

核电站维修中的辐射防护管理分析与对策

吕少豪 王强 韩浩洋 静佩林 郑健

中广核核电运营有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i4.8356

[摘要] 在核电站的运行和维护过程中,辐射防护问题始终是关乎安全与环境的重要议题。当前,辐射防护管理存在诸多不足,维修过程中风险较高,为此,需深入分析维修流程,识别关键风险点,并制定相应的防护管理策略。通过加强培训、完善设备、优化流程等措施,提升防护措施的有效性。

[关键词] 核电站维修; 辐射防护管理; 对策

中图分类号: TL7 文献标识码: A

Analysis and countermeasures of radiation protection management in nuclear power plant maintenance

Shaohao Lv Qiang Wang Haoyang Han Peilin Jing Jian Zheng

China Nuclear Power Operations co.,Ltd

[Abstract] In the process of operation and maintenance of nuclear power plants, radiation protection has always been an important issue related to safety and environment. At present, there are many deficiencies in radiation protection management, and the risk in the maintenance process is high. Therefore, it is necessary to deeply analyze the maintenance process, identify the key risk points, and formulate the corresponding protection management strategies. Enhance the effectiveness of protective measures by strengthening training, improving equipment, and optimizing processes.

[Key words] nuclear power plant maintenance; radiation protection management; and countermeasures

引言

核电站维修中的辐射防护管理至关重要。辐射危害与风险不容忽视,维修过程中的风险更是严峻。当前防护管理存在不足,挑战重重。因此,需加强对策与建议措施,强化技术与人员培训。展望未来,应不断完善管理体系,确保核电安全、高效发展。

1 核电站维修的重要性

首先,核电站维修是保障核电站安全稳定运行的基础。核电站的运行涉及到核反应堆、冷却系统、电气控制等众多复杂设备和系统,任何环节的故障都可能引发严重的后果。通过定期的维修和检查,可以及时发现潜在的安全隐患并进行处理,从而确保核电站的安全稳定运行。

其次,维修工作有助于预防设备故障的发生。在核电站运行过程中,设备会受到各种因素的影响,如磨损、老化、腐蚀等。通过定期的维修和保养,可以及时发现并解决这些问题,防止设备故障的发生,减少停机时间和维修成本。

最后,核电站维修工作对于促进核电发展具有重要意义。随着全球对清洁能源需求的不断增加,核电作为一种高效、清洁的能源形式,将在未来发挥更加重要的作用。而维修工作作为保障核电站安全稳定运行的基础,将为核电的发展提供有力支持^[1]。

2 辐射防护管理的必要性

首先,辐射防护管理是保障人员健康安全的基石。在核电站的维修工作中,人员往往面临着不同程度的辐射风险。有效的辐射防护管理能够减少辐射暴露,降低人员受到辐射伤害的可能性,确保维修工作的安全进行^[2]。

其次,辐射防护管理有助于降低辐射污染风险。辐射污染不仅可能对人员的健康产生长期影响,还可能对周围的生态环境造成破坏。通过实施严格的辐射防护管理措施,可以有效地防止辐射泄漏和扩散,保护环境和生态的安全。

最后,辐射防护管理也是维护公众利益的重要手段。核电站作为公共能源设施,其运行状况和安全性能直接关系到公众的生活和福祉。加强辐射防护管理,提升核电站的安全水平,有助于增强公众对核电站的信任和支持^[3]。

3 辐射风险识别与分析

3.1 辐射源与辐射类型识别

辐射源与辐射类型的识别在辐射防护管理中是至关重要的,因为不同的辐射源和类型可能带来不同的风险和危害。以下是一些关于辐射源与辐射类型识别的方法和要点:

3.1.1 辐射源识别。①辐射源清单: 首先,需要编制一份详

细的辐射源清单,列出核电站内所有可能产生辐射的设备、物质或区域。这包括核反应堆、放射性物质存储区、辐射处理设备等。②设备标识与记录:每个辐射源设备都应有明显的标识,标明其辐射类型、强度及安全操作要求。同时,应建立辐射源设备的记录系统,包括设备的运行状态、维修记录及辐射水平监测数据等。

3.1.2辐射类型识别。①辐射类型分类:辐射可以根据其能量高低及电离物质的能力分为电离辐射和非电离辐射。电离辐射包括 α 射线、 β 射线、 γ 射线、中子和X射线等,具有较高的能量和较强的电离能力。非电离辐射则包括电磁辐射等,能量较低,一般不会导致物质电离。②辐射监测设备:使用专业的辐射监测设备,如辐射剂量仪、辐射探测器等,可以对辐射类型进行识别和测量。这些设备能够检测不同类型的辐射,并给出相应的剂量或强度读数。③脉内特征分析法:对于复杂的辐射信号,可以采用脉内特征分析法进行识别。通过分析辐射信号的脉内特征,如频率、波形等,可以区分不同的辐射类型和来源。

在进行辐射源与辐射类型识别时,还需要注意以下几点:

①安全性:在进行辐射源识别和辐射类型监测时,必须确保操作人员的安全。使用适当的防护装备,遵循安全操作规程,避免直接暴露于辐射源。②准确性:辐射类型和剂量的测量必须准确可靠。使用经过校准和验证的监测设备,定期进行设备维护和校准,确保测量结果的准确性。③及时性:在发现辐射源或辐射类型异常时,应及时采取措施进行处理和报告。避免延误导致辐射风险的进一步扩大。

3.2风险等级划分与评估

3.2.1辐射风险等级划分。辐射风险等级是对辐射环境可能导致的危害程度进行的分类和定级,旨在针对不同等级的风险采取相应的管理和防护措施。通过划分风险等级,可以更加清晰地认识辐射风险的严重性,并为决策提供科学依据。辐射风险等级的划分主要依据辐射剂量、辐射源性质、工作环境等因素。具体来说,包括辐射剂量的测量值、辐射源的种类和强度、工作场所的布局 and 防护设施等。根据风险等级的不同,各级风险具有不同的特点。一般来说,低风险等级的辐射环境相对安全,但仍需采取一定的防护措施;中等风险等级的辐射环境可能存在一定的危害,需要更加严格的管理和控制;而高风险等级的辐射环境则可能带来严重的健康威胁,需要采取紧急措施予以应对。辐射风险等级的影响因素众多,包括辐射源的强度、稳定性、持续时间等,以及工作环境的通风情况、人员密度等。此外,防护设施的有效性、人员的辐射防护知识和技能等也是影响风险等级的重要因素^[4]。

3.2.2辐射风险评估。①辐射剂量水平。辐射剂量水平是评估辐射风险等级的关键因素。通过对辐射源的强度、距离以及暴露时间的测量和计算,可以确定不同区域的辐射剂量水平。这些剂量水平将作为后续评估的基础数据,帮助我们判断辐射对人体和环境可能造成的潜在影响。②辐射源性质。辐射源性质是评估辐射风险的另一个重要指标。不同性质的辐射源具有不

同的穿透能力、半衰期和生物效应。在评估过程中,我们需要深入了解辐射源的种类、能量分布以及稳定性等信息,以便准确判断其可能带来的风险。③暴露途径分析。暴露途径分析是评估辐射风险等级的必要步骤。人员可能通过吸入、食入、皮肤接触等途径暴露于辐射环境中。我们需要分析各种暴露途径的可能性及其对应的辐射剂量,以确定最主要的暴露途径,为制定针对性的防护措施提供依据。④辐射监测情况。辐射监测情况是评估辐射风险等级的重要依据。我们需要定期对辐射环境进行监测,了解辐射剂量水平的变化趋势和分布情况。通过监测数据的收集和分析,我们可以及时发现潜在的安全隐患和风险点,为风险评估和管理提供有力支持。

4 辐射监测体系

4.1监测点的设置与布局

在辐射源附近及人员密集区设置固定监测点与移动监测点,固定点用于长期连续监测,移动点用于灵活应对突发情况,确保监测数据的代表性和准确性。根据辐射源的分布特点,采取网格化布局,确保监测点分布均匀,覆盖全面。同时根据监测数据的分析结果,适时调整监测点的位置和数量,以提高监测效率和准确性。还需要考虑环境因素如风向、地形等,以及人员活动规律,确保监测点的设置科学合理。

4.2实时监测与数据记录

4.2.1实时监测方法与原理:采用高灵敏度传感器,通过非接触式测量,实时监测环境中的辐射剂量率。

4.2.2传感器部署与选型:根据监测区域的特点,合理部署传感器,并选择性能稳定、精度高的设备。

4.2.3数据传输与处理:实时监测数据通过无线或有线方式传输至数据中心,经处理后生成辐射剂量率曲线。

4.2.4实时数据可视化:利用图表、图像等形式展示实时数据,便于管理人员直观了解辐射情况。

4.2.5数据记录与存储:所有实时监测数据均被完整记录并存储,以供后续分析和比对。

5 防护设施与设备配置

5.1个人防护用品的选择与使用

5.1.1防护服(纸衣/铅衣)。防护服是防止辐射物质直接接触皮肤的关键装备。应根据污染防护或剂量防护的不同,纸衣选择具有良好韧性和隔水性的材料制成,铅衣选择具有优良屏蔽性能的材料制成,并具备轻便、透气、易清洁等特点。对于不同辐射级别的维修任务,应选择相应级别的防护服^[5]。

5.1.2防护手套与鞋。防护手套和鞋是防止辐射物质通过手部和脚部进入人体的重要防线。手套应选用抗辐射、防滑、耐磨的材料,并确保手部活动自如;鞋子则应具备抗辐射、防滑、抗静电等性能,以确保维修人员在工作中的安全。

5.1.3面部防护设备。面部防护设备包括防护眼镜和面罩,用于防止辐射物质飞溅或辐射光线直接照射面部。这些设备应具备清晰度高、抗辐射性能好等特点,以确保维修人员在操作过程中的视线不受影响。

5.1.4呼吸防护装置。呼吸防护装置用于防止维修人员吸入放射性尘埃或有害气体。应根据工作环境中的辐射水平和有害物质的种类选择合适的呼吸防护装置,如防尘口罩、防毒面具等。

5.2辐射屏蔽设施的配置与优化

5.2.1辐射屏蔽设施配置。在核电站维修过程中,辐射屏蔽设施的配置是确保维修人员安全的关键措施。这些设施包括屏蔽墙、屏蔽门、屏蔽罩等,用于阻挡或减少辐射源的泄漏和扩散。配置时应根据维修区域的辐射水平、工作性质及人员活动情况,合理确定屏蔽设施的类型和数量。

5.2.2材料选择与优化。材料选择直接关系到辐射屏蔽效果的好坏。在选择材料时,应考虑其屏蔽性能、机械强度、耐腐蚀性等因素。同时,随着科技的发展,新型屏蔽材料不断涌现,应关注材料的优化和升级,提高屏蔽设施的效能。

5.2.3布局设计与调整。合理的布局设计能够有效提高辐射屏蔽设施的效能。在设计过程中,应充分考虑辐射源的位置、方向及强度,以及维修人员的工作路径和停留时间。布局调整后,应进行实际测试,确保屏蔽设施的效能达到预期目标。

5.3剂量测量设备维护与管理

5.3.1设备维护内容。设备维护是确保辐射防护设施正常运行的关键。维护内容主要包括:检查设备的完整性、评估其防护性能、清洁表面污染物、润滑运动部件等。针对不同类型的辐射防护设备,如屏蔽门、防护服、呼吸器等,需制定具体的维护计划和操作规范。

5.3.2定期检查与清洁。定期检查是设备维护的重要环节。通过定期检查,可以及时发现潜在的安全隐患和性能下降问题。清洁工作同样重要,它能够有效去除设备表面的尘埃、油污等污染物,保持设备的清洁度和防护性能。检查与清洁工作应定期进行,并记录详细情况,以便后续分析和改进。

5.3.3零部件更换与记录。对于损坏或老化的零部件,应及时进行更换。在更换过程中,应确保新零部件的型号、规格与原部件相符,以保证设备的正常运行和防护性能。同时,应建立完善的更换记录,包括更换时间、部件名称、更换原因等信息,以便后续管理和追溯。

6 人员培训与资质管理

辐射防护管理是核电站维修中的关键环节,人员培训与资质管理尤为重要。首先,通过培训,维修人员需深刻理解辐射防护的重要性,掌握正确的防护知识和技能。培训内容包括辐射基础知识、防护装备使用、操作规程等,通过理论授课与实际操作

相结合的方式,确保培训效果。在操作过程中,维修人员必须严格遵守防护装备与操作规范,确保自身安全。同时,紧急救援与预案培训也必不可少,以便在紧急情况下迅速作出反应。

资质管理与认证是确保维修人员具备相应能力的重要手段。维修人员必须取得相关资质授权,方可从事辐射防护工作。此外,实践经验与技能提升同样关键,维修人员应通过不断的实践和学习,提高应对复杂辐射环境的能力。

7 安全防护制度建立与执行

核电站维修中,建立并严格执行安全防护制度对于确保人员安全与环境保护至关重要。安全防护制度的建立需基于相关法律法规与行业标准,并结合核电站实际情况进行细化和完善。制度内容包括但不限于辐射防护要求、安全操作规程、应急响应机制等,旨在规范维修人员的行为,降低辐射风险。同时,制度还需明确各级人员的职责与权限,确保安全责任落实到人。

在执行安全防护制度方面,核电站应加强监督检查,确保维修人员严格遵守制度要求。对于违反制度的行为,应予以严肃处理,以儆效尤。此外,还应定期组织制度培训和演练,提高员工的安全意识和应急处理能力。通过建立并执行科学有效的安全防护制度,核电站维修中的辐射防护管理水平将得到显著提升,为核电站的安全稳定运行奠定坚实基础。

8 总结

综上所述,核电站维修中的辐射防护管理是一个系统而复杂的过程,需要我们从多个方面入手,确保维修工作的安全进行。通过实施以上措施,我们能够更为核电站维修工作提供更加安全、可靠的辐射防护保障。

【参考文献】

- [1]苟荣俊.中核运行二厂大修辐射防护管理经验[J].能源与节能,2015(08):73-74.
- [2]袁微微.当前我国核电站辐射防护需要重点考虑和解决的问题[J].科技视界,2019(22):95-96.
- [3]唐洋.核电厂辐射防护业务分析与信息化管理思路[J].物联网技术,2022,12(04):63-66.
- [4]王川,何俊男,沈恩伟.对集体剂量概念在核电站辐射防护管理中角色的理解和思考[J].辐射防护,2023,43(06):598-602.
- [5]周云龙.辐射防护管理与安全对策分析[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2017(09):21-22.

作者简介:

吕少豪(1991--),男,汉族,广东省深圳市人,本科,中广核核电运营有限公司,安全工程师,研究方向:辐射防护。