



# 三澳核电工程建设经验交流

中广核苍南核电有限公司

2022.9



# CONTENTS

- 01** 项目总体介绍
- 02** 安全质量环境管理
- 03** 核安全文化建设
- 04** 工程建设良好实践



# 01 项目总体介绍



## 01 项目总体介绍-公司介绍

中广核苍南核电有限公司于2014年11月注册成立，2015年7月作为中国广核集团二级成员公司独立运作，负责中广核浙江三澳核电项目的开发、建设和运营。

三澳核电项目是全国民营资本首次参股投资的核电项目。2021年4月，苍南公司正式作为合资公司运作。



# 01 项目总体介绍-项目概况

## 厂址位置

- 位于浙江省温州市苍南县霞关镇三澳村
- 距离温州市区约90km
- 距离苍南县城约36km

## 建设规模

- 规划建设6台百万千瓦级“华龙一号”核电机组，一期建设2台
- 由中广核苍南核电有限公司负责开发、建设和运营，是全国民营资本首次参股投资的核电项目



# 01 项目总体介绍-厂区规划

苍南核电主厂区一次性规划6台机组，总体呈“品字型”布置；一期建设2台机组，二、三期核准正在稳步推进。



三澳核电项目1、2号机组目标总工期均为60个月，1号机组与2号机组开工间隔12个月，关键里程碑计划如下：

序号	关键里程碑	1号机组		2号机组	
		FCD+(月)	计划时间	FCD+(月)	计划时间
1	核岛第一罐砼	0	2020-12-31	0	2021-12-30
2	安全壳穹顶吊装	24	2022-12-31	27 (开顶法)	2024-03-31
3	核岛主回路冷试开始	47	2024-11-30	47	2025-11-30
4	装料开始	56	2025-08-31	56	2026-08-31
5	具备商运条件	60	2025-12-31	60	2026-12-31

# 01 项目总体介绍-1号机组进展

**1号机组，2020年12月31日核岛FCD,预计2022年12月安全壳穹顶吊装：**

**核岛：**内部结构17.5m板浇筑完成，内壳施工至第17层，外壳施工至第4层，环吊牛腿安装完成。

**常规岛：**常规岛运转层采用下沉式布置，汽机基座完成-11.5m结构施工，厂房筏基施工中。

**泵房：**筏基结构混凝土已浇筑总量的48%，钢筋已绑扎总量的85%。



**2020年12月31日 浙江省委书记袁家军宣布1号机组主体工程开工  
时任浙江省委副书记、省长郑栅洁，国家能源局党组书记、局长章建华讲话**

# 01 项目总体介绍-2号机组进展

## 2号机组，2021年12月30日核岛FCD：

**核岛：**筒体3层具备整体吊装条件，内部结构首层墙体钢筋施工中，内外壳基础具备浇筑条件。

**常规岛：**2022年8月31日FCD，厂房地下廊道施工中。

**泵房：**2022年5月29日FCD，筏基施工中。



2021年12月30日，三澳核电项目2号机组核岛主体开工。

## 01 项目总体介绍-二、三期核准推进

2021年4月，浙江省发展改革委印发《三澳核电前期与建设工作专班工作方案（含“挂图作战”计划）》。

三澳核电二、三期项目已纳入国家“十四五”开工备选项目。前期工作已全面开展，包括可行性研究、“两评”等专题报告编制、重大技术方案研究论证等，后续予以积极推进。

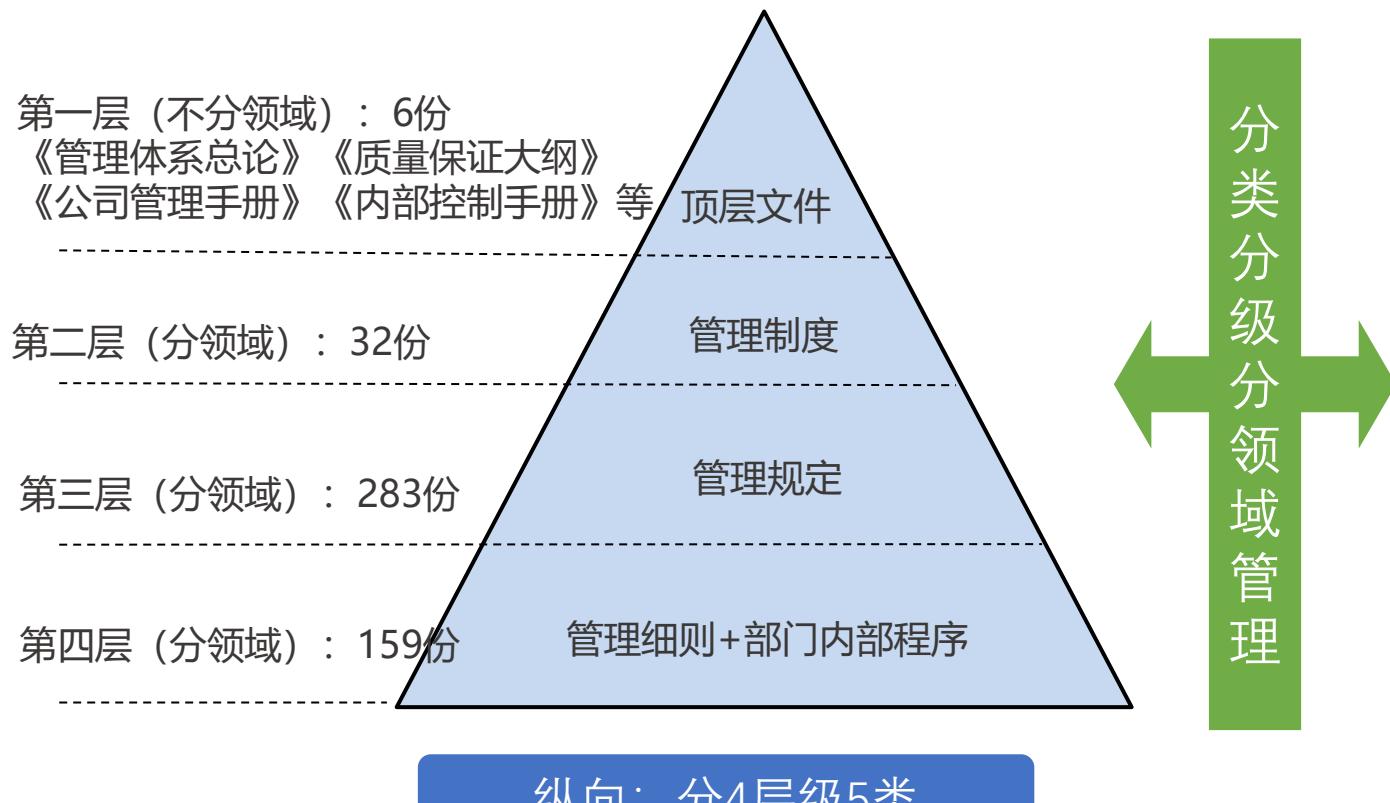


## 02 安全质量环境 管理

为落实《核安全法》《国家能源局生态环境部关于加强核电工程建设质量管理的通知》《核动力厂管理体系安全规定》等要求的营运单位全面核安全责任，在坚持核电工程建设专业化的基础上，中国广核集团发布了《中国广核集团核电工程建设管理大纲》，在集团层面完善了工程建设管理责任体系，层层压实责任，为项目高质量建设、机组安全稳定运行提供有力保障。

苍南公司对照大纲要求，梳理公司管理体系，累计完成程序文件修订12份，落实业主公司工程管理六大控制全面管理责任，实施属地属人属事安全管理，强化QA/QC有效性，保证工程质量。

苍南核电落实《核动力厂管理体系安全规定》的新建电厂，有效的将财务管理、人力资源、行政后勤等领域纳入管理体系范畴，进一步明确了财务、人力等在安全管理方面职责，完善了安全管理体系。累计制定管理程序共531份，涵盖28个业务领域。



业务领域	业务领域	业务领域
规划经营	化学与环境保护	合同商务与物资管理
组织管理	<b>财务管理</b>	<b>人力资源</b>
工程管理	质量保证	培训管理
生产准备	经验反馈	<b>行政后勤</b>
生产计划与联网	职业健康与安全	党群与公共关系
运行管理	核安全	保密与科技管理
维修管理	应急准备与响应	信息管理
核燃料管理	纪检审计	文档管理
设备管理	检查试验	技术改造
退役管理	\	\

横向: 划分为28个业务领域

为提升风险管控层级，充分发挥集体智慧，坚持风险管控“一体化”运作，上下贯通，加强经验交流，提升风险防控效果，苍南公司每年组织各参建单位相关领导班子成员和业务骨干召开2次风险分析专题研讨会议，分析安质环风险，制定应对措施，跟踪闭环管理，确保措施落实到位。

2022年8月13日，苍南公司联合项目部、监理、各施工单位召开了三澳核电基地安质环风险分析研讨会，华东监督站应邀出席，13家单位相关领导班子成员和业务骨干共70余人参会。会议凝聚集体智慧，聚焦工程安质环风险，共识别**重点风险14项**，经苍南公司安质环专题党委会讨论，累计制定**应对措施91项**。每项任务责任落实到人，专人跟踪任务进展，双周报告完成情况，业务部门专业人员验证，确保任务有效闭环。



基地安质环风险分析研讨会



基地安质环风险分析研讨会（分组研讨）



公司安质环专题党委会

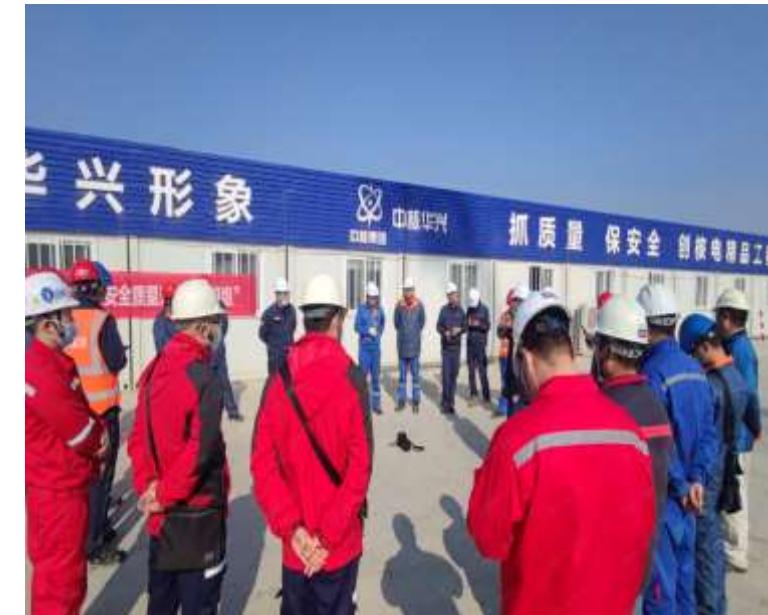
坚持“今天的工程质量就是明天的核安全”理念，每周六开展联合高层巡视和每天领导现场带班检查，深入一线，增强项目大团队安质环管理凝聚力和向心力，强化领导示范和全员行为规范，持续推进核安全文化水平提升。



联合华东监督站现场巡视



周末联合高层巡视



周末联合高层巡视（现场总结）

- **全员安全质量环保责任制**: 签订全员安质环责任书, 确保安质环责任有效分解和落实;
- **网格化安全划分**: 将现场以专业区域为单位划分29个责任区, 明确了现场责任人、项目部责任人、监理责任人、业主公司责任人, 层层压紧压实责任, 强化四个责任 (执行责任、管理责任、监督责任、领导责任) 落实。



序号	单位	专业区域	现场责任人		分派责任领导(工程公司)		项目部分管领导 (工程公司)	监理负责人	业主公司	
			工程公司	承包商	施工负责领导	质量负责领导			工程管理负责人	监督负责人
1	中核华联土建	1号机组区域	罗海军	尹德军	郑晓阳	宋丹亮	苗广昌	王莉远	周刚	李久林
2	中核华联土建	2号机组区域	罗海军	尹德军	郑晓阳	宋丹亮	苗广昌	周坤岳	吴健华	李洁宇
3	中建三局	常规岛及附属土建区	金圣耀	刘胜利	孟庆	宋丹亮	苗广昌	张建东	姚利君	李洁宇
4	中核华联土建	半地下室临建区域	罗海军	尹德军	郑晓阳	宋丹亮	苗广昌	王莉	钟洪进	任洁东
5	浙江瑞正	浙江顺安加工厂道路机电 安装区域	丘礼攀	侯忠峰	郑晓阳	宋丹亮	苗广昌	林阳	黄明博	李洁宇
6	东电一公司	东电一公司本体施工 临工区域	丘礼攀	刘耀东	郑晓阳	宋丹亮	苗广昌	孙青慧	焦其义	
7	葛洲坝	砂石厂工程区域	翁世忠	李培清	郑晓阳	宋丹亮	苗广昌	钱伟	李伟利	李洁宇



### “以点带面” 建设班组示范区

2022年现场全力推动示范区建设，涵盖标杆车间、标杆堆场、标杆集装箱等范围，全年共建设26个**安全和质量标杆示范区**。同时，针对现场管理水平较差区域，创新建立了**“重点改进区”挂牌管理机制**，针对管理不到位的单位设置“重点改进区”，并由相关责任单位一把手亲自挂帅督办。



搅拌站标准化建设



车间标准化建设



库房标准化建设



班组标准化建设



# 03 核安全文化 建设



## 03 核安全文化建设-党建引领

苍南核电始终坚持以高质量的党建引领工程建设，联合华东站及各参建单位开展多种形式的支部共建、党建联建，以“支部结对”为平台，推进核安全文化进班组、助力班组示范区建设。

在项目重要节点成立党员攻坚队，发挥党支部战斗堡垒作用，让党旗在建设一线高高飘扬。



联合泵房党员攻坚队



华东监督站与现场班组结对子



成立穹顶吊装党员攻坚队

## 03 核安全文化建设-震撼教育

公司成立核安全文化建设小组，建立健全三澳核电基地核安全文化培育与推进相关体系，将核安全文化落实到各参建服务单位、基层组织和个人，并向核电产业链上下游延伸。2022年，通过多种形式活动的开展持续推进核安全文化建设，提升核安全意识。



华东监督站震撼教育



基地核安全文化震撼教育



公司防人因失误培训教育

## 03 核安全文化建设-班组建设

- 学习“**长城砖**”经验，建立实名制班组，压实班组责任；
- 践行“**我要质量，我不返工**”的质量意识，每月进行**班组安全积分考核**，树立班组主人翁意识，推动班组建设标准化提升。
- 建立**退出机制**，针对个人技能水平低、班组整体工效低，实行末位淘汰制或班组打散、重组；
- 开展工种**技能鉴定、技能培训**等活动，持续提高班组技能、激发内在潜力。



施工实名制



安全积分公示



技能培训

## 03 核安全文化建设-专项活动

2022年，苍南核电基地持续推进核安全文化建设，开展多种形式专项活动，提升核安全意识。其中两个“零容忍”、“遵守程序、反对违章”、专项技能比武等活动取得良好效果。



核安全文化承诺



遵反主题教育活动



技能比武



# 04 工程建设良好 实践



三澳项目一期工程在第一批12项先进建造技术清单的基础上，新增实施12项先进建造技术。截止目前，已落地实施13项（绿底），2022年还有5项将逐步落地实施（黄底），后续计划实施有6项（白底）。

### 第一批

首批	先进建造技术	1号机	2号机
1	开顶法	×	(待定)
2	大吊机及场地布置	√	√
3	安全壳钢衬里模块	√	√
4	堆腔水池不锈钢模块	×	√
5	内部结构SG间模块	√	√
6	ASP水箱不锈钢模块	√	√
7	IRWST水池天花施工	×	√
8	内安全壳分层高度优化	√	√
9	预应力张拉平台和顺序优化	√	√
10	环吊桥架整体吊装	×	√
11	外安全壳穹顶钢模板	√	√
12	环吊环轨梁整体吊装	√	√

9项 12项

### 第二批

第二批	先进建造技术	1号机	2号机
13	堆芯混凝土结构模块	×	√
14	ASG天花模块	√	√
15	VPU/ARE牛腿悬挑支撑优化	√	√
16	ASP与预应力解耦	√	√
17	IVR水箱天花模块	√	√
18	混凝土预制风道	√	√
19	免支模楼板（扩大应用）	√	√
20	MAG机械化焊接	√	√
21	TIG（双钨极+热丝）机械化焊	√	√
22	玻璃钢廊道	√	√
23	乏燃料水池池壁大板模块后贴法	√	√
24	机械模块	×	√

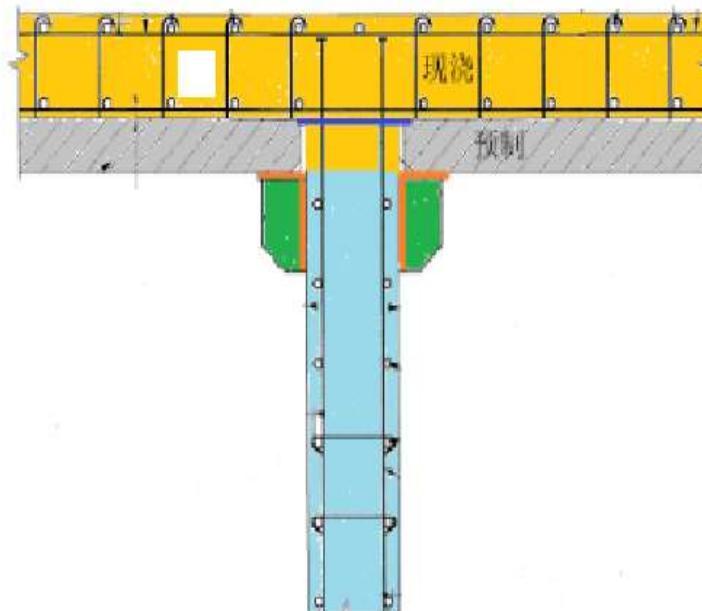
10项 12项

已实施先进建造技术

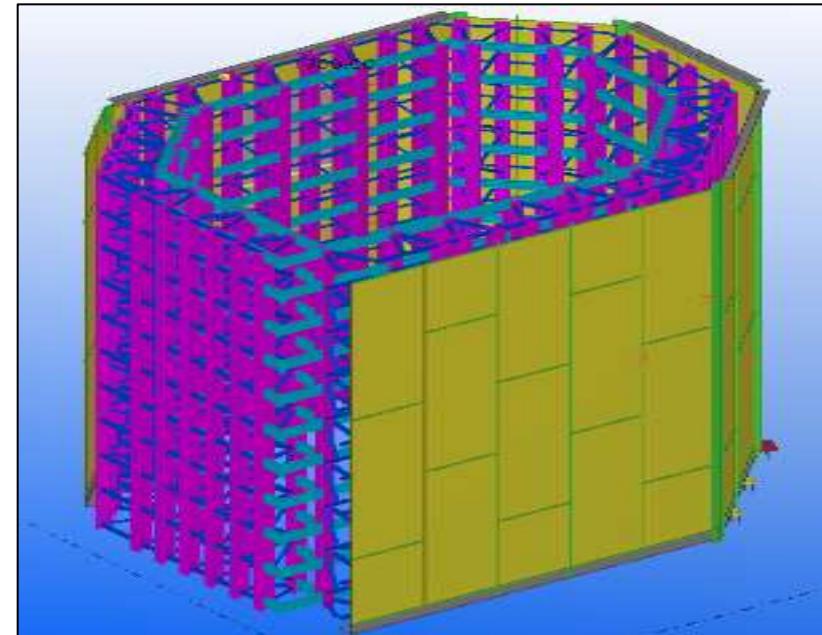
钢衬里底板模块

堆坑底板混凝土模块  
(华龙机组首次应用)

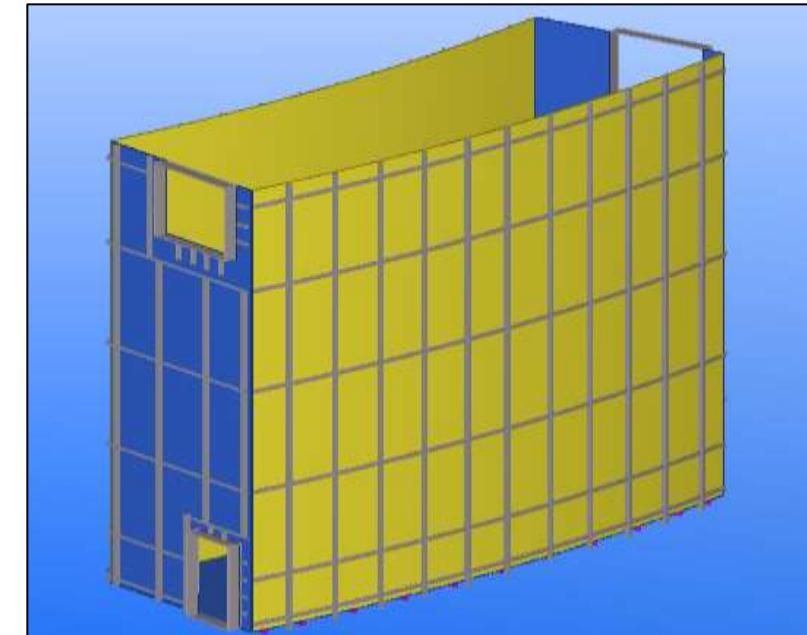
SG隔间模块  
(惠州核电首次应用)

计划实施先进建造技术

**免拆模楼板**  
装修施工可提前一个月开展

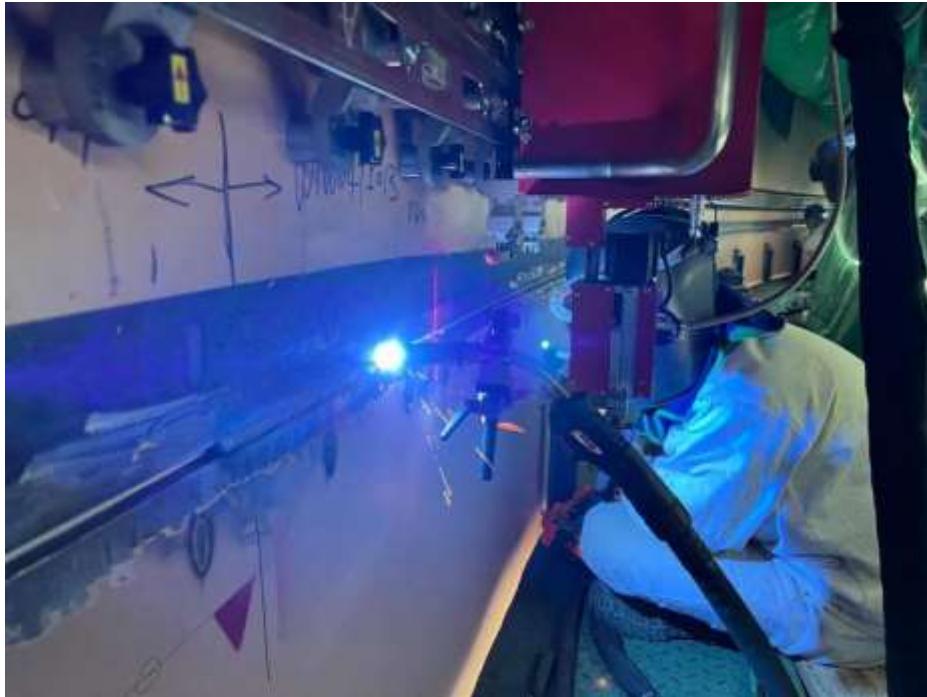


**堆腔水池不锈钢模块**  
有效提高建造质量，缩短施工工期5个月



**ASP水箱不锈钢模块**  
缩短关键路径工期3个月

推动先进焊接技术的应用，已在钢衬里底板、筒体和穹顶推广应用MAG机械化焊接技术，预埋件预制推广应用机械手臂自动焊，可有效缓解因焊工资源紧缺引起的工程制约。



MAG机械化焊：目前焊接总长度约1406米，探伤底片2524张，RT一次合格率约97.5%



预埋件机械手臂自动焊：定位准确、延时准确、成型均匀、连续工作、焊缝质量稳定。

## 04 工程建设良好实践-智慧工地建设

### □ 量身定制

苍南核电智慧工地是在落实“68号文”和“三年安全计划”基础上，根据中广核工程建设的生态和目前面临的主要问题“量身定制”，聚焦质量、安全、环境、施工和数据智能化五个维度，共计35个子项模块。



三澳核电智慧工地整体架构图

## 04 工程建设良好实践-智慧工地建设

### □ 数据共享

苍南核电智慧工地作为工程管理统一平台，贯通项目建设全生命周期，覆盖至全厂所有施工单位和人员，**数据在监管单位、建设单位、监理单位和总包、分包单位实时共享。**



工程阶段系统分布图



系统数据架构图

## 04 工程建设良好实践-智慧工地建设

### □ 质量先行

率先在土建施工阶段试点质量控制“电子签点”，通过前端APP控制“人脸+时间+定位”，与现场移交标记法、影像记录相结合，通过数据自动分析，实现防造假有效管控，促进质量管理提升。



系统数据记录



关键影像留存



移交标记结合



前端APP识别人脸+锁定时间+记录定位

后台证据记录和数据智能分析推送

## 04 工程建设良好实践-智慧工地建设

### □ 效率提升

彻底取消纸质，实现全厂所有作业许可电子审批高效流转（28种大类、总计198种各类表单），日均300余个电子流程。并利用自动报表生成不同数据推送至各级组织，推动整改和管理精细化提升。



部分表单及内容选例



自动报表推送选例

为了进一步提高防造假意识，压实防造假制度，业主公司通过引入独立的第三方检测机构对探伤、原材料及安装质量等进行独立验证，不断提高技术措施及过程管控，具体措施如下：

### 技术措施管控

- 在现有质量文件记录的基础上推进土建质量签点APP，采用“人脸+时间+定位”技术手段。
- 建立覆盖全厂的视频监控共592个，延伸至现场各级管理人员的桌面电脑和手机端。
- 落实施工人员实名制要求，建立所有人员管理电子档案，在门禁系统中全面应用人脸识别技术。
- 施工影像留存：建立影像管理制度，发布《三澳一期工程施工过程影像资料管理规定》。

### 现场重要工作过程与施工风险管控

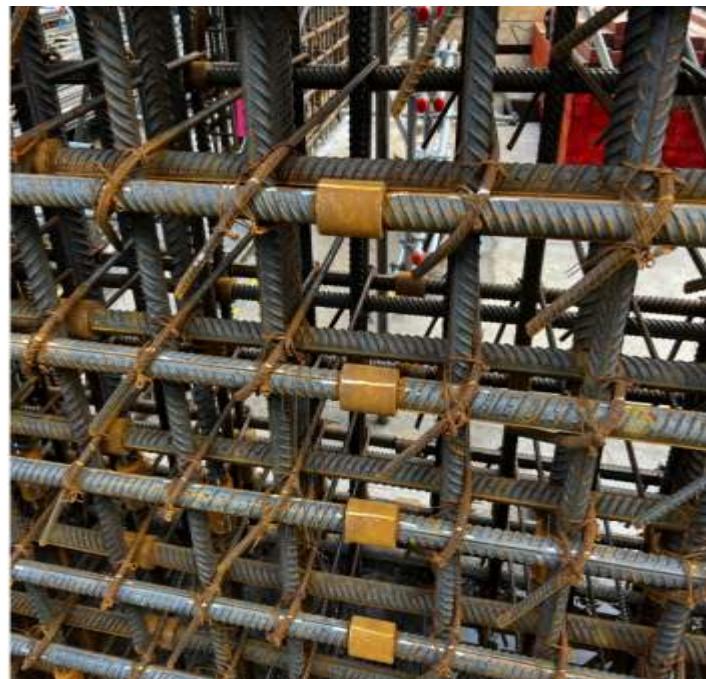
- 业主履行核安全全面责任，引进专业检测机构，对探伤、安装质量等进行第三方独立验证。
- 针对供应商提供的投标响应文件，计划合同部对其企业资质、业绩、质量信誉等进行查验，根据合同封面及签字盖章页，审核其业绩情况，同时通过“企业等级信息查询”“企查查”等网站、软件对供应商资质等进一步甄别。
- 技术部组织参加设备监造见证活动。
- 材料进场验收时由采购单位组织对材料实体质量、质量证明文件、第三方检测报告、原材料检验/入厂复验等进行核查。

## 04 工程建设良好实践-施工质量可视化

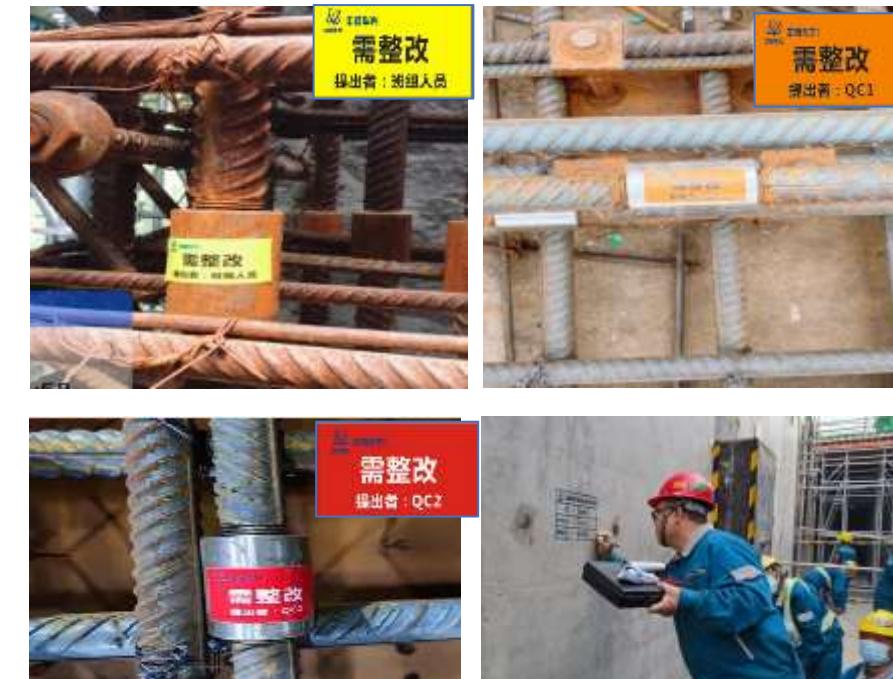
现场布置主要工序作业流程简图，将作业过程的关键步骤、重难点、对错做法以图文形式展现，直观指导作业人员规范操作，提高现场作业人员和管理人员的施工能力，实现现场质量管理规范化、透明化。



现场全面推广**验收“标记法”**：通过开展班组自检“标记法”，制作并挂设/张贴工序验收信息标识牌、质量问题整改牌，实现现场验收信息可视化，推动现场验收问题及时整改，提升现场质量验收工作。



划线标示法



现场验收标识

**改善环境，降低扬尘：**三澳厂址土石方全厂土石方量达4500万方，现场现有机械885台；喷淋喷雾系统沿道路布设，有效降低现场扬尘，增加空气湿度、降温效果；手机APP操作，实现快速控制，开闭及定时自动启停。

喷雾系统



喷雾炮装置



喷淋喷雾系统



## 04 工程建设良好实践-无尘化施工

安装区域投用临时通风和空调，采取措施落实“无尘化施工”，为安装工人提供舒适的作业环境，并有效保障安装焊接工作质量。



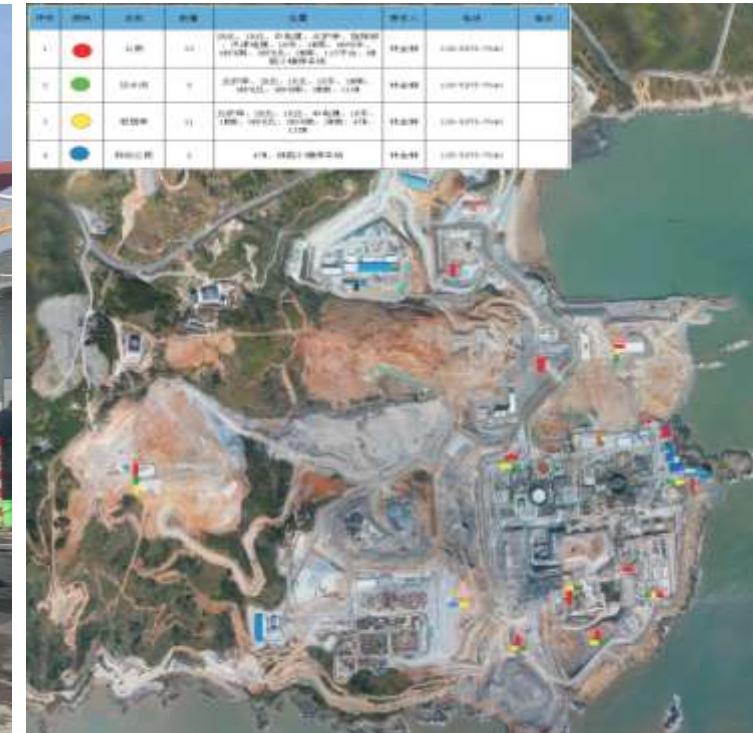
## 04 工程建设良好实践-智慧健康亭

现场设置智慧健康亭，配备健康一体机，为现场重点人群提供免费体检服务和健康预警信息。体检内容包含血压、血糖、心电图等20多项体检指标。自4月份投用以来，已安排健康监测900余人次，有效识别高血压人群比例为35%、高血糖人群比例为20%、高尿酸人群比例为16%。



## 04 工程建设良好实践-人文关怀

根据现场实际人流量，现场配备**饮水点、吸烟亭、冷风机**等便民设施，为群众办实事，切实解决一线工人的实际需求。



推动全场范围纳入到三维设计，并采用正向设计逻辑开展三维设计工作；通过全范围的三维设计协同，为下游板块提供可视化协同，为开展智能电厂奠定基础。

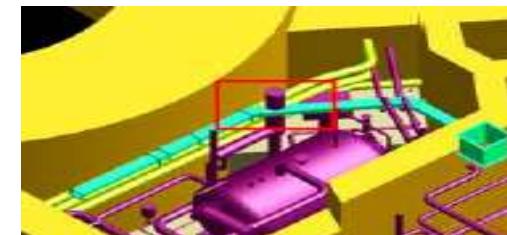
- 全球工作共享：实现全球设计同步共享，提高设计人员的工作效率；
- 可视化协同：通过三维模拟，班组实现施工布置可视化，有效提高施工质量和施工工效；
- 实时碰撞检测：数字化模拟吊装过程，优化方案，有效避免现场吊装碰撞；
- 自动出图系统：通过三维模拟系统，实现布置图、管道图等自动出图。



全球工作共享



可视化协同



实时碰撞检测



自动出图系统

## 04 工程建设良好实践-首件试装

千余台隔膜阀到货后发现坡口尺寸存在偏差。

大宗截止阀存在手轮螺母与图纸不一致、开关卡涩等共性问题。

1. 批量化大宗设备；
2. 共性问题；
3. 现场处理代价大；
4. 有提前发现的可能性

“小批量到货 + 现场试装”

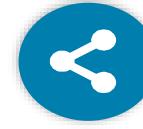
- 在苍南核电，针对大宗类的隔膜阀、球阀、截止阀、防火阀、排烟阀及龙卷风阀，以及部分其它核岛辅助设备、部分仪表，采取“小批量到货+现场试装”的方式，提前发现问题、排除隐患、做好经验反馈，将共性问题在工厂内进行整改，避免大批量出现在项目现场。
- 目前已形成工作计划；部分阀门已到货；匹配现场安装条件后实施。

USS评估构架参照华东监督站POG体系并结合自身特点制定了定性评价标准，同时根据PSA理论制定了定量评价标准，对于较为复杂的情况制定专家综合评价环节。将安全要素的状态精准分级，并规范相应行动举措。

在华东监督站的指导和帮助下，USS全面整合了基地各单位监督力量，助力苍南核电安全质量提升，2022年6月被中国核能行业协会评为核电工程建设**首批高推广价值新流程成果之一**。

在各单位的联合攻坚下，通过前期试点取得的良好成果及反馈，最终开创性的形成**理论构架、程序构架、组织构架、实施构架及评估构架**等5大构架，为联合监督体系（USS）推广运作奠定了基础。

理论架构：确定4大安全领域、8个安全基石及29个安全要素



程序架构：采用三级程序体系，



组织架构：成立三澳核电厂联合监督委员会



实施架构：制定联合监督检查计划以及联合监督检查的组织实施



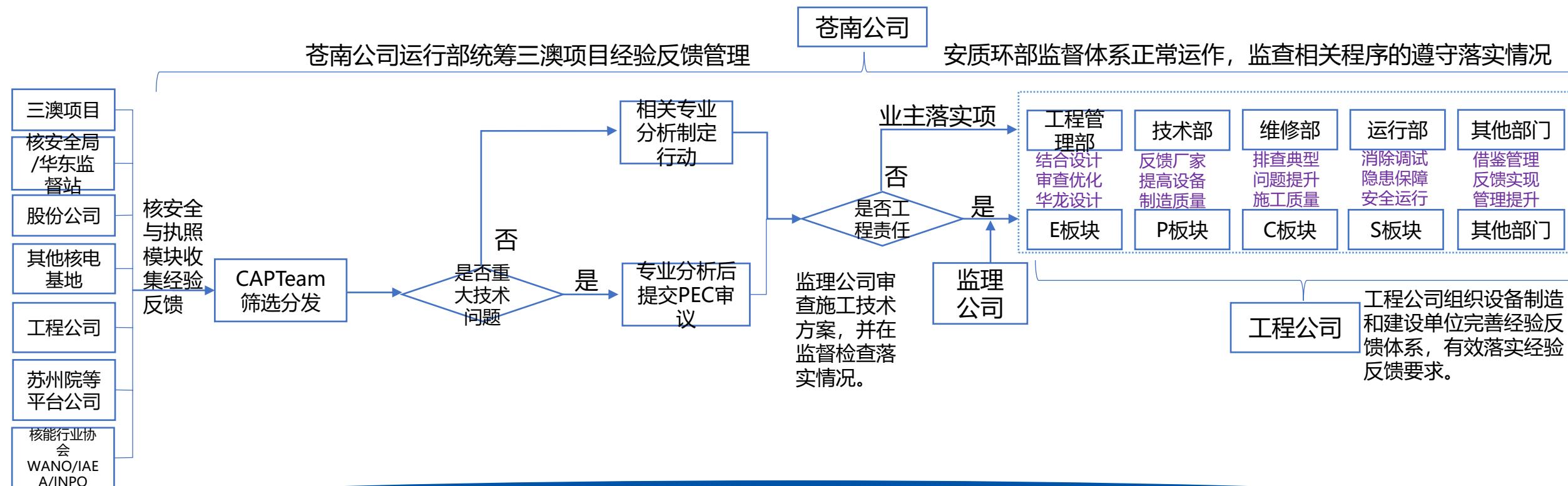
评估架构：对发现的问题通过评估构架进行评估并输出行动矩阵



## 04 工程建设良好实践-全基地大经验反馈体系

在华东站的指导和支持下，苍南核电建立了全基地联动经验反馈管理新模式，充分吸取各个电厂的经验反馈，逐一分析整理落实，并创新性地将经验反馈与USS联合监督结合起来，实现两者的相辅相成。截至目前，通过华东站渠道，共获取3220项经验反馈；通过NNSA经验反馈网站，共收集211项历史建造事件信息。

大经验反馈体系通过管理模式创新，建立了监督站参与、全基地联动的大经验反馈体系，更加有效落实经验反馈要求，被中国核能行业协会评为核电工程建设首批高推广价值新流程成果之一。



謝謝  
THANK YOU

