

高风险环境中的特种设备维护与修理策略

王海宝¹, 于志鹏²

(1. 潍坊市特种设备检验研究院, 山东 潍坊 261100;
2. 潍坊市寒亭区市场监督管理局, 山东 潍坊 261100)

摘要 特种设备在高风险环境中的维护与修理工作直接关系到生产安全和环境保护。本文针对高风险环境下特种设备的维护与修理进行了深入研究, 通过实地调查与数据分析, 提出了一套可行的维护与修理策略, 包括定期检查与保养、预防性维护技术应用、特种设备维护管理系统建设、高风险环境中的特种设备修理技术创新以及安全管理与应急响应等, 以确保设备的可靠运行和工作环境的安全, 希望这些策略的实施能对降低事故风险、保护人员和设备的安全有所裨益。

关键词 特种设备; 高风险环境; 维护修理; 安全管理
中图分类号: TH17 **文献标志码**: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0103-03

高风险环境对特种设备的可靠性和安全性提出了更高的要求。设备面临的高温、高压、腐蚀等恶劣工况, 增加了其故障和事故的风险^[1]。同时, 一旦发生事故, 其后果往往是灾难性的, 可能导致重大人员伤亡和环境污染。因此, 加强高风险环境中特种设备的维护与修理至关重要。科学合理的维护与修理策略, 可以有效降低设备的故障率, 延长其使用寿命, 从而减少事故发生的概率^[2]。基于此, 本文针对高风险环境中特种设备维护与修理中存在的问题和挑战, 通过深入调研和数据分析, 提出了一系列解决方案和策略。

1 高风险环境中的特种设备现状分析

1.1 高风险环境中的特种设备种类与分布

在高风险环境中, 各种特种设备的种类与分布情况对于维护与修理策略的制定至关重要。高风险环境中的特种设备分布在不同高风险环境中存在差异, 种类繁多, 包括压力容器、输送管道、危险化学品储罐、起重机械、高温设备等。这些设备在危险物质生产、处理、运输等环节中扮演着重要的角色。表 1 统计了不同种类特种设备在高风险环境中的占比情况。

表 1 高风险环境中特种设备种类占比情况

特种设备种类	占比 (%)
压力容器	35
输送管道	25
危险化学品储罐	15
起重机械	10
高温设备	15

1.2 高风险环境中的特种设备运行状态与存在的问题

特种设备的运行状态直接关系到工作环境的安全性。根据最近的监测数据, 高风险环境中的特种设备整体运行状况如下: 85% 的设备处于正常运行状态; 10% 的设备存在轻微问题, 需要定期检查与维护; 5% 的设备存在严重问题, 需要紧急修理或更换^[3]。

特种设备在高风险环境中面临多种问题。一是老化和腐蚀: 由于长期使用和高风险环境的影响, 许多设备出现了老化和腐蚀现象, 增加了安全风险; 二是操作不当: 设备的操作不当导致安全事故的发生, 需要更严格的培训和操作规范; 三是设备设计不合理: 一些设备在设计上存在缺陷, 需要改进以提高其可靠性; 四是紧急维修难度大: 部分设备由于特殊性质, 紧急维修非常困难, 需要有应急响应预案。

1.3 高风险环境中的特种设备维护与修理需求分析

特种设备维护与修理需求分析有助于确定不同特种设备的维护与修理策略。根据设备运行状态和存在的问题, 维护与修理需求可以分为以下几类: 一是定期维护。对于处于正常运行状态的设备, 应制定定期维护计划, 以确保其保持在良好状态; 二是预防性维护。对于存在轻微问题的设备, 应采取预防性维护措施, 防止问题进一步恶化; 三是紧急维修。对于存在严重问题的设备, 需要立即进行紧急维修, 以降低事故风险。

另外, 应制定详细的特种设备维护与修理计划, 包括材料和技术的选择, 以确保设备在修理后能够安全运行。此外, 还需要建立应急响应预案, 以便在事故发生时能够及时采取行动。

2 高风险环境中的特种设备维护策略研究

2.1 定期检查与保养

定期检查与保养是维护高风险环境中特种设备的重要策略之一。通过定期检查与保养，可以发现设备的潜在问题，提前采取措施，延长设备的使用寿命，降低事故风险。

定期检查与保养应遵循以下步骤：一是检查设备状态。定期检查应包括对设备的全面外观检查和内部检查。外观检查主要用于发现设备表面的损坏、腐蚀和泄漏等问题，而内部检查需要更高级别的技术和设备，用于检测设备内部的缺陷和异常；二是清洁与润滑。定期保养包括清洁设备表面，去除污垢和腐蚀产物，以及润滑设备的关键部件，确保其正常运行；三是测试与校准。对于需要精确测量的设备，定期检查应包括测试和校准步骤，以确保设备的准确性；四是记录与报告。所有的定期检查和保养活动都应有详细的记录和报告，包括问题的描述、维护措施和结果，以便未来参考和分析^[4]。

定期检查与保养的频率应根据设备类型、使用条件和历史性能等因素而定。一般而言，设备越关键，检查与保养的频率就越高。例如，对于高风险的压力容器，可能需要每季度或每月进行检查与保养，而对于一般的设备，每半年或每年一次可能就足够了。

2.2 预防性维护技术

预防性维护技术是提前预防设备问题的策略，以减少突发故障和事故的发生。这些技术主要包括以下几个方面：一是检测技术的应用。利用先进的检测技术，如红外热像仪、超声波检测、振动分析等，可以对设备进行实时监测，及时发现异常，并采取措施进行维修。这些技术的应用可以大大提高设备的可靠性；二是材料选用与改进。选择耐腐蚀、高强度的材料，以减少设备的老化和腐蚀问题。此外，还可以对设备的材料进行改进，提高其抗腐蚀性能；三是设备改进与优化。通过改进设备的设计和工艺，可以提高其性能，降低故障率。例如，增加设备的冗余性、改进密封结构等措施都可以提高设备的可靠性；四是维护规程的优化。制定详细的维护规程，包括预防性维护计划、维修标准和工作流程，确保维护工作的高效性和可操作性；五是数据分析与预测。利用大数据分析和机器学习等技术，对设备运行数据进行分析，预测设备的故障和维护需求，以便提前采取措施。

2.3 特种设备维护管理系统建设

为了有效管理高风险环境中的特种设备维护工作，建立维护管理系统是至关重要的。该系统应包括以下

关键要素：一是设备信息管理。建立设备台账，记录设备的基本信息、维护记录和历史性能数据。这些信息有助于了解设备状态和维护需求；二是维护计划与排程。制定详细的维护计划，包括定期检查、保养和维修计划，合理安排维护工作的时间和人力资源；三是维护人员培训。为维护人员提供必要的培训和技能提升机会，确保他们具备维护设备所需的知识和技能；四是故障报告与应急响应。建立故障报告系统，使维护人员能够及时报告设备问题，同时建立应急响应预案，以便在事故发生时能够快速采取行动。在特种设备维护管理系统建设过程中，信息技术的应用将起到关键作用，可以实现数据的集中管理和分析，提高管理的精确度和实时性。

3 高风险环境中的特种设备修理技术创新

3.1 高风险环境下的特种设备修理难题

在高风险环境中，特种设备的修理难题是一项极具挑战性的任务。这些难题涉及安全性、技术复杂性和环境限制等多方面因素，需要创新的技术和方法来应对。高风险环境下的修理难题包括但不限于：一是安全性挑战。修理特种设备可能需要在危险环境中进行，如高温、高压或有毒气体环境，因此需要确保维修人员的安全；二是设备复杂性。一些特种设备在结构和工艺上非常复杂，修理难度大。例如，压力容器内部的焊接和密封问题需要高度专业的技能；三是材料选择。选择合适的材料进行修理是关键问题。在高风险环境中，需要考虑材料的抗腐蚀性、耐高温性和耐高压性；四是技术限制。一些设备可能无法离线修理，需要在设备运行的情况下进行维修，这增加了修理的难度。

3.2 新材料在修理中的应用

新材料的应用在解决高风险环境中特种设备修理难题方面具有重要意义。新材料的研发和应用可以提高设备的抗腐蚀性、耐高温性和耐高压性，从而增加修理的成功率和设备的可靠性。新材料的应用包括以下方面：一是高温材料。在高温环境中，一些传统材料可能不适用。新材料如高温合金和陶瓷材料可以用于修理高温设备，提高其耐高温性能；二是抗腐蚀材料。在腐蚀性环境中，选择抗腐蚀材料可以延长设备的使用寿命。新型抗腐蚀涂层和复合材料可以用于修理设备的腐蚀部件；三是高强度材料。一些特种设备需要承受高压或高载荷，新型高强度材料可以用于修理设备的受力部件，提高其耐压性能；四是导热材料。在一些高温设备的修理中，需要选择良好的导热材料，以确保设备在高温条件下不会过热。新材料的应用需要与

先进的制造和加工技术相结合，以确保材料的性能和质量。这可能涉及先进的焊接技术、涂层技术和 3D 打印等。

3.3 维修技术培训与技能提升

为了应对高风险环境中的特种设备修理难题，维修技术培训和技能提升是不可或缺的。培训维修人员的技能可以提高修理的质量和安全性。维修技术培训应包括以下内容：一是安全培训：维修人员需要接受危险环境下的安全培训，包括应急响应、防护措施和事故处理等方面的培训；二是材料和设备培训：了解各种新材料的性能和应用，以及使用先进设备和工具的培训，有助于提高维修效率；三是技术培训：提供焊接、涂层、3D 打印等修理技术的培训，使维修人员能够掌握先进的修理技能。技能提升是一个持续的过程，需要不断更新和学习最新的修理技术和材料知识。维修人员可以参加专业的培训课程、研讨会和工作坊，以保持其技能的竞争力。

4 高风险环境中的特种设备安全管理与应急响应

4.1 安全管理体系建设

建立健全的安全管理体系可以有效降低特种设备事故发生的概率，保障人员和设备的安全。安全管理体系建设应包括以下内容：一是法规与标准遵守：确保特种设备的维护与修理工作符合国家法规和行业标准，严格执行安全规范；二是风险评估与管理：对高风险环境中的特种设备进行风险评估，识别潜在风险并采取措施进行管理，制定风险管理计划；三是安全培训与教育：为维护人员提供必要的安全培训和教育，确保他们了解安全操作规程和应急响应流程；四是安全审查与监督：定期进行设备安全审查，监督维护与修理工作的执行情况，及时发现和纠正问题。建设安全管理体系需要制定详细的安全政策和操作程序，确保每一项安全措施都得以贯彻执行。此外，应建立事故报告和处理机制，以便及时处理安全事件和事故。安全管理体系应与维护与修理策略相互配合，确保在维护和修理过程中安全问题能够被充分考虑和管理^[5]。

4.2 事故应急响应预案

事故应急响应预案是应对特种设备事故的关键工具。在高风险环境中，及时有效的应急响应可以最大程度地减少事故损失。事故应急响应预案应包括以下内容：一是事故分类与级别：明确定义各种可能的事故类型和级别，以便快速响应和采取适当的措施；二是应急响应组织与人员：明确应急响应的组织结构，确定责任人员及其职责，确保响应工作有序进行；三是应急设备与资源：准备应急设备和资源，如应急工具、防护装备、急救药品等，以便在事故发生时立即使用；

四是通信与联络：建立通信系统，确保与各方的联系畅通，包括维护人员、监管机构、应急救援部门等。事故应急响应预案需要根据特种设备的不同类型和高风险环境的特点进行定制化。不同设备可能面临不同的事故风险和应急要求，因此需要制定针对性的应急预案。随着技术的发展和环境的变化，应急响应预案需要保持灵活性，及时更新以应对新的挑战和问题，应急响应预案需要根据实际情况不断进行修订和改进。

4.3 设备事故案例分析

为了更好地理解高风险环境中特种设备事故的原因和应对方法，进行设备事故案例分析是非常有益的。通过分析实际事故案例，可以总结经验教训，提取通用的应急响应策略，并不断完善安全管理体系和应急响应预案。设备事故案例分析可以帮助识别事故的根本原因。通过分析事故的发生过程和相关数据，可以确定事故的起因是设备故障、操作错误、材料问题还是其他因素，从而有针对性地采取措施防止类似问题再次发生。设备事故案例分析有助于改进安全管理体系和应急响应预案。通过案例分析可以发现安全管理体系中的漏洞和不足之处，及时进行修订和改进，提高其适用性和可操作性。设备事故案例分析还可以加强人员的安全意识和应急响应能力。通过深入了解事故的情况和后果，维护人员和管理人员能够更加重视安全问题，提高事故应对的能力。

5 结束语

在高风险环境中，特种设备的维护与修理至关重要。本文通过对高风险环境中的特种设备现状进行深入分析，提出了一系列维护与修理策略，包括定期检查与保养、预防性维护技术、修理技术创新等。同时，安全管理与应急响应也是保障设备安全的关键环节。这些策略的实施将有助于确保设备的可靠运行，降低事故风险，保护人员和设备的安全。

参考文献：

- [1] 陈军胜, 吴凤英. 在用特种设备监督检查发现的安全隐患及风险分析[J]. 中国特种设备安全, 2022, 38(12): 72-77, 84.
- [2] 王高延. 特种设备检验检测机构仪器设备的管理对策[J]. 中国设备工程, 2022(18): 142-144.
- [3] 杨同军. 探究特种设备现场检验的信息化建设[J]. 中国设备工程, 2024(12): 182-184.
- [4] 周波涛, 杨周君. 特种设备安全性分析及预防措施研究[J]. 自动化应用, 2024, 65(10): 238-241.
- [5] 郭耀辉. 新形势下特种设备安全监察模式探讨[J]. 中国品牌与防伪, 2024(05): 67-70.