

# 国和一号“智慧工地”建设成果及 智慧工地评价标准编制介绍

国核示范电站有限责任公司

2022年7月28日



## 知识产权声明

本文件的知识产权属国家电力投资集团公司及其相关产权人所有，并含有其保密信息。对本文件的使用及处置应严格遵循获取本文件的合同及约定的条件和要求。未经国家电力投资集团公司事先书面同意，不得对外披露、复制。

### *Intellectual Property Rights Statement*

*This document is the property of and contains proprietary information owned by SPIC and/or its related proprietor. You agree to treat this document in strict accordance with the terms and conditions of the agreement under which it was provided to you. No disclosure or copy of this document is permitted without the prior written permission of SPIC.*

- 一、公司概况
- 二、重大专项概况
- 三、国和一号智慧工地建设情况
- 四、核电智慧工地建设评价规范

一、公司概况

二、重大专项概况

三、国和一号智慧工地建设情况

四、核电智慧工地建设评价规范



- 一、公司概况
- 二、重大专项概况
- 三、**国和一号智慧工地建设情况**
- 四、核电智慧工地建设评价规范

## 项目概况

1

## 总体规划

“国和一号”是国家十六个重大科技专项之一，是当今世界三代核电技术的先进水平，采用“非能动”安全设计理念，机组设计寿命达60年，单机功率达到150万千瓦，是当前我国自主设计的最大功率的核电机型，首批2台机组在山东荣成实施建设。

“智慧核电”以建设智能、便捷、可控的数字化核电为总体目标，按照“软硬结合、永临结合、全生命周期、数字化移交”的原则，综合利用核电厂设计数据、调试数据、运行数据、维护数据，赋能创造价值，分为“智慧工程”和“智慧生产”两个部分。

“智慧生产”建设面向生产运营的标准化“智慧生产”体系，涵盖机组安全生产为核心的“智慧运维”和核电厂管理精细化的“智慧电站”，满足国和一号示范项目业主运行业绩提升的需要。

“智慧工程”建立融合工程管理业务以及工程现场建设的大型信息化平台，以“深化顶层设计、合理整合资源、实体分离利用、顺畅交互共享”为原则，打造**以现场施工管理智能化为核心的“智慧工地”**和以NuPower系统提升优化为核心的“智慧项控”，对庞大复杂的核电工程要素进行有序组织和优化调配，实现多专业、多节点的有机联动和高效协同，实现面向国和一号示范工程设计（E）、采购（P）、建造（C）、调试（S）的“智慧工程”体系全面应用。



# 三、建设背景和意义

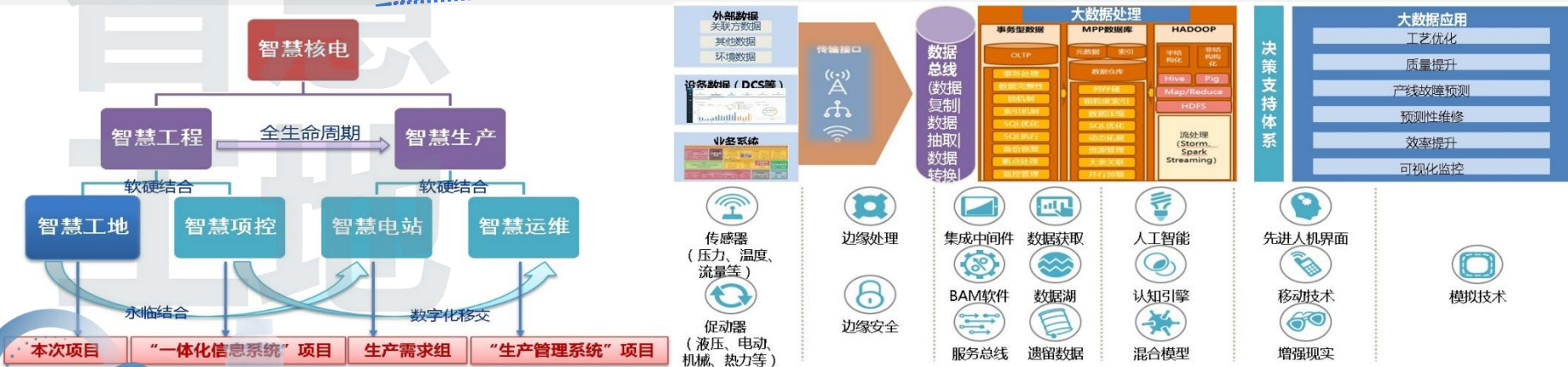
## 项目概况

1

**实现数据价值创造是数字化的目标之一**，将带来核电生产与管理环节的大幅升级和优化，如何采集、应用、管理大数据，挖掘数据价值，是核电在数字化转型升级中必须要解决的问题。

## 总体规划

建设以大数据为基础的“智慧大脑”，构筑“智慧大脑”与云端安全能力的双向赋能体系，强化从大脑到末端神经的检测与响应能力，为核电安全运营服务提供基础安全管理平台。



智慧工地-智慧大脑-智慧核电

国和一号

### 三、建设背景和意义

#### 项目概况

在信息化建设基础之上，结合领先实践经验，基于可靠性及实用性原则，借助多种形式数字化手段，助力生产管理体系各个业务领域的“智慧核电”建设。

1

#### 总体规划

智慧  
工

业务领域	数字化应用/功能	潜在技术要素
设备管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>设备数据实时监测</li> <li>设备可靠性管理</li> </ul>	    
运行管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>电子钥匙系统</li> <li>运行人员定位</li> <li>大数据运行优化</li> <li>无纸化智慧运行</li> </ul>	    
维修管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>大修控制中心</li> </ul>	   
工单管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>电子工单</li> </ul>	 
保健物理	<ul style="list-style-type: none"> <li>AR增强现实眼镜</li> <li>可穿戴式设备</li> </ul>	  
经验反馈	<ul style="list-style-type: none"> <li>智能经验反馈</li> </ul>	
培训管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>可视化培训</li> <li>虚拟现实培训</li> </ul>	  
物资仓储管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>VR虚拟现实眼镜</li> <li>RFID电子标签</li> <li>安全库存算法</li> </ul>	    
应急管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>RFID区域人员管理</li> <li>移动放射化学实验室</li> </ul>	   



## 三、建设背景和意义

### 项目概况

1

### 建设背景

为贯彻落实国家和行业的监管要求，紧跟“新基建”步伐，业主方国核示范与总包方上海核工院把握“国和一号”示范工程项目建设难得时机，超前思考一公里，联合开展“智慧工地”建设，统筹推进项目管理转型，满足工程建设期项目精细化管理、上下游数据互通等要求，建立AE模式驱动产业链信息协同平台，作为“智慧核电”总体战略必要支撑，服务于“智慧工程”和“智慧生产”体系，为生产期奠定基础。 “智慧工地”项目于2020年2月19日正式启动。2021年1月4日智慧工地一期建设完成，智慧工地监管中心正式投用，实现了10个子系统全面投用，成为国内首家按照国家能源局、生态环境部《关于加强核电工程建设质量管理的通知》要求，完成“智慧工地”阶段性投用的在建核电项目。



2020.2.19

“智慧工地”实施工作组首次会议



2020.8.17

“智慧工地”合作框架协议签字仪式



2021.1.4

“智慧工地”监管中心正式投用





### 三、建设背景和意义

## 项目概况

2

## 项目目标

国和一号“智慧工地”建设目标是从2020年至2022年，全面运用5G、物联网、人工智能、虚拟现实、大数据等新技术，实现核电工程虚拟化、智能化，集成进度、安全、质量等数据，按照软硬结合、永临结合、全周期控制、数字化移交的原则，实现施工智慧化管理，并为生产期数字化电站奠定基础。

# 智慧工地



# 三、建设背景和意义

## 项目概况

3

聚焦建设期的安全质量管理，聚焦“两个零容忍”。

**工程需求功能模块：**工程监管中心、5G网络、可视化工地、人员管理、班组管理、安全监控、作业许可、施工机械管理、HSE管理、质量记录管理、全厂安保等

## 功能架构

**生产需求功能模块：**智慧仓储、网络通道、厂房视频监控、厂级监控系统SIS等。



### 三、建设背景和意义

#### 项目概况

按照分步实施的原则，总体上分为两个阶段。

4

**第一阶段 (2020年) :** 智慧工地监管中心、人员管理、施工监控、吊钩可视化、塔吊防碰撞、AI图像识别、VR安全教育、质量防造假记录、环境监测、车辆测速、安全预警、全厂广播。

**第二阶段 (2021-2022年) :** 统一集成平台、5G网络、可视化工地、人员精准定位、HSE管理、班组管理、作业许可、网络通道、智慧仓储、SIS、厂房可视化。

#### 建设计划





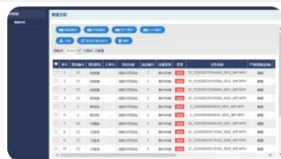
### 三、项目创新与实践

## 智慧工地 项目进展

建成“国和一号”智慧工地监管中心，用大数据技术将各系统数据集中展示分析，实现“智慧工地”数据可视化，实时掌握和跟踪现场状态，提高了项目各方安全质量管理水平。在全项目形成高度重视核电工程安全质量的文化氛围，“两个零容忍”深入人心。发挥各方优势，实现共建共享，项目安全质量水平有效提升。业主方、总包方安全管理团队联合值班，及时处置预警信息、安全隐患，形成了监管合力，有效提升监管效率。



人员定位



质量影像记录



施工安全监控



AI图像识别



塔吊防碰撞



VR安全教育



车辆测速



全厂广播



环境监测



预警平台



5G网络



无人机



智慧仓储



工程量及工效分析



集成平台

# 三、项目创新与实践



智能视频监控



质量影像记录



工地环境监测

- PM2.5/PM10
- 温度
- 湿度
- 风速风向



六项  
创新应用

人员定位管理

定位标签



卡片式标签



胸夹式标签

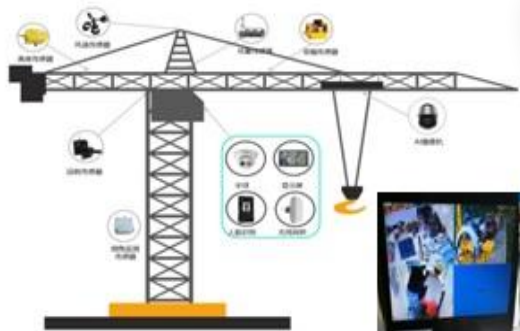


安全帽式标签



物资标签

环境监测



施工机械实时监测

VR安全教育

VR安全体验馆



触电伤害类



高处坠落类



火灾伤害类



机械伤害类

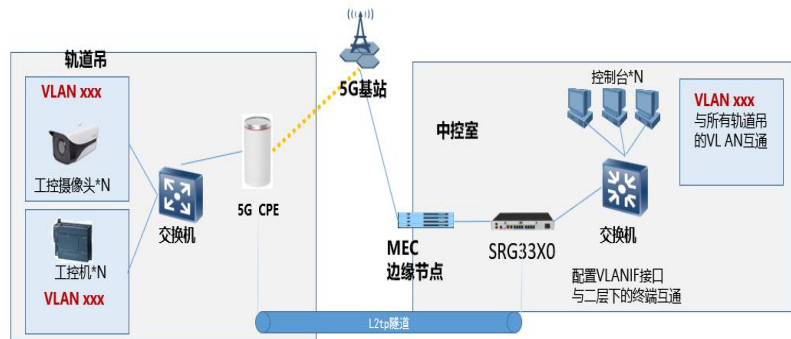


坍塌伤害类



物体打击类

## 5G赋能智慧工地应用



- 凭借5G网络大带宽、低时延、高并发优势，解决工地复杂场景下的网络覆盖，以多种接入方式满足各类设备需求。依托5G网络实现海量高清监控视频、物资仓储数据等多元数据回传，满足移动巡检、AI识别分析、塔吊远程监控等传输实时性要求，以5G赋能新型智慧工地应用场景。
- 目前示范项目5G网络宏基站架设完成，5G信号室内分布以及各节点光缆敷设施工完成，智慧工地5G专网已开始试运行，将持续推进5G技术应用，开展核工程无线通信技术研究和技术验证。



## 人员定位系统 建设进展

● 人员定位系统已建成投用，融合蓝牙+AOA、卫星定位多种定位技术，安装1690个信标、40多台室内外基站，覆盖临界区、开关站等整个室外厂区，覆盖11厂房、40厂房部分室内区域，解决了室内外高精度定位难题。目前为示范项目HSE管理、质量管理、施工管理及特殊工种人员发放1600余张定位卡。可查看实时厂区人员分布，持卡人人员信息，查阅人员行动历史轨迹。已完成班组管理、许可作业模块，3D场景建模初见成效，实现人员定位、班组定位、作业定位的联动应用



## 人员定位系统 应用成效

- 通过定位系统，可查看厂区实时人员分布，持卡人员信息，查阅人员行动轨迹，实现了全厂全时段监管和统计，有力督促各单位尽职尽责，现场监督人员到位率明显提升。
- 结合人员定位卡的轨迹查询功能，可通过定位记录来查询各方监督人员入场情况，是否在作业地点旁站监督，系统投用前该项工作需要人工实地检测验证，功效低下，系统的投用能够显著的降本增效。
- 能够支持判定文件记录是否存在代签、补签的情况，降低了质量记录造假的的风险，有效规避“造数据、补记录、假报告”等造假违规行为。



### 三、项目创新与实践

## 质量影像记录系统 建设进展

●为落实“两个零容忍”，建立和落实影像留存制度，特别是对重要施工工序及验收活动进行摄录，做到重要节点影像记录具备可追溯性，已配备质量防造假记录仪110套，用于重要关键工序、关键验收节点记录，同时建立影像共享平台，实现影像上传、存储、查询。目前上海院项目部QC人员人手配备一台影像记录仪，并向主要建安承包商相关人员进行发放，现场QC人员现场消点时配戴，及时将视频资料上传至系统。



# 智慧 工地

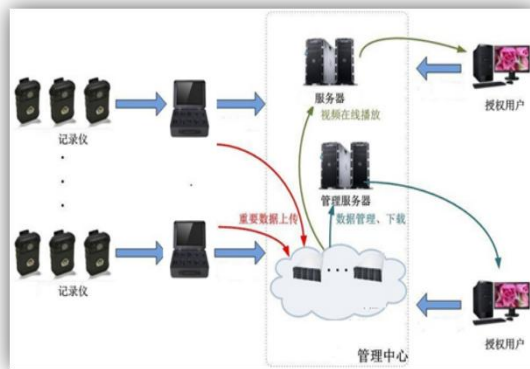

**国和一号**

### 三、项目创新与实践

## 质量影像记录系统 应用成效

● 国和一号示范工程建立并落实了影像留存制度，制定了影像记录档案的管理细则，明确影像记录留存要求，规定了对重要活动以及重大质量问题和处理过程进行摄录，保障了施工过程的可追溯性，系统投用以来累计收集质量管理影像记录5947份，有效防范造假活动，对造假行为形成震慑，更好地保障工程质量。

# 智慧工地




The screenshot shows the '数据查询' (Data Query) interface. It includes a search bar and a table of records. The table columns are: 序号 (Serial Number), 地点编号 (Location ID), 设备编号 (Device ID), 员工编号 (Employee ID), 姓名 (Name), 单位名称 (Unit Name), 专业 (Major), 变更 (Change), 主要问题 (Main Issue), 严重程度(等级) (Severity Level), and 产生时间(年月日) (Production Time). The table contains 13 rows of data, with the last row highlighted in red.

序号	地点编号	设备编号	员工编号	姓名	单位名称	专业	变更	主要问题	严重程度(等级)	产生时间(年月日)
1301	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-27
1302	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-27
1303	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-23
1304	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-22
1305	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-22
1306	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-21
1307	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-12
1308	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-12
1309	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-11
1310	2	23	23	李国坤	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-10-10
1311	2	30	30	罗光茂	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-11-25
1312	2	46	46	刘彬	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-11-25
1313	2	30	30	罗光茂	上海核工业	核岛	19117	19117"高02"模块上壳钢板安装性	一般	2020-09-09





## 施工安全监控系统 建设进展

- 在示范工程现场已部署摄像头322支（含吊钩可视化24支），实现主要施工区域、道路、大型机械操作室、塔吊吊钩等作业面全覆盖，开通监控用户账户723个，业主方、总包方、监理方及8家主要承包商接入共享使用，各方HSE、QC及施工管理人员对施工活动进行远程监控、检查及记录，已全面应用到项目日常管理远程监督工作中。

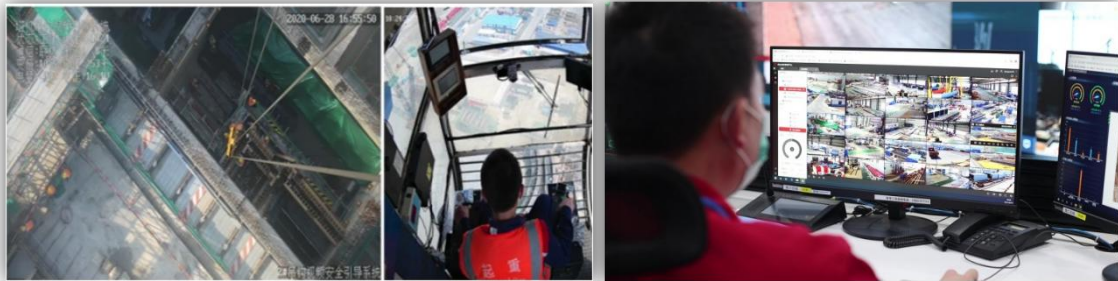




## 施工安全监控系统 应用成效

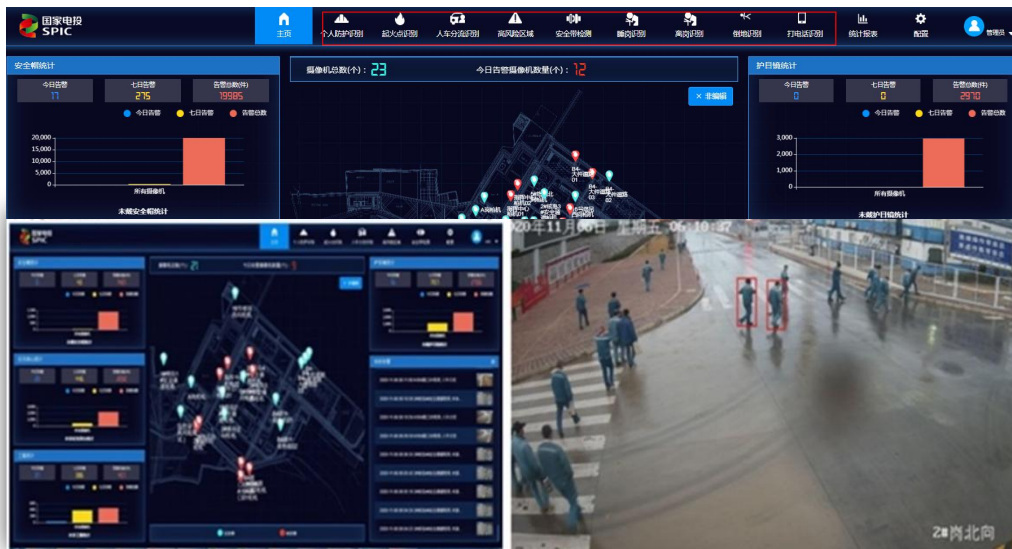
# 智慧 工地

- 安全管理方面：现场施工点多面广，存在很多不易到达的监督死角，全厂巡查费时费力。采用视频系统之后，施工现场形成了“天眼”系统，展示了强大的威慑力和追溯性，现场人员安全行为不断规范，人员违章率明显降低，关键设备操作人员（如塔吊司机）规范性和可控性得到明显强化，确保了关键作业安全有序。目前共发现和纠正了各类安全隐患预警11029项，有效避免潜在事故发生。
- 质量管理方面：辅助质量监督人员对重点部位、关键工序、重要设备安装实施全过程在线监控，强化了对施工过程管理，降低了施工过程违规造假的风险，实现重要施工活动过程全记录。



## AI图像识别 建设进展

● AI图像识别于2020年9月上线试运行，应用于现场HSE管理，基于视频监控及图像识别技术，开发并上线安全帽、防护眼镜、反光背心、工作服、起火点、人车分流、高风险区域入侵、安全带、睡岗/离岗、倒地、打电话等识别功能。目前能够24小时不间断的对违规行为进行监督识别，体现了较强的威慑力和追溯性。



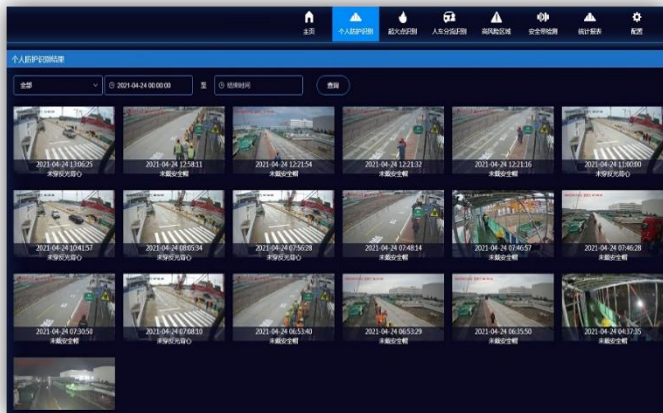
# 智慧工地

国和一号

## AI图像识别 应用成效

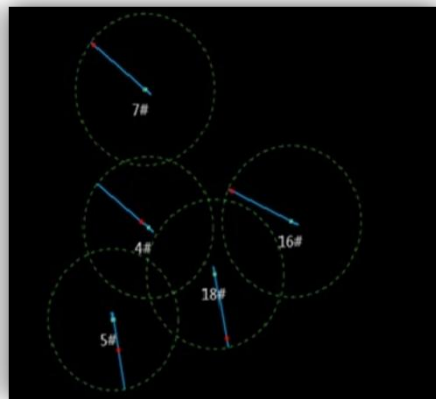
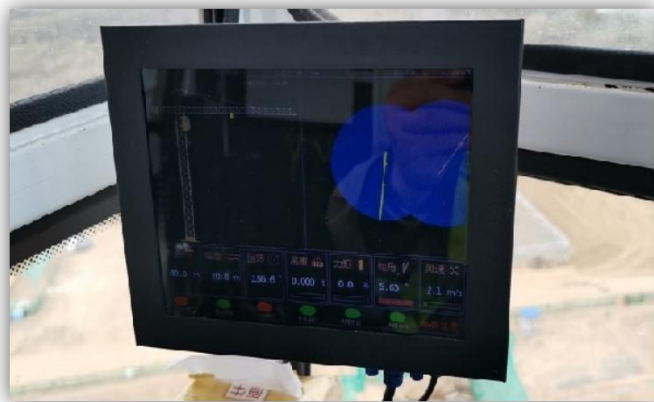
# 智慧 工地

●项目现场施工人员众多，部分人员安全意识较差，存在PPE穿戴不规范、人员不按人车分流通行等违章，系统投用前依赖现场人工管理，耗费大量人力。AI识别系统投用以来实现了智能化违规识别，并通过关联广播系统实现了违章识别与语音纠正一体化管理。目前共抓拍纠正各类安全违规5046人次，承包商施工人员安全行为不断规范，人员违章率明显降低。



## 塔吊防碰撞系统 建设进展

- 塔吊防碰撞系统基于物联网技术实现复杂施工环境下多塔机作业的安全防碰撞报警,能有效的防止工地塔机机群协同作业中的碰撞,具备限位提醒、碰撞提醒及风速报警等功能,提高工地吊装作业施工安全水平。已部署塔吊防碰撞系统14套,覆盖厂区全部有交叉作业的3个塔吊集群,实现塔吊作业碰撞预警。



智慧  
工地

国和一号

## 塔吊防碰撞系统 应用成效

● 塔吊防碰撞系统的部署，为项目现场塔吊群的安全运行提供一套有效保障，自2020年10月投用以来累计发出各类提醒4.3万余条，避免了碰撞事件的发生，有效提高了吊装作业安全管理水平。



工程名称	施工单位	产权单位	备案编号	工地编号	设备SN	总提醒	超载提醒	限位提醒	碰撞提醒	限行区提醒	操作
国和一号示范项目开关区	上海核工院	上海核工院	QTZ80	14#	014120090...	14	0	1	13	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目开关区	上海核工院	上海核工院	QTZ801	22#	014120090...	66	0	44	22	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目海淡区	上海核工院	上海核工院	QTZ315	12#	014120090...	247	0	110	141	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目海淡区	上海核工院	上海核工院	GQTZ160	10#	014120080...	1981	0	984	1017	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目海淡区	上海核工院	上海核工院	QTZ31513	13#	014120090...	1108	0	946	168	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目海淡区	上海核工院	上海核工院	QTZ80-6013	19#	014120090...	381	0	330	52	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目2号...	上海核工院	上海核工院	STT293	18#	014120090...	1419	0	887	552	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目2号...	上海核工院	上海核工院	TC8039-25	4#	014120090...	1537	0	466	1106	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目2号...	上海核工院	上海核工院	T600-25U	5#	014120080...	1764	0	1443	376	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目2号...	上海核工院	上海核工院	TC8039	21#	014121010...	1187	0	1097	90	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>
国和一号示范项目2号...	上海核工院	上海核工院	T7530	7#	014120090...	209	0	86	124	0	<a href="#">查看详情</a> <a href="#">短信提醒</a>

# 智慧工地





### 三、项目创新与实践

## VR安全教育 建设进展

● HSE培训中心和现场办公区建成2套VR安全教育体验区，包含现场急救体验区、3D模拟消防灭火体验区、15种事故类型VR体验区，目前均已投用，通过作业人员在VR系统虚拟环境中的交互和沉浸式体验，实现安全事故警示教育 and 提升安全技能的目的。

区域	VR场景
VR安全体验区	高处坠落VR虚拟体验
	触电伤害VR虚拟体验
	有限空间VR虚拟体验
	物体打击VR虚拟体验
	车辆伤害VR虚拟体验
	机械伤害VR虚拟体验
	起重伤害VR虚拟体验
	火灾事故VR虚拟体验
	爆炸事故VR虚拟体验
	灼伤事故VR虚拟体验
	危化品事故VR虚拟体验
	坍塌事故VR虚拟体验
	乙炔瓶爆炸VR虚拟体验
	脚手架坍塌VR虚拟体验
	劳保用品VR虚拟体验
现场急救体验区	
3D模拟消防灭火体验区	



## VR安全教育 应用成效

- 传统理论教育过于依赖培训讲师水平，无法给予培训人员有效的震撼教育。通过VR安全教育系统，创新了培训方式和方法，提高了培训的参与度、真实性、警示性，对降低人员习惯性违章、提高安全意识效果显著，投用以来共开展体验教育、违章学习共计4183人次。



智慧  
工地

国和一号

## 车辆测速系统 建设进展

- 结合现场存在的交通风险点和违章情况，通过设置固定超速测拍一体机，严格控制厂区车辆速度，避免引发交通事故。目前在施工临建区部署2台、主厂区主干道部署11台，共设置13台固定超速测拍一体机。



智慧  
工地



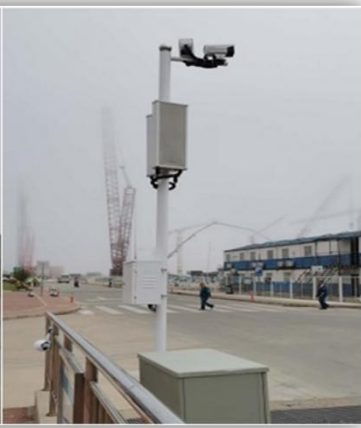
## 车辆测速系统 应用成效

- 施工现场存在较多车辆违章及交通风险点，通过设置固定超速测拍一体机，改变了过去人工使用手持移动测速仪的被动站桩式管理方法，能够严格控制厂区车辆速度，避免引发交通事故，实现了全天候、全时段自动检测，施工现场各主要道路、路口车辆速度明显放缓，违章超速现象显著减少，司机违章行为得到有效约束。



## 全厂广播系统 建设进展

- 厂区广播设备伴随监控部署，采用网络接入，实现定向广播，共部署125套广播设备。通过前端广播设备的部署，实现对厂区主要通道、室外施工区域的覆盖。既可用于项目工程建设相关信息发布、公告、通报，也可在监控发现违规行为后向该区域播告违规警告。



智慧  
工地

国和一号

## 全厂广播系统 应用成效

- 全场广播系统在日常管理中可用于核安全文化的宣贯，紧急情况下能够通过全厂广播系统进行广播通知、应急疏散，避免了传统电话无法全厂全员紧急通知的短板，同时配合AI识别系统可即时语音纠正人员违章，达到了发现即纠正目的。



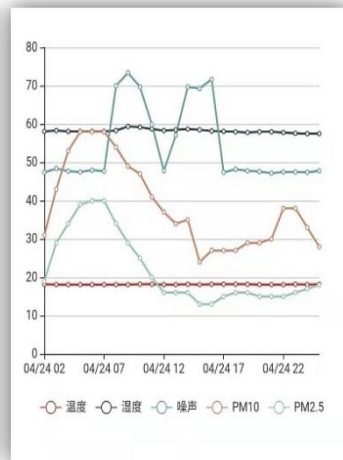
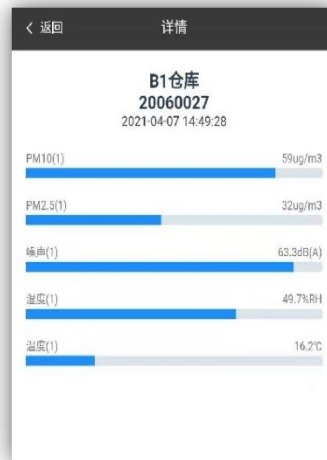
智慧  
工地



### 三、项目创新与实践

## 环境监测系统 建设进展

- 利用无线传感器技术建立环境监测系统，实时监测包括PM2.5、PM10、噪声、温度、湿度、风速等现场环境实时数据，提高了环境监测数据获取的便利性。现场已设置风速点位9处，PM2.5/PM10/噪声/温度/湿度点位19处，目前均已投用，并可通过电脑端、手机查看实时数据及历史记录。



## 环境监测系统 应用成效

● 解决了过去使用手持式风速仪及频繁询问塔吊司机风速数值弊端。通过环境监测电脑及手机终端，可以实时查看现场天气情况，当遇到恶劣天气，可以第一时间通知承包商施工人员，暂停起重作业、高处作业，为保证施工现场安全、重大节点施工提供了有效的支撑。



设备编号	设备名称	设备状态	数据类型	实时值	报警时间	报警地址
3	风速计	正常	风速	0.1 m/s	2020-06-24 13:47:26	19050004
5	风速计	正常	风速	5.9 级	2020-06-24 13:47:28	19050004
4	风速计	正常	风速	2.0 0.0 0.0		
5	风速计	正常	风速	2.0 0.0 0.0		
3	风速计	正常	风速	0.1 m/s	2020-06-24 13:46:40	20090021
5	风速计	正常	风速	3.0 级	2020-06-24 13:46:40	20090021
4	风速计	正常	风速	2.0 0.0 0.0		
5	风速计	正常	风速	2.0 0.0 0.0		
3	风速计	正常	风速	0.7 m/s	2020-06-15 14:49:03	20090022
5	风速计	正常	风速	1.9 级	2020-06-15 14:49:03	20090022
4	风速计	正常	风速	2.0 0.0 0.0		
5	风速计	正常	风速	2.0 0.0 0.0		



# 智慧工地

国和一号

## 地理信息系统 建设进展

- 核电厂厂区地下管网GIS系统，能够有效改进现有的地下管线管理方式，能够帮助管理人员客观地分析出管线自身的连通关系以及管线之间的空间分布、交叉关系等复杂的信息，提升管线信息数据使用的时效性。



智慧  
工地

国和一号



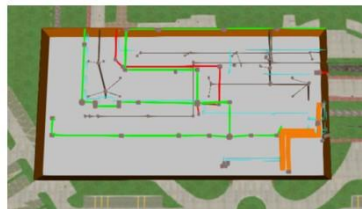
## 地理信息系统 应用成效

- 实现厂区管网海量数据存储、异构数据管理、多源数据集成。
  - 涵盖厂区地下各类力能管线、工艺管线、管廊、管沟等设施及地上建筑；
  - 为用户提供便捷的浏览、查询、分析、统计、更新等功能。
- 提供厂区地下管网的数字化和智能化管理能力
  - 辅助现场施工，减少施工中的错挖、误挖、重复开挖等问题的出现；
  - 有利于后续地下管线的维护、更新改造和进一步规划；

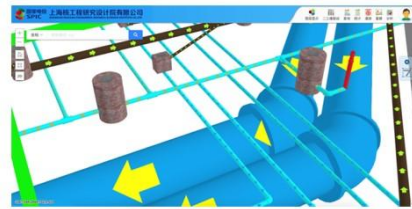
### 厂区GIS功能亮点



二三维联动



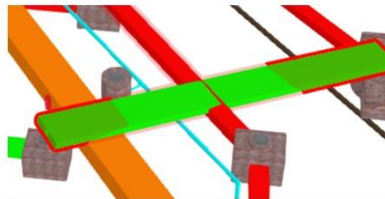
开挖分析



流向分析



三维管廊



碰撞检查



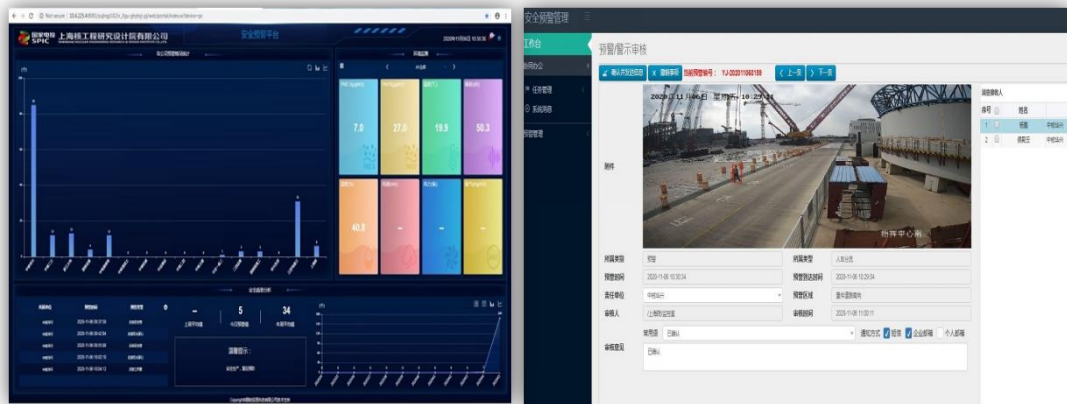
路径分析

# 智慧工地

国和一号

## 预警平台 建设进展

●智慧工地预警平台作为预警信息发送平台，集成包括人员定位系统、车辆测拍系统、环境监测系统、AI图像识别系统，在监控指标达到或者超过阈值时，通过系统中的消息机制，以短信或邮件的方式发送给参建单位安全管理人员，达到及时控制事态蔓延的效果，提前避免安全隐患的产生，从而有效地对现场的安全情况进行管控。





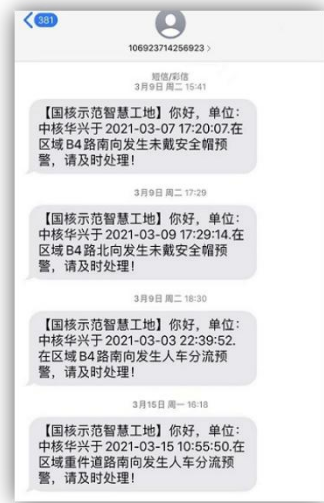
# 三、项目创新与实践



## 预警平台 应用成效

●智慧工地预警平台24小时不间断运转，将各类预警信息及时传递给各参建单位安全管理人员，自该系统投运以来，已累计发出预警信息86593条，避免隐患发展为事故，对项目安全管理提供了有力支撑。

# 智慧工地



## 三、项目创新与实践

### 无人机系统 建设进展

- 随着海工工程的开工，为适应在海上等不利于检查人员和交通工具介入的情况下开展安全监督和管理等工作，公司结合5G专网，部署无人机系统。无人机项目自2021年10月中旬设备到货以来，先后完成了基站部署安装、无人机管理平台部署、停机坪建设、飞手培训和考试取证等工作，于2021年12月25日完成项目验收。

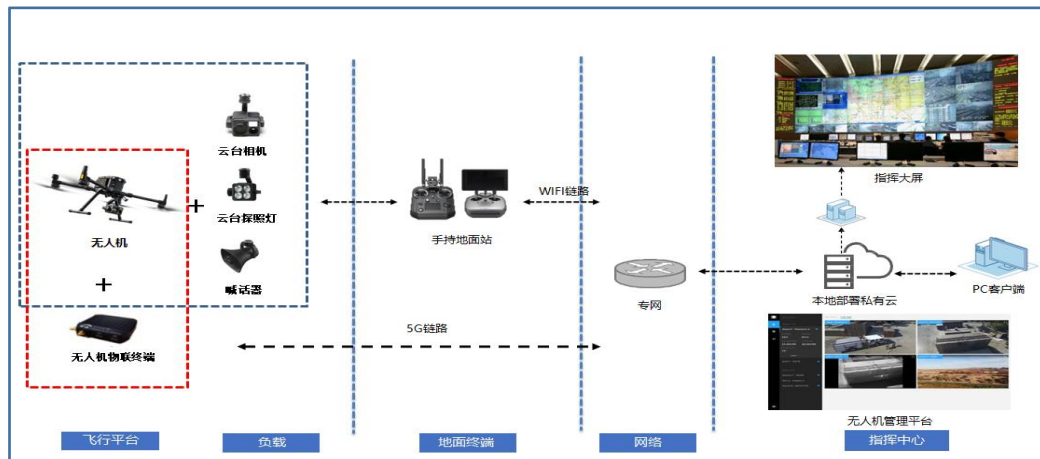


智慧  
工地



## 无人机系统 应用成效

- 目前无人机已应用于安全保卫日常巡检，并配备喊话器、探照灯支持突发事件处理，其主要应用场景包括：  
1、应急救援；2、高空巡检、海上安全巡视；3、全场三维拍摄以及远程航拍；4、夜间红外巡逻；5、火警火情应对。



### 三、项目创新与实践

## 智慧仓储 建设进展

# 智慧 工地

- 为有效提升国和一号仓储管理水平，2021年启动智慧仓储项目建设，按照“1+X”模式建设，主要由永久B1-2库智能化改造系统、全库区温湿度on-line系统、全库区3D建模、PTL灯光拣选系统、智慧大屏幕、智能仓库巡检系统、及配套智慧化工器具和系统其他接口构成。目前已完成设备的到货安装，配套系统软件的调试，与集团ERP系统对接，并于2022年1月12日正式投用，标志着集团核电“仓储示范区”达到正式运行要求。



## 智慧仓储 应用成效

# 智慧 工地



- 国和一号智慧仓储“慧仓一号”作为国内核电领域首个结合5G技术的智能仓库，可实现自动化仓储物流的全流程运营，包括自动入库存放、自动测量称重、物流机器人自动搬运等功能。“慧仓一号”引入先进的“数字孪生”技术，业务数据清晰可见，库区管理触手可及，实现仓储管理数字化，极大提升仓储管理智慧化水平。



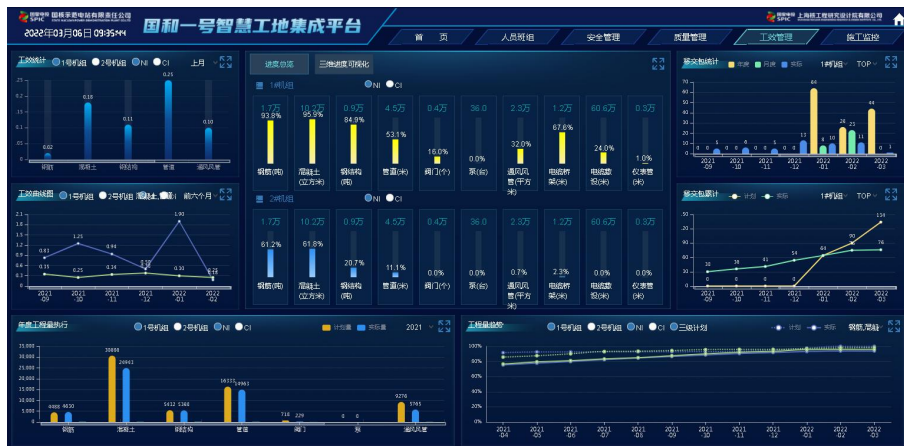


### 三、项目创新与实践

## 工程量及工效分析 建设进展

# 智慧工地

- 为了直观、动态展示工程量、工效统计和分析信息，把握项目总体进展和趋势，国和一号项目联合开发了工程量与工效管理系统。2021年12月31日正式上线。
- 工程量分析。工程量和工效系统选取了十个主要专业类别，分别基于三级进度计划和年度进度计划，直观展现总工程量、实际完成量以及完成百分比。
- 工效分析。针对每一种专业类别选取对应的典型工种，通过实际完成工程量与人工日投入比值，测算对应的工效，并实现每种专业类别历时工效对比分析，为项目工效研究提供参考。

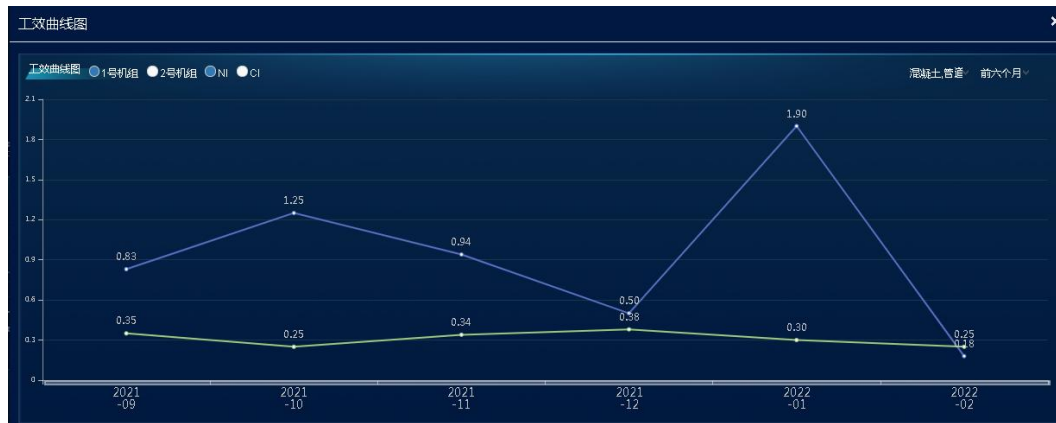


## 工程量及工效分析 应用成效

# 智慧 工地



● 工程量与工效管理系统上线，标志着国和一号项目可直观、动态展示项目的工程量、工效统计和分析信息，把握项目总体进展和趋势，为工程进展分析预测提供直观的数据支撑。目前已建设完成工程量分析管理功能，选取十个主要专业类别，分别基于三级进度计划和年度进度计划，直观展现总工程量、实际完成量以及完成百分比；建设完成工效分析功能，实现每种专业类别历史工效对比分析，为项目工效研究提供参考。



### 三、项目创新与实践

## 集成平台系统 建设进展

● 基于“统一规范、融汇集成”的创新思路，以整合智慧工地现有服务、进一步提高信息服务能力、建立统一规范、形成智慧工地标准解决方案、深入融合业务与算法、提升企业管控算力为目标，打破数据壁垒，搭建集管控、处理、查询于一体的智慧工地集成平台，已于2021年9月底正式上线。



# 智慧 工地

国和一号

### 集成平台 应用成效

# 智慧 工地

●智慧工地集成平台主要基于“一平台，多数据”的管理思路，利用数据中台，建立了能够统一监管、处理、查看现场各类事件和数据的综合管理平台，支持智慧工地目前已部署的各应用系统的统一认证、应用集成、数据集成和可视化显示，现阶段已集成了视频监控、人员定位、AI图像识别、环境监测、质量防造假、隐患数据、班组信息、加班许可及作业许可等功能，便于监管中心值班管理人员及时查看相关信息。其中用户数据累计获取9668条；累计集成许可数据17798条，其中加班许可数据6398条；累计集成预警数据124101条，其中实现加班许可预警信息37508条；集成AI监测系统的预警信息记录86593条；分类汇总HSE安全检查APP记录的各种类别数据，共计76537条。





# 三、项目创新与实践



## 集成平台应用成效

国电投 国核核电有限公司  
 SPIC  
 2021年10月30日 16:30:01

国和一号智慧工地集成平台

国核 上海核工程研究院设计勘察院有限公司  
 SPIC

首页
人员班组
安全管理
质量管理
施工监控

### 考勤管理

实时在线人数: 287人

当天在线人数: 576人

### 质量防造假

序号	标题	时间
1	2#11厂房11205房间CA04顶法兰区域巡检-9	2021-09-19 11:19:54
2	2#11厂房11205房间CA04顶法兰区域巡检-10	2021-09-19 11:17:56
3	2#11厂房11205房间CA04顶法兰区域巡检-11	2021-09-19 11:15:42
4	1#11厂房11302房间SG-B主泵泵壳人清洁后检查-1	2021-09-19 10:36:54
5	1#11厂房11302房间SG-B主泵泵壳人清洁后检查-2	2021-09-19 10:32:00
6	1#11厂房11105房间RV底封头导流板安装检查 SN1-MN20-GQH	2021-09-19 10:11:58
7	1#11厂房11105房间RV底封头导流板安装检查 SN1-MN20-GQH	2021-09-19 10:05:42
8	1#11厂房11105房间RV底封头导流板安装检查 SN1-MN20-GQH	2021-09-19 10:05:18

### 项目星级班组

班组	三星	四星	五星
中核华兴	130	21	5
中核二三	38	15	2
中电建核能	52	10	1
江苏电建二	31	2	0
浙江火电	10	11	5
国核设备	1	1	0

### 视频监控

人员定位
宣传片
GIS
消防设施

人员
班组
作业

### 绿色施工

pm2.5  
µg/m³

pm10  
mg/m³

湿度  
%

温度  
℃

风力  
级

风速  
m/s

噪音  
Db

### 预警分析

近三个月

1732

- 149 高风险区域人员闯入
- 143 车辆超速抓拍
- 174 未穿反光背心
- 250 未戴安全帽
- 1016 人车分流

### 节点进度

计划2021-07-06
计划2021-07-07
计划2021-07-30
计划2021-08-06
计划2021-09-06
计划2021-10-07
计划2021-10-29
计划2021-10-19
计划2021-12-07

实际2021-07-19
实际2021-07-30
实际2021-06-25
实际2021-09-06
实际2021-10-29

### 隐患管理

隐患数量(个)
整改完成率(%)



# 三、项目创新与实践



## 集成平台应用成效

国网示范电站有限责任公司  
STATE GRID CORPORATION OF CHINA  
示范电站有限公司

### 国和一号智慧工地集成平台

上海工程研究院设计有限公司  
SHANGHAI ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE DESIGN CO., LTD.

2021年9月30日 16:27:02
首页
人员班组
安全管理
质量管理
施工监控

#### 劳务管理

实时在线人数 **287**人

当天在线人数 **576**人

#### 质量防错

序号	标题	时间
1	■2#11厂房11205房间CA04顶法兰区域巡检-9	2021-09-19 11:19:54
2	■2#11厂房11205房间CA04顶法兰区域巡检-10	2021-09-19 11:17:56
3	■2#11厂房11205房间CA04顶法兰区域巡检-11	2021-09-19 11:15:42
4	■1#11厂房11302房间SG-B主泵泵壳A清洗后检查-1	2021-09-19 10:36:54
5	■1#11厂房11302房间SG-B主泵泵壳A清洗后检查-2	2021-09-19 10:32:00
6	■1#11厂房11105房间RV密封头导流板安装检查 SN1-MN20-GQ	2021-09-19 10:11:58
7	■1#11厂房11105房间RV密封头导流板安装检查 SN1-MN20-GQ	2021-09-19 10:05:42
8	■1#11厂房11105房间RV密封头导流板安装检查 SN1-MN20-GQ	2021-09-19 10:05:18

视频监控
人员定位
宣传片
GIS
消防设施

#### 绿色施工

出现预警！中核华兴5#塔吊区域：温度

pm2.5  
µg/m³

pm10  
mg/m³

湿度  
%

温度  
℃

风力  
级

风速  
m/s

噪音  
Db

#### 预警分析

近三个月

1732

149 高风险区域人员入场  
143 车辆超速抓拍  
174 未穿反光背心  
250 未戴安全头盔  
1016 人员安全

#### 项目里程碑

三星
四星
五星

#### 节点进度

● 一号机组
● 二号机组
● 已完成
● 未完成

计划2021-07-06
计划2021-07-07
计划2021-07-30
计划2021-08-06
计划2021-09-06
计划2021-10-07
计划2021-10-19
计划2021-12-07

实际2021-07-19
实际2021-07-30
实际2021-06-25
实际2021-09-06
实际2021-10-29

#### 隐患管理

高整改数量(个)
整改完成率(%)

中核宝华

华祥

江苏宝华

中核宝华

中核宝华

浙江华电

### 三、项目创新与实践

## 运作程序架构及管理模式

为充分利用和发挥智慧工地系统在监督管理中的作用，强化全范围、全时段监管，上海核工院与国核示范电站组织制定了智慧工地建设及运行管理体系，形成了运作程序架构，并在持续完善，为智慧工地的稳定运行、充分发挥效能提供制度支撑

### 智慧工地监管中心管理规定

### 智慧工地建设及运维管理规定

人员定位卡管理规定

视频监控安全检查管理程序

吊钩可视化使用管理规定

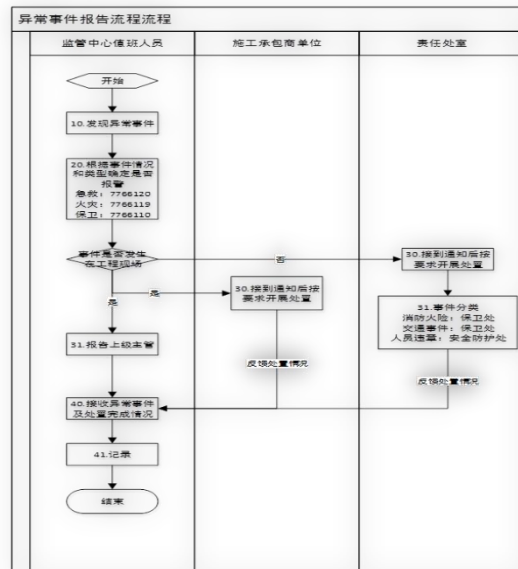
塔吊防碰撞系统使用管理规定

影像记录仪使用细则

VR培训教育管理规定

车辆测速使用管理规定

环境监测使用管理规定



### 运作程序架构及管理模式

现阶段“智慧工地”监管中心按照**全时段、全覆盖**原则开展视频监控检查，检查范围包括智慧工地设置的全厂各区域视频监控系统、吊钩可视化系统、图像识别等。

#### 日常监督

由总包单位和工程管理处负责，严格按照排班要求开展24h视频监控检查。



#### 承包商参与监督

各施工承包商按照视频安全监督计划派专人参与正常工作时间段内的视频监控检查。



#### 独立监督

由安全防护处负责，对监管中心的运作情况进行独立监督，每天不低于2小时。



#### 重大活动、重点区域强化监督

针对“两会”、“建党”等重大活动期间、现场高风险重点区域(如1#常规岛屋面)进行强化监督。



视频监控检查发现的问题第一时间推送至上海核工院示范项目部及责任单位区域当班人员处理，确保隐患整改的时效性，同时录入检查移动APP中，跟踪闭环管理；相关重点关注问题汇总反馈至定点监督周例会上。

对于视频监控检查中发现的**频发重复性**隐患、违章等问题的责任单位/部门，将视情况采取管理干预措施，包括约谈、考核、甚至出局等。

- **统筹需求**：业主方国核示范与总包方上海院合作共建，把握工程建设期的的难得机会，对系统进行整体设计考虑，为工程建设增加一道安全质量屏障；聚焦现场需求，**统筹考虑工程期、生产期需求，做到永临结合**，工程建设期到生产运行期平滑过渡，为“智慧核电”提供坚实基础。
- **管理融合**：全面运用5G、物联网、人工智能、虚拟现实、大数据等新技术，汇聚多系统安全、质量、施工、物资等数据，改进现场参建各方的交互方式和管理模式，通过对“人机料法环”等关键要素实时、全面智能的监管，**实现多方协同、多级联动、管理预控、整合高效的创新管理体系**，切实提升工程安全质量管理水平和工作效率，有效运用智能化手段保障核安全。
- **模式创新**：将智慧工地纳入核电总承包合同执行，业主方、设计方、施工方共同参与建设，将最新的设计及时反馈到设计变更中，**将智慧工地建设融入到电厂设计中**，形成了一套标准化的智慧工地系统架构，其中包含了系统平台、软硬件产品、现场实施模式以及应用指导规范，**为后续机组复制推广提供基础**

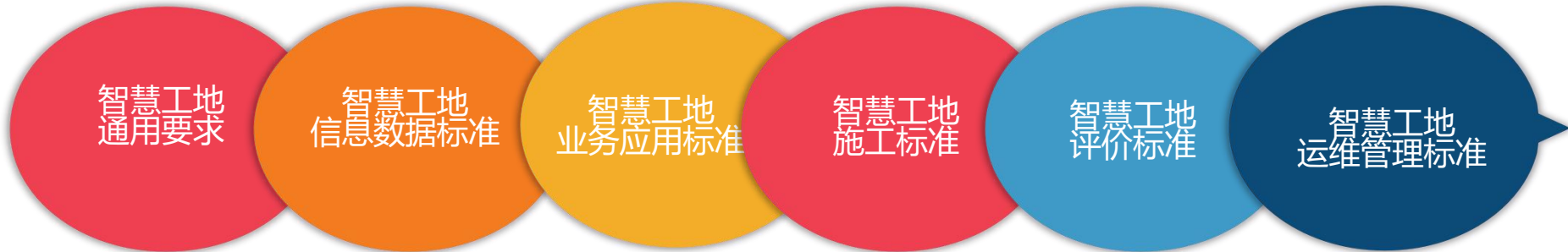


- 一、公司概况
- 二、重大专项概况
- 三、国和一号智慧工地建设情况
- 四、核电智慧工地建设评价规范**





## 核电智慧工地建设指南



- 1.1 术语与定义
- 1.2 系统业务功能总体要求
- 1.3 信息网络与物联网建设
- 1.4 系统架构
- 1.5 数据采集、共享与发布
- 1.6 网络安全保障

- 2.1 资源编码与元数据
- 2.2 物联网数据及接口
- 2.3 业务流程数据及交换
- 2.4 数据移交

- 3.1 项目管控通用要求
- 3.2 人员管理
- 3.3 机械设备管理
- 3.4 物资仓储管理
- 3.5 质量管理
- 3.6 安全生产管理

- 4.1 主要设备安装
- 4.2 土建施工
- 4.3 安装施工
- 4.4 模块化施工
- 4.5 智能化机械应用
- 4.6 绿色施工管理

- 5.1 基础建设评价
- 5.2 应用效能评价
- 5.3 数据采集评价
- 5.4 信息安全评价
- 5.5 质量与安全评价
- 5.6 用户体验评价

- 6.1 工地基本信息管理
- 6.2 工艺工法知识管理
- 6.3 实验室管理
- 6.4 应急管理
- 6.5 培训管理
- 6.6 工程测试验收
- 6.7 运行维护

智慧工地评价标准作为整体标准体系中的第五部分，主要分为以下几个部分：

### 5.1 总体目标

核电智慧工地建设评价标准适用于核电行业建设工程的智慧工地评价。

制定智慧工地建设评价规范适用于提高核电工程建设现场智慧技术应用水平，推进智慧工地建设。

### 5.2 评价方法

应根据智慧工地建设内容，完整覆盖核电工程建设期间的人员管理、施工机械管理、HSE管理、质量管理、AI图像识别、施工监控、安保管理、基础网络及物联网建设、信息技术利用、决策展示10个方面进行分析评价。

对于每个方面的评价内容，应设置各项评价内容的基本指标、一般指标、卓越指标，并对每项指标设置合理的参数、分值、权重，以此来对智慧工地各分项的建设情况进行评价打分，最终得出整个项目的总体的分值，以反映智慧工地的建设情况。

### 5.3 人员管理

#### 5.3.1 基本指标

应包含完整的人员实名制信息、建立数字化人员管理系统等

#### 5.3.2 一般指标

应建立人员积分制管理、人员班组管理、人员定位管理等系统

#### 5.3.3 卓越指标

对现场人员进行高精度定位、厂房内人员定位、人员轨迹信息、虚拟区域、电子围栏等

### 5.4 施工机械管理

#### 5.4.1 基本指标

应建立基本的施工机械信息库、起重设备应包含安全监控等

#### 5.4.2 一般指标

应实现施工机械定位、塔吊防碰撞监测预警、吊钩可视化，监测数据实时传送等系统

#### 5.4.3 卓越指标

实现施工机械性能检测等

### 5.5 HSE管理

#### 5.5.1 基本指标

应实现在线作业许可管理、环境监测等

#### 5.5.2 一般指标

应实现VR培训、在线培训考试、车辆违章监控、HSE监督检查等系统

#### 5.5.3 卓越指标

实现全厂统一HSE监督检查、在线培训与人员积分挂钩、加班作业申请、作业与人员定位区域相关联等





### 5.6 质量管理

#### 5.6.1 基本指标

应对作业过程进行实时记录，并长期保存等

#### 5.6.2 一般指标

应建立质量仿造假系统，使用质量执法记录仪等设备实时记录操作情况，并实现现场消点电子化签名

#### 5.6.3 卓越指标

实现质量记录与质量作业系统关联

### 5.7 AI图像识别管理

#### 5.7.1 基本指标

应在全厂安装监控摄像头，并部署AI分析算法等

#### 5.7.2 一般指标

算法应实现危险区域预警、安全带挂钩、火焰识别、个人防护、人车分流等

#### 5.7.3 卓越指标

算法实现睡觉/离岗、倒地、打电话等，并且所有算法准确度达到95%

### 5.8 施工监控管理

#### 5.8.1 基本指标

应实现重点区域监控

#### 5.8.2 一般指标

应安装全景监控，建立全厂广播等

#### 5.8.3 卓越指标

建立制度，实现所有摄像头根据施工进度实时调整；并且可实现厂房内监控

### 5.9 安保管理

#### 5.9.1 基本指标

应实现全厂在线办证，建立健全的门禁系统

#### 5.9.2 一般指标

应对仓库等重点区域实现门禁、监控全部署

#### 5.9.3 卓越指标

应用无人机对现场安保重点区域进行巡检

### 5.10 基础网络及物联网建设

#### 5.10.1 基本指标

应实现全厂4G网络覆盖、施工区主干网络建设

#### 5.10.2 一般指标

应满足国家信息安全等保要求，实现全厂GPS、蓝牙信标定位

#### 5.10.3 卓越指标

现场建设5G网络，利用北斗定位



### 5.11 信息技术利用

#### 5.11.1 基本指标

应利用三维技术实现工程进度展示、数据中台技术实现数据集成

#### 5.11.2 一般指标

应利用VR技术、BIM技术

#### 5.11.3 卓越指标

应用云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能等技术

### 5.12 决策展示

#### 5.12.1 基本指标

应建立各系统统一门户

#### 5.12.2 一般指标

应设置各项数值的预警值，实现自动预警；并建立统一的指挥中心

#### 5.12.3 卓越指标

建立智慧工地各项目统一的集成平台，实现数据互通，根据需要建设分析决策功能，展现工程进展

### 5.13 职责与措施

希望通过各位专家的意见，与子标准五参编单位和其他子标准参编单位相互配合，共同努力，打造行业通用的智慧工地评价规范进行细化，以更好的反映智慧工地建设水平，提高核电智慧工地建设标准。

感谢各位专家聆听指导!

Thank you