

# 对我国乏燃料贮运环节的思考和建议

中国广核集团

2015年11月

# 目录

01. 我国乏燃料贮运需求

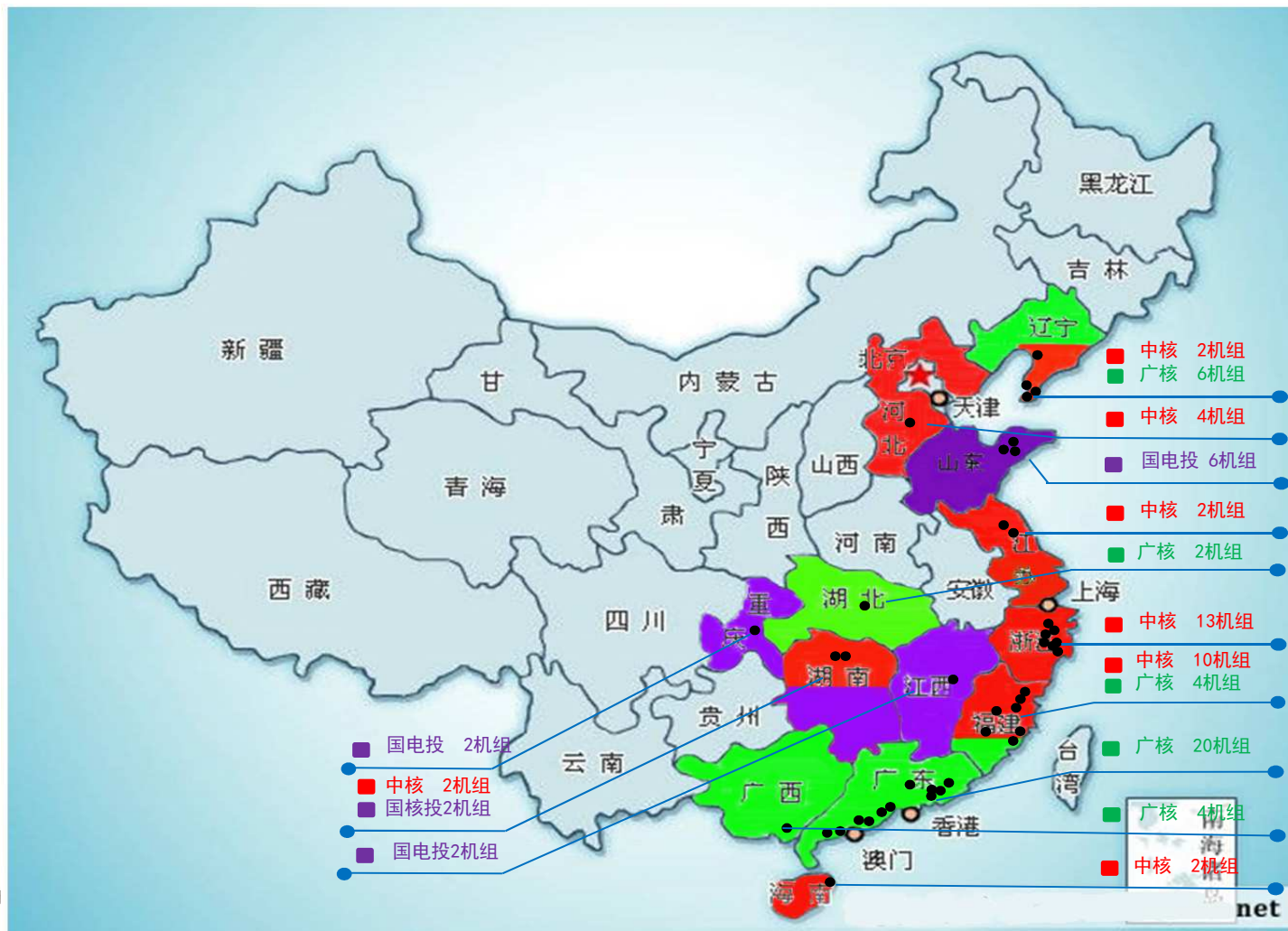
02. 乏燃料贮运面临挑战

03. 几点建议



# 1. 我国核电发展概况

《核电中长期发展规划》：2020年，在运5800万千瓦，在建3000万千瓦；预计到2025年，在运9000万千瓦，在建3000-4000万千瓦；到2030年，在运1.2亿千瓦以上。



目前，我国核电机组总数（在运+在建+待核准）83个，中核35个，广核36个，国电投12个。

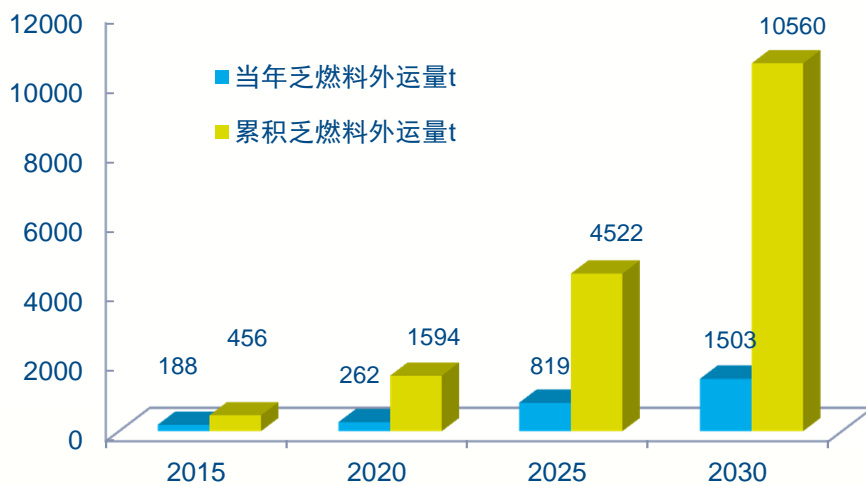
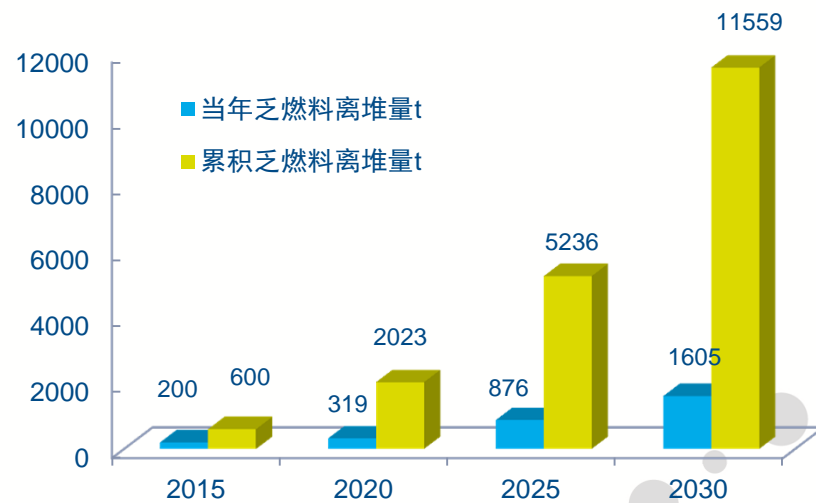
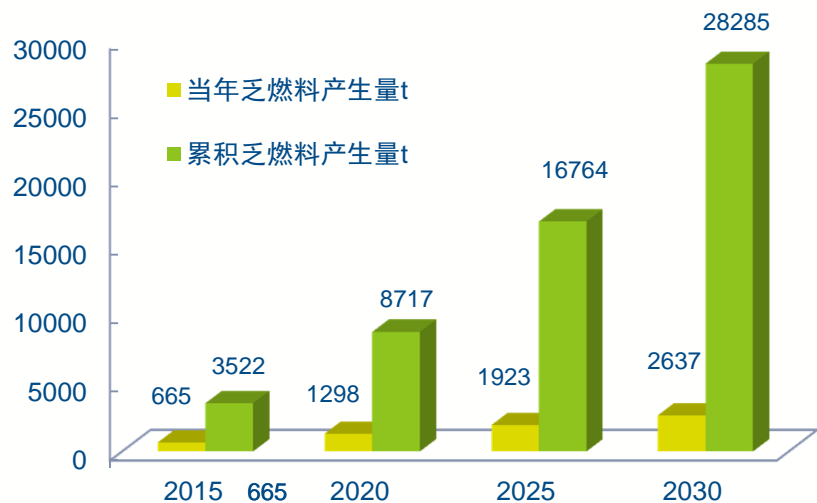
## 2. 乏燃料贮运需求

年份	当年乏燃料产生量t	累积乏燃料产生量t	当年乏燃料离堆量t	累积乏燃料离堆量t	当年乏燃料外运量t	累积乏燃料外运量t
2015	665	3522	200	600	188	456
2020	1298	8718	319	2023	262	1594
2025	1923	16764	876	5236	819	4522
2030	2637	28285	1605	11559	1503	10560

注：

- 1) 按照2015年形成4600万千瓦装机容量，2020年建成核电站装机容量约5800万千瓦，在建3000万千瓦，2030年在运总装机容量1.2亿千瓦计算；
- 2) 乏燃料在核电站内贮存8年后外运；
- 3) 不包括秦山三期、三明快堆产生的乏燃料；
- 4) 外运量不包括秦山一期、田湾核电产生的乏燃料。

## 2. 乏燃料贮运需求



我国乏燃料产生量、离堆量及外运需求量均呈阶跃上涨趋势。

## 2. 乏燃料贮运需求

### 中广核外运需求迅猛增长

- 按照原计划，从2016年开始，大亚湾基地每年需要外运离堆贮存的乏燃料数量为当前的3~4倍。
- 2018年，404厂新修建水池也将满容，在无其它中间贮存方式或中间贮存地的情况下，大亚湾核电机组将面临乏燃料无法外运的风险。

运行电厂	机组	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
大亚湾	1#	78(转)	52	26	78	78	78	104	52
	2#	26(转)	52	78	78	26	78	52	52
岭澳一期	1#	0	0	0	78	52	78	52	78
	2#	0	0	0	52	78	52	78	52
岭澳二期	1#							52	52
	2#								52
当年共计		<b>104</b>	<b>104</b>	<b>104</b>	<b>286</b>	<b>234</b>	<b>286</b>	<b>338</b>	<b>338</b>
历年累计			<b>208</b>	<b>312</b>	<b>598</b>	<b>832</b>	<b>1118</b>	<b>1456</b>	<b>1794</b>

## 2. 乏燃料贮运需求

### 中广核高燃耗乏燃料运输

从2016年开始，需外运燃耗超过45000MTD/TU、冷却年限低于8年的乏燃料，外运的乏燃料将超过现有容器的限值。

机组		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	初始富集度 (%)	≤4.45									
1#	冷却时间(年)	10	9	9	8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
	燃耗(MWD/TU)	<45000			>45000						
2#	冷却时间(年)	9	9	9	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
	燃耗(MWD/TU)	>45000									

01. 我国乏燃料贮运需求

02. 乏燃料贮运面临挑战

03. 几点建议





# 1 乏燃料贮运现状



## 现有运输保障能力有限

运力有限，而运输能力的建设又牵涉多个环节，包括运输容器、运输方式、路线、运输时间窗口等，是综合系统工程，能力形成周期较长。

### ■ 运力有限

- 仅有2台适用于AFA3G系列组件的运输容器
- 受冰雪、冰冻、台风等气候影响，每年平均仅能执行两次运输，最多104组/年。

### ■ 方式单一、路线长、风险高

- 仅具备公路运输能力
- 单程约3000公里，运输周期长约3个月
- 长距离公路运输安全性上风险高

### ■ 经济性较差

- 国外乏燃料运输成本典型值在50-70美元/kgHM；  
(数据来自OECD、BCG相关报告)
- 据测算，国内乏燃料运输成本约180美元/kgHM左右

### ■ 易受重大社会活动或事件影响

- 如重大会议、重大节假日，在以往已经对乏燃料外运时间窗口产生过影响
- 社会对涉核活动的关注度越来越高

# 1 乏燃料贮运现状

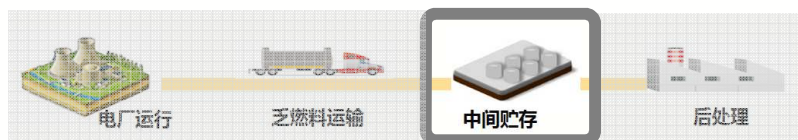


中间贮存形式单一  
且现有水池满容

目前我国商业压水堆所产生的乏燃料有两种贮存方式：堆内乏燃料水池和中核四〇四厂乏燃料水池，后者是目前我国商业压水堆乏燃料中间贮存的唯一设施。

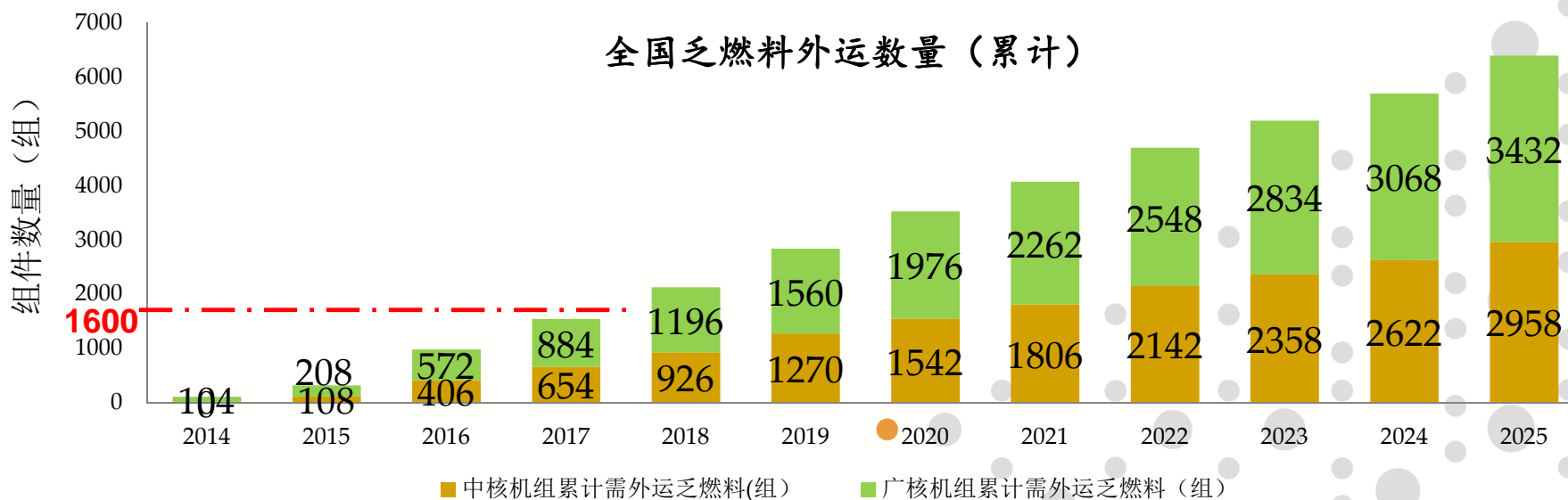
用途	容量 (吨)	格架总数	B1	B2	备注
大亚湾	500	864	432已满	432已满	
秦山一期		216	108	108	预留, 目前尚未接收
扩建水池	800	——	(400T)	(400T)	投运时间未确定

# 1 乏燃料贮运现状



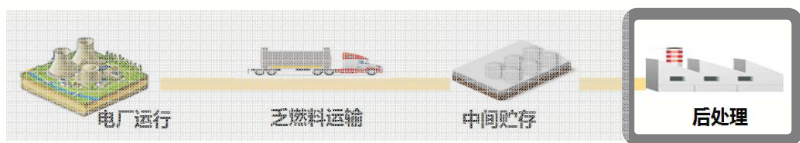
中间贮存形式单一  
且现有水池满容

目前我国商业压水堆所产生的乏燃料有两种贮存方式：堆内乏燃料水池和中核四〇四厂乏燃料水池，后者是目前我国商业压水堆乏燃料中间贮存的唯一设施。



2018年以后乏燃料将运往何处？贮存在哪里？

# 1 乏燃料贮运现状



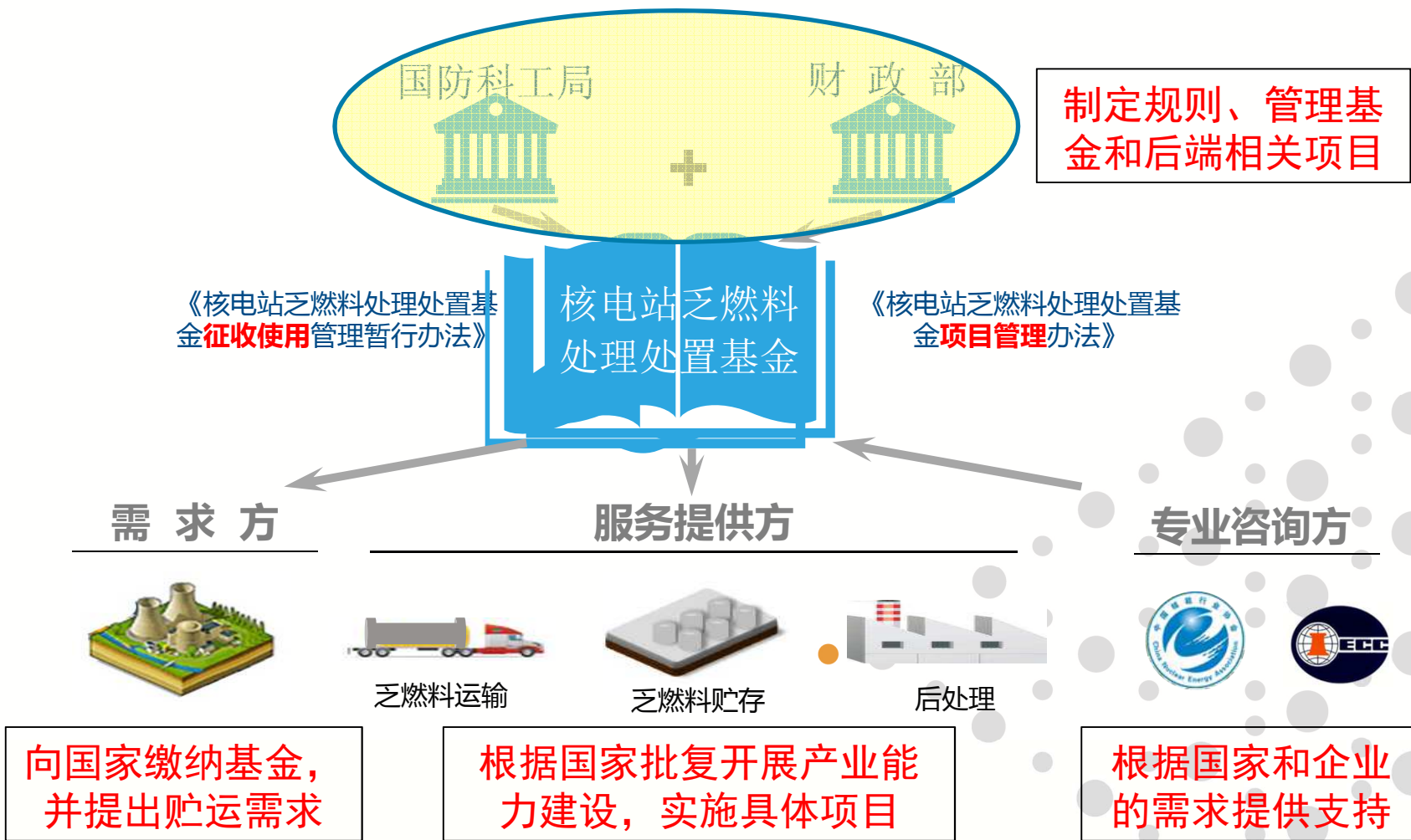
后处理大厂存在不确定性

商业后处理大厂的选址、工程总造价等一系列问题尚存在不确定性。

商业后处理大厂的不确定性，导致与之配套的乏燃料集中贮存设施无法开工建设，乏燃料运输方案无法确定，给未来乏燃料贮运带来很大困难。

# 1 乏燃料贮运现状

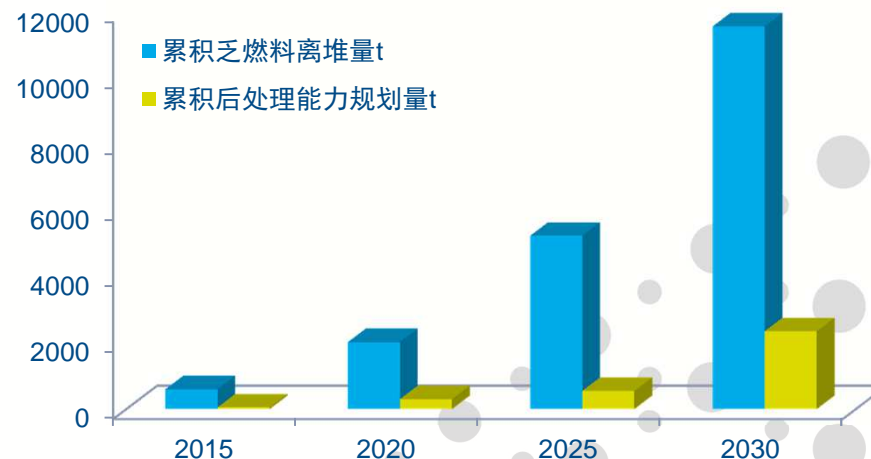
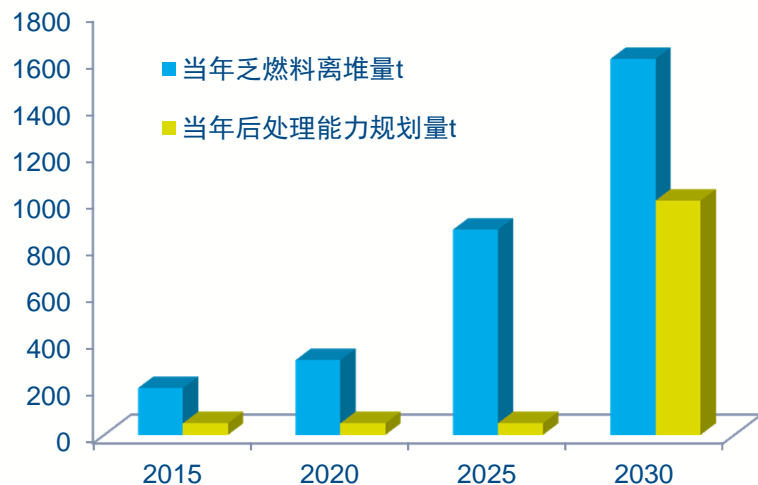
## 政府主导的乏燃料基金管理模式



\* 此文件版权归中国广核集团有限公司所有, 未经许可任何单位或者个人不得复印、翻印。

## 2. 面临挑战

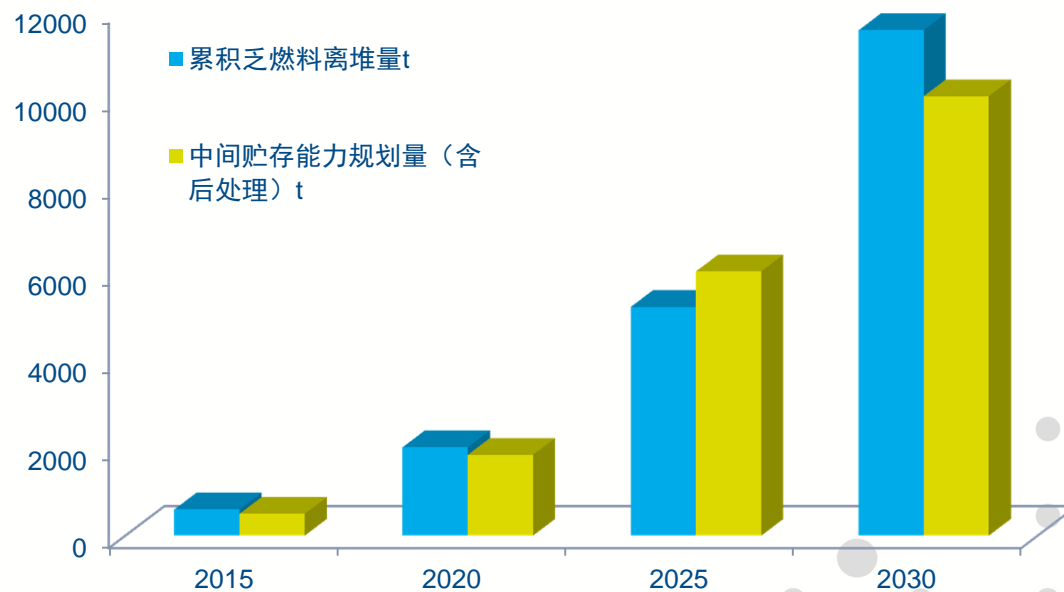
### 挑战1：后处理能力永远跟不上乏燃料离堆需求



乏燃料后处理能力永远小于乏燃料离堆需求，乏燃料中间贮存将成为我国乏燃料管理战略中必不可少的一环。

## 2. 面临挑战

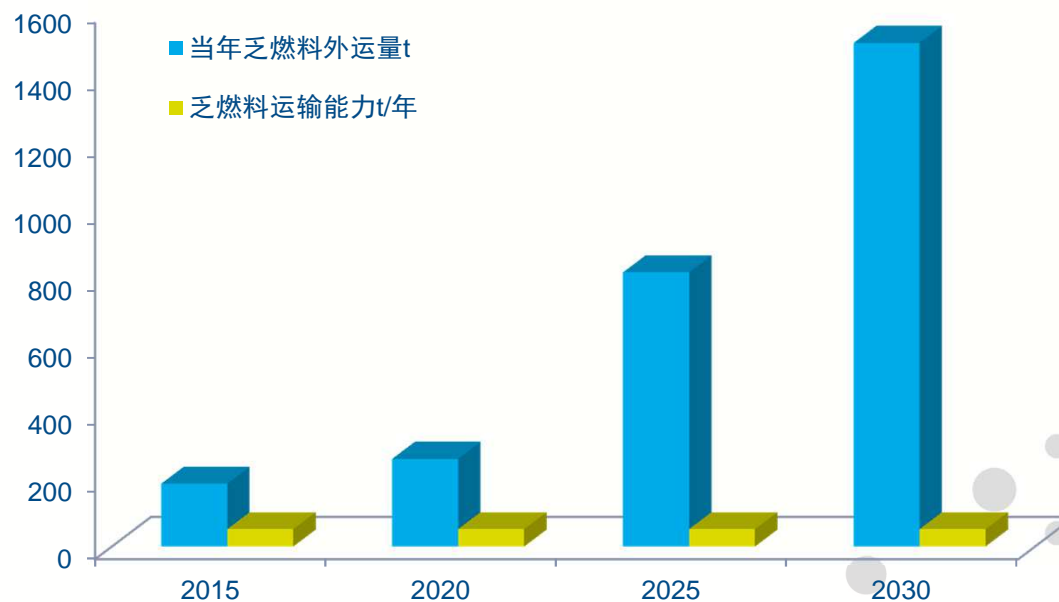
### 挑战2：乏燃料中间贮存能力不满足乏燃料离堆贮存需求



现有及规划的乏燃料中间贮存能力无法满足我国乏燃料离堆贮存需求，干法贮存将成为重要的中间贮存补充手段。

## 2. 面临挑战

### 挑战3：乏燃料运输能力不满足外运需求



乏燃料外运需求远大于当前乏燃料运输能力，且乏燃料运输模式单一。



## 2. 面临挑战

挑战4：后处理大厂不确定性给我国未来乏燃料贮运带来一定程度经济风险。

x2

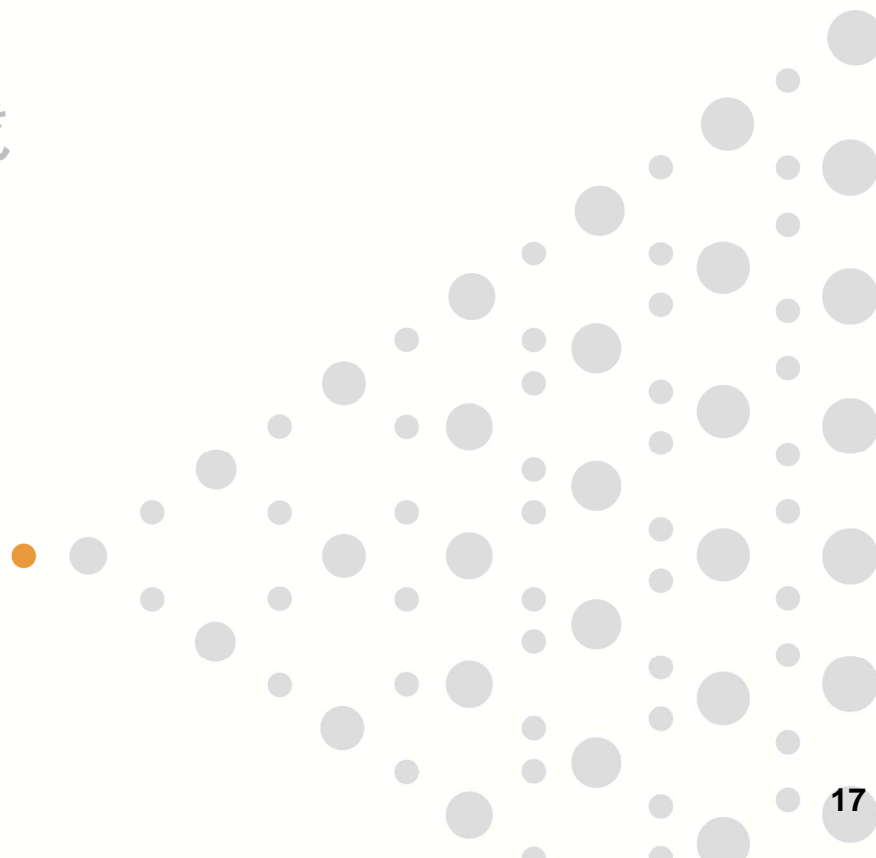
### 二次运输

若过早将大量乏燃料运往西北集中贮存，而后处理大厂最终选址在沿海，乏燃料将面临二次运输，产生巨大的经济成本以及运输风险。

01. 我国乏燃料贮运需求

02. 乏燃料贮运面临挑战

03. 几点建议



## 1. 乏燃料贮运环节

**建议1：**乏燃料离堆中间贮存是必须的，应作为我国核燃料循环后端的重要一环来看待。

**建议2：**大规模的乏燃料贮运能力建设时间长，在开展后处理厂及其配套水池建设的同时，结合后处理厂选址，尽快乏燃料铁路、海路运输及多模式联运体系的论证和建设，开展乏燃料离堆区域贮存的论证和建设。对于特殊情况（大亚湾）应统筹考虑。

**建议3：**核电需求（而不是后处理端需求）应作为未来我国乏燃料贮运能力建设的主要驱动因素，建设与核电规模相适应的、便于于核电端、保障核电站安全运行的贮运能力。

## 2. 乏燃料后处理

**建议4：**考虑到后处理大厂已进入商务谈判阶段，其引进将对我国核燃料循环体系建设产生深远影响，关系我国核能事业的可持续发展，建议由国家相关部委牵头，做好顶层设计，各利益相关方参与，并加强评价和监督，共同推进我国乏燃料后处理业务的发展。

中国广核集团  
愿与各方共同做好核燃料循环后端  
工作，保障我国核电顺利发展！