

中广核 CGN

核能

阳江核电有限公司

高质量建设，高质量投产

阳江核电工程国优经验介绍

—— 广东.阳江 2021.05

汇报 目录

阳江核电项目概述

3、4号机组创优/评优经验介绍

阳江核电工程建设质量提升实践

结语


阳江核电有限公司

成为业绩一流的核能发电企业



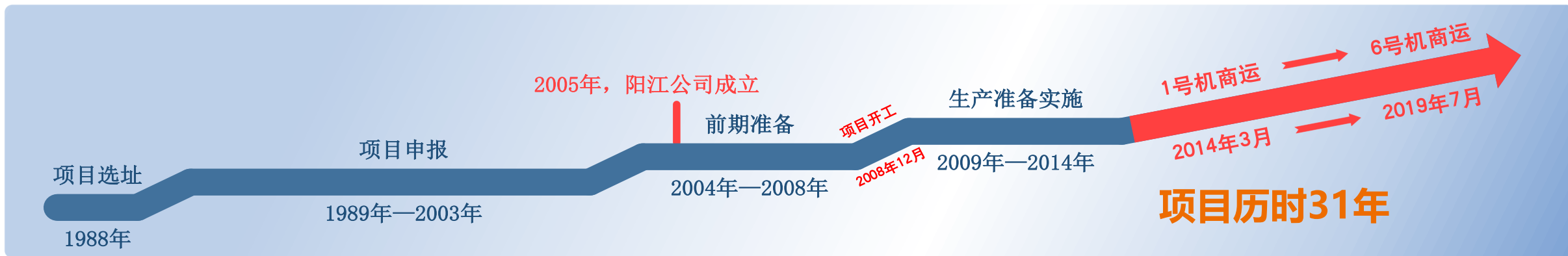
2019年国庆70周年，新华社发布新中国20大工程。其中，**阳江核电站入选新中国20大工程（第8项），是唯一入选的核电项目。**一同入选的还有北京大兴国际机场、港珠澳大桥、南水北调、中国天眼、探月工程、西电东送、复兴号高铁等项目。

1、总体介绍

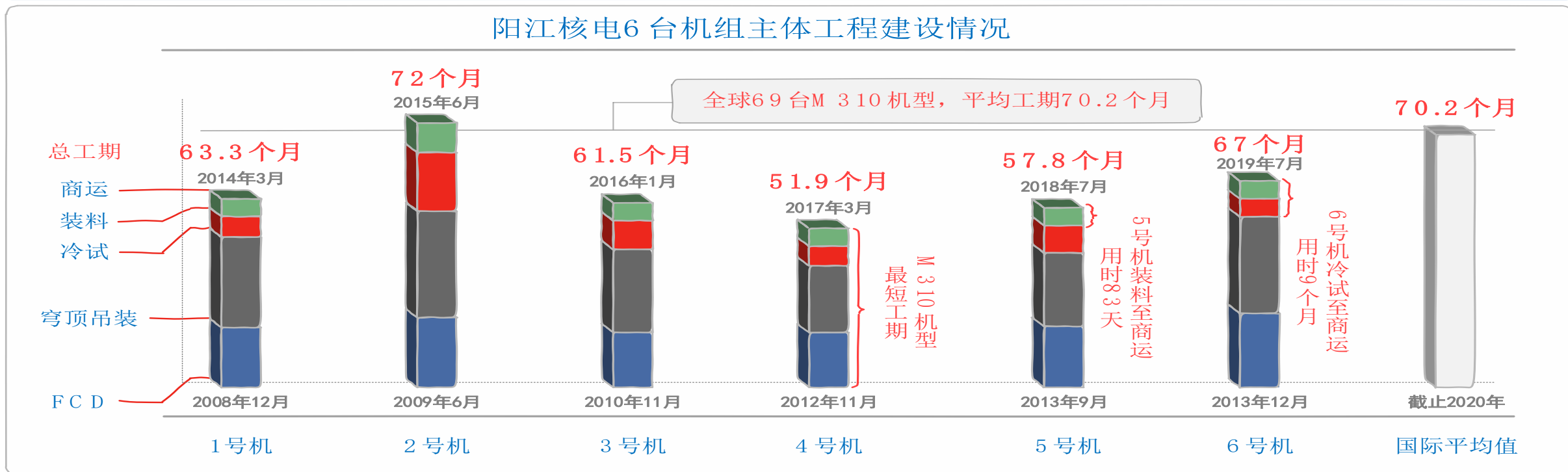


2008年11月，国家一次核准阳江核电建设六台百万千瓦级压水堆核电机组。阳江核电项目总投资840多亿人民币，占地351公顷，是国家“十一五”重点能源项目。项目采用我国自主品牌CPR1000技术，**设备平均国产化率达83%**，是我国核电“规模化、系列化、标准化”发展的重要标志。

2、工程建设历程



阳江核电6台机组主体工程建设情况



3、项目特点



连续建设六台百万千瓦核电机组

设备国产化率提升明显

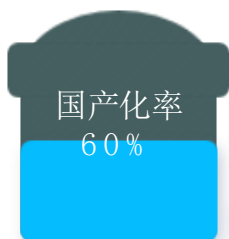
采用自主研发的数字化仪控系统

六台机组安全、质量、进度可控

岭澳一期
M 310 翻版+改进

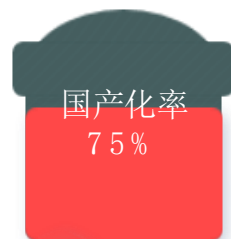


岭澳二期
CPR 1000



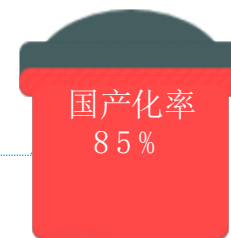
岭澳二期CPR1000基础上，阳江1/2号机实施**61项**重大实体改进。

阳江1/2号机组
CPR 1000



吸收三代理念及改进成果

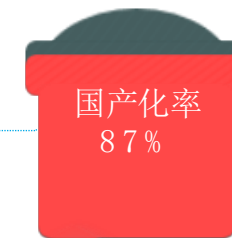
阳江3/4号机组
CPR 1000+



在1/2号机CPR1000基础上，3/4号机实施**25项**重大实体改进。

首台套国产核级DCS系统“和睦系统”成功实施

阳江5/6号机组
ACPR 1000



在3/4号机CPR1000+基础上，5/6号机实施**14项**重大实体改进。

华龙一号



6台机组全部完成12项PF改进项实施

➤ 4、项目建设—项目目标



阳江核电在工程建设中，全面落实了国优要求的“全方位策划、全过程控制，从而实现全面无暇、一次成优、自然成优”，不断践行“追求卓越，铸就经典”的国优宗旨，实现了“一台比一台好”的建设目标，获得了国优金奖荣誉。



国家优质工程奖的宗旨、理念和精神：

追求卓越，铸就经典

追求卓越——以勇于创新、精益求精的精神，建设阳江核电，引领行业发展。

铸就经典——以尊重科学、福祉百姓的理念，建设高质量工程，经得起历史检验。

国家优质工程奖

5、项目建设——工程业绩



6台机组 **0** 安全生产事故

6台机组 **0** 重大设备质量事故

首次实现：
5、6号机组启动期间
0 非计划停机/停堆

**安全质量工期
全面创优**

工期连续创纪录：
4号机组创**51.9个月**世界纪录
5号机组装料至商运**83天**
6号机组冷试至商运**9个月**

缺陷最少
工程遗留项清除率达**99.8%**以上；
经验反馈落实率达到**98.5%** 以上。

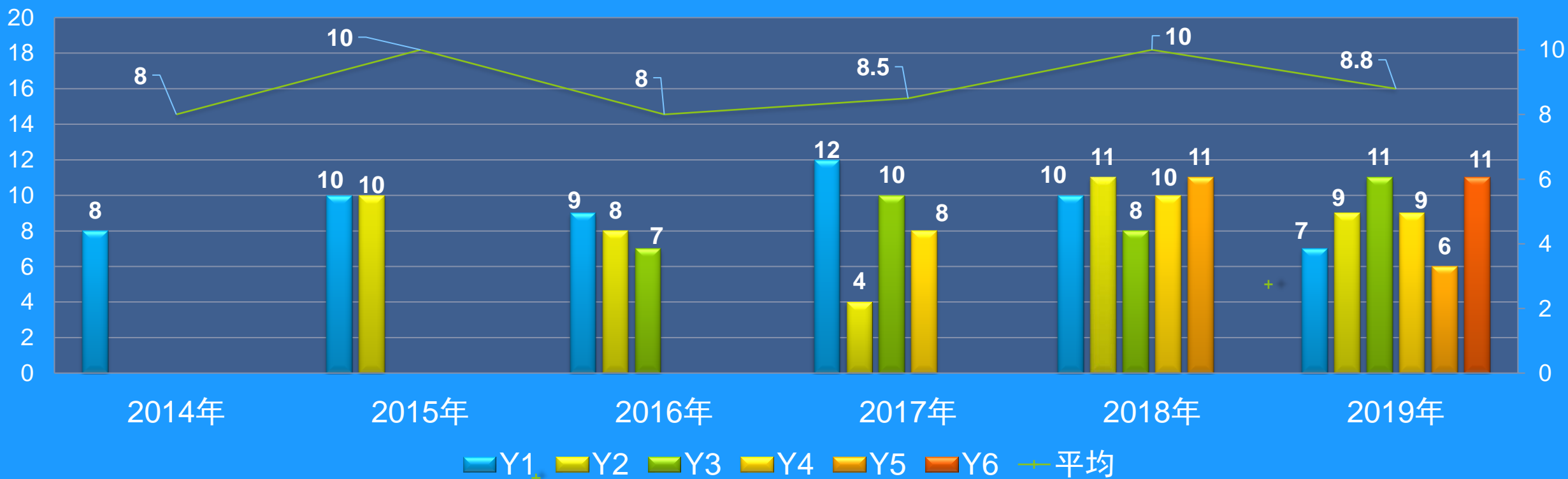
系统及厂房**100%**移交
6号机组形成体系化**高质量投产方案**

6、投产后运营业绩



6台机组投产后运营业绩优异。2019年度，阳江Y1/2/3/4/5/6机组12项WANO指标中分别有7项、9项、11项、9项、6项、11项达国际先进值（TOP1/4）。

阳江核电WANO指标年度先进值统计表



汇报 目录

阳江核电项目概述

3、4号机组创优/评优经验介绍

阳江核电工程建设质量提升实践

结语

1、创优及评优项目需关注项

1. 机组竣工验收需要按要求及时完成，必要时需要协调政府部门加快竣工验收流程；
2. 需设计院进行设计水平评定工作，金奖工程需取得一等成果认定；
3. 要定期进行质量亮点和管理特色的总结和提炼，定期形成现场质量图集；
4. 创优项目要做好创优规划，从上至下高度重视工程质量提升，勇于创新、精益求精，推动项目高质量建设；
5. 查阅的资料要根据国优专家的检查需求，提前形成目录索引，便于查阅；
6. 重视工程建设过程中承包商文件档案的及时存档，存档要求既要满足行业要求，也要满足国标要求；
7. 提前邀请国优专家和行业协会进行培训和现场咨询，了解创优及评优要求，提升工程建设质量；
8. 多轮构思，认真完成国优申报材料及视频材料制作（包括亮点提炼、视频构思等）。

➤ 2、多轮构思，认真完成国优申报材料制作

中广核阳江核电厂3、4号机组核电工程（2 x 1086MW）
国优申报视频

3、结合国优要求，总结项目的设计先进、管理优秀、技术领先、绿色节能、效益突出等方面的工程亮点

中广核阳江核电厂3、4号机组核电工程（2 x 1086MW）

◆ 工程概况

阳江核电厂工程是国家“十一五”重点能源建设项目，3、4号机组采用具有我国自主知识产权的先进压水堆核电技术 CPR1000+，相比于二代核电技术其核安全性得到显著提高，实现了核心技术、关键设备的自主化、国产化，关键设备国产化率超过 85%。分别于 2010 年 11 月、2012 年 11 月开工，于 2016 年 1 月、2017 年 3 月投产，其中 4 号机组总建设工期 51.9 个月，创全球同类堆型最短建设工期纪录。3、4 号机组投产后运营业绩优异，在世界核电运营者协会（WANO）2019 年度综合指数评比中获得满分。在 2019 年全面建成投产之际，阳江核电厂工程荣列新华社评选的新中国成立 70 周年 20 大工程，是唯一上榜的核电工程项目。

中广核阳江核电厂3、4号机组核电工程（2 x 1086MW）

设计先进。采用具有自主知识产权的CPR1000+压水堆核电技术，部分性能指标达到或接近国际上第三代核电机组的水平，获评2020年工程建设项目绿色建造设计水平评价一等成果。

质量可靠。遵循“追求卓越、铸就经典”的国优精神，建立了完善的质量保证体系和管理制度。工程在实施中未发生任何质量事故、安全责任事故，工程重要部位质量检验及隐蔽工程质量检查符合设计和规范要求。工程技术资料齐全完整、真实可靠。被中国核能行业协会评价为高质量等级优良工程，并荣获“2019年度核能优质工程”称号，评价得分在参评项目中排名第一。

中广核阳江核电厂3、4号机组核电工程（2x1086MW）

技术先进。积极响应国家科技创新号召，科技进步显著，通过行业新技术应用示范工程验收，实施国家重点节能低碳技术推广应用项2项；“建筑业十项新技术”推广应用项目大项9个，子项26个；其他自主创新及研发项目22项。获得省部（行业）级科技进步奖7项、工法3项、QC成果奖15项、其他专项奖9项、发明专利5项、实用新型专利19项。

节能环保。践行绿色建造理念，工程建设及运行过程中最大限度节约资源，减少能耗。严格执行国家工程建设强制性条文和相关技术规范，通过中国核能行业协会绿色施工专项评价，得分达到国内优良等级。项目投产后累计减少电煤消耗1708.99万吨，累计减排二氧化碳等温室气体4661.91万吨，等同于植树造林12.47万公顷。

中广核阳江核电厂3、4号机组核电工程（2 x 1086MW）

经济效益。3/4号机组工程单位造价在同类型核电站中达到了领先水平（10425.61元/千瓦），项目投产后含税上网电价低于广东省脱硫燃煤标杆电价，具有良好的市场竞争力，至2020年4月30日，累计上网电量554.33亿kW.h，实现电费收入201.14亿元，纳税9.68亿元，利润69.99亿元。

社会效益。项目的建设及运行产生了巨大的投资拉动效应，并提供了大量就业岗位，连续为粤港澳大湾区提供低碳、环保的核电清洁能源，拉动了GDP增长数千亿元，促进了我国百万千瓦核电关键设备成套制造技术能力的提升。

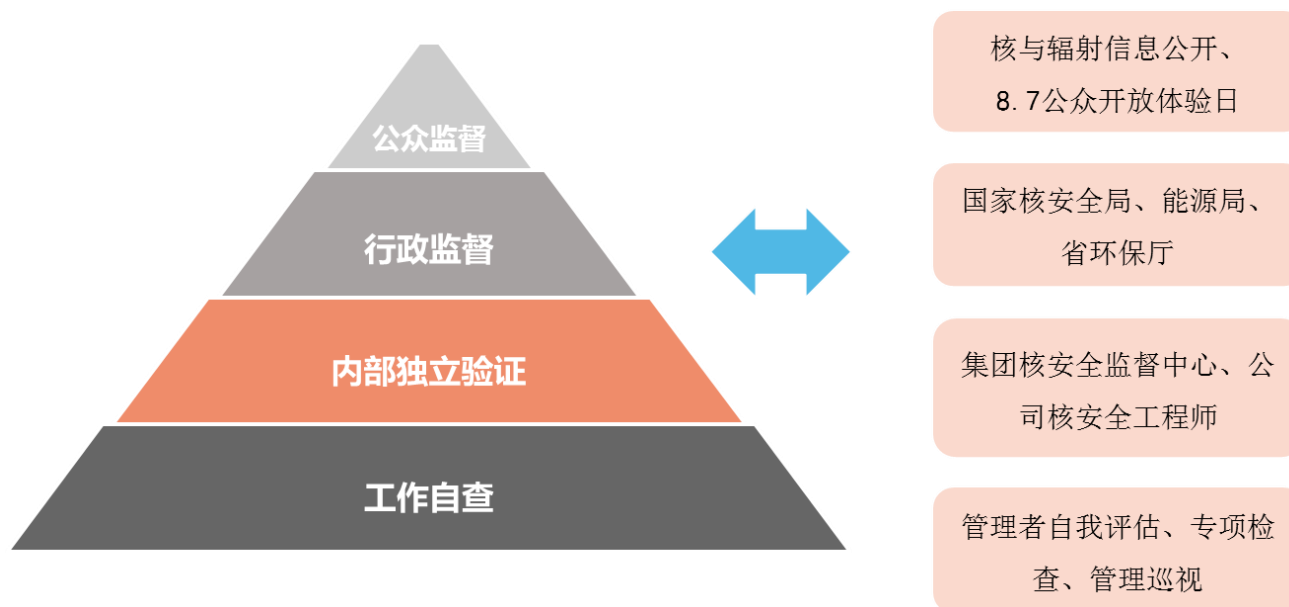
◆工程亮点

1、核安全文化理念先进

注重本质安全，坚持“全员参与、遵守法规、纵深防御、持续改进”的核安全文化建设方针，通过保证工程建设质量，确保核电厂运行安全。

2、核安全监管严格

充分发挥内部监督和外部监督的互补作用，构筑多个层级的安全监督管理体系，确保核安全监督“全覆盖、零容忍、严执行、重实效”。



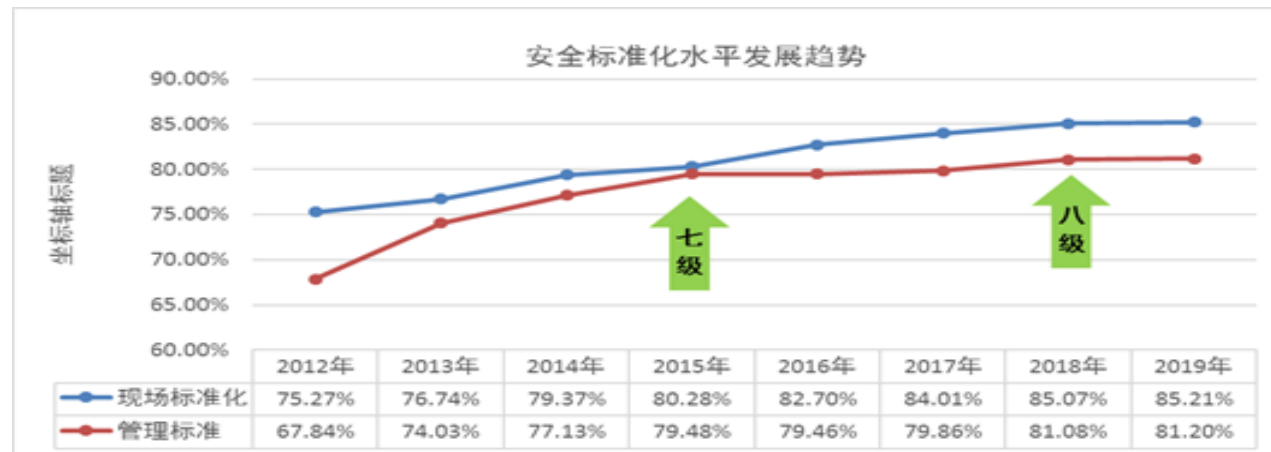
◆工程亮点

3、运营业绩优异

项目投产后连续保持高端安全稳定运行状态，世界核电运营者协会（WANO）在官方网站发布的2019年度世界核电WANO综合指数排名第一（全球403台机组参与评价），阳江3、4号机组综合指数获得满分（100分）。

4、国际安质环标杆评估达8级先进水平

阳江核电在3、4号机组工程建设过程中，推进全过程质量管理、全面风险管理、零缺陷管理等国际先进管理理念，树立了行业典范，整体工程施工质量评价为高质量等级优良工程，挪威船级社国际安质环标杆评估达8级先进水平。



◆工程亮点

5、建设工期最短

4号机组总建设工期**51.9**个月，创造全球同类机型最短建设工期纪录。（CPR1000机组标准建设工期为**56**个月，福清4号机组建设工期为**58**个月）

6、工程单位造价达到领先水平

3、4号机组工程单位造价为**10425.51**元/千瓦，在同类型核电站中达到领先水平。

◆工程亮点

7、项目社会影响力显著

为国家“十一五”重点能源建设项目，并入选新华社发布的新中国20大工程，是唯一入选的核电项目。



◆工程亮点

8、设计亮点

采用具有自主知识产权的**CPR1000+**压水堆核电技术，使我国成为世界上少数几个具备百万千瓦级压水堆核电工程自主设计能力的国家之一，为我国自主三代核电“华龙一号”的成功建设奠定了坚实的技术基础。

1) 形成具有自主知识产权的**CPR1000+**压水堆核电技术方案

阳江核电厂1、2号机组获2017年度核工业部优秀工程设计一等奖，3、4号机组在1、2号机组基础上，进行了**25**项重大改进，形成了具有自主知识产权的**CPR1000+**压水堆核电技术方案，部分性能指标达到或接近国际上第三代核电机组的水平。 **3、4号机组获评2020年工程建设项目绿色建造设计水平评价一等成果。**

◆工程亮点

2) LBB（破前漏）技术整体技术方案达到先进水平

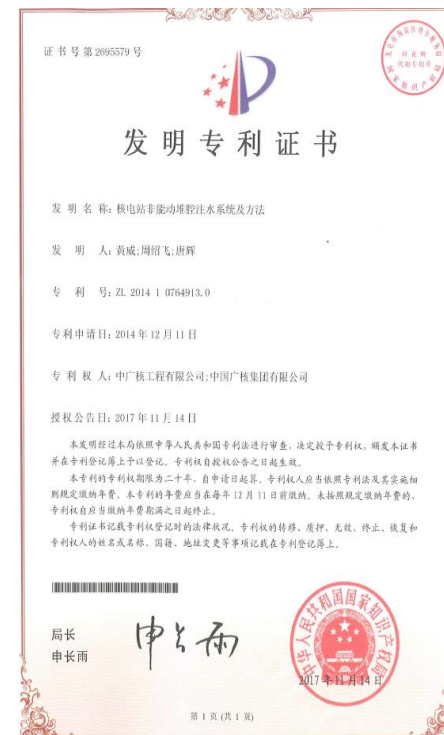
首次在自主设计电站中系统应用LBB技术，开发了LBB计算的核心软件，具备完全的压水堆电站高能管道破前漏分析能力。整体技术方案达到国际先进水平，该技术研发及应用获得全国电力职工技术成果奖二等奖及中国核能行业协会科学技术奖三等奖。



◆工程亮点

3) 国内首次新增百万千瓦级核电机组堆腔注水

国内首次针对百万千瓦级核电机组堆腔注水系统进行了全面系统的分析研究,该改进项的实施可有效避免严重事故下压力容器的熔穿,缓解严重事故后果,获得2012年度核能行业协会科技奖二等奖和2014年度中国电力科学技术进步二等奖,并获得国家发明专利。



◆工程亮点

4) 首次应用18个月换料设计，机组经济性显著提升

首次在新建机组开展18个月换料，显著优化了堆芯反应性控制，提高了核燃料卸料燃耗及利用效率，机组能力因子提高3%~5%，高放废物量减少10%，大修成本降低25%，课题《百万千瓦级压水堆核电站首炉一体化含钆18个月换料研究与应用》获得中国核能行业协会科学技术奖二等奖。



◆工程亮点

5) 福岛事故后实施了大量设计优化与改进

福岛事故后，实施了大量实体改进项，完善了严重事故预防和缓解措施，增强了应对类似福岛事故的超设计基准事件的能力。

序号	改进项	类别	序号	改进项	类别
1	二次侧临时补水及注水改进	实体改进项	16	严重事故下可达性分析	补充分析项
2	移动式应急电源改进	实体改进项	17	严重事故下设备可用性分析	补充分析项
3	增设应急设施存储及燃油补给中心改进	实体改进项	18	安全壳及相关厂房消氢系统的分析评估	补充分析项
4	乏燃料水池临时补水改进	实体改进项	19	严重事故下EUF系统能力与可靠性评估	补充分析项
5	乏燃料水池温度和液位监测改进	实体改进项	20	严重事故下水压试验泵能力与可靠性评估	补充分析项
6	环境监测设施改进	实体改进项	21	抗震裕量分析	补充分析项
7	应急指挥中心改进	实体改进项	22	LLS系统在线补油分析	补充分析项
8	严重事故下安全壳氢气连续监测改进	实体改进项	23	核电厂防灾预案和管理程序	补充分析项
9	一次侧临时注水与安全壳临时喷淋改进	实体改进项	24	核电厂应急响应方案与评估	补充分析项
10	核岛厂房和泵站、柴油机厂房防水淹能力改进	实体改进项	25	DCS设备独立验证	补充分析项
11	水源设计优化	实体改进项	26	核电站数字化仪控系统可靠性分析及模型研究	补充分析项
12	LLS系统增设在线补油改进	实体改进项	27	二级PSA分析(含乏燃料水池PSA分析)	补充分析项
13	核岛、泵站与柴油机厂房外部水淹能力评估	补充分析项	28	外部事件PSA分析(内部灾害(含内部火灾和内部水淹PSA)、除地震以外的外部灾害PSA)	补充分析项
14	梳理厂区水源,完善事故工况下水源使用程序	补充分析项	29	废物处理系统的有效性分析	补充分析项
15	研制全范围严重事故管理导则	补充分析项	30	全范围事故分析	补充分析项

◆工程亮点

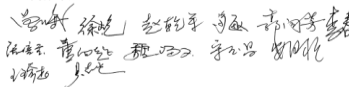
9、施工亮点

克服核电工程技术复杂、标准要求高，土建、安装立体交叉作业多，设备国产化率加大等困难，4号机组创造18.7个月的土建最优工期记录、22.7个月的安装最优工期记录。整体工程施工质量评价为“高质量等级优良工程”，整体工程采用绿色施工方案，绿色施工专项达到优良等级标准。

七、整体工程质量评价结论

2019年3月10日至3月15日，中国核能行业协会依据《核电工程施工质量评价规程（2018版）》和《核电工程施工质量评价实施办法》，组织评估队对阳江核电3、4号机组开展了工程施工质量评价，形成结论如下：

阳江核电3、4号机组工程施工质量评价最终得分为94.12分，为高质量等级优良工程。

评价人员：



日期：2019年3月14日

工程施工质量评价报告


评价项目	管控水平	资源节约效果	环境保护效果	量化限额控制指标
实得分	93.45	81.5	92.6	93.55
应得分	100	89	100	100
权重	15	30	30	25

工程绿色施工专项评价总分=Σ各评价项目实得分/应得分×各评价项目权重= 92.66分

现场评价结论：
 评价组依据《中国核能建设工程绿色施工专项评价办法（试行）》，对阳江核电工程（2×1090MW）进行了绿色施工专项评价，评价结论如下：
 1. 工程开工前，建设单位编制了绿色施工承诺书，制定了各项限额控制指标的实施细则，各参建单位建立健全了绿色施工管理体系，编制了绿色施工专项方案，制定了“四节一环保”施工措施，绿色施工管理符合《建筑工程绿色施工规范》的要求。
 2. 施工中积极采用“国家节能低碳推广技术应用目录”2项，“电力建设五新技术”18项，“建筑业10项新技术”中涉及绿色施工的新技术9项26子项，提升了绿色施工效果。
 3. 施工过程中未发生环境污染和造成重大不良影响的社会事件。
 4. 环境保护验收各项指标均优于标准规定，工程通过了环境保护竣工验收。
 5. “四节一环保”取得明显的实施效果，整体工程绿色施工成果优良。
 6. 评价过程中未发现涉及“四节一环保”方面的严重不符合项。
 7. 评价组认为主控室室内环境污染控制检测数据应尽快补测。
 阳江核电工程（2×1090MW）绿色施工专项评价得分为92.66分，达到优良等级标准。评价组全体专家一致建议该工程通过中国核能建设工程绿色施工专项评价，提交中国核能行业协会批准。

现场评价组成员（签字）：


现场评价组组长（签字）：杨 强
 2019年3月17日

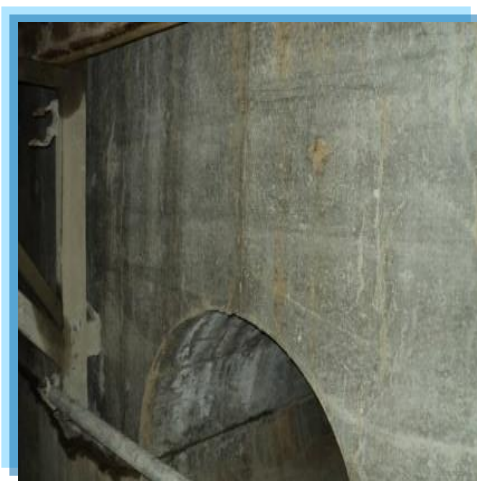
申请受理单位（机构）审批意见：


中国核能建设工程绿色施工专项评价报告

◆工程亮点

1) 国内首次在核岛厂房应用自密实混凝土技术

阳江项目4号机是首次在核岛RX厂房应用自密实混凝土的项目，通过应用自密实混凝土新技术，进一步提高了混凝土施工质量，克服了狭窄空间混凝土浇筑难题。为后续华龙一号、AP1000等项目应用该技术提供参考和借鉴。该技术的研发和应用获核能行业协会科学技术奖二等奖。



贯穿件处混凝土密实



混凝土整体表面平整

◆工程亮点

2) 国内首次应用钢衬里模块化吊装工艺

钢衬里五层以下施工首次采用示范模块化施工整体吊装工艺，模块施工对施工工期、提高施工质量、减少现场劳动力方面起到了积极的作用，为CPR1000+机组在质量提升及工期优化方面进行了有益尝试，也为核岛模块化施工积累了丰富的经验。该技术的研究和应用获得中国核能行业协会科学技术奖二等奖。

中国核能行业协会文件

核协发[2013]236号

关于2013年度中国核能行业协会科学技术奖获奖项目的通报



6

中国改进型百万千瓦级核电站安全壳钢衬里模块化技术研发与应用

1. 中广核工程有限公司 2. 中国核工业华兴建设有限公司

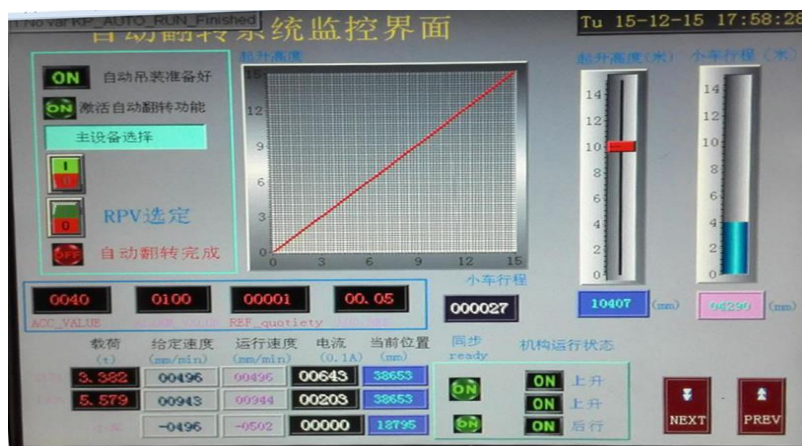
郝坚 秦亚林 陈李华 陈宝智 鲁勤武
徐晓明 张铁军 龚振斌 王启宁 王德桂
杨宏波 陈明国 董占发 廖茂军 王志勇

二等

◆工程亮点

3) 研发核岛主设备自动化翻转系统，实现自动化翻转

核岛主设备翻转是高技术、高风险的关键工序，以往手动翻转主设备晃动大，存在较大风险。4号机组压力容器应用先进的API工业测量技术，通过采集压力容器六个管口支撑面的数据，在压力容器吊装前，提前计算出垫块的加工厚度，实现垫块的预加工，而后一次吊装就位成功，在压力容器就位工作中工期节约，降低吊装安全风险。



系统操作界面



现场照片

汇报 目录

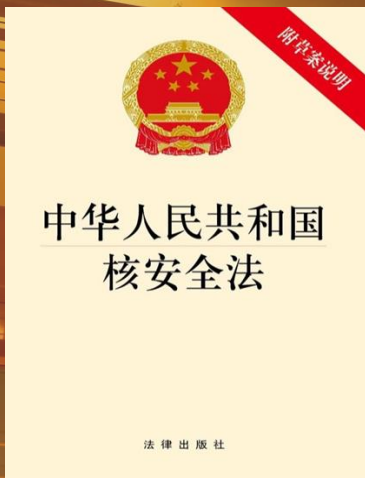
阳江核电项目概述

3、4号机组创优/评优经验介绍

阳江核电工程建设质量提升实践

结语

1、质量管理



落实核安全相关法规要求的核设施营运单位对核安全负全面责任的要求

实现联合组队、大团队合作的工程生产一体化项目建设组织运作

电厂全面深入参与工程建设

业主方全专业全过程项目管理式的工程质量管理方式

如下八个方面的管理实践：



CCM设备
管理向前
延伸



焊接管理
向前延伸



防异物管
理向前延
伸



实施高标
准的移交
验收



全面实现
经验反馈
一体化



启动阶段
机组高效
消缺机制



创新性实
施高质量
投产项目



有力的质
量监督手
段



①设备管理创新：CCM(关键敏感)设备管理向前延伸

阳江核电创新性将**关键敏感设备管理**（即CCM设备）向**工程建设阶段延伸**，全面深入参与CCM设备的制造、安装、调试等环节，并开展CCM敏感区域管理，显著提高机组移交前的系统和设备质量状态。



核心：生产方全面深入参与CCM设备安装、调试，协助工程确保安装调试质量³²



① 设备管理创新：CCM(关键敏感)设备管理向前延伸

形成规范化管理程序



- 《工程建设阶段CCM关键活动管理实施方案》
- 《工程阶段关键敏感设备关键活动管理》
- 《核电工程工作包管理程序及实施方案》
- 《*号机组联调启动期间关键敏感区域管理方案》

形成工程CCM活动清单



- 3-6号机组工程CCM活动数量总共为674项
- CCM活动的见证率为100%

审查工程工作包



- 生产方参与对工程方工作包的审查
- 从工作内容、审查流程、管理体系全面实现标准化，统一了双方质量管理要求

发现重要技术问题



- 深度介入工程CCM活动过程，发现了200余个重要质量技术问题
- 如3CRDM焊接及水压试验过程异常、4SG二次侧波纹板定位块脱落、5CRF001PO轴承温度高且振动大、6SEC管道衬胶缺陷

机组缺陷显著减少



- 投产后工程质保期遗留项总数由1号机组的7712项降至6号机组的843项，整体成效突出

推广应用



- 阳江核电率先将电厂CCM管理理念前延至工程阶段，探索出了CCM设备质量控制体系，已在新建项目上推广应用



② 焊接管理创新：实施焊接管理革命



针对焊接管理存在的问题，电厂采取生产工程一体化焊接管理体系，从“模式创新”“制度创新”“流程创新”三个方面实施“焊接管理革命”。

困难

内部管理有待完善

- ◆ 焊接一次合格率提升困难
- ◆ 无损检测工作量大与进度冲突
- ◆ 检测人员资源协调不到位
- ◆ 质量监督无法保证合法合规

挑战

外部考验不断增加

- ◆ 机组国产化率不断提升
- ◆ 国内设备制造厂焊接质量控制体系不完善



②焊接管理创新：实施焊接管理革命



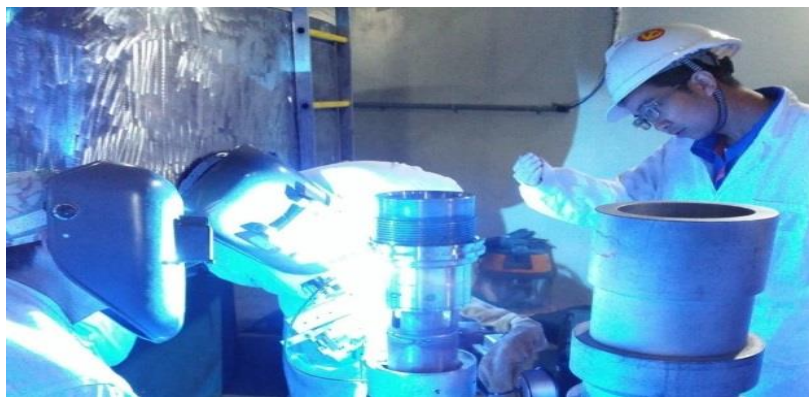
模式创新



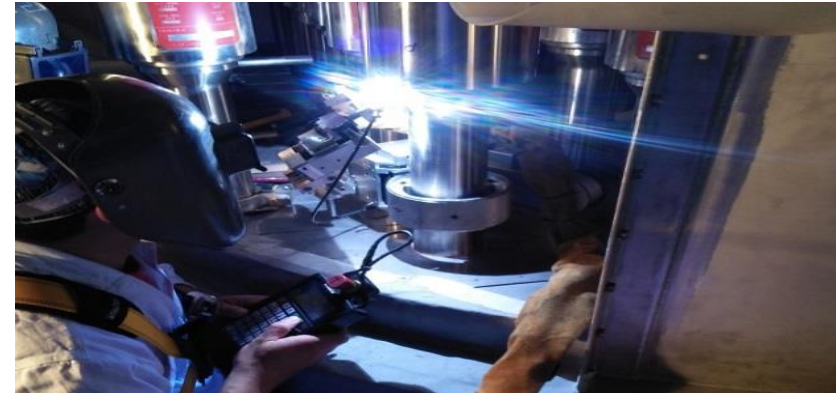
- 工程生产焊接管理共同体
- 出版集团首个《生产准备期间焊接监督管理》程序
- 确保焊接独立性、权威性

制度创新

- 全流程、全方位、全过程管理
- 焊缝分级管理
- 探伤问题作为TOTO一类项
- 专人专职独立监督



流程创新



- 充分使用前置管理
- 五个环节闭环管理（隐患因素识别和规避+制定计划+规划实施+监督学习+检验调整）
- 每一个焊口都有流程管理

核心：工程生产联合成立专项组，业主方全面介入工程阶段焊接、探伤检测管理



② 焊接管理创新：实施焊接管理革命



技术创新应用



二维码技术应用：将二维码用于管理焊工工艺纪律行为和焊材发放回收，同时引入焊烟净化器改善焊工作业环境。

相控阵技术应用：建设阶段引入相控阵技术应用用于各类焊缝的检测。

TOFD技术应用：TOFD技术建设安装阶段纳入现场应用，大大降低了积压未探伤焊口的检测工作压力。

③ 防异物管理创新



异物（FM）是核电厂运行的重要隐患之一，可能导致设备损坏、燃料破损等重大异常事件，对此，阳江核电项目建立了系统化、标准化的工程建设防异物管理体系。



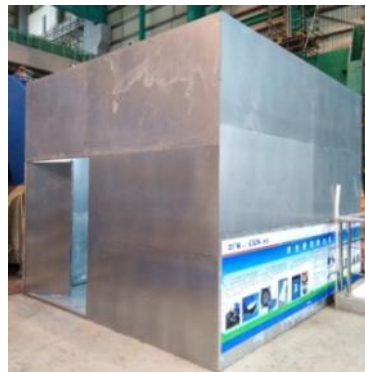
核心：六位一体的防异物管理措施和新技术应用

③ 防异物管理创新



防异物管理新技术应用

标准封堵工具	智能登记管理	专用防尘罩	汽机防落物平台	无尘打磨	射线探伤查异物
<p>设计、采购防异物套袋、防异物堵板、FME围挡等标准防异物工具，封堵美观、统一、有效</p>	<p>人脸识别技术进行人员进出授权和登记管理 采用电子标签和智能扫码进行物品的进出登记管理，减少登记耗时，且可追溯</p>	<p>量身定制专用防护罩，避免安装或检修工作产生水泥碎屑、打磨铁屑、焊接铁渣等异物进入设备</p>	<p>应用凯夫拉布防落物平台，减少防落物平台搭设人员和搭设时间，避免脚手架管等工器具坠落砸伤钛管的问题</p>	<p>全面落实无尘打磨：打磨与吸尘同步进行；临时通风系统；焊烟过滤器；防尘SARS棚；固定切割打磨区；网格化区域清洁</p>	<p>对风险高、无可拆卸设备，首次应用射线探伤排查异物工艺</p>





④系统及厂房移交验收创新：全面实现标准化

在国内核电移交接产领域“首次”全面实现按标准化文件包进行系统及厂房移交验收。



④系统及厂房移交验收创新：全面实现标准化



阳江核电从3号机组全面实施，总计新增移交接产技术程序108份，累计使用近万份现场检查标准文件包，全面实现高标准的系统及厂房移交验收。



编写生效 **108份**

移交接产检查技术程序

- 运行、维修、技术、安全等各领域按设备分类编制
- 整个核电移交接产领域首次实现按技术程序接产



出版发放 **3000余册**

移交接产手册

- 工程生产及合作单位接产人员人手一册
- 规范接产流程、移交标准、管理共识
- 组织工程生产移交接产技能比武



累计使用 **9100多份**

现场检查标准工作包

- 借鉴日常检修工作标准，建立移交接产现场检查标准工作包制度
- 现场检查活动范围的全覆盖



核心：按“现场检查标准文件包”进行高标准的系统及厂房移交验收



⑤ 经验反馈管理创新：全面实现经验反馈一体化

工程生产经验反馈联合运作

(1) 体系化开展在建机组的重大异常反馈和改进

(2) 强调“同标准、共担责、保落实”

(3) 强调即时反馈

(4) 强调深入分析和
管理改进

(5) 重点关注改进落实



(1) 一个项目组
(2) 一月双会机制
(3) 同一清单跟踪

(4) 从机组设计、采购、
安装、调试阶段启动

(5) 聚焦重要技术问题和
经验反馈

经验反馈落实率**98.5%** 以上

机组工程建设期间事件逐年下降



核心：按在运机组管理标准开展经验反馈，强调“同平台、一张单、能落实”。

⑥缺陷清理机制创新：追求零缺陷



- ◆ 1~6号机组累计检查发现42万项系统及厂房缺陷（平均每台机组产生5~10万项）
- ◆ 通过启动阶段机组高效消缺机制,在机组投产前缺陷清理至100项以下,在机组次循环实现工程遗留项清零
- ◆ 启动阶段以生产方为主导的消缺计划实现了分散式的高效率消缺,避免了节点前的集中式突击消缺



- 精细化的进度计划分级管理体系
- 工程生产联合组建一体化消缺计划
- 启动阶段以生产方为主导组织消缺

- 委员会/指挥部/项目组”三级项目管理
- 组织预检及自检，追求追求“零缺陷”移交
- 制定日/周/月消缺目标，分阶段消缺

- “小窗口”经理负责制，创造消缺条件
- 成立专项组，实施共性问题批量消缺
- 高效运作（日会/日报/周会/周报）

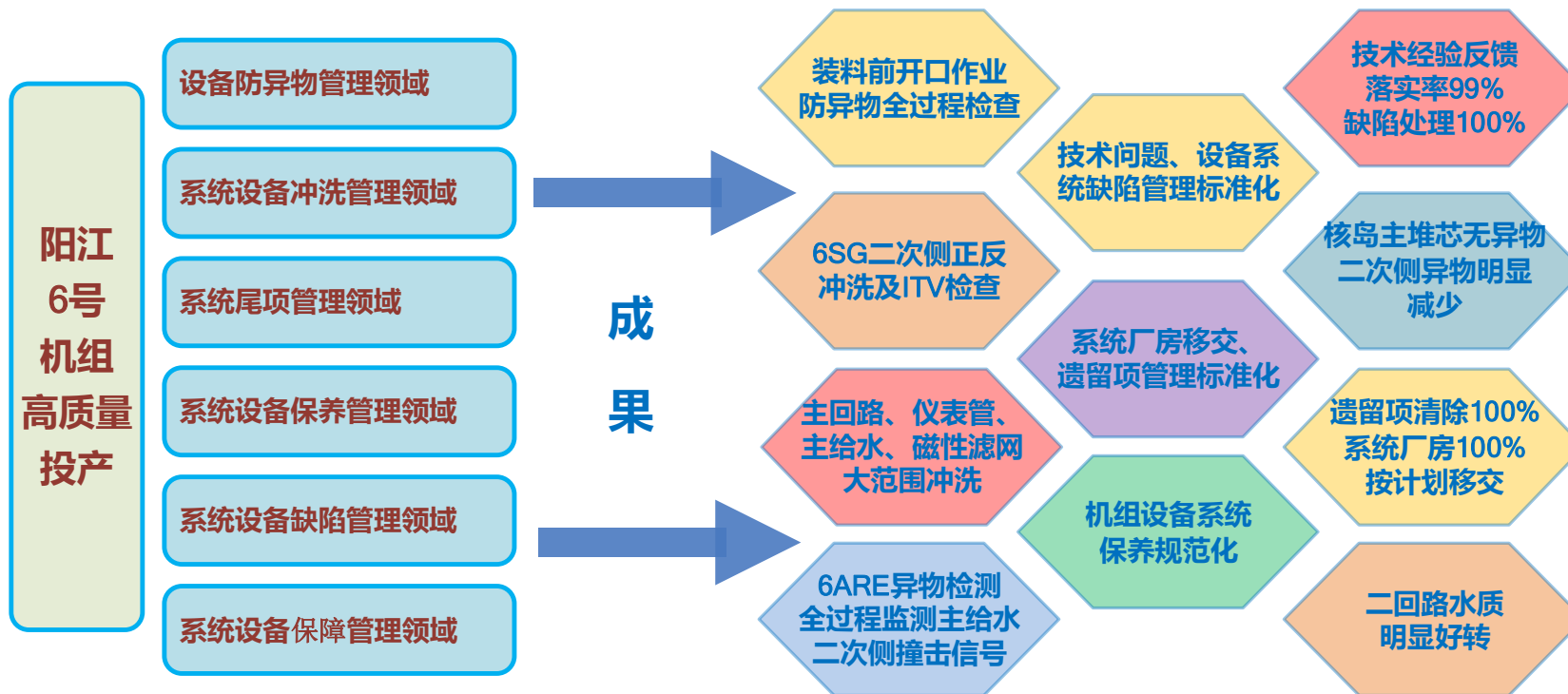
- 热试后开始，生产工程早晚双会，连续5个月不间断（4号机组）
- 要求技术问题不过夜
- 责任经理当天第一时间落实

核心：消缺实现一体化计划安排、边干边消、问题不过夜、高效的分级决策

⑦ 创新性实施高质量投产项目



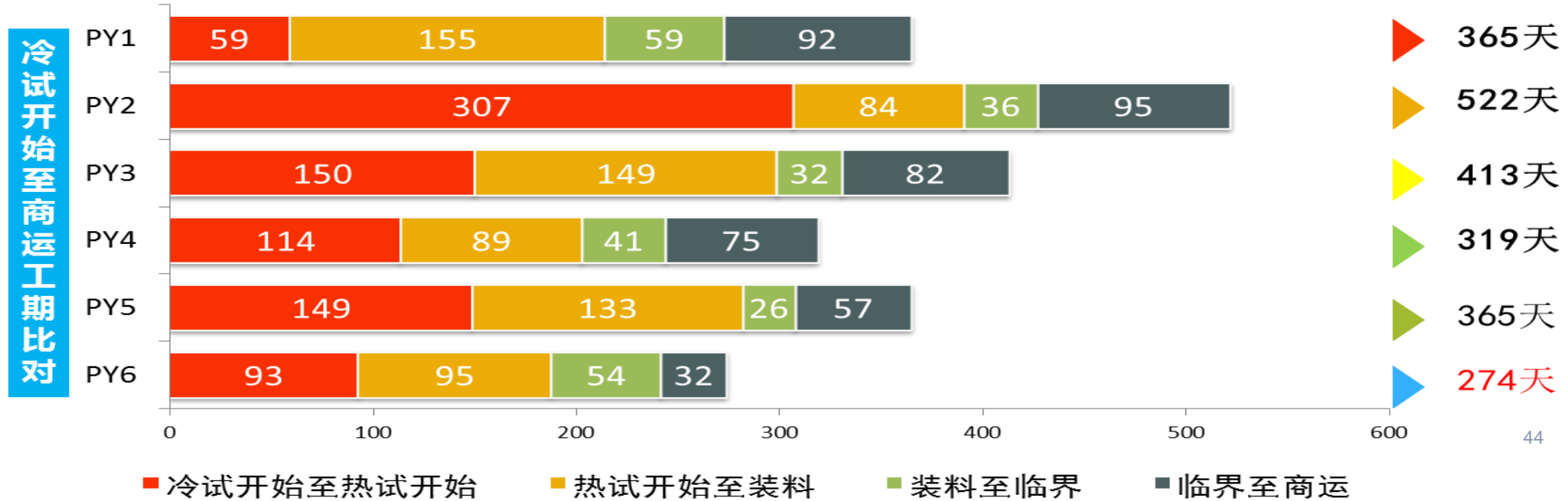
在阳江核电1-5号机组建设经验的基础上，6号机组有效落实工程建设的经验反馈，提高技术问题与遗留项处理效率，进行方法、流程等管理创新与实践，工程生产联合组队，策划并实施“高质量投产项目”，创新性的划分了**设备防异物管理、系统设备冲洗管理、系统设备缺陷管理、系统尾项管理、系统设备保养管理、系统设备保障专项六大领域**，并在各个领域取得了显著的成果。





⑦ 创新性实施高质量投产项目（续）

阳江6号机组实施《高质量投产方案》，项目策划及实施历时近10个月，完成六个领域（三十个专项专项目）评估，通过项目组有效运作、周密策划与严格执行，克服了末台机组资源不足、大修与启动重叠等巨大的困难，实现6号机组高质量投产：实现工业安全指标（工业安全死亡事故、火险和消防事件）为零、核安全指标（启动阶段非计划跳机跳堆、辐射安全事件）为零、质量指标（重要设备损坏事故、重大质量事件）为零，创造进度多项纪录（机组消缺工期、联调启动工期）。



➤ ⑧ 创新性实施有力的质量监督手段



阳江核电工程质量监督手段



停工令

编制并实施停工令制度，并在工程现场有效应用。先后累计发出停工令30份（质量相关15份），有效了减少重大安全质量事件的发生。

重大纠正措施 (SCAR)

在质量监督中，坚持原则和高标准，对质量管理水平差的单位发出SCAR，并给出“不满意”的结论（6份）。极大触动其管理层，推动质量管理水平明显改善。

管理层约谈

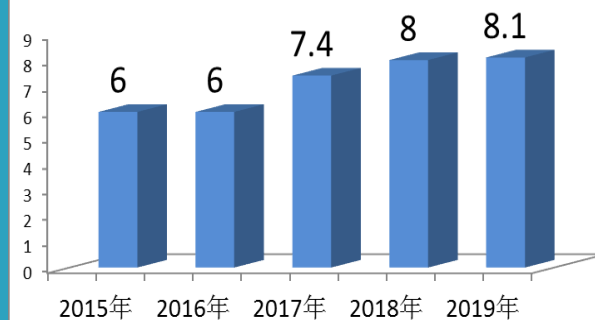
建立管理层约谈机制，对存在重大管理偏差的单位管理层开展约谈，高层领导层直接参与，加强责任单位对问题的重视，推动整改行动的有效落实。

2、安全与环境管理



主动对标提升，以风险为核心，实现持续改进循环
2019年获得SHE标准化及国际标杆评估8.1级
2020年6月通过“三标一体”管理体系认证

SHE标准化及国际标杆评估



安全管控制度精细化



作业活动标准化



作业环境规范化



安全管控智能化



本质技术改进管理提升



实施消防管理创新实践

① 管控制度精细化



【风险辨识与作业管控】

定期通过“具体作业——风险评估——高风险作业筛选——风险TOP10——作业方案/专项监督/应急预案”的流程，提高重要活动识别的有效性

【健康监护监控】

每月健康监测，作业前血压心率监测等

【班组安全建设】

班组长培训考核制度及班前会规范化

风险辨识与作业管控

中广核 CGN 核能 中广核工程有限公司

阳江项目2017年
职业健康安全危害辨识及评价报告
(8、9、10月)

姓名	部门	签名
编写 武来喜	SQY	武来喜
校核 康海峰	SQY	康海峰

阳江项目 2017年
职业健康危害辨识及评价报告
(6、7月)

姓名	部门	签字
编写 康海峰	SQY	康海峰
校核 康海峰	SQY	康海峰
审核 何立涛	SQY	何立涛
批准 田可	GMV	田可

健康监护监控

中广核 CGN 核能 中广核工程有限公司

阳江项目职业健康管理月报
(2017年9月)

编写: 雷计广
校核: 武来喜
审核: 何立涛
批准: 王海洋

电子分发: CMY, SQY, SBY, 各运营施工单位
邮 箱: CMY

班组安全建设

② 作业活动标准化



【作业标准化手册】

安全分委会制定作业标准化手册

【规范化设置场地】

各专业作业场地规范化设置

【工器具规范展板】

展板展示各类工器具正确及错误用法

【定制化工具摆放】

使用工器具定制化摆放布

1

作业标准化手册

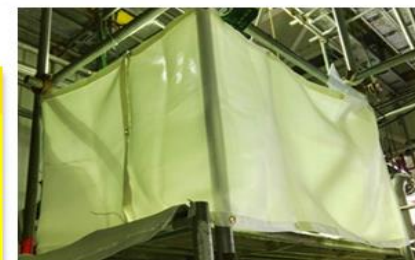
各安全分委会制定作业标准化手册，如《起重作业安全手册》等。



2

规范化设置作业场地

各专业作业工作场地布置均规范化设置，如动火作业的五面防火等。



3

工器具规范样式展示

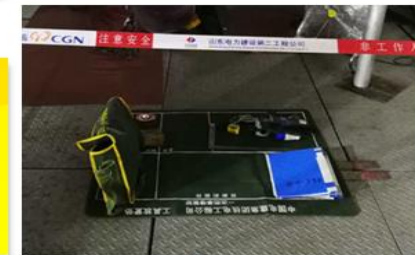
设置展板展示工器具正确、错误使用样式，直观清晰易于现场人员掌握。



4

现场工具摆放定制化

各单位制作工机具定置化摆放布，便于现场使用。



③ 作业环境规范化



【安全通道规划】

合理规划建设期厂房安全通道，标识明显、规范，通道整洁且常态化保持

【粉尘噪声防控】

使用固定切割打磨棚，建立有效的排粉尘措施，有效控制粉尘、噪声

【高处临边防落物】

建设期厂房高处临边通道两侧增加防护网，有效防范高处落物风险

安全通道规划



01

02

粉尘噪声防控



高处临边防落物



03

固定切割打磨棚



④ 安全管控智能化

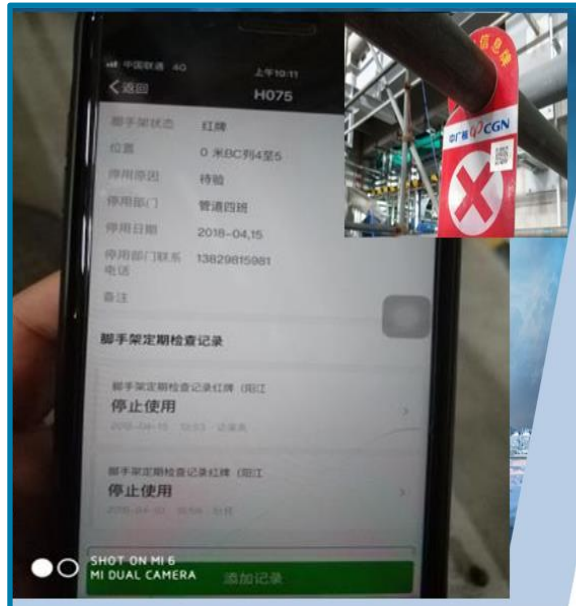


【视频监控系统】

提高安全监督效率及覆盖率，监督现场作业人员行为规范

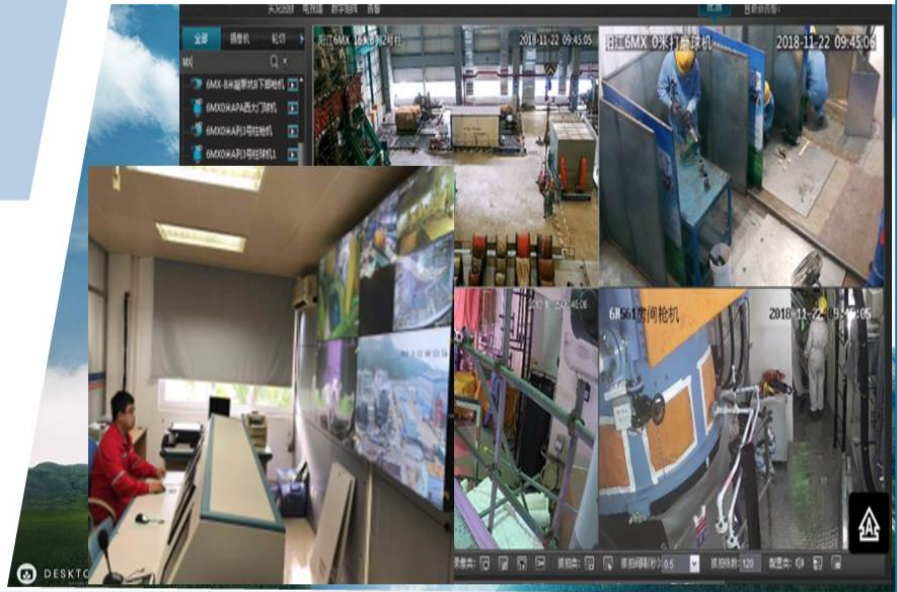
【工器具管理电子化】

实现异常追溯功能



工器具管理电子化：脚手架、工器具信息采用二维码管理，可实现移动终端实施查询，追溯异常

视频监控系统：针对对高风险作业现场、消防重点部位等关键区域，开创性设置211个视频监控探头，做到及时发现、干预、震慑人员违章





➤ ⑤ 本质技术改进与管理提升

- 【风险目视化】让风险看的见
- 【钢梯改造】减倾角、降落差
- 【人车分流】人、车各行其道
- 【盖板改造】打开即形成围栏
- 【机加工改造】安全联锁装置
- 【扶手改造】手扶扶手防滑跌



3



6



⑥ 实施消防管理创新实践



● 【消防移交产标准】

建立消防系统移交产检查指引单，保障消防系统可靠性

序号	检查项	检查的具体项目 (涉及检查项目“是/否/不适用”中的“是”，未涉及项目打“X”)	检查方法(包括使用的工具、仪器/设备)	相关专业	责任部门/人员
4	消防电话系统运行正常，无故障、报警等异常。		目视	TK	
5	控制室电话系统运行正常。		目视	TK	
6	控制室门未锁闭完好。		目视	TK	
7	控制室台无故障、无异常运行。		目视	TK	
8	消防控制室无异常运行。		目视	TK	
9	手动报警按钮完好无故障，安装高度符合要求。		目视	TK	
10	防火门未锁闭。		目视	TK	
11	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
12	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
13	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
14	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
15	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
16	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
17	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
18	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
19	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
20	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
21	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
22	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
23	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
24	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
25	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
26	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
27	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
28	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
29	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
30	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
31	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
32	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
33	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
34	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
35	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
36	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
37	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
38	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
39	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
40	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
41	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
42	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
43	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
44	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
45	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
46	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
47	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
48	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
49	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	
50	防火门闭门器完好并处于正常工作状态。		目视	TK	

● 【火警联动视频监控】

进一步提高火警响应速度



● 【防火门监测系统】

确保防火门关闭，提高防火屏障完整性

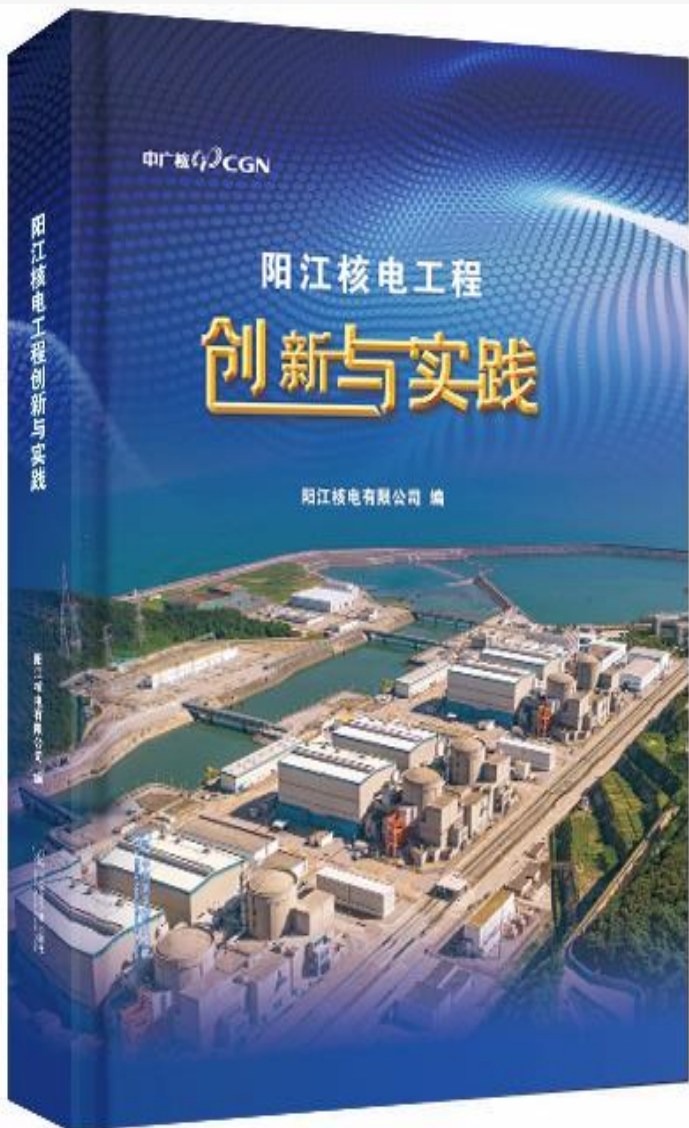


● 【防火组件】

临时电缆等穿越防火区通道，保障防火屏障完整性



3、工程建设经验总结



以上所有的工程建设经验总结的内容，均在《阳江核电工程创新与实践》书籍中有详细介绍，为后续核电工程的高质量建设提供经验参考。

- 1、书籍是业主方全面深入参与工程建设进行的系统性总结。
- 2、按照将业主方工程建设经验按照综合篇、工程管理篇、生产准备篇、移交投产篇、高质量投产篇这五篇来设计。
- 3、首次系统性地提出了新机组高质量投产的理念。
- 4、文章突出总结提炼性、标杆指导性、亮点差异性、反馈改进性，把握“创新”“实践”两个方面，均为工程建设管理的“干货”总结。

汇报 目录

阳江核电项目概述

3、4号机组创优/评优经验介绍

阳江核电工程质量提升实践

结语

感谢

阳江核电工程质量提升学习借鉴了各核电同行的先进技术与管理成果，工程建设得到了各方的鼎力支持，顺利实现了六台机组的高质量投产。

在此，谨代表阳江核电，向中国核能行业协会及各核电同仁致以诚挚的感谢和衷心的祝福！

中广核  CGN

严·慎·细·实



发展核电 中广核  CGN 造福人类
善用自然的能量

