

核电厂人身安全事故应急预案与演练实施

郑斌, 李进, 胡灿, 张森

中广核核电运营有限公司, 广东 深圳 518000

摘 要 : 根据相关核安全法规及导则要求, 核电厂需要制定相应的应急预案, 并进行必要的演练, 以确保事故时能够及时有效地处理突发状况, 降低对员工造成伤害的风险。基于此, 本文从应急响应计划、应急组织架构、应急程序等方面详细阐述了核电厂人身安全事故应急预案的内容, 期望能为降低核电厂事故发生可能做出贡献。

关 键 词 : 核电厂; 人身安全; 应急预案; 演练实施

Implementation of Emergency Plan and Drill for Personal Safety Accidents in Nuclear Power Plants

Zheng Bin, Li Jin, Hu Can, Zhang Sen

CGN Nuclear Power Operation Co., LTD., Shenzhen, Guangdong 518000

Abstract : According to the relevant nuclear safety regulations and guidelines, nuclear power plants need to formulate corresponding emergency plans and conduct necessary drills to ensure that emergencies can be handled in a timely and effective manner and reduce the risk of injury to employees. Based on this, this paper expounds the contents of the emergency plan for personal safety accidents of nuclear power plant from the aspects of emergency response plan, emergency organization structure and emergency procedures, etc., which is expected to make a possible contribution to reducing the occurrence of nuclear power plant accidents.

Keywords : nuclear power plant; personal safety; emergency plan; drill implementation

引言

人身安全事故可导致人员遭受直接伤害、间接伤害或死亡。从行业角度来看, 由工作原因导致的事故占95%以上。对于核电厂来说, 在生产运行过程中, 由于众多危险源的存在, 包括经常会发生一些机械故障, 这些因素很可能会引起人员受伤甚至死亡, 所以有必要制定一套完善的人身安全事故应急预案, 以便及时采取措施处理事故。为了减少事故发生后对员工产生伤害的风险, 通常需要进行应急演练, 以便让员工了解事故的应急流程, 提高应对能力。

一、核电厂人身安全事故危险源

(一) 辐射伤害

核电厂内工作人员受到电离辐射, 可能对人体造成伤害。一般情况下, 机组运行时会向环境中释放大量的高能射线。为了保证安全, 对辐射剂量进行严格控制, 如控制棒驱动机构的操作和停堆期间人员的离开, 都必须穿戴相应的屏蔽服、防护服等个人防护装备, 且不能携带手机等电子产品。当工作人员接触到放射性物质或处于放射性场所时, 还应采取有效的屏蔽措施, 以减少辐射暴露量。但在实际工作过程中, 由于作业条件恶劣, 受技术能力、工作经验、组织管理等因素的影响, 极易发生误操作行为, 进而导致辐射伤害事故的发生。而当核电站发生核泄漏事故后, 如果处置不当, 很有可能出现核扩散问题, 甚至引发恐怖袭击事件。因此, 加强对核电厂工作人员的核安全培训是十分必要

的。除了要增强工作人员的核安全意识外, 还要熟悉相关的法律法规以及应急预案, 以便更好地应对突发事件^[1]。

(二) 高处坠落、落物打击

高处坠落是指在高处作业时, 发生坠落事故的可能性。落物打击是指从高处坠落的物体或人体对工作人员造成伤害的可能性。核电厂运行现场的一些设备设施的安装位置较高、空间较狭小, 加之可能存在一定的危险性, 如果操作失误或者其他原因导致这些设备设施发生坠落事故, 就会给工作人员带来生命威胁和财产损失。此外, 因检修需要, 人员进入厂房内作业, 也可能被掉落物品击伤。因此, 为确保人身和财产安全, 必须将这一危险源控制到最小程度^[2]。

(三) 机械伤害

核电厂的机械设备种类繁多, 用途也很广, 有机械输送和动力装置等。因其特定的作业条件及工作性质, 对其使用性能提出了更

作者简介: 郑斌(1990.9-), 男, 汉族, 四川绵阳, 大学本科, 助理工程师, 核电厂大修安全管理

高的要求。而对操作人员来说，若无相应的专业知识和资格证书，在进行机器作业时，会导致无法对所使用的设备的性能和状况做出准确的判断，或不熟悉操作规程，就会加大事故的发生。另外，当机械设备出现故障时，如果检修人员缺乏相应的技能和经验，也会导致事故发生。此外，当机械设备运转速度过快或者突然停机时，若操作人员无法及时采取措施，也可能会引发人身伤害^[3]。

（四）窒息

窒息，通常源于吸入了惰性气体（氮、氩、二氧化碳等）或在密闭场所工作。在核电检修过程中，核电厂员工不得不与各类可能导致窒息的介质打交道，这增加了他们遭受窒息事故的风险。如果工作人员没有采取适当的个人防护措施，比如佩戴合适的防护服和使用过滤面罩，就有可能使得有害物质直接通过呼吸进入肺部，引起急性缺氧症状，甚至导致死亡。此外，运行过程中的核电站设备、管道和电缆等部件也可能发生泄漏现象，释放出具有潜在毒性的化学物质，同样可以通过呼吸道被人体吸收^[4]。这种情况下，不仅是直接暴露于放射性辐射的风险，还有可能是由泄漏物质引起的二次污染，进一步加剧了窒息的危险程度。为了有效预防这类事故，核电厂必须制定严格的安全生产制度和操作规程，确保所有员工都接受到全面的防窒息知识培训，才能最大限度地避免悲剧的发生。

（五）中毒

中毒，是由于接触到各类有毒有害介质包括各类有毒放射性介质所致。在核电厂内发生的放射性物质事故中，以放射性核素的裂变产物—— α 、 β 、 γ 射线和中子为主要射线形式，具有较高的能量，对人体造成严重危害，应特别注意。此外，在核电厂外发生的放射性污染事故也可导致人员中毒。如2013年日本福岛核电站泄露事故中，就有大量放射性碘和铯流入附近海域，导致当地居民出现甲状腺肿痛等症状。因此，核电站员工必须熟知放射性物质对人体健康的影响以及防护措施。

（六）火灾、爆炸

核电站的安全运行是一个至关重要的议题，因为它涉及到放射性元素和反应堆的核心运作。在这些高风险环境中，潜在的火灾和爆炸事故有几种可能的原因：首先，当反应堆冷却剂系统中的管道或设备出现损坏，如密封件失效或连接松动，就可能导致冷却剂泄漏，从而引发火灾。其次，蒸汽发生器——这是核电站内用于产生蒸汽的关键设备——如果发生故障，也会引起放射性物质的释放，这样的事故同样可能造成火灾和爆炸。此外，在处理放射性材料的过程中，任何不慎的操作都可能意外地引发火灾或爆炸，因为这些材料可能会与其他化学物质发生反应，从而点燃周围的气体或液体介质。因此，确保核电站的所有组件得到适当维护和监测，以及对工作人员进行严格的培训和监督，对于预防此类事故的发生至关重要。

二、导致人身安全事故发生的原因

（一）人员违章操作

在现代工业和商业活动中，员工的安全意识直接关系到生产

流程的顺畅与否。然而，由于缺乏对工作环境的深入了解、相关知识与技能的不足，以及可能受到工作压力、外部诱惑或是其他外部因素的影响，他们往往容易偏离正确操作规程。具体来说，当涉及到机械设备或设施的维护时，如果员工没有按照既定的安全标准穿戴适当的个人防护装备，比如防护眼镜、防护服或者是防滑鞋等，那么他们就很容易因为意外伤害而发生安全事故。同样地，在操作各种自动化设备时，如果未能熟练掌握其使用方法，或者在面对突发状况时未能迅速做出正确判断并采取相应措施，都有可能造成操作失误，从而引发不可预料的后果。这些事故一旦发生，不仅会给员工本人带来巨大的身体伤害，还可能对企业造成严重经济损失，甚至影响整个行业的稳定运行。因此，确保每位员工都能严格遵守操作规范，是保障作业安全、预防事故发生的关键所在^[5]。

（二）人员技能不足

在核电站的日常运作过程中，技术工作人员的专业性与经验水平是确保核安全的关键因素。若这些人员由于缺乏必要的专业知识或经验而无法有效应对复杂情况，可能会带来严重后果。他们可能因操作失误、判断错误或是对突发状况的应急措施准备不足而导致安全事故的发生。这种情况不仅威胁到在场工作人员的生命安全和健康，也可能对公众乃至整个社会造成不可估量的影响。因此，强化技术人员的培训和实践，提升其应对各种突发事件的能力，成为了确保核电安全运行的重要任务。此外，在操作过程中，由于对设备不熟悉，没有正确地使用设备或工具，也容易导致人身安全事故的发生。因此，要加强对核电员工的培训，提高他们的操作技能和应急处置能力，以避免事故的发生。

（三）设备设施存在安全隐患

核电厂人身安全事故应急预案与演练实施是确保核电厂安全运行的重要环节。在核电厂的日常运营中，必须高度重视人身安全事故的预防与应对。导致人身安全事故发生的原因多种多样，其中设备设施存在安全隐患是重要原因之一。设备设施的安全隐患可能源于设计缺陷、制造质量问题、长期使用磨损、维护不当等多种因素。这些隐患如果不及时发现和消除，就可能在核电厂的运行过程中引发人身安全事故。因此，核电厂必须建立完善的设备设施安全隐患排查机制，定期对设备设施进行检查、维护和保养，确保其处于良好的运行状态。

三、应急预案制定与实施

（一）应急预案编制原则

1 合法性。应急预案是国家相关法律、法规和规章的具体体现，同时也是在法定职责范围内必须履行的义务；

2 科学性。应急预案应对事故的发展趋势作出合理预测，并对应急响应措施进行科学评估；

3 有效性。应急预案应具有针对性，能切实指导事故发生时的应急工作，能够有效地解决现场实际问题；

4 完整性。应急预案应从整体上反映企业内部应急管理体系的运作过程，预案各部分之间相互衔接、协调一致；

5可操作性。应急预案应具有明确的操作程序和技术要求,便于各级人员理解、掌握和实施^[6]。

(二) 应急预案内容要素

核电厂的人身安全事故应急预案是保障员工安全与生产稳定的关键。该预案涵盖了全面而细致的内容,从总体框架到具体执行措施均有详细规定。首先,它明确了预案的指导原则和基本要求,为整个体系提供了坚实的基础。接着,组织机构与职责部分确立了紧急事件应对过程中各级人员的责任分工,确保了信息传递和决策过程的顺畅。事件分类与分级系统将各种潜在的风险进行科学分类,并根据其严重程度划分级别,这有助于决策者迅速做出判断并制定相应的应急响应策略。应急响应程序则详细描述了在不同类型的安全事故发生时,应当遵循的步骤、操作流程和注意事项,使各部门能够有条不紊地协作应对突发情况。应急资源和支持保障部分强调了在紧急情况下所需资源的可用性和可靠性,以及外部支持力量的协调和援助机制。这包括必要的医疗救治、法律援助、心理疏导等服务,以最大限度地减轻事故带来的影响^[7]。

(三) 应急预案演练与评估

应急预案的演练和评估是及时发现应急响应能力不足,完善应急预案内容的重要手段。在进行预案演练时要根据预案中所涉及的事故等级,从事件发生、信息报告、指挥协调、资源准备、应急处置等方面开展全面系统的演练,并对演练情况进行总结评估,提出改进意见,从而进一步提高员工的应急反应能力。通常核电厂的应急预案演练周期为半年一次,或者每年进行1-2次,同时可根据实际情况组织多次专项演练^[8]。

(四) 泳道图法的现场应急处置方案在核电厂的应用

针对核电厂生产系统复杂,应急响应涉及多个部门和人员的特点,研究并制定了一套泳道图法的现场应急处置卡方案,用于核电检修现场。现场作业人员在遇到人身伤害紧急情况时,根据该应急处置卡上的指引进行一系列正确有效的应急措施,以尽可能避免或降低人员受到的伤害。当然,这需要现场工作人员提前熟悉应急处置卡上的内容并根据实际工作环境做好完善、工作开始前做好演练,以及提前准备好必要的应急物资^[9]。

该应急处置卡方案主要包括四个方面:首先是对核电厂现场危险源和伤害类型进行识别和描述;其次是现场报警电话和接警地点等重要关键提示信息;第三是必要的应急物资清单;最后是处置条件判断和处置行动,根据现场环境,制定相应的现场处置顺序。该方案通过泳道图直观地反映了整个应急处置过程的逻辑关系和相互衔接,有助于提高应急预案的可读性、可操作性和有效性^[10]。

四、结语

核电厂作为能源供应的重要设施,其安全运行至关重要。核电厂人身安全事故应急预案与演练的实施,不仅是对员工生命安全的负责,也是对周边环境和公众安全的承诺。通过不断完善应急预案,加强应急演练,我们能够有效提升核电厂应对突发事件的能力,确保在紧急情况下能够迅速、有序、高效地进行处置,最大程度地减少事故损失和影响。未来,我们将继续致力于提升核电厂的安全管理水平,为社会的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 李小飞,王海山,张学东,等. 辐射事故应急演练评价模型构建[J/OL]. 核电子学与探测技术, 2024,(05):1-6.
- [2] 陈荣. 我国核事故应急演练工作研究和建议[J]. 辐射防护, 2018,38(03):240-245.
- [3] 祝贺,刘彬,金莉,等. 核电厂核事故应急演练新模式的实践[J]. 辐射防护, 2020,40(02):162-167.
- [4] 陶瑜,王铁疆,孙美兰. 我国核事故应急能力评价研究综述[J]. 职业卫生与应急救援, 2017,35(02):179-183.
- [5] 黎岢,梁漫春,岳峰,等. 国家辐射应急监测调度平台软件方案设计[J]. 辐射防护, 2019,39(06):487-496.
- [6] 杨秉余,朱峰. 浅析核电厂前期阶段的核安全文化建设[J]. 科技视界, 2017,(02):248.
- [7] 黄渊杰. 基于RAVEN的核电厂事故安全特性分析方法研究[D]. 哈尔滨工程大学, 2020.
- [8] 张明,葛云征,张守杰,等. 核电厂严重事故后乏池自安全冷却技术研究[J]. 核动力工程, 2022,43(05):181-187.
- [9] 李菲菲,刘晓强,孟凡江. 模拟事故工况下非能动核电厂安全相关涂层的可靠性测试及评估方法研究[J]. 涂料工业, 2024,54(01):54-58.
- [10] 周舟,周勇,张伟,等. 福岛核事故后滨海核电厂安全专设系统发展的分析和研究[J]. 核科学与工程, 2021,41(04):798-802.