移动式压力容器安全附件检验检测及检修的研究

杨 冰

浙江省特种设备科学研究院 浙江 杭州 310020

摘 要：本文聚焦移动式压力容器安全附件，深入研究其检验检测及检修技术。鉴于移动式压力容器使用环境复杂、介质危险，安全附件对其安全运行意义重大。文中详细介绍安全附件种类与作用、选用标准，深入剖析检验检测流程方法，以及安全阀、压力表等附件的检测检修要点，同时提出人员、设备、安全管理等保障措施。研究成果有助于提升安全附件可靠性，保障移动式压力容器安全运行，降低事故风险。

关键词：移动式压力容器；安全附件；检验检测；检修

1 移动式压力容器安全附件概述

1.1 移动式压力容器的基本概念

移动式压力容器是指与行走机构（含走行装置）或者框架采用永久性连接的压力容器，包括铁路罐车、汽车罐车、罐式集装箱、长管拖车、管束式集装箱和瓶式集装箱，用于运输气体、液化气体及特定液体。其流动性强，使用环境复杂，广泛应用于多行业，承担各类介质的运输任务。因运输中受多种复杂载荷，且介质多具危险特性，一旦发生事故，易引发泄漏、爆炸等严重后果，威胁生命财产安全与生态环境。故而保障其安全运行意义重大，而安全附件作为关键保障，不可或缺。

1.2 安全附件的种类与作用

移动式压力容器的安全附件包括安全泄放装置、紧急切断装置、压力测量装置、液位测量装置、温度测量装置等。安全泄放装置在容器超压时自动开启泄压，避免罐体超压爆炸；紧急切断装置于紧急情况迅速截断介质流，防止泄漏扩大。压力表实时显示压力，助操作人员调控；液位计监测液位，避免超装；温度计测量介质温度，保障对温度敏感介质的运输安全^[1]。这些附件相互协作，构成完整的安全防护体系，在预防事故、保障容器安全运行方面发挥着决定性作用。

1.3 安全附件的选用标准

移动式压力容器安全附件的选用需严格遵循标准要求，以保障可靠性与适用性。参数上，设计压力、温度等必须适配罐体工作条件，如安全阀压力设定需合理，压力表量程要恰当。材质选择取决于介质特性，对腐蚀性介质需用耐腐蚀材料制作安全附件。此外，还应符合国家及行业规范，通过相关认证检验。只有严格按标准选用，才能为移动式压力容器安全运行筑牢根基，降低安全风险。

2 移动式压力容器安全附件检验检测技术研究

2.1 检验检测的基本流程与方法

移动式压力容器安全附件的检验检测是确保其性能可靠的重要手段，通常包括定期检验和不定期检验。定期检验是按照规定的周期对安全附件进行全面检查，一般结合移动式压力容器的定期检验一同进行；不定期检验则是在安全附件出现异常情况、发生事故后或对其性能有怀疑时进行的针对性检查。检验检测的基本流程首先是资料审查，检查安全附件的设计文件、制造合格证、安装调试记录等资料，确保其来源合法、符合相关标准；接着进行外观检查，查看安全附件表面是否有裂纹、变形、腐蚀等缺陷；然后采用专业的仪器设备进行性能检测，如利用压力校验台对安全阀进行压力整定和密封性能测试，使用精密压力表对压力表进行精度校准等；最后根据检验检测结果出具报告，对安全附件的性能做出评价，提出相应的处理建议。常用的检验检测方法包括目视检测、无损检测、压力试验、密封性试验等，这些方法相互补充，能够全面、准确地检测出安全附件存在的问题，为保障移动式压力容器安全运行提供数据支持。

2.2 安全阀的检验检测

安全阀的检验检测是保障移动式压力容器安全的关键环节。在外观检查方面，需仔细查看安全阀的阀体、阀芯、弹簧等部件是否存在裂纹、磨损、锈蚀等情况，检查阀座与阀芯的密封面是否完好，有无划痕、凹坑等影响密封性能的缺陷。压力整定是安全阀检验检测的核心内容，通过压力校验台缓慢升高压力，观察安全阀的开启压力是否符合设定值，一般要求开启压力误差在规定范围内，如不超过整定压力的 $\pm 3\%$ 。密封性能试验也是安全阀检验检测的重要项目，在规定压力下，检查安全阀密封面是否有泄漏现象，可采用气泡法、液体渗漏法等方法进行检测^[2]。通过全面、细致的检验检测，及时发现安全阀存在的问题并进行修复或更换，保障其在移动

式压力容器超压时能可靠动作。

2.3 压力表的检验检测

压力表的准确与否直接关系到操作人员对移动式压力容器内压力状况的判断,因此其检验检测至关重要。外观检查时,要检查压力表的表盘是否清晰、完整,指针是否灵活,外壳是否有损坏、锈蚀等情况。精度校验是压力表检验检测的重点,将被检压力表与标准压力表同时安装在压力校验台上,缓慢升压,依次读取被检压力表和标准压力表在不同压力点的数值,计算两者的差值,判断被检压力表的精度是否符合要求。一般来说,压力表的精度等级误差应不超过其规定的允许误差范围,如1.6级压力表的允许误差为量程的 $\pm 1.6\%$ 。除了精度校验,还需对压力表的指针偏转平稳性、回零性能等进行检查,确保指针在压力变化时能平稳偏转,压力降至零后能准确回零。对于使用时间较长或经过维修的压力表,还需进行耐压试验,检验其在承受一定压力时是否会出现泄漏、变形等情况。通过严格的检验检测,保证压力表的测量准确可靠,为移动式压力容器的安全运行提供准确的压力数据。

2.4 紧急切断装置的检验检测

紧急切断装置作为防止移动式压力容器介质泄漏的重要安全附件,其检验检测工作不容忽视。外观检查主要查看紧急切断装置的阀门、管道、控制机构等部件是否完好,有无裂纹、变形、泄漏等现象,检查连接部位是否牢固,控制手柄或液压、气动控制系统是否灵活可靠。耐压试验和密封性试验是紧急切断装置检验检测的重要内容,通过向装置内充入一定压力的气体或液体,检查阀门关闭后是否有泄漏现象。动作性能测试则是检验紧急切断装置能否在规定时间内迅速关闭,一般要求在紧急情况下,装置应能在5秒内完全切断介质通道。设有过流保护装置的,检验超过额定流量时过流保护装置是否自动关闭,确保在管路破裂或者脱开时能自动切断介质。另外,还需对紧急切断装置的控制机构进行功能测试,检查液压、气动系统的压力是否正常,控制按钮、电磁阀等部件是否能正常工作。对于采用易熔塞作为自动切断元件的紧急切断装置,还需检查易熔塞的熔点是否符合规定要求,确保在火灾等高温情况下能及时熔化,触发紧急切断功能。

3 移动式压力容器安全附件检修技术研究

3.1 检修的基本要求

移动式压力容器安全附件的检修必须遵循严格的要求,以确保检修后的安全附件能够恢复良好的性能,保障移动式压力容器的安全运行。首先,检修人员必须

具备相应的专业知识和技能,经过专业培训并取得相关资质证书,熟悉安全附件的结构、原理和检修工艺。其次,检修工作应在安全的环境下进行,切断与安全附件相关的介质来源,对容器进行必要的清洗、置换,确保检修现场不存在危险介质,同时采取有效的安全防护措施,如佩戴防护用品、设置警示标志等,防止检修过程中发生安全事故^[3]。在检修过程中,要严格按照相关标准和规范进行操作,使用合格的检修工具和零部件,对损坏或失效的部件进行更换时,必须选用符合原设计要求的产品。检修完成后,要对安全附件进行全面的调试和检验,确保其各项性能指标符合规定要求,并做好检修记录,详细记录检修过程、更换的零部件、调试结果等信息,以便后续查询和追溯。

3.2 安全阀的检修

当安全阀出现故障或性能下降时,需要进行检修。首先,对安全阀进行解体,拆卸阀体、阀芯、弹簧等部件,拆卸过程中要注意保护各部件,避免造成二次损伤。对拆卸下来的部件进行清洗,去除表面的污垢、锈迹和杂质,可使用专用的清洗剂和清洗工具。清洗后,对各部件进行检查,对于有裂纹、磨损严重的阀体、阀芯等部件,应及时更换;检查弹簧是否有变形、锈蚀、弹性减弱等情况,若不符合要求,也需进行更换。然后,对安全阀的密封面进行研磨修复,使用研磨工具和研磨剂,按照一定的工艺要求进行研磨,使密封面达到规定的表面粗糙度和平面度,确保密封性能良好。检修完成后,重新组装安全阀,并进行压力整定和密封性能试验,调整弹簧的压缩量,使安全阀的开启压力和密封试验压力符合设定值,经过检验合格后,方可重新安装使用。

3.3 压力表的检修

对于出现故障的压力表,首先检查表盘和指针,若表盘损坏、指针变形,应进行更换。然后拆卸压力表的表壳,检查内部的传动机构,如连杆、齿轮等部件是否有磨损、卡死等情况,对磨损的部件进行修复或更换,清理传动机构上的油污和杂质,确保其传动灵活。对于指针式压力表,还需检查游丝是否有变形、断裂等情况,如有问题及时进行调整或更换。检修过程中,要特别注意压力表的敏感元件,如弹簧管等,检查其是否有泄漏、变形等情况,若弹簧管出现泄漏,一般需要整体更换;若只是轻微变形,可通过适当的方法进行矫正。检修完成后,对压力表进行精度校验和耐压试验,确保其测量准确、性能可靠,符合使用要求后,重新安装到移动式压力容器上。

3.4 紧急切断装置的检修

紧急切断装置的检修首先从外观检查开始,对阀门、管道等部件进行清洗,去除表面的污垢和锈蚀,检查阀门的密封面是否有损伤,若有轻微划痕,可进行研磨修复;对于损伤严重的密封面,则需要更换阀门。检查控制机构的液压、气动系统,查看管路是否有泄漏、堵塞现象,更换损坏的密封件和管路;检查液压泵、气动阀等部件的性能,对磨损、老化的部件进行更换,确保控制机构能够正常工作。对于易熔塞等自动切断元件,若已达到使用寿命或性能不稳定,应及时更换。检修完成后,对紧急切断装置进行密封性试验和动作性能测试,调整控制参数,确保装置在紧急情况下能够迅速、可靠地切断介质流动,经过检验合格后,方可投入使用。

4 移动式压力容器安全附件检验检测及检修的保障

4.1 人员培训与管理

人员是移动式压力容器安全附件检验检测及检修工作的关键因素,加强人员培训与管理至关重要。一方面,要定期组织专业培训,培训内容涵盖安全附件的理论知识、检验检测技术、检修工艺、相关标准规范等方面,邀请行业专家进行授课,通过理论讲解、实际操作演示、案例分析等多种方式,提高人员的专业技能和业务水平。同时鼓励人员参加各类技术交流活动 and 职业技能竞赛,拓宽视野,学习先进经验和技能。另一方面,建立完善的人员管理体系,制定严格的岗位责任制,明确各岗位人员的职责和权限,对检验检测和检修人员进行资质认证,确保其具备相应的能力和资格上岗作业。定期对人员的工作表现进行考核评估,将考核结果与绩效挂钩,对表现优秀的人员给予奖励,对不达标人员进行培训或调整岗位,激励人员不断提升自身素质,保证检验检测及检修工作的质量和效率。

4.2 设备维护与管理

先进、可靠的设备是移动式压力容器安全附件检验检测及检修工作顺利开展的重要保障。要建立设备档案,详细记录设备的型号、规格、购置时间、使用情况、维修记录等信息,便于对设备进行管理和维护。制定设备维护保养计划,定期对检验检测仪器设备和检修工具进行清洁、校准、维护和保养,确保设备处于良好的运行状态。对于精密仪器设备,要严格按照操作规程

进行使用,避免因操作不当造成设备损坏^[4]。定期对设备进行性能评估和更新换代,及时淘汰落后、老化的设备,引进先进的检验检测和检修设备,提高工作效率和检测精度。建立设备故障应急预案,当设备出现故障时,能够迅速采取措施进行修复,减少对工作的影响,保障检验检测及检修工作的连续性。

4.3 安全管理与应急预案

加强安全管理,制定完善的安全管理制度和操作规程,是确保移动式压力容器安全附件检验检测及检修工作安全进行的基础。明确工作现场的安全管理要求,设置安全警示标志,规范人员的操作行为,防止因人为因素引发安全事故。对工作过程中可能存在的危险因素进行辨识和评估,制定相应的风险防控措施,如在易燃易爆环境下进行检修时,采取防爆措施,防止火灾爆炸事故发生。制定应急预案,针对可能出现的事故场景,如介质泄漏、火灾、爆炸等,明确应急处置流程和各部门、人员的职责,配备必要的应急救援设备和物资,定期组织应急演练,提高人员的应急反应能力和处置能力。通过完善的安全管理和应急预案,最大限度地降低事故发生的概率,减少事故造成的损失,保障人员生命安全和财产安全。

结束语

本文系统研究了移动式压力容器安全附件的检验检测及检修技术,明确了各类附件的关键作用、检测检修要点和保障措施。通过这些研究,为确保移动式压力容器安全运行提供了技术支撑和管理思路。未来,随着行业发展,应持续关注新技术应用,进一步优化检验检测和检修技术,加强安全管理体系建设,不断提升移动式压力容器安全附件的安全性和可靠性,促进行业安全、稳定发展。

参考文献

- [1]孙继钊,周旭.基于低温移动式压力容器检验方法分析[J].山东化工,2023,52(12):96-97+101.
- [2]周旭,孙继钊.移动式压力容器安全附件检验检测及检修的研究[J].山东化工,2023,52(12):229-230+234.
- [3]马丽娟.移动式压力容器无损检测方法探究[J].科技创业家,2023(05):135-137.
- [4]贾庆安.浅析移动式压力容器安全附件检验研究[J].中国科技纵横,2022(11):147-149.