



我国核电工程建设总体情况报告

中国核能行业协会 刘巍

2022年7月·浙江宁波





CONTENTS

01

2021年中国大陆
核电工程建设情况

02

2021年中国大陆
核电工程建设项目年度进展

03

2021年中国大陆
核电工程建造事件反馈

04

核电工程建设展望

05

关于核电工程建设管理
的思考



01

2021 年中国大陆 核电工程建设情况介绍



核能是清洁低碳安全高效的优质能源，是我国实现碳达峰碳中和目标的重要战略选择，将在推动我国能源绿色低碳转型、保障国家能源安全和电力供应、支撑新型电力系统安全稳定运行等方面发挥不可或缺的重要作用。

中共中央国务院《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和国务院《关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》都明确指出“积极安全有序发展核电、积极稳妥开展核能供热”。

截至2022年6月底，我国在运核电机组共54台，总装机容量5580.6万千瓦，仅次美国、法国，位居全球第三，已核准及在建核电机组共25台，总装机容量2880万千瓦，继续保持全球第一。



在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021



6台
6units

627.4万千瓦
6.274 GW

新开工建设

Construction Starts



3台
3units

339.7 万千瓦
3.397 GW

新投入商运机组

Commercial operation
starts



20 台
20units

2143.1 万千瓦
21.43 GW

在建核电机组(未商运)

Units under construction

2021年中国大陆核电工程建设情况介绍

-新开工机组情况



中国核能行业协会
CHINA
NUCLEAR ENERGY
ASSOCIATION

在建核电机组 Nuclear Power Units

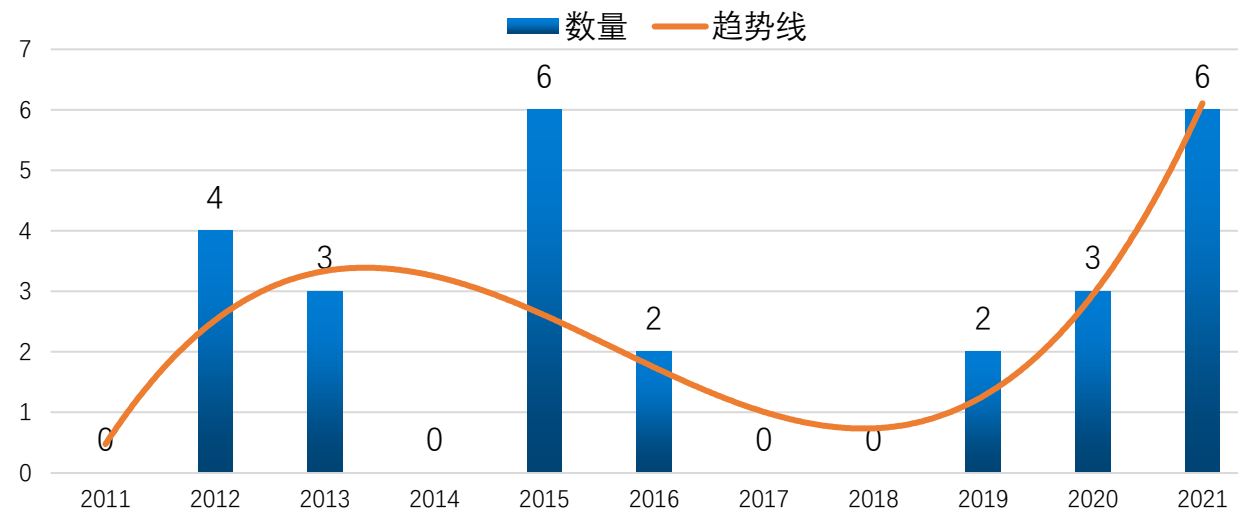
截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

➤ 2019 年起在建核电机组打破了 “零新开工” 状态，且近三年**持续上升趋势**。

2021年我国新开工核电机组

机组名称	堆型	设计功率 /MWe	开工日期
昌江 3 号机组	HPR-1000	1200	2021-03-31
田湾 7 号机组	VVER 1200	1265	2021-05-19
昌江小堆示范工程	ACP100	125	2021-07-13
徐大堡 3 号机组	VVER 1200	1274	2021-07-28
昌江 4 号机组	HPR-1000	1200	2021-12-28
三澳 2 号机组	HPR-1000	1210	2021-12-30

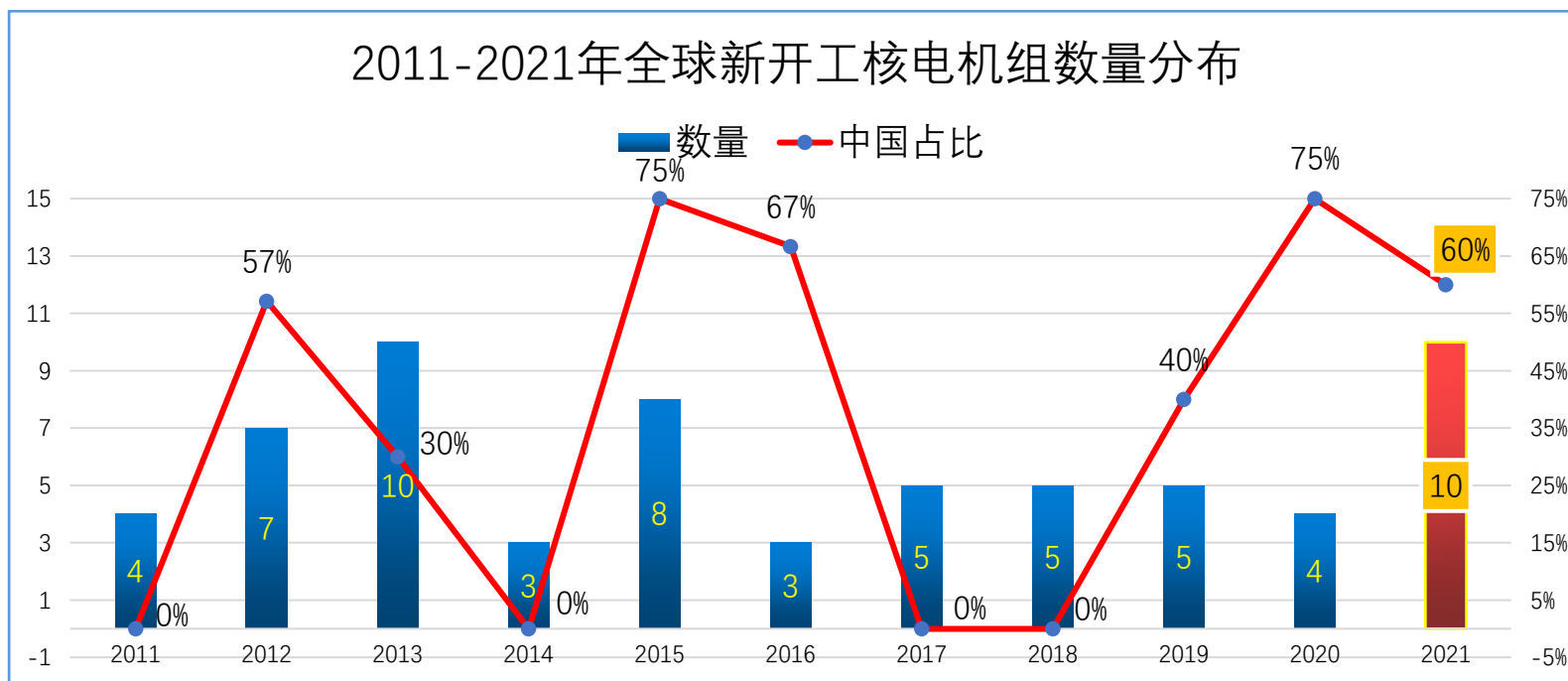
2011-2021年中国大陆新开工核电机组数量分布



在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

➤2021年全球新开工机组10台，总装机容量为8890MWe，中国新开工机组数量和总装机容量分别**占比60%和71%**。



在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

- 2021年我国3台核电机组正式商运，相比前两年数量增加1台；根据在建和新开工核电机组数量趋势，未来几年我国**新投入商运机组数量**将迎来新的高峰。

2021年我国新投入商运核电机组

省份	核电厂名称	机组号	装机容量 (MWe)	开工日期	商运日期
福建	福清核电厂	5	1161	2015-05-07	2021-01-30
江苏	田湾核电站	6	1118	2016-09-07	2021-06-02
辽宁	红沿河核电厂	5	1118.79	2015-03-31	2021-07-31

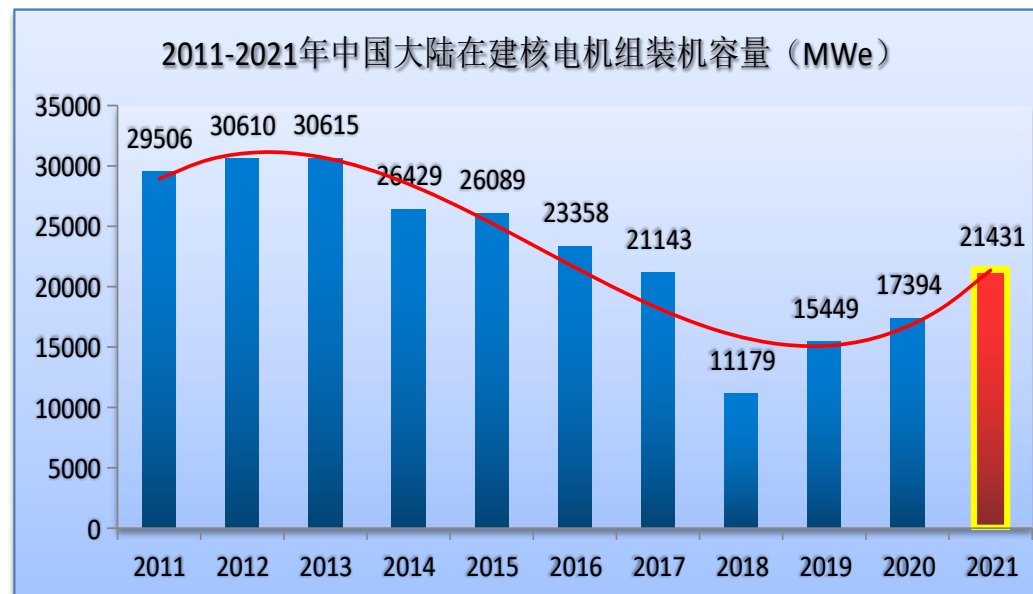
2011-2021年中国大陆新商运核电机组数量分布



在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

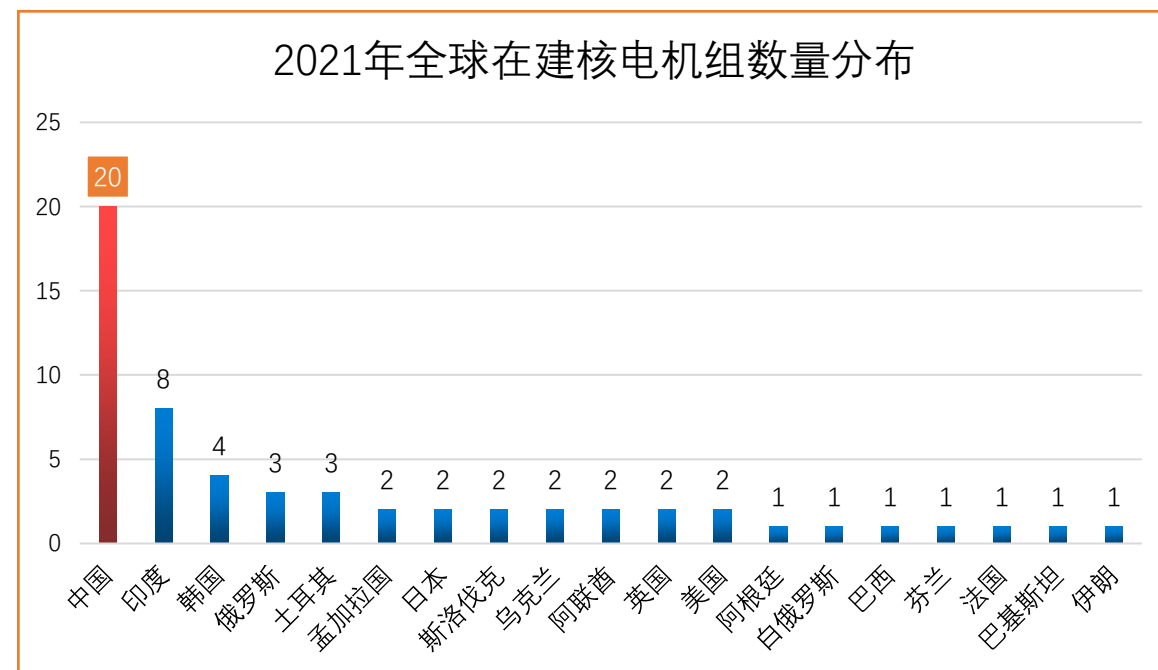
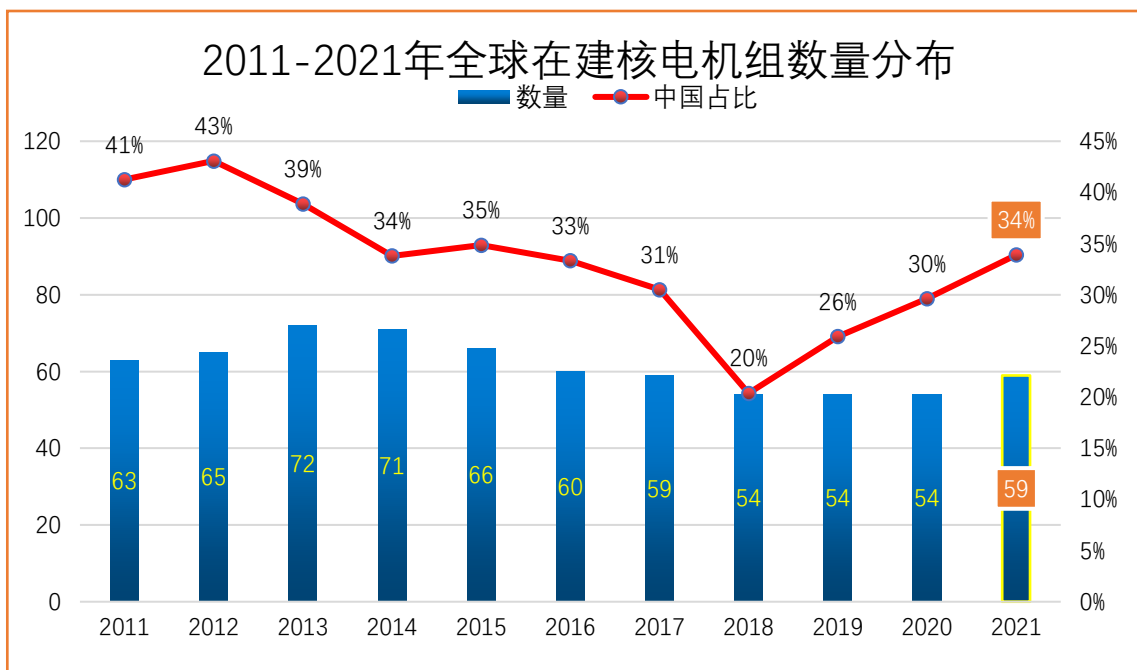
- 我国大陆20台在建核电机组总装机容量为2143.1万千瓦，在建机组数量及装机容量继续保持**世界第一**。
- 2018年以来，在建机组数量和装机容量连续四年**持续上升**。



在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

- 2021年全球在建机组共59台，总装机容量为62827兆瓦，我国大陆在建机组数量和总装机容量**占比均为34%**。
- 2018年以来我国在建机组数量全球占比呈现**持续上升趋势**。



2021年中国大陆核电工程建设情况介绍

-在建机组整体情况



中国核能行业协会
CHINA
NUCLEAR ENERGY
ASSOCIATION

在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

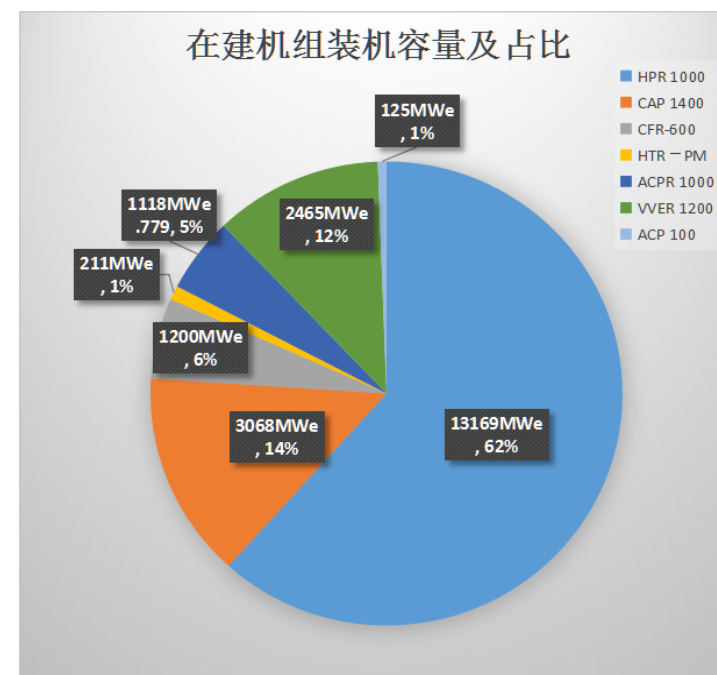
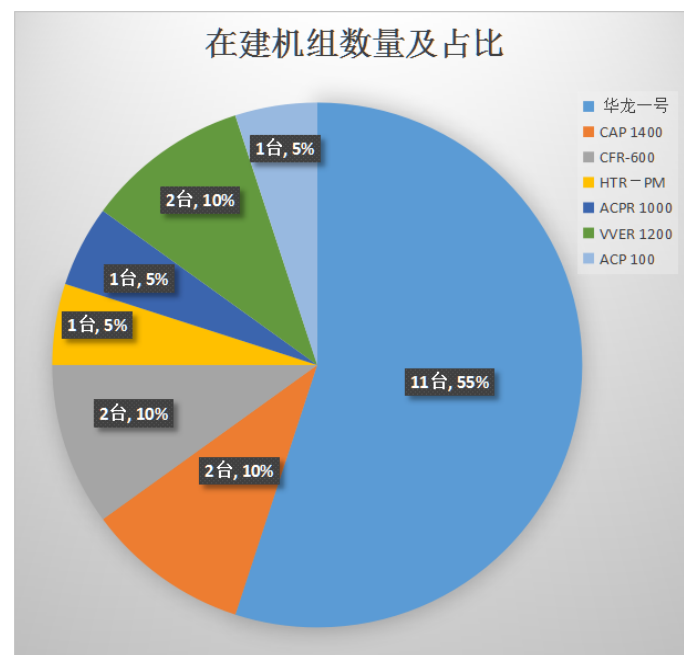
序号	机组	堆型	设计功率MWe	开工时间	集团	状态
1	华能山东石岛湾高温气冷堆示范工程	高温气冷堆 HTR-PM	211	2012.12.09	华能	首次并网
2	辽宁红沿河6号机	压水堆 ACPR1000	1118.79	2015.07.24	中广核	热试
3	福建福清6号机	压水堆 HPR1000	1161	2015.12.22	中核	首次临界
4	广西防城港3号机	压水堆 HPR1000	1180	2015.12.24	中广核	冷试
5	广西防城港4号机	压水堆 HPR1000	1180	2016.12.23	中广核	穹顶吊装
6	中国示范快堆工程1号机	钠冷快堆 CFR600	600	2017.12.29	中核	
7	国核示范“国和一号”1号机	压水堆 CAP1400	1534		国电投	
8	国核示范“国和一号”2号机	压水堆 CAP1400	1534		国电投	
9	福建漳州1号机	压水堆 HPR1000	1212	2019.10.16	中核	穹顶吊装
10	广东太平岭1号机	压水堆 HPR1000	1202	2019.12.26	中广核	穹顶吊装

序号	机组	堆型	设计功率MWe	开工时间	集团	状态
11	福建漳州2号机	压水堆 HPR1000	1212	2020.09.04	中核	常规岛FCD
12	广东太平岭2号机	压水堆 HPR1000	1202	2020.10.15	中广核	核岛FCD
13	中国示范快堆工程2号机	钠冷快堆 CFR600	600	2020.12.27	中核	
14	浙江三澳1号机	压水堆 HPR1000	1210	2020.12.31	中广核	常规岛FCD
15	海南昌江3号机	压水堆 HPR1000	1200	2021.03.31	华能	常规岛FCD
16	江苏田湾7号机	VVER 1200	1265	2021.05.19	中核	常规岛FCD
17	海南昌江多用途模块化小型堆示范工程	玲龙一号 ACP100	125	2021.07.13	中核	常规岛FCD
18	辽宁徐大堡3号机	VVER 1200	1274	2021.07.28	中核	常规岛FCD
19	海南昌江4号机	压水堆 HPR1000	1200	2021.12.28	华能	核岛FCD
20	浙江三澳2号机	压水堆 HPR1000	1210	2021.12.30	中广核	核岛FCD

在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

- 20台在建机组中，11台机组堆型为华龙一号HPR1000，机组数**占比55%**，总装机容量为13169兆瓦，装机容量**占比62%**。
- 第四代堆型（高温堆、钠冷快堆）机组数**占比15%**，总装机容量1411兆瓦，**占比6.6%**。



2021年中国大陆核电工程建设情况介绍

-在建机组项目进展

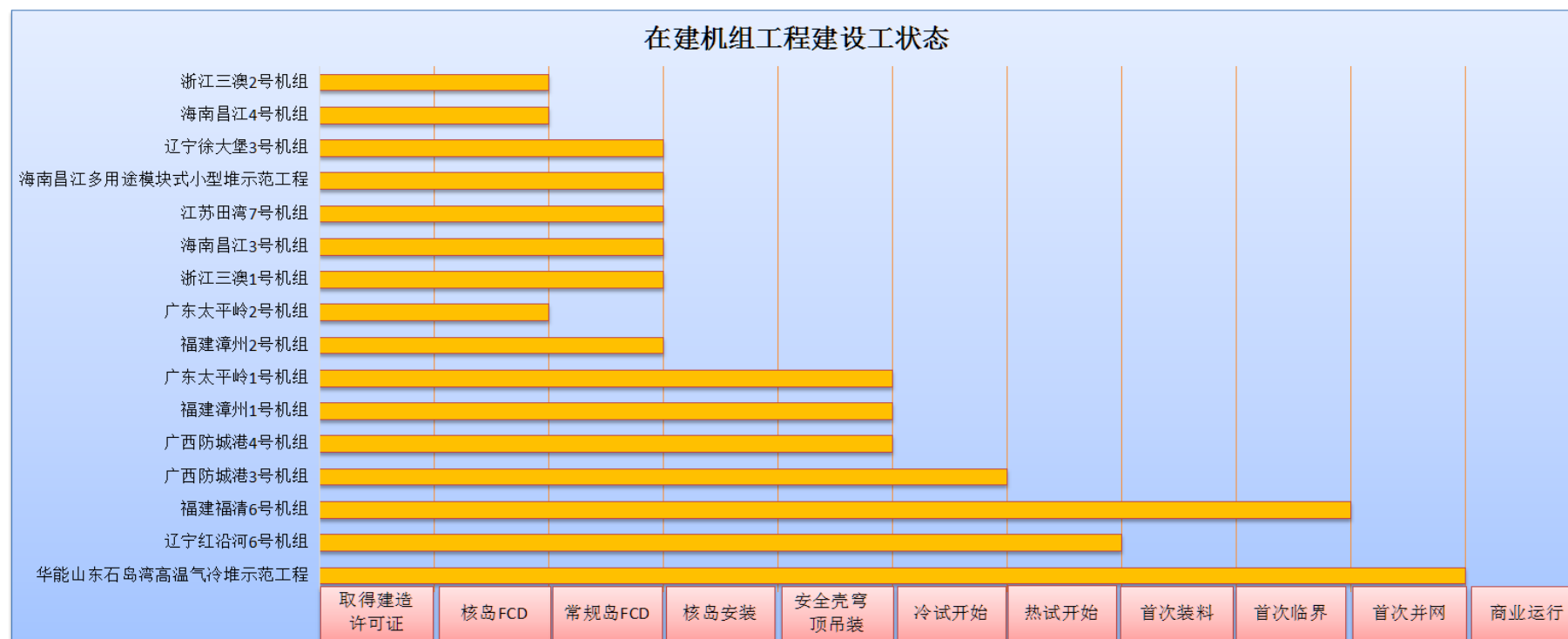


中国核能行业协会
CHINA
NUCLEAR ENERGY
ASSOCIATION

在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

- 在建核电机组项目稳步有序推进，设计、采购、建造、施工等按计划正常进行，工程建设安全质量状态整体可控。



注：未包括中国示范快堆工程1、2号机组和国核示范“国和一号”1、2号机组，统计日期截至到2021年12月31日。

2021年中国大陆核电工程建设情况介绍

-在建机组项目进展

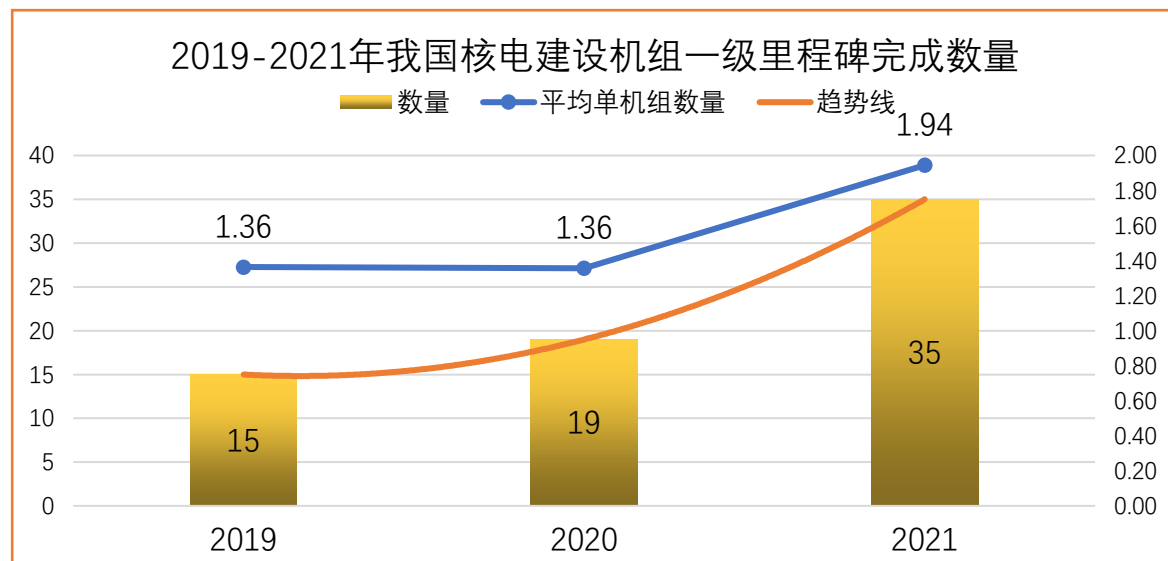


中国核能行业协会
CHINA
NUCLEAR ENERGY
ASSOCIATION

在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

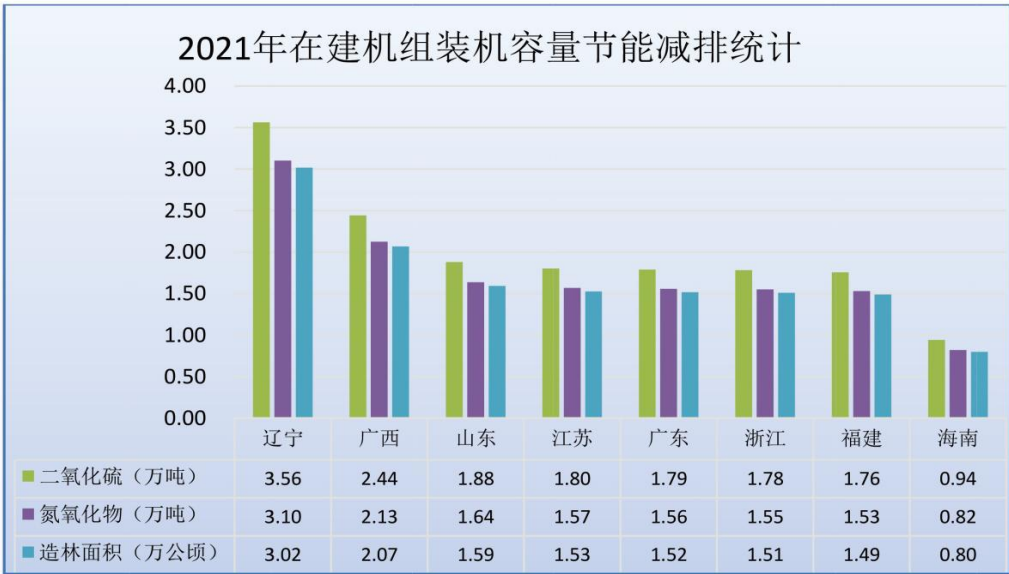
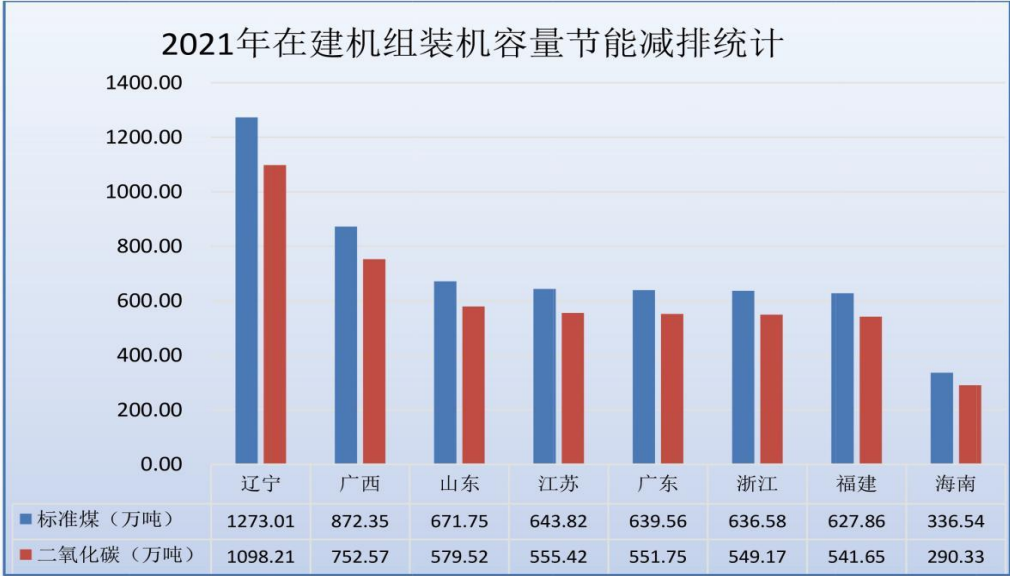
- 2021年我国各在建核电机组项目（包括田湾6号机和红沿河5号机）共完成**35项一级里程碑**，总数量和平均单机组数量均为近三年最高值，且呈现**持续上升趋势**。



在建核电机组 Nuclear Power Units

截至2021年12月底 By the end of Dec. 2021

- 根据核电在建机组总装机容量计算，全部商运后相当于每年减少燃烧标准煤**5701.47万吨**，减少排放二氧化碳**4918.62万吨**、二氧化硫**15.96万吨**、氮氧化物**13.89万吨**，增加造林**13.52万公顷.年**。





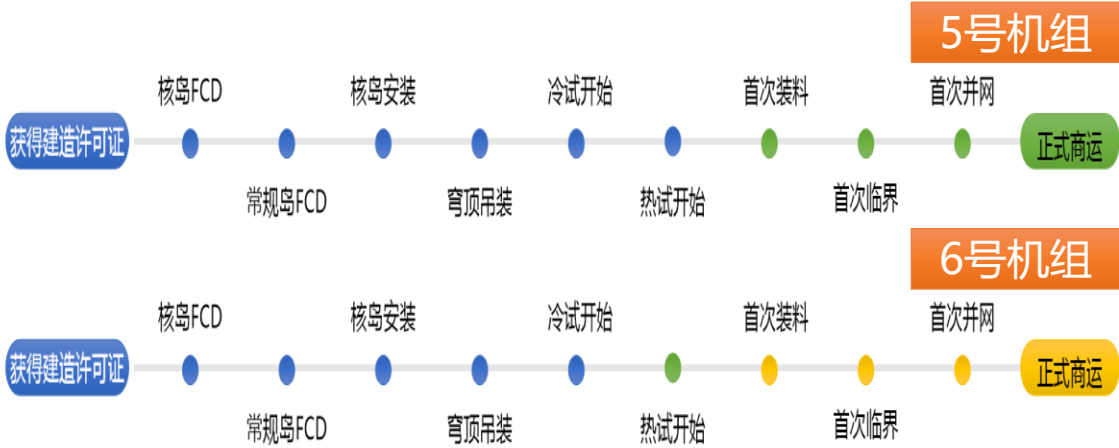
02

2021年中国大陆
核电工程建设项目年度进展

辽宁红沿河核电5、6号机组

➤ **进展：2022年5月2日，红沿河6号机组首次并网发电。6月23日，辽宁红沿河核电6号机组圆满完成满功率连续运行考核，正式具备商业运行条件，标志着我国在运最大的核电站全面建成投产**

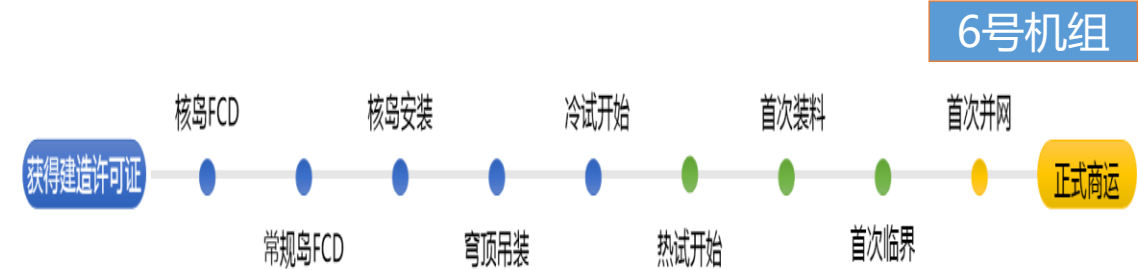
项目概况	
控股集团	中国广核集团有限公司、中电投核电有限公司、大连市建设投资公司
业主单位	辽宁红沿河核电有限公司
堆型	压水堆ACPR1000
设计功率	5、6号两台机组各1119MWe
开工日期	5号机组：2015年03月31日 6号机组：2015年08月31日
计划完工日期	5号机组：2021年07月31日 6号机组：2021年12月31日
年度重要工程建设节点	① 05月15日，红沿河5号机首次核燃料装载工作开始，05月18日首炉装料完成。 ② 06月13日，红沿河5号机核反应堆首次达到临界状态。 ③ 06月25日，红沿河5号机首次并网发电。 ④ 07月31日，红沿河5号机完成168小时试运行试验，正式具备商运条件。 ⑤ 07月11日，红沿河6号机组热试开始。



福建福清核电5、6号机组

➤ 进展： 2022年3月25日，6号机组正式具备商运条件，华龙一号示范工程全面建成投运。

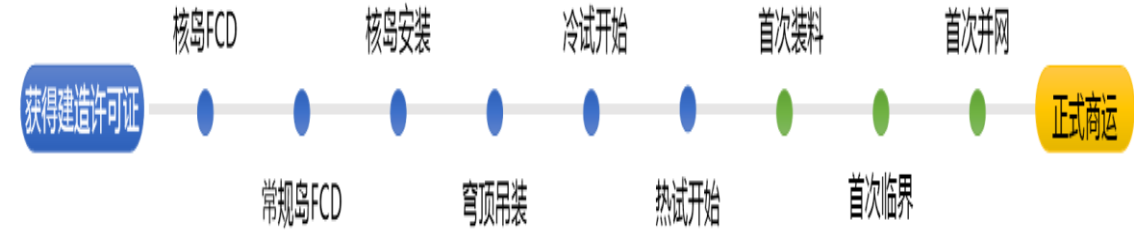
项目概况	
控股集团	中国核能电力股份有限公司、华电福建发电有限公司和福建省投资开发集团有限责任公司
业主单位	福建福清核电有限公司
堆型	压水堆HPR1000
设计功率	5、6号两台机组各1161MWe
开工日期	5号机组：2015年05月07日 6号机组：2015年12月22日
计划完工日期	5号机组：2020年01月 6号机组：2021年12月
年度重要工程建设节点	① 01月31日，“华龙一号”全球首堆—福清核电5号机组投入商业运行。 ② 04月30日，福清6号机热态性能试验开始。 ③ 11月06日，福清6号机首炉燃料装载正式开始。 ④ 12月11日，福清6号机组首次达到临界状态，机组进入带功率运行状态。



华能山东石岛湾高温气冷堆示范工程

➤ 进展： 调试启动阶段，推进实施各试验项目；

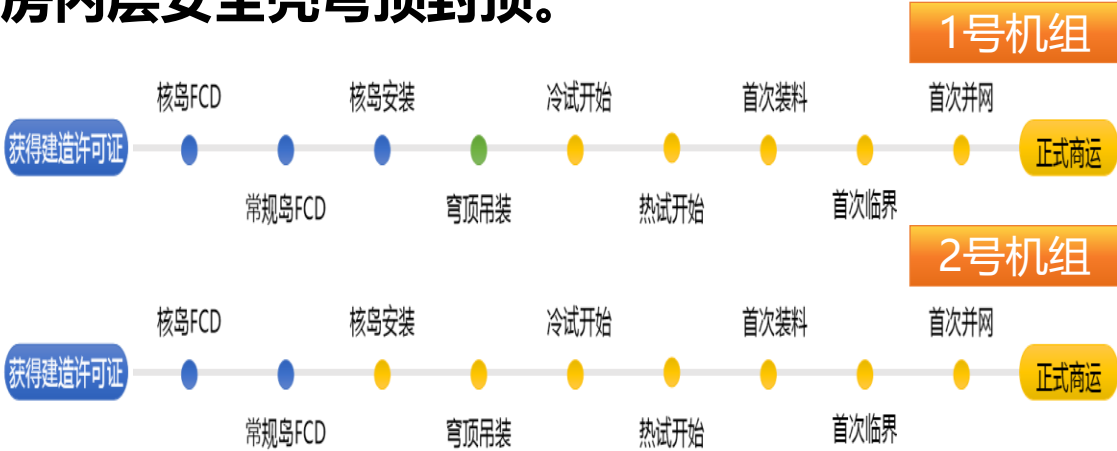
项目概况	
控股集团	华能核电开发有限公司、核建高温堆控股有限公司、清华控股有限公司
业主单位	华能山东石岛湾核电有限公司
堆型	高温气冷堆HTR-PM
设计功率	211MWe
开工日期	2012年12月09日
计划完工日期	2022年04月05日
年度重要工程建设节点	① 2021年08月21日，石岛湾高温气冷堆1号反应堆首批核燃料成功装入。 ② 2021年09月12日，石岛湾高温气冷堆1号反应堆首次达到临界状态，开启带核功率运行。 ③ 2021年12月20日，石岛湾高温气冷堆1号机成功并网发电。



福建漳州核电1、2号机组

➤ 进展： 2022年5月28日，漳州核电1号机组反应堆厂房内层安全壳穹顶封顶。

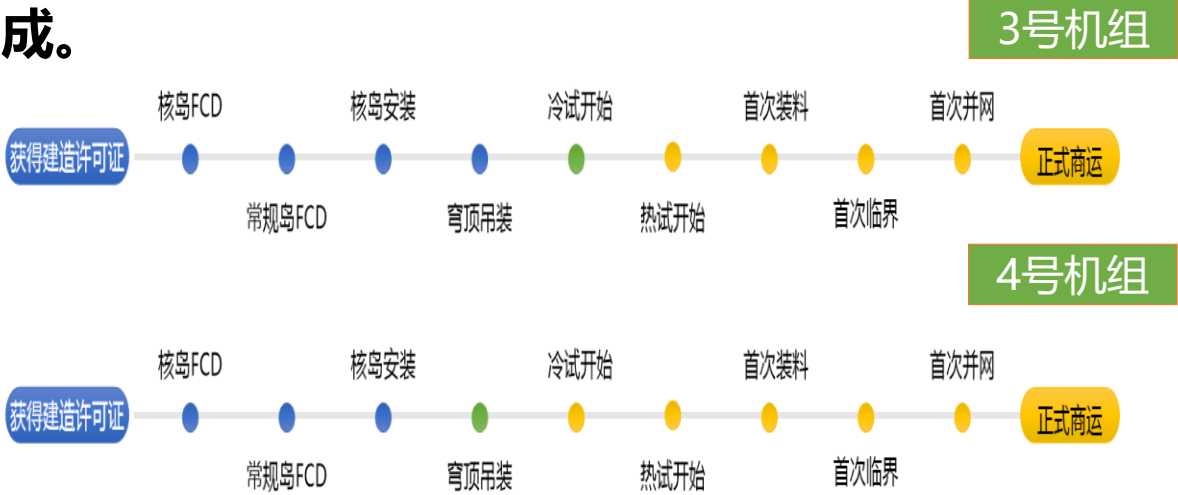
项目概况	
控股集团	中国核能电力股份有限公司控股、中国国电集团公司
业主单位	中核国电漳州能源有限公司
堆型	压水堆HPR1000
设计功率	1、2号两台机组各1202MWe
开工日期	1号机组：2019年10月16日 2号机组：2020年09月04日
计划完工日期	1号机组：2024年10月16日 2号机组：2025年09月04日
年度重要工程建设节点	① 2021年10月27日，漳州1号机内穹顶成功吊装，机组从土建施工阶段全面转入设备安装阶段。



广西防城港核电3、4号机组

➤ 进展： 2022年6月5日，防城港3号机组热试完成。

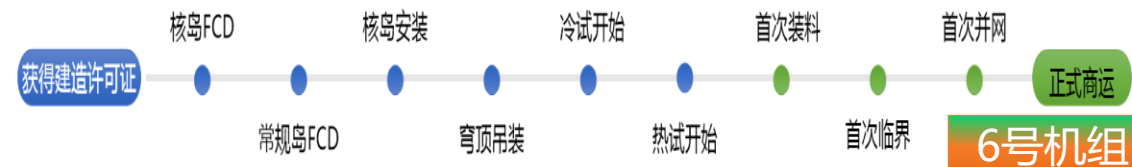
项目概况	
控股集团	中国广东核电集团有限公司，广西投资集团有限公司
业主单位	广西防城港核电有限公司
堆型	压水堆HPR1000
设计功率	3、4号两台机组各1180MWe
开工日期	3号机组：2015年12月23日 4号机组：2016年12月24日
计划完工日期	3号机组：2021年10月31日 4号机组：2022年09月30日
年度重要工程建设节点	① 2021年05月15日，防城港3号机冷态功能试验正式开始 ② 2021年01月24日，防城港4号机核岛厂房穹顶吊装圆满完成，4号机组从土建施工阶段全面转入设备安装阶段。



江苏田湾核电5、6号机组

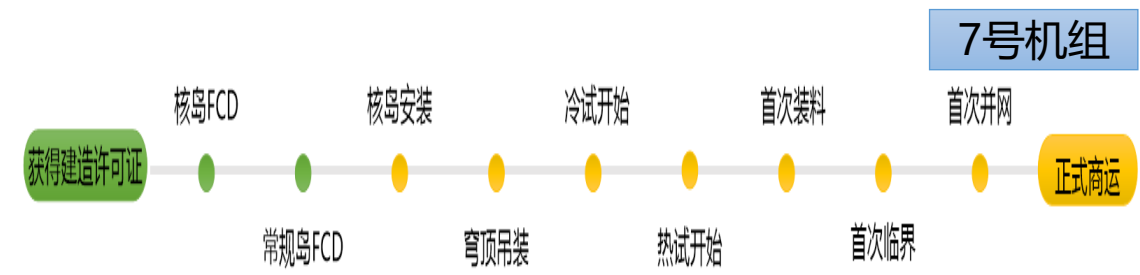
➤ **进展：** 2021年06月02日，田湾6号机100小时满功率连续运行试验完成，正式具备商运条件。

项目概况	
控股集团	中国核能电力股份有限公司、上海禾曦能源投资有限公司、江苏省国信资产管理集团有限公司
业主单位	江苏核电有限公司
堆型	5、6号两台机组均为CNP1000
设计功率	5、6号两台机组各1118MWe
开工日期	5号机组：2015年12月27日 6号机组：2016年09月07日
计划完工日期	5号机组：2020年12月31日 6号机组：2021年10月07日
年度重要工程建设节点	① 2021年04月14日，田湾6号机首次装料。 ② 2021年05月01日，田湾6号机首次并网成功。 ③ 2021年06月02日，田湾6号机100小时满功率连续运行试验完成，正式具备商业运行条件。



江苏田湾核电7、8号机组

➤ 进展： 2022年2月25日，8号机组核岛反应堆厂房筏基底板开始浇筑首罐混凝土。



项目概况	
控股集团	中国核能电力股份有限公司、连云港金联能源投资有限公司、江苏省国信资产管理集团有限公司
业主单位	中核苏能核电有限公司
堆型	7、8号两台机组均为VVER 1200
设计功率	7、8号两台机组各1265MWe
开工日期	7号机组：2021年05月19日 8号机组：未开工，计划2022年03月
计划完工日期	7号机组：2026年10月19日 8号机组：未开工，计划2027年08月
年度重要工程建设节点	① 05月19日，国家核安全局颁发江苏田湾核电站7、8号机组建造许可证。 ② 05月19日，田湾7号机核岛第一罐混凝土正式浇筑。 ③ 09月19日，田湾7号机常规岛汽轮发电机厂房筏基底板浇筑第一罐混凝土，常规岛正式开工。

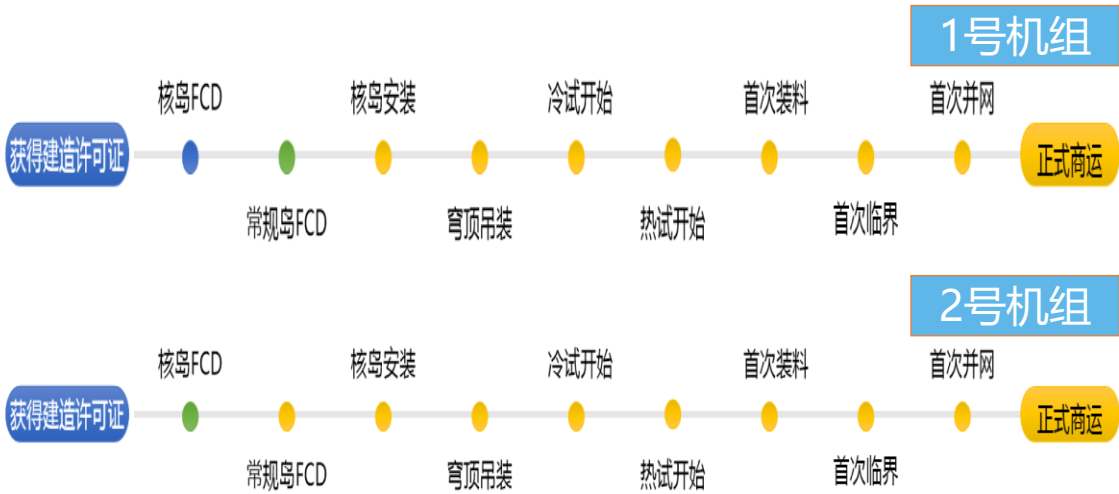
广东太平岭核电1、2号机组



➤ **进展：** 2022年5月25日，太平岭核电1号机组凝汽器出水装置模块吊装开始，常规岛安装开工。

项目概况	
控股集团	中国广东核电集团有限公司全部控股，负责工程建设和运营管理
业主单位	中广核惠州核电有限公司
堆型	压水堆HPR1000
设计功率	1、2号两台机组各1202MWe
开工日期	1号机组：2019年12月26日 2号机组：2020年10月15日
计划完工日期	1号机组：2024年12月30日 2号机组：2025年10月15日
年度重要工程建设节点	① 03月15日，太平岭1号机常规岛筏基混凝土浇筑。 ② 12月24日，太平岭核电1号机顺利完成穹顶吊装，从土建施工阶段全面转入设备安装阶段。

浙江三澳核电1、2号机组

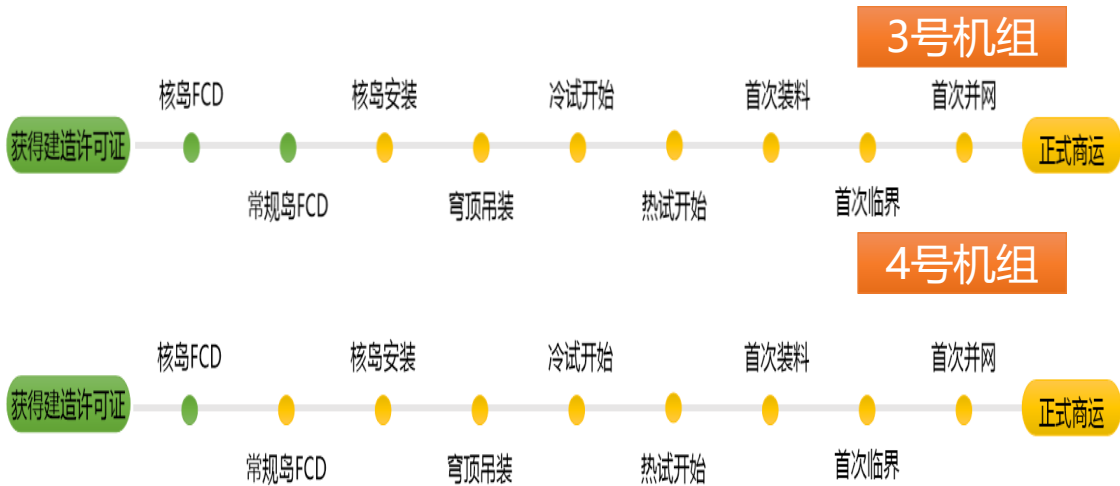


➤ **最新进展：** 2022年5月17日，三澳核电项目1号机组核岛安装工程开工。

项目概况	
控股集团	中国广核集团有限公司、浙江浙能电力股份有限公司、苍南县海西建设发展有限公司、温州市核能发展有限公司和吉利迈捷投资有限公司
业主单位	中广核苍南核电有限公司
堆型	压水堆HPR1000
设计功率	1、2号两台机组各1210MWe
开工日期	1号机组：2020年12月31日 2号机组：2021年12月31日
计划完工日期	1号机组：2025年12月31日 2号机组：2026年12月31日
年度重要工程建设节点	① 2021年03月01日，三澳核电1号机常规岛首次结构混凝土浇筑完成。 ② 2021年12月31日，三澳核电2号机组核岛浇筑第一罐混凝土，机组主体工程正式开。



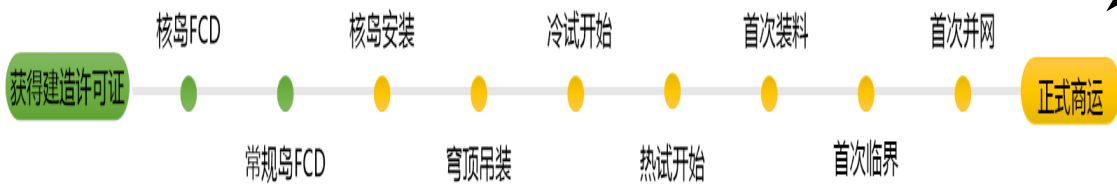
海南昌江核电3、4号机组



➤ **进展：2022年4月21日，昌江4号机组常规岛汽轮机筏基底板第一罐混凝土开始浇筑，3、4号机组土建工程进入全面施工阶段。**

项目概况	
控股集团	中国华能集团、中国核工业集团公司共同出资组建，负责核电项目的建造、调试、运营和安全管理
业主单位	华能海南昌江核电有限公司
堆型	压水堆HPR1000
设计功率	3、4号两台机组各1110MWe
开工日期	3号机组：2021年03月31日 4号机组：2021年12月28日
计划完工日期	3号机组：2026年03月31日 4号机组：预计2026年12月31日
年度重要工程建设节点	① 2021年03月31日，昌江3号机开启核岛基础浇筑。 ② 2021年09月30日，昌江3号机常规岛第一罐混凝土浇筑顺利启动，常规岛FCD按期完成。 ③ 2021年12月28日，昌江4号机核岛反应堆厂房筏基底板开始浇筑第一罐混凝土，4号机正式开工建设。

海南昌江小堆示范工程



➤ 进展：2022年5月3日，常规岛筏基全部浇筑完成。

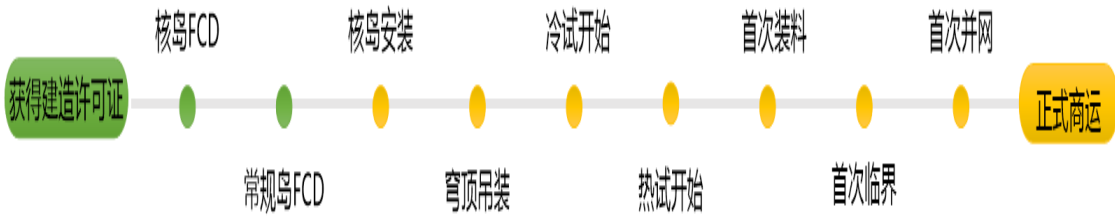
2022年 7月6日，上部筒体顺利吊装就位。



项目概况	
控股集团	中国核工业集团公司100%控股
业主单位	中核海南核电有限公司
堆型	玲龙一号ACP100
设计功率	125MWe
开工日期	2021年07月13日
预计完工日期	2026年05月13日
年度重要工程建设节点	① 06月03日，国家核安全局颁发昌江小堆示范项目1号机建造许可证。 ② 07月13日，昌江小堆示范项目1号机浇筑核岛第一罐混凝土 (FCD)，机组正式开工建设。 ③ 11月28日，昌江小堆示范项目1号机汽轮机厂房3号块筏基基础底板开始浇筑第一罐混凝土，常规岛土建工程全面开工。

徐大堡核电3、4号机组

➤ 进展：2022年5月19日，徐大堡核电4号机组浇筑核岛首罐混凝土



项目概况	
控股集团	中国核能电力股份有限公司、大唐国际发电股份有限公司、国家开发投资公司、浙江省能源集团有限公司、江苏省国信资产管理集团有限公司
业主单位	中核辽宁核电有限公司
堆型	VVER 1200
设计功率	3、4号两台机组各1274MWe
开工日期	3号机组：2021年07月28日 4号机组：未开工，计划2022年08月
计划完工日期	3号机组：2027年5月28日 4号机组：未开工，计划2028年01月
年度重要工程建设节点	① 07月28日，国家核安全局颁发徐大堡3号机组建造许可证。 ② 07月28日，徐大堡3号机组核岛第一罐混凝土浇筑，正式开工建设。 ③ 08月21日，徐大堡3、4号机组联合泵房筏基浇筑第一罐混凝土，联合泵房建设开工。 ④ 09月17日，徐大堡3号机组常规岛汽轮发电机厂房筏基底板浇筑第一罐混凝土，3号机组常规岛建设开工。

巴基斯坦卡拉奇K2、K3核电项目

- 当地时间2021年05月20日01时15分，巴基斯坦卡拉奇核电2号(K-2)机组正式进入商业运行。
- 当地时间2021年12月31日，巴基斯坦卡拉奇3号(K-3)机组完成首次装料，机组进入带核电调试运行阶段。
- 当地时间2022年4月18日，我国自主三代核电华龙一号全球第四台、海外第二台机组——巴基斯坦卡拉奇K3机组通过临时验收。至此，华龙一号海外首个工程两台机组全面建成投产。



- 2022年4月20日，国务院总理李克强主持召开国务院常务会议，会议指出，要在严监管、确保绝对安全前提下有序发展核电。对经全面评估审查、已纳入国家规划的浙江三门、山东海阳、广东陆丰三个核电新建机组项目予以核准。



- 2022年6月28日，浙江三门核电3号机组核岛反应堆浇筑第一罐混凝土，标志着三门核电二期工程正式开工。

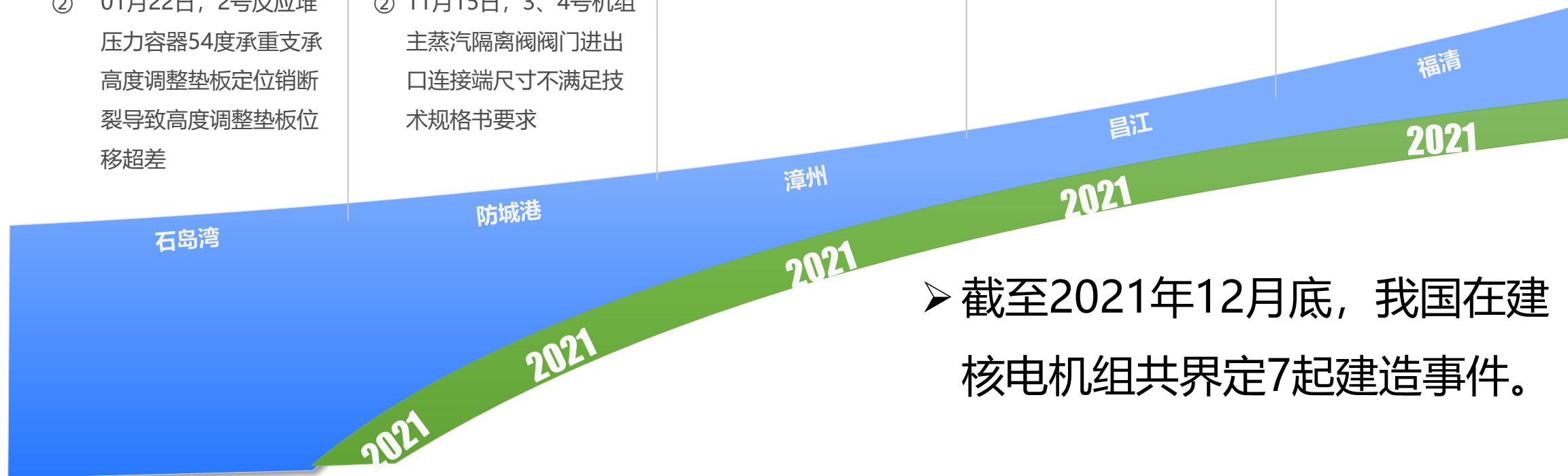


03

2021年中国大陆
核电工程建造事件反馈

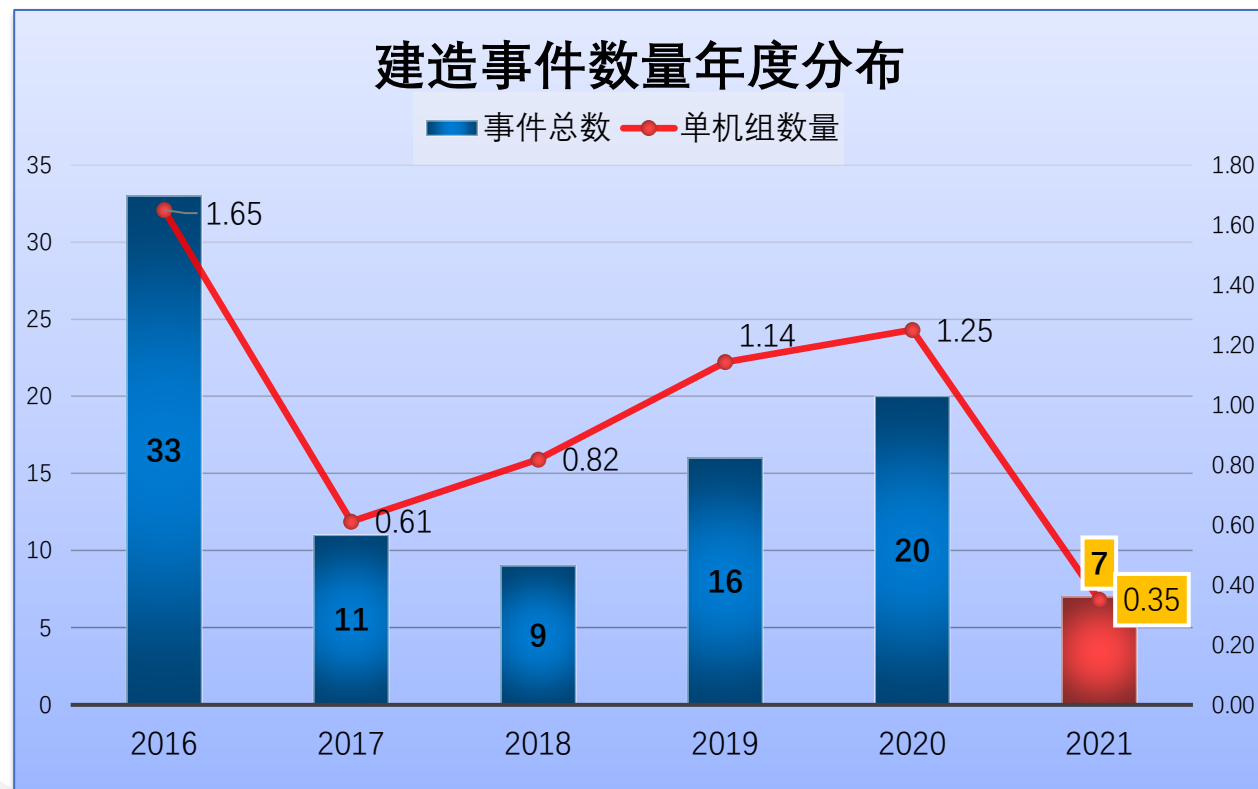
2021年我国在建核电机组建造事件清单

石岛湾	防城港	漳州	昌江	福清
① 01月09日, 1号堆余热排除系统空气冷却器换热管弯管冻裂事件 ② 01月22日, 2号反应堆压力容器54度承重支承高度调整垫板定位销断裂导致高度调整垫板位移超差	① 09月10日, 3、4号机组功率量程导向筒外围混凝土开槽高度不足 ② 11月15日, 3、4号机组主蒸汽隔离阀阀门进出口连接端尺寸不满足技术规格书要求	① 02月10日, 1号机组稳压器泄压箱封头裂纹事件	① 04月30日, 3号机组电气厂房L0006墙体部分插筋直径与设计不符事件	① 07月30日, 电机核级冷却器解体目视检验超标事件



➤ 截至2021年12月底, 我国在建核电机组共界定7起建造事件。

2021年我国在建核电机组建造事件数量统计



- 2021年国内建造事件数量相比2020年**减少13起**，平均单机组事件数量为0.35起，事件总数量和平均单机组事件数量为**2016年以来最小值。**

《核动力厂营运单位核安全报告规定》报告准则分布

准则二

核电机组安全重要构筑物、系统和设备以及与其有关的土建、安装和调试等活动，与核动力厂建造许可文件中认可的初步安全分析报告不一致，导致核电机组安全重要构筑物、系统和设备的安全功能不能满足或者不能确定满足要求的-1起

FCGNP-CN55/56-2021001-广西防城港核电厂3、4号机组功率量程导向筒外围混凝土开槽高度不足



准则四

核电机组安全重要构筑物、系统和设备以及与其有关的土建、安装和调试等活动，与核动力厂建造许可文件中承诺遵守的规范、标准或者技术条件要求不一致，导致核电机组安全重要构筑物、系统和设备的安全功能不能满足或者不能确定满足要求的-2起

ZZNPC-CN57-2021001-福建漳州核电站1号机组稳压器泄压箱封头裂纹事件
CJNP-CN65-2021001-3号机组电气厂房L0006墙体部分插筋直径与设计不符事件



准则五

核电机组安全重要构筑物、系统和设备发生共因事件或者故障的-3起

HSNPC-CN44-2021003-2号反应堆压力容器54度承重支承高度调整垫板定位销断裂导致高度调整垫板位移超差事件
FQNP-CN52-2021001-电机核级冷却器解体目视检验超标事件
FCGNP-CN55/56-2021002-3、4号机组主蒸汽隔离阀阀门进出口连接端尺寸不满足技术规格书要求



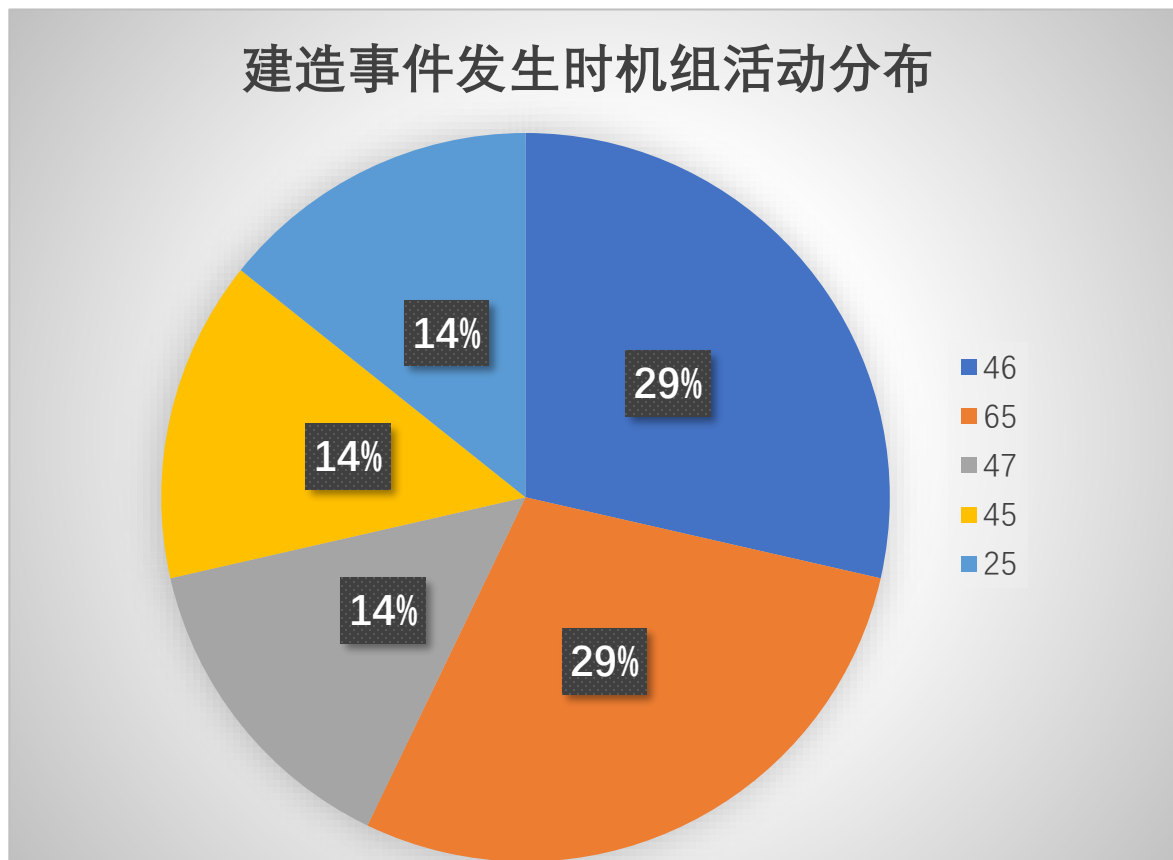
准则六

构成核动力厂安全屏障的重要设备或者构筑物受到严重损伤，导致其安全功能不能满足或者不能确定满足要求的-1起

HSNPC-CN44-2021002-1号堆余热排除系统空气冷却器换热管弯管冻裂事件



2021年我国在建核电机组建造事件活动分布

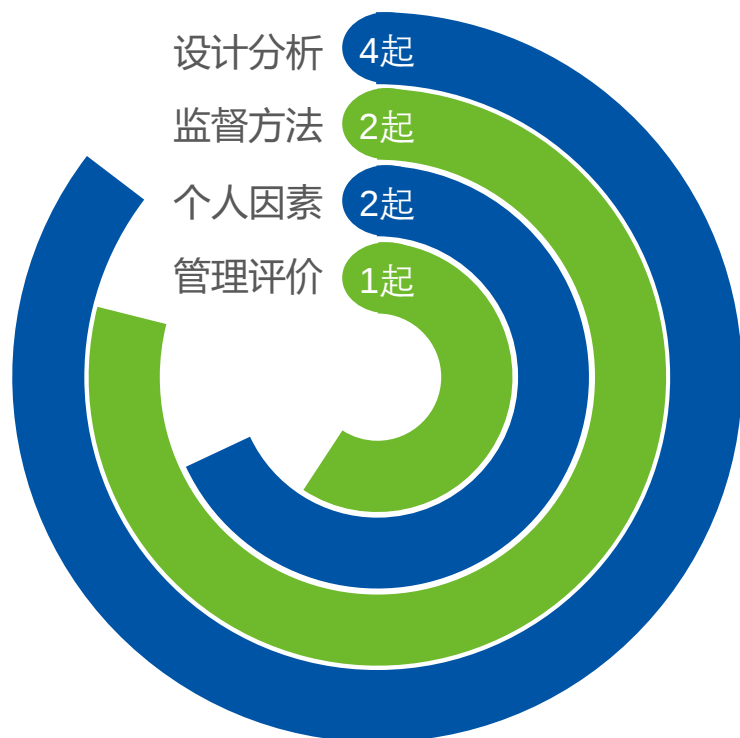


➤ 与“46 新系统建造(如系统焊接、系统连接等)”和“65检查(包括在役检查 and 无损检测)”活动相关的事件数量各有2起，其余均为1起。

注：图中各代码参考**WANO活动编码**进行识别和分类，代表内容如下：

- 46：新系统建造(如系统焊接、系统连接等)；
- 65：检查(包括在役检查 and 无损检测)；
- 47：建造新厂房(如混凝土、钢筋、金属结构等)；
- 45：新设备调试；
- 25：根据现有程序/文件进行定期试验。

2021年我国在建核电机组建造事件根本原因 (依据WANO编码分类统计)



人因因子

监督方法：对工作进程监督不够。

个人因素：技能不足/不熟悉工作执行标准。



管理因子

管理监督与评价：对人员行为和绩效的评价不够



设备因子

设计分析：原始设计不合适、设计文件或图纸不足、设计变更审查不足

2021年我国在建核电机组建造事件共性原因

事件名称		事件原因	经验教训
设计	FCGNP-CN55/56-2021001-功率量程导向筒外围混凝土开槽高度不足	直接原因：设计公司未在采购技术规格书中明确灵敏段尺寸要求 根本原因：设计公司对设备接口信息跟踪存在不足 促成因素：设备鉴定文件审查有效性不足。	加强新设备、新技术应用过程中风险管控（包括指定设计、开口项等的管控）； 加强内、外部接口的管控； 加强供货商的文件审查及管理，督促供货商及时更新设备接口。
	FQNP-CN52-2021001-电机核级冷却器解体目视检验超标事件	冷却器密封结构设计不合理，且设计上无垫片装配图，无安装精度要求。	
制造	HSNPC-CN44-2021003-2号反应堆压力容器支承高度调整垫板定位销断裂导致高度调整垫板位移超差事件	加工方式不同导致摩擦系数存在较大差异:高度调整垫板在现场采用卧式车床加工，该加工方式导致调整垫板与支承耳架/支承座垫的表面性能明显不同，两个接触面的静摩擦系数也会产生较大差异。当高度调整垫板摩擦力差值大于销钉剪切力限值时，支承耳架带动高度调整垫板跟随支承耳架向外滑动。	完善设备管理要求及设备制造、出厂验收标准。
	HSNPC-CN44-2021002-1号堆余热排除系统空气冷却器换热管弯管冻裂事件	制造厂家对于临时性附件焊接的范围、记录和检查程序体系不完善。	
施工	CJNP-CN65-2021001-3号机组电气厂房L0006墙体部分插筋直径与设计不符事件	技术员绘制“CAD 草图”过程中，将直径40mm 的钢筋误识别为直径32mm的钢筋； 施工班组施工绑扎过程中未使用受控图纸施工。 现有程序中未明确“CAD 草图”的管控要求，文件受控管理存在缺陷； 人员结构不合理，有经验的技术及质控人员不足； 相关人员履职不到位； 施工过程和质量控制环节管理上存在不足。	(1) 应加强施工图纸管理，禁止非受控文件用于现场施工和验收； (2) 应严格按程序、规范要求执行半成品检验、自检互检和隐蔽验收，检查验收项目应完整细化； (3) 施工班组交接应充分沟通，做好交接班检查和记录； (4) 对文件编制人员的资质需严格管控； (5) 工作中应推广防人因失误工具的运用，强化质量相关人员的核安全文化意识，营造良好的核安全文化氛围。

通过2021年建造事件可以看出，加强对核电全产业链的管理，协助协作单位建立和培育高水平的核安全文化，是整个行业需要不断思考和努力解决的问题。只有促进整个产业链不断强化核安全文化、质量文化和技术能力，落实核安全法职责，才能促进工程建设高质量发展，提升核电厂整体安全绩效。



04 核电工程建设展望



1. 强化气候行动正在驱动全球向低碳发展转型，核能再次受到重视

应对气候变化已成为全球最为紧迫的议题。在此背景下，统筹气候与发展双重目标，实现经济社会绿色低碳转型发展已成为世界各国的广泛共识，而具有清洁低碳、稳定高效优势的核能重新受到重视。为推动实现碳达峰碳中和目标，我国逐步构建起“1+N”的政策体系，相继发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》，其中强调要“积极安全有序发展核电”，并提出一系列具体措施，进一步明确了核电在构建我国清洁低碳、安全高效的能源体系中的地位和作用，为我国核能产业高质量可持续发展提供了新的机遇。



2. 全球能源安全问题日益突出，凸显核能在保障能源安全中的重要价值。

2021年下半年以来，国内电力、煤炭供需持续偏紧，部分时段区域性供应紧张风险凸显，国内多地出现“拉闸限电”情况，给经济正常运行和居民生活带来影响。核电充分发挥了运行稳定可靠的比较优势，在确保安全的前提下实现了度电必争、多发满发，积极提高电力供应能力。2021年全年国内核能发电量同比增长11.17%，核电机组平均利用小时数达到7777.85小时，同比增长4.72%，充分展现出核电在保障能源电力供应安全中的重要价值。



3. 我国经济总量仍将持续扩大，能源电力需求仍存在较大增长空间，核能有望承担应对疫情的经济激励和加速能源转型的双重角色

综合协会及国内相关权威机构有关研究成果，预计到2035年，我国核电装机有望达到1.5亿千瓦以上，发电量占比达到10%左右，和目前全球平均水平相当，相应减排二氧化碳约9.2亿吨；

展望2060年，为实现碳中和目标，在风电、太阳能等新能源高发展情景下，仍需要核电装机规模约4.0亿千瓦，核电发电量占比达到17.5%左右，接近目前全球发达国家平均水平，相应减排二氧化碳20亿吨以上，同时综合考虑核能供热及综合利用，核能碳减排贡献度达到1/4左右。



05

关于核电工程建设 管理的思考



十余年来，我国核电建造安全、质量、进度、环境保护等方面整体上得到有效控制，有力促进了我国能源结构调整与升级。同时，我国核电建设仍面临着诸多问题与挑战。以下问题需要引起行业关注：

1. 业主单位质量管理职能、工程总承包单位质量责任落实及监理单位独立性需要进一步加强；
2. 工程建设安全质量管理仍面临突出压力；需要进一步丰富、完善管理方法，将管理期望落实到位；
3. 工程开工前准备存在不足，设计深度欠缺，产生大量设计变更，对工程建设管理产生负面影响；
4. 工程建设管理需逐步从“经验型”向“科学型”转化；

5. 需要进一步促进核电工程建设管理从“粗放式”向“精细化”的转变；
6. 进一步加强工程建设中的风险管理，丰富管控手段；
7. 需进一步加强各集团间的经验反馈与深度交流；
8. 需进一步促进工程建设中的良好实践、管理创新、技术创新的分享；
9. 需进一步推动以核安全文化为核心的大团队文化，实现设计、制造、供应商、承包方、施工方的全覆盖；
10. 需要进一步培育核电工程建设人才队伍，完善各类人才职业生涯发展多通道机制与薪酬激励体系，为核电高质量建设提供人力保障。

谢谢
THANK YOU

