

特种设备检验数字化推广策略研究

张福华

西双版纳傣族自治州检验检测认证院 云南 西双版纳 666100

摘要: 随着数字化技术在检验检测领域的深度渗透,特种设备检验数字化转型成为提升安全监管效能的重要路径。本文以特种设备检验数字化推广为核心,结合检验检测机构行业实际,梳理相关理论基础与关键技术,剖析推广过程中技术、主体、人才环境层面的核心问题。从技术创新与标准化、多元化推广实施、人才队伍建设、资金与安全保障四大维度,提出针对性推广策略。研究旨在破解数字化推广瓶颈,完善推广体系,为提升特种设备检验效率、保障设备安全运行提供技术与策略支撑,推动特种设备检验行业数字化转型高质量发展。

关键词: 特种设备; 检验; 数字化关键技术; 推广策略

引言: 特种设备安全关乎公共利益与财产安全,传统检验模式效率低、数据碎片化等问题凸显,数字化转型成为行业发展必然趋势。物联网、大数据等技术的迭代为检验数字化提供了技术支撑,但当前推广仍面临技术不健全、协同不足、人才短缺等困境。基于此,本文立足检验检测机构单位实操需求,系统研究数字化推广策略,通过理论与实践结合,为破解行业痛点、构建高效数字化检验体系提供思路,助力行业提质增效。

1 特种设备检验数字化相关理论基础

1.1 特种设备检验核心概念界定

特种设备指对人身和财产安全有较大危险性的锅炉、压力容器、压力管道、电梯等八大类设备,其分类严格遵循《特种设备安全法》及行业标准,按用途、参数、危险程度细分,保障监管与检验的针对性。(1) 特种设备范围与分类需兼顾法定边界与应用场景,既覆盖监管目录内设备,也包含临界参数准特种设备,核心是依据风险等级匹配差异化检验要求。(2) 特种设备检验以安全性为核心,涵盖定期检验、型式试验、监督检验等类型,严格遵循检验检测机构资质认定标准,确保检验流程、方法及结果判定符合强制规范,为设备安全运行提供技术支撑。

1.2 数字化推广核心理论

数字化推广核心理论为特种设备检验数字化落地提供支撑,三大理论协同构成推广逻辑框架。(1) 数字化转型理论聚焦传统检验模式向数字化模式的系统性变革,强调技术赋能、流程重构与价值重塑,推动检验数据从碎片化记录转向结构化应用。(2) 技术扩散理论阐释数字化检验技术与模式的行业传播路径,其扩散效果受推广主体、技术适配性、行业认知等因素影响,为制定分层推广策略提供重要依据。(3) 协同治理理论强调政府、检验机构、企业等多方主体协同联动,通过明确各方权责、搭

建协同平台,破解数字化推广中的跨主体协同难题,凝聚推广合力,保障数字化转型稳步推进^[1]。

2 特种设备检验数字化的关键技术

2.1 物联网(IoT)技术在检验中的应用

物联网技术为特种设备检验数字化提供底层感知支撑,核心构建设备状态数据采集与传输体系。(1) 部署适配高温、高压等复杂工况的传感终端,实时捕捉设备关键运行参数与结构状态,满足不同设备感知需求。(2) 通过无线通信协议搭建传输网络,打通终端与数据平台通道,保障数据实时稳定传输,兼顾抗干扰性与低功耗。(3) 针对大型成套设备构建多节点协同感知网络,实现全维度、无死角数据采集,为数字化检验奠定完整数据基础。

2.2 大数据与人工智能分析技术

该技术聚焦检验数据处理与挖掘,助力检验工作数字化升级。(1) 通过数据清洗、标准化处理,解决多源数据兼容问题,构建规范检验数据资源库。(2) 采用分布式存储架构,满足海量数据存储需求,保障数据安全可扩展及快速检索调用。(3) 利用人工智能算法模型提取数据特征、研判规律,精准识别设备潜在风险,摆脱人工经验依赖。(4) 结合检验规范优化算法适配性,确保分析结果符合专业标准。

2.3 区块链与数字化追溯技术

核心保障检验数据可信度与全流程可追溯性。(1) 依托区块链分布式账本架构加密存储数据,实现数据不可篡改伪造,保障真实性与权威性。(2) 建立全环节数据上链机制,串联检验计划、过程记录、结果报告,明确各环节责任主体。(3) 结合区块链链条实现设备检验周期、历史记录等全流程追溯,打通全生命周期数据关联。(4) 通过加密算法与权限管理,平衡数据共享与隐私保护,仅授权主体可访问追溯信息。

2.4 移动检测与远程监控技术

打破传统检验时空限制，优化流程并提升工作效率。

(1) 以智能终端为载体集成数据采集、录入、上传功能，替代纸质记录，减少数据流转环节。(2) 终端搭载专用软件，适配多场景操作，支持离线存储与在线同步，保障复杂环境下工作连续性。(3) 依托视频传输与状态感知技术实现远程实时监控，无需现场值守即可掌握设备状态。(4) 搭建远程数据交互平台，打通终端、监控设备与后端系统，实现数据实时共享更新^[2]。

3 特种设备检验数字化推广面临的问题

3.1 技术层面问题

技术体系不完善是核心瓶颈，各类短板阻碍推广。一是核心技术自主化不足，关键软硬件依赖外部供给，缺乏自主研发迭代能力，易受技术垄断和供应链波动影响，增加推广不确定性。二是数据标准不统一，各检验机构、企业系统的数据格式与采集口径差异大，无统一行业规范，导致数据互联互通难，形成“信息孤岛”。三是老旧设备适配性差，大量在用设备服役久、标准旧，数字化改造缺乏适配方案，改造后易出现运行不稳、数据失真等问题，且改造难度与成本偏高。四是技术兼容性不足，新增数字化设备与原有系统、平台难以无缝对接，存在冲突、数据同步延迟等问题，影响检验流程连贯。

3.2 推广主体层面问题

多方主体协同不足，各自短板制约进程。检验机构投入意愿低，数字化转型需大量资金用于设备采购、系统搭建及运维，中小型机构资金短缺且短期收益预期不明，积极性不高。企业配合度欠佳，部分企业对数字化检验认知不足、重视不够，存侥幸心理，不愿投入改造资金，甚至规避检验要求，影响推广覆盖面。政府引导监管有短板，政策扶持不均衡，基层机构与中小企业扶持政策落实不到位，且监管机制不健全，缺乏有效督导考核手段。

3.3 人才与环境层面问题

配套人才与环境支撑不足，难以满足推广需求。复合型人才稀缺，既懂特种设备检验专业知识，又具备数字化技术应用能力的人才储备匮乏，现有人员技能薄弱且缺乏系统培训，难以适配工作要求。数据安全体系不完善，数字化检验涉及大量敏感数据，部分机构加密、权限管理及风险防控措施不到位，存在数据泄露、篡改风险，影响行业信任。行业推广氛围薄弱，缺乏跨区域、跨机构技术交流与经验共享平台，数字化理念普及不足，部分主体对其优势认知模糊，难以形成推广合力^[3]。

4 特种设备检验数字化推广的具体策略

4.1 技术创新与标准化策略

技术是数字化推广的核心支撑，需以创新突破瓶颈、以标准规范运行，筑牢数字化发展根基。(1) 强化核心技术自主研发与适配。聚焦检验检测机构单位核心业务需求，加大物联网、大数据、人工智能等核心技术的自主研发与应用投入，重点突破特种设备状态精准感知、检验数据实时采集、缺陷智能分析研判等关键技术，降低对外部技术供给的依赖。针对锅炉、压力容器、电梯等不同设备的检验流程与技术要点，优化技术适配性，开发轻量化、模块化数字化检验工具与系统，贴合现场实操场景，提升技术与检验工作的契合度，保障检验效率与精准度。(2) 构建统一的技术标准体系。由行业牵头单位联合骨干检验机构、科研院所、设备生产企业，制定统一数字化检验技术标准，明确数据采集范围、格式、传输协议及接口规范，破解跨机构、跨区域数据互通难题。同步完善检验流程数字化标准，规范现场操作、质量控制节点、数据录入及结果输出形式，确保各检验检测机构单位工作统一、结果互认。建立标准动态更新机制，结合技术迭代与行业需求，及时修订完善标准，保障其科学性与时效性。(3) 推进老旧设备数字化改造落地。针对存量老旧设备改造难、成本高的问题，检验检测机构单位联合设备使用方、生产方制定分批次、分类型改造计划，优先改造高风险、高频次检验设备。采用“低成本适配+分步升级”模式，加装简易传感器、便携式数据采集模块等基础部件，实现设备运行基础数据采集，再逐步推进系统升级与智能赋能。发挥专业优势，联合生产企业开发针对性改造方案与配套设备，降低改造成本与技术门槛，确保改造后数据满足检验需求。

4.2 多元化推广实施策略

立足行业发展不均衡现状，结合检验检测机构单位业务覆盖范围，采用差异化、多元化模式，提升数字化推广的覆盖面与落地效果。(1) 分区域、分行业精准推进。结合区域经济水平、设备保有量及数字化基础，实施差异化策略：数字化基础好、业务密集区域，重点建设全流程数字化检验与智能管控体系，实现检验受理、现场检测、数据上传、报告出具全链条线上化；基层及偏远区域，优先推广便携式数字化工具与简易数据管理系统，逐步完善基础设施。按行业风险等级分类推广，对化工、能源、建筑等高风险行业，联合主管部门推动核心设备数字化检验全覆盖，倒逼企业落实主体责任；对一般行业，通过技术赋能、服务升级引导企业主动转型，提升检验便捷性。(2) 创新推广组织模式。构建“行业牵头、机构主导、企业参与”协同机制，明确各方职责。

检验检测机构单位发挥专业优势,提供技术支持、系统运维、操作培训一体化服务,降低企业转型难度。推行“试点先行、逐步推广”模式,选择管理规范、业务稳定的检验团队或合作企业试点,总结可复制经验向全系统推广。搭建行业协同平台,整合技术、服务资源与企业需求,实现高效对接,提升推广效率。(3)强化企业主体意识引导。通过行业交流、技术沙龙、实操培训等形式,普及数字化检验价值,纠正企业认知偏差,提升参与积极性。协助企业将数字化检验纳入安全生产管理体系,明确其主体责任,倒逼主动投入建设。针对中小企业资金、技术短板,提供公益性技术指导与咨询,定制个性化转型方案,精准匹配检验需求。

4.3 人才队伍建设策略

围绕数字化转型需求,聚焦检验检测机构单位人才梯队建设,构建复合型人才队伍,提供坚实人力支撑。(1)构建协同培养体系。建立高校、检验机构、企业三方联动机制,联合高校优化检验专业课程,增设数字化检验技术、智能设备操作等核心内容,定向培育复合型人才;共建实训基地,提供现场数字化实操岗位强化实践能力,联合行业协会开展专项培训,覆盖各类岗位人员,针对性提升数字化技能以适配需求。(2)完善人才引进与激励机制。制定数字化人才专项引进计划,重点吸纳技术研发、系统运维、数据分析类人才填补缺口;建立差异化薪酬体系,对复合型人才给予薪酬倾斜、评优优先等激励,设立专项奖励基金,表彰技术应用、推广落地中表现突出的个人与团队,激发工作活力。(3)加强现有人员技能提升。针对数字化技能短板开展分层培训,基础层聚焦工具操作提升实操能力,骨干层侧重数据分析、故障排查培养技术骨干。建立常态化培训机制,定期组织线上线下培训、技能比武与跨机构交流,推行“以老带新”机制,带动队伍整体水平提升,保障检验工作有序衔接。

4.4 资金与安全保障策略

健全保障体系,破解资金瓶颈,防范安全风险,为

数字化推广提供稳定支撑。(1)建立多元化资金投入机制。整合行业资源与单位自有资金,设立数字化推广专项资金,用于核心技术研发、设备购置、基层设施搭建及中小企业帮扶;引导企业将相关费用纳入安全生产预算,协助通过技术改造资金、合规融资补充缺口,引入社会资本以服务采购、合作运维等模式参与平台建设,形成多方共担格局。(2)筑牢数据安全防护防线。建立健全内部数据安全管理制度,明确各环节责任与规范,严守数据保密底线;采用加密存储、分级访问管控、多节点备份等技术,强化核心数据防护,防范泄露、篡改风险,完善应急处置预案并定期演练,加强日常核查整改,确保数据安全可控。(3)完善质量保障机制。建立数字化检验质量管控体系,明确设备与系统准入及校准规范,定期校验评估在用工具与系统;规范审核流程,实行双人审核、多级复核,严控数据录入、报告出具等关键环节,建立全流程质量追溯体系,定期开展专项检查整改隐患,维护检验检测机构公信力^[4]。

结束语:特种设备检验数字化推广是系统性工程,需多方协同、久久为功。本文提出的四大维度策略,为突破推广瓶颈提供了可行路径。数字化转型不仅是技术升级,更是行业生态的重构。未来需持续优化技术标准,强化人才储备与保障体系建设,推动技术与实操深度融合。期待通过各方合力,逐步实现检验全流程数字化,筑牢特种设备安全防线,为行业高质量发展注入持久动力,也为同类领域数字化推广提供参考。

参考文献:

- [1]钱国忠,张剑.特种设备检验数字化推广应用研究[J].中国设备工程,2022(17):167-169.
- [2]霍强.特种设备检验数字化推广应用研究[J].中国设备工程,2021(14):22-23.
- [3]肖玉明.特种设备检验数字化推广应用研究[J].质量与市场,2021(2):62-64.
- [4]程建山.特种设备检验数字化推广策略分析[J].机电产品开发与创新,2022,35(5):188-190.