

Exploration of the Three in One Training Model for High Skilled Talents in Nuclear Power Maintenance and Inspection: Skills, Safety, and Nuclear Culture

Xiao Jiang

China Nuclear Industry Second and Third Construction Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518120, China

Abstract

Against the backdrop of the “dual carbon” goal and the continuous promotion of energy structure transformation, nuclear power, as an important clean base load energy, has put forward higher requirements for highly skilled maintenance personnel for its safe and stable operation. The nuclear power inspection and maintenance operations have significant characteristics such as technical complexity, highly concentrated risks, and strict procedural constraints. The talent training model based solely on operational skills is no longer suitable for the practical needs of nuclear safety management for “zero errors and zero tolerance”. In response to the problem of the disconnect between skill training, safety education, and nuclear culture cultivation in the existing training system, this study believes that embedding safety requirements into the skill training process and internalizing behavior through nuclear safety culture guidance can help improve the standardization of operation, consistency of safety behavior, and risk prevention and control capabilities of maintenance personnel. This model provides a systematic and scalable practical path for the cultivation of highly skilled personnel in nuclear power maintenance and repair, and has important theoretical value and practical significance for improving the safety level of nuclear power operation.

Keywords

nuclear power inspection and maintenance; High skilled talents; Trinity training model; Safety literacy

“技能—安全—核文化”三位一体的核电检维修高技能人才培养模式探索

蒋小

中国核工业二三建设有限公司，中国·广东 深圳 518120

摘 要

在“双碳”目标和能源结构转型持续推进的背景下，核电作为重要的清洁基荷能源，其安全稳定运行对高技能检维修人才提出了更高要求。核电检维修作业具有技术复杂、风险高度集中、程序约束严格等显著特征，单一以操作技能为核心的人才培养模式已难以适应核安全管理对“零失误、零容忍”的现实需求。针对现有培养体系中技能训练、安全教育与核文化培育相互割裂的问题，本文研究认为，将安全要求内嵌于技能训练过程，并通过核安全文化引导行为内化，有助于提升检维修人员作业规范性、安全行为一致性和风险防控能力。该模式为核电检维修高技能人才培养提供了系统化、可推广的实践路径，对提升核电运行安全水平具有重要的理论价值与现实意义。

关键词

核电检维修；高技能人才；三位一体培养模式；安全素养

1 引言

在“双碳”目标和能源结构深度调整背景下，核电作为稳定、清洁、可规模化发展的重要基荷能源，其安全高效运行对高素质技术技能人才提出了更高要求。核电检维修岗位作为保障核电机组长期安全稳定运行的关键环节，具有技术复杂度高、作业风险大、标准约束严、责任后果重等显著

特征。与传统工业设备检修不同，核电检维修不仅依赖扎实的专业技能，更高度依赖安全意识、程序执行力以及深植于从业人员内心的核安全文化。实践表明，单纯以技能训练或操作熟练度为核心的人才培养模式，已难以适应核电检维修对“零失误、零容忍”的现实要求。如何在人才培养全过程中实现技术技能、安全素养与核文化认同的协同塑造，成为核电企业与职业教育体系亟需回应的重要课题。^[1]

【作者简介】蒋小（1987—），女，中国湖南宁远人，本科，助理工程师，中级经济师，从事核电工程管理研究。

2 核电检修高技能人才培养的现实需求与问题分析

2.1 核电检修岗位能力结构的现实需求特征

核电检修岗位是保障核电机组安全、稳定、长周期运行的重要技术支撑，其岗位能力要求显著区别于常规工业设备检修岗位。从工作内容看，核电检修不仅涉及机械、电气、仪控等多专业交叉操作，还高度依赖标准化程序执行、风险预判能力与团队协同水平。随着核电机组向大型化、复杂化和长寿命运行方向发展，检修工作逐步由事后修复向预防性维护、状态检修和寿期管理转变，对人员综合素质提出了更高要求。

在能力结构层面，核电检修高技能人才不仅需要具备扎实的操作技能和设备认知能力，还必须能够在复杂工况和高风险环境下严格遵循作业程序，准确识别潜在风险并采取规范应对措施。这意味着，岗位能力已不再是单一技能熟练度的体现，而是技术能力、安全意识与规范执行能力的综合结果。从行业实践来看，当前核电企业普遍面临检修任务密集、作业窗口期短、人机协同复杂等现实情况，高技能

人才不仅要“做得对”，更要“在任何情况下都坚持正确做法”。这客观上要求人才培养模式能够在技术训练阶段同步塑造稳定的安全行为模式和高度一致的核安全价值认同，为后续岗位实践奠定可靠基础。

2.2 现有人才培养模式存在的主要问题

从现有培养实践看，核电检修高技能人才培养仍以技能训练为主线，安全教育和核文化培育在内容结构和实施方式上相对分离。技能培训侧重于操作流程和工艺标准，强调动作规范和结果达标，但对操作背后的系统风险机理和安全逻辑关注不足，容易导致学员形成“照章操作”的表层认知，而缺乏对异常工况的深入理解。安全教育多以制度宣贯、事故通报和集中培训形式开展，与具体技能训练场景结合不够紧密，安全要求在实际操作中容易被视为外在约束。为更加直观地反映当前培养模式与岗位需求之间的差距，可从能力要素角度进行对比分析，如表1所示。可以看出，现行模式在技能培养方面相对成熟，但在安全素养的情境化训练和核文化的系统内化方面仍存在明显不足，这也成为制约核电检修队伍整体安全水平提升的重要因素。^[2]

表1 核电检修高技能人才岗位需求与现行培养侧重点对比

能力维度	岗位实际需求特征	现行培养侧重点	存在的主要不足
技能能力	多专业协同、复杂工况操作	单项技能与流程训练	综合分析与应变能力不足
安全素养	风险预判、严格程序执行	制度宣贯与案例教育	与操作场景融合度不高
核文化认同	安全价值内化、责任意识稳定	理念性教育为主	行为层面转化不足

总体来看，现有培养模式在结构上呈现出“技能强、安全弱、文化虚”的特征，难以全面支撑核电检修对高可靠性、高一致性行为的要求。这一现实问题，正是构建“技能—安全—核文化”三位一体培养模式的直接动因和现实基础。

3 “技能—安全—核文化”三位一体培养模式结构构建

3.1 三位一体培养模式的内涵界定与逻辑关系

“技能—安全—核文化”三位一体培养模式，是在核电检修高风险、高规范、高责任属性基础上形成的一种系统化人才培养理念，其核心在于将技术技能训练、安全素养培育与核安全文化内化视为同一培养体系中的不同层级要素，而非相互割裂的独立模块。从能力生成逻辑看，技能是检修人员完成作业任务的基础条件，安全是技能应用的边界约束，而核文化则是引导个体行为选择和价值判断的深层驱动因素，三者共同决定了检修行为的可靠性与一致性。^[3]

在传统培养模式中，技能通常被视为“显性能力”，可以通过反复训练和考核快速形成；安全更多体现为“外在规范”，依赖制度约束和监督机制维持；核文化则被理解为“软性理念”，对实际行为的影响往往具有不确定性。而三位一体培养模式强调，应通过系统设计使三者在培养过程中

形成递进关系和协同机制，使安全要求内嵌于技能训练过程之中，并通过核文化的价值引导实现安全行为的长期稳定保持。在这一逻辑框架下，技能不再是孤立的操作能力，而是“受安全约束的技能”；安全不再是被动遵循的规则，而是“技能的一部分”；核文化也不再停留于口号层面，而是通过反复实践转化为自觉行为。

3.2 基于三位一体理念的培养结构与要素构成

在具体结构设计上，三位一体培养模式应围绕核电检修岗位能力要求，对技能、安全与核文化要素进行系统整合，构建层次清晰、相互支撑的培养体系。在技能层面，应以岗位能力标准为核心，突出对设备机理、系统逻辑和典型工况的理解，避免单纯以动作熟练度作为评价依据。通过仿真训练、情景化实操和现场实践相结合，使学员在掌握操作流程的同时，能够理解每一技术动作对系统安全的影响。在安全层面，应将风险识别、作业前分析、过程控制和事后复盘等安全管理要素嵌入技能训练全过程，使安全要求不再以独立课程形式存在，而是转化为操作技能的必要组成部分。通过反复训练，使学员形成在任何作业开始前主动进行风险评估、在作业过程中严格执行核对程序的行为习惯，从而实现安全意识向安全能力的转变。在核文化层面，应通过制度设计和教学组织，将“安全第一、责任至上、程序至上”的价值理念持续强化于培养全过程。核文化培育的重点不在于

概念灌输,而在于通过典型事件分析、经验传承和情境反思,引导学员理解违规操作和程序偏离的潜在后果,使其在心理层面形成对核安全红线的高度敬畏。这种内化过程,是保障技能和安全要求在实际工作中长期稳定执行的关键。^[4]

为更清晰地呈现三位一体培养模式的结构特征及其内在关系,可从培养目标、核心内容与作用机制三个维度进行概括,如表2所示。可以看出,该模式通过结构化设计,实

现了能力培养由“技能导向”向“安全与文化协同导向”的转变,为核电检修高技能人才培养提供了系统化路径。

总体而言,“技能—安全—核文化”三位一体培养模式通过对培养要素的系统整合,突破了传统单一技能导向的人才培养局限,使检修人员在能力、意识与价值层面形成高度一致的安全取向,为后续培养模式实施路径和实践效果分析奠定了坚实理论基础。

表2 “技能—安全—核文化”三位一体培养模式结构特征

培养维度	核心内容	主要作用机制
技能培养	操作规范、设备机理、系统逻辑	夯实岗位履职能力基础
安全培育	风险识别、程序执行、过程控制	约束技能应用边界
核文化塑造	安全价值、责任意识、行为自觉	稳定安全行为取向

4 “技能—安全—核文化”三位一体培养模式的实施路径与运行机制

4.1 面向岗位全周期的分阶段实施路径设计

在核电检修高技能人才培养实践中,三位一体模式的有效运行,依赖于与岗位成长规律相适应的分阶段实施路径设计。从人员能力发展周期看,检修人员通常经历由入岗适应、能力提升到骨干成熟的递进过程,不同阶段对技能、安全与核文化的侧重要求存在明显差异。因此,培养模式应围绕岗位全周期进行系统规划,避免“一次性培训”或“阶段割裂”的问题。

在入岗与基础阶段,培养重点应放在通用技能、安全底线意识和核电行业基本规范的建立上。通过标准化操作训练与安全基本原则的同步引导,使学员在初期即形成“技能必须服从安全”的认知框架。这一阶段的核文化培育,应侧重于帮助学员理解核电行业的特殊性和安全责任的严肃性,为后续能力提升奠定价值基础。在能力提升阶段,培养重点逐步转向复杂工况下的综合能力训练。通过情景模拟、跨专业协同演练和典型故障处置训练,将安全管理要素深度嵌入技能实践之中,引导学员在面对时间压力和任务复杂性时,仍能坚持程序执行和风险控制要求。此阶段核文化培育的核心,在于通过反思性学习强化安全责任意识,使学员逐步由“被要求守规”向“主动守规”转变。在成熟与骨干阶段,培养目标则侧重于能力传承与行为示范。通过参与关键检修任务、技术改进和经验总结工作,使人员在实践中深化对核安全文化的理解,并在团队中发挥示范引领作用。这一阶段的三位一体培养,更多体现为对稳定安全行为模式的持续巩固,是保障核电检修队伍长期安全可靠运行的重要支撑。

4.2 三位一体培养模式的运行机制与保障条件

为确保三位一体培养模式在实际运行中取得稳定成效,还需构建与之相匹配的运行机制和保障体系。在组织层面,应通过岗位能力标准与培训体系的衔接,将技能、安全与核文化要求统一纳入培养目标和考核体系,避免不同部门各自

为政。通过制度设计,使三位一体理念转化为可执行的培训流程和评价标准,从而形成长效运行机制。

在教学与训练层面,应强化情景化和过程性评价导向,改变以结果考核为主的传统评价方式。在技能考核中同步考察安全行为和程序执行情况,使安全表现成为技能合格的必要条件;在安全评价中引入行为观察和过程记录,提升评价的客观性与针对性;在核文化培育方面,则通过持续跟踪学员行为变化,评估价值内化程度。这种多维度评价机制,有助于推动三位一体培养要求在实践中真正落地。在资源与环境保障方面,应注重发挥师资队伍和实践平台的协同作用。具有丰富现场经验和良好安全记录的技术骨干,应在培养过程中承担示范和引导职责,通过言传身教强化核文化影响。^[5]

5 结语

核电检修高技能人才培养是一项系统性、长期性工程,其目标不仅在于满足岗位操作需求,更在于构建支撑核电安全运行的人才基础。“技能—安全—核文化”三位一体培养模式,通过打破传统分割式培养思路,实现了能力训练、行为约束与价值引导的深度融合,为核电检修人才高质量培养提供了可行路径。如今可以在持续总结实践经验的基础上,不断完善培养机制,使该模式在更大范围内推广应用,为中国核电事业安全、稳定、可持续发展提供坚实的人才保障。

参考文献

- [1] 罗慧. 核电大型阀门密封面自动研磨机器人设计与建模[J]. 中国科技信息, 2023, (09): 76-78.
- [2] 王彦翔. 核安全文化在核电检修领域的应用[J]. 劳动保护, 2022, (12): 46-47.
- [3] 徐康. 助力保障我国大陆所有商运核电站运维安全[J]. 中国核电, 2022, 15(02): 285-286.
- [4] 马驰. Z核电检修公司发展战略研究[D]. 大连理工大学, 2021. DOI: 10.26991/d.cnki.gdllu.2021.002201.
- [5] 朱志强, 王晓儒. 核电厂数字化检修管理平台设计与实践[J]. 设备管理与维修, 2020, (10): 23-25. DOI: 10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2020.05D.11.