

2021年核电运营行业概览：碳中和下的 核电复苏，中广核vs中核集团vs国家电投

2021 China Nuclear Power Operation Industry Overview

2021年中国原子力発電運転産業の概要

概览标签：清洁能源、碳中和、核能

报告主要作者：彭昕

2021/06

头豹研究院简介

- ◆ 头豹是**国内领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商**。围绕“**协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播**”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：数据库服务、行企研报服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务，以及其他企业为基础，利用**大数据、区块链和人工智能**等技术，围绕**产业焦点、热点问题**，基于**丰富案例和海量数据**，通过开放合作的增长咨询服务等
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



四大核心服务

企业服务

为企业提供定制化报告服务、管理咨询、战略调整等服务

云研究院服务

提供行业分析师外派驻场服务，平台数据库、报告库及内部研究团队提供技术支持服务

行业排名、展会宣传

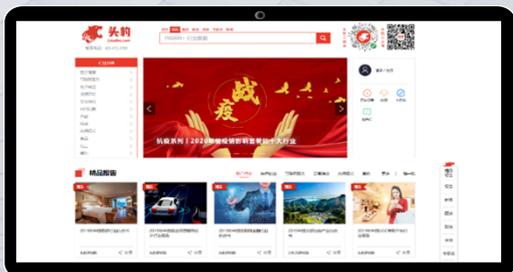
行业峰会策划、奖项评选、行业白皮书等服务

园区规划、产业规划

地方产业规划，园区企业孵化服务

研报阅读渠道

1、头豹科技新闻网(www.leadleo.com): PC端阅读**全行业、千本**研报



2、头豹小程序: 微信小程序搜索“**头豹**”、手机扫上方二维码阅读研报

3、行业精英交流分享群: 邀请制, 请添加右下侧头豹研究院分析师微信



图说



表说



专家说



数说



扫一扫
实名认证行业专家身份

详情咨询



客服电话

400-072-5588



上海

王先生: 13611634866

李女士: 13061967127



南京

杨先生: 13120628075

唐先生: 18014813521



深圳

李女士: 18049912451

李先生: 18916233114

摘要

01

核电运营商业模式可分为单一核电站与核电企业集团两种模式

- 单一核电站的商业模式为运营并产出电力，通过将电力资源销售至电网获取利润。核电站前期投资较大，且建设周期长达十年，回款周期长，需要通过高上网负荷摊低成本。核电集团为防范核电的系统性风险，多采用相关多元化经营，在核电产业链进行扩充，如开展核电技术研发、关键设备制造研发、铀矿资源开发等，同时还会进行清洁能源开发与核技术领域拓展等降低单一核电业务带来的风险。

02

核电运营产业链中核电设备为价值量最高的环节，核电运营企业多通过与设备供应商采取深度合作的方式参与设备制造

- 核电运营企业与核电设备供应商多采取深度合作的方式，以中核集团为例，中核集团为中国一重、东方电气等核电设备供应商提供技术扶持，并提供工艺改进方案，全过程跟踪参与，帮助核电设备国产化，因此不存在设备供应商议价能力强的情况。

03

中国核电运营企业各自发展路径不尽相同

- 中核集团专注于核能研发，在核能技术与人才方面具有历史积累，并形成完整的核工业体系。中核集团更偏好于在核工业行业纵向深度发展。中广核更偏向于在电力建设运营行业横向拓宽，中广核已布局风电、光伏、水电等新能源发电业务，优化集团产业结构。国家电投前期则更侧重于国外核电技术国产化，后期再开启批量化建设进程。



中国核电产业重启开始，核电运营企业开启角逐——

在中国政府提出碳中和目标，并计划大力发展清洁能源后，核电因其碳排放量低、发电成本低、发电利用率高的特性重新走进大众视野。自2011年福岛核电站事故发生后，中国政府对于核电站建设一直持保守态度，核电增速较慢，2020年核电发电量为3,662.4亿千瓦时，发电量占比仅为4.9%。意味着核电在未来将有较大增长空间。随着中国华能集团获得第四块核电运营牌照，其余电力也试图通过入股、投资等形式参与核电建设与运营，但至少在未来10年，中国核电运营企业竞争格局难以发生变化。

目录

CONTENTS

◆ 名词解释	-----	09
◆ 核电运营行业综述		
• 核电站工作原理	-----	11
• 核电运营工作流程	-----	12
• 核电运营商业模式	-----	13
◆ 中国核电运营产业链分析		
• 中国核电运营产业链图谱	-----	15
• 产业链上游分析	-----	16
• 产业链中游分析	-----	20
• 产业链下游输电现状	-----	21
• 产业链价值分布	-----	22
◆ 核电运营市场现状及前景		
• 中国核电行业市场现状	-----	24
• 中国核电行业市场前景	-----	25
• 中国核电运营市场规模	-----	27
◆ 中国核电设备行业政策分析	-----	29
◆ 中国核电运营企业对比	-----	31
◆ 方法论	-----	37
◆ 法律声明	-----	38

目录

CONTENTS

◆ Terms	-----	09
◆ Nuclear Operation Industry Overview		
• Nuclear Power Plant Working Principle	-----	11
• Nuclear Power Operation Workflow	-----	12
• Nuclear Power Operation Business Model		13
◆ China Nuclear Power Operation Industry Chain Analysis		
• Industrial Chain Pattern of China Nuclear Power Operation	-----	15
• Upstream Analysis of Industrial Chain	-----	16
• Midstream Analysis of Industrial Chain	-----	20
• Downstream Analysis of Industrial Chain	-----	21
• Value Distribution of Industry Chain	-----	22
◆ The Market of Nuclear Power Operation	-----	24
◆ Policy Analysis of China Nuclear Power Equipment Industry	-----	29
◆ Comparison of Companies in China Nuclear Power Operation	-----	31
◆ Methodology	-----	37
◆ Legal Statement	-----	38

图表目录

List of Figures and Tables

图表1: 通用核电站工作流程图	-----	11
图表2: 核电运营工作流程图	-----	12
图表3: 单一核电站商业模式	-----	13
图表4: 核电企业集团商业模式	-----	13
图表5: 中国核电运营产业链图谱	-----	15
图表6: 2019年核燃料成本结构图	-----	16
图表7: 中国铀矿资源对外依存情况, 2012年-2018年	-----	16
图表8: 核电设备参与商图谱	-----	17
图表9: 中国核电设备国产化率提升	-----	17
图表10: 中国各类核电机组首堆建设周期变化图	-----	18
图表11: 建设周期每增加1年对应核电成本端的增幅	-----	18
图表12: M310/CRP系列核电机组建设周期	-----	18
图表13: 中国核电机组建设成本变化	-----	19
图表14: 中国不同核电技术的建设成本对比	-----	19
图表15: 2020年中国核电平均运营成本	-----	20
图表16: 中国新增乏燃料规模估计, 2013年-2020年	-----	20
图表17: 中国核电站分布图, 2021年	-----	21
图表18: 中国核电发电量省份排行, 2020年	-----	21
图表19: 产业链各环节成本占比, 2019年	-----	22
图表20: 产业链各环节毛利率对比, 2020年	-----	22
图表21: 中国核准、开工、在建与投入商运核电机组数量, 2013-2019年	-----	24
图表22: 中国核电发电量与装机容量, 2014年-2020年	-----	24

图表目录

List of Figures and Tables

图表23: 中国电力市场结构, 2020年	-----	25
图表24: 中国沿海省份用电量与发电量对比, 2019年	-----	25
图表25: 乏燃料循环	-----	26
图表26: 中国核电运营市场规模, 2016-2025年预测	-----	27
图表27: 中国核电行业相关政策, 2018年-2021年	-----	29
图表28: 核电运营企业运营能力对比	-----	33
图表29: 核电运营企业荷载能力对比	-----	34
图表30: 核电运营企业成本把控能力对比	-----	35

名词解释

- ◆ **压水堆：** 加压水慢化冷却反应堆，以加压的、未发生沸腾的轻水作为慢化剂和冷却剂的反应堆。
- ◆ **反应堆：** 维持可控自持链式核裂变反应，以实现核能利用的装置。
- ◆ **冷却剂：** 将反应堆堆芯核燃料裂变释放出来的能量带出反应堆的介质，保持燃料温度在一定的区间。
- ◆ **慢化剂：** 中子减速剂，为使核裂变反应得以有效地进行，一种被加入反应堆内用来减慢中子运动速度的物质。
- ◆ **乏燃料：** 经受过辐射照射、使用过的燃料。
- ◆ **国际核安全和辐射事件等级：** 国际原子能机构和联合国经济合作与发展署的核能源机构根据核泄漏事件的严重性制定的等级表，其中，1级至3级为事件，4级至7级为事故。
- ◆ **钚产品：** 从乏燃料中提取出的钚，可用于快堆燃料。
- ◆ **AP1000：** 西屋公司开发的三代压水堆技术，采用非能动安全设施和简化的电厂设计。
- ◆ **M310：** 单个主泵功率10兆瓦并采取三环路布置方式的核电机组型号。
- ◆ **华龙一号：** 中国拥有完全自主知识产权的三代压水堆技术，采用“能动与非能动”相结合的安全设计理念。
- ◆ **EPR：** Evolutionary Power Reactors，第三代原子能反应堆。
- ◆ **CNP300：** 中核集团自主设计的30万千瓦的压水堆技术。
- ◆ **VVER-1200：** 俄罗斯设计的三代压水堆技术，设置双层安全壳、堆芯捕集器，采用“能动与非能动”相结合的安全设计理念。

1 核电运营概述

□ 核电商业模式分为单一核电站与核电集团两种模式

2 产业链分析

3 市场分析

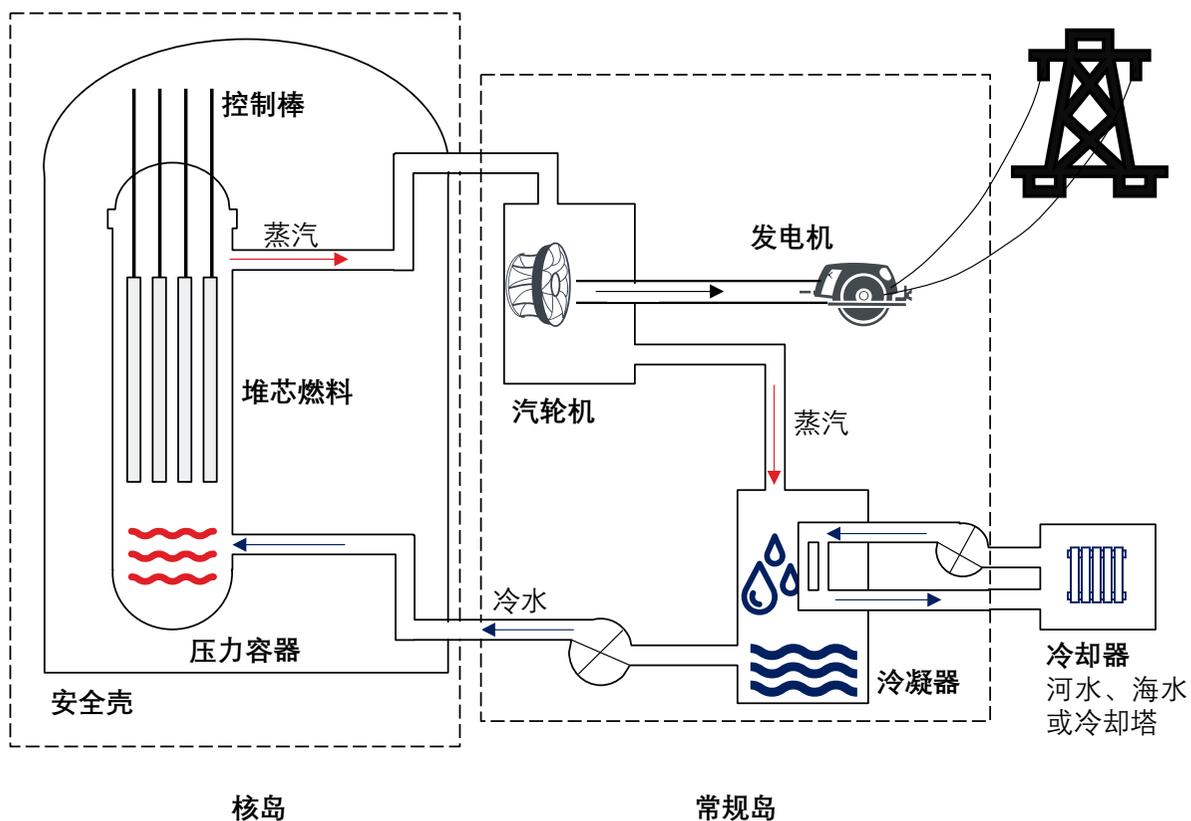
4 政策分析

5 企业对比

核电站工作流程

核电站由核岛、常规岛、辅助系统三部分组成，其中核岛为整个核电站的核心，负责将核能转换为热能，常规岛利用蒸汽发电，辅助系统则是保障核电站平稳运行

通用核电站工作流程图



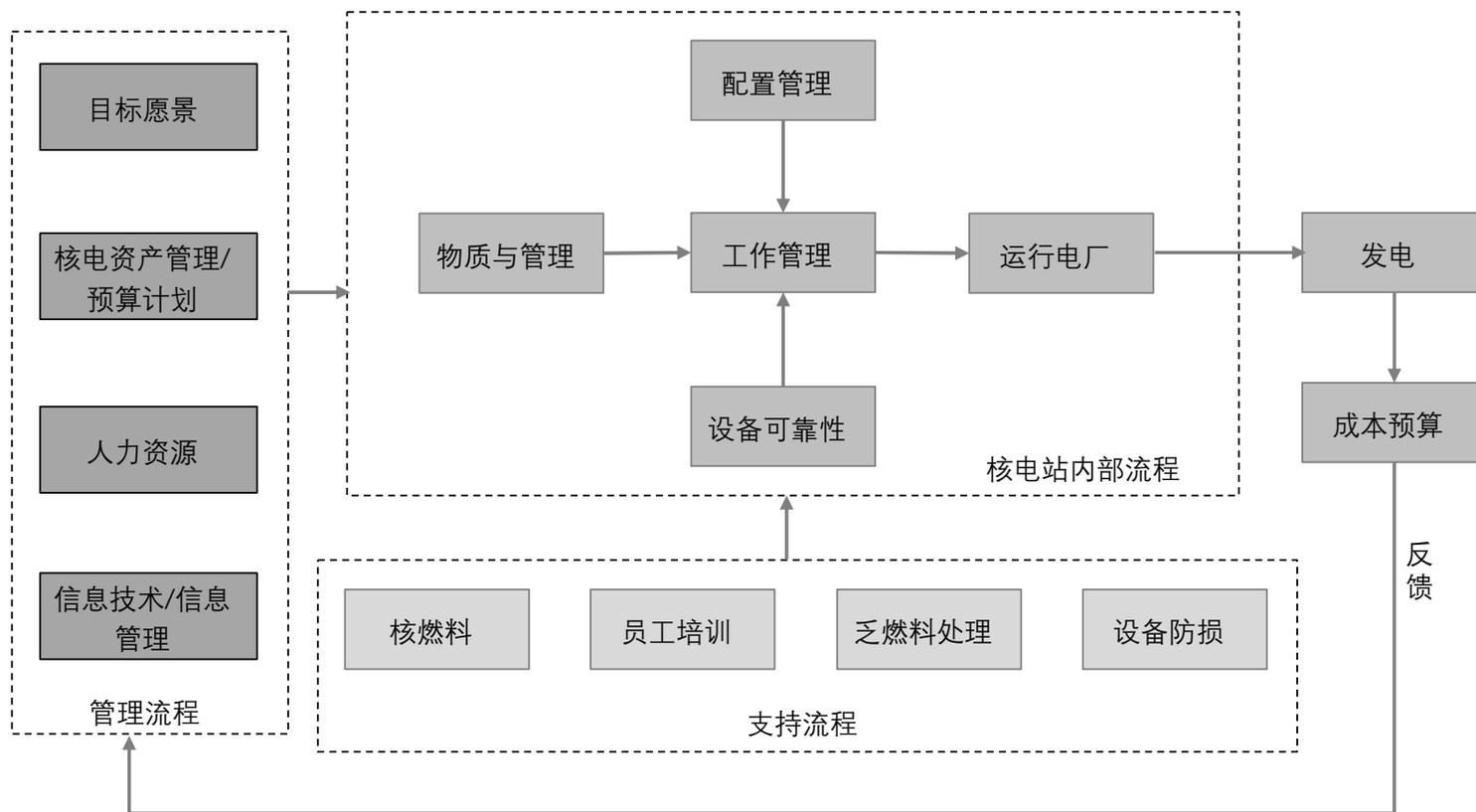
描述

- ❑ 核电设备分为核岛、常规岛、BOP（其他辅助设备）。核岛是整个核电站的核心，负责将核能转化为热能，是核电站中工艺最复杂、投入成本最高的部分。常规岛利用蒸汽推动汽轮机带动发电机发电。辅助系统（BOP）主要包括数字化控制系统、暖通系统、空冷设备与装卸料机，用于保障核电站平稳运行。
- ❑ 核岛中的核心部分为反应堆，反应堆由堆芯燃料、控制棒及冷却剂组成。堆芯裂变产生中子与能量，控制棒则用于调节反应堆功率，控制棒主要由硼组成，可吸收反应堆中产生的中子，通过调节控制棒在堆芯燃料中的插入程度来调节功率。为防止反应堆内热量过高，使用轻水或重水作为冷却剂降低反应堆内温度。沸水堆核电站的核岛结构与压水堆、重水堆不同。如图所示，沸水堆核电站冷却轻水直接在压力容器内形成蒸汽，压水堆与重水堆还需添加稳压器与蒸发器形成二回路。
- ❑ 常规岛由汽轮机、发电机与冷却系统组成。冷却剂将反应堆中的热量转换为蒸汽输送至常规岛，蒸汽带动汽轮机转动产生机械能，机械能转递至发电机后转变为电能。蒸汽带动汽轮机后，输送至冷凝器进行液化形成新的冷却剂。

核电运营工作流程

管理层、运行层以及支持层合作完成核电运营流程，运行层的核心为电厂的运行，管理层根据反馈制定管理目标和相关管理措施，支持层则提供相关辅助

核电运营工作流程图



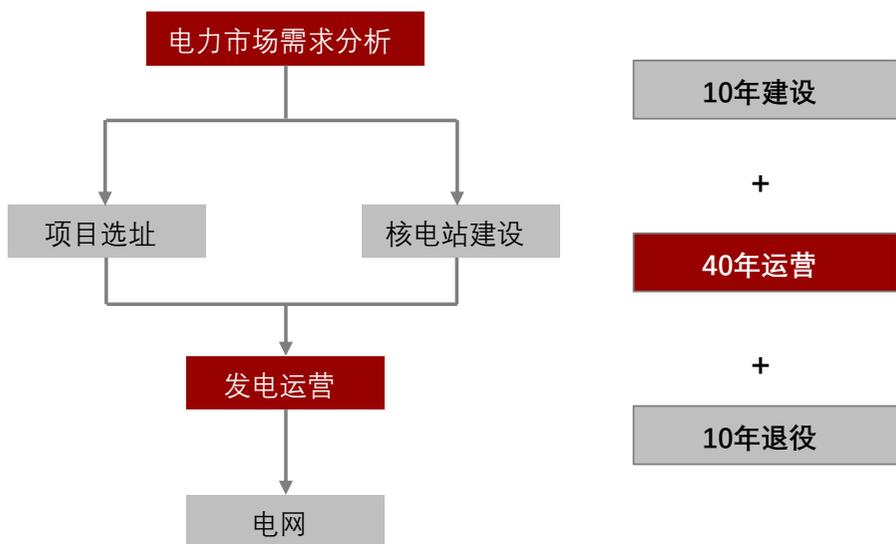
描述

- 核电站内部流程的核心为电厂的运行，通过对物质、配置及操纵员进行有效管理并保证设备可靠性，安全运行电厂并产出电力。运行层将发电成本反馈至管理层后，管理层根据反馈制定管理目标和相关管理措施，致力于优化运营模式、提升运营效率以降低核电运营成本。
- 核电核心运营还需相关支持流程，如产生核能所需的核燃料以及无法维持链式反应需从堆内卸出的乏燃料，以及核电站定期维护等。管理层、运行层以及支持层合作完成核电运营流程。

核电运营商业模式

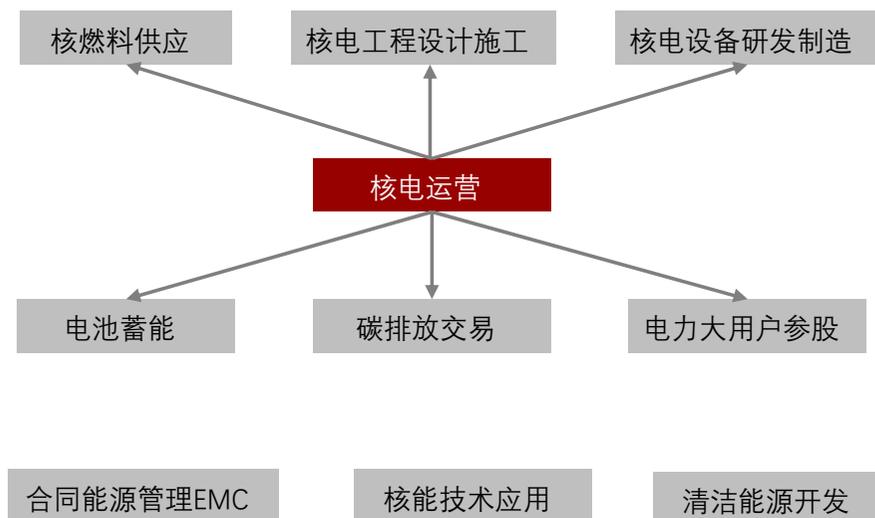
核电运营商业模式可分为单一核电站与核电企业集团两种模式。单一核电站通过销售电力获取利润，集团则采用相关多元化经营规避核电系统性风险

单一核电站商业模式



□ 单一核电站的商业模式为运营并产出电力，通过将电力资源销售至电网获取利润。核电站前期投资较大，且建设周期长达十年，回款周期长，需要通过高上网负荷摊低成本，因此选址地区尤为重要，需考虑到该地未来用电需求是否持续增长，发电量是否饱和。同时核电运营企业受政策倾斜，毛利率较高，投运后约10年开始利润稳定增长。

核电企业集团商业模式



□ 以中广核为代表的核电集团为防范核电的系统性风险，多采用相关多元化经营，在核电产业链进行扩充，如开展核电技术研发、关键设备制造研发、铀矿资源开发等，同时还会进行清洁能源开发与核技术领域拓展等降低单一核电业务带来的风险。电网企业通常采用参股的形式参与核电建设，电网企业的加入为核电运营企业带来充沛现金流。

1 核电运营概述

2 产业链分析

- 上游建设成本依托中国核电自主化已得到大幅降低
- 中游成本结构分析
- 产业链中价值量最高的环节为核电设备

3 市场分析

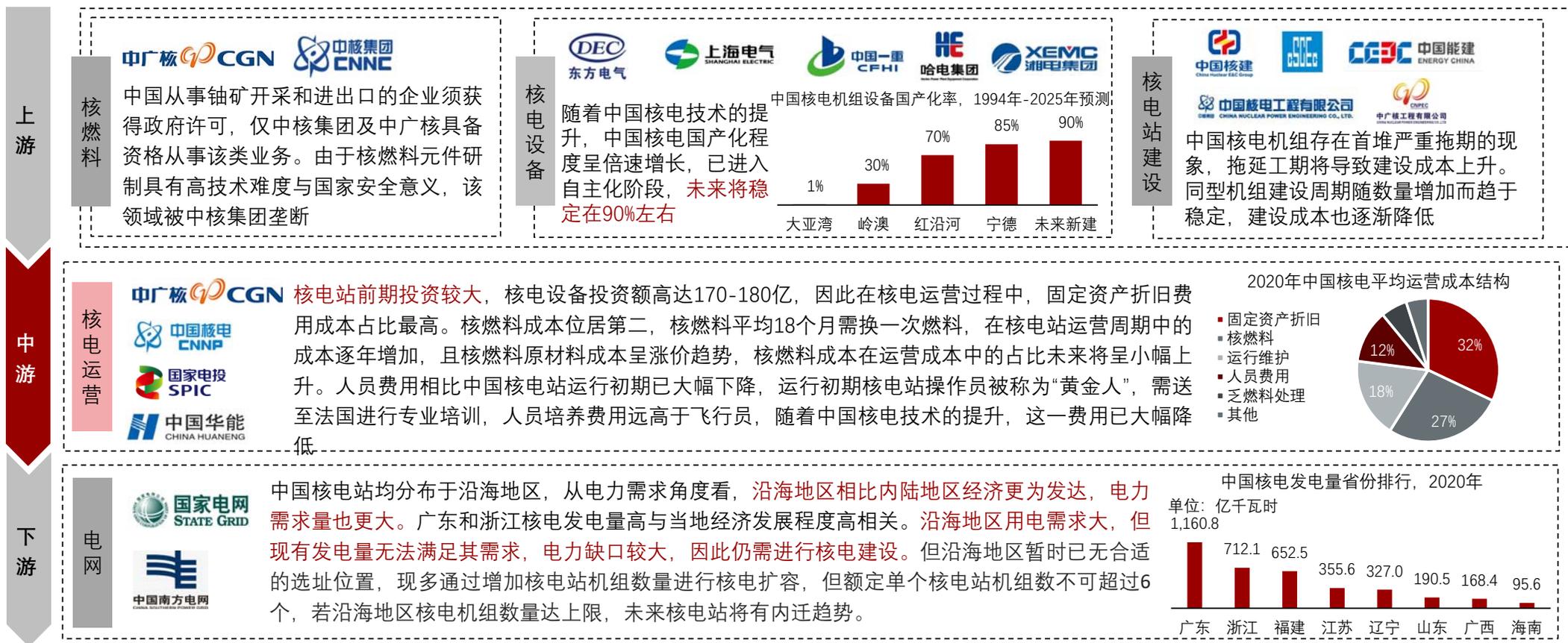
4 政策分析

5 企业对比

中国核电运营产业链——产业链图谱

核电运营产业链上游为核燃料、核电设备与核电建设，中游为核电站运营，中国仅有四家企业拥有核电运营牌照，下游为电网

中国核电运营产业链图谱



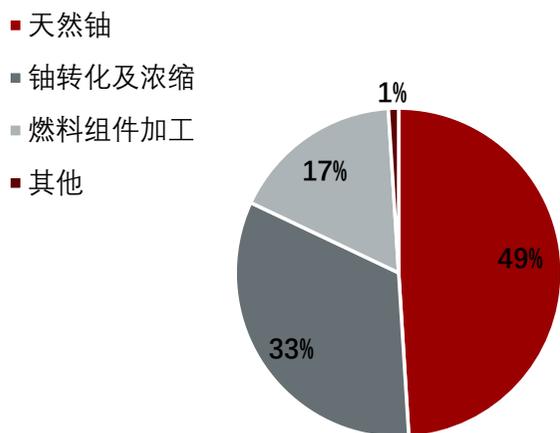
来源：头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营产业链上游——核燃料分析

核燃料的主要成本来自于铀，而中国正面临铀矿资源短缺，高度依赖资源进口的情况，中国政府正通过技术升级与海外收购的方式解决对外依存度过高问题

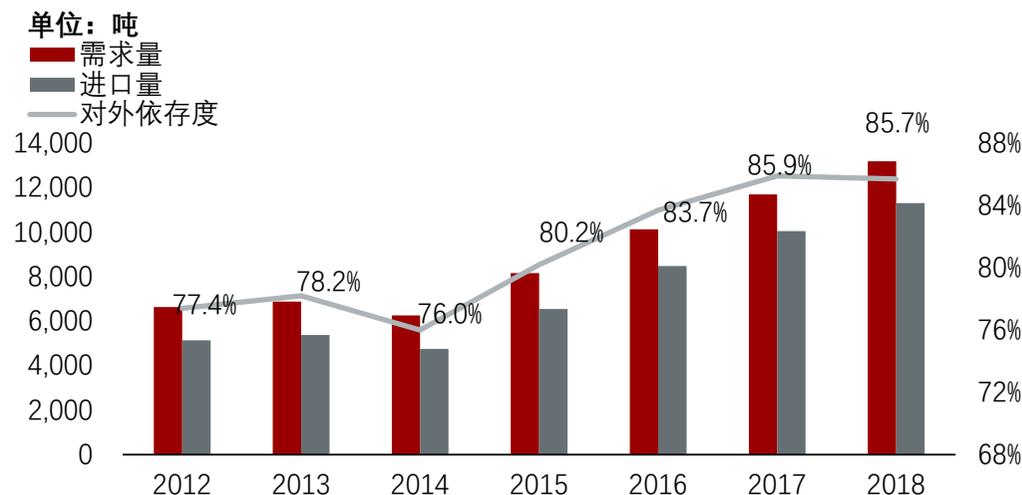
2019年核燃料成本结构图



□ 核燃料棒最核心的材料是燃料芯块，由二氧化铀组成，是裂变反应产生热量的主要原料。二氧化铀由天然铀提炼而成，铀矿需经过勘探开采、水冶、铀转化与铀浓缩等过程，最终送往核燃料加工厂制造出核燃料元件。在核燃料成本结构中，天然铀所占比例最高，达到49%。

□ 中国从事铀矿开采和进出口的企业须获得政府许可，仅中核集团及中广核具备资格从事该类业务。由于核燃料元件研制具有高技术难度与国家安全意义，中国核燃料制造由中核集团旗下的中核北方核燃料元件有限公司和中核建中燃料元件有限公司垄断，核燃料元件企业议价能力极强。

中国铀矿资源对外依存情况，2012年-2018年



□ 中国铀矿资源大部分属于非常规铀，品位低、埋藏深，且开采成本昂贵，因此中国铀资源产量较低，无法满足自身核电发展需求，在供需不平衡的情况下，只能依靠进口。中国铀矿资源对外依存度高，2017年中国铀矿资源对外依存度高达85.9%，远超50%的国际警戒线。

□ 核原料受制于国际市场将会制约中国核电行业的发展，因此中国政府着手采取以下方法解决铀资源依存度过高的问题。一是利用新技术寻找铀矿床；二是与铀矿资源丰富的国家建立合作项目；三是投资收购海外铀矿；四是大力发展第四代核电技术，减少铀资源需求量。

来源：世界核能协会、中核集团、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营产业链——上游核电设备分析

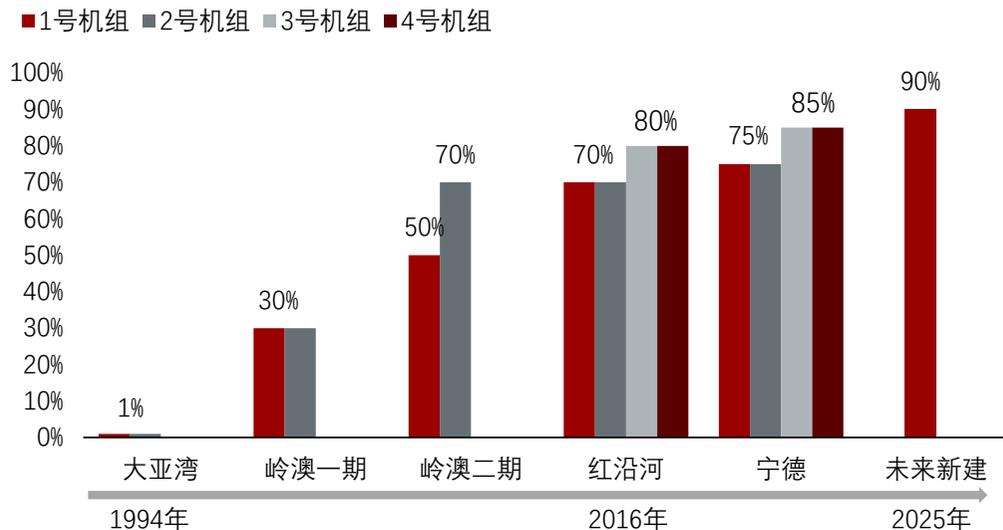
核电设备市场以国企为主导，民营企业活跃于部分细分领域，中国核电自主化主要体现于核电设备国产化率的提升，预计未来国产化率将高达90%

核电设备参与商图谱



□ 核电设备市场以国企为主导，民营企业活跃于部分细分领域。原因为核级设备护城河深：核级设备相比普通设备，技术门槛相对较高。其核级设备需具备耐辐射、耐高温的特性，并具备优异的安全性及可靠性；获取核级设备设计制造资质难度高。由于核级设备涉及公共安全问题，中国政府对于核级设备资质发放管控力度大，导致普通民营企业获取资质难度较大；核电设备供货周期长，且回款时间多为2-3年，对企业现金流造成较大压力，阻碍中小企业资金流良性循环运转。

中国核电设备国产化率提升



□ 1994年建成的的大亚湾核电站设备几乎均由法国引进，自主化程度仅为1%，随着中国核电技术的提升，中国核电国产化程度呈倍速增长，已进入自主化阶段，未来将稳定在90%左右，由于核电设备种类繁多且达上千种，且制造工艺要求较高，生产投资成本高，难以达到100%国产化。核电设备国产化程度的提升降低核电设备采购成本从而降低核电运营成本，以核级阀门为例，国产核级阀门价格仅为进口核级阀门的11.5%。

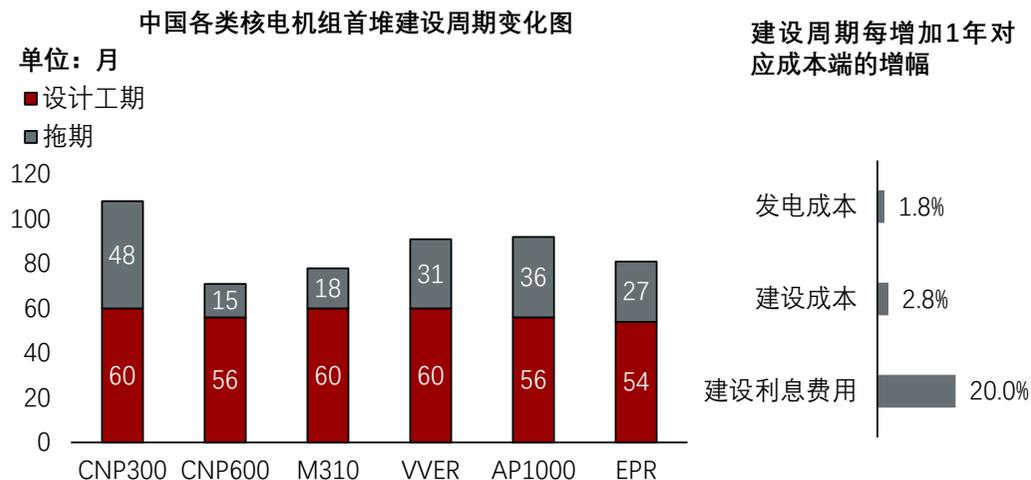
来源：中国核能行业协会、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营产业链——上游核电建设分析

中国核电机组普遍存在首堆严重拖期的现象，但随着批量化建设的推进，同型机组建设周期随数量增加而趋于稳定

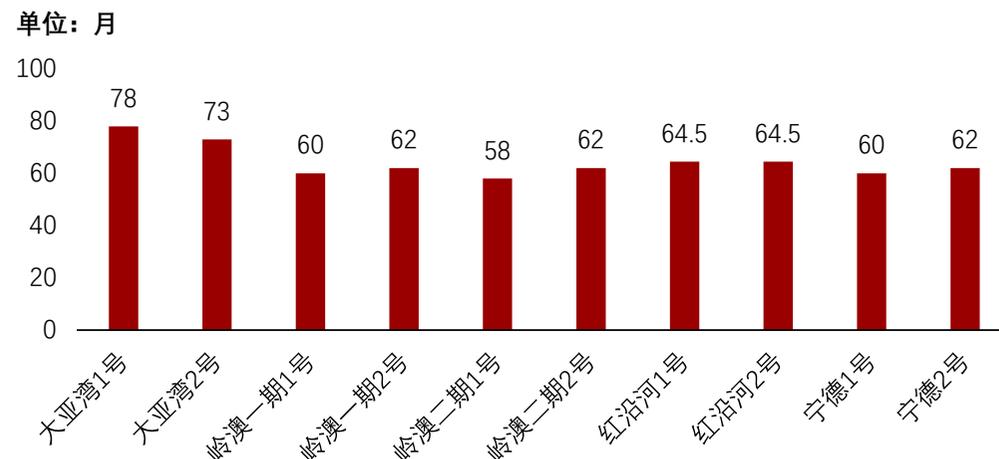
中国核电建设周期



□ 中国核电机组除秦山三期重水堆外，其余所有类型压水堆均存在首堆严重拖期的现象。中国自主研发的CNP300压水堆核电站建设工期长达108个月，且拖期最为严重，高达48个月。即使是从法国引进的成熟且已批量化生产的M310技术，中国首堆拖期时间也达到15个月。

□ 各类型压水堆首台机组建设均存在工期拖延的原因为，首堆建设存在设计变更、关键设备制造不过关的问题，设备反复加工检测将耗费一定时间，且首堆建设缺乏施工经验，将会导致重复施工延误工期。延误工期将带来建设成本的增加。

M310/CRP系列核电机组建设周期



□ 同型机组建设周期随数量增加而趋于稳定。以M310/CRP系列机组为例，该系列已形成批量化建设，首批机组大亚湾的平均工期为75.5个月，后续批次则基本维持在61个月，建设周期随机组数量增加呈现工期逐步下降并趋于稳定的趋势。

□ 核电建设周期时长逐渐稳定原因为核电站批量化建设使得同种技术的工程设计逐渐实现标准化，且关键设备国产化水平提高，设备制造和工程建设技术成熟度提升，建设经验得到累积。

来源：国家能源局、头豹研究院

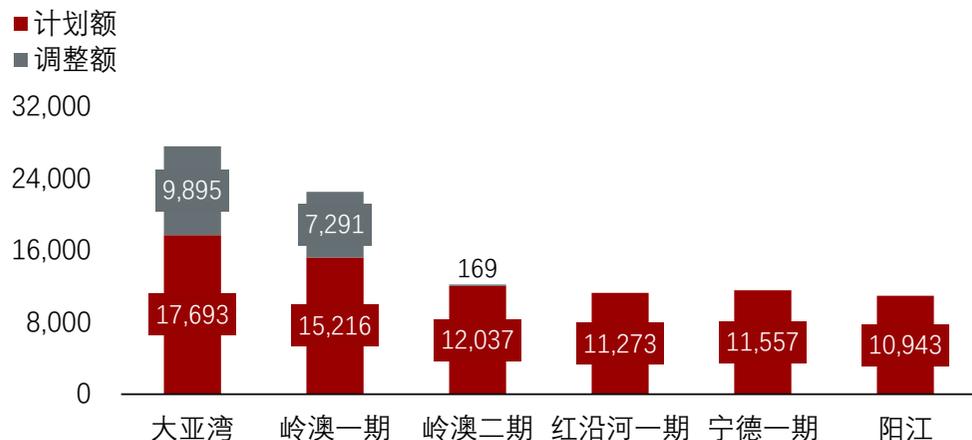
©2021 LeadLeo

中国核电运营产业链——上游核电建设分析

同类型机组投资成本随机组建设数量增加而减少，随着三代机组的推广，中国核电平均建设成本将面临先上升后下降的趋势

中国核电机组建设成本变化

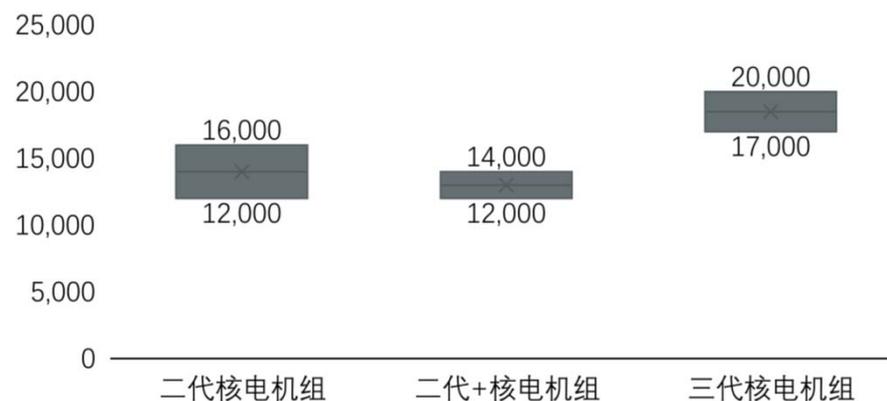
单位：元/千瓦



- 中国同类型机组投资成本随机组建设数量增加而减少。以M310/CPR系列核电机组为例，从法国引进的首批机组投资额高达2.7万元/千瓦，批量建设后，该类型机组建设成本大幅下降。
- 成本下降的原因：设备国产化程度的提高降低设备采购成本，核电技术的国产化水平提升则降低核电机组设计费；批量化建设使得建设实现标准化，并有效减少工程建设费用；批量化建设缩短建设周期，节省建设利息费用。

中国不同核电技术的建设成本对比

单位：元/千瓦



- 中国二代+核电机组是对二代核电机组进行核电技术优化与国产化提升，二代+核电技术体现为中国自主设计、自主制造、自主建设与自主运营，受益于国产化替代，二代+核电机组建设成本相比二代核电机组建设成本略有下降。三代核电技术在提升发电效率与单机组容量的同时，更注重安全性能的提升，三代机组相比二代机组对安全装备的需求量更大，且三代机组处于起步阶段，研发费用更大，因此三代机组相比二代机组的建设成本更高。

来源：国核科学技术研究院、头豹研究院

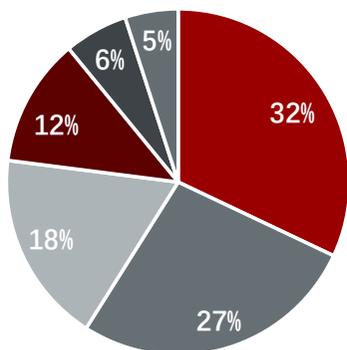
©2021 LeadLeo

中国核电运营产业链——中游分析

核电运营成本中固定资产折旧占比最高，原因为核电站前期投资较大，同时乏燃料后处理也是运营企业需要解决的问题

2020年中国核电平均运营成本结构

- 固定资产折旧
- 核燃料
- 运行维护
- 人员费用
- 乏燃料处理
- 其他



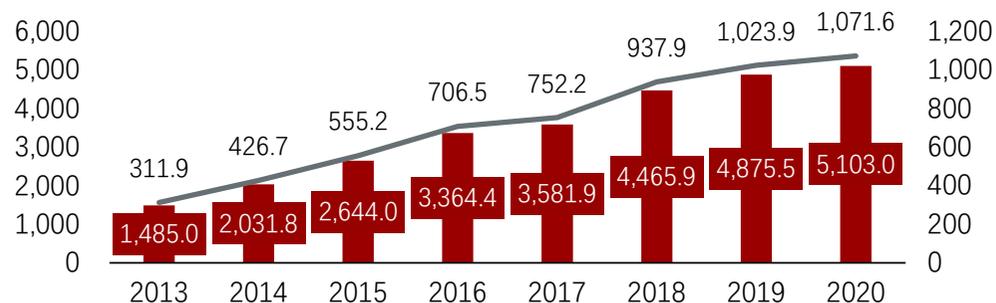
- **核电站前期投资较大**，核电设备投资额高达170-180亿，因此在核电运营过程中，固定资产折旧费用成本占比最高。核燃料成本位居第二，核燃料平均18个月需换一次燃料，在核电站运营周期中的成本逐年增加，且核燃料原材料成本呈涨价趋势，核燃料成本在运营成本中的占比未来将呈小幅上升。
- 人员费用相比中国核电站运行初期已大幅下降，运行初期核电站操作员被称为“黄金人”，需送至法国进行专业培训，人员培养费用远高于飞行员，随着中国核电技术的提升，这一费用已大幅降低。

中国新增乏燃料规模估计，2013年-2020年

单位：万千瓦

单位：吨

- 核电设备容量
- 产生乏燃料数量



- 如何处理运营过程中产生的乏燃料是核电企业在运营后端需考虑的问题。据估计，2020年中国乏燃料产生量已达1,071.6吨，而乏燃料后处理能力仅为50吨，无法满足处理需求。且根据中国核电发展规划，到2030年，每年将产生乏燃料近2,000吨，累积乏燃料约24,000吨。
- 由于中国在核工业发展前期更注重前端核能开发，忽视后端环保处理技术，截止至2021年，中国仍未形成后处理工业能力，且离堆贮存能力也趋于饱和。乏燃料处理短期内是制约中国核电发展的因素。乏燃料后处理厂建设周期长，平均建设周期为10年，短期内乏燃料处理需求难以满足。

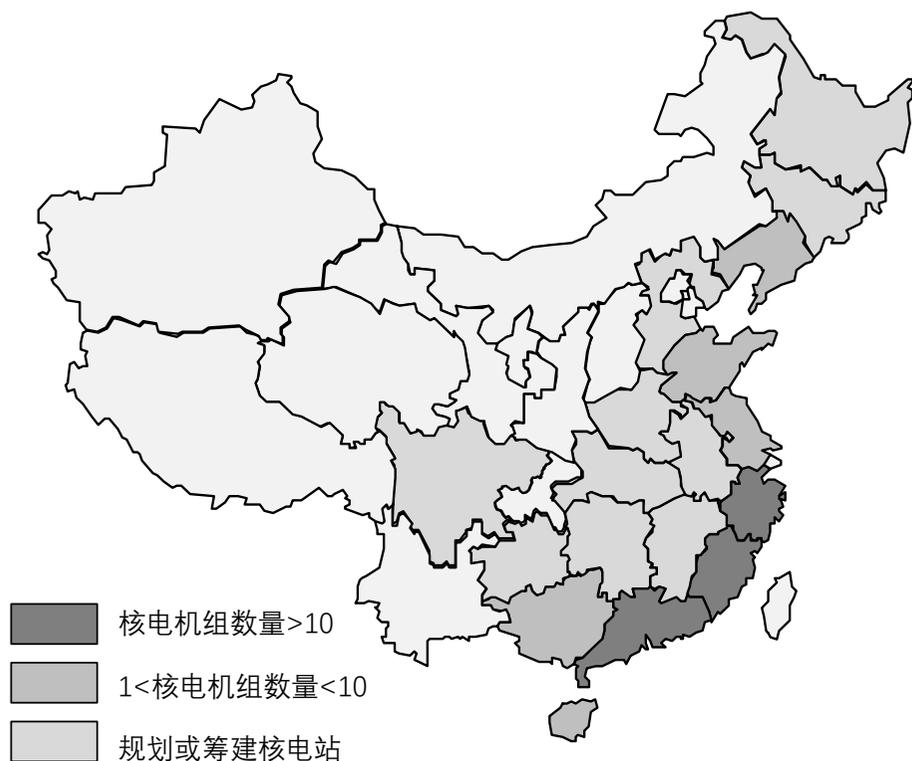
来源：中国核电年报、中广核年报、Wind、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营产业链——下游输电现状

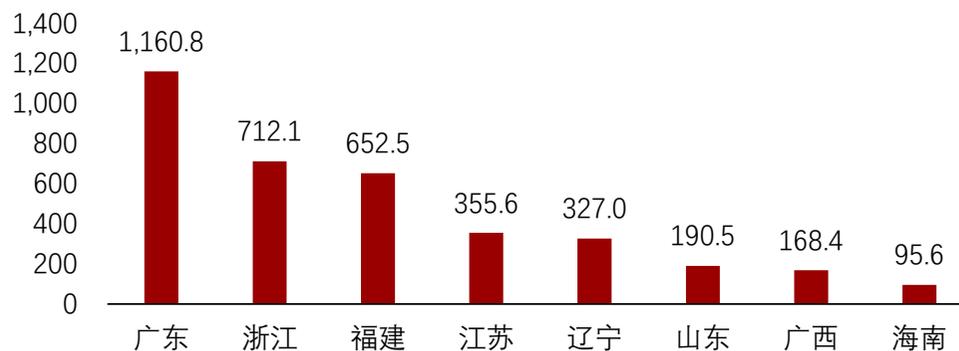
中国核电站均分布于沿海地区，原因为沿海地区电力需求大和沿海地区更利于核电站废水排放处理，但随着内陆地区经济体崛起，核电站将呈现内迁趋势

中国核电站分布与建设规划图，2021年



中国核电发电量省份排行，2020年

单位：亿千瓦时



头豹洞察

- 中国核电站均分布于沿海地区，从电力需求角度看，沿海地区相比内陆地区经济更为发达，电力需求量也更大。广东和浙江核电发电量高与当地经济发展程度高相关。
- 沿海地区用电需求大，但现有发电量无满足其需求，电力缺口较大，因此仍需进行核电建设。但沿海地区暂时已无合适的选址位置，现多通过增加核电站机组数量进行核电扩容，但额定单个核电站机组数不可超过6个，若沿海地区核电机组数量达上限，未来核电站将有内迁趋势。

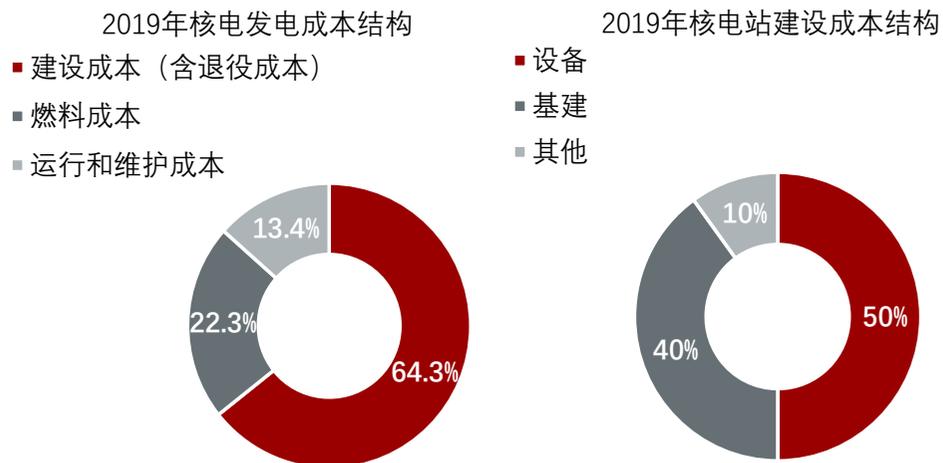
来源：中国核电信息网、Wind、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营产业链——价值分布

核电运营产业链中核电设备为价值量最高的环节，毛利率也相对较高，核电运营企业多通过与设备供应商采取深度合作的方式参与设备制造

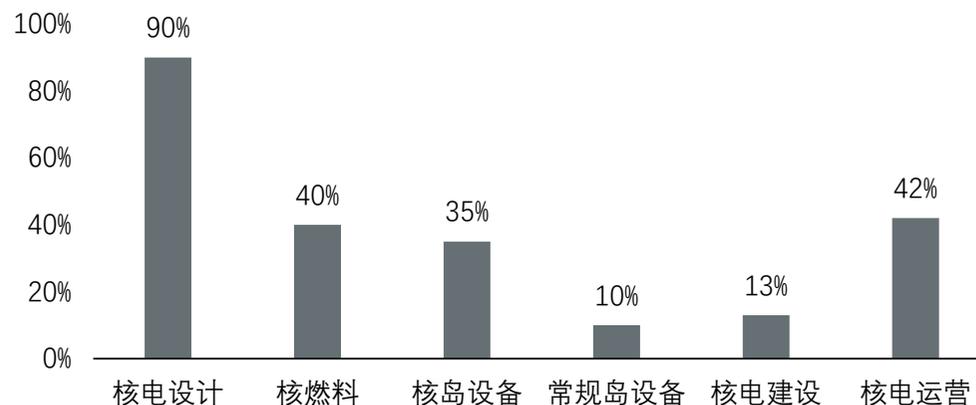
产业链各环节成本占比，2019年



□ 核电建设在核电发电成本中占比最高，达到64.3%，其中在核电建设成本中，核电设备占比最高，是核电发电成本中价值量最高的环节。核电运营商在核电设计、核电建设与核燃料环节均有布局，但并未布局核电设备制造环节，其原因为核电设备制造环节所需器械成本过高，且核电运营企业相比传统重型机械生产企业优势弱。

□ 核电运营企业与核电设备供应商多采取深度合作的方式，以中核集团为例，中核集团为中国一重、东方电气等核电设备供应商提供技术扶持，并提供工艺改进方案，全过程跟踪参与，帮助核电设备国产化，因此不存在设备供应商议价能力强的情况。

产业链各环节毛利率对比，2020年



□ 核电设计是核电产业链环节中准入门槛最高的环节，核电设计人员需在核电领域拥有较为丰富的工作经验积累与较高的专业知识水平，该领域市场中核集团为主导，其原因为中核集团自五十年代深耕核能研究领域，具有人才储备优势。核岛设备制造工艺复杂、技术壁垒高，市场参与者较少，主要以国企为主导，民企仅参与部分部件的制造，因此核岛设备毛利率普遍较高，而大部分常规岛设备无特殊的技术要求，竞争相对激烈，因此毛利率水平较低，平均毛利率仅为10%。核电运营毛利率较高的原因为中国政府多根据核电发电成本制定电价，为鼓励清洁能源发展，政府会制定利于核电运营企业创收的上网电价。

2021年 中国核电运营行业 概览

1 核电运营概述

2 产业链分析

3 市场分析

- 核电相比风电、光伏具有高效率与经济性
- 核电运营市场规模

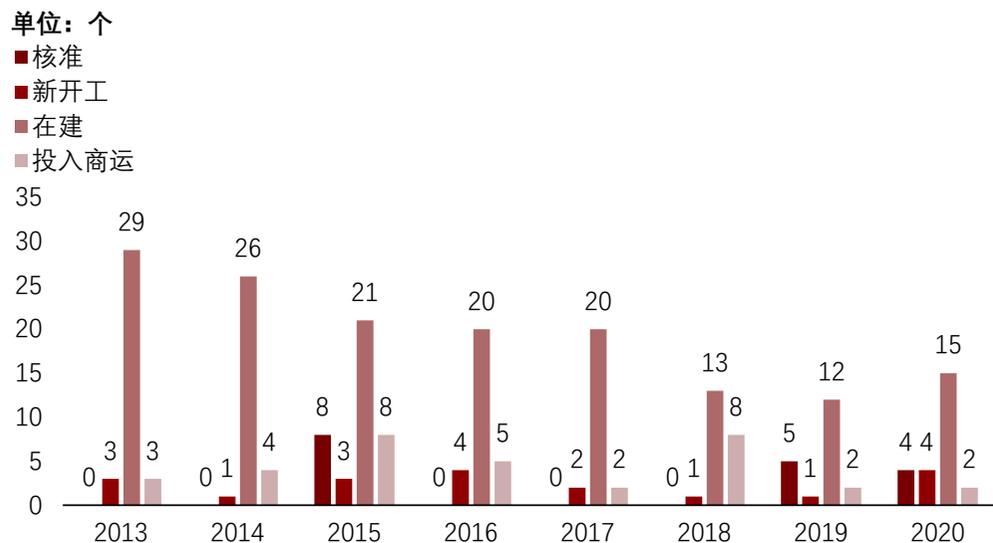
4 政策分析

5 企业推荐

中国核电市场——市场现状

2011年日本福岛核泄漏事件后，中国核电产业进入缓慢增长阶段，直至2019年核电项目重启，中国核电产业才迎来曙光

中国核准、开工、在建与投入商运核电机组数量，2013-2020年



□ 2011年日本福岛核泄漏事件后，中国核电项目审批进入停滞状态，直到2015年才开始重启核电项目审批，但受到民众与部分专家的反，在2016年后核电审批再次陷入停滞状态，且内陆在建核电站均为停工状态。碳中和目标的提出，使核电产业重见曙光，预计在十四五期间，中国每年核电项目核准数量将达6-8个。

中国核电发电量与装机容量，2014年-2025年预测



□ 中国核电产业自2011年后呈缓慢发展趋势，由于核准与开工机组数较少，核电在建装机容量持续缩小，2020年核电发电量与装机容量同比增长率仅为5%与2%，相比风电、光伏等新能源，核电装机容量增速较慢。随着核电项目的重启，中国核电装机容量有望在2025年达到7,000万千瓦。

来源：Wind、中国核能行业协会、头豹研究院

©2021 LeadLeo

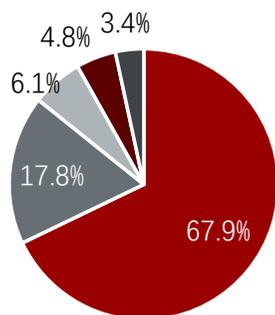
中国核电市场——市场前景

相比风电与光伏，核电因其经济性与高效率，更适合替代火电成为主流发电能源，核电是解决沿海地区发电量不足的问题的最优选择

中国电力市场结构，2020年

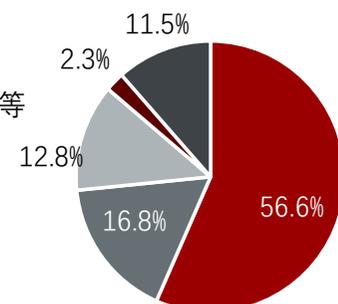
2020年中国电力供给结构

- 火电
- 水电
- 风电
- 核电
- 太阳能等



2020年中国装机容量结构

- 火电
- 水电
- 风电
- 核电
- 太阳能等



□ 核电在中国电力市场中占比较低，2020年核电发电量仅占4.8%。但通过对比核电与风电、光伏等新能源发电装机容量，可发现核电发电效率远高于风电与光伏。且在占地面积相同的情况下风电与光伏单个发电站容量仅为3-10万千瓦，单个核电站装机容量可达100万千瓦。同时，风电与光伏成本分别为52.9元/万千瓦时与86元/万千瓦时，而核电成本远低于风电光伏仅为39.5元/万千瓦时，**相比风电与光伏，核电因其经济性与高效率，更适合替代火电成为主流发电能源。**水电经济性与发电效率虽高，但中国将面临水电剩余可开发资源有限的问题，水电难以满足日益增长的用电需求。

中国沿海省份用电量与发电量对比，2019年

单位：亿千瓦时

■ 用电量 ■ 发电量



□ 中国沿海省份普遍存在发电量低于用电量的问题，电力供给存在缺口，当下多通过从西部地区输送电力填补缺口，但远程输电成本过高，以云南输送至广东为例，平均输电成本高达0.192元/千瓦时，严重挤压送出端上网电价，进而挤压云南当地财政收入。沿海地区剩余可用地面积较少，因此核电是当下解决沿海地区发电量不足的问题的最优选择，**现多通过增加沿海核电站运行机组数量进行电力扩容。**

来源：Wind、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电市场——行业痛点

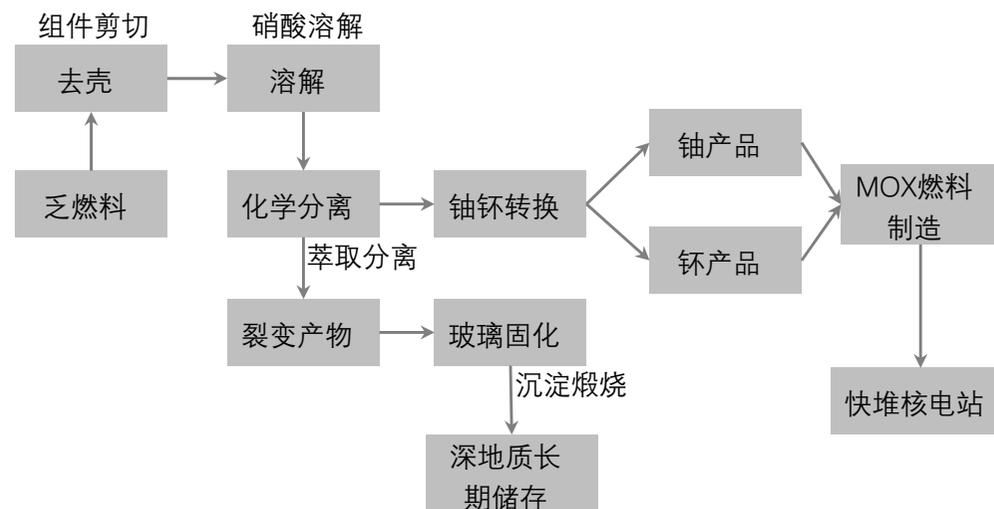
核电市场发展的主要痛点来自于民众对于核能安全性的顾虑，国际核事故影响深远导致民众对核电具有排斥心理。乏燃料后处理产业成熟度较为弱势也已成行业痛点之一

核能安全性顾虑

核事故	后续影响
1979年美国三哩岛核泄漏事故	美国民众对核电的信心受到相当大的打击，对核泄漏和核武器试验会带来的核辐射产生强烈担忧，从而引发反核运动。美国政府声称核能应当作为最后一种可供选择的能源，自三里岛事件后， 美国再未新建核电站
1986年前苏联切尔诺贝利核事故	经济损失达2,000亿美元， 造成 840 万人受辐射影响 ，15.5万平方公里的土地受到污染，事发地方圆 30 公里至今荒无人烟，数万人在随后的几年中面临罹患癌症、白血病甚至死亡的威胁
2011年日本福岛核泄漏事故	全球多地测量到微量放射性物质，大量放射性同位素释入太平洋，截止至2020年底，仍有4.3万福岛人在外避难。福岛核电站至今仍日均产出180吨高浓度放射性污染水，将再次威胁太平洋环境安全

□ 核事故对社会造成严重影响，使得民众对核能产生抵触心理，并且“谈核色变”，如何打消民众对核能的顾虑是中国乃至全球核电发展的重要痛点。三代核电技术相比二代核电技术更多的是安全性能上的提升，核电事故发生率虽已低于 10^{-7} ，但潜在的安全风险难以避免，导致其市场下游接受度存在一定上升空间。

乏燃料循环



头豹洞察

□ **中国乏燃料处理技术与核能技术发展进度不匹配**。其因为前期核军工如原子弹、核潜艇所产生的核废料量较少，乏燃料后处理不足以引起核能企业重视，在核电站的建设导致乏燃料体量激增后，中国企业才开始进行乏燃料后处理技术研究，乏燃料后处理产业成熟度较为弱势。在环保方面，2018年后中国环保政策趋严，乏燃料监管力度持续加强，乏燃料循环成为困扰中国核电企业的关键问题。

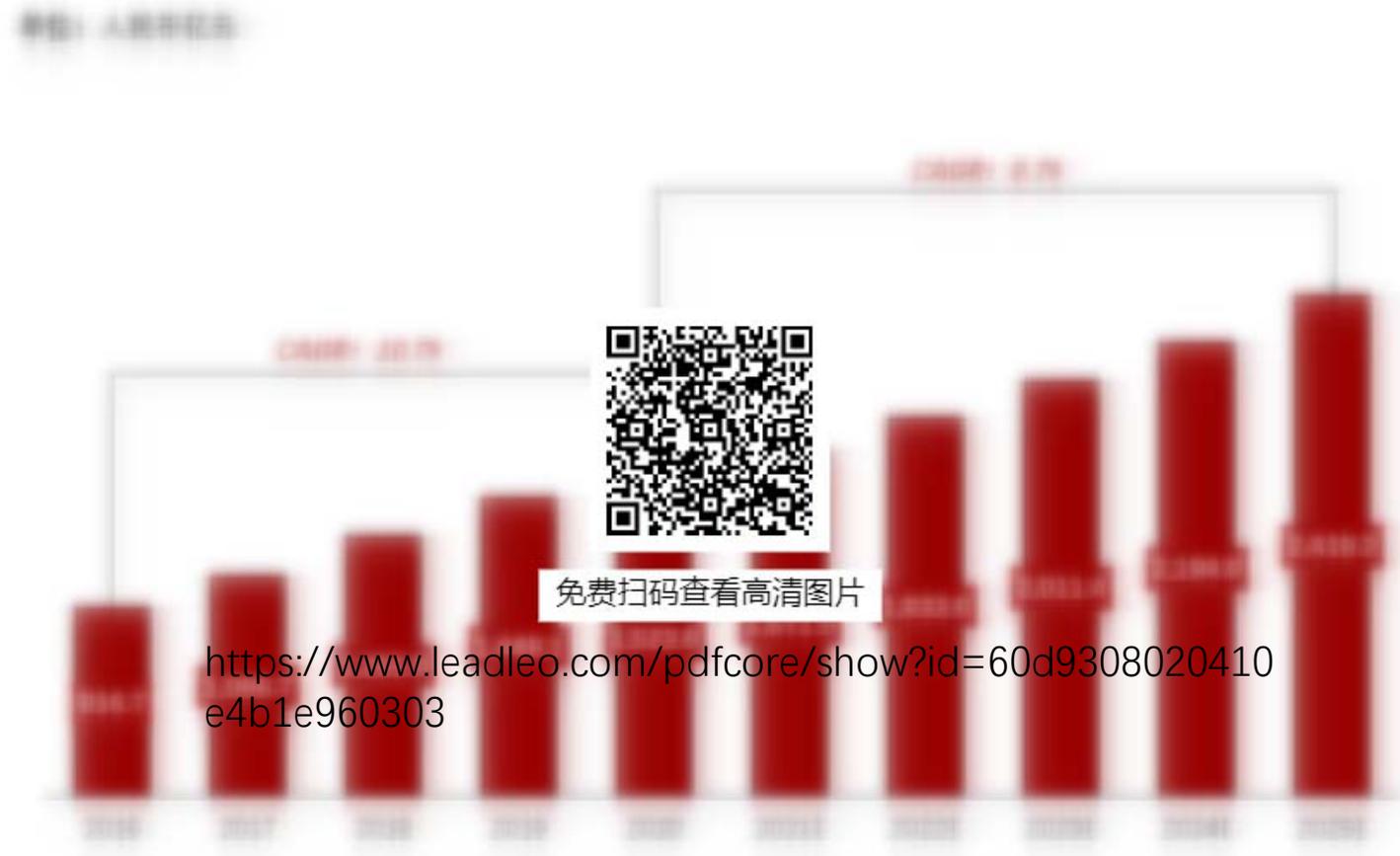
来源：清华大学核学院、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营行业市场规模

碳中和目标的提出将带动中国核电运营市场规模持续扩容，中国核电运营市场预计在2025年达到2,419.3亿元，未来五年复合增长率达9.7%

中国核电运营市场规模（以发电量计算），2016-2025年预测



头豹洞察

- ❑ 核电运营市场规模将由核电发电量与核电平均上网电价的乘积得出。
- ❑ 中国2020年核电发电量达3,662.5亿千瓦时，装机容量达5,102.7万千瓦。根据中国核电规划到2025年，预计中国核电在运装机达7,000万千瓦。
- ❑ 随着核电技术与核电运营熟练程度提升，核电发电效率逐年上升，预计在未来五年，核电每千瓦装机的发电量将上涨2-3%，2025年中国核电发电量有望达到5,786亿千瓦时。
- ❑ 中国核电上网标杆电价为0.43元/千瓦时，随着二代核电站的批量建设，核电发电成本已得到一定程度的降低，近两年核电平均上网电价约降低至0.416元/千瓦时，但随着安全性能更高的三代核电站投入建设，核电上网电价需重新核算调整，三代核电站初步定价为0.5元/千瓦时，因此核电上网电价将根据二代堆与三代堆运行数量占比进行简单调整。
- ❑ 据预测，2025年中国核电运营市场规模将达到2419.3亿元，未来五年复合增长率达9.7%。

来源：中国核能行业协会、头豹研究院

©2021 LeadLeo

2021年 中国核电运营行业 概览

1 核电运营概述

2 产业链分析

3 市场分析

4 政策分析

□ 中国政府出台相关政策规范核电运营以保证其安全性

5 企业对比

中国核电行业相关政策分析——国家政策规范并促进行业发展

中国政府陆续出台多个政策规范核电运营，以保证其安全性，同时政府对于低碳排放及推广清洁能源的要求将促进核电产业发展

中国核电行业相关政策，2018年-2021年

政策名称	颁布日期	颁布主体	政策要点
《“十四五”规划和2035远景目标》	2021.03	中共中央国务院	建成华龙一号、国和一号、高温气冷堆示范工程，积极有序推进沿海三代核电建设。推动模块化小型堆、60万千瓦级商用高温气冷堆、海上浮动式核动力平台等先进堆型示范。
《清洁能源消纳情况综合监管工作方案》	2021.03	国家能源局	督促地区和企业严格落实国家清洁能源政策，监督检查清洁能源消纳目标任务和可再生能源电力消纳责任权重完成情况；规范清洁能源电力参与市场化交易，完善清洁能源消纳交易机制和辅助服务市场建设；促进清洁能源消纳，推动清洁能源行业高质量发展。
《全面放开经营性电力用户发用电计划》	2019.06	国家发展和改革委员会	研究推进保障优先发电政策执行，重点考虑核电、水电、风电、太阳能发电等清洁能源的保障性收购。核电机组发电量纳入优先发电计划，按照优先发电优先购电计划管理有关工作要求做好保障消纳工作。鼓励经营性电力用户与核电、水电、风电、太阳能发电等清洁能源开展市场化交易，消纳计划外赠送清洁能源电量。
《关于加强核电标准化工作的指导意见》	2018.08	国务院办公厅	加强自主创新，优化完善核电标准体系。提升标准自主化水平。以核岛机械设备领域为切入点，重点开展标准技术路线统一专题研究，统筹考虑核电安全性、经济性及工业基础和监管体系，加强试验验证，制定自主统一的核岛机械设备标准。加强政策引导，推动核电标准广泛应用。深化国际合作，扩大核电标准国际影响。强化能力建设，支撑核电标准长远发展。
《关于进一步加强核电运行安全管理的指导意见》	2018.05	国家发展改革委	牢固树立安全第一意识，完善核安全文化体系，深入推进核安全文化建设，与安全管理工作深度融合，不断提高全员核安全文化水平。充分汲取运行事件经验反馈和国内外同行经验教训，扎实有效开展常态化、机制化的评估、检查和改进行动，追求卓越，持续提高安全绩效。严格执行核电厂运行报告制度，建立开放共享的经验反馈体系，在行业内共享良好实践和经验教训，促进行业安全管理水平共同提升。

来源：中国政府网、头豹研究院

©2021 LeadLeo

2021年 中国核能运营行业 概览

1 核电设备概述

2 产业链分析

3 市场分析

4 政策分析

5 企业对比

- 中核集团
- 中广核
- 国家电投

中国核电运营企业介绍

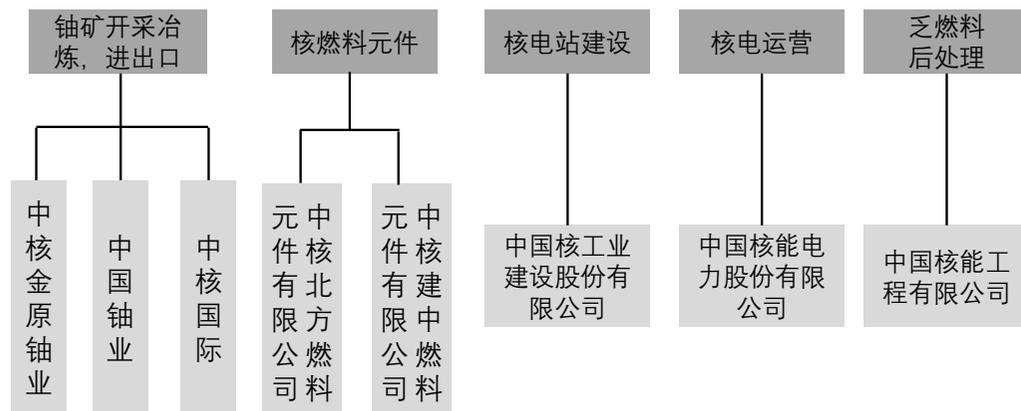
中核集团与中广核集团为中国核电运营的两大龙头企业，中核集团在核工业与核电上下游全面布局，中广核则逐步发展成以核电业务为主，风电、太阳能等业务为辅的综合清洁能源集团

中国核工业集团有限公司

企业介绍

- 中国核工业集团有限公司（以下简称“中核集团”）1999年由多家核能领域企业、科研院所合并组成，是经国务院批准组建、中央直接管理的国有大型企业。中核集团在核电技术研究、核电投资开发、核燃料循环、核技术应用、核环保工程核电上下游领域从事科研开发、设计、建造和生产经营，及对外经济合作和进出口业务。中核集团与中广核集团合力研发的“华龙一号”核电技术是中国第三代先进大型压水堆的典型代表。

中核集团核电产业图

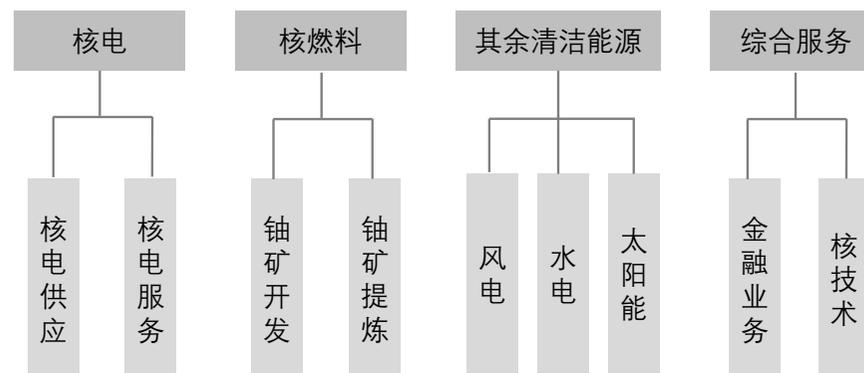


中国广核集团有限公司

企业介绍

- 中国广核集团有限公司（简称“中广核”），成立于1994年，由多家核电、核工程建设相关企业合并组成。中广核最初以大亚湾核电站建设运营加入核电行业，经历四十余年发展，形成“以核养核，滚动发展”的循环机制，建立与国际接轨的、专业化的核电生产、工程建设、科技研发、核燃料供应保障体系，并逐步深入风电、太阳能等清洁能源业务领域，发展成以核电业务为主，风电、太阳能等业务为辅的综合清洁能源集团。

中广核产业图



来源：中核集团官网、中广核官网、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营企业介绍

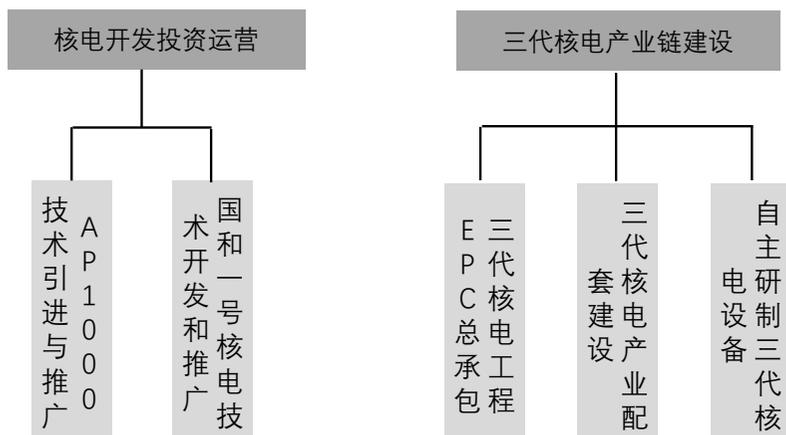
国家电投与中国华能属中国核电运营行业后入军，进入核电市场时间较晚，规模较小，但在未来有望抢占一定市场份额

国家电力投资集团有限公司

企业介绍

- 国家电力投资集团有限公司（以下简称“国家电投”）成立于2015年5月29日，经国务院批准，由中电投与国家核电重组而成，是中国五大发电集团之一。国家电投主要承担三代核电引进、消化、吸收、再创新的战略任务。国家电投同时是“能源工业互联网”平台建设任务的主责单位，也是国务院国资委确定的国有资本投资公司试点企业。

国家电投核电产业图



来源：国家电投官网、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国华能集团有限公司

企业介绍

- 中国华能集团有限公司（简称“中国华能”），成立于1985年，拥有30余年电力从业历史，在火电、水电、风电、太阳能发电等领域均达到行业领先地位。截至2020年底，中国华能全资及控股电厂装机19,733万千瓦，在电力工程研究、电力设施研发、电力系统整合的等方面具备一定历史积累，中国华能在2020年正式成为中国第四家具备控股建设大型压水堆项目资质的核电集团。（注：中国华能进入核电市场时间过短，此处不参与核电运营企业比较）

中国华能核电产业发展历程



中国核电运营企业对比——运营能力

中核集团在核电技术与人才储备方面有一定优势，该优势得益于中核集团在核能技术方面的历史积累，中核集团下属的多家核能研究所为其核心竞争力

核电运营企业运营能力对比

	中核集团	中广核	国家电投
核电技术	自主知识产权三代核电技术“华龙一号” 四代高温气冷堆核电技术 多功能模块化小型堆	自主知识产权三代核电技术“华龙一号” ACPR系列小型堆 核级数字化仪控系统产品平台和睦系统	引进并消化AP1000三代核电技术； 在AP1000的基础上自主研发三代核电“国和一号”
人才储备	中核集团拥有23所核能研究院，涵盖核工业所有技术专业，且多家研究所成立时间超过40年，核能专家经验丰富；中核集团专业技术人才达4.1万人，中国科学院、工程院院士17人，核电运维工匠2,000人	中广核拥有7个核能研究中心，覆盖核燃料、核电运维与核电建设；中广核专业技术人员数为1.6万人，占比高达92.2%，操纵员人数为1,370人，高级管理团队均在核电行业从业20年以上	科研人员达6,000人，学科带头人数量在200人以上，国家“千人计划”专家6人，青年“千人计划”1人，“百千万人才工程”5人；外部联合企业、科研院所和高校近2万名科研人员
WANO综合指数	WANO综合指数满分机组数：15台 先进值占比：74.5%	WANO综合指数满分机组数：13台 先进值占比：72.6%	WANO综合指数满分机组数：1台
乏燃料处理	成功研制大型乏燃料运输容器 研发乏燃料干贮容器 与清华联合成立核燃料循环研究院	成功研发乏燃料贮存格架 部分交由中核集团处理	主要交由中核集团处理

来源：中核集团官网、中广核官网、国家电投官网、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营企业对比——荷载能力

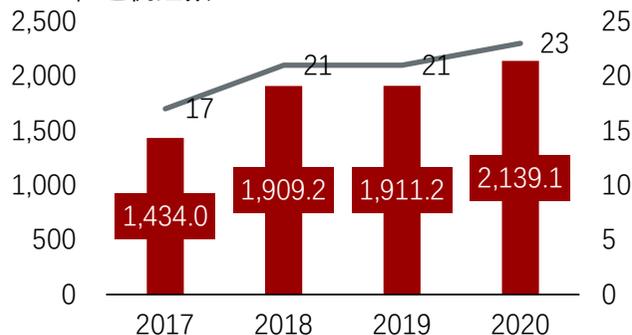
中广核的荷载能力居中国运营行业第一，中广核在运装机容量与在建装机容量最高，预计该优势短期内将继续维持

核电运营企业荷载能力对比

中核集团

单位：万千瓦

■ 在运装机量
— 在运机组数

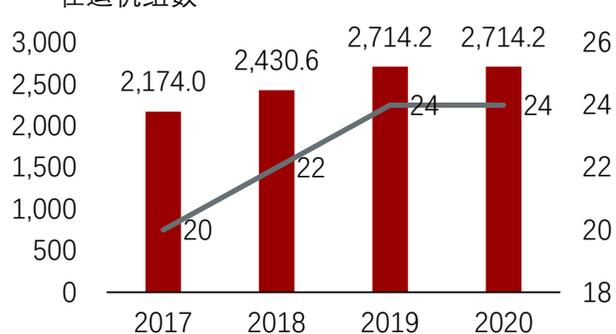


□ 中核集团在运装机容量占中国核电总装机容量的42.88%，中核集团与中广核几乎平分中国核电市场，中核集团装机容量低于中广核的原因，中核集团的核电单机容量小于中广核，2017年后中广核投产的核电机组单机容量均超过110万千瓦，而中核集团部分单机容量低于100万千瓦。

中广核

单位：万千瓦

■ 在运装机容量
— 在运机组数

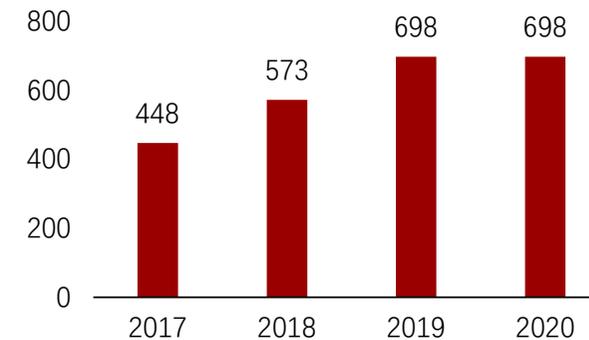


□ 中广核在运装机容量居中国核电运营企业之首，核电站数量与中核集团几乎持平但装机容量远大于中核集团，其在运装机容量占中国核电总装机容量的54.42%。且在建装机容量为821万千瓦，远高于中核集团在建装机容量，意味着在未来五年，中广核都将维持中国核电装机量第一的地位。

国家电投

单位：万千瓦

■ 在运装机容量



□ 国家电投由于进入核电市场时间较晚，因此装机容量相比中广核与中核集团较少，且相比进行大规模核电站建设，国家电投更主要的任务为吸收国外先进技术并促进中国核电技术发展，因此前期核电装机扩容速度慢，随着国家电投核电技术逐渐成熟，将进行核电批量化建设。

来源：中核集团官网、中广核官网、头豹研究院

©2021 LeadLeo

中国核电运营企业对比——成本把控

中核集团与中广核成本把控方向不同，中核集团对于成本的把控更多体现在运行维护成本与燃料成本，而中广核对于成本的把控更多体现在核电建设

核电运营企业成本把控能力对比

中国核电成本结构，2019-2020年

单位：亿元

- 固定资产折旧
- 燃料成本
- 运行维护成本
- 人员费用
- 其他成本



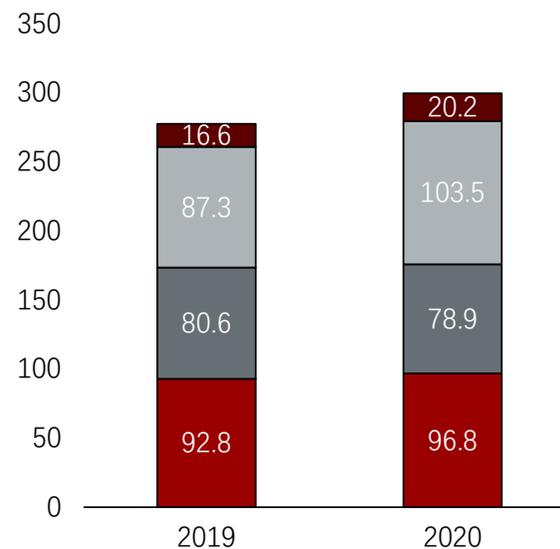
头豹洞察

- 中核集团对于成本的把控更多体现在运行维护成本与燃料成本，因为中核集团在核能领域有一定的历史积累，拥有较为熟练的专业技术人员，通过核电技术创新可有效减少核电站运营期间的成本。
- 中核集团通过与核电设备生产商进行深度合作，并帮助其进行工艺改进可间接降低其核电建设成本，随着核电设备国产化程度的提高，新建核电站的建设成本可得到有效降低。

中广核电力成本结构，2019-2020年

单位：亿元

- 乏燃料处理成本
- 运行维护及其他成本
- 燃料成本
- 固定资产折旧



头豹洞察

- 中广核对于成本的把控更多体现在核电建设。中广核建立较为完善的建设期管理模式，有效控制核电建设成本，因此中广核的固定资产折旧成本相对中核集团较少。
- 但中国核燃料组件制造与乏燃料处理主要由中核集团负责，核燃料受制于人导致中广核难以做到此方面的成本把控。但随着核燃料资质的逐渐放开，中广核在此方面的成本把控能力可能略有上升。

注：由于国家电投未公布成本结构，此处未进行对比

来源：中核集团年报、中广核年报、头豹研究院

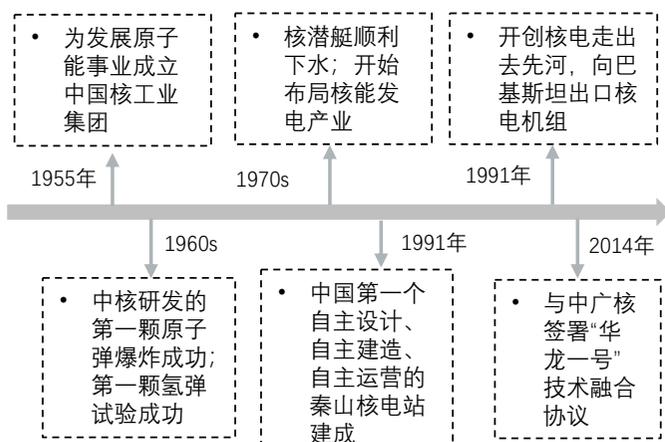
©2021 LeadLeo

中国核电运营企业对比——发展路径

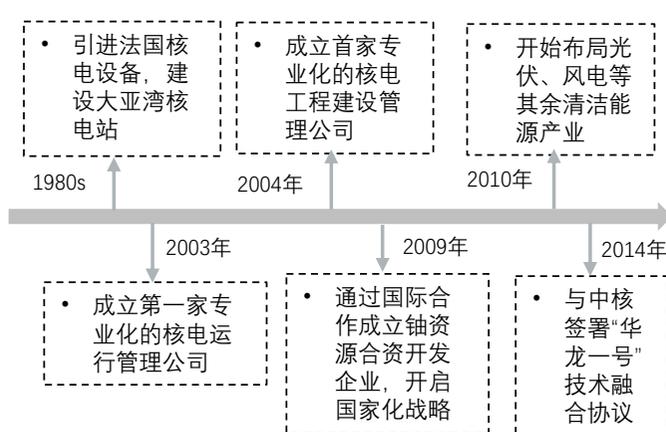
中国核电运营企业的发展路径不尽相同，中核集团偏好在核工业纵向深度发展，中广核偏向于在电力建设运营行业横向拓宽，国家电投前期则更侧重于国际核电技术国产化

核电运营企业发展路径对比

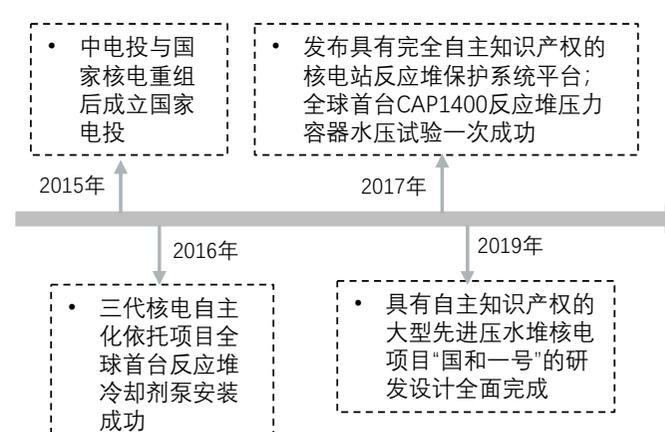
中核集团



中广核



国家电投



□ 中核集团是中国最早从事核能技术研发的企业，50年代初期开始核军工的研发，在中国政府的要求下，于70年代开始布局核电自主化研发。中核集团专注于核能研发，在核能技术与人才方面具有历史积累，并形成完整的核工业体系。中核集团更偏好于在核工业行业纵向深度发展，

□ 中广核通过大亚湾项目进入核电领域，主要专注于核电建设与核电运营，在核电建设中具有较大优势。相比中核集团，中广核技术优势并不明显，更偏向于在电力建设运营行业横向拓宽，中广核已布局风电、光伏、水电等新能源发电业务，优化集团产业结构。

□ 国家电投成立时间相对较短，在核电领域主要承担消化吸收国际先进技术并再创造三代核电技术的任务，因此国家电投核电技术对外依赖度较高，核电关键设备主要来自于美国，意味着国家电投的核电产业受政治因素影响较大。

来源：中核集团官网、中广核官网、国家电投官网、头豹研究院

©2021 LeadLeo

方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，从清洁能源、碳中和等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。

头豹领航者计划介绍

头豹共建报告



每个季度，头豹将于网站、公众号、各自媒体公开发布**季度招募令**，每季公开**125个**招募名额

2021年度
特别策划



头豹诚邀各行业**创造者、颠覆者、领航者**，知识共享、内容共建

Project
Navigator
领航者计划



头豹诚邀**政府及园区、金融及投资机构、顶流财经媒体及大V**推荐共建企业

沙利文担任计划首席增长咨询官、江苏中科院智能院担任计划首席科创辅导官、财联社担任计划首席媒体助力官、无锋科技担任计划首席新媒体造势官、iDeals担任计划首席VDR技术支持官、友品荟担任计划首席生态合作官……



1

企业申请共建

2

头豹审核资质

3

确定合作细项

4

信息共享、内容共建

5

报告发布投放

备注：活动解释权均归头豹所有，活动细则将根据实际情况作出调整。

©2021 LeadLeo

 **头豹**
LeadLeo 400-072-5588

www.leadleo.com

头豹领航者计划与商业服务

研报服务

共建深度研报
撬动精准流量



传播服务

塑造行业标杆
传递品牌价值



FA服务

提升企业估值
协助企业融资



头豹以**研报服务**为切入点，
根据企业不同发展阶段的资本价值需求，依托**传播服务**、**FA服务**、**资源对接**、**IPO服务**、**市值管理**等，提供精准的商业管家服务解决方案

资源对接

助力业务发展
加速企业成长



IPO服务

建立融资平台
登陆资本市场



市值管理

提升市场关注
管理企业市值



扫描二维码
联系客服报名加入



读完报告有问题？ 快，问头豹！你的智能随身专家



扫描二维码即刻联系你的
智能随身专家

