

承压管道定期检验现场操作规范研究

郝梁

吉林省特种设备检验研究院（吉林省特种设备事故调查处理服务中心），吉林省长春市，130000；

摘要：本文聚焦于承压管道定期检验现场操作规范，旨在提高检验工作的准确性和可靠性。通过对承压管道定期检验的重要性及现状进行分析，阐述了现场操作规范的关键要素，包括检验前的准备、检验过程中的操作要点以及检验后的报告编制等内容。同时，探讨了提升操作规范的有效措施，以保障承压管道的安全运行。研究结果对于完善承压管道定期检验现场操作具有重要的指导意义。

关键词：承压管道；定期检验；现场操作规范；安全运行

DOI：10.64216/3080-1508.25.06.018

引言

承压管道在工业生产、城市建设等领域应用广泛，其安全运行直接关系到人民生命财产安全和社会稳定。定期检验是确保承压管道安全的重要手段，然而，目前在现场操作过程中存在诸多不规范现象，影响了检验结果的准确性和可靠性。因此，深入研究承压管道定期检验现场操作规范，对于提高检验质量、保障管道安全具有重要的现实意义。

1 承压管道定期检验的重要性

1.1 保障安全运行

承压管道通常输送高温、高压、易燃易爆或有毒有害介质，一旦发生泄漏、爆炸等事故，将造成严重的人员伤亡和财产损失。定期检验能够及时发现管道存在的缺陷和隐患，如裂纹、腐蚀、变形等，并采取相应的修复措施，从而避免事故的发生，保障管道的安全运行^[1]。

1.2 延长使用寿命

通过定期检验，可以对管道的运行状况进行全面评估，根据检验结果制定合理的维护计划，及时更换磨损严重的部件。这有助于减缓管道的老化速度，延长其使用寿命，降低企业的生产成本。

2 承压管道定期检验现场操作规范现状

2.1 操作流程不统一

当前承压管道定期检验领域尚未形成全国统一的现场操作标准体系，不同地区、不同检验机构的工作流程存在显著差异。这种差异体现在检验环节的先后顺序、核心项目的选取侧重以及记录方式等多个方面。例如，北方地区部分机构在进行长输管道检验时，习惯先开展宏观检查再进行无损检测；而南方一些机构则倾向于先进行耐压试验，再根据试验结果决定是否开展进一步检测^[2]。

流程的不统一直接导致检验工作存在较强的随意性。在外观检查环节，部分检验人员仅对管道外壁可见区域进行简单目视检查，忽视阀门连接部位、支吊架接触点等隐蔽区域的锈蚀情况；而另一些机构则会使用内窥镜对法兰密封面、弯头内侧等死角进行细致探查。这种差异使得同一管道在不同机构的检验结果中，缺陷检出率可能相差数倍，严重影响检验数据的横向可比性，也让管道运营单位难以准确评估设备的实际安全状态。

2.2 检验设备使用不规范

检验设备的操作规范性直接关系到检测数据的可靠性，但目前行业内设备使用乱象较为突出。部分检验人员对设备的性能参数理解不足，在操作过程中存在诸多不规范行为。例如，使用超声波探伤仪时，未根据管道材质调整探头频率，对高强度合金钢管道仍采用低频率探头，导致微小裂纹信号被掩盖；操作磁粉探伤设备时，未按规定调整磁化电流强度，使得近表面缺陷难以显现。

设备校准环节的缺失同样普遍。一些中小型检验机构为节省成本，将本该每季度进行的设备校准周期延长至半年甚至一年，部分便携式检测仪器甚至长期未进行计量校准。更有甚者，在设备出现明显故障时，仅进行简单维修便继续使用，未重新校准精度。

2.3 人员素质参差不齐

检验人员的专业能力直接决定检验工作质量，但目前行业人员队伍素质呈现明显的分层现象。大型国有检验机构的人员普遍经过系统培训，具备较全面的理论知识和实践经验；而一些地方小型机构的人员构成复杂，不少人缺乏正规的专业教育背景。

这种素质差异在复杂检验项目中表现尤为突出。例如，在进行管道应力分析时，资深检验人员能结合管道运行参数、材质特性和环境条件，运用有限元分析软件

精准计算应力集中区域；而部分基层检验人员仅依据经验判断，对高温高压管道的蠕变损伤、低温管道的脆性断裂风险缺乏准确认知。在遇到管道焊缝未熔合、应力腐蚀裂纹等复杂缺陷时，部分人员无法区分缺陷性质，常将危害性较大的疲劳裂纹误判为表面划伤，给管道运行埋下安全隐患。此外，随着新型复合材料管道的推广，部分检验人员因缺乏相关培训，仍沿用传统金属管道的检测方法，导致检测结果与实际情况严重不符^[3]。

3 承压管道定期检验现场操作规范关键要素

3.1 检验前的准备工作

3.1.1 资料收集

资料收集是检验工作的基础，需形成完整的信息链条。检验人员应系统性收集管道全生命周期资料，包括设计阶段的工艺流程图、强度计算书，安装过程中的焊接记录、无损检测报告，运行期间的压力温度曲线、介质成分分析报告，以及历次检验的缺陷分布图和修复记录等。对老旧管道需特别核查材质证明书与实际壁厚测量数据的一致性，对经过改造的管道要重点确认变更部位的设计审批文件。通过交叉比对各类资料，可提前识别管道的先天性缺陷风险，如材质错用、焊接工艺不符合规范等问题，为现场检验划定重点关注区域。

3.1.2 制定检验方案

检验方案需实现科学性与实操性的统一。在明确管道基本参数后，应根据介质危险性、运行年限、历史缺陷情况确定检验比例和深度，例如对输送有毒介质的管道需 100% 进行无损检测，对运行超过 15 年的管道增加壁厚测定频次。方案中要细化各检验项目的先后顺序，如先进行宏观检查确定缺陷大致位置，再针对性开展无损检测；同时明确设备选型依据，如对奥氏体不锈钢管道应选用相控阵超声检测设备。方案还需包含应急处置预案，对检验中可能出现的介质泄漏等情况制定响应流程^[4]。

3.1.3 现场清理与安全防护

现场清理需为检验操作创造安全作业空间，要求使用单位移除管道周围的障碍物，清理保温层破损部位的粉尘杂物，对埋地管道的暴露段进行表土清理。涉及受限空间作业时，必须提前通风换气并检测有毒气体浓度。安全防护应执行“双保险”制度，检验人员除佩戴安全帽、防护手套等个体防护装备外，现场还需设置隔离围栏、警示灯等区域防护设施。对带压检验的管道，必须核查压力表、安全阀的校验状态，在阀门操作区配备应急封堵工具，确保一旦出现异常能快速处置。

3.2 检验过程中的操作要点

3.2.1 外观检查

外观检查需实现“全面覆盖+重点聚焦”。检验人员应先沿管道走向进行系统性目视巡查，借助手电筒、反光镜等工具检查难以直接观察的部位，如管道顶部、底部及与设备连接的死角。使用卡尺、测厚仪等量具测量腐蚀坑深度、焊缝余高，对支吊架的间距、垂直度进行量化检查，特别关注滑动支架的位移是否在允许范围内。对于阀门等关键部件，需通过手动操作检查开关灵活性，观察法兰密封面是否有渗漏痕迹。发现表面凹陷、划痕等缺陷时，需记录其位置、尺寸及分布密度，结合管道运行压力和介质特性评估缺陷是否需要进一步检测，对深度超过壁厚 10% 的腐蚀缺陷应标记为重点关注对象。

3.2.2 无损检测

无损检测需根据缺陷类型精准选用方法。对埋藏较深的体积型缺陷，优先采用射线检测，确保胶片质量符合灵敏度要求；检测表面及近表面缺陷时，磁粉检测适用于铁磁性材料管道，渗透检测则可用于非铁磁性材料。操作前需校准设备参数，如超声波检测的探头角度、耦合剂涂抹厚度，射线检测的曝光时间、焦距等。检测过程中应遵循“分区检测+重叠验证”原则，对焊缝等关键部位实施 100% 检测覆盖，相邻检测区域需保留 10% 以上的重叠度。检测完成后，需通过图像分析软件对缺陷信号进行量化处理，明确缺陷的埋藏深度、延伸长度等参数，避免因人为判断偏差导致漏检。

3.2.3 理化性能检验

理化性能检验需严格控制取样与测试环节。取样应选取有代表性的部位，如长期受高温影响的管道段、腐蚀严重区域，避免在焊缝热影响区取样。化学成分分析可采用光谱仪现场测定，确保检测点避开管道内壁腐蚀层；力学性能测试需制备标准试样，通过拉伸试验测定屈服强度、抗拉强度，冲击试验评估材料韧性。对于运行年限较长的管道，需增加硬度测试，判断是否存在材质劣化。测试过程中应同步记录环境温度、湿度等参数，对异常数据需进行二次测试验证，确保结果能真实反映管道材质的当前状态。

3.2.4 压力试验

压力试验需坚守“安全可控”原则。试验前需确认管道已完成必要的修复，盲板、压力表等附件安装符合规范，试验介质优先选用洁净水，对忌水管道可采用空气或惰性气体。试验时按“分级升压+稳压观察”方式操作，每级升压至规定压力的 30%、60% 时分别稳压 10 分钟，全面检查无泄漏后再升至试验压力，保压时间根据管道规格确定，一般不少于 30 分钟。试验过程中安排专人监控压力变化和管道变形情况，使用精度不低于

1.6 级的压力表实时记录数据。若出现压力骤降、异常声响等情况,立即开启泄压阀降压,待排查隐患后重新试验,严禁带压紧固螺栓或敲打管道。试验合格后缓慢降压,避免因压力波动过大对管道造成二次损伤。

4 提升承压管道定期检验现场操作规范的措施

4.1 完善标准规范

国家市场监督管理总局与行业主管部门需牵头构建动态更新的标准体系,结合新材料、新工艺发展趋势,细化不同介质(如易燃易爆、腐蚀性流体)、不同工况(高温高压、低温深冷)管道的检验细则。针对无损检测、耐压试验等关键环节,应制定包含操作步骤、环境要求、数据记录格式的标准化作业指导书,确保检验流程的统一性与可追溯性。同时,建立覆盖省、市、县三级的标准宣贯机制,通过“线上微课+现场实操”结合的培训模式,定期组织轮训,重点考核检验人员对标准条款的理解与应用能力,确保一线人员精准掌握规范要求。

4.2 加强设备管理

推行检验设备全生命周期管理模式,建立“采购-校准-维护-报废”闭环制度。采购环节需严格审核设备计量认证资质,优先选用具备数字化记录功能的智能检测设备;校准工作实行“双轨制”,既通过法定计量机构定期校准,又依托行业实验室开展比对试验,确保超声检测仪、磁粉探伤机等关键设备精度符合要求。建立设备电子台账,实时监控使用状态与校准周期,对长期未使用的设备启用二次校准程序。

4.3 提高人员素

构建“分级培训+能力认证”的人才培养体系,基础层重点培训管道材料学、无损检测基础等专业知识,进阶层强化复杂工况下的缺陷判定、风险评估等实操技能。定期组织跨区域技术比武,设置埋藏缺陷识别、腐蚀速率计算等实战科目,以赛促学提升解决实际问题的能力。建立检验人员信用档案,将考核结果与岗位资格挂钩,对考核不合格者暂停检验资格,需通过强化培训并重新考核后方可上岗。同时,鼓励检验人员参与国际标准认证,培养具备跨境检验能力的复合型人才,推动行业整体技术水平与国际接轨。

4.4 强化监督管理

建立“政府监管+行业自律+社会监督”三位一体的监管网络。监管部门定期开展随机抽查,采用“飞行检查”模式,重点核查检验流程合规性与报告真实性;行

业协会需建立黑名单制度,对违规机构实施行业联合惩戒。畅通社会监督渠道,设立专用举报平台,对提供重大违规线索的公众给予奖励,形成多元共治的监督格局。通过严格监管与失信惩戒,倒逼检验机构规范操作流程,保障承压管道检验质量。

5 结论与展望

5.1 结论

承压管道定期检验现场操作规范对于保障管道的安全运行至关重要。目前,在现场操作过程中存在操作流程不统一、检验设备使用不规范、人员素质参差不齐等问题。通过明确检验前的准备工作、检验过程中的操作要点以及检验后的报告编制等关键要素,并采取完善标准规范、加强设备管理、提高人员素质、强化监督管理等措施,可以有效提升承压管道定期检验现场操作规范水平,提高检验工作的质量和可靠性。

5.2 展望

随着科技的不断进步和工业的快速发展,承压管道的设计、制造和使用技术也在不断更新。未来,应进一步加强对承压管道定期检验现场操作规范的研究,引入先进的检测技术和设备,如机器人检测、在线监测等,提高检验工作的自动化和智能化水平。同时,加强国际交流与合作,借鉴国外先进的检验经验和管理模式,不断完善我国承压管道定期检验现场操作规范体系,为保障承压管道的安全运行提供更加有力的技术支持。

参考文献

- [1]王新胜. 压力管道检验的相关问题分析[C]//太原市中小企业工程技术人才发展促进会. 工程技术发展论文集. 山西达阳燃气工程有限公司;2015:279.
- [2]熊谦逊. 承压热力管道的设置[J]. 管道技术与设备, 1999, (03):14-15.
- [3]史星海,徐海斌,谢浩翔. 数据分析技术在石油化工检测中的应用分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(07):50-52.
- [4]李刚. 煤直接液化项目生产装置泄漏预控管理体系的构建与应用[J]. 企业科技与发展, 2022, (07):36-38.

作者简介:郝梁,1993年08月26日,性别:男,籍贯:吉林省扶余县,学历:本科,研究方向:安全工程。