



中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION

我国核电工程建设 总体情况报告

刘 巍
2021年5月

规范有序
共享经验

平等自愿
合作开放

持续改进
追求卓越





目录 CONTENTS



一

概述

二

2020年核电建造事件分析

三

2020年核电建设管理亮点

四

结束语

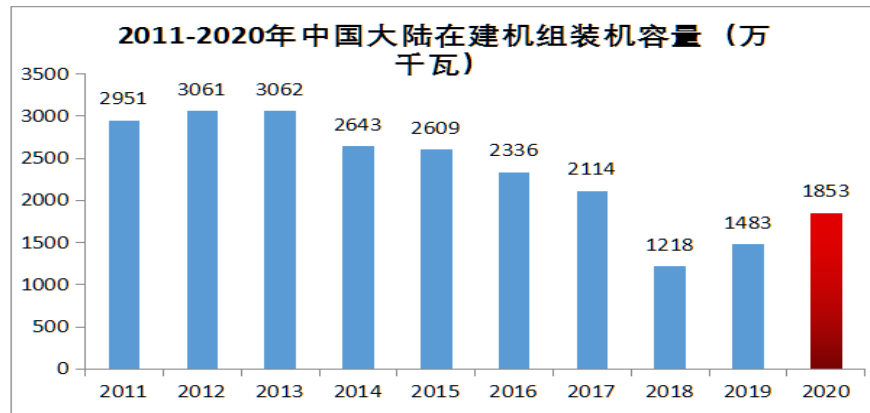
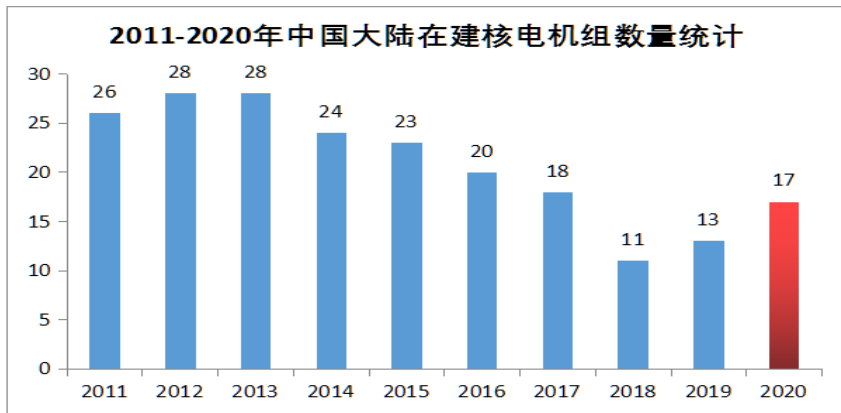


一、概述

1.1 我国在建核电机组现状

截至2020年12月31日：

- 在建核电机组共17台，在建机组总装机容量为1853万千瓦，在建机组数量及装机容量继续保持**世界第一**。
- 2台核电机组实现**首次并网**，分别是田湾核电厂5号机组和福清核电厂5号机组（创造了三代压水堆首堆最短并网工期的记录）。
- 4台核电机组**开工建设**，分别是漳州核电厂2号机组、太平岭核电厂2号机组、三澳核电厂1号机组和霞浦核电厂2号机组，除霞浦2号机组外均采用我国具有自主知识产权的**华龙一号三代核电技术**。
- 核准了三澳一期、昌江二期共计4台华龙机组。





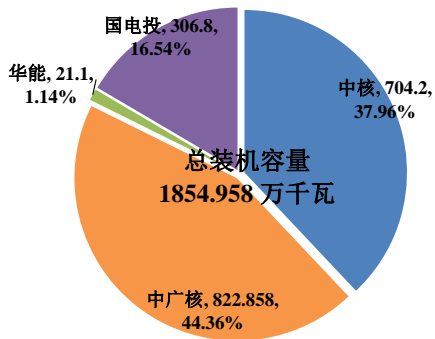
一、概述

1.1 我国在建核电机组现状

截至2020年12月31日：

- **中广核**集团在建机组7台，装机容量822.858万千瓦；
- **中核**集团在建机组7台，（包括霞浦示范快堆2台机组）装机容量为704.2万千瓦；
- **国电投**集团在建机组2台（荣成CAP1400示范项目2台机），装机容量为306.8万千瓦；
- **华能**集团在建机组1台，装机容量为21.1万千瓦。

国内在建机组装机容量（万千瓦）



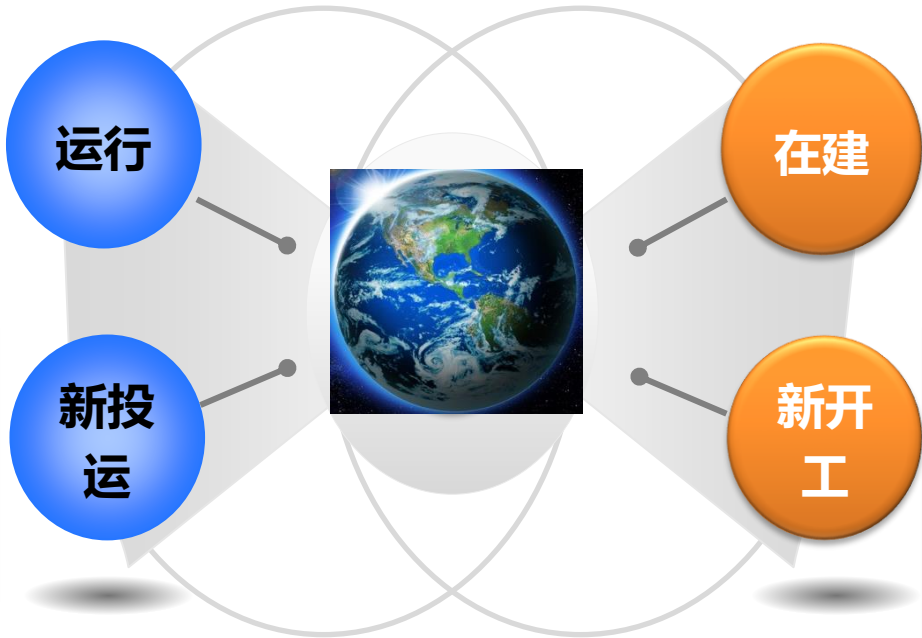
序号	核电厂	机组	CN号	隶属	堆型	额定功率 (Mwe)	开工日期	状态
1	福清	5	CN-51	中核	压水堆	1150	2015/05/07	首次并网
2		6	CN-52	中核	压水堆	1150	2015/12/22	穹顶吊装
3	田湾	6	CN-54	中核	压水堆	1118	2016/09/07	热试
4	漳州	1	CN-57	中核	压水堆	1212	2019/10/16	常规岛FCD
5		2	/	中核	压水堆	1212	2020/09/04	常规岛FCD
6	防城港	3	CN-55	中广核	压水堆	1180	2015/12/24	穹顶吊装
7		4	CN-56	中广核	压水堆	1180	2016/12/23	核岛安装
8	红沿河	5	CN-49	中广核	压水堆	1119	2015/03/29	热试
9		6	CN-50	中广核	压水堆	1119	2015/07/24	冷试
10	太平岭	1	CN-61	中广核	压水堆	1202	2019/12/26	常规岛FCD
11		2	/	中广核	压水堆	1202	2020/10/15	核岛FCD
12	三澳	1	/	中广核	压水堆	1210	2020/12/31	核岛FCD
13	石岛湾	1	CN-44	华能	高温气冷堆	211	2012/12/09	热试
14	228示范工程	1	/	国电投	压水堆	1400	2019/04/06	
15		2	/	国电投	压水堆	1400	2019/11/01	
16	霞浦	1	/	中核	钠冷快堆	600	2017/12/29	
17		2	/	中核	钠冷快堆	600	2020/12/27	

一、概述

1.2 全球核电机组现状

截至2020年12月31日

世界运行核电机组共**441台**，总装机容量为4.14亿千瓦



在建核电机组共**58台**，总装机容量为6592.458万千瓦

新投运核电机组**5台**，分别是中国2台，俄罗斯1台，阿联酋1台，白俄罗斯1台

新开工机组**5台**（中国4台，土耳其1台），装机容量4831.15 MWe，均采用三代及以上核电技术

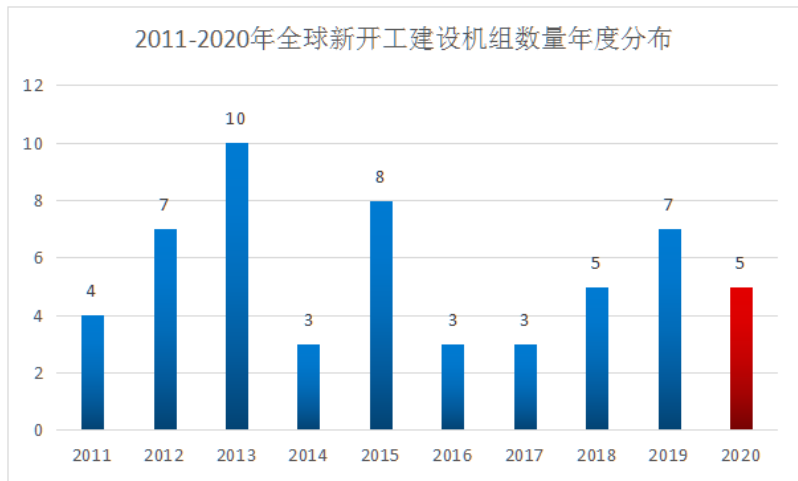


一、概述

1.2 全球核电机组现状

截至2020年12月31日：

- 全球在建机组较2019年净增加1台，总数为58台，总装机容量6592.458万kW，较2019年减少2931.042万kW。
- 2020年新开工机组5台，装机容量为5431.5MWe，均采用三代及以上核电技术，中国新开工机组台数占全球新开工台数的80%。



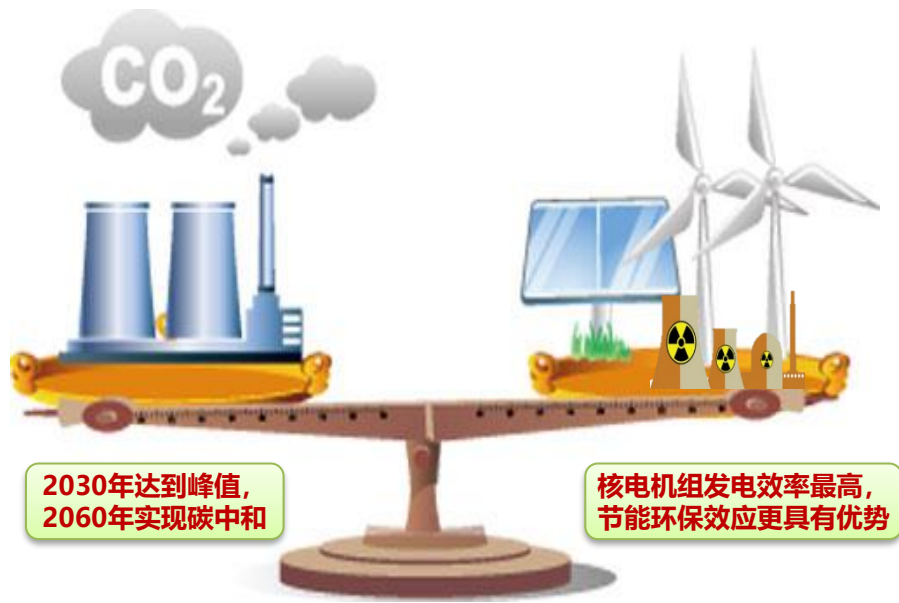
国家	机组名称	开工时间	堆型	额定功率 /MWe
中国	漳州-2 (Zhangzhou-2)	2020-09-04	HPR-1000	1212
	太平岭-2 (Taipingling-2)	2020-10-15	HPR-1000	1211.5
	霞浦-2 (Xiapu-2)	2020-12-27	CFR-600	600
	三澳-1 (San' ao-1)	2020-12-31	HPR-1000	1208
土耳其	阿库尤-2 (Akkuyu-2)	2020-08-08	VVER V-509	1200



一、概述

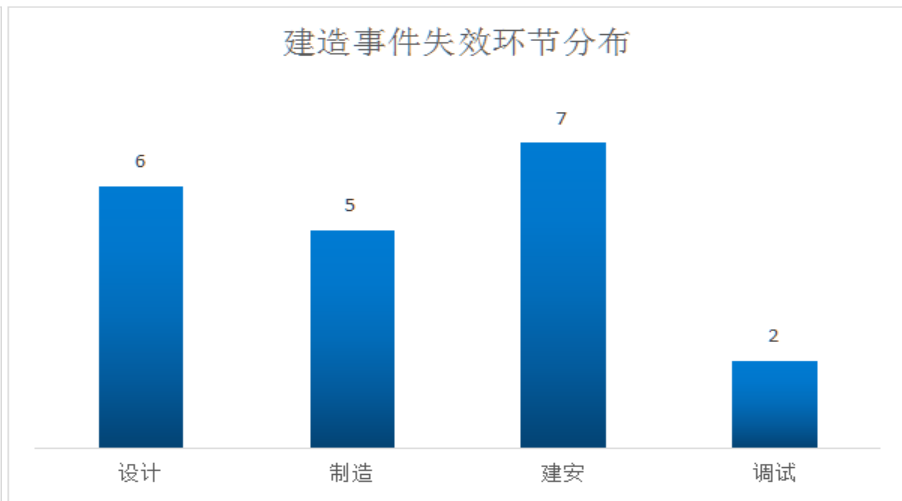
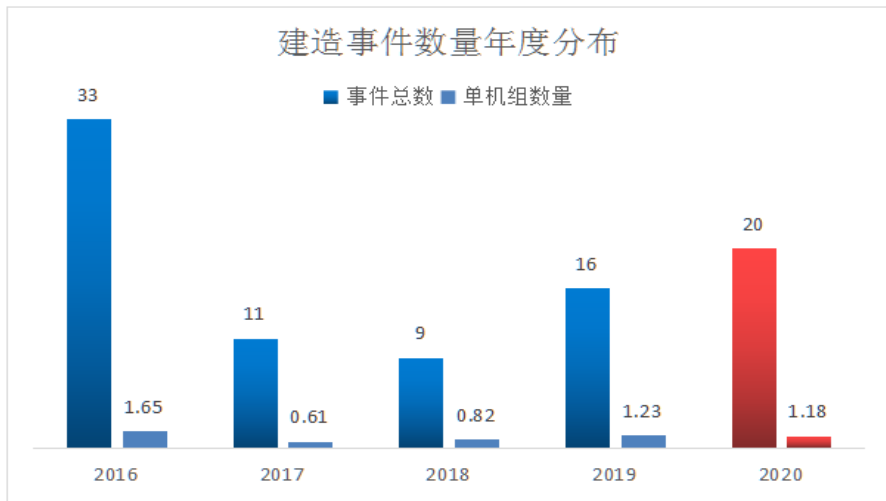
1.3 我国在建核电机组节能环保效应

根据2020年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3803万吨，减少排放二氧化碳**9963万吨**、二氧化硫32万吨、氮氧化物28万吨，相当于增加造林**28万公顷.年**。





二、2020年核电建造事件分析



—— 2020年国内17台在建机组共产生**20起**建造事件，相比2019年事件数量增加4起，事件总数量为2017年以来最大值；平均单机组事件数量为1.18起，略低于2019年平均单机组数量；

—— 2020年国内建造事件失效环节主要是建安、设计和制造环节，共性问题主要是**混凝土浇筑质量缺陷、设备焊接质量缺陷和管理监督不足**



二、2020年核电建造事件分析

2.1 混凝土浇筑质量缺陷

缺陷1：混凝土在凝结硬化过程中温度变形及收缩变形导致产生非荷载裂缝

原因：混凝土裂缝控制措施有效性不足

缺陷2：部分振捣点欠振，导致混凝土浇筑不密实，形成蜂窝/起砂/孔洞缺陷

原因：作业风险识别不足，未制定应对性措施

缺陷3：混凝土部分试块不规范，试块容重和表面平面度存在偏差

原因：缺少工艺规程/指导书，现场试块制作不规范

提醒：在混凝土浇筑作业前应结合现场实际情况提前进行风险识别，同时加强对混凝土浇筑施工程序文件审查，在施工方案中明确影响浇筑质量的重要因素、关键技术点和应对措施。



二、2020年核电建造事件分析



2.2 设备焊接质量缺陷

01

缺陷1：点焊过程中形成表面裂纹

原因：安装承包商对焊接技术管控存在不足

02

缺陷1：焊接速度未控制好且填丝不足导致焊缝未焊透

原因：制造厂人员质疑的工作态度不足

03

缺陷1：焊接时操作不稳定导致内侧焊缝根部局部成型不良

原因：对重要设备焊接重视程度不足

04

缺陷1：母材焊缝根部裂纹

原因：焊缝结构设计考虑不充分，焊接过程不规范

提醒：

- 细化设备焊接过程管控措施，明确焊接方案，对于重要设备的焊接工作，应设置见证点，做好质量控制；
- 管理程序中明确作业管理内容、管理方法以及监督检查要求，并落实和细化到作业文件及质量控制文件中。



二、2020年核电建造事件分析

2.3 承包商管理监督不足

承包商现场施工与规范和图纸不符

承包商未遵守工作票管理要求导致误切割
并重新焊接

承包商超许可证范围作业

承包商施工前未识别风险，导致设备损坏

原因：

- 1、施工单位未严格按照质量控制程序进行施工过程控制；
- 2、现场作业过程中信息传递不畅通，管控不严，相关人员缺乏严谨的工作作风
- 3、承包商单位管理薄弱，过程中技术管理、质量监管不足

加强相关监管文件重视程度和学习力度，保持严谨的工作作风和质疑的态度

明确工作流程要求、管理方法以及监督检查要求，并细化落实到作业文件及质量控制文件

充分审查承包商的资质以及人员资质的匹配性，严禁超许可证范围的作业



三、2020年核电建设管理亮点

3.1 高精度定位技术助力建造现场人员安全管理

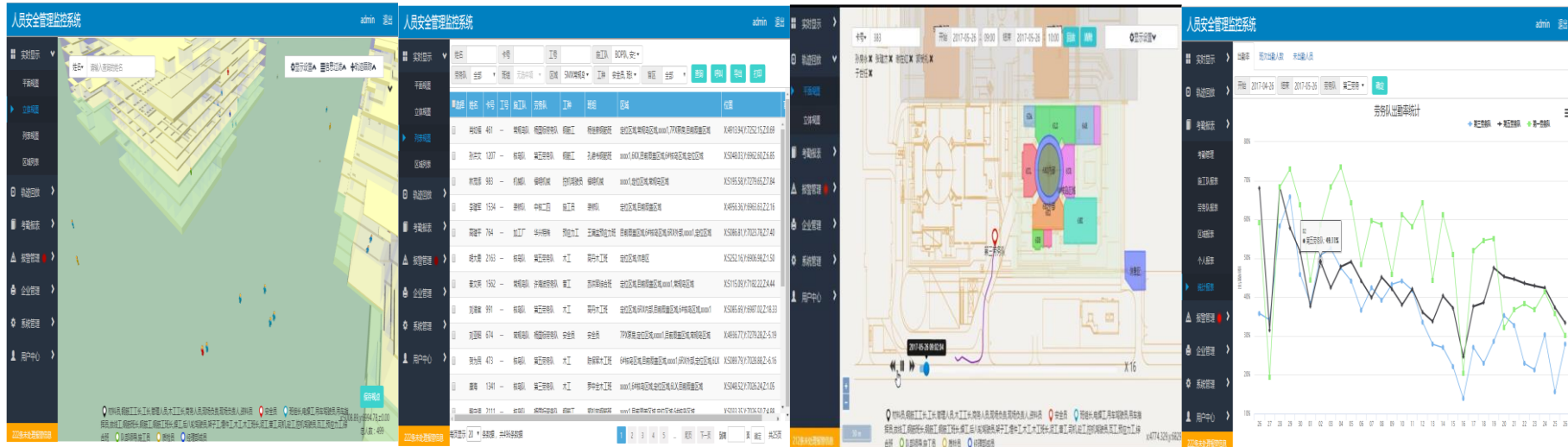
- 在核电建设高速发展和华龙一号走出去的背景下，建立标准的信息自动采集和实时监控系系统，有效提升项目标准化管理水平，树立良好的外部形象，提升企业竞争力和核电走出去的配套管理体系：



三、2020年核电建设管理亮点

3.1 高精度定位技术助力建造现场人员安全管理

- 在现场人员安全监管系统软件中以平面/3D立体视角的方式去查看人员位置；
- 排列出各个区域人员定位情况，实现了人员位置信息的详细查看；
- 实现了平面//3D立体视图轨迹回放查看人员的行进路线；
- 实现了对劳务队的出勤率、各个劳务队班次出勤人数、未出勤人员考勤统计





三、2020年核电建设管理亮点

3.2 系统规划，开展全过程质量提升管理

- 统筹策划项目整体工程质量提升，制定自项目FCD至商运全过程的质量提升总体方案及专项提升方案，稳步开展提升行动，并根据工程进展逐年滚动更新，聚焦关键工程活动，整治质量痛点，提升主要工艺。

提升思路



主要举措



- ◆ 责任制划分
- ◆ 奖惩机制
- ◆ 产业链提升



- ◆ 体系优化
- ◆ 完善QC验证
- ◆ 零缺陷方案



- ◆ 以活动为基础
- ◆ 基于以往经验反馈
- ◆ 每月预警



- ◆ 过往事件防范
- ◆ 工艺质量提升



三、2020年核电建设管理亮点

3.2 系统规划，开展全过程质量提升管理

- 主动对标其他机组，制定工程高质量投产目标以及高标准、严要求的指标体系，并采取阶段指标和全程指标的控制策略，对高质量投产的实施过程进行全流程管控



无二级及以上核事件，无较大及以上人身伤亡事故

零重伤，零消防事故，零重大辐射防护事件，零较大设备损坏事故，零瞒报谎报，零严重不利影响的社责任事件

运营向工程重大经验反馈100%落实



四、结束语

2020年，我国在三代核电技术领域实现突破，成为继美国、法国、俄罗斯等国家之后真正掌握自主三代核电技术的国家，为建设核工业强国迈出了坚实一步。

通过2020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





中国核能行业协会
CHINA NUCLEAR ENERGY ASSOCIATION

谢 谢!