

附件 2

化工企业承压类特种设备完整性 管理指南(试行)

**Guidelines for Integrity Management of Pressure Equipment
in the Chemical Industry (For Trial Implementation)**

化工企业承压类特种设备完整性管理指南

(试行)

1 适用范围

本文件给出了化工企业承压类特种设备完整性管理实施、保持和改进的基本要求。

本文件适用于化工企业所属承压类特种设备(包括锅炉、压力容器、工业管道及其安全附件等,本指南中未特别注明时简称为承压设备)的完整性管理工作。

其他企业可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本指南的引用成为本指南的条款。凡是注明日期的引用文件,仅注明日期的版本适用于本指南。凡是不注明日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本指南。

GB/T 26610. 1~5 承压设备系统基于风险的检验实施导则

GB/T 44692. 1 – 2024 危险化学品企业设备完整性 第 1 部分:管理体系要求

SY/T 7664 – 2022 油气管道站场完整性管理体系要求

T/CPI 68001 – 2024 炼油与化工企业设备完整性管理体系要求

3 术语和定义

3.1

设备完整性(Equipment Integrity)

指设备在物理与功能方面完整,处于安全可靠的受控状态。

3.2

承压设备完整性管理(Integrity Management of Pressure Equipment)

为保持承压设备安全、可靠、经济运行,在设备全寿命周期内开展的基于风险的管理活动。

3.3

承压设备完整性管理体系(Integrity Management System of Pressure Equipment)

指企业实施承压设备完整性管理的方针、策略、目标、计划和活动,以及对于上述内容的规划、实施、检查与持续改进所必需的程序和组织架构。

3. 4

设备风险管理(Equipment Risk Management)

在承压设备全寿命周期内,开展的设备风险识别、风险评估、风险监测,并将风险控制在可接受范围内的管理活动。

3. 5

全寿命周期(Life Cycle)

承压设备设计、采购、制造、安装、使用管理(使用登记、检验、运行、维护、修理、改造、停用)、报废与更新等全过程。

3. 6

全寿命周期过程质量与安全管理(Life Cycle Quality and Safety Management)

为满足承压设备全寿命周期的质量与安全要求,开展的一系列有计划、有组织的技术与管理活动。

3. 7

检验、检测与预防性维护(Inspection, Testing and Preventive Maintenance, 简称 ITPM)

为保证设备持续符合规定的功能、状态,开展的系统性检验、检测以及主动性维护等运行保障活动。

3. 8

预防性维护(Preventive Maintenance)

在役承压设备发生故障或损坏之前,定期主动开展的设备系统性检查、测试、检测、校验、维护保养、零部件更换等运行保障活动。

3. 9

设备缺陷(Equipment Deficiency)

承压设备本体或其功能、状态存在欠缺,不符合设计规定或相关标准要求。

3. 10

设备变更(Equipment Change)

与设备本身及其附属设施相关的改造、移装、拆除或非等同替换,如设备材质、结构、型号、安装位置、设备联锁、电气及仪表控制系统、设备操作等方面改变。

3. 11

重大变更(Major Change)

指可能造成生产中断、工期延迟、影响公共安全与环保的严重事件,以及投资大幅增加等情况的变更。

3. 12

临时变更(Temporary Change)

指在一定时间限度内,采用临时替代措施维持原有功能、状态的变更。

3. 13

相关方(Related Parties)

对承压设备完整性管理决策或活动有影响,或者受其影响(包括自认为受其影响)的组织或个人。

3. 14

供应商(Supplier)

向企业供应设备完整性管理所需各种资源的组织,包括原材料、能源、物资、设备、备件供应方等。

3. 15

服务商(Service Provider)

向企业提供设备完整性管理所需各种技术服务的组织,包括技术支持、咨询、培训、设计、物流服务方等。

3. 16

承包商(Contractor)

具有一定生产能力、技术装备、流动资金,经相关部门核准,能承担工程建设、设备检维修等业务的组织。

3. 17

细小接管(Small Nozzle)

在设备本体(此处包括主管道)上采用焊接连接且公称直径≤DN40的支管结构,包括三通、四通、半管接头、支管座、开孔焊或开孔补强等。

3. 18

设备完整性管理绩效(Performance of Equipment Integrity Management)

设备完整性管理活动的量化表征结果。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APC:先进过程控制系统(Advanced Process Control System)

DCS:集散控制系统(Distributed Control System)

FFS:合于使用评价(Fitness for Service)

FMEA:失效模式及影响分析(Failure Modes and Effects Analysis)

FMECA:失效模式、影响和危害性分析(Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis)

HAZOP:危险与可操作性分析(Hazard and Operability Study)

IOW:完整性操作窗口(Integrity Operation Window)

ITPM:检验、检测和预防性维护(Inspection, Testing and Preventive Maintenance)

JSA:工作安全分析(Job Safety Analysis)

KPI:关键绩效指标(Key Performance Indicator)

PDCA:策划-实施-检查-处置(Plan-Do-Check-Act)

P & ID:工艺管道和仪表流程图(Piping and Instrument Diagram)

PLC:可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)

RBI:基于风险的检验(Risk-based Inspection)

RCM:以可靠性为中心的维护(Reliability-centered Maintenance)

SIL:安全完整性等级(Safety Integrity Level)

5 组织

5. 1 组织架构

a)企业应当建立承压设备完整性管理组织机构,包括管理者代表、牵头部门、相关部门和单位,

明确其在承压设备全寿命周期不同阶段的工作界面与管理职能;

b)企业应当设置承压设备完整性管理岗位,配备专、兼职管理人员或组建工作团队,明确其知情

权、监督权和报告权。

5.2 管理职责

5.2.1 岗位责任制

企业应当确定与承压设备完整性管理相关的部门、人员职责和权限,通过岗位责任制予以落实。

5.2.2 最高管理者职责

企业最高管理者应当发挥其对承压设备完整性管理的领导作用,履行以下职责:

- a)宣贯完整性管理理念,关注管理动态,指导、部署及协调相关部门推进承压设备完整性管理工作;
- b)组织制定承压设备完整性管理目标与绩效考核机制,推动实现安全管理绩效;
- c)组织建立合规风险识别机制,确保企业承压设备管理符合法律法规及标准规范要求;
- d)保证承压设备完整性管理所需资源充足;
- e)指导、支持员工积极参与承压设备完整性管理,定期组织与相关方沟通,听取承压设备完整性管理的建议和意见,总结、分享设备管理经验与事故教训;
- f)组织开展承压设备完整性管理评审工作,评估管理执行情况,推动企业承压设备完整性管理工作持续改进。

5.2.3 完整性管理工程师职责

完整性管理工程师具体负责企业承压设备完整性管理工作的组织与实施,主要职责包括:

- a)组织制修订企业承压设备完整性管理体系(或专项制度)文件;
- b)组织制定完整性管理工作策略,落实工作计划与方案,检查、监督本企业承压设备完整性管理执行情况;
- c)开展承压设备完整性管理技术培训,帮助相关员工树立系统管控风险的理念;
- d)积极参与设备全寿命周期完整性管理活动,推动基于风险、可靠性的各类技术应用;
- e)参与企业完整性管理信息系统构建,推动企业承压设备管理的数字化与智能化;
- f)督促相关方积极参与承压设备完整性管理工作,持续保持改进、提升。

5.3 运行机制

- a)企业完整性管理组织机构应当统筹制定承压设备完整性管理工作规划、年度工作计划,在日常设备管理中落实完整性管理要求;

- b)企业可通过组建技术支持团队的方式,为承压设备完整性管理运行、改进与相关技术应用提供支撑;
- c)企业应当依据设备风险状况制定承压设备完整性管理策略与方案,依据完整性管理策略分级实施风险管控,应用数字化、智能化技术手段,实现动态化风险管理。

6 基本要求

6.1 完整性管理文件

企业应当制定承压设备完整性管理专项制度并纳入现有管理体系范畴;或单独建立承压设备完整性管理体系,用于指导完整性管理工作。

6.2 资源配置

企业应当保障实施承压设备完整性管理所必需资金、人力、监测检测设备设施、信息系统等投入。

6.3 能力与培训

- a) 企业应当建立培训机制,确保相关从业人员具备完整性管理理念,了解完整性管理职责要求,掌握岗位所需知识、技能;
- b) 企业应当对设备完整性管理所涉及的关键岗位人员进行充分培训,确保其熟练掌握设备完整性管理的程序、方法;
- c) 企业应当将供应商、服务商和承包商纳入设备完整性管理培训活动,确保其理解与执行承压设备完整性管理要求。

6.4 档案信息管理

6.4.1 技术档案管理

企业应当建立承压设备全寿命周期技术档案,包括但不限于:特种设备使用登记证和使用登记表,设计、制造技术文件和资料,安装、改造、修理技术文件和竣工资料,自行检查和定期检验报告,日常使用与维护记录,安全附件、安全保护装置与仪表的维护记录和报告,失效分析、故障分析、事故调查的记录和报告,以及变更管理、缺陷管理、报废管理等技术文件资料。

设备全寿命周期技术档案还应当符合相关安全技术规范的要求。

6.4.2 数字化档案建设

企业应当积极推进承压设备技术档案数字化建设。对涉及承压设备全寿命周期的各类档案资

料,提出数字化交付的要求,并纳入企业设备管理系统或企业电子档案管理系统。

6.4.3 数据管理

- a)企业应当建立承压设备全寿命周期数据库系统,至少涵盖基础数据、运行数据、维修数据、检验测试数据、缺陷数据、失效案例数据等相关数据;
- b)企业应当保持数据的可用性、有效性,以满足企业开展风险评估、可靠性分析、运行趋势预测、剩余寿命评估、维修策略制定等设备管理活动的需要。

7 风险管理

7.1 风险识别

企业应当建立风险清单,在承压设备全寿命周期各阶段开展风险识别工作。包括但不限于以下风险:

- a)合规性风险,包括在法律合规性、技术合规性与管理合规性等方面不满足要求引发的风险;
- b)变更风险,包括材质、结构、工艺环境、操作规程、联锁及安全保护、安装环境变更以及采取临时措施等引发的风险;
- c)失效风险,包括设计、制造、安装缺陷,设备使用中产生的腐蚀减薄、机械损伤、材质劣化、环境开裂等损伤,维护、检修质量缺陷,备品配件质量缺陷,仪表及工艺控制系统故障等引发的设备失效风险;
- d)人为误操作引发的风险;
- e)暴雨、大风、雷电、地震等自然环境事件引发的风险;
- f)企业外部因素影响及相关方引发的风险,包括政策法规变化、备件不能按期到货、承包商能力不足、维保措施执行不力等引发的风险。

7.2 风险评估

- a)企业应当确定风险评估的范围,建立风险可接受准则,选用合适的风险管理工具;
- b)企业应当定期开展承压设备风险评估,判断设备风险能否满足生产经营需求与风险管理要求。在采用新材料、新技术、新工艺以及进行重大变更前,应当进行专项风险评估;
- c)企业可根据具体情况选择应用 RBI、FMEA/FMECA、HAZOP、SIL、IOW 等技术(见附录 B),科学高效地开展风险评估。

7.3 风险控制

企业应当根据风险评估结果,采取针对性措施,降低承压设备失效的可能性和/或后果,将设备风险水平控制在可接受范围内。

风险控制措施包括但不限于:

- a) 提高设备本质安全的措施,包括材质升级,以及设备更新、改造等;
- b) 改进与优化工艺的措施,包括温度、压力、流量等限制措施,以及原料腐蚀成分含量控制措施等;
- c) 监控、报警、联锁、泄压、消防等安全设施的补充与完善;
- d) 风险评估、监测检测与预防性维护的实施;
- e) 人员技术培训、岗位考核等管理措施。

7.4 有效性评价

企业应当对风险识别、风险评估、风险控制的有效性定期进行检查评价,以确定:

- a) 风险管理技术是否得到合理有效应用;
- b) 评估结果与实际情况是否存在偏差;
- c) 风险管控措施是否落实到位;
- d) 残余风险是否在可接受范围内;
- e) 风险管理工作是否达到预期目标。

企业应当定期对设备风险进行再评估,及时更新风险清单,实行动态管理。

8 全寿命周期过程质量与安全管理

8.1 设计控制

- a) 企业应当在项目规划设计阶段,统筹考虑承压设备全寿命周期完整性管理要求;
- b) 企业应当选择具备相应资质、能力的设计单位,在承压设备基础设计、详细设计阶段执行完整性管理策略,并制定相应的质量安全管控措施,从源头提升设备完整性管理基础;
- c) 设计单位应当在设计文件中明确设计选型所遵循的安全技术规范和标准,提出设备制造、安装的技术条件,明确设备设计使用年限;
- d) 企业应当建立设计文件审查机制,在设计阶段对潜在重大风险进行有效识别与控制,依据全寿命周期的风险管理需求开展审查,并确保设计文件规范签署、设计变更有效实施。

8.2 采购与材料控制

- a) 承压设备采购应当在满足质量与安全要求的前提下,综合考虑设备建造成本与使用维护成本,遵循全寿命周期成本最优原则,选择符合相应生产许可的单位制造的优质优价产品;
- b) 企业应当制定设备采购质量控制措施,包括供应商服务能力与合规性评价、采购技术条件确认、合同及技术协议签订、关键设备监造、设备质量证明文件确认与变更管控等。

8.3 制造与安装控制

- a) 企业应当建立必要的程序,配备必要的资源,确保承压设备制造与安装符合法律法规、安全技术规范、标准和设计文件的要求;
- b) 在承压设备制造方面,针对供应商选择、质量计划制定、监督检验实施、技术文件审核、工艺(焊接、热处理等)过程规范、检测与试验实施等关键环节或内容,制订过程质量控制措施并有效实施。当制造中采用新材料、新技术、新工艺时,确认制造单位采用前按照安全技术规范的规定履行了相关程序;
- c) 在承压设备安装方面,针对承包商选择、施工方案确认、技术文件审核、施工质量控制、复验与试验实施、竣工交付验收等关键环节或内容,制订过程质量控制措施并有效实施。竣工交付时还应当检查设计、制造、安装阶段可能遗留的问题及其引发的风险,并及时予以处理。

8.4 监控与测量装置控制

企业应当积极应用自动控制系统(DCS、PLC、APC 等)对承压设备运行状态进行有效监控,定期评估实时监控与测量系统的使用效果,加强在线测量仪表等监控与测量装置的使用维护。

8.5 使用管理

企业应当建立健全并有效实施承压设备使用安全管理制度,至少涵盖以下方面内容:

- a) 承压设备安全管理机构和相关人员岗位职责;
- b) 承压设备安全管理人员、作业人员管理与培训;
- c) 承压设备经常性维护保养、定期自行检查;
- d) 承压设备使用登记、定期检验、能效测试;
- e) 承压设备风险识别、缺陷管理、隐患排查与治理;
- f) 承压设备改造、修理、报废等;
- g) 承压设备应急救援;

h)承压设备事故报告、处理与调查,以及故障或失效分析;

i)锅炉节能管理。

8.5.1 使用登记

企业应当按照 TSG 08《特种设备使用管理规则》的要求,向设备所在地负责特种设备使用登记的监管部门申请办理《特种设备使用登记证》。

8.5.2 运行操作

a)运行操作管控:企业应当根据工艺运行需求编制设备操作规程,根据变更情况及时修订操作规程,定期组织运行操作人员培训,提高其在各种工况下的运行操作能力,并严禁不遵守规程的运行操作行为;

b)运行环境管控:企业应当确保承压设备在设计所允许的工艺环境中运行,减少对设备有影响的工艺波动,并严控超温、超压、超设防值运行的情况;

c)运行状态监测:企业应当根据风险管理需求,对高风险、严重腐蚀、存在材质劣化等情况的承压设备开展运行状态监测。必要时建立在线监测系统,探测缺陷发生与变化情况,根据变化趋势及时推送报警信息。

8.5.3 检验、检测与预防性维护(ITPM)

a)企业应当在承压设备全寿命周期管理活动中,以风险管理为准则,结合自身管理需求、监测检测结果、设备结构特点与缺陷变化趋势等情况,综合确定 ITPM 工作策略;

b)企业应当根据承压设备风险状况和 ITPM 策略,制定 ITPM 工作计划并动态更新,明确工作内容、方法和标准,在日常巡检、运行维护、停工检修等期间组织实施 ITPM 任务;

c)承压设备预防性维护工作包括基于时间的专业定时性工作和基于运行状态的监测检测工作。

专业定时性工作包括企业定期开展的专业技术与管理工作,以及安全技术规范所要求的定期自行检查工作,详见附录 A。状态监测检测工作主要包括腐蚀等损伤在线监测、水质监测、绝热状况检查与能效测试等。

8.5.4 定期检验

a)企业应当制定定期检验计划,提出检验申请,确认检验方案,做好相应检验准备、配合与安全监护工作,对检验中发现的问题进行及时、有效处置;

b)定期检验应当根据设备使用情况、损伤模式与风险水平采用基于风险的检验(RBI)技术;

c)定期检验完成后,企业应当组织进行设备连接管路、密封、附件(含零部件、安全附件、安全保护装置、仪器仪表等)与内件的安装、测试与试运行等工作,并按照检验结论确定的参数使用承压设备。

8.5.5 修理改造

- a)企业应当委托有相应资质、能力的单位承担承压设备的修理、改造工作,针对修理、改造的方案编审,以及焊接、热处理、无损检测、耐压试验等关键环节,制订过程质量控制措施并有效实施;
- b)承压设备的重大修理、改造应当符合相关安全技术规范、标准和设计文件(包括变更设计文件)的要求。

8.5.6 停用

承压设备停用1年以上的,企业应当采取有效的保护措施,设置停用标志,并按照TSG 08的规定办理停用手续。重新启用时,企业应当进行自行检查,按照TSG 08的规定办理启用手续,必要时还应当申报定期检验。

8.6 报废处置

8.6.1 报废条件

企业应当报废的承压设备包括但不限于以下情况:

- a)法律法规明令淘汰的;
- b)存在严重事故隐患且无法消除的;
- c)无改造、修理价值的;
- d)已达到设计使用年限,并且经检验不合格或者风险不可接受的。

8.6.2 处置要求

- a)对达到8.6.1规定条件的承压设备,企业应当及时予以报废处置,并按照TSG08要求办理相关手续;
- b)企业应当依据安全生产、环境保护等部门的相关规定,对报废后的承压设备进行彻底排空、清洗,确保其内部残留物符合要求。同时,企业应当采取有效措施消除其作为承压设备的使用功能。

9 缺陷管理

9.1 缺陷识别

- a)企业应当在承压设备全寿命周期的各个阶段开展缺陷识别,包括但不限于设备设计审查、生产监造、出厂验收、入库检验、安装调试、ITPM、使用操作、风险评估、检查维护、修理改造等环节;
- b)缺陷识别方式包括资料核查,现场宏观检查、化学分析、检验检测,以及在线状态监测、环境监测等;
- c)企业应当明确缺陷数据统计规则,对识别出的缺陷进行分类统计,形成统一的承压设备缺陷数据库。

9.2 缺陷评价

- a)企业应当对识别出的承压设备缺陷进行评估,确定其风险状况;
- b)企业应当建立缺陷风险分级标准,依据风险可接受准则对缺陷进行分级管理,重点为可能影响承压设备使用安全的高风险缺陷;
- c)承压设备缺陷评价可采用损伤判别、故障模式与影响分析(FMEA/FMECA)等技术方法,并依据相应的安全技术规范和标准要求进行。

9.3 缺陷响应

企业应当根据缺陷评估结果建立响应机制,依据紧急程度对设备缺陷做出相应响应,并将响应情况及时通报相关部门和人员,通报内容包括:

- a)可能影响的范围或产生的风险;
- b) 处置措施或应急方案;
- c)跟踪措施;
- d) 终止条件。

9.4 缺陷处置

企业应当根据安全技术规范和标准要求,采取缺陷修理、合于使用评价(FFS)、局部/整体更换、技术改造等措施对承压设备缺陷进行处置,并对处置结果进行确认。采取临时措施处置的,还应当进行相应风险管控,必要时可开展运行状态监测。

10 变更管理

10.1 变更范围

承压设备变更管理应当覆盖设备过程质量管理各阶段,包括但不限于以下情况:

- a) 管理机构、关键岗位的人员、职责变更;
- b) 设备本身材质、结构、用途、安装地点的变更;
- c) 工艺参数、运行环境的变更;
- d) 日常维护修理策略、计划、方案的变更;
- e) 重大修理、技术改造、安装方案的变更;
- f) 材料、备件供应商的变更;
- g) 外部环境因素的变更(如法律法规新要求、地理环境变化等)。

10.2 变更类别

承压设备的变更可按风险等级、投资情况、影响程度等分为重大变更、一般变更;也按时限分为临时变更、永久变更。

10.3 变更实施流程

10.3.1 变更申请

对设计、采购、安装、在役运行与停工检修阶段的承压设备变更,应当在确认变更类别、变更事项与变更等级后提出变更申请。

10.3.2 变更评估

变更由企业自行组织进行风险评估。生产工艺与设备设施的重大变更宜采用 HAZOP、RBI、FMEA/FMECA 等技术方法进行风险评估。

10.3.3 变更审批

企业应当依据设定的分级管理权限进行变更审批。其中承压设备重大变更由企业主管特种设备安全的领导批准。

10.3.4 变更实施

企业应当严格按照审批的范围、内容实施变更,并满足以下要求:

- a) 变更实施前,应当对参与变更实施的人员进行技术方案、相关风险及防控措施、应急预案等相关内容培训;对于重大变更和临时变更,应当在实施前予以公示;

- b) 变更实施过程中,应当加强风险管控,高风险作业应当开展 JSA 等安全分析,并严格执行作业许可制度;
- c) 变更结束后,应当进行相关条件检查确认,满足要求后承压设备方可投用;
- d) 因特殊情况需要紧急实施变更时,企业应当进行风险研判,在风险可接受的情况下先实施变更,其后按程序及时补办变更审批手续,并进一步开展风险评估,制定、落实后续风险管理措施。

10.3.5 变更关闭

企业应当在承压设备变更实施完成且设备正常投用后,将相关变更予以关闭。变更关闭应当满足以下要求:

- a) 变更关闭前,企业应当对变更涉及的管理制度、操作规程、P & ID 图、工艺参数、设备参数等技术文件同步修订、更新;
- b) 企业应当对相关单位进行变更告知,对变更所涉及的管理、操作与维护人员进行相应培训;
- c) 承压设备所有变更均应当形成文件记录,并归档管理;
- d) 临时变更应当及时销项。对于成为永久变更的临时变更,应当经企业主管特种设备安全的领导批准后,按照本条 a)至 c)的要求予以关闭。

10.4 变更评价

变更关闭后一年后,企业应当对变更的结果进行评估,核实变更的安全性、有效性。

11 外部提供的产品与服务控制

11.1 准入与退出机制

企业应当建立准入与退出机制,对承压设备全寿命周期所涉及的供应商、服务商和承包商进行评价、选择与监督管理。

11.2 资质与能力审查

企业应当对承压设备供应商、服务商和承包商进行资质、能力审查。

审查内容至少应当包括:

- a) 人员、技术与设施能否与其所承揽的承压设备业务相匹配;
- b) 是否遵守法律法规、安全技术规范、标准规定,并能满足客户关于承压设备的相关要求;
- c) 是否建立 QHSE 管理体系,并有效实施。

12 专业专项管理

12.1 防腐蚀管理

企业应当建立防腐蚀管理控制文件,用以指导专业防腐蚀工作。主要内容包括:

- a) 工艺防腐蚀管理;
- b) 设备防腐蚀管理:腐蚀检查、腐蚀监测检测、腐蚀失效分析、腐蚀数据库建立、材质适应性评价等;
- c) 防腐蚀策略的有效性评价。

12.2 静密封管理

企业应当建立静密封管理控制文件,涵盖法兰密封结构、螺纹密封结构等静密封点。主要内容包括:

- a) 密封结构的选型、安装与维修;
- b) 静密封点的分级;
- c) 静密封点的泄漏检测与消缺管理、泄漏台账管理、分级挂牌管理。

12.3 细小接管管理

企业应当建立细小接管管理控制文件,对细小接管进行专业化管理。主要内容包括:

- a) 细小接管的风险分级与管理,其中高、中风险的细小接管应当建立清单;
- b) 细小接管的选型、制造、安装、使用维护与检测;
- c) 细小接管的失效管理与应急处置。

12.4 绝热管理

企业应当建立绝热管理控制文件,对承压设备的保温、保冷状况进行专业化管理。主要内容包括:

- a) 绝热结构的设计与材料选择;
- b) 施工质量的管理(含安装与局部修补);
- c) 日常维护检查与测试(含保温层下腐蚀检测)等。

12.5 安全服役寿命管理

企业应当建立承压设备安全服役寿命管理控制文件,或在承压设备管理文件中明确相关方法、程序和要求,对达到设计使用年限的承压设备进行安全服役寿命科学评估与管控。主要内容包括:

- a) 承压设备安全服役寿命评估的时机、条件;

- b)承压设备安全服役寿命评估的方法、程序；
- c)超设计使用年限服役承压设备的安全管理策略及要求等。

12.6 安全附件、安全保护装置与仪表管理

企业应当建立承压设备安全附件、安全保护装置与仪表管理控制文件，或在承压设备管理文件中明确相关管理职责、要求，进行专业化管理。主要内容包括：

- a)建立安全阀、爆破片装置等安全附件清单，导静电装置、安全联锁装置等安全保护装置清单，以及压力、温度、液位等测量仪表清单；
- b)安全附件、安全保护装置与仪表的选型、采购、校准/检定、维护、更换等工作应当满足相关规定要求；
- c)建立安全阀基于风险的管理策略，确定基于风险的校验周期要求。

13 应急管理

13.1 应急组织

企业应当建立承压设备应急管理的有关规定，明确应急管理组织机构，逐级落实安全主体责任，并建立与行政监管部门、消防及医疗机构等外部救援力量畅通的沟通和协调机制。

13.2 应急预案

- a)企业应当针对承压设备潜在事故或紧急情况，建立应急预案，规定响应程序；
- b)经风险评估确定的关键设备、系统，应当作为应急预案的重点对象；
- c)承压设备应急预案的内容至少应当包括：
 - 总则(目的、依据、适用范围)
 - 应急组织机构与职责
 - 预防与预警机制
 - 应急响应程序
 - 应急保障措施(人员、物资、通讯、技术等)
 - 后期处置
 - 培训与演练
 - 附件(联系方式、平面图等)

13.3 应急演练

- a)企业应当定期开展应急知识普及教育,使员工掌握安全防护知识、应急设备使用方法和应急救援相关技能;
- b) 企业应当将应急预案作为员工安全培训的必修内容,确保所有相关人员了解其职责、程序与措施;
- c)企业应当每年至少组织一次专项应急演练,并根据演练情况进行评估总结,适时对承压设备应急预案或者进行修订与改进,并将其纳入后续应急培训内容。

14 事故管理

14.1 事故报告

承压设备发生事故后,企业应当按照规定启动应急预案,采取有效措施,防止事故扩大。同时,依据法律法规要求向事故发生地特种设备安全监管部门和有关部门报告。

14.2 事故调查

- a)企业应当根据事故情况,组织或配合有关部门开展事故调查工作;
- b)企业应当妥善保护事故现场以及相关证据,及时收集、整理有关资料;必要时,对设备、场地、资料进行封存和图像记录;
- c)企业应当建立科学有效的事故调查程序,组织开展调查分析。

14.3 事故分析

企业应当采用失效分析、事故反演等技术方法,对失效或破坏的承压设备进行系统性的检验、测试与逻辑推理,确定失效模式、查明失效的直接原因与根本原因,为改进设备设计、选材,加强制造、检验、操作、维护、检修等工作提供科学依据。

14.4 事故预防

企业应当根据事故情况,研究制定针对性防范、整改措施,包括但不限于以下方面。

- a)技术方面,针对设备的不安全因素,采取改善生产条件、生产工艺的技术措施,进行提升设备本质安全水平的更新、改造,改进检查、检验、检测方法,优化设备维护修理策略等;
- b)教育方面,针对人的不安全行为,强化日常宣传教育、培训演练,采取必要教育方法与措施,提高人的安全意识与技能等;

c) 管理方面,完善特种设备安全管理制度,明确岗位责任,加强安全管理机构和人员配置,保证安全生产投入,落实安全检查机制等。

15 评审与改进

15.1 内部审核

- a) 企业应当制定完整性管理的评审方案,每年至少进行一次内部审核,验证承压设备完整性管理是否有效实施;
- b) 内部审核可以与企业一体化管理体系的内审活动合并进行,审核结果应当报告至企业最高管理者或其代表,审核过程文件应该妥善保存。

15.2 外部审核

企业根据需要可委托外部具有相关能力、经验的第三方技术机构开展承压设备完整性管理评审,并与内部审核结果相互验证。

15.3 改进

企业应当依据内部审核和/或外部审核的结果,主动识别承压设备管理中存在的问题或不足,制定针对性纠正、预防措施与改进方案,并有效实施。必要时,企业还应当对承压设备完整性管理体系(或专项制度)文件进行相应修订、更新。

15.4 绩效评价

企业应当结合承压设备完整性管理要求,设置年度绩效目标,制定量化标准,结合内部审核、外部审核结果,开展设备完整性管理绩效评价。其中 KPI 指标包括合规性、安全性、技术性与经济性等指标,并可参考以下内容:

- a) 合规性指标:指符合特种设备法律法规、安全技术规范和标准等方面的指标;
- b) 安全性指标:指避免因承压设备事故或失效导致的火灾、爆炸、人身伤害、环境破坏事件等方面指标;
- c) 技术性指标:指承压设备专业定时性工作实施,以及缺陷闭环管理等设备安全管理状况方面的指标;
- d) 经济性指标:指全寿命周期费用管理方面的指标。

附录 A

(资料性)

承压类特种设备专业定时性工作

序号	定时工作	工作内容	推荐频次	适用范围	对应管理要素
1	法规标准符合性审查	对承压设备管理适用的法规、标准清单进行梳理、核对与调整	1 次/年	锅炉、压力容器、压力管道	6.1 完整性管理文件
2	管理文件符合性审查	根据法规、标准的变化,内外部政策、环境的变化,评估、核对现有设备管理体系类文件、作业类文件的适用性与有效性,提出修订、更新计划	1 次/年	锅炉、压力容器、压力管道	6.1 完整性管理文件
3	人员专业技术培训	每年制定设备专业管理人员培训计划,经审批后实施	1 次/年	锅炉、压力容器、压力管道	6.3 能力与培训
4	档案资料管理	1)对设备基础数据进行核对、变更与完善; 2)在设备更新、改造后,收集、完善设备图纸等竣工资料	1)1 次/年 2)必要时	锅炉、压力容器、压力管道	6.4 档案信息管理
5	设备更新计划	制定下一年度设备更新计划	实时推进	锅炉、压力容器、压力管道	8.2 采购与材料控制
6	设备运行环境检查	对设备运行环境管理进行检查,如与设备安全运行相关的操作窗口管理、腐蚀分析等	实时推进	锅炉、压力容器、压力管道	8.5.2 运行操作

序号	定时工作	工作内容	推荐频次	适用范围	对应管理要素
7	年度预防性维护计划	制修订预防性维护策略,制定下一年度预防性维护计划	1 次/年	锅炉、压力容器、压力管道	8.5.3 检验、检测与预防性维护
8	月度预防性维护计划	依据年度预防性维护计划,制定并实施设备月度预防性维护计划	1 次/月	锅炉、压力容器、压力管道	8.5.3 检验、检测与预防性维护
9	日常巡检	1)检查设备本体及其安全附件、附属设施(含小接管)的泄漏、结构变形、异常振动、位移、异响等情况; 2)对设备变更等重点部位进行检查	根据企业需要	锅炉、压力容器、压力管道	8.5.3 检验、检测与预防性维护 12 专业专项管理
10	锅炉年度检查	1)依据规范和制度组织年度检查; 2)对承压部件、安全附件及仪表、联锁保护装置等进行检查	不少于 1 次/年	锅炉	8.5.3 检验、检测与预防性维护
11	压力容器年度检查	1)依据规范和制度组织年度检查; 2)对本体及其安全附件、装卸附件、安全保护及测量调控装置、附属仪器仪表等进行检查	不少于 1 次/年	压力容器	8.5.3 检验、检测与预防性维护
12	压力管道年度检查	1)依据规程和制度组织年度检查; 2)对管道本体及其安全附件、阻火器、安全保护装置、测量调控装置、附属仪器仪表等进行检查	不少于 1 次/年	压力管道	8.5.3 检验、检测与预防性维护
13	压力管道专项检查	对管道盲端、副线、管托、支吊架、异径管等进行检查	不少于 1 次/年	压力管道	8.5.3 检验、检测与预防性维护

序号	定时工作	工作内容	推荐频次	适用范围	对应管理要素
14	定期检验	1)制定承压设备定期检验计划,依据安全技术规范要求组织实施特种设备定期检验; 2)对达到设计使用年限后仍需要继续使用的承压设备,根据风险评估和定期检验结果合理确定检验周期	按相关标准规范要求执行	锅炉、压力容器、压力管道	8.5.4 定期检验
15	腐蚀监测检测	1)定点监测部位监测情况的检查、分析; 2)对存在较高腐蚀风险的设备进行脉冲涡流扫查、定点测厚等检查	按 ITPM 计划执行	适用于锅炉、压力容器、压力管道	8.5.3 检验、检测与预防性维护 12.1 防腐蚀管理
16	法兰密封泄漏检测	采用 LDAR 等方式组织开展泄漏检测,对泄漏点进行挂牌管理,并采取相应处置措施	1 次/半年	法兰密封结构	8.5.3 检验、检测与预防性维护 12.2 静密封管理
17	细小接管检查	建立高、中风险细小接管台账,根据分级情况制定并落实检测计划	按计划执行	锅炉、压力容器、压力管道所属细小接管	8.5.3 检验、检测与预防性维护 12.3 细小接管管理
18	防冻防凝检查	对设备绝热、伴热结构的完好性、有效性,以及疏水器功能的完好性进行检查与必要的测试	冬季,1 次/月	锅炉、压力容器、压力管道	8.5.3 检验、检测与预防性维护 12.4 绝热管理
19	安全附件定期校验	1)依据安全技术规范要求和风险评估结果,合理确定安全阀校验周期,并组织开展安全阀等安全附件校验; 2)依据安全技术规范和设计文件要求,确定爆破片装置更换周期,对爆破片装置进行检查并按期更换	按校验周期执行	锅炉、压力容器、压力管道所属安全附件	8.5.4 定期检验 12.6 安全附件、安全保护装置与仪表管理

序号	定时工作	工作内容	推荐频次	适用范围	对应管理要素
20	安全保护装置测试	依据相关规范要求组织开展导静电、安全联锁等安全保护装置功能测试	按计划执行	锅炉、压力容器、压力管道所属安全保护装置	8.5.4 定期检验 12.6 安全附件、安全保护装置与仪表管理
21	仪表计量	依据计量规范要求组织开展压力表、温度计、流量计、气体报警仪等仪表的检定/校准	按计划执行	锅炉、压力容器、压力管道所属仪表	8.5.4 定期检验 12.6 安全附件、安全保护装置与仪表管理
22	应急演练	设备管理部门制定特种设备专项应急预案,每年结合公司要求制定应急演练计划,至少组织完成1次承压设备专项应急演练	不少于1次/年	锅炉、压力容器、压力管道	13 应急管理
23	专业管理定时报告	通过信息化系统自动统计生成日管控、周排查、月调度工作记录等专业管理定时报告	按计划执行	锅炉、压力容器、压力管道	15 评审与改进
24	工作执行检查	1)开展专业管理执行情况检查分析,如细小接管检查、LDAR检测、保温层下腐蚀检查等的抽查与现场验证; 2)开展缺陷管理、变更管理、过程质量与安全管理情况等检查分析	1次/月	锅炉、压力容器、压力管道	15 评审与改进
25	年度工作总结	总结本年度设备管理工作目标与计划完成情况,统计分析KPI指标状况,总结优秀实践,分析、查找管理偏差,提出改进措施	1次/年	锅炉、压力容器、压力管道	15 评审与改进

附录 B

(资料性)

承压类特种设备完整性管理相关技术说明

序号	技术名称	技术简介	适用设备类型	在设备完整性管理中的应用	应用场合
1	损伤模式识别	结合承压设备基础资料与运行工况,按照 GB/T 30579《承压设备损伤模式识别》等标准识别承压设备在运行期间可能发生的损伤模式	承压设备	a)根据设备的设计情况及运行操作工况识别潜在的损伤机理; b)作为 RBI 与腐蚀检查的前期工作	在役阶段;为承压设备管理、风险防控措施的制定提供基础依据
2	基于风险的检验(RBI)	对承压设备实施风险评估与风险管理的过程,依据 GB/T 26610.1~5 《承压设备系统基于风险的检验实施导则》等标准进行设备风险值计算,并进行风险排序,分析风险来源,制定基于风险的管理策略	承压设备	a)通过逻辑损伤模型与物理泄漏模型计算确定承压设备风险水平; b)制定与潜在损伤机理相对应的检验策略; c)根据风险等级调整承压设备检验周期; d)通过风险排序制定基于风险的承压设备管理策略	a)设计阶段:防腐蚀策略的制定; b)在役阶段;基于风险可接受水平调整承压设备检验周期,制定检验与管理策略
3	危险与可操作性 分析(HAZOP)	识别工艺或操作过程中存在的危害,识别过程偏差导致的不可接受风险状况	承压设备	a)用于设计阶段潜在失效风险的识别与风险管理策略制定; b)用于导致系统失效的误操作识别; c)用于在役装置工艺相关风险的识别与工艺安全管理	a)采用新技术、新工艺时; b)设计阶段及设计变更时; c)在役装置工艺变更时; d)在役装置工艺安全分析时

序号	技术名称	技术简介	适用设备类型	在设备完整性管理中的应用	应用场景
4	安全完整性等级(SIL)评估	在风险分析基础上,评估安全仪表系统安全完整性水平的方法	承压设备 安全仪表 系统	a)确定承压设备安全仪表系统的 SIL 等级、测试周期; b)确定承压设备安全仪表系统设计时的安全完整性要求底限	a)设计阶段:安全仪表系统 SIL 定级; b)在役阶段:结合装置生产系统检查或确认安全仪表系统的完整性
5	失效模式及影响 分析 FMEA	通过分析设备所有可能的故障模式、故障潜在原因及其可能产生的影响,按每个故障模式产生影响的危害程度予以分类的一种归纳分析方法	承压设备	在早期及时准确找出故障原因,并采取相应措施,为维护、维修策略的制定与优化提供支持	a)设计阶段:用于潜在失效风险的分析; b)在役阶段:用于制定设备维护、维修策略
6	完整性操作窗口(IOW)	通过对设备的在线监控,使操作参数或生产工艺严格控制在临界值范围内的方法	装置中的 关键承压 设备	a)用于设计阶段确定关键设备的操作条件; b)为设备工艺控制与变更管理提供依据	a)设计阶段:承压设备操作条件确认; b)在役阶段:承压设备基于风险的工艺控制

序号	技术名称	技术简介	适用设备类型	在设备完整性管理中的应用	应用场景
7	腐蚀适应性评估	对设备腐蚀倾向进行评估,分析腐蚀风险,并开展腐蚀风险管理的方法	腐蚀环境下运行的承压设备	a)用于设计阶段选材的合理性分析与风险管理策略制定; b)用于在役装置腐蚀风险分析与防腐蚀策略制定	设计阶段:作为设计(包括更新改造时的设计)选材与制定腐蚀控制方案的依据
8	腐蚀检查	在装置运行过程中或停工检修期间对承压设备腐蚀状况进行的检查	承压设备	用于在役承压设备腐蚀风险的分析与控制	在役阶段:在装置运行过程中及停工检修期间进行设备腐蚀情况检查
9	合于使用评价	用于判断含有缺陷或损伤的设备,在给定的工况条件下,是否能够继续安全可靠地运行至下一个计划检修期。可依据 GB/T 35013《承压设备合于使用评价》和 GB/T 19624《在用含缺陷压力容器安全评定》实施	含缺陷或损伤的承压设备	通过分析计算,判断含有缺陷或损伤的设备是否可以继续安全可靠运行	a)安装、制造阶段:作为含超标缺陷设备是否可以投入使用的依据; b)在役阶段:含有缺陷或损伤的设备是否可以继续使用的依据
10	安全评估	对超出设计使用年限承压设备进行损伤模式识别、归类,给出特定损伤模式评估的过程	超设计使用年限的承压设备	通过计算判断超出设计使用年限承压设备,在目前的损伤模式下是否可以继续使用	在役阶段:超出设计使用年限承压设备是否可以继续使用的依据

序号	技术名称	技术简介	适用设备类型	在设备完整性管理中的应用	应用场景
11	失效分析	系统性地应用材料科学、固体力学、腐蚀科学、断口学及无损检测等理论和方法,对发生故障或破坏的承压设备进行检验、测试与逻辑推理,确定失效模式、查明失效的直接原因与根本原因、提出预防与改进措施的过程	发生故障或者破坏的承压设备	a)确定设备的失效模式、失效原因; b)提出预防与改进措施	在役阶段:防止同类失效再次发生,并为改进设备的设计、选材、制造、检验、操作与维护方法提供科学依据

参考文献

- [1] AB - 512 资产所有者/使用方承压设备完整性管理要求
- [2] GB/T 33172 - 2016/ISO 55000: 2014 资产管理 综述、原则和术语
- [3] GB/T 33173 - 2016/ISO 55001: 2014 资产管理 管理体系 要求
- [4] GB/T 33174 - 2022/ISO 55002: 2018 资产管理 管理体系