

承压类特种设备检验中的安全隐患识别及预防措施

张礼祥 朱 影

杭州山立净化设备股份有限公司 浙江 杭州 311107

摘要: 承压类特种设备是工业生产核心设备, 检验环节隐患具有隐蔽性、突发性等特点, 易引发泄漏、爆炸等安全事故。本文以锅炉、压力容器等承压设备为研究对象, 系统梳理检验过程中设备本体、安全附件、人为操作及环境管理四类安全隐患, 深度剖析人员、设备、流程、管理层面的核心成因, 并针对性制定全方位预防管控措施, 旨在提升特种设备检验安全性, 规避作业风险, 保障工业生产平稳运行。

关键词: 承压类特种设备; 检验; 安全隐患识别; 预防措施

引言: 承压类特种设备广泛应用于化工、能源等关键工业领域, 长期承压运行, 安全风险极高, 其检验工作是防范设备故障、杜绝安全事故的核心环节。当前行业检验作业中, 隐患排查不全面、管控机制不完善等问题频发, 人为违规操作、设备老化缺陷、现场管理疏漏等问题持续威胁作业安全。为有效防控检验风险、规范检验作业流程, 本文系统识别各类检验安全隐患、分析成因并制定防控对策, 为特种设备安全管控提供参考。

1 承压类特种设备检验相关理论与基础概述

1.1 承压类特种设备核心定义与分类

(1) 核心定义: 承压类特种设备是一类特殊工业设备, 核心界定标准为可承载内部或外部压力, 运行过程中存在介质泄漏、爆炸等安全风险, 是工业生产中的重点管控设备, 核心品类包含锅炉、压力容器、压力管道、气瓶等。(2) 主要分类及运行特性: 不同承压设备运行工况、承压范围与适用场景差异显著。锅炉多用于热能转换工况, 高温高压运行特性突出, 核心风险为超压、过热损坏; 压力容器广泛用于化工、能源领域, 承压工况稳定, 易出现结构老化问题; 压力管道、气瓶介质流通、储存属性较强, 易发生局部泄漏, 各类设备检验侧重点随风险特征差异化区分。

1.2 特种设备检验工作内容与规范标准

(1) 核心检验内容: 主要涵盖设备本体结构检查、安全阀、压力表等安全附件校验、设备运行工况实时检测、焊缝与整体结构完整性检测, 同时包含设备防腐层、部件磨损程度检测等关键内容。(2) 现行规范标准: 检验工作严格遵循《特种设备安全法》等国家级法规, 同时执行《固定式压力容器安全技术监察规程》等行业专项标准, 所有检验操作、判定结果均需满足合规性要求。(3) 检验工作流程: 实行标准化全流程作业, 依次为设备报检、现场勘查摸底、专项检测作业、检测数据研判

分析、检验报告出具、隐患整改及复核闭环。

1.3 检验环节安全隐患核心特征与风险等级划分

(1) 隐患核心特征: 检验隐患具备隐蔽性、突发性、连锁性与重复性特征, 不易提前排查。检验操作不规范易引发设备破损、介质泄漏, 严重时诱发爆炸、人员伤亡等次生安全事故。(2) 风险等级划分: 结合隐患发生概率、危害严重程度, 将其划分为重大、较大、一般三个风险等级, 各等级对应明确判定标准, 为隐患管控、整改优先级划分提供依据。

2 承压类特种设备检验环节安全隐患识别

2.1 设备本体及构件安全隐患

(1) 结构缺陷隐患: 设备长期承压运行易出现各类结构问题, 主要包括壳体变形、鼓包、凹陷等外观损伤, 同时存在焊缝开裂、未焊透、夹渣等制造原生缺陷, 在反复压力荷载作用下, 极易产生疲劳裂纹, 引发结构失效风险。(2) 材质损耗隐患: 设备在介质侵蚀、长期运行工况下, 会出现内壁腐蚀、壁厚减薄、金属老化、材质脆化等问题, 同时伴随管道堵塞、局部磨损超标等病害, 大幅降低设备承压能力与使用寿命。(3) 附属结构隐患: 设备支吊架易出现变形、移位、破损情况, 无法稳定支撑设备主体; 保温层脱落、浸水会加剧设备腐蚀, 设备基础沉降、松动则会导致设备受力不均, 诱发运行安全隐患^[1]。

2.2 安全附件与辅助系统隐患

(1) 泄压保护装置隐患: 安全阀、爆破片等核心泄压装置存在超期未检、性能失效、整定压力不达标等问题, 且部分泄压口安装不规范, 无法在超压工况下及时泄压, 丧失安全保护功能。(2) 监测计量装置隐患: 压力表、液位计、温度计等监测设备长期使用后易出现失效、精度超标、数值偏差等问题, 无法真实反馈设备压力、温度、液位等核心运行参数, 导致工况监测失真。

(3) 密封与连接隐患: 法兰、阀门密封件易老化破损, 管道接口长期运行后出现松动、渗漏现象, 介质输送管路存在破损、微渗漏问题, 是设备介质泄漏事故的主要诱因之一。

2.3 检验作业人为操作隐患

(1) 人员资质与能力隐患: 部分检验人员存在无证上岗情况, 专业技能储备不足, 对新型承压设备、特殊工况的检验标准和作业流程不熟悉, 导致检验工作存在疏漏。(2) 违规操作隐患: 作业人员未严格按规范完成断电、泄压、介质清空等前置操作便开展检验, 同时存在检验点位遗漏、操作不规范、检测数据记录失真等违规行为。(3) 安全防护隐患: 现场检验作业防护意识薄弱, 未规范佩戴防护用具, 高空、密闭空间等特殊作业防护措施落实不到位, 应急物资与处置方案准备不足, 突发事故应对能力不足。

2.4 环境与管理体系隐患

(1) 作业环境隐患: 检验现场常残留易燃易爆介质, 作业区域通风条件较差, 高温、潮湿等恶劣环境会加剧设备隐患与作业风险, 同时部分现场安全警示标识缺失, 易引发误操作事故。(2) 管理制度隐患: 设备定期检验制度落实流于形式, 存在设备超期未检、不合格设备带病运行的情况, 隐患排查整改无闭环, 遗留安全风险持续累积。(3) 设备档案隐患: 设备出厂资料、历次检验记录、维修改造档案残缺不全, 数据追溯性差, 无法为检验研判、风险评估提供准确的数据支撑。

3 承压类特种设备检验安全隐患成因分析

3.1 人员层面核心成因

(1) 安全意识薄弱: 企业作业及管理人员普遍存在重生产、轻安全的思想, 片面追求生产效率, 忽视特种设备检验环节的潜在风险, 长期抱有侥幸心理, 未严格落实安全作业要求, 为事故发生埋下隐患。(2) 专业素养不足: 随着新型设备与检验标准不断更新, 部分检验人员技能更新滞后, 对新标准、新设备和智能化检验技术掌握不足, 实操能力薄弱, 难以精准识别隐蔽性安全隐患。(3) 责任意识缺失: 企业岗位安全职责划分模糊, 权责落实不到位, 部分检验人员工作态度敷衍, 隐患排查流于形式, 存在隐患漏查、瞒报、上报不及时等问题。

3.2 设备与技术层面成因

(1) 设备老化与先天缺陷: 部分承压设备超设计年限服役, 金属材质老化、性能大幅衰减。同时部分设备在出厂、安装阶段存在焊接、结构装配等原生缺陷, 长期承压运行后风险持续放大。(2) 检验技术与设备滞后: 目前多数现场仍沿用传统检验手段, 检测精度有限, 智

能化、精细化检测设备普及率较低, 难以精准捕捉微小裂纹、轻微腐蚀等隐性隐患。(3) 维护保养不到位: 企业缺乏规范化的设备运维体系, 日常巡检、定期保养工作落实不足, 设备长期带缺陷运行, 各类微小问题不断累积, 逐步演变为重大安全隐患^[2]。

3.3 环境与作业流程成因

(1) 复杂作业环境干扰: 工业生产现场普遍存在高温、粉尘、腐蚀性介质等恶劣条件, 不仅干扰检测设备精度, 影响检验结果准确性, 还大幅提升现场作业安全风险。(2) 检验流程不规范: 实际检验作业中, 常存在流程简化、工序颠倒等问题, 未严格执行前期现场勘查、风险评估及安全确认流程, 作业规范性严重不足。(3) 交叉作业风险: 多数厂区存在生产与检验同步开展的情况, 多工种交叉作业场景复杂, 现场管控难度大, 若统筹管理不当, 极易引发碰撞、泄漏等安全事故。

3.4 管理与监督层面成因

(1) 企业安全管理制度不完善: 特种设备检验、日常运维、隐患整改闭环等制度体系不健全, 缺乏常态化、标准化管控机制, 安全管理存在明显漏洞。(2) 监督监管力度不足: 企业内部安全监督流于形式, 自查自纠不到位, 外部监管巡查频次有限, 设备违规运行、不规范检验等问题无法被及时发现与整治。(3) 培训考核机制缺失: 企业未建立常态化的安全培训与考核体系, 检验人员专业技能、安全意识及应急处置能力无法持续提升, 整体作业专业水平难以保障。

4 承压类特种设备检验安全隐患预防与管控措施

4.1 强化人员管理, 筑牢安全作业基础

(1) 严格人员资质管控: 严格执行特种设备检验人员持证上岗管理制度, 明确检验人员作业资质范围, 严禁无证上岗、超资质开展检验作业。企业需建立人员资质台账, 定期开展资质复核与备案管理, 及时清理资质过期、能力不达标的人员, 从源头杜绝人为违规作业风险, 保障检验工作合规开展。(2) 常态化开展技能培训: 建立常态化分层培训机制, 结合行业最新规范、新型设备结构特点及智能化检验技术, 定期开展隐患识别、规范操作、应急处置等专项培训。针对检验过程中的高频隐患、典型事故案例开展警示教育, 补齐人员技术短板, 全面提升检验人员的专业实操能力与隐患辨识水平^[3]。(3) 强化安全责任落实: 细化各岗位检验人员安全工作职责, 构建权责清晰的岗位责任体系, 杜绝责任推诿、职责空白问题。同时建立配套的考核与追责机制, 将检验规范性、隐患排查质量、隐患整改跟进情况纳入绩效考核, 对敷衍作业、漏报瞒报隐患的人员严肃追责, 强

化全员安全责任意识。

4.2 优化设备管控,提升设备安全性能

(1) 建立设备全生命周期管理:完善锅炉、压力容器、压力管道等设备的全套档案资料,详细记录设备出厂参数、安装调试、检验检测、维修改造及运行工况等数据。严格落实日常巡检、定期维保、周期检验制度,动态跟踪设备运行状态,对超期服役、性能衰减严重、无法修复的老旧设备及时报废淘汰,杜绝设备带病运行。(2) 升级检验技术与设备:摒弃传统粗放式检验手段,积极推广无损检测、智能化在线监测、高精度探伤等先进检验技术。更新老旧检测设备,引入智能化检测仪器,有效提升微小裂纹、轻微腐蚀、内部结构缺陷等隐性隐患的识别精度,弥补传统检验技术的不足,提升隐患排查的全面性与准确性。(3) 规范安全附件管理:建立安全附件专项管控台账,对安全阀、压力表、液位计、爆破片等核心安全附件实行定期校验、定期更换制度。严格按照行业标准完成校验作业,及时更换老化、失效、精度超标的附件,确保各类安全保护装置、监测设备灵敏可靠、达标运行,充分发挥设备安全防护作用^[4]。

4.3 规范作业流程,优化现场作业环境

(1) 标准化检验作业流程:统一规范检验全流程作业标准,检验前必须完成现场风险评估、安全条件确认、设备泄压隔离、介质清空等前置工作。严格按照规范流程开展点位检测、数据记录、隐患排查与上报工作,杜绝工序颠倒、流程简化、操作遗漏等问题,保障检验作业标准化、规范化。(2) 优化现场作业环境:检验作业前全面清理现场易燃易爆、腐蚀性残留介质,改善作业区域通风、照明条件。完善现场防爆、防护设施及安全警示标识,合理规避高温、潮湿、粉尘等恶劣环境影响,科学统筹生产与检验工作,规避交叉作业带来的安全风险,打造安全合规的作业场景。(3) 完善现场安全防护:明确现场作业防护标准,要求检验人员全程规范佩戴安全帽、防护手套、防护面罩等防护用具。针对高空作业、密闭空间作业等特殊场景,配齐专项防护设备与应急器材,提前制定应急处置方案,有效提升现场突发事件的应急处置能力。

4.4 健全管控体系,强化监督长效机制

(1) 完善企业内部管理制度:结合行业规范与企业生产实际,完善特种设备检验、运维管控、隐患治理管理制度。建立隐患排查、上报、整改、复核、归档的闭环管理机制,落实风险分级管控原则,对不同等级隐患分类施策、分级管控,彻底解决隐患整改不彻底、遗留风险的问题。(2) 强化内外监督管理:企业建立常态化自查自纠机制,定期开展特种设备安全专项检查,及时整治不规范检验、设备带病运行等违规行为。主动配合外部监管部门的抽查与巡查工作,接受专业监督指导,层层压实安全管控责任,构建内外联动的监督管理体系^[5]。(3) 建立隐患预警机制:依托智能化监测、大数据分析技术,搭建设备运行动态监测平台,对设备压力、温度、壁厚、密封状态等关键参数实时监测。实现检验隐患、设备异常的实时预警,提前预判潜在安全风险,由事后整改转变为事前预防,构建长效安全防控机制。

结束语

承压类特种设备检验安全管控是一项系统性、长期性工作,各类隐患诱因复杂、风险关联性强。本文全面识别检验环节各类安全隐患,剖析多维度成因,并从人员、设备、作业、管理四大维度构建完整预防管控体系。唯有落实常态化隐患排查、标准化作业、全方位监督管理,才能从源头规避检验安全风险,保障特种设备稳定运行,筑牢工业生产安全防线。

参考文献

- [1]曹彬彬,崔云龙.承压设备检验中安全附件问题分析[J].机电工程技术,2022,49(06):33-34.
- [2]王国兴.试论特种设备检验检测的安全管理[J].中国设备工程,2024,10(22):196-198.
- [3]周文辉.浅谈承压类特种设备安全附件的使用管理[J].质量探索,2021,9(10):52-54.
- [4]张梦生.特种设备检验中大数据技术的应用探讨[J].中国设备工程,2024,34(21):200-202.
- [5]赵家炜,蔺健宁.特种设备检验中无损检测技术的应用分析[J].中国设备工程,2024,13(21):153-155.