

Analysis of the influence of nuclear power plant overhaul on daily units

Wang Xinbing

China General Nuclear Power Group Daya Bay Nuclear Power Operation Management Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518124, China

Abstract

This paper deeply explores the impact of nuclear power plant unit overhauls on daily operation units, and analyzes corresponding measures formulated for specific impacts. The analysis is conducted from multiple dimensions: pre-overhaul preparation and post-overhaul acceptance work arrangements and control (including pre-inspection and path optimization), process details and node control in the handover between overhaul and daily operation, and the mutual influence between the overhauled unit and adjacent daily operation units. Targeted and detailed measures are developed for the above processes and potential failure modes to ensure the smooth implementation of unit overhauls and post-overhaul acceptance, while making the impact risks on daily operation units predictable and controllable to safeguard safe and stable unit operation.

Keywords

Nuclear power plant; Overhaul; Handover; Mutual influence

核电站大修对日常机组影响分析

王新兵

中国广核集团大亚湾核电运营管理有限公司, 中国·广东·深圳 518124

摘要

本文深入探讨了核电站机组大修对日常机组的影响, 并分析了针对具体影响制定的相应措施。从机组大修开始前及大修结束后, 本机组的包括预检及大修前或者路径优化等相关工作安排及管控, 大修与日常具体交接中的流程细节与节点控制, 以及大修机组与相邻日常机组之间的相互影响等维度进行分析, 有针对性的对上述过程及具体失效可能行, 制定具体而详细的措施, 保障机组顺利开展大修及大修后的接收, 并保证对日常运行机组的影响风险可知、可控, 保障机组安全稳定运行。

关键词

核电站; 大修; 交接; 相互影响

1 引言

核电站大修每 18 个月开展一次, 由于大修工期紧张, 管理方式与日常不同, 工作票的准备与释放都有区别, 现场作业管控措施存在差异, 为避免由于管理不善、失效模式考虑不周, 大修给日常机组带来不可控制的风险, 影响机组安全稳定运行, 需要从机组大修前、大修后相关工作安排、机组大修前、大修期间对相邻机组影响、机组大修前向大修移交、接收回日常过程的风险控制等三个大的方面进行分析并制定相应的管控措施, 避免发生上述的风险。

2 机组大修前、大修后相关工作安排分析

为保证在机组大修前提前发现隐患或者功能降级的设

备, 以便能在大修期间及时彻底处理, 同时也为了保障大修所需资源或者设备功能满足, 需要提前进行相关设备保养或者检修, 此类项目称为大修预检项目, 及时、合适的安排大修预检项目是非常有必要的。^[1]

大修预检包括: 目视检查、外观检查、红外查漏类、反应堆冷却剂系统、化学容积控制系统、安全注入系统、主蒸汽系统、汽动主给水泵系统的测量仪表交叉比较等工作。

大修预检工作一般在大修开始前 4 个月开始安排, 需要结合年度预防性检修或者其他检修窗口, 并充分考虑特殊预检项目要求: 比如尽量靠近大修、结合大修前最后一次试验等等。预检项目必须要在大修开始前全部得到安排。

为保证在机组大修后某些功能得到充分验证, 特种设备功能处于正常状态, 需要大修后及时安排相关项目的试验或者可用性检查, 以保证上述目的达成。这些项目称为大修后项目。^[2]

主要包括: 反应堆棒控和棒位系统灰棒棒位标定试验、

【作者简介】王新兵 (1984-), 男, 中国湖北十堰人, 本科, 工程师, 从事生产运营、计划管理研究。

蒸汽发生器排污系统流量计年度检查试验、管线吹扫、一回路流量测量、凝结水收取系统冷凝器效率鉴定试验、化学和容器控制系统上充泵间防火门与上部风管之间的防火密封性大修后检查、核辅助厂房搬运装卸设备系统大修后可用性检查、固定及防腐、阀门手轮巡视,汽水分离再热器系统汽机旁路系统阀门红外线查漏,汽轮发电机轴系各轴瓦油膜压力的测量。

大修后项目一般在大修结束后6个月内完成,需要按照项目要求的时间或者窗口要求做出稳妥安排。

机组大修前,根据统筹规划,根据机组具体运行情况,考虑进行延伸运行。机组寿期末,硼浓度较低,无法通过稀释提供正反应性,控制棒全提出,无法通过提棒提供正反应性,慢化剂温度系数极负,通过降低一回路平均温度提供正反应性,降温也会导致功率降低同样引进正反应性,通过合理规划,机组计划开始大修前2个月,使用燃耗方法预测本循环延伸运行的开始时间,在延伸运行开始前10天,每天估算延伸运行开始日期,并测算延伸运行的区间。^[1]

电站成立专项组,对延伸运行期间各项延伸运行相关工作做出相关风险分析并安排专项管控,并对期间其他工作及试验进行梳理及调整,避免影响延伸运行。

为机组换料大修做好充分准备,按照大修文件,需要在大修前15天、大修前7天、大修前3天安排一系列的操作或检查,以保障机组大修下行顺利开展,日常项目组完整安排上述各项工作,并跟踪完成。^[4]

3 机组大修前、大修期间对相邻机组影响分析

机组大修前,可能需要占用本机组或相邻机组的厂房进行检修材料的临时贮存,为避免设备运输时对正常运行机组带来风险,也由于机组解列前需要提前开展大修工作及大修支持工作,为避免管式方式的差别引起额外风险,大修开始前45天,大修指挥部发出《大修机组解列前开工项目管控表》向各专业收集大修机组解列前开工项目,并汇报日常生产管理项目组进行特殊管控。

具体要求如下:大修指挥部作为大修机组解列前开工项管理的牵头单位,对大修机组解列前开工项的必要性、项目风险分析、监护及管理责任、工作过程管控、闭环信息反馈负总体管理责任。工作周经理负责对大修指挥部提供的《大修机组解列前开工项目管控表》中申请提前执行项目的合理性、风险及措施进行审核。

项目识别原则:大修指挥部审核认为对机组日常运行风险可控且对大修有收益,可提前开工的项目;实施区域风险可控,能通过具体措施避免机组产生瞬态和人身风险的项目,需电厂接口专业人员现场确认是否有敏感设备,评价风险可控或通过实施保护措施风险可控。

机组大修前,需要大修项目组梳理对日常机组有影响的项目,包括:电站公用柴油机的占用窗口、辅助蒸汽全停

检修、电气盘停运检修、辅变检修、硼供给等公用系统的检修,也需要日常生产项目组梳理日常对大修有影响的检修项目比如:线路检修、公用柴油机的检修、公用设备的定期试验等,避免安排影响大修期间状态转换及关键路径完成的,双方提前梳理需要占用检修场地或者工具资源的项目,避免临时冲突造成对彼此的影响。

日常生产项目组与大修项目组在大修开始后,每天就相互影响工作做密切的沟通,并跟踪项目的进度,以保证风险识别完整,信息沟通及时有效。

4 机组大修前向大修移交、接收回日常过程的风险控制分析

维修工单转大修:日常项目组在大修开始前12个月即开始将日常产生的执行风险较高的缺陷工单与大修项目组讨论转大修。对于日常转大修的分歧项,比如方案、备件、窗口等因素影响,如果一直议而不决,在大修前一个月汇报决策层决策,对于日常未转大修的通知单、工单需要彻底清理,并由日常专业给出影响评价,避免未及时转大修影响机组稳定运行。

预防性工作转大修:为避免预防性工作安排可能超出裕度或者遗漏,需要根据大修时间对落在大修期间的预防性工作进行讨论,根据周期及状态要求,做出提前到日常、大修安排、大修后安排的结论。

大修前后定期试验的过渡与交接:在机组大修开始前,日常与大修项目组,根据定期试验年度基准计划和大修时间,按照定期试验日常转大修的基本原则,编制定期试验交接计划。

日常转大修的基本原则:与机组状态无关的定期试验,按正常周期执行;与机组状态有关的定期试验,若该试验在计划日期+25%周期(超期日期)的区间之内机组状态不要求执行,则此次计划点不需执行;在计划日期+25%周期(超期日期)的区间之外机组状态仍要求执行,必须按计划日期执行,直到机组状态不再要求执行该试验为止。若大修后首次定期试验在裕度内安排有困难时,可根据大修试验与试验年度计划基准点的间隔,在满足周期要求的情况下确定过渡期间试验的安排,并过渡回年度计划基准点。

大修项目组按照生效的定期试验交接计划,将落在大修期间的相关试验加入主线计划中,并根据机组具体状态安排执行,若大修时间推迟一周时,日常和大修计划确定是否重新交接。大修向日常正式移交前,定期试验管理人、大修计划工程师按照生效的定期试验交接计划和大修主线计划安排,核实各项定期试验的执行情况,包括执行、等效、取消和裕度利用情况等,日常计划定期试验负责人根据定期试验交接计划和各专业反馈的执行情况,调整大修后日常计划安排,利用负裕度的试验更新超期日期。

日常向大修移交会议前,日常项目组组织编写日常向

大修移交报告,包括机组状况、大修预检执行情况、日常转大修工作票清单、未关闭许可票情况、运行关注问题、机组现有的临时控制变更、带压堵漏等情况,日常项目组关注问题等。移交会上需要对移交报告详细讨论,大修项目组需要根据报告中列明的信息做出稳妥安排。

大修开始后,执行工期过半时,日常项目组要求大修项目组反馈转大修工单执行进展,以便及时掌握情况,将有风险的项目在大修得到彻底消除,并将此情况作为中期汇报列入日常生产项目周会材料中。

大修向日常正式移交前,日常项目组参加大修安排的预移交会,对大修移交日常的工作进行逐项讨论,并给出具体未安排的理由及对机组正常运行影响的评价,要求:对于大修转日常的工单,需要大修给出明确的理由;已开工需要转日常的工作,需要大修给出日常执行的窗口、期限;持续的工作全部导入日常计划,对执行窗口、要求做好备注;升功率计划,核实项目完整性、准确性。

日常项目组参加大修向日常正式移交会,要求:根据最新进展,更新升功率计划;确保大修当天计划内容全部落入日常计划。大修向日常正式移交后,日常项目组组织联合会,日常和大修项目组双方:仔细讨论计划,确认当天大修、日常计划时间及内容无缝连接,确保项目准确性、完整性;当天出版计划后,及时通知当值班长,确保计划唯一性,避免产生误解。

日常项目组稳妥安排大修后升功率工作,满功率平台各项工作,避免安排时间超出要求。

大修前、后工作票的管理:大修前提前到日常安排的工作、大修后升功率期间的工作,此类属于临时变更和交叉管理的特殊阶段,工作的准备需要按照日常生产项目组的要求重新准备、风险类别需要按日常要求展开分析,避免风险管控失效或者降级。大修移交日常后,由于大修工单优先级确定规则与日常不同,需要及时要求日常各专业独立评价、白班值周经理重新定级,项目组按照优先级重新安排,避免缺陷未及时安排造成扩大。

涉及电站30年大修,改造项目众多,涉及到改造的系统或部件广泛,特别是交直流电气盘、仪表控制等重大系统。目前日常工作包准备借鉴甚至拷贝历史票信息已成为提升工作效率的一种重要方式,但若系统改造后缺乏认真细致的识别,仍简单沿用或借鉴历史票信息,则可能导致工作无法正常开展甚至引发质量偏差或安全事件。为确保改造后日常工作包准备的质量,需制定工作包准备专项管控方案。

前期准备:生产线各专业组织三十年大修改造项目专项学习和培训,提升对改造项目的整体认知;梳理建立并实时更新大亚湾三十年大修改造项目影响设备清单,供专业及运行人员在准备和审核工作包时查询参考,便于识别改造项目对工作包的影响;日常计划工程师整理大修结束后半年内的日常预防性项目清单,发送日常专业部门对照改造清单、详设,识别“是否因改造增加和修改检修内容”,“是否因改造取消检修内容”,“改造是否已完成”,由日常计划工程师在计划中做好标注。

工作包准备:专业准备工程师在准备和审查工作包时注意核对改造清单,认真识别改造带来的变化,并对工单工序、风险分析、附件图纸等项目做适应性修改(若文件暂未正式生效,可先提供临时文件,待正式文件生效后替换);对于因改造导致变化的工作包,专业准备工程师统一在工作包封面盖“改造后首次执行”章,作为后续审核、审包、出票及现场工作的提醒。

5 结论

综上所述,在大修开始前,需要及时按照上述分析的时间节点要求进行各项任务的安排,并保证在大修完成,为大修的开展做好充分的准备,避免造成对大修的影响。为避免对日常机组造成影响,针对大修提前开展、大修结束后初始阶段的作业,均需采用特殊管控手段,充分准备,保证风险分析全面、日常管理要求落实有效。对于工作票操作转大修或者移交回日常,日常组和大修项目组均需充分评价对机组的实际影响,避免错过大修这个宝贵的消缺窗口。

日常和大修项目组通过密切配合,充分考虑各种失效场景,制定行之有效的管控措施,并在大修开始后,有效沟通、密切配合,保证机组顺利开展大修、保障移交接收活动平稳有序、对日常机组的影响可知可控,进而保证机组安全稳定运行。

参考文献

- [1] 杜海虎,赵中毫,杨哲.基于核电站大修实践的安全管控分析[J].广西电业,2022,(07):34-38.
- [2] 金轶材.核电站大修项目管理的改进与提升策略探讨[J].工程建设与设计,2022,(05):231-233.
- [3] 刘晓飞,李国强.国内外核电站大修成本管理措施对比分析[J].设备管理与维修,2020,(09):7-9.
- [4] 郭高锋.核电站大修作业安全影响因素与控制[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019,(03):44-45.