

船舶修造有限空间作业安全风险研究

邹 勇

上海中远海运重工有限公司 上海 202150

摘 要：船舶修造有限空间作业安全风险研究聚焦于识别、分析和控制作业过程中的潜在风险。本研究采用三角模糊事故树分析方法，构建船舶修造有限空间作业风险因素模型，揭示空间通风不足、监管失效及作业人员安全知识缺失等关键因素。通过量化分析各风险因素的模糊结构重要度，提出针对性的安全防范措施，包括加强危险源辨识、制定合理的作业程序和强化专项培训等。本研究为改善船舶修造有限空间作业的安全性提供科学依据和实践指导。

关键词：船舶修造；有限空间；作业安全风险

1 船舶修造有限空间作业概述

1.1 有限空间定义与特征

有限空间，在船舶修造及其他工业领域中，指的是一种有形的、与外界相对隔离的空间。这些空间可能是完全封闭的，如船舱、反应釜等，也可能是部分开放的，但其进出口通常较为狭窄或受限，如某些管道或检修口。有限空间是一个有形的、与外界相对隔离的空间，其范围可大可小，既可能是完全封闭的，也可能是部分开放的。有限空间的进出口设计往往不同于常规的人员通行通道，通常较为狭窄，给人员进出带来了一定的不便。有限空间在设计时并未遵循固定工作场所的规范和标准，如关于采光、照明、通风以及新风量的要求，因此其内部的气体环境往往无法保证安全。由于有限空间常常是封闭或部分封闭的，且其进出口设计狭小，加之未按固定工作场所进行设计，导致内部通风状况欠佳，容易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或氧含量不足。

1.2 有限空间作业内容与特点

在船舶修造领域，有限空间作业的内容十分广泛，清除与清理工作：如进入船舱进行清洁，或进入管道进行疏通。设备与设施的安装、替换及维修：如进入船舱内部进行设备安装或维修，或在管道中更换损坏的部件。涂装、防腐、防水及焊接等特殊作业：如在船舱内进行防腐处理，或在管道内进行焊接作业。巡检与常规维修：如定期对船舱或管道进行例行检查，以确保其正常运行。有限空间作业的特点主要包括：第一，高风险性。由于有限空间内部通风不良，有毒有害、易燃易爆物质容易积聚，且氧含量可能不足，因此作业过程中存在中毒、燃爆和缺氧等高风险^[1]。第二，作业环境复杂。有限空间的形状、结构和尺寸各异，且往往存在障碍物或设备，使得作业环境复杂多变。第三，作业难度

大。由于进出口受限，作业人员在有限空间内难以自由移动，且作业空间狭小，增加了作业的难度。第四，需要专业知识和技能。有限空间作业需要作业人员具备相关的专业知识和技能，如气体检测、机械通风、呼吸防护、应急救援等，以确保作业的安全进行。

2 船舶修造有限空间作业安全风险分析

2.1 中毒与窒息风险

在船舶修造有限空间作业中，中毒与窒息风险是首要考虑的安全隐患。由于有限空间往往通风不良，且可能积聚有毒有害气体，如焊接产生的有害气体、油漆挥发的有毒蒸气等，这些气体在密闭或半密闭的空间内难以散去，一旦作业人员长时间暴露在此类环境中，极易引发中毒反应。若空间内氧气含量不足，作业人员在缺乏有效呼吸防护的情况下进行作业，还可能导致窒息事故。中毒与窒息风险不仅威胁作业人员的生命安全，还可能导致严重的职业健康问题。

2.2 缺氧风险

缺氧风险是船舶修造有限空间作业中的另一大安全隐患。由于有限空间通常空间狭小且通风不畅，氧气供应不足，特别是在进行焊接、切割等作业时，会消耗大量氧气并产生有害气体，进一步加剧缺氧状况。作业人员若未佩戴氧气呼吸器或未进行充分的气体检测，进入缺氧空间作业，将面临严重的生命危险。缺氧不仅会导致作业人员体力下降、判断力减弱，还可能引发晕厥、休克甚至死亡。

2.3 火灾与爆炸风险

火灾与爆炸风险在船舶修造有限空间作业中同样不容忽视。有限空间内可能存放有易燃易爆物质，如油漆、溶剂、燃料等，一旦遇到明火、电火花或高温表面，就可能引发火灾或爆炸，由于空间狭小，火势蔓延速度快，人员疏散困难，一旦发生火灾或爆炸，后果将

不堪设想。

2.4 机械伤害与坠落风险

机械伤害与坠落风险也是船舶修造有限空间作业中常见的安全隐患。有限空间内可能配备有各种机械设备和工具,如起重机、钻床、砂轮机等,若操作不当或未进行必要的防护措施,作业人员极易受到机械伤害。由于有限空间往往位于高处或低洼地带,作业人员在作业时可能面临坠落风险。特别是在进行高空作业时,若未佩戴安全带或未设置安全网等防护措施,一旦发生坠落事故,将对作业人员的生命安全构成严重威胁^[2]。

3 船舶修造有限空间作业安全风险管理

3.1 风险评估与预防措施

船舶修造有限空间作业的安全风险管理始于全面而细致的风险评估。风险评估是一个系统性过程,旨在识别、分析并量化作业过程中可能遇到的各种风险,进而为制定预防措施提供科学依据。首先,需要识别出有限空间作业中可能存在的所有风险源,如有毒有害气体、缺氧环境、易燃易爆物质、机械设备以及作业环境本身的特点等。这要求企业具备丰富的行业经验和专业知识,能够准确判断各种潜在风险。在识别出风险源后,接下来要对这些风险进行深入分析,评估其发生的可能性和可能造成的后果。这通常涉及对历史数据的回顾、专家咨询以及模拟实验等手段,以确保分析的准确性和全面性。基于风险分析的结果,对风险进行量化评估,确定风险的优先级和紧急程度。这有助于企业合理分配资源,优先处理高风险项。根据风险评估的结果,制定相应的预防措施。这些措施可能包括改善通风条件、提供呼吸防护装备、安装安全监控设备、制定紧急疏散计划等。预防措施的制定应充分考虑作业环境的实际情况和作业人员的安全需求。在实施预防措施时,企业还需建立有效的监督机制,确保各项措施得到切实执行。

3.2 安全培训与应急演练

安全培训是提升作业人员安全意识、掌握安全技能的重要途径。在船舶修造有限空间作业中,企业应定期对作业人员进行安全培训,内容涵盖有限空间作业的安全规定、风险识别与评估方法、个人防护装备的正确使用、紧急情况下的自救与互救技能等。培训应采用多种形式,如课堂讲授、现场示范、模拟操作等,以确保培训效果。除了安全培训外,应急演练也是提高作业人员应急反应能力的重要手段,企业应定期组织有限空间作业应急演练,模拟真实事故场景,检验作业人员的应急反应速度和处置能力。演练结束后,应及时总结经验教训,对演练中发现的问题进行整改,不断完善应急预案。

案。通过安全培训和应急演练,企业可以构建起一支具备高度安全意识和应急反应能力的作业队伍,为有限空间作业的安全进行提供有力保障。

3.3 监管与法规遵循

在船舶修造有限空间作业安全风险管理中,监管与法规遵循是不可或缺的一环。政府监管部门应加强对企业有限空间作业安全管理的监督检查,确保企业严格遵守相关法律法规和标准规范。这包括对企业安全管理制度、风险评估与预防措施、安全培训与应急演练等方面的全面检查。企业应主动了解和遵循我国及地方关于有限空间作业安全管理的法律法规和标准规范,确保自身作业活动合法合规。这要求企业建立完善的安全管理制度,明确各级管理人员和作业人员的安全职责,确保各项安全措施得到有效执行^[3]。在监管与法规遵循方面,企业还应加强与政府监管部门的沟通协调,及时反馈作业中遇到的安全问题和困难,寻求政府部门的支持和帮助,积极参与行业自律组织的活动,分享安全管理经验,共同提升整个行业的安全管理水平。

4 船舶修造有限空间作业安全风险防范措施

4.1 安全管理制度建设

在船舶修造行业,有限空间作业的安全风险防范首先依赖于健全的安全管理制度。安全管理制度是确保作业安全、预防事故发生的基础,它规定了作业过程中应遵循的标准、程序和要求。企业应建立一套完整的有限空间作业安全管理制度,包括作业许可制度、风险评估制度、安全操作规程、应急响应预案等。这些制度应明确各级管理人员和作业人员的安全职责,确保各项安全措施得到有效执行。企业应实行安全责任制,明确各级管理人员和作业人员的安全职责和权力。从公司领导到一线员工,每个人都应清楚自己在安全管理工作中的位置和责任,确保安全管理工作层层落实,不留死角。企业应建立安全培训与教育制度,定期对作业人员进行有限空间作业安全知识的培训和教育。培训内容应包括有限空间作业的风险识别、安全操作规程、个人防护装备的正确使用、紧急情况下的自救与互救技能等。通过培训和教育,提高作业人员的安全意识和技能水平。企业应建立安全监督与考核机制,对有限空间作业过程进行全程监督,确保各项安全措施得到有效执行。定期对作业人员的安全行为进行考核,对违反安全规定的行为进行处罚,以儆效尤。

4.2 作业前准备工作

在有限空间作业前,企业应做好充分的准备工作,确保作业过程的安全。在作业前,企业应对有限空间进

行全面的风险评估,识别出可能存在的风险源和潜在危害。基于风险评估的结果,制定相应的预防措施,如改善通风条件、提供呼吸防护装备、安装安全监控设备等。企业应建立有限空间作业许可制度,作业前必须向相关部门申请作业许可,并经过审批后方可进行作业。作业许可申请应包括作业内容、作业时间、作业地点、作业人员、风险评估及预防措施等内容。在作业前,企业应确保作业人员配备了符合标准的个人防护装备,如安全帽、防护眼镜、防护手套、呼吸防护装备等。同时对个人防护装备进行检查,确保其完好有效。在作业前,企业应对作业人员进行安全交底,明确作业任务、作业风险、预防措施及应急措施。加强与作业人员的沟通,了解他们的身体状况和心理状态,确保作业人员能够胜任作业任务。

4.3 作业过程安全控制

在有限空间作业这一高风险环境中,企业必须采取严格的安全管理措施,以确保整个作业流程的安全无虞。作业过程中,通风条件的保障是首要任务,因为良好的通风可以有效防止有毒有害气体或缺氧环境的产生,从而保护作业人员的生命安全。对于自然通风条件不佳的有限空间,企业应积极安装机械通风设备,通过强制通风来确保空气流通,降低有害气体浓度,保持氧气充足。为了实时监测有限空间内的气体浓度和作业人员的安全状态,企业应安装先进的安全监控设备,如气体检测仪和视频监控设备等。这些设备能够及时发现异常情况,为作业人员提供预警,从而避免事故的发生^[4]。在作业过程中,企业还应严格要求作业人员遵守安全操作规程,正确使用个人防护装备,如安全帽、防护眼镜、呼吸器等,以减少意外伤害的风险。作业人员应保持高度警惕,时刻注意观察周围环境的变化,一旦发现异常情况,应立即报告并采取应急措施。企业还应加强对作业人员的监督和管理,确保他们始终处于安全状态。通过加强与作业人员的沟通与协调,企业可以确保信息传递的及时性和准确性,从而在发现异常情况或潜在风险时,能够迅速通知作业人员并采取措施进行处理,防止事态的进一步恶化。

4.4 应急救援措施

在有限空间作业中,应急救援措施是确保作业人员生命安全的最后一道防线。(1)应急预案的制定与演练:企业应制定详细的应急预案,明确应急响应流程、救援队伍组成、救援装备及物资配备等内容。定期组织应急救援演练,提高救援队伍的应急反应能力和协作能力。(2)应急救援装备及物资的配备:企业应配备符合标准的应急救援装备及物资,如呼吸器、救生绳、担架、急救箱等。同时对救援装备及物资进行定期检查和维修,确保其完好有效。(3)应急响应机制的建立:企业应建立应急响应机制,确保在发生紧急情况时能够迅速启动应急预案,组织救援队伍进行救援。加强与政府监管部门、医疗机构等外部救援力量的沟通协调,确保在紧急情况下能够获得及时有效的救援支持。(4)事故后的分析与总结:在发生有限空间作业事故后,企业应及时组织事故调查和分析,查明事故原因和教训。同时对事故处理过程进行总结和评估,提出改进措施和建议,防止类似事故的再次发生。

结束语

船舶修造有限空间作业安全风险研究是一个复杂而重要的课题。通过深入分析和研究,揭示了作业过程中存在的多种风险因素,并提出了有效的防范措施。安全风险防控是一项长期而艰巨的任务,需要企业、政府和作业人员共同努力。未来,将继续关注船舶修造有限空间作业安全领域的发展动态,不断完善和优化风险防控措施,为提升作业安全性贡献更多智慧和力量。

参考文献

- [1]张雅茹,盛进路,牛文斌.船舶修造有限空间作业安全风险研究[J].工业安全与环保,2024,50(11):54-59. DOI:10.3969/j.issn.1001-425X.2024.11.011.
- [2]张雅茹,盛进路,牛文斌.船舶修造有限空间作业安全风险研究[J].工业安全与环保.2024,50(11).DOI:10.3969/j.issn.1001-425X.2024.11.011.
- [3]陈真旺.船舶有限空间作业危害因素及防控措施研究[J].水上安全,2023(4):137-139.
- [4]李靖.船舶修造生产现场用电安全研究[J].船舶物资与市场,2022(5):41-43.DOI:10.19727/j.cnki.cbwzysc.2022.05.013.