

核电运行安全影响因素研究与分析

庞允波

阳江核电有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i5.9872

[摘要] 核电这一低能耗、可持续发展的能源方式对全球能源分配的意义逐步凸显。但核电运行安全受多重因素制约,主要有人为干预、技术挑战、环境制约和管理等。本研究在深入研究核电运行安全相关因素的基础上,提出一系列改进意见,主要有强化人员培训,优化设备保养,增强应对突发事件能力,培养安全意识和保障法律严格遵守。本文着重阐述综合管理与多方合作对提高核能源安全的核心作用,为今后核电稳定运行打下理论与现实基础。

[关键词] 核电; 运行安全; 影响因素; 改进措施

中图分类号: TM623 **文献标识码:** A

Research and analysis of the safety influencing factors of nuclear power operation

Yunbo Pang

Yangjiang Nuclear Power Co.,Ltd

[Abstract] Nuclear power, with low energy consumption and sustainable development, has more significance to global energy distribution. However, the safety of nuclear power operation is restricted by multiple factors, mainly such as intervention, technical challenges, environmental constraints and management. On the basis of in-depth study of the factors related to nuclear power operation safety, this study puts forward a series of improvement suggestions, mainly including strengthening personnel training, optimizing equipment maintenance, enhancing the ability to respond to emergencies, cultivating safety awareness and ensuring strict compliance with laws. This paper focuses on the core role of comprehensive management and multi-party cooperation in improving nuclear energy security, and lays a theoretical and practical foundation for the stable operation of nuclear power in the future.

[Key words] nuclear power; operation safety; influencing factors, improvement measures

引言

为了发挥出核能发电的最大效益,以达到促进当今经济快速发展的经济目标,加强核电设备的风险管理并积极做出预防性维护措施十分必要。在充分挖掘核能的最大产能的过程中,人们逐渐意识到了加强核电运行的安全管理至关重要。在环保意识深入人心的当下,作为具有环保、经济的双重价值的核能资源受到了新时代独有的垂青与厚爱。利用核能发电在带来巨大的经济效益的同时,也存在着不容忽视的危险。因此,对影响核电运行安全的因素进行分析探究并制定出针对性防范措施极具现实意义。

1 核电在全球能源结构中的重要性

核电既给电网带来稳定负荷,保证电网安全稳定运行,同时也给风能、太阳能等可再生能源带来剧烈影响,也可作为稳定、可靠的辅助能源,满足能源的基本需求。另外核电技术持续发展保证新型核反应堆的安全性经济效益均有显著提升,进一步

强化其未来能源配置竞争优势。所以核能对全球能源转型发挥着无可取代的作用,促进国家向能源多样性与持续性迈进^[1]。

2 核电运行安全的基本概念

2.1 核电运行安全的定义

核电站设计、施工、运行及维修各环节均要保证核能得到安全有效的使用,以防止核相关事故发生,并且降低了此类事故给人、环境、材料等方面带来的危害,要想对核电运行安全性有深刻认识,既要保证核反应堆安全设计不被破坏,又要严格按照操作规程进行,并且要确保设备能定期维护与检验,还要有紧急应对预案的建立与执行。核电运行安全不仅是技术层面的保证,更涉及队伍专业能力,管理队伍组织结构和整体文化氛围几个层次。常规操作流程下,高效运转的核电运行安全体系应具有防范潜在风险的功能,当出现异常状况时快速采取必要安全防范措施,保障员工及周边环境安全。伴随着科学与技术的持续进步和对核安全理解的加深,核电运行安全定义逐步拓展。

2. 2核电运行安全的重要性

要清楚地认识到核电站一旦发生任何一种事故都可能会诱发严重辐射污染并给周边居民健康及生态环境带来不可逆转的危害。回顾切尔诺贝利、福岛等核事故给人类造成的痛苦,人们对核电运行安全问题的至关重要性有了更深刻的理解。再者核电作为能源,它的稳定安全运行对实现可持续发展远景目标非常重要。考虑到全球化带来的气候变化日益严重,核电因具有低碳属性而成为解决上述气候变化问题的关键战略。但在安全风险逐渐增大的情况下,民众对于核能的信任度却在逐渐降低,无疑会给核电未来发展带来潜在威胁。另外核电运行安全还关系到中国能源稳定、经济稳定。核电这一关键电力来源不仅有利于显著减少民众对化石燃料依赖程度,还能增强其能源独立性。

2. 3核电运行安全相关的法律法规

为保障核电运行安全运营而制定的法规框架是一块基石,涉及国际、国内等诸多法律层次。在全球范围内,国际原子能机构(IAEA)已经制定了一套完整的核安全指导方针和标准,为各国在核安全领域提供了根本的帮助。另外《核安全公约》和《核安全国际合作条约》两大国际法律文件均明确表示国家对核安全负有具体的责任与义务。从国家内部结构来看,每个国家都倾向于结合自身独特国情制定核安全法,核电管理条例以及其他有关法规,旨在保证核电站建设,运行以及管理过程更趋于标准化。如我国《核安全法》对核电运行安全问题确立了明确的核安全准则与监管机制以及核电操作单位对安全问题的责任与义务。除此之外,各国还将继续按照国际标准和技术发展需要,对有关法律条文进行修订和优化,以便处理正在出现的安全问题。要想保证核电运行安全运行,就必须建立健全相关法律、法规体系,才能保证一切涉及核电运行安全的措施能够有效实施,才能为核电运行提供稳固的法律基础^[2]。

3 核电运行安全的影响因素

3. 1人为因素

核电站稳定运行与持续维护对专业知识与技能具有较高依赖性,而操作团队培训及其专业素质则是直接关系到核电站总体安全与否的关键。研究显示许多核相关事故与人的不当行为密切相关,如操作失误或误判。核电站对突发事件的响应速度主要依赖于管理层安全觉悟、风险评估能力、快速反应能力。团队之间的合作以及信息的分享也至关重要,保持融洽的团队氛围可以促进信息交流高效以及问题解决概率,从而减少人为因素造成失误的概率。所以从人力资源管理与优化,特别是重点人才培养、团队建设以及安全文化塑造上,已成为提高核电运行安全运行效率极为重要的手段。

3. 2技术因素

在保障核电的安全运行过程当中,人们认为技术因素极为关键,它们涉及核反应堆设计理念,设备稳定性和监控系统的高效运行几个核心环节。前沿核反应堆设计阶段必须严格遵守“安全优先”原则,引入先进安全技术,采取多样化安全防范措施,减少可能发生事故的风险。以现代化的核电站为例子,它们采取

了各种安全手段,在极端危险的条件下依然能够有效地避免事故的发生。核电设备的定期维护与检验是保证核电设备安全运行至关重要的一环。通过定期检查和更新,能快速找出可能存在的危险,以降低由于设备故障而带来的安全隐患。另外建设一套实时监测系统也非常关键,采用先进监控技术可以对核电站运行状态进行实时评价,快速发现异常,进而快速采取相应对策。

3. 3环境因素

影响核能安全运行时,环境因素体现为自然生态环境与整体社会环境两大层面。在核电站选址过程中,必须高度重视地震、洪水和气候变化等自然灾害可能带来的危害,才能保证核电站在极端气候或者天然灾害作用下能更安全运行。比如处于地震影响下的核电站就要求其有一定的抗震能力来抵抗某种地震的影响。另外,还必须清醒地认识到气候变化所导致的极端气候事件对核电站冷却及供电系统都可能造成不利影响。公众对于核电运行安全问题的持续关注与监管有利于核电站运营机构透明度与责任感的增强,进而进一步提高核电运行安全管理整体标准^[3]。

3. 4管理因素

核电站管理团队要制定出明确的安全责任体系来保证每个工作地点的职工对自身安全职责有清楚的了解,并且对其有关安全问题非常重视。更为具体而言,完善的管理体制形成保障核电运行安全的核心基础。其中包括安全操作规定、设备维护与管理制度、应急预案、其能够有效地对核电日常运行进行标准化与方向性引导。另外核电运行安全管理过程中,高效的风险管理也是不可忽视的重要一环,通过对可能存在的风险进行辨识、评价与管理,可以达到防范安全事故发生的有效途径。

4 核电运行安全影响因素的分析方法

4. 1定性分析方法

通过专家访谈、文献审查以及实例分析,确定并说明影响核电运行安全的因素。这一研究方法的特点是可以深入挖掘各影响元素及其深层联系与工作机制。比如与业内专家深入交谈,可以累积业内专业知识及大量实践经验,从而辨识出现实工作情境下可能被忽略的隐患。通过案例分析,既能深刻认识实际事故发生的根本原因及学到的经验教训,又有助于确定具体场景下可能存在的风险要素。

4. 2定量分析方法

定量研究方法通过建立数学模型和统计分析来量化评估核电各类潜在安全风险因素,旨在更加准确地认识这些风险因素可能给核电运行安全运行造成的潜在危害。这项技术经常需要应用多种方法,包括故障树分析(FTA)、事件树分析(ETA)以及风险评估模型等。通过搜集资料并进行深度分析可以定量地分析出各因素对于保障安全的影响程度。

4. 3综合分析方法

可进一步采用定量分析的方法对风险进行评价和对有关资料进行深入的研究。以此为例,可先通过定性方法确定例如人为因素,技术因素及管理层面等关键影响因素,再利用定量方法进

行量化评价,最后融合为综合安全评价报告。综合性分析方法给政策制定者带来更全面、更深刻的角度,有助于政策制定者对核电运行安全深层复杂性有更深刻的认识,并在此基础上提出合适的改善意见。

5 核电运行安全的改进措施

5.1 加强人员培训与素质提升

考虑到操作人员具有极高的专业知识与技术能力,核电部相信定期开展培训与考核工作是完全必要的。经过一整套系统化培训流程,目前操作人员已能充分掌握核电站基础操作原理,设备保养技巧和应急处置方法,这样就极大地提升了他们遇到突发状况的处理能力。另外培训课程还应包含安全文化、团队合作等内容,旨在增强员工对安全的认识与责任感,以营造积极向上的安全氛围。这里对管理团队的训练同样至关重要。作为管理者,要有深刻的风险管理意识,善于制定决策,才能保证关键时刻能做出正确的决定^[4]。

5.2 完善技术与设备的维护管理

核电站设备的运行状态直接影响着设备的安全性,所以必须要实施严格的检修与维护过程,才能保证设备处于最优的工作状态。通过定期检查和保养,可快速找出可能存在的危险,以防止设备故障所可能造成的损失。另外在科技不断发展的过程中,要对核能设备进行不断的更新与更新,利用最前沿的监测方法与自动化工具来提高工作效率,保障运行安全。

5.3 提高应急响应能力

应急响应预案建设应建立在综合风险评估基础上,确保能针对多种不同情况采取有效措施。另,对紧急状况进行周期性模拟培训也被认为是评估应急反应能力最核心的方法。通过对实际操作过程进行仿真,可以对人员反应迅速性以及处理技巧进行评价,快速发现和完善预案存在的不足。组建和训练应急响应团队对于保证应急时快速集结、高效实施指挥非常重要。通过加强紧急情况应对能力可以显著降低核电站事故给工作人员及环境造成的危害,进而保障核电站稳定安全运行。

5.4 建立健全安全文化

管理团队应确立以安全为本的行为准则,努力营造和谐安全氛围。企业要鼓励员工积极参与到安全措施制定中来,提供宝贵的意见与建议,建立一个所有员工都能参与到安全管理体系

中来。为了促进员工安全意识和责任感的增强,要不断推进安全文化的普及和教育,并进一步加强对安全议题的重视。通过建设良好的安全文明体系,能够显著降低人为错误所导致的失误,继而提高核能发电厂的整体安全水平,从而为后期自身文化环境的改善打下坚实的基础^[5]。

5.5 强化法规与标准的执行

核电运营单位要建设全方位,标准化管理体系,保证各项操作步骤及决策严格遵守有关法律,法规及行业标准。此外,通过周期性的安全审查与排查,有能力快速发现和整改不合规行为,以保证安全措施的有效落实。加强与监管机构的交流与协作,从而保证信息得以透明、高效发布,对于提升核电整体安全管理效率会起到积极作用。通过增加法律、法规的实施,具备了对核能安全性进行保障的扎实法律基础,进而保障核能电站的稳定、安全运行。

6 结论

为保证核电站处于全球能源转型的核心位置,保障核电站的安全运行是完全必要的前提。本研究对影响核电运行安全运行的诸多因素进行深度探究,并对其提出针对性优化意见。从多个方面入手,可显著提高核电站整体安全管理水平。展望未来,在科技创新与管理哲学不断更新下,核能安全性将进一步增强,为我国实现经济与可持续发展目标打下坚实基础。

【参考文献】

- [1]朱勇.核电运行安全影响因素研究与分析[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019,(01):3-4.
- [2]刘国徽,陈卫东.核电设备违规造假防控管理体系构建[J].中国电力企业管理,2023,(12):74-75.
- [3]贺帅.核电运行安全影响因素分析[J].产业与科技论坛,2022,21(08):65-66.
- [4]王树强.核电机组辅助给水系统水温超运行技术规范限值的改造研究[J].核动力工程,2020,41(02):135-139.
- [5]徐涛.核电厂运行的人因失效分析和预防建议[J].产业与科技论坛,2020,19(17):223-224.

作者简介:

鹿允波(1983--),男,汉族,广东省茂名市人,阳江核电有限公司,工程师,大学本科,核电运行。