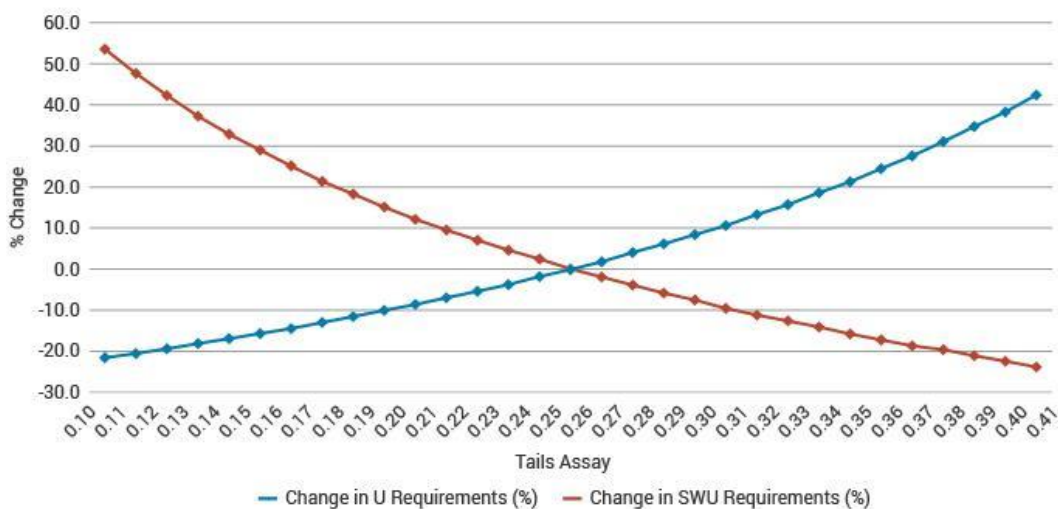
资料来源：WNA-Nuclear Fuel and its Fabrication，华泰研究

美欧国家试图提升浓缩铀自供比例，或将离心机供给变为需求，完全扭转二次供需趋势

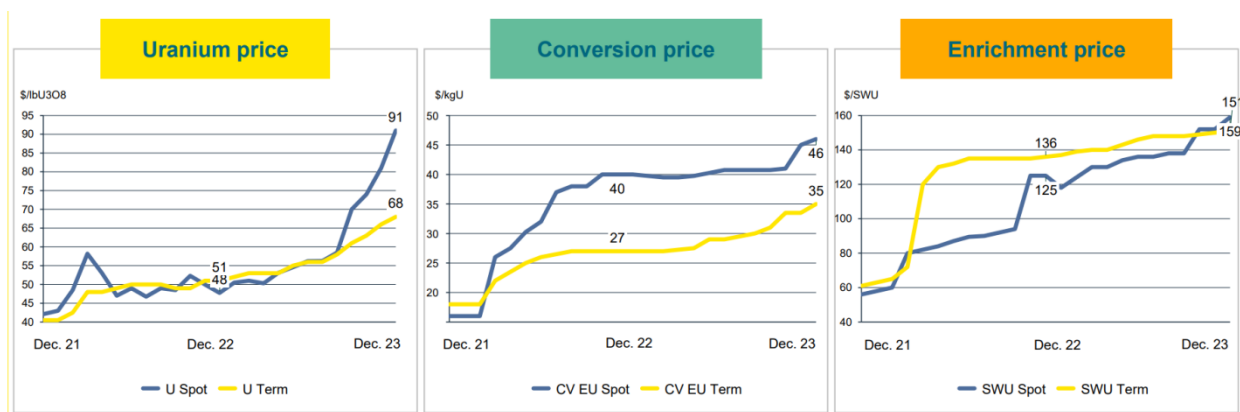
也有投资人担心仅仅是金融机构的铀采购和商业库存的消耗并不能改变大量离心机欠料运行带来的过剩铀二次供应对于市场可能的冲击，对此我们认为 2024 年 5 月刚刚在美国国会通过的对俄罗斯浓缩铀的限制将会进一步坐实离心机产能紧张、使得欠料运行转为过料运行，离心机对铀从增加二次供给转换为增加二次需求、完全扭转二次供需的过剩趋势。这一背景下，对未来铀价的判断可能从二次供需占主导向一次供需基本面分析回归，铀价上涨将不仅仅发生在现货市场，而是更可能长协价格签订中体现，长协签订活跃度、占比的持续提升将使得上涨的铀价逐步反映在铀矿企业报表中，推动铀矿企业业绩的持续增长。

离心机供给趋于紧张，这部分二次供给或向二次需求演变

离心机产能 2022 年起由过剩转变为紧缺，欠料运行产生的二次供给或将转变为过料运行导致的二次需求，供需关系扭转。过去几年间，全球浓缩铀产能持续处于过剩状态，浓缩铀厂商通过投入减料和贫铀尾矿再浓缩，尽可能提高离心机的利用率以实现成本的优化，这部分减少的铀用量成为二次供给的重要部分。这一运行模式在 2022 年发生扭转。2022 年随着东西方地缘政治局势的变化，全球主要国家开始多样化其铀浓缩供应链。然而，铀浓缩供应链本身具有高度集中性，主要集中在俄罗斯和部分欧洲国家，因此美欧国家的多样化举措导致了实际的铀浓缩产能紧张的情况，铀转化和浓缩的价格在 2022 年已开始出现较快的上涨。为了满足需求，离心机运营商的运作方式逐渐从过去的少投入铀并提高离心机利用率，向多投入铀以节约离心机产能转变。这一转变意味着离心机需要通过消耗更多的天然铀以满足铀浓缩需求，据行业经验，欧洲离心机单位铀耗较俄罗斯高 20%，也反映出离心机供需在不同区域的不同状态，过去多余的铀产出降逐渐缩减，供需关系扭转，带动 2023 年铀现货价格随之上涨。

图表20：铀浓缩：同样的尾料浓度要求下，离心机运转量（SWU）与天然铀耗量呈负相关关系
Percentage Variation in Uranium Requirements and Energy Input to Enrichment with Different Tails Assay, from a Base of 0.22% U-235


资料来源：WNA-Uranium Enrichment，华泰研究

图表21：2022 年铀浓缩转化价格上涨带动 2023 年铀现货价格上涨


资料来源：Orano FY23 Annual result presentation，华泰研究

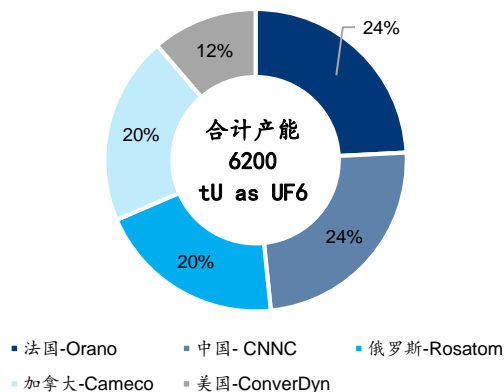
此前美国众议院已经于 2023 年 12 月通过对俄铀浓缩禁令，而本次参议院于 2024 年 5 月 2 日通过禁令，目前已通过国会等待总统签署，预计 2028 年起禁止俄罗斯铀浓缩进口，若俄罗斯提前采取反制措施则全球铀浓缩产能紧缺和供需错配或将加剧，加速铀浓缩环节从提供二次供给向创造二次需求的转化。俄罗斯是全球铀浓缩与转换服务的主要提供者，其在苏联时期率先掌握了相关技术，并建立了大规模的工业化生产能力，奠定了领先地位（产能全球占比接近 50%）。90 年代后，俄罗斯与美国签署高浓缩铀购买协议，低价的俄罗斯浓缩铀供给使得美国国内的铀转化浓缩产业逐步停滞。此外，因涉及核武器问题，铀浓缩技术一直是国际社会严禁扩散的敏感技术，国际原子能机构与联合国希望能控制各国铀浓缩活动，这也一定程度上限制了铀浓缩供应商的加入门槛。目前，全球核燃料市场主要有 4 家商业铀浓缩服务供应商⁶：欧洲铀浓缩公司(Urenco/Areva)、俄罗斯国家原子能工业集团(Rosatom)、法国欧安诺集团(Orano)和中核集团(CNNC)；美国铀浓缩公司（Centrus，前身为 USEC）于 2013 年退出铀浓缩一次供应市场但 2023 年底重启了产能。最近数据来看美国和欧洲核电企业对俄罗斯铀浓缩的依赖度仍有约 20%⁷、30%⁸、不亚于此前俄罗斯天

⁶<https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/uranium-enrichment#:~:text=There%20are%20three%20major%20producers,UK%2C%20USA%2C%20and%20Russia.>

⁷<https://www.nucnet.org/news/reliance-on-russian-nuclear-fuel-a-critical-national-security-threat-says-official-11-2-2023>

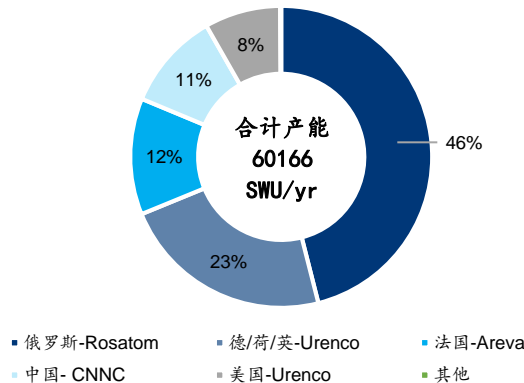
⁸https://euratom-supply.ec.europa.eu/document/download/416f638d-1928-44b6-a9d9-d9180b6eb2ad_en?file_name=ESA%20Annual%20Report%202022%20-%20Final%2028website%29_2.pdf

天然气供应之于欧洲需求（俄乌冲突前，欧洲对俄罗斯天然气的依赖度达到 30-40%），而美欧铀浓缩企业扩产仍需时日，若俄罗斯提前采取反制措施切断浓缩铀供应，则铀供需的矛盾或被提前放大。

图表22：2020 年铀转化产能分布（tU as UF₆）

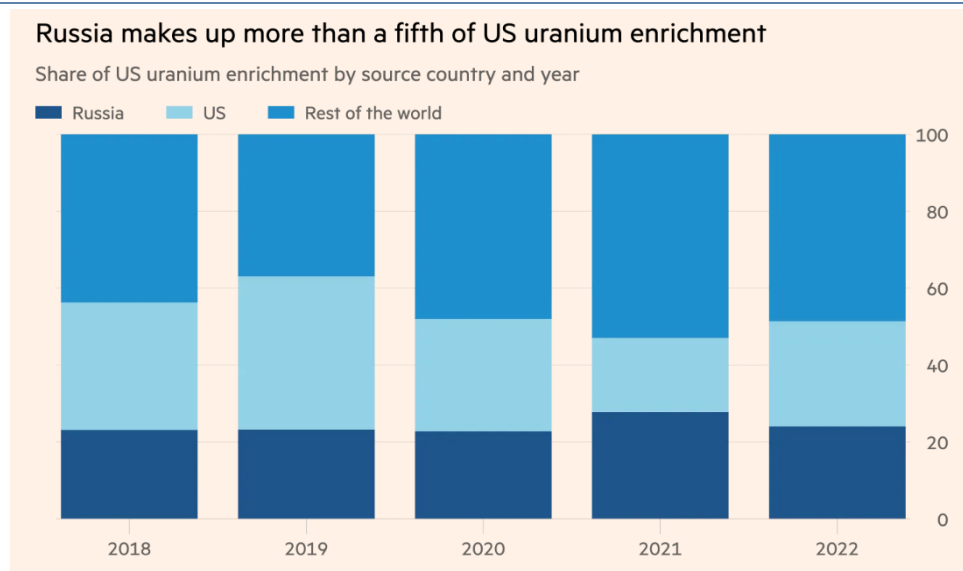
资料来源：World Nuclear Association，华泰研究

图表23：2020 年铀浓缩产能分布（SWU/yr）



资料来源：World Nuclear Association，华泰研究

图表24：美国核电浓缩铀供给来源拆分

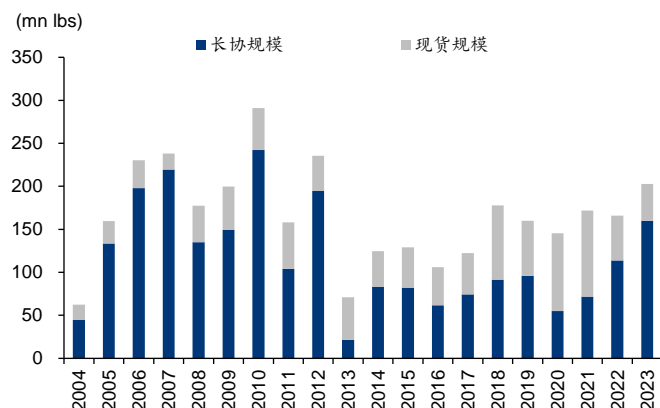
资料来源：Financial Times⁹，华泰研究

铀矿回归一次供需定价，本轮核电长协签订周期中长协价格或向现货趋近

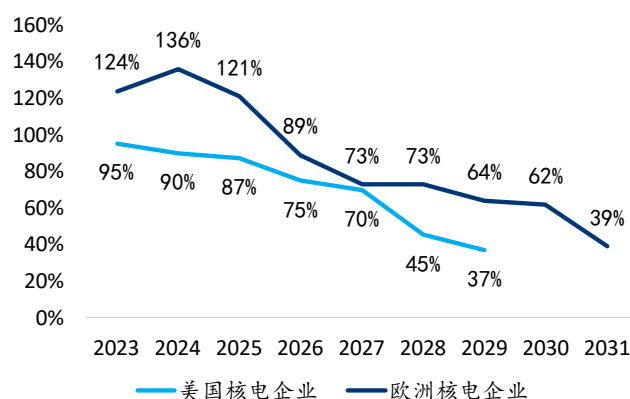
新一轮铀长协签订周期开启，签订活动预计仍将持续。2008 年以来金融危机、福岛事故、供给扩张接连冲击铀市场，铀供需过剩使得现货价格大幅走低至长协价格以下，这也使得企业倾向于现货采购，拉低长协签订比例。2022 年以来，铀供需和价格趋势反转，现货价格率先反弹并重新回到长协价格之上，企业铀采购策略也从现货为主回归长协为主。全球核电新一轮铀长协签订周期开启，2022、23 年全球铀长协签订量分别达到 114、160mn lbs，同比增速高达 59%、40%，长协签订量创出 2012 年以来新高。基于 UxC 数据测算，2022-23 年全球铀采购中 70-80% 为长协采购，较 2020-21 年的 40% 大幅提升。长协覆盖率仍未饱和，长协往往提前于需求数年签订，我们从欧盟和美国官方统计数据中观察，美国、欧洲核电企业目前已签在手长协对铀需求的覆盖率将从 2025、2026 年开始不足 90%，并从 2028、2031 年开始跌落 50%，因此预计长协签订保供需求在未来多年有望持续。

⁹ <https://www.ft.com/content/2c9c325e-e734-4a9f-b089-2f64deebc658>

图表25：铀采购规模复苏，长协进入新一轮签订周期

资料来源：UxC, TD Securities estimates¹⁰, KAP, 华泰研究

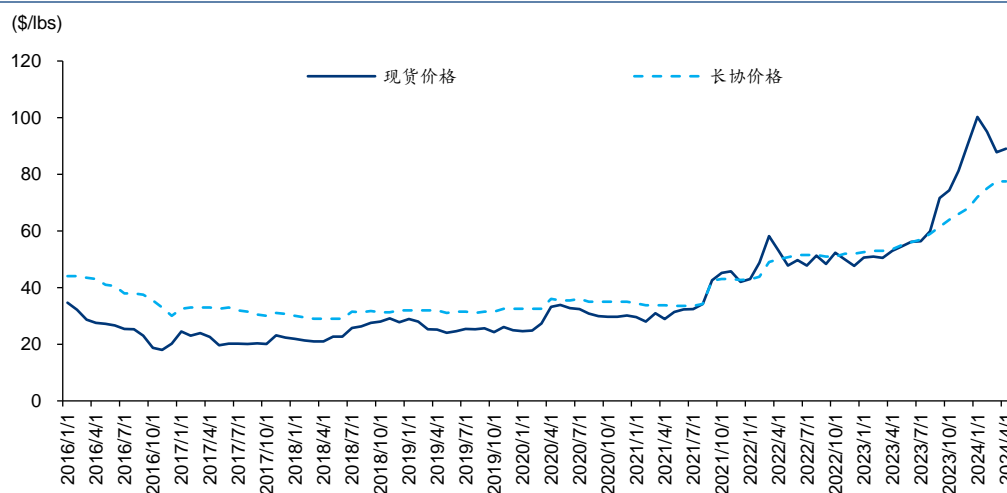
图表26：欧美核电企业年度铀需求在手长协覆盖率



资料来源：EIA Uranium Marketing Annual Report 2022, ESA Annual Report 2022, 华泰研究

随二级供需过剩局面扭转，我们预计铀定价或回归一级供需基本面，长协价格逐步趋近现货价格，看好长协价格重回 90-100USD/lbs 区间。2023 年中开始铀现货价格加速上涨，由 50-60USD/lbs 一度涨至今年初 100USD/lbs 以上，近两个月回落至 85-90USD/lbs。同期铀长协价格涨幅相对较缓，从 2023 年中和现货接近的 50-60USD/lbs，在现货高峰（今年 1 月）长协均价仅 72USD/lbs，长协较现货折价一度接近 30%。而近两月现货铀价回落、长协铀价继续上涨，最新价格已来到 77.5USD/lbs，长协现货折价收窄至 13%。我们看好长协价格继续向现货价格区间靠拢，向上趋近 90-100USD/lbs，此外在运铀矿的边际成本（部分在运、待产矿山边际生产成本 70-80USD/lbs）也为铀价提供支撑（对应边际产能毛利率 20~30%）。

图表27：长协价格 2024 年以来加速向现货价格趋近

资料来源：Cameco 官网¹¹, 华泰研究¹⁰ https://uraniumequities.com/uranium-reports/2022/02/Uranium_TD_Feb02_2022.pdf¹¹ <https://www.cameco.com/invest/markets/uranium-price>

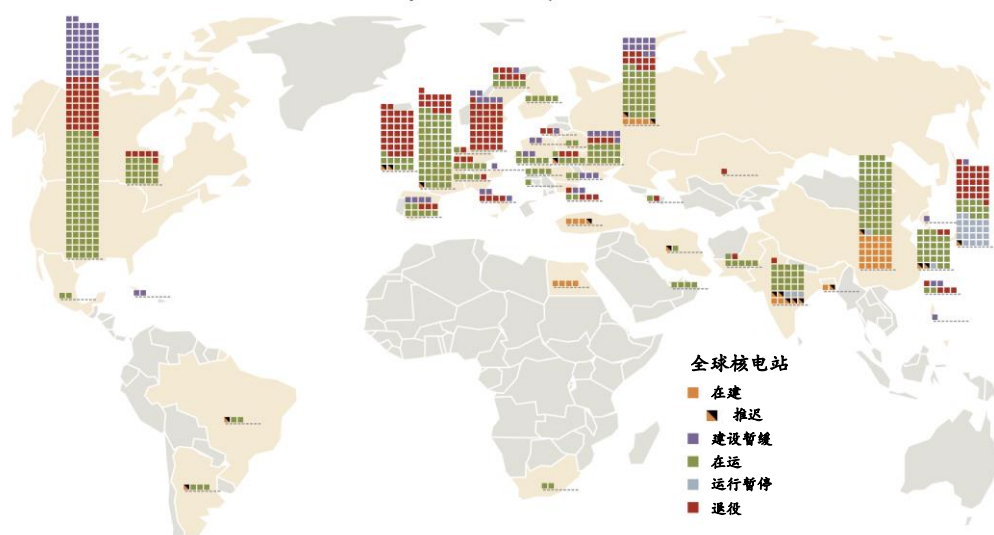
全球核电增长重启，铀矿供需长期趋势回归一次供需分析

随着 AI 时代来临，发达国家开始面临碳中和和能源需求再次增长压力。过去核电增长主要来自发展中国家，但是目前发达国家亦开始重启核电计划，除了 2030 年前 18.3GW 的已有核电重启，我们预计亦有 21.3GW 的核电新增装机启动，叠加发展中国家的核电需求，到 2030 年会有一共新增 130.9GW 核电装机，推动全球核电每年天然铀需求达到 9.8 万吨 U3O8，相较目前 5.9 万吨每年的 U3O8 的全球一次供应，以及 2030 年每年 8.7 万吨 U3O8 一次供应，届时会有 1.1 万吨的缺口。

核能发电清洁稳定，铀裂变是其能量来源

据 WNA，截止 2024 年 3 月，全球在运核电机组 396GW，贡献全球约 10% 的发电量。核电作为一种重要的能源形式，具备清洁、稳定和经济的特点。相比传统的化石燃料发电，核反应堆通过核裂变反应产生能量，发电过程几乎不产生温室气体和空气污染物，可作为应对气候变化和减少碳排放的重要手段之一。与波动性新能源相比，核电站能够提供连续稳定的电力供应，不受天气条件和季节变化的影响，更适合满足基础电力需求、保障电网稳定性。在经济性方面，虽然核电站的建设和初期投资较高，但其普遍拥有较长的寿命和较低占比的燃料成本，受国际能源价格波动的影响小，是一种可持续、经济有效的能源选择。

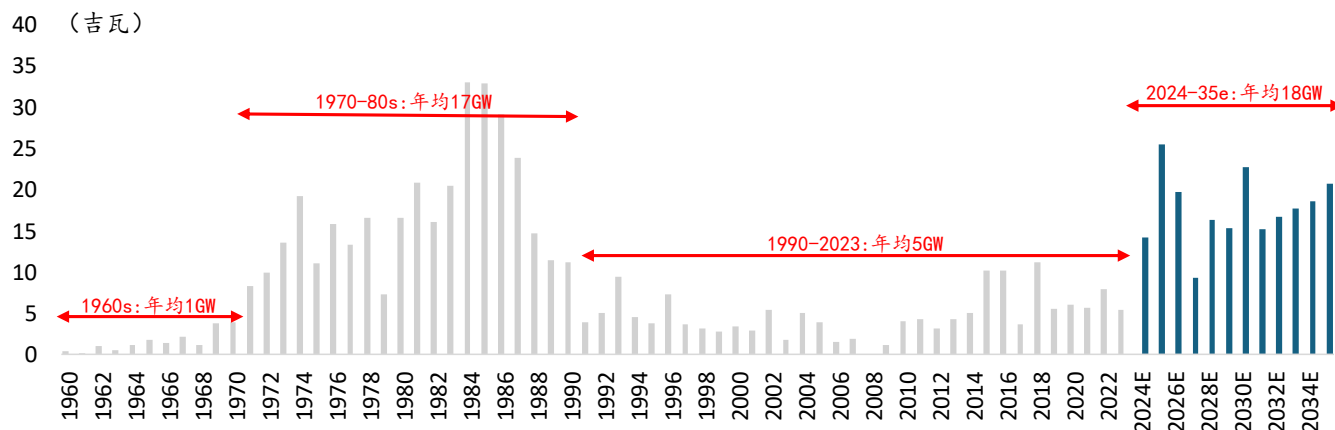
图表28：全球核电站分布（截止 2024 年 4 月）



资料来源：World Nuclear Industry Status Report，华泰研究

全球核电正处于新一轮复兴，可类比 1970-80 年代，核电新增装机有望重回高峰。全球核电装机曾在 1970-80 年代两次石油危机期间迎来高峰，北美（美国、加拿大）、欧洲（法国、德国）、亚太（日本、韩国）、欧亚（俄罗斯、乌克兰）等区域核电装机在此期间迅速增长，全球核电年均新增机组在此期间达到 17GW，单年新增装机一度突破 30GW。1990 年代后核电发展进入修整期，全球能源紧缺缓和、叠加核安全事故的发生，全球每年核电新增装机规模在 1990-2020 期间下滑至年均 5GW。2020 年代以来全球核电审批、重启、建设的重新加速，我们预计反映到新增装机上 2024-35 年全球核电年均新增或突破 18GW，重回 1970 年代的高峰水平。

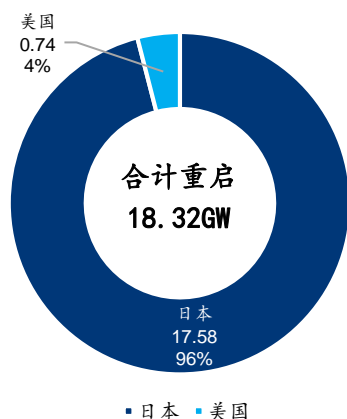
图表29：全球核电年新增装机有望重回 1970-80 黄金年代水平



资料来源：IAEA《uranium resources production and demand 2022》，华泰研究预测

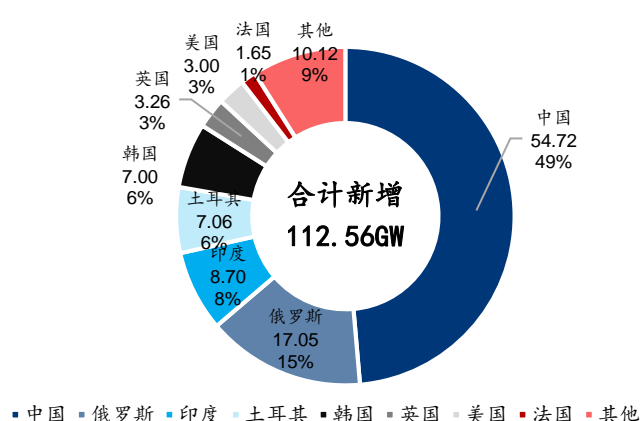
具体来看，2022 年全球在运核电机组约 378GW，我们预计到 2030 年全球核电装机量将达 516GW。其中 2022 年已在运行的存量机组体量大致维稳，随寿命增长出现部分退役。我们预计 2023-2030 年增量机组 130.9GW 中，发展中国家贡献 89.4GW，是需求增长的主力，其中中国贡献新增机组共 54.7GW，占到全球总增量的 48.6%，主要基于我们假设中国按 10 台/年的节奏持续进行新增反应堆的核准；此外，41.4GW 的增量来自发达国家，包括 18.3GW 暂停或退役核电站的重启，其中 17.6GW 来自日本（基于日本目前已提交重启申请的反应堆规模）和 0.7GW 来自美国（2022 年退役的密歇根州 Palisades 核电站目前已批准于 2025 年重启），合计占全球总增量的 14.0%；其余 23.2GW 为发达国家已有明确计划的新增核电机组，如韩国、英国、法国等，到 2030 年新增装机分别为 7.0、3.3、1.7GW，占到全球增量的 5.4%、2.5%、1.3%。

图表30：2023-2030 年计划重启机组（GW）



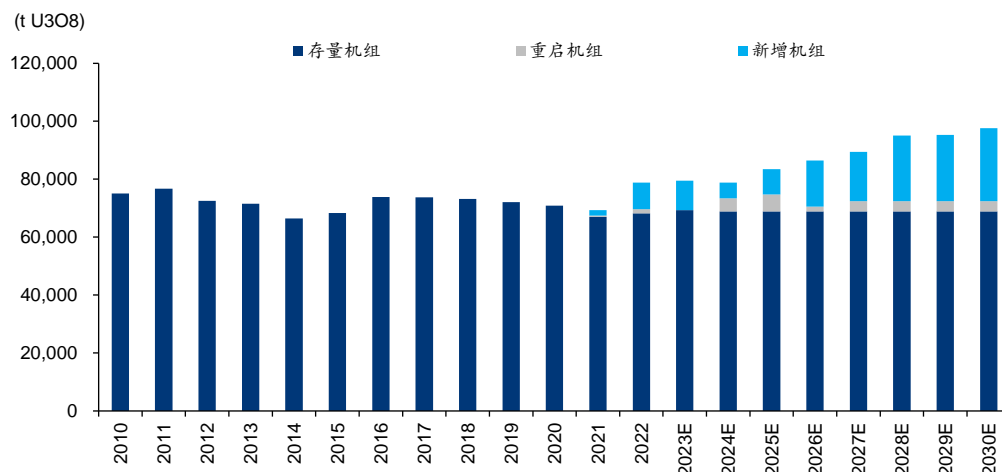
资料来源：华泰研究预测

图表31：2023-2030 年计划新增机组（GW）



资料来源：华泰研究预测

核电新建机组将非线性拉动天然铀需求走高。一方面核电站首次投产前需要采购一个完整燃料周期的铀燃料，其中新建机组一般在并网前两年购入，重启机组一般在并网前一年购入，1GW 反应堆约需要 535.7 吨 U3O8；另一方面在运核电站均从并网后第二年起，每年更换 1/3 的铀燃料组件，平均每年每 GW 大约需要 178.6 吨 U3O8。因此核电新建机组会在首年带来 3 倍于年均的天然铀需求。我们预计 2030 年总装机对应铀需求将达到 9.8 万吨 U3O8，相比 2022 年的 7.9 万吨增长 24.1%；而 2030 年铀矿仅可实现 8.7 万吨 U3O8 的产出，存在 1.1 万吨的空缺，供给的具体情况将在后文详细分析。

图表32： 全球在运核电机组对应铀需求

注：铀需要提前购入，2023-2030 年增量机组对应铀需求最早在 2021 年出现

资料来源：IAEA《uranium resources production and demand 2022》，华泰研究预测

发展中国家在建核电是近期需求增长主力

发展中国家迅速增长的电力需求成为推动核电增长的主要因素。2022 年全球发展中国家核电装机规模共 136.2GW，而计划在 2030 年及之前建成的新增核电机组将达到 89.4GW，占全球同期总增量的 68.1%，是核电需求增长的主力。增量机组对应铀需求将高达 1.9 万吨 U3O8，到 2030 年，发展中国家铀需求总量将达到 4.4 万吨。其中，中国作为发展中国家领头羊贡献了主要的增长量。在 2022 年至 2030 年期间，预计中国新增核电机组共 54.7GW，占全球同期总增量的 41.8%，对应铀需求增量达到 1.4 万吨 U3O8，2030 年铀需求总量将达 2.4 万吨。

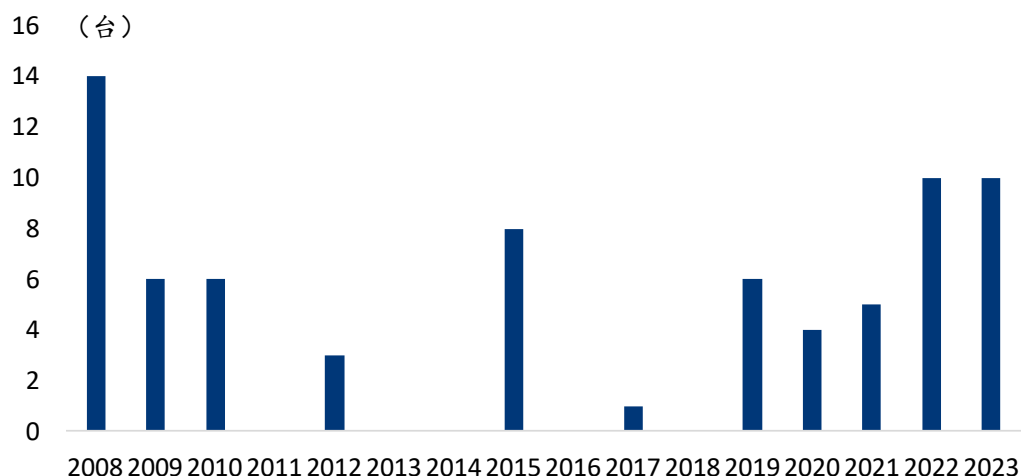
国内新增机组核准持加速，“热堆-快堆-聚变堆三步走”高质量发展

能源转型需求与安全问题交织，核能作为可控装机是我国电力体系中坚力量。正如我们此前于 2023 年 12 月 1 日发布的《能源转型系列报告-但问路在何方》中所讨论的，基于当前最高负荷增长路径和新增装机规划，预计中国亟需在 2027-28 年及以后增加可控装机或压低最高负荷，从而提升可控裕度、降低电力安全风险发生概率。保障电网安全需要充足的可控裕度(可控裕度 = 可控装机/最高负荷)，而我们通过对海外高比例新能源系统的学习，认为若要防范安全风险事件，电力系统可控裕度需要维持在 1.1 以上。随着碳中和、碳达峰对电力结构提出“更清洁”的硬性要求，当前主流的可控裕度提供工具--火电将面临排放和资源限制。与此同时，新能源+储能能够提供多少可控裕度有待商榷。而核电作为零碳的可控装机，非常适合用于支撑电网系统安全，参考英国 2022 年电网容量市场报告¹²对不同电源可控比例的评定，煤电、气电、水电、核电、陆上风电和光伏装机的可控比例分别为 80.4%、91.3%、60%、78.25%、6.7%和 4.98%，核电可控系数居前。

2019 年以来新增核电机组核准连续加速，顶层制度体系有望继续完善。我国新增核电机组核准的上一个高峰是 2008 年，一年内 14 台核电机组被核准开工，2011 年日本福岛核事故后，国内核电机组审批进入间断状态，除 2015 年核准 8 台外，2013-18 年基本零审批（其中 2017 年核准开工霞浦快堆示范堆 1 台，三代商用堆型零核准）。而 2019 年以来，核电新增机组审批渐有“常态化审批”迹象，2019-21 年每年新增审批 4-6 台机组，并在 2022-23 年进一步提高至每年新增审批 10 台机组，核电新增装机进入实质性增加阶段。此外，2018 年首次挂网的原子能法草案于 2024 年 4 月 16 日首次被提请上常委会审议，顶层制度体系亦进入推进状态。在中国对清洁稳定基荷电源的追求不断强化的背景下，我们预计每年 10 台的核准速度将在未来一段时间内延续，2022-2030 年新增机组将达到 54.7GW，对应铀需求增量高达 1.4 万吨 U3O8。

¹²<https://www.emrdeliverybody.com/Capacity%20Markets%20Document%20Library/Electricity%20Capacity%20Report%202022.pdf>

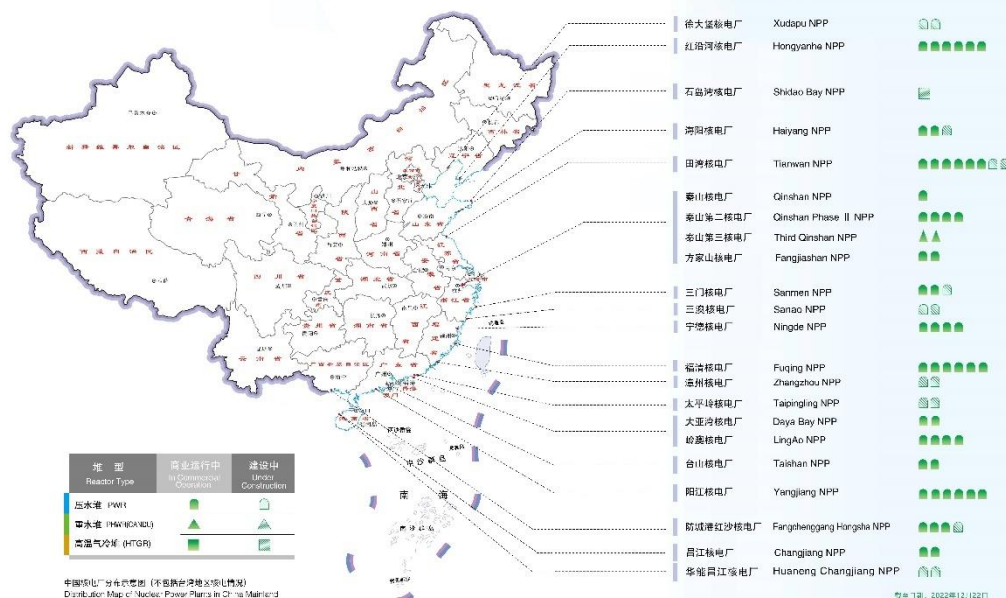
图表33：我国核电每年新增核准机组数量统计



资料来源：中国核能行业协会，华泰研究

除三代机组的加速建设，国内核电四代技术亦进入加速示范验证阶段。在研的四代核电技术普遍使用非水介质作为冷却剂，且提升“固有安全性”，几乎消除发生严重事故的可能性。此外，四代技术可以提供热源，同时小型化，使得其场景利用更加多元化。据国家核安全局 2022 年报统计，我国目前商用四代技术示范堆已有四台在运或在建，包括山东石岛湾高温气冷示范堆、福建霞浦示范快堆等，此外四代技术研究堆包括上海应用物理研究所武威 2MW 液态燃料钍基熔盐实验堆等亦在有序推进。

图表34：中国核电厂地图（截止 2022 年 12 月 31 日）



资料来源：国家核安全局官网，华泰研究

除中国外，俄罗斯和印度的核电装机增量亦不容小觑

俄罗斯：持续扩大核电占比，新建与延寿同步进行，计划到 2045 年建造 29 座新核反应堆，预计 2023-2030 年俄罗斯新增核电机组占全球增量的 13.1%，对应铀需求增量共 0.3 万吨 U3O8。自 2000 年恢复核生产以来，俄罗斯持续推动核电发展，2016 年俄罗斯政府颁布核电新增政策，计划到 2030 年除正在建设的核反应堆之外，建造 11 个新反应堆；2023 年 Rosatom 公布了到 2045 年在新建 29 座核反应堆的计划，对于核电发展的态度非常坚定。延寿方面，俄罗斯核电初始设计寿命 30 年，大部分 VVER-440 设备已延长 15 年，大多数 VVER-1000 设备预计将延长 30 年，2015 年开始陆续有反应堆将其运营寿命延长至 60 年。尽管其延寿政策推进并不缓慢，部分机组仍然拥有明确退役时间，并已开始建造替代的新反应堆。我们预计 2023-2030 年俄罗斯新增核电装机量约 17.1GW，占全球增量的 13.1%，对应铀需求增量共 0.2 万吨 U3O8。

印度：目标为到 2032 年核电装机增加两倍，预计新增核电机组约占全球增量的 6.6%，对应铀需求增量共 0.1 万吨 U3O8。印度 2018 年提出 2032 年核电装机目标为 22.5GW。此后，随核电在全球范围内加速，2022 年 11 月印度环境、森林和气候变化部发布了一项长期低碳发展战略，其中包括到 2032 年使核电容量增加两倍的目標。我们预计 2023-2030 年印度新增核电装机量约 8.7GW，占全球增量的 6.6%，对应铀需求增量共 0.2 万吨 U3O8。

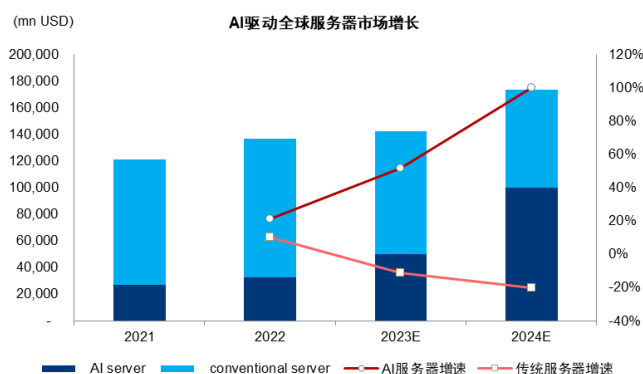
AI 时代，发达国家重启核电，新建核电将在后续接力

COP28 三倍核能宣言+G7 退煤决定，强化核电在 AI+双碳时代的国际能源地位

核电复兴大势所趋，全球各国核电政策支持重新升温。因此，伴随着新能源渗透率的持续提升和电力负荷的重新增长，核电清洁、稳定、可控的优势愈发凸显，全球各国核电纷纷进入复兴周期。2023 年 11 月于迪拜举行的第 28 届联合国气候变化大会（COP28），在大会开幕伊始 22 国便促成了“2050 年三倍核能宣言”，包括法国、美国、日本、英国等核电大国签署了这一宣言，这也是全球首次在 COP 大会中正式对核能在应对气候变化中的重要角色达成共识，统一了海外核电复苏的总基调。2024 年 4 月 G7 集团关闭所有燃煤电厂的决定将进一步强化核电作为清洁可控装机的角色优势，拉动海外核能增长。

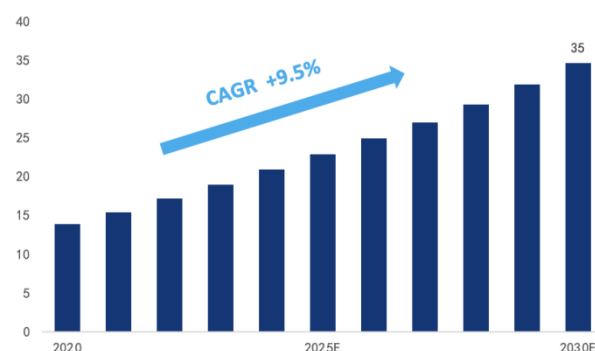
AI 进展持续超预期，算力拉动海外电力需求率先加速向上，推动核电延寿、重启、新增需求。根据 IDC，2024 年全球服务器出货价值量将较 2023 年增长 22%，其中 AI 服务器增长 100%，传统服务器下降 20%。根据伊顿，AI 数据中心的用能密度将远高于传统数据中心（单卡能耗显著提升），单数据中心用能将是传统数据中心的近 3 倍，同时用能质量要求也显著提升。AI 算力的快速增长正强势拉动电力需求向上，目前全球约 3%-5% 能源消耗用于 IT 基础设施，英特尔 CEO Pat Gelsinger 预测未来十年该占比或将增长 3-4 倍；其中美国作为人工智能前沿市场，电力需求增长势头更盛，2023 年 FERC 文件显示，在数据中心等行业的增长推动下，美国未来 5 年的电力需求累计增长预期从去年预测的 2.6% 上升至 4.7%，显示需求增长持续超预期。

图表35：AI 服务器主导全球服务器市场空间增长



资料来源：IDC，华泰研究预测

图表36：美国数据中心电力消耗量 (GW)

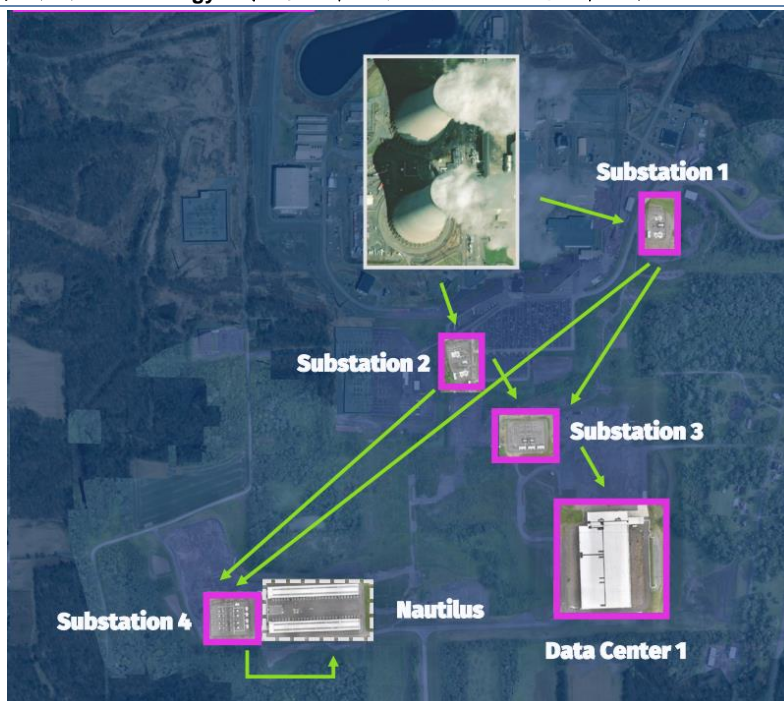


资料来源：Mckinsey-Investing in the rising data center economy¹³，华泰研究

¹³<https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/investing-in-the-rising-data-center-economy>

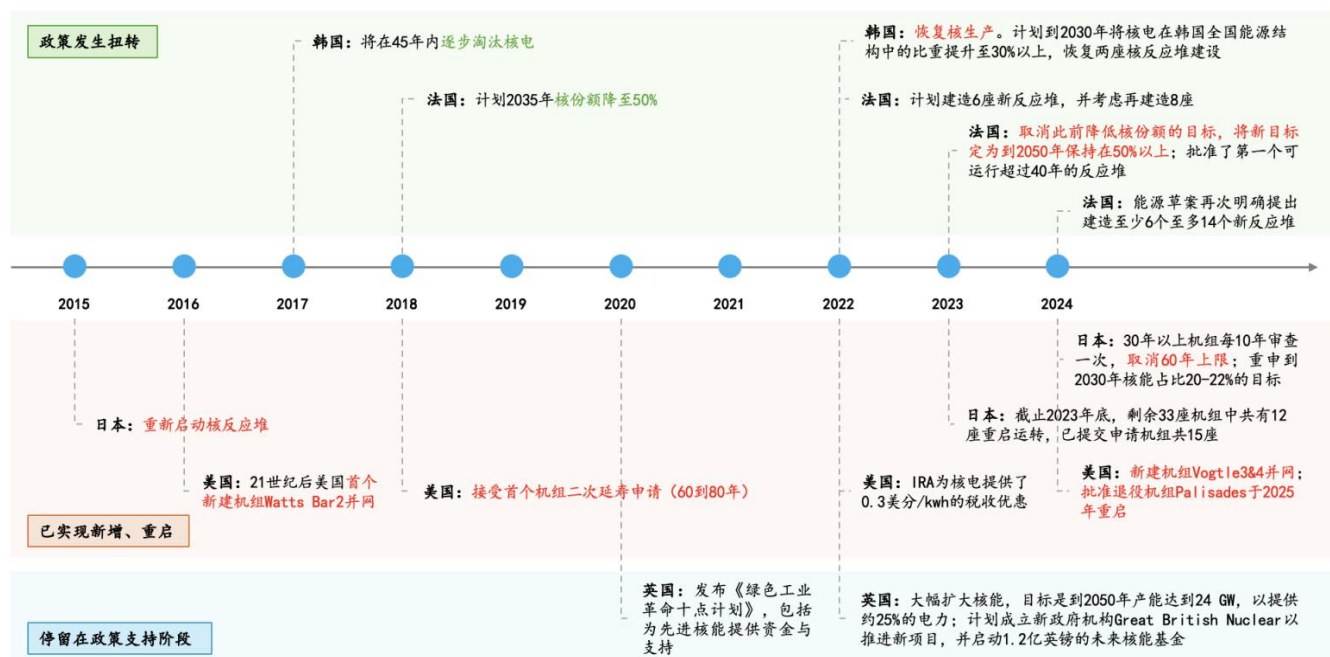
除电量需求外，AI 数据中心对电源提出稳定、不间断、清洁的高要求，中长期来看核电是最适合的电源类型。AI 应用通常需要持续性的大规模数据处理和高性能计算，稳定的基荷电力供应至关重要。然而，作为传统稳定电源的煤电，受其高排放和环境污染问题限制，许多国家和地区已经宣布逐步关闭煤电厂。2024 年 4 月，包含美、英、德、法、日、意、加在内的七国集团（G7）已同意最迟在 2035 年之前关闭所有燃煤电厂。同时，科技公司自身对环保和可持续发展的关注也越来越高，倾向于使用清洁能源来减少其日益增加的电力需求对环境的负面影响，如亚马逊近日以 6.5 亿美元收购了 Talen Energy 旗下的 Cumulus 零碳数据中心园区，并签署为期 10 年的电力购买协议，从 Susquehanna 核电站向其供电。在此背景下，核电作为清洁的稳定电源，逐渐成为能源转型中坚力量，发达国家亦纷纷起步或加速核能。

图表37： 亚马逊收购 Talen Energy 的零碳数据中心园区（960MW 的总功率空间）



资料来源：Talen Energy 官网，华泰研究

据 Esri India，2022 年全球发达国家核电装机规模共 252.0GW，而我们预测在 2030 年及之前计划落地的重启或新增核电机共 41.4GW，占全球同期总增量的 31.9%，对应铀需求增量约 0.5 万吨 U3O8，2030 年铀需求总量达 3.4 万吨。其中日本与美国预计共实现 18.3GW 的机组重启，其余新增机组共 23.2GW，对应铀需求增分别为 0.4、0.9 万吨 U3O8。

图表38：海外主流国家核能政策反转，支持持续走强


资料来源：EIA，WNA 各国核电相关政策介绍，France 24，Reuters，环境资讯中心，华泰研究

日本：致力于反应堆重启，取消 60 年最高运转期限，预计 2023-2030 年日本重启或新增核电装机量将占全球的 13.4%，对应铀需求增量约 0.3 万吨 U3O8。2011 年福岛核事故发生后，到 2012 年日本所有反应堆全部关闭，直到 2015 年才开始重新启动核反应堆。截止 2023 年底，剩余 33 座机组中共有 12 座重启运转，已提交申请机组共 15 座；其中东京电力公司作为当年福岛事故的核电运营商，其核电运营禁令也于 2023 年正式取消，公司目前持有的 Kashiwazaki-Kariwa 核电站被允许重启，成为日本核电重启的标志性事件。在延寿方面，2024 年 4 月 1 日绿色转型脱碳电力供应法案已生效，30 年以上的旧机组每十年审查一次，取消了最高 60 年运营期限的限制。受日本整体重启、延寿及新堆建设需求的推动，2023 年日本核反应堆供应商三菱重工的核电订单大幅增长，前三季度订单量同比增长 45.4%，日本核电生产加速趋势显著，我们预计 2023-2030 年日本重启核电装机量将达到约 17.6 GW，占全球增量的 13.4%，对应铀需求增量约 0.3 万吨 U3O8。

韩国：核电生产恢复伊始，寻求延寿，预计新增核电机组占比约为 5.4%，对应铀需求增量约 0.2 万吨 U3O8。韩国的核电生产停滞已有多多年，2011 日本福岛核泄漏事件叠加 2013 韩国核贿赂与质量丑闻，引发严重公众反核情绪，2017 年文在寅总统上台后宣布韩国将停止建造新核电站的计划，不再延长现有核电站的使用寿命，将在 45 年内逐步淘汰核电。直到 2022 年新总统尹锡悦上台后才恢复核生产，计划到 2030 年将核电在韩国全国能源结构中的比重提升至 30% 以上，同时宣布恢复两座核反应堆建设。我们预计 2023-2030 年韩国新增核电装机量将达到约 7.0 GW，占全球增量的 5.4%，对应铀需求增量约 0.1 万吨 U3O8。寿命方面，韩国反应堆初始许可为 40 年，由于其机组普遍相对年轻，仅有部分反应堆达到 40 年上限，已实现 10 年续期。

美国：新建反应堆进度较慢，以旧有机组延寿为主，预计重启或新增核电机组占比约为 2.9%。自 1979 年三里岛核泄露事故后，美国核管理委员会（NRC）在 1979-2012 年间暂停了反应堆施工许可证的发放，21 世纪后新建核电仅有 2016 年投入运行的 Watts Bar 2 机组、2023 年并网的 Vogtle 3&4 反应堆。整体机组新建进度较慢，我们预计 2023-2030 年美国重启或新增核电装机量约 3.7GW，占全球增量的 2.9%。美国机组延寿情况较为普遍，目前在运机组除 4 个未满 40 岁的新反应堆外，均已完成或提交首次延寿，将批准寿命从 40 年延长至 60 年；同时，45 岁以上反应堆共 37 个，其中 22 个已完成或提交二次延寿，寿命延长至 80 年。

英国：大幅扩大核能以保障能源安全，预计新增核电机组占比约为 2.5%。2022 年，在俄罗斯在乌克兰发动军事攻势后，英国政府宣布“国内电力的重大加速”，以“促进长期能源独立、安全和繁荣”。能源安全战略以大幅扩大核能为中心，目标是到 2050 年产能达到 24 GW，以提供约 25% 的电力。同时计划成立一个新的政府机构 Great British Nuclear 将成立以推进新项目，或将启动 1.2 亿英镑的未来核能基金。我们预计 2023-2030 年英国新增核电装机量约 3.3GW，占全球增量的 2.5%。

法国：明确扩大核电占比，新建 6-14 个反应堆，目标为到 2050 年核电占比保持在 50% 以上；预计 2023-2030 年法国新增核电机组仅占全球增量的 1.3%，2030 年后装机增速或将加快。整体目标方面，2014 年法国宣布将在 2025 年使核电占比下降到 50%，2018 年将其实现时间推迟到 2035 年；该降低核份额的目标在 2023 年被取消，并宣布新计划为到 2050 年核电占比保持在 50% 以上。在具体的新增机组计划方面，2022 年马克龙总统宣布计划建造六座新反应堆，并考虑再建造八座；2024 年提交的能源草案再次提出建造至少 6 个至多 14 个新反应堆。我们预计 2023-2030 年法国新增核电装机量约 1.7GW，仅占全球增量的 1.3%，若计划反应堆均落地，装机增速将在 2030 年后显著加快。法国在机组延寿方面进程稍慢，2023 年政府准许探索核反应堆延寿至 60 年以上的可行性，并于 8 月批准了第一个可运行超过 40 年的反应堆。

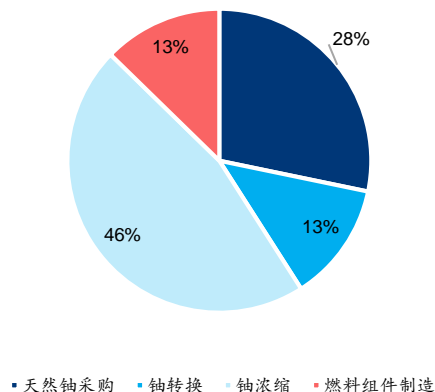
除传统大型反应堆外，数据中心需求和技术进步将带来 SMR（小型模块化机组）的建设热情，SMR 的推进或缩短核电站从审批到投运的时间周期。SMR 每个模块的功率小于 300 兆瓦，约是传统核电反应堆发电能力的三分之一；占地面积较小，位置部署灵活；且无需现场施工，装置可以制造后运输到现场并安装，节省成本和施工时间，对 AI 数据中心的选址与场景具备更高的适应性和可靠性。许多国家已对 SMR 技术表达了浓厚的兴趣，其中加拿大、美国、英国、澳大利亚等均有 SMR 示范项目开发建设计划，在技术研发和商业化方面处于领先地位，如加拿大的“先进小型反应堆行动计划”（Canada's SMR Action Plan），美国计划于爱达荷州建设的“先进模块反应堆”（Advanced Modular Reactor）项目等。2022 年美国核电监管委员会（NRC）批准了一项决定允许 SMR 建设在相对人口密集区的决定，并于 2023 年批准了首个 SMR 堆型设计（来自 NuScale）。NRC 预计到 2029 年会看到不少于 25 座 SMR 核电站的建设申请，且美国第一个 SMR 小堆有望于 2029 年投产。

核电结构性涨价带来更高成本容忍度

除了“量”的加速增长，核电“价”的重估也正在到来。美国数据中心运营商正在以高溢价与核电企业签订长期供电合同。2023 年 1 月，亚马逊公司以近 8 美分/度价格与宾夕法尼亚州东北部 2.5GW 的萨斯奎哈纳核电站签订长期购电协议，较美国核电一般批发上网电价溢价 3 美分/度，美国最大核电上市运营商 CEG 预计未来机组向数据中心供电可平均溢价 1-2 美分/度。

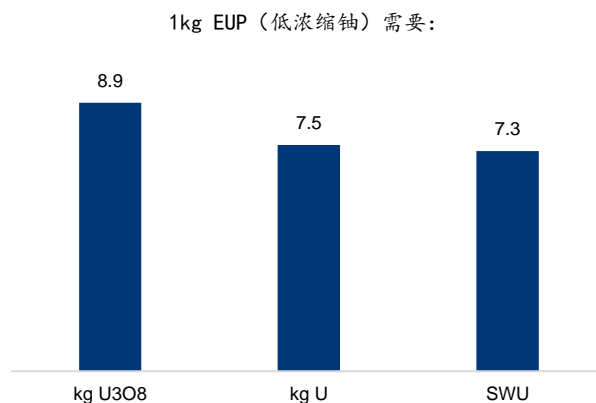
核电度电成本中~20%是燃料成本，燃料成本中~30%是天然铀成本，也就是天然铀成本占比~6%，核电电价上涨将提高其对天然铀成本上涨的容忍度，从而扩大铀价的上行空间。目前核电度电发电成本中燃料成本占比在 20% 上下，其中美国基于 Nuclear Energy Institute 统计 2022 年全美核电机组平均度电燃料成本 5.37\$/MWh、占度电发电成本的 17%，中国基于中国广核公告 2023 年核电机组平均度电燃料成本 47 元/MWh、占度电发电成本的 25%。而燃料成本中，天然铀采购、铀转换、铀浓缩、燃料组件加工四环节成本分别占比为接近 30%、10%+、接近 50%、10%+。从敏感性来看，我们估算天然铀价格每上涨 1\$/lbs，度电成本增加 4.8cent/MWh，随着核电高溢价合同的更多落地，核电运营商对其成本容忍度将提高，天然铀提价空间扩大。

图表39：燃料组件成本拆分



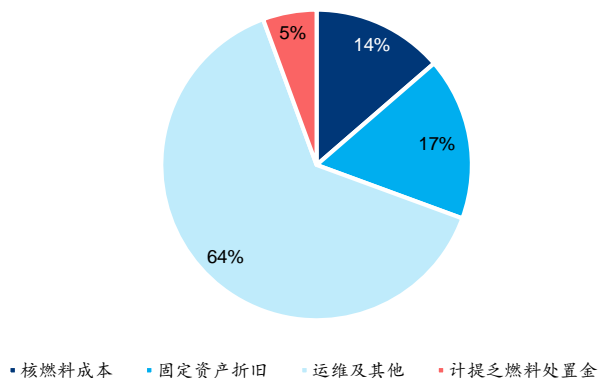
资料来源：WNA-Economics of Nuclear Power，华泰研究

图表40：铀单位转换



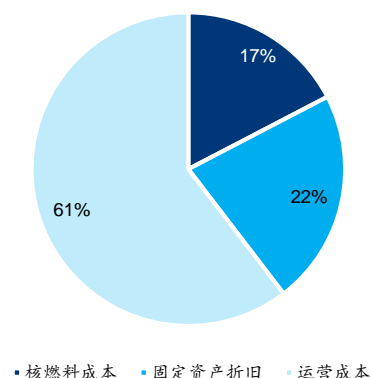
资料来源：WNA-Nuclear Fuel Cycle Overview，华泰研究

图表41：核电度电成本拆分：中国，以中国广核为例，2023



资料来源：公司公告，华泰研究

图表42：核电度电成本拆分：美国，平均水平，2022



资料来源：Nuclear Energy Institute，华泰研究

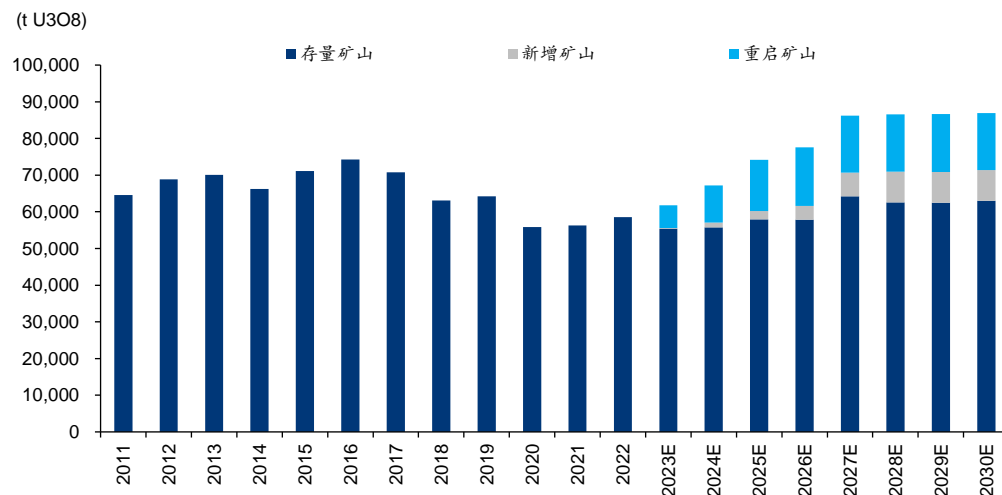
中国铀库存高，天然铀提价影响有限。据 IAEA，截至 2021 年底，中国铀库存包括 13.3 万吨 U3O8，906 吨低浓缩铀，及 1215 吨燃料组件，占全球总库存水平的 32.3%（以对应 U3O8 当量合计水平计算），库存总量较大。对应需求来看，2022 年中国天然铀需求共 1.3 万吨 U3O8，我们预计到 2030 年将增长到 2.4 万吨。即使此后不再购入，我们估算截止 2021 年末的我国铀库存水平已可满足中国到 2030 年存量及增量核电所需的天然铀耗量，因此铀价的上涨对中国核电成本的影响微乎其微。

铀矿新增供给有限，存量产能下滑，2027年后供需缺口或将放大

随着铀矿价格上涨，部分此前停产的铀矿也纷纷复产。但是相比核电的强势重启，铀矿产能的资本开支相比 13-14 年进入冰点，而铀矿本身生命周期只有 12-40 年，小于目前核电普遍在 40 年以上，部分甚至达到 80 年的运行生命周期，因此在产铀矿在 2030 年之后将开始出现产量下降。虽然铀矿资源全球相对充足（可运行 200 年），且在技术层面存在各种提升铀矿/核燃料供给的方法（比如乏燃料处理和四代钠冷堆等），但是目前天然铀商业供给在 27 年之后供需错配缺口将会放大。

随全球铀价强势走高，铀矿宣布重启、新增公告持续增多，我们预计全球天然铀年供给量将从 2022 年的 5.9 万吨上涨到 2030 年的 8.7 万吨 U3O8；但正如我们在上文中提及，预计 2030 年全球核电铀需求将高达 9.8 万吨 U3O8，其中仍存在 1.1 万吨的空缺。具体来看，供给量在 2027 年前仍保持增长，其中存量矿山（2022 年已在稳定运营）的产量仅呈现小幅增长；供给的增加主要来自增量矿山，其中重启矿山包括纳米比亚的 Langer Heinrich、澳大利亚的 Honeymoon 等项目，2027 年重启矿山合计产量约 1.5 万吨 U3O8，占当年总产量的 18.0%，其中约 79% 来自短期停产矿山（2016 年后停产）的重启；计划新增矿山包括哈萨克斯坦的 Budenovskoye、尼日尔的 Dasa 等项目，在新增矿山均可按计划落地的最乐观情况下，2027 年新增矿山合计产量约 8394 tU3O8，占当年总产量的 7.6%。2027 年后，新增矿山的生长与存量矿山的减产几乎抵消，供应量大致维稳，回落势头初现，其中新增矿山产量稳中有增，而存量、重启矿山均呈现小幅下跌趋势，一方面存量矿山陆续进入减产、退役阶段，而同时重启矿山的下降则是因为目前计划重启的铀矿中，美国的矿山普遍储量较小，部分矿体开采生命周期将在 2030 年前结束。2030 年后，存量矿山的退役将加速，而新增矿山落地仍受建设开发周期的限制，或难以弥补这一空缺。在新一批矿大范围进入市场之前，全球天然铀供给量可能出现一段明显谷值。

图表43：全球天然铀供给历史及预测



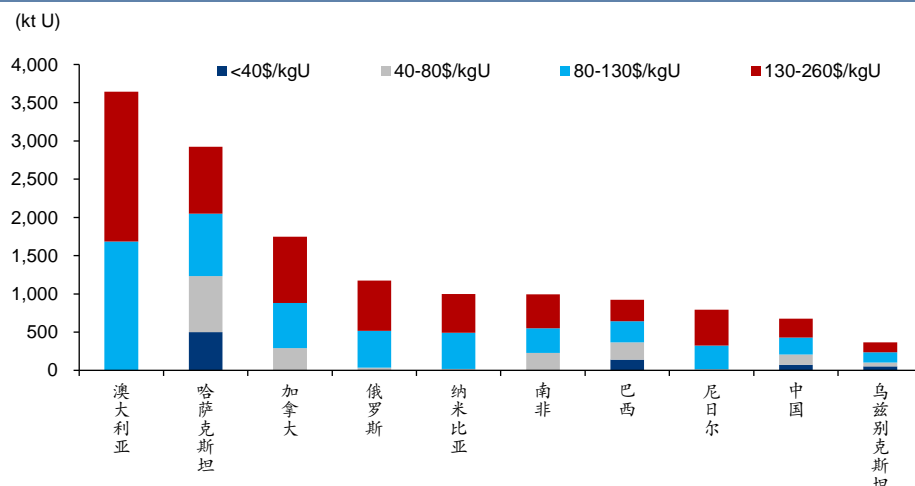
资料来源：IAEA《uranium resources production and demand 2022》，WNA，华泰研究预测

全球铀矿储量充足但分布不均，供应格局集中度高

据 IAEA，截止 2021 年 1 月 1 日，全球已探明铀矿储量约为 1676.3 万吨铀，我们估算对应可供全球在运核电机组使用 200 年以上。除已探明铀矿储量外，全球另有 736 万吨常规铀推测资源量，以及 3900 万吨非常规铀推测资源量，包括低品位矿、伴生矿等。铀矿储量充足，并且可能随探勘活动的深入而持续增加。

虽然天然铀整体资源储量并不缺乏，但其中易开采的低成本矿体量相对有限。在已探明储量中，开采成本低于 80 美元/kg 铀的体量仅占全部储量的 16.5%（276.7 万吨铀），而开采成本最高（130-260\$/kgU）的一类铀矿储量高达 47%。同时，铀矿全球储量分布并不均匀，主要分布于澳大利亚、哈萨克斯坦、加拿大、俄罗斯等国，其中哈萨克斯坦已探明铀矿以低开采成本矿为主，成本低于 130\$/kgU 的铀矿占全国储量的 70%，因此哈萨克斯坦目前是全球最大的铀矿开采国，2021 年天然铀产出占比高达全球的 45.96%。

图表44：截至 2021 年 1 月全球主要铀资源国家已探明铀矿储量（kt U）

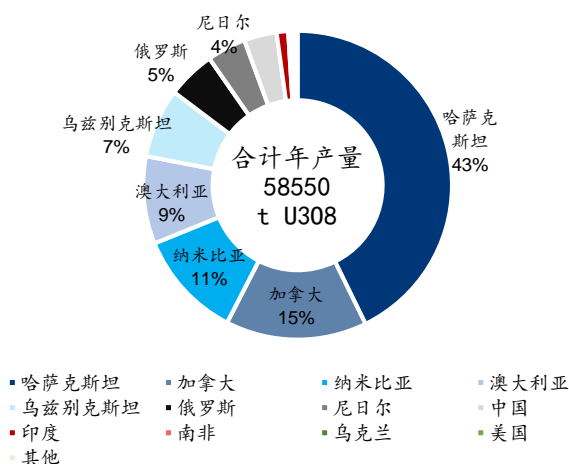


注：U3O8 中 U 约占 84.8%

资料来源：IAEA《uranium resources production and demand 2022》，华泰研究

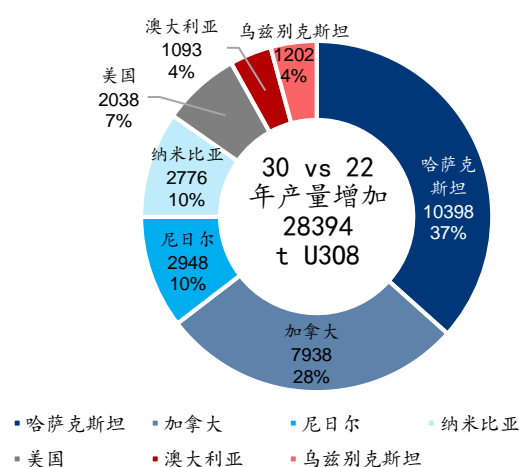
全球天然铀存量和增量供给集中于哈萨克斯坦、加拿大、纳米比亚、澳大利亚等国。存量方面，以 2022 年为例，全球天然铀产出的 85.3% 集中于前五大国家，包括哈萨克斯坦 43%、加拿大 15%、纳米比亚 11%、澳大利亚 9%、乌兹别克斯坦 7%。其中哈萨克斯坦产出全部来自其国有控股企业哈萨克原子能（KAP），在全球低成本铀供给中占据主导地位（目前全球在产矿山中成本最低的前 1/4 铀矿均位于哈萨克斯坦）；加拿大拥有全球单体产能最大的几个铀矿，包括 Cigar Lake、McArthur River/Key Lake，单体年产能均可达到 8165 tU3O8。增量方面，我们预测截至 2030 年，全球天然铀增量主要来自于七个国家，其中哈萨克斯坦与加拿大两国约占全部增量的 2/3，纳米比亚与尼日尔贡献 20% 的增量，其余 15% 分布于美国、澳大利亚和乌兹别克斯坦。

图表45：2022 年产量分布（t U3O8）



资料来源：WNA-World Uranium Mining Production，华泰研究

图表46：2030E 对比 2022 年产量增量饼图（t U3O8）



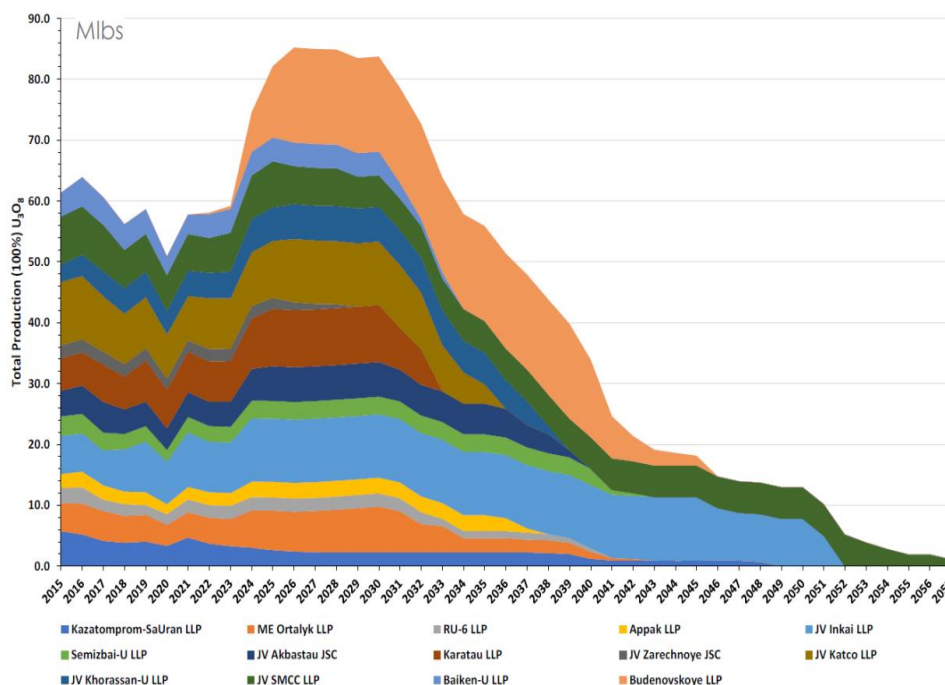
资料来源：公司公告，华泰研究预测

存量：铀矿与核反应堆寿命存在天然不匹配性，存量矿山逐渐步入退役阶段

据 IAEA，铀矿从开采到退役的生命周期一般在 12 到 40 年之间，仅有部分拥有非常大储量的矿体可开采 50 年。然而，全球目前核反应堆运营年限基本在 40 年以上，且正在随着各国延寿政策的不断推进而进一步延长，如美国最高可允许 80 年的核电运营寿命，日本更是在 2024 年取消了核电寿命上限。可以看到，铀矿的开采生命周期与核反应堆的需求周期存在天然不匹配性。目前，随着存量矿山陆续退役，重启及新增矿山能否及何时真正实现落地，将成为全球铀市场供需走势的重要影响因素；而生命周期的不匹配性问题也将在未来持续形成压力。

作为目前供给主力的存量矿山将在 2027 年后陆续进入减产、退役阶段，年供给量从 2027 年的 6.4 万吨 U₃O₈ 降至 2030 年的 6.3 万吨，回落势头初显，后续减产进度将加快。其中，哈萨克原子能（KAP）作为目前最大的天然铀供应商，其矿山将在 2026 年达到供应顶峰，此后小幅回落，并在 2031 年出现快速下跌，到 2035 年其天然铀年供应量将不足峰值的 65%，2040 年供应量甚至低于峰值的 35%，产量退坡形势严峻。

图表47：哈萨克原子能铀矿开采量情况及预测（Mlbs）



资料来源：哈萨克斯坦国家原子能工业公司 Investor Handout，华泰研究

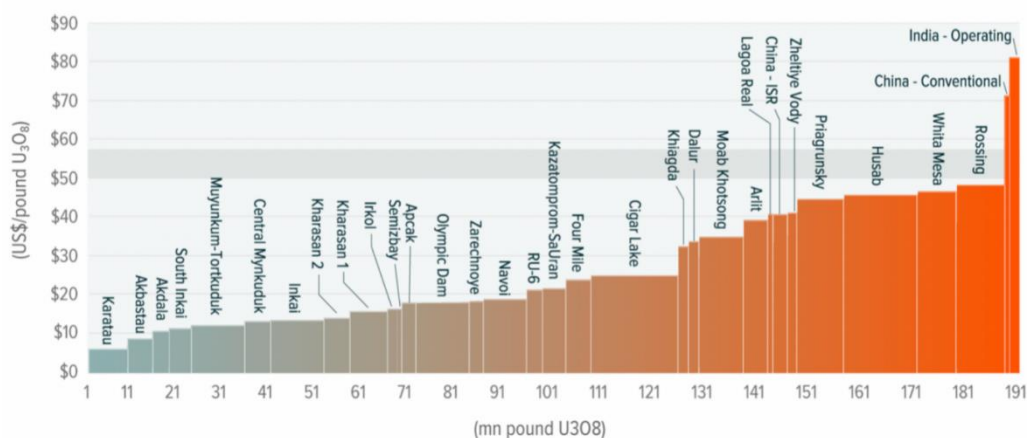
重启：短期重启矿山落地可见度强，但天然铀成本中枢将随之提升

目前计划重启矿山以 2016 年后暂停生产的铀矿为主，其开采许可处于有效期内，且拥有关停前留下的基本设备、场地建设，形成并启动开采计划所需时间短，难度较低，落地可见度相对较强。已宣布重启的矿山主要分布于加拿大、纳米比亚、澳大利亚及美国，其中短期停产并重启的矿山占比高达 79%，若均可按计划投产，则 2030 年供给量将达到 1.4 万吨 U3O8。

- 1) 加拿大的重启增量来自 McArthur River/Key Lake 以及 McClean lake 项目的复产投产，预计 2030 年增量矿山产量为 8437t U3O8。其中 Cameco 公司 2018 年暂停的 McArthur River/Key Lake 项目自 2022 年以来已经有序进行复产，截至 FY23 业绩会 2024 年产出指引并无调整。Orano 公司此前于 2008 停产的 McClean lake 项目于 2024 年 1 月宣布重启，计划 2025 年投产。
- 2) 纳米比亚铀的重启增量来自 Paladin 和中核集团合资的 Langer Heinrich 铀矿，预计 2030 年增量矿山产量为 2776t U3O8。该矿于 2018 年暂停，并于 2022 年 7 月决定重启，经过前期规划与设计，Langer Heinrich 进行了为期 18 个月的维修与翻新建设。2024 年 1 月，第一批矿实现产出，整体重启计划已完成 93%，将在 4 月份开始商业生产。长协方面，在 2024-2030 年间，公司预计年产出中的 50% 已经实现合约覆盖。
- 3) 澳大利亚供给增量来自 Honeymoon 项目重启，预计 2030 年增量矿山产量为 1093t U3O8。Honeymoon 项目自 2013 年暂停后，于 2015 年被 Boss Energy 收购，经过可行性研究，公司决定在 2022 年 6 月重启该矿。Honeymoon 已于 2024 年 4 月 22 日完成第一桶铀矿的生产，此后的目标为尽快完成爬坡，实现约 1100t U3O8 的年产出，并延长其矿山寿命。
- 4) 美国铀矿储量相对贫瘠，单体项目小，供给增量来自数个小型铀矿的短期复产或新增。美国铀矿单体规模小，其中多数年产在 500 吨以下；且储量有限，可开采年限短，部分矿体铀储量将在 2030 年左右耗尽，其余大多也将在 2035 年左右关闭。因此复产和实际产出的确定性存疑。

新产能投放预计将抬高全球在运铀矿成本中枢。我们统计上述重启矿山增量产能中，15% 的产能成本线在 50-60 \$/lbs 之间，37% 在 40-50 \$/lbs 之间，其余 48% 在 30-40 \$/lbs 之间，均高于目前在运铀矿的成本中枢（30 \$/lbs）。

图表48：全球在产铀矿成本曲线



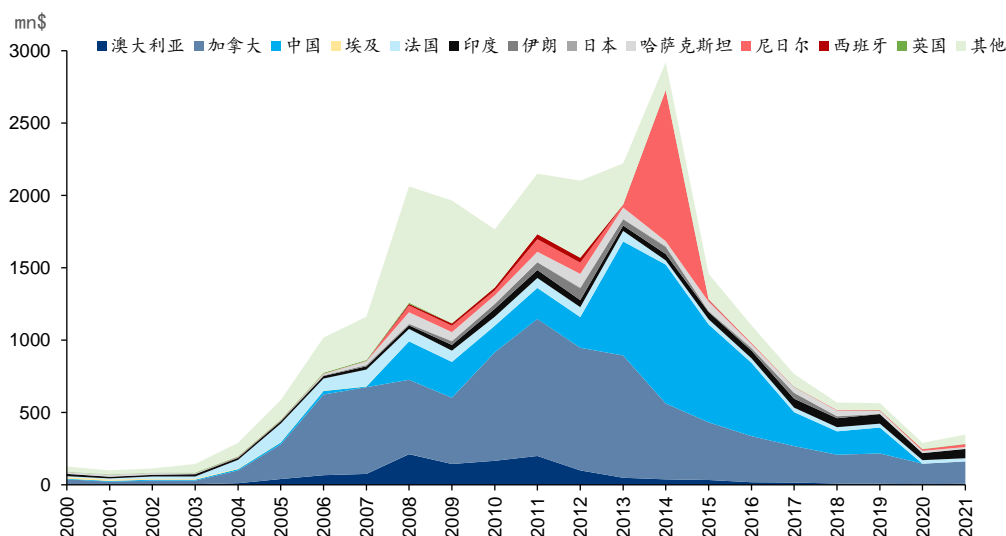
注：图中灰色区域为 2022 年铀价

资料来源：Global X ETFs-Uranium 2.0，华泰研究

新增：过去十年铀投资跌至冰点，长扩产周期导致新开矿山落地节奏需谨慎看待

除重启矿山以外，铀价上涨亦刺激数个新矿山计划启动。但考虑到铀矿扩产周期长达十年而过去十年全球铀勘探开发投资额跌至冰点，我们认为新开矿山落地的实际节奏需谨慎看待。根据 IAEA 数据，福岛核事故后，全球铀矿勘探进度放缓，由于铀价持续低迷，开发商进一步投资的动力有限，铀勘探与开发投资在 2014 年达到峰值后开始快速下跌，到 2020 年全球合计铀勘探与开发投资额仅 2.9 亿美元，不到 2014 年的 10%。2021 年随铀供需情况缓和，投资活动回暖，出现小幅增长，但仍远低于 2005-2015 的水平。此外，考虑到新增矿山较多集中于发展中国家的局面，相关国家的地缘政治风险、国际贸易风险、自然灾害风险都可能放大铀供给增量的不确定性。若均可按计划投产，则 2030 年新增矿山的供给量将达到 8394 吨 U3O8。

图表49：铀勘探与开发投资额持续下降（百万美元）



资料来源：IAEA《uranium resources production and demand 2022》，华泰研究

从铀资源整体扩产周期来看，前期勘探环节大约需要 10-20 年，在得到开采许可后，仍需要约 5 年的时间进行细节研究及设备建设等开发活动。因此，过去 10 年间铀勘探活动的停滞将导致未来 5-15 年间全球铀储量的消耗远大于补充，而目前正在增长的相关投资将在至少 15 年后才会对铀供给产生实际的增量影响。考虑到未来 5-15 年内正好是核电新增机组建设带来的铀需求增长期，未来可能出现供需错配。

图表50：铀资源扩产周期



注¹：哈萨克斯坦铀矿勘探与开采前需要先获得地下资源使用协议（Subsoil use Agreement）

注²：加拿大开采许可流程分为建设与运营两步

资料来源：Orano Annual Activity Report 2023, Canadian Nuclear Safety Commission, Deloitte, 华泰研究

具体来看，新增矿山主要分布于哈萨克斯坦、加拿大、尼日尔及乌兹别克斯坦，由于其中发展中国家占比较大，相关国家的地缘政治风险、国际贸易风险、自然灾害风险都可能放大铀供给增量的不确定性。

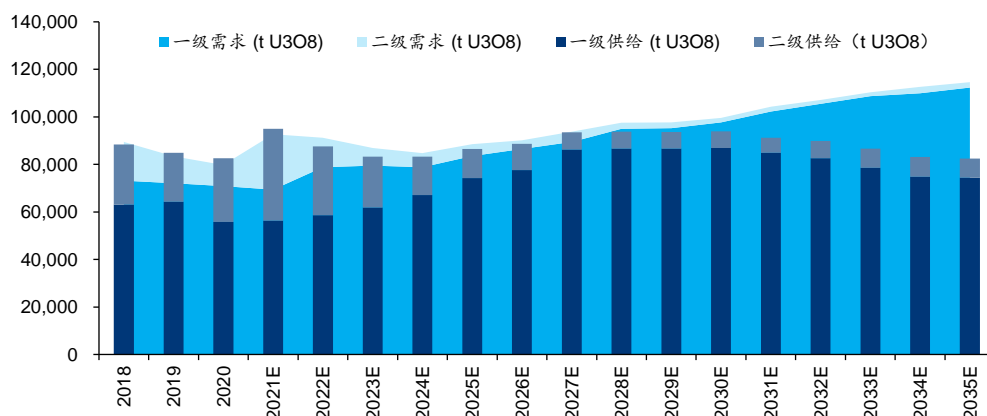
- 1) 哈萨克斯坦铀供给全部由 KAP 开采供应，计划新增 Budenovskoye 矿山，预计完成爬坡后年产量可达 5600 吨 U3O8，该矿山已通过审批流程，并实现少量调试产出，具体启动时间及提产节奏受市场局势及原材料紧缺情况影响，如硫酸供应量。硫酸是 ISR 技术开采铀矿的核心耗材，全球农业部门日益增长的需求以及供应链中断和地缘政治不确定性等因素导致了硫酸供应的紧张，自 2022 年以来 KAP 在公开会议多次提及硫酸供应压力。KAP 分别于 2023 年 3 月、2024 年 1 月下调当年天然铀产出指引，2023 年从 2.25-2.30 万吨铀下调到 2.05-2.15 万吨铀，2024 年从 2.53 万吨铀下调到 2.10-2.25 万吨铀，原因皆为硫酸供给紧张。KAP 当前暂未调整 2025 年产出 3.05-3.15 万吨铀的指引，对应产出较 2022-24 年大幅提升，从 65%SSU 回升到约 85%SSU，但考虑到公司计划的自建硫酸厂项目实际投产时间已从 2026 年延迟到 2027 年，且截止 2024 年一季度公司指引中硫酸厂还在设计阶段未进行 CAPEX 投资，而硫酸产能平均需要 16 个月的建设周期，且公司已声明可能在今年中期业绩时对 2025 年指引进行下调。因此我们预计未来两年内产量仍将受到限制，2027 年硫酸厂投产后或将恢复常态生产。
- 2) 由 Nexgen Energy 投资的 Arrow 项目是加拿大未来潜在最大的低成本铀矿，年产能可达 1.4 万吨 U3O8，且成本与 KAP 同属第一梯队。该项目于 2021 年 2 月完成了项目可行性研究，2023 年 9 月向地方环境部提交并通过了环境影响报告评估，2024 年 2 月联邦环境主管部门就公司提交的环境影响报告提出了问询意见，目前公司处于意见反馈阶段。根据加拿大铀矿开采流程，此项目后续若通过环评审即可获取项目准备许可（site preparation license），在开发前还需向加拿大核安全委员会（CNSC）申请建设许可（construction license），在运营前需申请运营许可（operation license），UxC 预计该项目最早投产时间是 2029 年。
- 3) 尼日尔计划新增项目包括 Dasa 和 Madaouela，政局变动之下，投产进度不明。两个新增矿山均已获得采矿许可证，其中 Dasa 于 2022 年开始矿山建设，计划 2025 年底或 2026 年初实现生产，完成爬坡后可实现 1651 吨 U3O8 的年产量；Madaouela 正在推进基础工作，包括通道、场地清理、梯田和土木工程建设等，原计划 2025 年实现生产，完成爬坡后年产量可达 1291 吨 U3O8。但 2023 年中，尼日尔经历军事政变，2024 年 4 月 GoviEx 公司收到新政府通知，称其必须于今年 7 月 3 日之前开始 Madaouela 项目采矿活动，否则可能吊销采矿许可证，未来产出存在风险。
- 4) 乌兹别克斯坦计划铀产量到 2030 年翻倍，这一目标的实际影响可能在 2030 年左右才会显现。2023 年，在塔什干的 Innoprom 展览会上，财政部副部长 Omonullo Nasritdinkhodzhayev 宣布，乌兹别克斯坦的目标是将铀产量从 2022 年的 3600 吨提高到 2030 年的 7000 吨。目前尚未看到新增矿山的实际进展，考虑铀矿建设到开采的长周期限制，这一目标的实际影响可能在 2030 年左右才会显现。

短期铀供需维持紧平衡，27年后缺口放大，铀价进入持续上涨通道

短期来看，2024-26年全球铀供需将维持相对紧平衡状态，并受头部企业调控策略影响，美国对俄罗斯铀浓缩禁令将持续推高现货价格。由于核电与铀矿的扩产周期均相对较长，短期内实现跳增的可能性不大，预计2024-26年全球铀供需将维持紧平衡状态。同时，由于天然铀开采集中度较高，头部企业年产量可对行业产生明显影响。在供给紧平衡情况下，头部企业调控策略受其盈利需求推动，或将成为市场变动的重要因素之一。此外，美国对俄铀浓缩禁令将在颁布后90天内生效，浓缩产能的紧缺将加剧现货市场供应紧张，禁令或将成为现货价格持续向上的助动力。

2027年后供需缺口或将放大，虽然铀价已实现相当可观的上涨，但中长期供需错配的加剧将为价格提供更强支持，铀价持续进入上涨的通道。2027年后，核电增量带来的铀需求增长逐渐显现；而存量矿山产出乏力，陆续减产、退役，重启矿山储量较小助力有限，新增矿山受建设开采周期限制，落地仍需时间。我们预计整体供需缺口将进一步放大，长协价格逐步向现货价格趋近，铀矿企业步入量价齐升的过程。

图表51：预计2024-26年全球铀供需维持紧平衡，2027年后供需缺口或放大



资料来源：公司公告，UxC，WNA，华泰研究预测

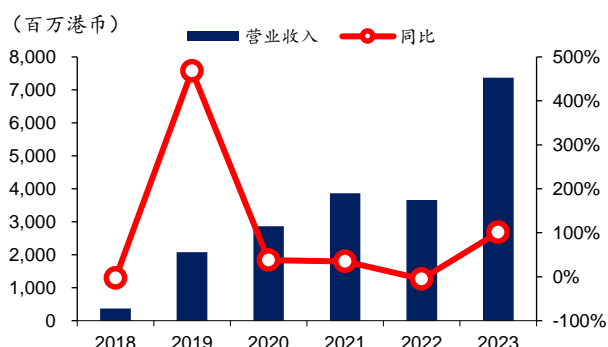
铀矿产业链相关企业概览

中广核矿业(1164 HK): 中广核集团旗下天然铀贸易平台, 参股海外优质铀矿

中广核矿业是中广核集团旗下的天然铀贸易平台, 上市于香港交易所。长期以来, 公司聚焦天然铀资源开发与贸易的主业, 着眼于世界范围内的优质矿山资源, 发掘优质投资机会, 以形成合理的在产、在建、高级和初级勘探项目梯队, 满足公司可持续发展需要。目前公司主营业务分为两大板块: 1) 资源板块, 公司拥有哈萨克原子能(KAP)旗下两个天然铀开采公司奥公司(Ortalyk)和谢公司(Semizbai-U)各 49%的股权, 目前拥有权益资源量 3.9 万吨, 权益储量 2.5 万吨, 每年上述公司 49%的利润以投资收益方式计入中广核矿业利润当中。2) 贸易板块, 分为自产贸易(公司从谢/奥公司采购天然铀并向中广核销售, 采购价格为现货价格, 销售价格为 40%基准+60%现货)和国际贸易(公司从第三方货源购买铀并销售给第三方客户, 两端锁定量价同时签约, 客户主要分布于欧洲、北美、亚洲, 占比 38%、38%、24%)。截止 2023 年末, 公司第一大股东中国铀业发展有限公司, 持股比例为 56.29%, 该公司穿透后由中广核集团有限公司持股 81.82%。

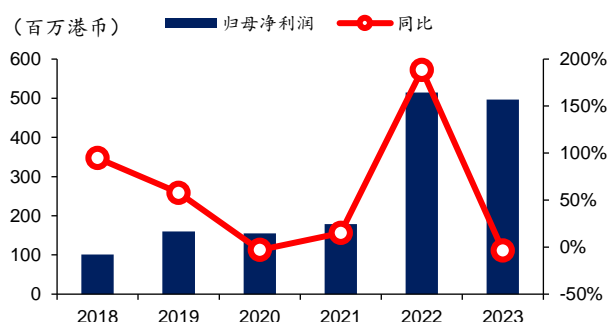
- 1) **主营业务与盈利情况:** 据公司财报, FY2023 公司营业收入 73.7 亿港元, 同比+101%, 归母净利润 4.97 亿港元, 同比-3%。天然铀业务贡献主要营收, FY23 达到 73.6 亿港元, 占比 99.9%。
- 2) **资产负债表与现金流情况:** 据公司财报, 近三年公司资产负债率持续回落, 从 2021 年的 66%回落至 2023 年 43%。净资产收益率趋势上升, 2019-21 年维持在 8%附近, 2022/23 年提升至 18.7%、13.8%。

图表 52: 中广核矿业营业收入及增速



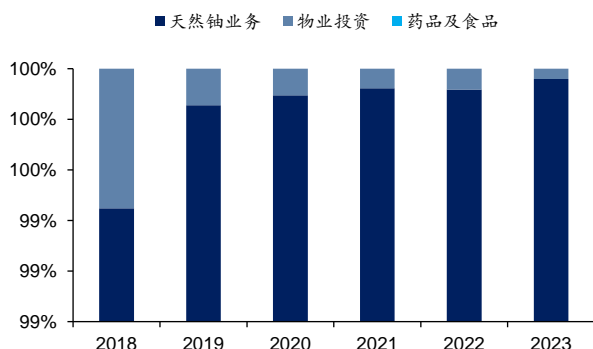
资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 53: 中广核矿业归母净利润及增速



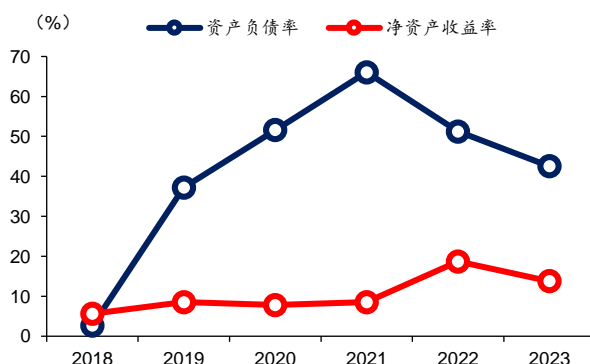
资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 54: 中广核矿业分业务营收



资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 55: 中广核矿业资产负债率及净资产收益率



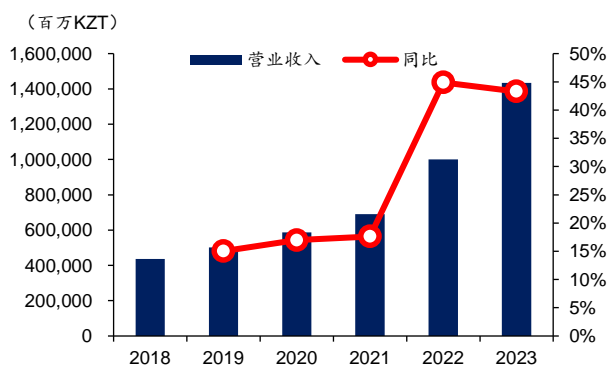
资料来源: 公司财报, 华泰研究

哈萨克斯坦国家原子能工业公司 (KAP LI): 全球规模最大、成本最低的铀矿生产商

哈萨克斯坦国家原子能工业公司 (以下简称哈原工) 是哈萨克斯坦国有、全球生产规模最大、开采成本最低的天然铀生产企业, 上市于伦敦证券交易所。公司主要业务为天然铀开采与销售, 拥有哈萨克斯坦主要矿山开采权, 目前拥有 14 个在产项目和 3 个在开发项目, 14 个在产项目中 2 个为哈原工独资、12 个与全球核电头部企业合资开发 (与加拿大、法国各 1 间, 与中国、日本各 2 间, 与俄罗斯 5 间, 此外与日俄共同设立 1 间)。2023 年, 公司天然铀合计产能超过 2.6 万吨铀, 产出超过 2.1 万吨铀, 占全球一次铀产量的接近 40%, 公司权益产出超 1.1 万吨铀。得益于优异的资源条件, 公司所有矿山均运用了原位开采 (ISR) 工艺, 因此生产成本为全球最低。销售方面, 公司天然铀销售流向为 45% 中国、29% 欧洲、26% 美洲。除天然铀开采销售, 公司也从事少量的燃料组件业务 (包括独资的 UO₂ 粉末、燃料颗粒生产业务, 以及和中广核合资的铀燃料组件业务)。截止 2023 年末, 公司第一大股东为哈萨克斯坦国家主权基金 (Samruk-Kazyna 基金), 持股比例为 75%。

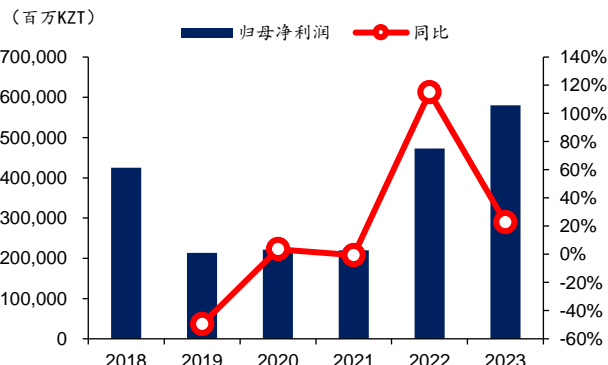
- 1) **主营业务与盈利情况:** 据公司财报, FY2023 公司营业收入 1.43 万亿哈萨克斯坦坚戈, 同比+43%, 归母净利润 0.58 亿坚戈, 同比+23%。其中, 天然铀销售占营业收入的 82%, 其余包括铀产品销售 (11%) 和其他各项业务。
- 2) **资产负债表与现金流情况:** 据公司财报, 近四年公司资产负债率维持在低于 25% 的健康水平, 近三年在 21~23% 之间波动。公司净资产收益率显著向上, 2021 年为 14.3%, 2022/23 年快速上行至 27.8%/28.9%。

图表 56: 哈原工营业收入及增速



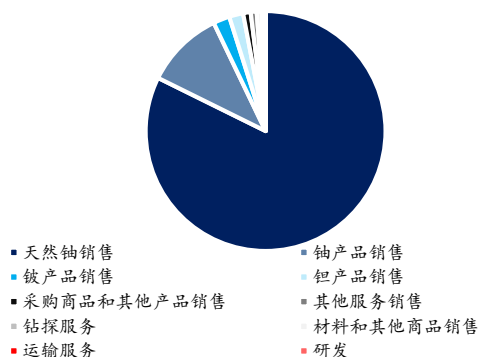
资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 57: 哈原工归母净利润及增速



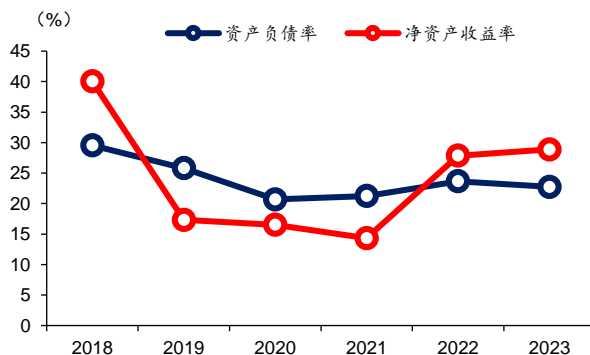
资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 58: 哈原工 2023 年分业务营收



资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 59: 哈原工资产负债率及净资产收益率



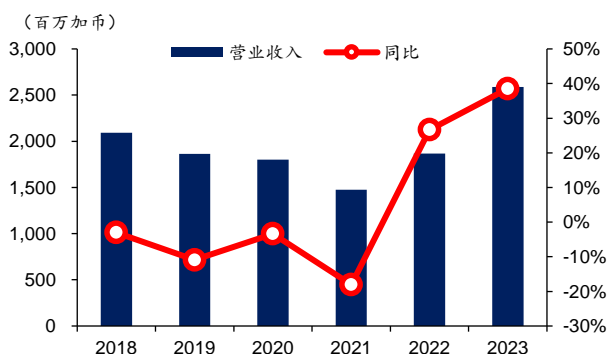
资料来源: 公司财报, 华泰研究

卡梅科 (CCJ US): 北美最大铀矿企业, 积极布局铀燃料全产业链及下游核电市场

卡梅科从事铀矿开采销售、铀转化、铀存储、铀燃料组件制造业务, 上市于纽交所。公司主营业务包括铀矿开采销售以及燃料服务两大板块。铀矿开采销售方面, 公司控股全球单体规模最大的两座铀矿: 加拿大 Cigar Lake、McArthur River & Key Lake, 并参股哈原工 Inkai 项目。2023 年, 上述三座铀矿的合计产出为 36.9mn lbs, 对应卡梅科公司的权益产出为 21.0mn lbs, 预计 2024 年两座加拿大矿山将继续提产驱动产销规模增长 (Cigar Lake 产出从 15.1 提升至 18mn lbs, McArthur River 产出从 13.5 提升至 18mn lbs)。此外, 公司还有六个在不同开发阶段的储备项目。燃料服务方面, 公司拥有全球最大的铀精炼产能、加拿大唯一的铀转化产能、以及 CANDU 重水堆燃料组件制造产能。除上述主营业务, 公司通过参股形式拥有 GLE 公司 49% 股权和西屋公司 49% 股权, 从而获得了介入核电中游铀浓缩环节、下游核电站设计/建设/运维环节的未来潜力。公司股权结构较为分散, 截至 2023 年末单个股东持股比例不超过 10%, 且以机构投资者为主。

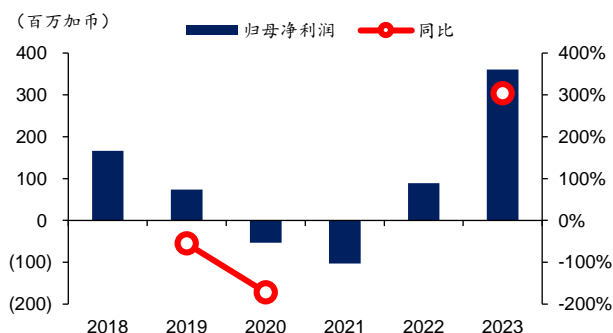
- 1) **主营业务与盈利情况:** 据公司财报, FY2023 公司营业收入 25.9 亿加币, 同比+39%, 归母净利润 3.6 亿加币, 同比+304%。其中, 营收 83% 来自天然铀销售, 其余 17% 来自燃料服务业务。
- 2) **资产负债表与现金流情况:** 据公司财报, 公司近七年资产负债率持续维持在 30~40% 的相对健康区间, 2023 年最新资产负债率为 38.7%, 公司净资产收益率由负转正, 2021 年为 -2.1%, 2022/23 年转正至 1.7%/6.0%。

图表 60: 卡梅科营业收入及增速



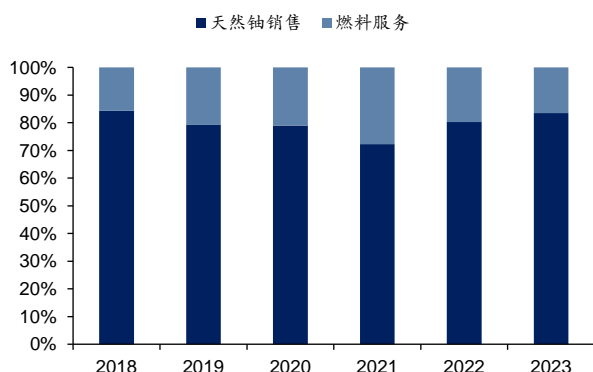
资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 61: 卡梅科归母净利润及增速



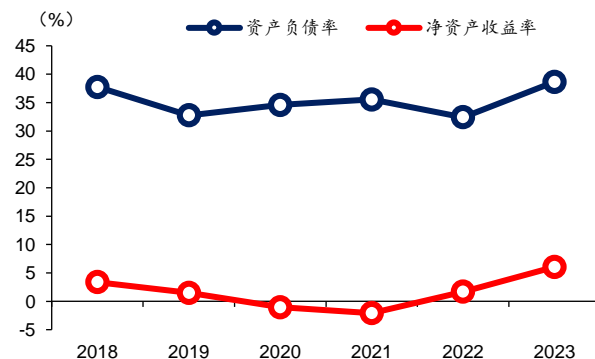
资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 62: 卡梅科分业务营收



资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表 63: 卡梅科资产负债率及净资产收益率



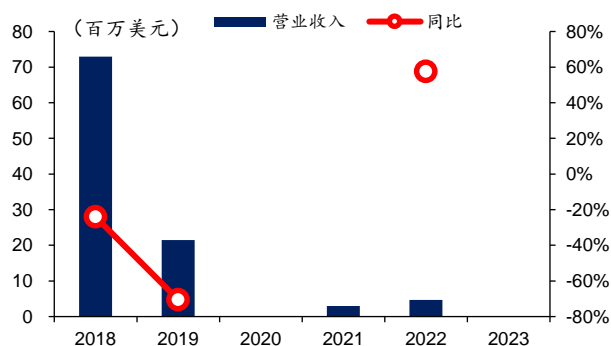
资料来源: 公司财报, 华泰研究

帕拉丁能源 (PDN AU): 纳米比亚 Langer Heinrich 项目重启进行时

帕拉丁能源 (以下简称帕拉丁) 是一家总部位于西澳大利亚州的铀生产公司, 于澳洲证券交易所上市。帕拉丁拥有纳米比亚 Langer Heinrich 项目 (下称 LH 项目) 75% 的股权, 其余 25% 属于中国核工业集团, 该矿于 2008-2018 年间累计实现了接近 2 万吨/43mn lbs 的 U3O8 产销, 此后因国际铀价低迷而停产。公司于 2022 年中宣布计划重启 LH 项目, 计划于 1Q24 实现商运, 满产后有望实现 6.12mn lbs/2776 吨 U3O8 的年化产能。截止 2024 年初, 公司已与 7 家客户签订销售合同、锁定了公司从当前到 2030 年预计产量的约 50%, 其中 20% 的销售为固定价格、30% 为市场价格。对于未来, 公司积极探索 LH 项目提产可能性, 以及持续开发位于澳大利亚、加拿大的前期项目。与卡梅科类似, 公司股权结构较为分散, 以机构投资人和公众持有为主。

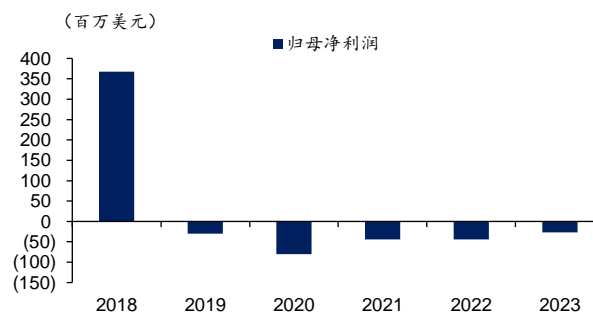
主营业务与盈利情况: 由于公司此前于 2018 年关闭了唯一在运矿山 LH 项目, 除 2019 年还有少量铀销售贡献营收外, 公司 2020-23 年营收和净利润规模基本忽略不计。

图表64: 帕拉丁营业收入及增速



资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表65: 帕拉丁归母净利润及增速



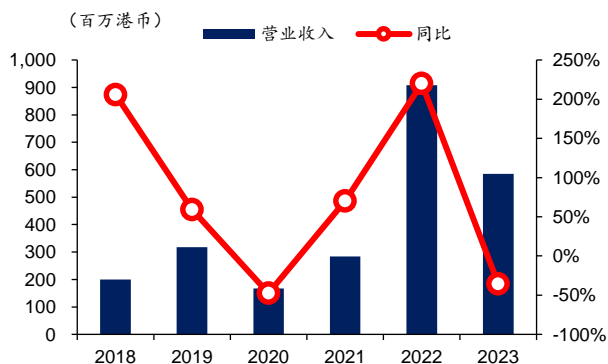
资料来源: 公司财报, 华泰研究

中核国际 (2302 HK): 中核集团旗下天然铀贸易公司, 同时拥有母公司铀矿分销权

中核国际是中核集团旗下从事天然铀贸易的一家香港投资控股平台, 上市于香港交易所。该公司通过两个分部经营业务。买卖矿产物业分部主要从事铀产品的买卖, 该部分收入来自两个子业务: 1) 铀交易, 2023 年公司完成约 1.16mn lbs 天然铀销售, 其中向独立第三方出售 0.5mn lbs, 向母公司关联交易出售 0.66mn lbs (公司是间接控股公司中国铀业集团的短期天然铀产品需求的优先供应商, 以及中长期天然铀产品需求的唯一区域供应商), 公司天然铀的供应商来自加拿大、欧洲、哈萨克斯坦、香港等国家和地区。2) 铀采购服务佣金, 公司间接控股公司中国铀业集团拥有纳米比亚 Rossing 矿 68.62% 的股权, 该矿年产出 U3O8 在 2500 吨/年上下浮动, 由中核国际担任该矿产出铀产品的独家授权分销商 (向中国以外地区销售) 并赚取销售佣金收入, 2023 年公司为 Rossing 矿促成 1.4mn lbs 天然铀交易并获取 1306 万港币佣金收入。勘探及销售矿产物业分部主要从事铀矿产物业的勘探及买卖, 截至目前暂无收入贡献, 公司在蒙古、俄罗斯、哈萨克斯坦、阿尔及利亚、尼日尔等地拥有前期布局。截止 2023 年末, 公司第一大股东为中核海外有限公司, 持股比例为 66.72%, 该公司穿透后由中国核工业集团有限公司参股 65.57%。

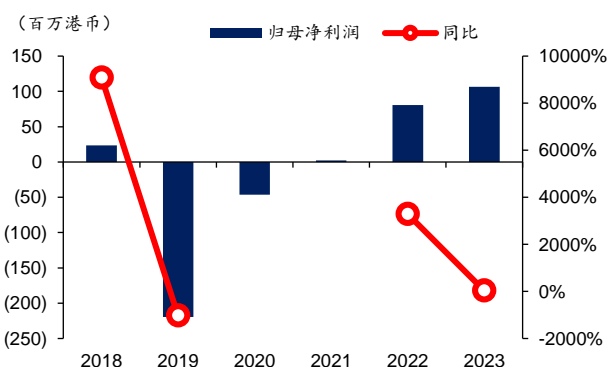
- 1) **主营业务与盈利情况:** 据公司财报, FY2023 公司营业收入 5.85 亿港币, 同比-36%, 归母净利润 1.1 亿港币, 同比+32%。其中, 营收 98% 来自铀交易 (包括对独立第三方及对母公司关联交易), 2% 来自铀采购服务佣金收入。
- 2) **资产负债表与现金流情况:** 据公司财报, 公司近几年资产负债率有所反复, 2021/22/23 年分别为 43.5%/39.5%/53.5%。公司净资产收益率改善明显, 2021 年为 0.7%, 2022/23 提升至 22.3%/25.0%。

图表66: 中核国际营业收入及增速



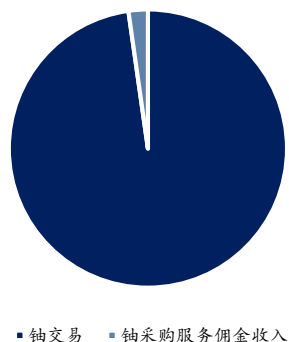
资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表67: 中核国际归母净利润及增速



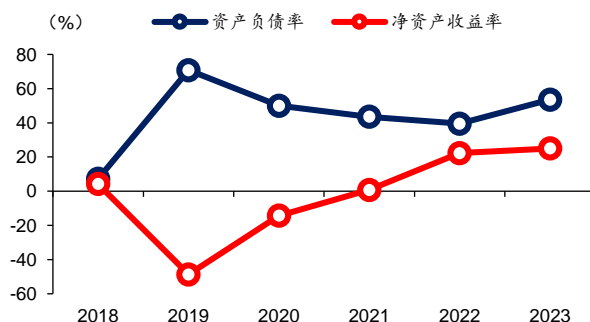
资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表68: 中核国际 2023 年分业务营收



资料来源: 公司财报, 华泰研究

图表69: 中核国际资产负债率及净资产收益率



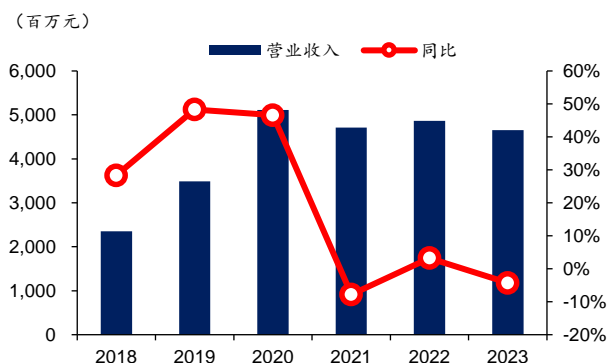
资料来源: 公司财报, 华泰研究

日月股份（603218 SH）：风电铸件龙头，布局核电乏燃料转运储存罐

日月股份是全球风电铸件龙头，并布局核电乏燃料转运储存罐。公司致力于成为“低碳、环保、和谐”型高新技术重工企业，成为全球高端装备行业基础材质研究和装备部件主力铸件供应商，产品主要分布在新能源、通用机械等领域。公司一方面致力于做大做强风电铸件和塑料机械铸件两个大系列产品，一方面通过球墨铸铁厚大断面技术在核电装备运用和合金钢领域研究贯通，积极布局多领域，在重工装备领域形成独有的竞争优势。**风电方面**，截至 2023 年 12 月 31 日，公司已经形成了年产 70 万吨铸造产能规模，成为全球风电铸件和注塑机铸件产品的主要供货商。**核电方面**，公司在 2019 年 11 月成立了宁波日月核装备制造有限公司，专注于核电装备及其零部件的研发、生产加工及销售业务，在解决核电发展瓶颈同时，为企业谋求新的增长点。公司将球墨铸铁技术延伸运用到核电所需核反应棒废料储存转运领域，研发核电乏燃料转运储存罐，目前各项实验稳步推进，已具备批量制造能力。截止 2024 年一季度末，公司第一大股东/控股股东为傅明康，持股比例为 25.28%，控股股东及其一致行动人（妻子陈建敏，女儿傅凌儿，控股企业同赢投资）合计持有公司 59.14%的股权。

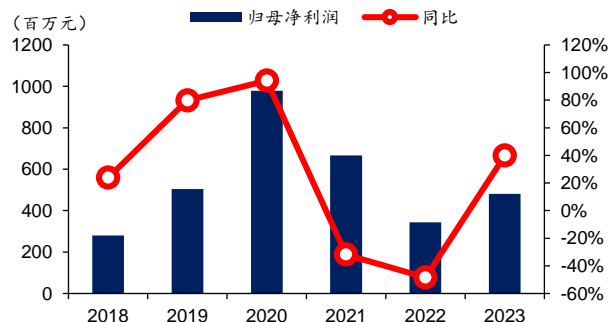
- 1) **主营业务与盈利情况**：据公司财报，FY2023 公司营业收入 46.6 亿元，同比-4%，归母净利润 4.8 亿元，同比+40%。其中，营收 97%来自铸件业务，1%来自模具业务，2%来自其他业务。
- 2) **资产负债表与现金流情况**：据公司财报，公司近几年资产负债率略有提升但整体维持在较低水平，2021/22/23 年分别为 23.4%/24.3%/28.7%。公司净资产收益率较 2019-20 年高点有所下滑，2021/22/23 年分别为 7.9%/3.8%/5.0%。

图表70：日月股份营业收入及增速



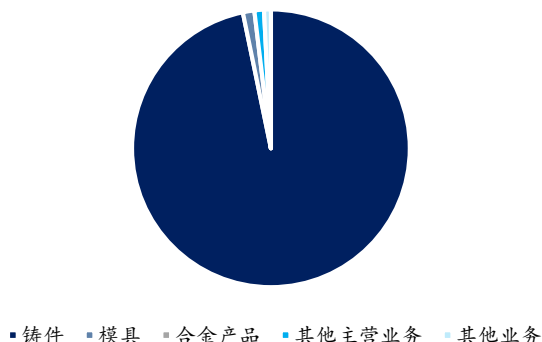
资料来源：公司财报，华泰研究

图表71：日月股份归母净利润及增速



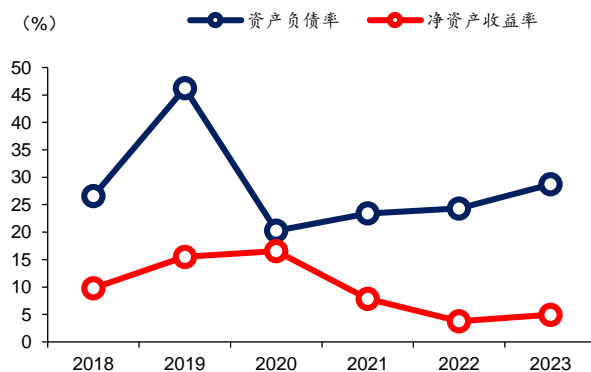
资料来源：公司财报，华泰研究

图表72：日月股份 2023 年分业务营收



资料来源：公司财报，华泰研究

图表73：日月股份资产负债率及净资产收益率



资料来源：公司财报，华泰研究

景业智能（688290 SH）：核工业机器人与智能装备龙头，与核燃料循环产业共同成长

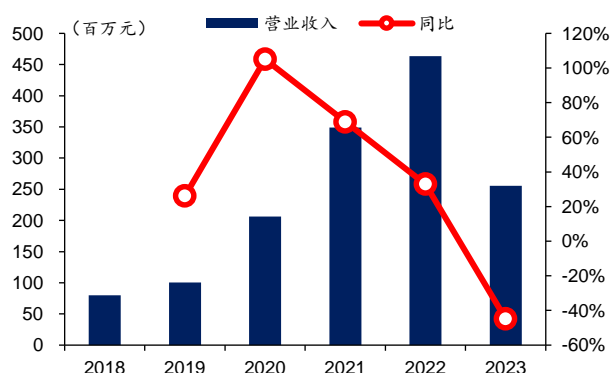
景业智能是核工业机器人与智能装备龙头，与核燃料循环产业共同成长。公司主要从事特种机器人及智能装备的研发、生产及销售，主要产品包括特种机器人、核工业智能装备系统、非核专用智能装备系统等，产品主要应用于核工业、国防军工、医药大健康、新能源等领域。公司为铀转化纯化、燃料元件制造、乏燃料后处理、放射性废物处理处置等核燃料循环各环节提供定制化智能装备系统和整体智能解决方案，包括：

- 1) **放射性物料转运系统**：是具有智能控制、辐射防护功能，可长距离、重载、高精度定位的自动转运智能装备产品，主要用于箱室内外、运输通道等环境下的放射性物料安全可靠转运。
- 2) **箱室智能装备**：是安装于热室、手套箱等辐射环境的智能装备系统，具有智能控制、自动化运行、耐辐照、便于检维修等特点，可用于核燃料循环处理的各环节。
- 3) **核化工智能化系统**：是具有智能控制功能的过程自动化设备系统，主要包括溶解、萃取、过滤、离子交换、高温反应炉等核化工工艺设备，可用于乏燃料后处理、三废处理等化工过程。
- 4) **数字化系统**：是根据客户需要，基于智能控制、数字孪生、模拟仿真、数据采集等技术的软件产品，与核工业智能装备有机集成，提高生产自动化、数字化、智能化程度和效率，降低操作工人的辐照风险。

截止 2024 年一季度末，公司第一大股东为杭州行之远控股有限公司，持股比例为 28.05%，第四大股东杭州智航投资管理合伙企业（持股比例 6.95%）是其一致行动人，上述两家公司均为公司控股股东，实际控制人来建良控制的企业。

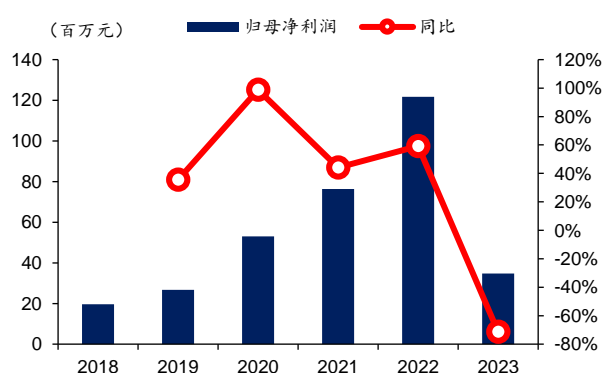
- 1) **主营业务与盈利情况**：据公司财报，FY2023 公司营业收入 2.55 亿元，同比-45%，归母净利润 3469 万元，同比-71%。其中，营收分布为核工业智能装备 65%、核工系列机器人 29%、非核专用智能装备 2%、其他业务 4%。
- 2) **资产负债表与现金流情况**：据公司财报，公司近几年资产负债率持续优化，2021/22/23 年分别为 55.5%/23.7%/19.7%。公司净资产收益率受利润拖累下滑，2021/22/23 年分别为 27.6%/17.8%/3.0%。

图表74：景业智能营业收入及增速



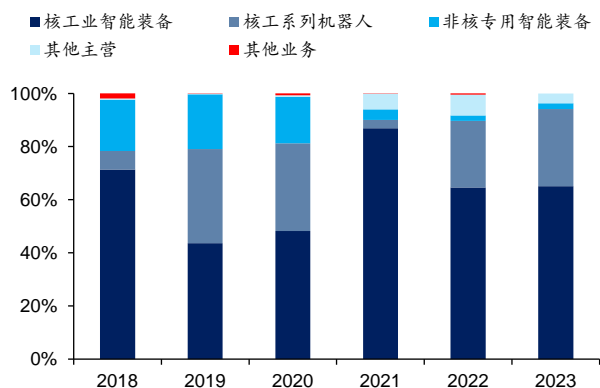
资料来源：公司财报，华泰研究

图表75：景业智能归母净利润及增速



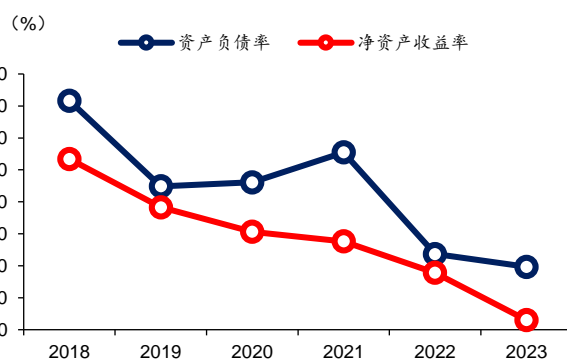
资料来源：公司财报，华泰研究

图表76：景业智能分业务营收



资料来源：公司财报，华泰研究

图表77：景业智能资产负债率及净资产收益率



资料来源：公司财报，华泰研究

风险提示

核电站事故风险。若全球范围内任何一处核电站因人为、自然、不可抗力等原因出现威胁自然环境和人口活动的风险事件，对全球核电站运营和新建决策均可能造成连带影响，最终影响核电站对铀燃料的需求。

海外地缘政治风险。全球地缘政治风险可能对铀矿产业链造成多维度影响，包括铀矿原料运输、天然铀生产、天然铀运输、铀转化浓缩制造等方面，带来铀矿供给收缩、价格上涨的上行风险。

列示公司信息均为客观信息，不代表个股研究和覆盖推荐。

免责声明

分析师声明

本人，刘俊、苗雨菲，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告所载资料是仅供接收人的严格保密资料。本报告仅供本公司及其客户和其关联机构使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司及其关联机构（以下统称为“华泰”）对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。

本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，华泰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。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。华泰不保证本报告所含信息保持在最新状态。华泰对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司不是 FINRA 的注册会员，其研究分析师亦没有注册为 FINRA 的研究分析师/不具有 FINRA 分析师的注册资格。

华泰力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议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，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。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，华泰及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。华泰不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

华泰及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，华泰可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

华泰的销售人员、交易人员或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。华泰没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。华泰的资产管理部门、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。投资者应当考虑到华泰及/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信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使华泰违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人（无论整份或部分）等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并需在使用前获取独立的法律意见，以确定该引用、刊发符合当地适用法规的要求，同时注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。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。

中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》及其附属法律规定的机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

香港-重要监管披露

- 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。
- 有关重要的披露信息，请参华泰金融控股（香港）有限公司的网页 https://www.htsc.com.hk/stock_disclosure 其他信息请参见下方 “美国-重要监管披露”。

美国

在美国本报告由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司根据《1934 年证券交易法》（修订版）第 15a-6 条规定以及美国证券交易委员会人员解释，对本研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受 FINRA 关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

美国-重要监管披露

- 分析师刘俊、苗雨菲本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。本披露中所提及的“相关人士”包括 FINRA 定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

新加坡

华泰证券（新加坡）有限公司持有新加坡金融管理局颁发的资本市场服务许可证，可从事资本市场产品交易，包括证券、集体投资计划中的单位、交易所交易的衍生品合约和场外衍生品合约，并且是《财务顾问法》规定的豁免财务顾问，就投资产品向他人提供建议，包括发布或公布研究分析或研究报告。华泰证券（新加坡）有限公司可能会根据《财务顾问条例》第 32C 条的规定分发其在华泰内的外国附属公司各自制作的信息/研究。本报告仅供认可投资者、专家投资者或机构投资者使用，华泰证券（新加坡）有限公司不对本报告内容承担法律责任。如果您是非预期接收者，请您立即通知并直接将本报告返回给华泰证券（新加坡）有限公司。本报告的新加坡接收者应联系您的华泰证券（新加坡）有限公司关系经理或客户主管，了解来自或所分发的信息相关的事宜。

评级说明

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力（含此期间的股息回报）相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数，台湾市场基准为台湾加权指数，日本市场基准为日经 225 指数，新加坡市场基准为海峡时报指数，韩国市场基准为韩国有价证券指数），具体如下：

行业评级

增持：预计行业股票指数超越基准

中性：预计行业股票指数基本与基准持平

减持：预计行业股票指数明显弱于基准

公司评级

买入：预计股价超越基准 15% 以上

增持：预计股价超越基准 5%~15%

持有：预计股价相对基准波动在-15%~5%之间

卖出：预计股价弱于基准 15% 以上

暂停评级：已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策

无评级：股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息

法律实体披露

中国: 华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格, 经营许可证编号为: 91320000704041011J

香港: 华泰金融控股(香港)有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格, 经营许可证编号为: AOK809

美国: 华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员, 具有在美国开展经纪交易商业业务的资格, 经营业务许可编号为: CRD#:298809/SEC#:8-70231

新加坡: 华泰证券(新加坡)有限公司具有新加坡金融管理局颁发的资本市场服务许可证, 并且是豁免财务顾问。公司注册号: 202233398E

华泰证券股份有限公司**南京**

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999/传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码: 518017

电话: 86 755 82493932/传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层/

邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166/传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098/传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com

华泰金融控股(香港)有限公司

香港中环皇后大道中99号中环中心53楼

电话: +852-3658-6000/传真: +852-2567-6123

电子邮件: research@htsc.com

http://www.htsc.com.hk

华泰证券(美国)有限公司

美国纽约公园大道280号21楼东(纽约10017)

电话: +212-763-8160/传真: +917-725-9702

电子邮件: Huatai@htsc-us.com

http://www.htsc-us.com

华泰证券(新加坡)有限公司

滨海湾金融中心1号大厦, #08-02, 新加坡 018981

电话: +65 68603600

传真: +65 65091183

©版权所有2024年华泰证券股份有限公司