

核电厂大修中长期项目的管理策略研究

刘喜城

大亚湾核电运营管理有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12462

[摘 要] 核电厂大修中长期项目的管理是根据大修中长期规划策略,对预防性维修、纠正性维修、工程改造、在役检查、经验反馈等项目进行研究、预测和优化,结合机组运行状况,合理安排大修主要项目,提高大修准备的质量和效率。本文以某核电厂为例,从大修中长期规划策略、项目安排原则、项目的管理等方面阐述大修中长期项目的管理策略和方法。

[关键词] 核电厂; 大修; 中长期; 规划

中图分类号: TM623 **文献标识码:** A

Research on the Management Strategies of Medium- and Long-Term Projects during the outage of Nuclear Power Plants

Xicheng Liu

Daya Bay Nuclear Power Operations And Management Co.,Ltd.

[Abstract] The management of medium- and long-term projects during the outage of nuclear power plants is to conduct research, prediction, and optimization on projects such as preventive maintenance, corrective maintenance, engineering modification, in-service inspection, and experience feedback based on the medium- and long-term planning strategies for outage. At the same time, combined with the operation status of the units, the main projects of the outage are reasonably arranged to improve the quality and efficiency of the outage preparation work. Taking a certain nuclear power plant as an example, this paper expounds the management strategies and methods of medium- and long-term projects during outage from aspects such as medium- and long-term planning strategies for outage, project arrangement principles, and project management.

[Key words] Nuclear power plant; Outage; Medium- and long-term; Planning

引言

大修中长期项目是指对大修安全、质量、工期、成本等有重要影响的项目,包括预防性维修、纠正性维修、在役检查、性能试验、土建、防腐、定期试验、工程改造、技术问题和反馈检查等项目。大修中长期项目的管理质量直接影响到大修的效果和成本,深入研究其管理策略具有重要的意义。

1 确定大修中长期项目的基本原则

确定大修中长期项目主要考虑:可能影响大修工期的项目,即属于大修关键路径或次关键路径的项目;备件或人力成本较高的项目;辐照剂量较高的项目;需多部门协同完成的项目;检修工艺复杂的项目、核安全或工业安全风险较高的项目、首次执行的较复杂的项目等。如:主泵、汽轮机、发电机、应急柴油机、主变、辅变、冷源等检修项目和首次执行的工程改造项目。

2 大修中长期规划的策略

大修中长期项目的安排应符合电厂大修中长期规划的策略,目前大修中长期规划一般采用长短大修交替的策略。大修中

长期规划包含大修工期和大修开始时间规划两方面,其中大修工期规划依据长短大修交替策略和影响大修关键路径的项目工期综合制定;大修开始时间规划主要考虑换料周期长度、燃料循环长度、发电市场情况、临界检查时间安排、大修重叠度等因素制定。制定科学合理的大修中长期规划是项目管理的基础^[1]。

2.1 大修工期规划制定方法

大修总工期主要取决于项目的综合工期,每个大修一般由下行窗口、中间检修窗口和上行窗口组成。

大修下行、上行窗口的项目和工期通常比较固定,按照大修参考计划的工期进行规划,参考计划工期一般是历史大修项目执行的次优工期。

中间检修窗口的项目则以大修中长期项目为主,工期参照大修中长期项目数据库的标准工期。

每个大修的下行、中间检修和上行窗口的项目工期,经过系列组合后形成大修总工期。

2.2大修开始时间规划制定方法

待各次大修工期规划确定后,大修规划部门初步拟定未来各大修的开始时间,发电策划和燃料管理部门根据大修工期、预测的机组减载数据分别计算出燃料需求天数和燃料设计天数,如计算结果难以符合燃料管理要求和发电需求,则对大修开始时间提出修改意见,大修规划部门组织相关方讨论,综合考虑大修相关资源冲突等影响因素,对大修开始时间进行最终的优化调整^[2]。

完成上述的大修工期和大修开始时间规划后,即形成长短大修交替的大修中长期规划,通过电厂流程审批后生效。因中长期项目和外部条件都可能产生变化,要建立动态的规划调整机制,根据实际情况及时对规划进行调整和优化。

3 大修中长期项目安排的原则及方法

3.1大修中长期项目安排的原则

核电厂运行总则要求的检查项目安排必须满足监督大纲要求;在役检查项目需满足在役检查法规和大纲的要求;其他预防性项目要满足维修大纲周期要求,周期为两次同类型预防性维修之间的最长允许间隔时间,项目必须安排在周期内执行,遇到特殊情况无法满足,如备件不满足等,则需要启动项目变更评估流程,经评估能保证设备可靠性后才可适当延期安排。

3.2大修中长期项目安排的方法

项目安排应与大修中长期规划策略相匹配,如规划为无低水位的短大修,不应安排需排水露出蒸发器一次侧管嘴的项目,以及影响短大修目标实现的项目。

具有相同隔离检修窗口要求的项目,应尽可能安排在同次大修,避免同一设备在多个大修重复隔离,造成人力浪费。如:同一设备的机械、电仪、在役、土建、防腐检修项目,维修项目的配合性项目,设备间相互关联、隔离边界相同项目(容器的机械检查、在役检查,与容器相关联的安全阀、疏水阀检修等)。

以不影响大修关键路径为前提,根据大修中长期规划的策略安排重大检修项目;对工期无影响的项目则尽量均衡分配,展平各次大修工作量。

对于检修周期大于1C的同类项目,首次确定执行大修轮次时,应结合大修类型、工作量合理安排,不能全部安排在到期前的最后一次大修。

首次大修安排高中压缸和一台低压缸全面检查,后续高中压缸和一台低压缸全面检查结合十年大修安排,其余低压缸则安排在长大修。

余热排出系统(RRA)入口阀门RCP212/215VP、RRA001/021VP全面检查,对大修工期影响较大,且周期较短,需结合大修中长期规划策略(长短大修交替)制定专项规划,长大修一般安排不超过2个阀门,短大修不安排,否则可能影响大修工期。

监督大纲项目严格按照要求安排,包括:每次大修每条主蒸汽系统(VVP)管线至少安排一个安全阀全面检查,最多不超过2个;汽轮机旁路排放系统GCT131/132/133VV阀门全面检查每次大修安排一个。

针对同一设备部分预防性维修项目周期不一致的情况,可反馈到设备管理部门优化预防性维修大纲,将项目周期优化成倍数关系,以便优化安排,减少设备隔离次数,节省人力成本。

针对工作量较大的土建、防腐项目,一般安排在长大修执行,短大修不安排。

电动头检修项目需考虑同次大修一列电气盘停盘检修的影响;电动头全面检查工作量应根据大修工期长短和资源情况合理安排。

同一房间或区域安排检修项目时,应考虑场地冲突而导致工期增加的影响。如:RRA死管段阀门检修,阀门检修与蒸发器涡流检查的冲突等。

因贯穿件相关阀门全面检查后必须执行贯穿件试验,阀门全面检查与贯穿件试验尽量一起安排在同次大修,避免多次大修重复执行贯穿件试验。

汽轮机检修需考虑行车资源和检修场地冲突,位置相邻两台汽轮机(含高中压缸和一号低压缸)全面检查尽量不要同次大修安排。

改造项目需要根据改造中长期规划进行安排,尽量避免成为大修关键路径。

4 大修中长期项目的优化

创新是引领大修整体提升的第一动力,是推动大修高质量发展的重要支撑。而大修中长期项目的优化是实现大修创优的前提,项目优化主要包含科技创新、维修大纲优化等方面。

应用新技术、新工艺、新工具、新材料等科技创新手段,推进大修中长期项目的不断优化,提高大修安全质量、缩短大修工期、节省人力资源、节约大修成本、降低受照剂量、提升设备的可靠性和工作效率。组织大修中长期项目的优化,可通过管理对标、自我评估等,不断提升大修绩效。总体优化方向包含窗口与逻辑优化、工艺与技术优化、工器具优化、机器替代、流程优化等。

以安全质量为前提,合理优化维修大纲和技术规范,探索应用预测性维修、维修模板等,在确保设备可靠性的前提下,进行项目维修周期和内容的优化,提高项目安排的灵活性,为大修中长期项目的优化提供良好的基础。

优化来源主要包括各专业收集、各电厂之间互相对标和电厂外部其它行业科技创新应用的收集,再经过统一分析,识别可优化的项目,逐步推动优化的最终应用。

5 大修中长期项目的管理策略

5.1大修中长期项目数据库的管理

大修中长期项目建立数据库平台统一管理,数据库包含标准化的项目实施工期和实施窗口,原则上大修的中长期规划根据中长期数据库项目进行规划。每年固定时间对项目进行讨论,涉及到项目增减或内容变化、实施窗口或工期变化等,需更新升版数据库,以保证项目的准确性,据此制定的大修中长期规划才能更合理和集约化。

大修中长期项目分为预防性项目和非预防性项目两大类:

(1) 预防性项目来源于维修大纲、在役检查大纲等上游大纲, 由大修规划部门直接梳理, 根据大修中长期项目安排原则和方法进行安排。预防性项目工期原则上采用最近完成的3至5轮大修中该项目的次优工期数据, 若最优工期的成果可供后续大修使用, 则采用最优工期, 若因条件变化最优工期和次优工期选择困难, 可采用本电站最近3至5轮大修(或更多)的项目工期平均值。工期选取尽量选择多次达到的工期值, 剔除含特殊原因的工期值。每轮大修结束后, 将标准工期与实际工期数据进行对比, 对单个项目工期偏差超过2小时的进行分析, 更新升版标准工期数据库;

(2) 非预防性项目由大修规划部门负责向各项目执行部门进行收集, 主要包括工程改造项目、机组重要缺陷和外部经验反馈等, 经分析讨论后, 确定项目内容、实施窗口及工期。非预防性项目工期根据历史经验工期值确定, 历史经验工期原则上以本电厂同类型项目的实际执行工期次优值为准, 与专业核实后再确定; 首次执行的大修项目, 则需要项目执行专业与大修规划部门进行讨论共同确定其工期; 涉及大修关键路径的其它规划项目安排, 按照同类型大修的实际执行工期平均值或历史规划工期经验值确定, 如核岛厂房的探伤预留工期、汽机厂房的探伤预留工期等。

5.2 大修中长期项目问题的管理

大修中长期项目管理过程, 可能产生某些近期无法解决的问题, 包括但不限于可能影响大修执行或者大修工期的项目、检修方案一直未确定的项目、备件或工器具一直无法满足要求的项目等, 大修中长期项目管理组定期召开例会, 负责在大修中长期项目问题进行跟踪、推动和解决, 原则上不影响大修中长期规划的制定和大修前期准备移交。对部分重大项目或复杂项目, 相关部门负责人应提前进行前期准备工作, 包括技术方案论证、初步实施计划、配合项目清单、备件和工具采购清单、合同意向等^[3]。

5.3 大修中长期改造项目的管理

大修改造项目作为中长期规划项目重要输入, 全面系统的进行中长期改造规划, 提前识别改造项目工期需求, 可提升大修中长期项目和规划的准确性, 定期对大修中长期改造规划进行升版, 不断迭代。

对机组运行和安全有影响的改造项目除外, 通常大修改造项目规划安排以不影响大修关键路径为前提, 改造部门按照大修中长期规划的关键路径和相关主隔离窗口, 对改造项目进行初步安排, 再与大修规划部门沟通确定, 机组的重大改造项目工期原则上在大修中长期规划的覆盖范围内, 必要时根据需要进行调整, 如涉及影响大修关键路径项目的安排, 需列出项目占用

大修关键路径的详细说明。

5.4 大修中长期项目管理组运作管理

因大修中长期项目涉及多个部门和专业, 项目收集、窗口及工期确定等需要多部门协作, 加强项目协调与沟通至关重要, 可建立大修中长期项目管理组进行统一管理, 定期召开项目协调会议, 及时解决项目规划中出现的问题。同时, 要加强部门之间的协作, 打破部门壁垒, 形成工作合力, 确保项目的顺利进行。大修中长期项目管理组主要职能:

(1) 制定大修中长期规划, 考虑燃料管理、发电计划和财务安排的需要, 对一些重大项目或重要设备的预测性检查做出安排, 根据每个大修的关键路径项目预计未来各大修的工期和资源。

(2) 进行大修项目分析和优化, 根据大修中长期规划和预防性维修大纲、在役检查大纲、性能试验大纲、土建和防腐大纲、定期试验大纲、工程改造中长期计划、机组运行状况等, 对未来的大修项目进行全面优化和安排。

(3) 开展大修前期准备工作, 组织升版大修十年大纲数据库, 讨论确定大修项目, 组织大修备品备件的集中采购、出版大修十年大纲和年度大纲, 初步确定大修关键路径和工期。

(4) 对未来各个大修重要的关键项目进行必要的前期准备工作, 包括技术方案、技术文件、初步计划、合同意向等。跟踪外部经验反馈, 研究改进大修中长期项目管理方法, 促进技术进步。

6 结束语

大修中长期项目的管理是结合大修中长期规划策略, 以满足设备可靠性和预防性检修周期为前提, 统筹大修相关资源, 优化大修项目排布, 形成大修中长期项目数据库, 并开展重大项目检修计划制定和备件采购等的前期准备工作, 实现提高大修准备质量、优化大修工期、降低成本和辐照剂量、减少设备维修隔离次数和节省资源等。

[参考文献]

[1] 杨庆, 姚瑜. 核电厂大修规划管理[J]. 中国核电, 2023, 16(06): 774-779.

[2] 哈罗德. 科兹纳. 项目管理: 计划、进度和控制的系统方法[M]. (第13版). 电子工业出版社, 2024. 1.

[3] 汪小金. 项目管理方法论[M]. (第2版). 中国电力出版社, 2015. 4.

作者简介:

刘喜城(1983--), 男, 汉族, 湖南省醴陵市人, 本科, 大亚湾核电运营管理有限责任公司, 工程师, 研究方向: 核电厂大修规划。