

# 中国核能行业协会核电分会

## 关于分享维修工作过程风险管控相关良好实践的函

各有关成员单位:

近期,中国核能行业协会核电分会在成员电站和行业专家的共同参与下,组织实施了以“维修工作过程风险管控”为主题的成员支持活动,来自中国核电、中国广核和国电投的专家和工作人员(详见附件1)参加了此次活动。本次活动对若干行业良好实践(详见附件2)进行了充分的讨论和分享,取得了良好的共识。核电分会编辑和整理了一些主要的活动成果(附件3)分享给各成员单位,希望对行业的运行管理和绩效提升带来正面影响。核电分会也将积极响应成员单位的需求,可以通过组织实地和专题活动,帮助成员单位进一步了解这些实践的可实施性和效果,促进行业经验和良好实践的学习和推广。

联系人:王晓峰,13758361053。

专此通知!

中国核能行业协会核电分会

2024年8月12日

## 附件 1

# 参与维修工作过程风险管控成员支持活动的专家

吴粉山 中国核能行业协会特邀专家、中广核核电运营有限公司原大修中心副经理

罗良盖 中核运维技术有限公司仪控维修处副处长

居法立 三门核电有限公司维修一处副处长

吕 振 山东核电有限公司电气维修处主任工程师

王同善 中核运维技术有限公司福清现场项目部机械设备科科长

俞雅静 台山核电合营有限公司维修项目管理组组长

王晓峰 中国核能行业协会核电运行部主任助理

## 附件 2

# 行业良好实践

## 台山核电

自 2021 年起,全力推进核电生产过程无纸化和数智化建设,成功实现维修程序结构化、工作过程及审包数字化、巡检数字化、承包商管理数字化等功能开发,集成 20 余项如附加许可证、高风险作业管理等关键功能。以数字化技术实现传统程序向结构化数据转换,实现核电日常生产及大修纸质工单向数字化电子工单转变,以光学文字识别功能位置智能识别验证、防异物拍照点、工序执行强制逻辑、AI 人脸识别签点等智能技术,有效避免走错间隔、造假等问题,减少现场人员不安全行为;以工作过程相关附加许可证数字化应用,实现从工前会、电子取还票、QDR、高风险释放等流程的线上执行,为工作负责人减负节省取证跑腿及等待时间;构建大修计划管理可视化平台,进行工单准备/审查/执行进展的全流程管控,提高生产过程精细化管理。

## 附件 3

# 主要的活动成果

### 秦山核电

优化维修资源合理化配置，使机组高风险作业能够得到有效的管控，根据维修工作风险高低和设备类型及复杂程度，量化维修分级要素，将维修工作分为 M1、M2、M3、M4 四个级别，其中 M4 为小维修，并基于不同作业的实践，建立包含工业安全、消防、辐射防护、防异物、防电磁干扰等标准风险和应对措施库，并对风险应对措施应用方式进行分类：如工前会中讨论、许可证管控，放入到维修程序步骤中等。秦山核电以作业风险为基点（而非任务工序）按设备类型建立维修规程编制基础指导文件，主要包括各类维修工作的风险、关键步骤、失效点等。维修规程步骤编写或升版工作按使用 XXX 工具，在 XXX 对象上，进行 XXX 操作，达到 XXX 标准（或结果）的“四要素”标准已完成秦山全部维修程序升版工作，维修规程步骤可操作性强。

### 三门核电

三门核电通过 IPTE 管控聚焦低频高风险活动，由主管生产领导任命 IPTE 经理，调动全厂资源管控风险。（注：IPTE，Infrequently Performed Test and Evolution，任何执行时间

间隔为一年及以上的试验或活动以及某些首堆试验项目), 并且如执行不当会导致电厂安全裕度严重降级或对人员或电厂设备安全有严重威胁。IPTE 试验/活动准备人和负责人完成 IPTE 准备, IPTE 经理依据《IPTE 简会检查单》召开 IPTE 简会, 所有参与 IPTE 人员均应参加 IPTE 简会; 在试验或活动执行期间, IPTE 经理履行管理监督职责。IPTE 完成后, IPTE 经理组织召开总结会, 总结改进之处。

## 福清核电

依托全球首台“华龙一号”示范工程福清核电 5、6 号机组开展核电厂维修高风险作业数字孪生培训项目研发, 基于核电厂维修领域的高风险作业标准规范以及华龙机组的特殊性, 开发了带电作业-6kV 中压断路器间隔活门驱动机构检修作业、高处作业-罐体顶部安全阀压力整定、临时用电-稳压器压力高停堆试验增加临时记录仪、带压堵漏-法兰带压堵漏、有限空间作业-常规岛容器内焊缝局部缺陷重焊等多个 VR 实训软件模块, 模块中参训人员以第一人称视角进行各个场景的检维修和应急处置实训, 形成针对参训人员知识弱点、盲点的高相关性实训方案, 并可在实训模拟模式下引导和指引参训人员进行知识点的学习, 提升安全技能的熟练度。根据福清核电维修领域年度执行的高风险作业历史数据, 经评估, 年均可减少 980 项维修

高风险作业偏差，同时在工业领域也具备良好的发展和推广空间。

## 海阳核电

海阳核电通过基于 PSA 模型的风险监测器 (Risk Monitor) 对电站实际配置状态下的风险水平进行评价，主要为利用 RM 计算出瞬时风险和累计风险增量相结合的方法进行确定，共分为 4 个区（正常控制区、中风险管理区、高风险管理区、风险不可接受区）。为电站的运行和维修活动提供绿、黄、橙、红的决策建议，控制系统设备失效可能导致的电站风险。风险监测器

(Risk Monitor)，是以 PSA 模型为基础，实时反映电站实际配置状态下的风险水平，用于评价各项生产运行活动对电站风险影响的工具。在电气安全方面，海阳核电引进国外良好实践，使用“四步验电”法验电操作，防止验电设备异常引起人员触电事故发生，执行“验电前检查验电器完好 - 使用验电器在验证电源上验电 - 使用验电器在计划检修的设备上验电 - 使用验电器在验证电源上验电”。