

核电厂老化管理与检修维护

Through the Maintenance To Advance the Aging Management In the Nuclear Power Plant

刘玉杰

(泰山第三核电有限公司, 浙江 海盐 314300)

介绍了老化管理的重要性, 提出了结合老化机理研究、开发有针对性的检修方法, 并通过适当的检修手段来避免设备老化的设想。论述了检修方法与老化管理的关系及如何有效结合。

核电厂; 老化管理; 退化; 检修方法

Abstract: The paper introduces the importance of aging management, suggests to develop the pertinent maintenance methods through aging mechanism study in order to avoid component degradation. It also describes the relationships between maintenance methods and aging management as well as how to combine them effectively.

Key words: Nuclear power plant; Aging management; Degradation; Maintenance methods

目前, 世界上运行着的核电厂有几百座, 部分核电厂已经运行了近二十几年, 甚至三十几年, 一些核电厂已经运行到了寿期末, 这些核电厂面临着退役还是继续运行的选择问题。从经济性的角度考虑, 各国的核电厂都纷纷提出了希望能够继续运行的要求。目前, 美国已经有近二十几座核电厂的反应堆被允许在设计寿命到期后继续运行; 在加拿大的CANDU电厂也有2座反应堆获得了政府的延寿许可, 其延长的年限达25年; 在日本同样的工作已经全面启动。其他国家也在进行着同样的工作, 期望获得延寿的许可。那么, 核电厂为什么能够被许可延寿, 主要是得益于核电厂内部采取老化管理取得的成绩, 而这些成绩的取得是通过合理、有效、持续改进的检修方法来实现的。

1 老化管理的重要性、必要性和可行性

老化是指系统、构筑物和部件的物理特性随时间与使用而发生的变化过程。核电厂老化管理是指通过一系列技术和行政的手段来监视、控制电厂设备和构筑物的老化, 防止它们发生由老化引起的失效, 从而提高电厂的可靠性、安全性和经济性。老化管理其重要性在于确保电厂内安全重要设备和构筑物的状态能够被长期有效地跟踪、监测, 并且通过各种可量化的信息、可采集的数据来描述设备和构筑物是否能够完成其功能, 是否发生了由于老化引起的功能降级, 进而为设备的检修管理提供基于老化机理的理论依据。其必要性在于提高核电厂运行的安全性、可靠性和经济性。其可行性主要表现在基于目前已经具备的各种测量、测试方法和仪器仪表, 人们已经完全能够解释老化退化的原因, 并能够通过物理或化学的方法来减缓和避免老化现象的继续恶化, 因而具有充分的可行性。所谓的物理方法是指诸如更换、修复、加固等检修方法。

2 检修方法与老化管理的结合

核电厂老化管理的切入点是老化机理的研究, 目前已知的老化机理主要有均匀腐蚀和局部腐蚀、磨蚀、磨蚀-腐蚀、辐照脆化和热脆化、疲劳、腐蚀疲劳、蠕变、咬合(binding)和磨损等。核电厂老化管理提出对电厂内安全重要设备的管理目标, 并为达到这一目标来建立一系列有效、可行的手段和方法, 利用电厂自身或厂外的技术力量来长期地跟踪、监测和分析这些设备和构筑物的状态, 针对性地采取措施控制老化进程, 来减缓乃至避免这些设备和构筑物的功能降级, 维持其安全功能。如为了减轻主系统管道由于冲刷和氧化而造成腐蚀减薄, 在系统管道冲洗时加入化学药物在管道内壁形成起保护作用的氧化膜, 来提高管道抗冲刷和抗氧化的能力; 对于影响电厂安全的核级及非核级泵, 通过定期的预防性检修或预测性检修来记录和跟踪这些设备的状态, 并做出准确的评估, 在适当的时间通过更换泵的叶轮或驱动机构, 来保证其能够完成设计功能。通过严格控制设备表面清洁度, 并进行相应的防腐处理来确保设备不会由于环境的原因造成功能降级。此外, 还有定期加油、力矩校验、探伤等措施, 这些手段的实施都是基于老化管理的要求和老化机理研究结果的应用。

目前大多数核电厂都制订了针对设备的预防性检修大纲, 并且有独立的设备在役检查计划和具体的老化

综述
核电设计
工程管理
工程建设
运行维护
核安全
核电前期
核电论坛
核电经济
核电国产化
质量保证
核电信息

管理目标，将这些关注电厂重要设备和构筑物安全的手段和方法有机地结合起来，提出一个综合了维持设备功能同时维持设备寿命甚至延长设备寿命的检修方法，以减少由于不同手段实施而造成设备的重复拆装和启停，来全面达到维护和检修的有效结合。实施结合了老化管理方法和手段的检修方案，维持设备持续地满足其设计安全要求的功能。

3 针对性的介入、长效的跟踪及持续的改善

老化管理主要针对核电厂的安全重要设备和构筑物，跟踪其状态，并防止发生由于老化导致的失效。开展老化管理，需要确定有效的范围，制订详细的清单，并建立数据库。将需要改善的方面通过修改检修方案或方法，并通过纠正性检修或预防性检修付诸于实施，使老化管理落实到电厂的日常生产中去。建立长期的、准确的、有效的跟踪方式，通过有组织、有计划的工作，实现对老化管理范围内的设备和构筑物长期有效的跟踪，并通过各种可量化的数据来评价其当前的状态，针对性地进行研究，提出改善的方法，在检修工作过程中实施，确保老化管理的要求能够贯彻到检修工作中。分析安全重要设备和构筑物所处的环境及各种条件，结合老化机理，找出可能导致设备加速老化的原因，并针对性地提出改进方法，付诸于行动，通过适当的检修方法持续改进设备的运行条件和状态，进而使设备能够满足运行寿期内的安全可靠，同时为设备或电厂的延寿运行提供了可能。通过以上的方式，来确保老化管理目标的实现。

4 科学方法在老化管理中的应用

老化管理作为任何一个核电厂日常生产中的一个重要课题具有长期性和持久性的特点，需要有科学的方法。如何来监视安全重要设备的状态，获得设备的第一手数据，并且在获得数据后开展分析并得出有价值的分析结果，是目前的一个重要问题。应该选用合适的方法来开展，如通过建立数据库来保存历史数据，并记录关注因素的趋势和发展过程等等，针对设备建立老化过程的数学模型来更科学地分析和仿真老化过程，模拟老化进程。这样得出的结论才更具有说服力和可信度，使检修工作的开展更有针对性。将安全重要设备的在役检查数据结合设备的运行条件和环境进行分析，甚至于结合设计标准，找出设备降级的可能原因，然后通过检修手段进行修整和预防，进而使安全重要设备在寿期内能够持续地满足系统功能的需要。控制电缆是老化管理关注的一个重要方面，针对其需要关注的主要因素，对接头处采用抗高温、抗振、抗高湿度的EQ接头，可有效地防止接头老化。这是一个很值得推广的方法，目前已经在核电领域内积累了一定的经验，并应用和设备制造过程中。也就是说，选用一些合适的技术方法，结合老化机理的分析，运用技术和行政手段，引起电厂的关注和重视，进而来全面地推进老化管理工作在电厂内的推行和实施。