

# 核电运行安全问题与防控策略分析

胡勳 王伟

大亚湾核电运营管理有限责任公司

DOI:10.12238/pe.v2i2.7587

**[摘要]** 核电作为一种清洁、高效的能源形式,在国家能源结构调整和可持续发展中具有不可替代的重要地位。然而核电运行安全问题一直备受关注,因为其安全性直接关系到人民生命财产和环境安全。本文针对核电运行安全问题展开深入分析,从人为因素、设备因素和管理因素三个方面提出了相应的防控策略。通过国际比较与借鉴,同时总结了国际核电安全现状、经验与教训,旨在为核电站的安全运行提供有效的参考和借鉴,推动我国核电行业的健康发展。

**[关键词]** 核电运行安全; 人为因素; 设备因素; 管理因素

中图分类号: TM623 文献标识码: A

## Analysis of nuclear power operation safety problem and prevention and control strategy

Meng Hu Wei Wang

Daya Bay Nuclear Power Operation and Management Co., LTD

**[Abstract]** Nuclear power, as a clean and efficient form of energy, plays an irreplaceable role in the national energy structure adjustment and sustainable development. However, the safety issue of nuclear power operation has always been widely concerned, because its safety is directly related to the safety of people's life and property and the environment. This paper makes an in-depth analysis of the safety problems of nuclear power operation, and puts forward the corresponding prevention and control strategies from three aspects: human factors, equipment factors and management factors. Through international comparison and reference, the current situation and experience of international nuclear power safety are summarized, aiming to provide effective reference and reference for the safe operation of nuclear power plants and promote the healthy development of China's nuclear power industry.

**[Key words]** safety of nuclear power operation; human factor; equipment factor; management factor

### 引言

核能作为清洁能源的重要组成部分,对于国家能源结构调整和可持续发展具有重要意义。然而,核电运行安全问题一直备受关注,因为一旦发生事故,将对人民生命财产和环境造成严重损失。为此,深入分析核电运行安全问题及其影响因素,提出有效的防控策略至关重要。本文将从人为因素、设备因素和管理因素三个方面展开讨论,并结合国际经验,对中国核电运行安全问题进行探讨和分析,旨在为提高核电站的安全性能提供参考和借鉴。

### 1 核电运行安全问题概述

#### 1.1 核电站安全概述

核电站作为一种重要的能源供应设施,其安全性是保障人民生命财产和国家安全的重要保障之一。核电站的安全概述涵盖了多个方面,包括设计、建设、运行、管理等环节。核电站的设计必须符合严格的安全标准和规范,确保其在各种情况下都能够安全运行。建设阶段需要严格控制工程质量,保证设施

的结构稳固、材料可靠。运行阶段则需要持续不断地进行安全监测和管理,确保核电站在各种突发事件下能够及时做出应对,并保障人员安全。

#### 1.2 核电运行中存在的安全隐患

尽管核电站在设计和建设阶段已经考虑了各种安全因素,但在实际运行中仍然存在一些潜在的安全隐患。这些安全隐患可能源自于设备故障、人为失误、管理不善等多个方面。例如,设备老化、损坏可能导致设备性能下降甚至故障;人员操作不当或培训不足可能引发事故;管理不善或制度漏洞可能造成安全隐患无法及时发现和处理。这些安全隐患对核电站的安全稳定运行构成了潜在威胁。

#### 1.3 典型核电事故案例分析

过去的核电事故案例提供了宝贵的经验教训,对核电运行安全具有重要的借鉴意义。例如,切尔诺贝利核电站事故是人类历史上最严重的核事故之一,造成了巨大的人员伤亡和环境污

染,主要原因是设计缺陷、操作失误以及管理不善所致。福岛核电站事故也是另一起引起全球关注的核事故,主要由于地震和海啸导致的设备失效以及应急措施不力引发了严重后果。这些典型事故案例为我们认识和应对核电运行中可能面临的安全挑战提供了宝贵的经验和教训。

## 2 核电运行安全问题原因分析

### 2.1 人为因素

#### 2.1.1 人为失误

在核电站的运行过程中,人为失误是造成安全事故的主要因素之一。这种失误可能是由于操作人员的疏忽大意、操作不当或操作程序的错误理解等引起的。例如,在核电站的控制室操作中,如果操作人员误操作了关键设备,可能导致系统故障或事故的发生。在高压、高温、高辐射的环境下,操作人员的工作面临着极大的挑战。疲劳、压力、专业技能水平不足等因素都可能导致操作人员的失误。此外,操作手册不清晰、操作程序不合理也可能导致误操作的发生<sup>[1]</sup>。

#### 2.1.2 人员培训与管理

另一个影响核电站安全的人为因素是人员培训与管理不到位。操作核电站的人员需要接受系统的培训,了解设备的操作原理、应急处理程序等,以提高其应对突发情况的能力。同时,对人员的管理也至关重要,包括严格的人员准入标准、定期的培训考核以及有效的管理机制,以确保操作人员具备必要的技能和素质。在人员培训方面,需要注重操作技能的培养,加强对设备特性和安全规程的教育,提高操作人员的应急处置能力。在管理方面,需要建立健全的人员管理制度,包括岗位责任制度、考核评价制度等,加强对操作人员的监督和管理,确保他们能够按照规定程序进行操作,减少人为失误的发生<sup>[2]</sup>。

### 2.2 设备因素

#### 2.2.1 设备老化与损坏

核电站的设备长期运行后会出现老化和损坏的现象,这可能影响设备的正常运行和安全性。例如,核反应堆压力容器、管道、阀门等关键设备的老化和磨损会导致泄漏、断裂等安全隐患,进而引发事故。设备老化与损坏是由多种因素造成的,包括工作介质的腐蚀、高温高压下的疲劳损伤、设备材料的腐蚀和磨损等。另外,不合理的设计和制造缺陷也可能导致设备的提前老化和损坏。

#### 2.2.2 设备维护与检修

设备维护与检修不到位也是导致核电站安全问题的原因之一。定期的设备维护和检修可以发现设备存在的问题并及时进行修复,防止其发展成为安全隐患。如果设备维护和检修工作不及时或不彻底,可能会造成设备故障甚至事故的发生。

设备维护与检修需要细致入微,包括定期的检查、润滑、更换易损件等工作。对于关键设备,应建立健全的检修计划,确保设备在停机维护期间能够得到充分的检修和保养。同时,要加强对设备运行状态的监测和预警,及时发现并解决潜在问题,确保设备处于良好的运行状态。

### 2.3 管理因素

#### 2.3.1 管理体系与制度

核电站的管理体系和制度是确保安全运行的关键。如果管理体系和制度不健全或不严格执行,可能会造成安全隐患无法及时发现和解决。例如,缺乏完善的操作程序、应急预案以及安全管理制度可能导致事故发生后无法及时有效地应对。管理体系与制度需要不断完善和加强,包括建立健全的安全管理制度、应急预案和操作规程,明确各岗位的责任和权限。需要加强对管理制度的执行和监督,确保各项规定得到有效贯彻和执行。还需要建立健全的事故报告和处理机制,对事故原因进行深入分析,及时采取措施防止类似事故再次发生。

#### 2.3.2 安全文化建设

安全文化建设是核电站管理的重要组成部分,它涵盖了员工的安全意识、价值观和行为规范等方面。如果核电站缺乏良好的安全文化,员工可能对安全问题漠不关心,容易出现违规操作或规避安全程序的现象,从而增加了事故的发生概率。为了加强安全文化建设,需要从多个方面入手。首先,要加强对员工的安全教育和培训,增强他们的安全意识和责任感。其次,要营造良好的工作氛围,倡导安全第一的理念,鼓励员工自觉遵守安全规章制度,共同维护安全生产环境。同时,要建立健全的安全奖惩制度,对安全工作表现突出的员工进行表彰奖励,对违反安全规定的行为进行严肃处理,形成良好的安全文化氛围。

人为因素、设备因素和管理因素是影响核电运行安全的重要因素。加强对这些因素的管理和控制,建立健全的防控体系,是确保核电站安全运行的关键所在。同时,还需要不断加强核安全文化的建设,增强员工的安全意识和素质,共同维护核电站的安全运行。

## 3 核电运行安全问题防控策略

### 3.1 人为因素的防控策略

#### 3.1.1 培训与技能提升

为了防范人为失误引发的安全事故,核电站应加强对操作人员的培训与技能提升。培训内容应包括设备操作技能、安全操作规程、应急处理程序等方面的知识,确保操作人员具备应对各种突发情况的能力。同时,定期组织模拟演练,让操作人员在模拟的真实情景下进行应急演练,提高其应对突发事件的能力和应变能力<sup>[3]</sup>。

#### 3.1.2 人员管理与监督机制

建立健全的人员管理与监督机制是确保核电站运行安全的重要手段。包括建立人员准入制度、岗位责任制度、考核评价制度等,对操作人员进行严格管理和监督。同时,建立巡检、监控等制度,加强对操作人员行为的监督,及时发现和纠正不当行为,防止安全事故的发生。

### 3.2 设备因素的防控策略

#### 3.2.1 设备监测与预警系统

建立设备监测与预警系统,通过实时监测设备运行状态和参数变化,及时发现设备存在的异常情况,预警可能出现的故障

风险。这样可以提前采取措施进行维修和保养,防止设备故障演变成事故。

### 3.2.2 设备更新与维护计划

制定科学合理的设备更新与维护计划,定期对设备进行检修、维护和更新,确保设备处于良好的运行状态。根据设备的老化程度和运行状况,制定不同的维护周期和维护方案,及时更换老化和损坏的设备部件,提高设备的可靠性和安全性。

### 3.3 管理因素的防控策略

#### 3.3.1 安全管理体系建设

建立健全的安全管理体系,包括完善的安全管理制度、安全操作规程、应急预案等。加强对安全管理体系的执行和监督,确保各项安全管理措施得到有效落实。同时,建立安全管理评估机制,定期对安全管理体系进行评估和改进,不断提高核电站的安全管理水平。

#### 3.3.2 安全文化建设与宣传教育

加强安全文化建设和宣传教育,增强全体员工的安全意识和责任感。开展安全知识培训和安全教育活动,向员工宣传安全管理制度和规定,增强其对安全工作的重视和认识。同时,通过宣传教育活动,强化安全文化建设,倡导安全第一的理念,形成全员参与、共同维护安全的良好氛围。

## 4 核电运行安全问题的国际比较与借鉴

### 4.1 国际核电运行安全现状概述

在全球范围内,核电站的安全运行一直是各国政府和国际组织高度关注的焦点之一。不同国家在核电运行安全方面的现状存在一定差异,但总体来说,国际上的核电运行安全水平整体较高。许多国家采取了一系列严格的安全标准和监管措施,确保核电站的设计、建设、运行和管理都符合最高的安全要求。

一些国家在核电站设计和建设阶段就采取了高标准的安全措施,包括采用先进的设计技术、建造更加坚固耐用的设备以及确保设施符合最新的安全标准。在核电站运行阶段,这些国家通过严格的安全监管和技术审核,确保核电站持续稳定地运行,并对核电站的安全性能进行定期评估和检查。

### 4.2 国际经验与教训

国际上发生过的一些核事故提供了宝贵的经验教训,为各国制定和完善核电运行安全管理措施提供了重要参考。例如,切尔诺贝利核电站事故和福岛核电站等事故给全球核电行业敲响了警钟,引起了各国对核安全的高度重视。这些事故揭示了核电站在设计、建设和运行过程中可能存在的安全隐患,以及在应

对事故时需要采取的应急措施和救援方案。

国际上的一些成功经验也值得借鉴。一些国家通过建立健全的安全管理体系、加强人员培训和技能提升、实施严格的设备监测与维护计划等措施,有效提高了核电站的安全性能。同时,国际上还开展了许多合作项目和技术交流活动,促进了各国在核安全领域的经验共享和技术合作。

### 4.3 对中国核电运行安全的启示

中国作为世界上核电装机容量最大的国家之一,核电运行安全问题的重要性不言而喻。从国际经验中可以得到一些启示,包括:建立健全的安全管理体系,加强对核电站的安全监管和管理,确保核电站的安全运行。加强人员培训和技能提升,提高操作人员应对突发事件的能力和应变能力。实施严格的设备监测与维护计划,及时发现和修复设备存在的问题,确保设备处于良好的运行状态。强化安全文化建设,增强全体员工的安全意识和责任感,形成全员参与、共同维护安全的良好氛围。通过借鉴国际经验,中国可以进一步完善核电运行安全管理体系,提高核电站的安全性能,确保核电在国家能源结构中的稳定地位,并为世界核能发展贡献中国智慧。

## 5 结论

核电运行安全问题是一个复杂而严峻的挑战,涉及多个方面的因素。本文从人为因素、设备因素和管理因素三个方面进行了分析,并提出了相应的防控策略。在人为因素方面,加强人员培训与技能提升、健全人员管理与监督机制是关键措施;在设备因素方面,建立设备监测与预警系统、制定设备更新与维护计划是保障设备安全运行的重要手段;在管理因素方面,建立安全管理体系、加强安全文化建设是提高核电站整体安全水平的重要途径。加强核电运行安全管理,不仅是保障国家能源安全的需要,也是对人民生命财产和环境负责的表现。

### [参考文献]

[1]李小利.核电厂运行安全常见问题及防控分析[J].科技创新导报,2016,13(03):85+87.

[2]陈智.核电运行安全问题与防控策略研究[J].产业与科技论坛,2022,21(16):204-205.

[3]余曦.核电运行安全若干问题及防控研究[J].工程建设与设计,2019,(19):283-285.

### 作者简介:

胡勤(1986-),男,汉族,陕西省咸阳市人,本科,大亚湾核电运营管理有限责任公司,工程师,研究方向:核电运行。