

Analysis of the Long Term Plan Operation for Newly Built Nuclear Power Plants

Ge Feng

State Nuclear Demonstration Power Plant Co., Ltd., Weihai, Shandong, 264300, China

Abstract

The Nuclear Power Station Long Term Plan is a recommended work management process based on industry best practices by the Nuclear Power Operations Research Institute in the United States. This paper provides a brief introduction to the principles, objectives, and operational concepts of long-term plan management for nuclear power plants. It summarizes and analyzes the basic conditions for long-term plan operation, and through research on the nodes and operation of the new nuclear power plant long-term plan mode launched by peers, briefly analyzes the problems that may be encountered during the operation of the new nuclear power plant long-term plan. From the perspective of ensuring the stability and effectiveness of long-term plan operation, suggestions for the launch nodes of the new nuclear power plant long-term plan are proposed, providing reference for the launch operation of the new nuclear power plant long-term plan.

Keywords

newly built nuclear power plant; long term plan; go online

新建核电站长周期计划运作浅析

丰革

国核示范电站有限责任公司, 中国 · 山东 威海 264300

摘要

核电站长周期计划是美国核电运行研究所推荐的基于行业最佳惯例的工作管理流程。论文对核电站长周期计划管理的原则目标以及运作理念进行了简要介绍, 总结分析了长周期计划运作的基础条件, 并通过对同行新建核电站长周期计划模式上线的节点及运作情况的调研, 简要分析了新建核电站上线长周期计划运作过程中可能遇到的问题, 从保证长周期计划运作稳定性及有效性的角度提出了新建核电站长周期计划上线节点的建议, 为新建核电站长周期计划上线运作提供参考。

关键词

新建核电站; 长周期计划; 上线

1 引言

美国核电运行研究所 (INPO: Institute of Nuclear Power Operations) 流程文件《AP-928 在线工作管理流程说明》推荐了一个基于行业最佳惯例的工作管理流程模型, 该流程提供的是一个安全、高效的跨组织方法, 用于识别、选择和制定一个便于执行的进度计划, 并致力于落实该进度计划, 以实现电站设备及系统的可用性和可靠性最大化、对资源的利用最大化以及关键安全功能的风险最小化, 该进度计划就是核电站的长周期计划。

2 长周期计划介绍

2.1 AP928 工作管理的原则及目标

AP928 中, 对有效工作管理流程的指导原则描述如下:

①通过对必要的工作提供及时的识别、筛选、范围划分、计划、进度安排、准备和执行, 以确保核安全, 使电站设备及系统的可用性和可靠性实现最大化。

②对与工作相关的风险进行管理。

③对影响到电站和工作组的工作进行识别, 保护电站免受因工作导致的非预期的瞬态现象。

④实现电站人员及材料资源在效率和有效性方面的最大化。

通过上述有效的工作管理流程, 以期达到下列的目的和目标:

①提升核安全。

②改进工业的安全性能。

③使辐射剂量减少到最低程度 (ALARA)。

④改进设备的性能及系统的健康。

⑤优化安全系统及再加燃料的停机时间。

⑥支持有效的电站待办事项列表管理。

【作者简介】丰革 (1986-), 男, 中国山东曲阜人, 本科, 工程师, 从事核电计划管理研究。

- ⑦通过对资源的有效使用来提高生产率。
- ⑧改进安排的可信性和稳定性。
- ⑨降低成本。

2.2 长周期计划运作的理念及特点

为了实现工作管理的目标, AP928 推荐了长周期计划的运作模式。长周期计划建立起一个长期的计划窗口, 对窗口内的工作进行管理, 以工作周为单位, 以 N 周为一个循环周期的滚动计划进行控制管理, 即将未来的某一周定为 T-0 周, 往前推 N 周定为 T-N 周, 将 T-0 周需执行工作的准备过程分解到 N 个周中, 明确 T-N 周至 T-0 周每周需完成的准备目标里程碑, 从而对维修工作(包含预防性维修、定期试验、定期切换、非紧急的缺陷维修、技术改造以及以上工作的配合工作等)整个准备与实施过程实现全程控制。具体的循环周期 N 由各电站根据自身情况确定, 国内同行常用的循环周期为 13 周。长周期计划核心理念是充分准备, 并且按计划实施, 其具体运作理念如下:

①长周期计划是按里程碑要求提前准备和推进电站日常生产活动的管理模式, 实施长周期计划的目的是确保核安全、控制工作执行过程中的风险、防止机组产生非预期的瞬态、优化人力资源配置。

②长周期计划运作模式认为当核电站所有工作都按计划提前准备完毕的情况下, 人力、工具、备件等资源得到合理安排, 风险会得到充分的分析、识别并采取应对措施, 可以防止机组产生不可预期的瞬态以保障核安全。

③长周期计划可以作为整个核电站生产运作的基础, 强调与工作相关所有部门(计划、运行、专业、合同采购、安全支持部门等)都提前参与准备, 以确保工作周计划在实施周可以按计划开展。

为实现长周期计划运作的理念, 在运作过程中需按照项目制和轮流制进行运作, 具体说明如下:

①项目制: 核电机组生产活动中每一周的管理工作从前期准备到计划安排、实施、跟踪及反馈都由一个固定的小组全程负责, 该小组称为工作周小组。工作周小组将提前 N 周开始其负责的工作周中改造工作的审查、所有项目的确认、工作准备完成的确认、计划的编制确认, 监督计划的实施、跟踪、协调, 直至执行周工作的完成及执行情况的报告和评价。

②轮流制: 如果机组总由一个工作组来负责所有时间段的生产活动管理, 则无法做到提前 13 周甚至更早就开始准备工作。因此, 对于一台机组, 至少有三至四个工作组成员轮流负责机组生产活动的某一周计划。

3 长周期计划运作的基础

根据有效工作管理流程的指导原则及目标, 结合长周期计划运作理念, 笔者对核电站长周期计划运作基础总结如下:

①机组状态及设备健康状况保持相对稳定, 避免因机组状态的频繁变化或较多的突发缺陷导致长周期计划的稳定性受到挑战。

②电站建立科学合理的工作分级标准, 保证重要紧急的工作能够得到有效识别和及时处理, 保证重要设备可靠性, 同时避免非重要紧急的工作临时安排对长周期计划稳定性的冲击。

③纳入长周期计划的工作所需的维修资源应尽量保证, 为避免临时新增的紧急工作导致的冲击, 必要时电站应考虑为临时性工作配备独立的工作团队。

④根据长周期计划运作模式建立相应的绩效指标, 监控长周期计划运作的规范性及有效性并及时反馈, 实现持续改进。

⑤电站管理层需要对长周期计划上线后机组上的周转缺陷数量有一定的预期, 充分理解并支持长周期计划的运作模式。

⑥电站计划、运行、维修、合同采购、安全支持等相关部门等对于长周期计划运作模式以及对本专业的要求有充分的认知和理解, 并确保足够的资源投入, 以保证长周期计划运作的稳定性、流畅性。

4 同行电站调研及分析

大陆同行核电站中, 长周期计划最早于 2010 年在大亚湾核电站上线运作, 随后多个电站陆续向长周期计划运作模式切换。对于已经投入商业运行若干年的成熟电站, 长周期计划根据各电厂实际情况选择上线节点及过渡计划。对于新建核电站, 从工作管理的角度建议尽早上线长周期计划, 但是受建设期特点影响以及各电站管理理念的差异, 长周期计划实际的上线节点有所不同。从前文对长周期计划运作基础的分析可见, 对于新建核电站, 长周期计划上线节点的选择需要考虑众多因素, 为进一步了解长周期计划运作模式在新电站上线节点的选择以及上线过程中可能遇到的问题, 笔者对国内 7 个近些年商运的核电站长周期计划上线情况进行了调研, 调研结果详见表 1。

对以上调研结果进一步分析如下:

① 7 个调研对象中, 6 个调研对象长周期计划在商运后上线, 其中 5 个调研对象在第二台机组商运后上线, 且 4 个调研对象在第二台机组商运后间隔较长时间才上线(一年甚至一个循环), 其目的主要是在商运后经过一段时间的集中消缺, 使设备健康状况达到一个较好的状态, 为长周期计划稳定运作奠定基础。

②仅有 1 个调研对象长周期计划在装料前上线, 但运作时发现机组状态变化快, 无法满足长周期计划窗口运作要求, 且机组异常及缺陷较多, 对长周期计划运作的稳定性冲击巨大。

③ 7 个调研对象在上线初期都遇到了新增缺陷多、

周转缺陷快速增加等原因导致长周期计划稳定性较差的问题。

上线及运作的制约，其中双堆布置的电站人力问题尤为突出（主要是工作周小组对工作周经理、隔离经理、计划工程师等角色的能力以及数量要求较高）。

④ 7个调研对象都提到了人力资源限制对长周期计划

表 1 调研结果

调研对象	长周期计划上线节点	节点选择原因	上线初期遇到的问题
电站 A	1号机组装料前	1. 机组装料及启动试验作为长周期计划的过渡阶段，待机组商运后就正式转入长周期计划管理。 2. 日常计划与调试启动计划分别运作，有足够的计划工程师按照单机组运作长周期计划	1. 机组状态无法满足长周期计划窗口运作要求； 2. 机组异常及缺陷较多，对计划冲击较大； 3. 准备周期拉长，里程碑式反复确认工作准备的方式，导致维修专业难以接受，观念需要转变
电站 B (3/4号机)	4号机组商运后三个月	提前做好工作准备，4号机组商运后即开始向长周期管理过渡，通过三个月的过渡期后开始两台机组长周期计划管理	1. 机组商运初期缺陷较多，预维窗口变数较大； 2. 预维的起始时间安排需要整合调整； 3. 商运初期维修承包商介入，思想观念由调试转向运行机组
电站 C	1号机商运后	商运前机组状态变化太快，主要追求进度，以调试计划为主，生产计划作为附加部分。商运后追求稳定，所以推行长周期计划	1. 预维项目触发零散，导致排程难度很大； 2. 没有一个好的循环计划支持，出现了一些重复隔离的事件； 3. 人员精力有限，主要围绕 T-5 以内的计划审查，长周期计划质量不高
电站 D	2号机商运后	1. 双堆布置，两机组一起上线； 2. 生产准备阶段机组状态变化快，不具备长周期计划运作条件； 3. 由于双堆布置，工作周经理及计划工程师人力存在制约	1. 周转票大幅增加； 2. 因工具 / 备件不足、新增缺陷较多等原因，计划调整较多，项目冻结稳定性较低
电站 E	2号机首次大修结束后	1. 双堆布置，两机组一起上线； 2. 生产准备阶段机组状态变化快，不具备长周期计划运作条件； 3. 由于双堆布置，工作周经理及计划工程师人力存在制约	1. 周转票大幅增加； 2. 上线初期新增缺陷较多，项目冻结稳定性较低
电站 F	2号机首轮大修结束后	1. 双堆布置，两机组一起上线； 2. 生产准备阶段机组状态变化快，不具备长周期计划运作条件； 3. 商运后首循环尽量消缺； 4. 由于双堆布置，工作周经理及计划工程师人力存在制约	1. 周转票大幅增加； 2. 缺陷分级标准不够明确，紧急缺陷较多，对长周期计划运作冲击较大
电站 G	2号机组商运后一年	1. 双堆布置，两机组一起上线； 2. 生产准备阶段机组状态变化快，不具备长周期计划运作条件； 3. 商运后一年尽量消缺提升机组状态	1. 周转票大幅增加； 2. 缺陷分级标准不够明确，紧急缺陷较多，对长周期计划运作冲击较大； 3. 专业计划变更申请较多，影响计划稳定性； 4. 预维数据库未完成优化调整，周计划质量不高、定期试验调整变动大

5 新建核电站长周期计划上线建议

基于对长周期计划运作基础的分析以及以上同行调研的结果，笔者建议新建核电站长周期计划上线的节点最早为单台机组商运后，具体需结合机组的设备健康状况、人员配置等确定上线时机。在长周期计划上线前，电站需从运作理念、人员配置、指标管理、缺陷分级、运维项目优化等多方面进行充分准备，确保长周期计划上线后运作的稳定性和有效性。

6 结语

论文调研了同行核电站长周期计划上线的节点，结合

笔者对工作管理流程以及长周期计划运作的理解提出了新建核电站长周期计划运作模式上线的节点建议，为后续新建核电站长周期计划上线节点的选择提供参考。由于笔者知识水平和长周期计划运作经验有限，仅从整体上简单分析了长周期计划运作的基础以及上线初期可能遇到的问题。实际各电站还需根据本电站系统 / 设备健康状况、机组缺陷水平、人员配置情况等方面综合考虑，确定适合本电站的长周期计划上线节点。

参考文献

[1] INPO(美国核电运行研究所).AP-928_Online_Work_Management_Process_Description[Z].