

附件

饱和水蒸汽球罐定期检验指南

为提升饱和水蒸汽球罐（以下简称球罐）定期检验的针对性、有效性，预防和减少事故，依据压力容器相关安全技术规范和标准，结合内蒙古包头包钢稀土钢板材有限责任公司“1·18”重大容器爆炸事故调查结果，制定本指南。

1 适用范围

本文件适用于以饱和水蒸汽为介质，用于蓄热、蓄能、储热、储能等用途的球罐定期检验。

2 规范性引用文件

下列文件最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

GB/T 12337 钢制球形储罐

GB/T 19624 含缺陷压力容器安全评定

GB/T 30579 承压设备损伤模式识别

GB/T 35013 承压设备合于使用评价

GB/T 42606 固定式压力容器修理导则

NB/T 47013 承压设备无损检测 系列标准

3 资料核查

3.1 资料收集

检验前，使用单位应当按照检验机构要求提供球罐存档资料，一般包括以下资料：

a) 设计资料：设计单位资质证明，设计、制造、使用说明书，设计图样，强度计算书，按照规定对球罐有关设计重新核算的文件；

b) 制造（含现场制造，下同）资料：制造单位资质证明，产品合格证，质量证明文件，竣工图、竣工验收文件，监检证书；

c) 改造或者重大修理资料：施工方案，竣工资料，改造、重大修理监检证书；

d) 使用管理资料：使用登记证和使用登记表，运行参数（温度、压

力、水位)记录,开停车记录,罐内水质取样化验情况、使用条件变化情况、使用中出現異常情况的记录;

e) 检验、检查资料:定期检验周期内的年度检查报告和历次定期检验报告。

3.2 资料核查

a) 对于球罐设计资料,重点核查是否采用分析设计方法,或者按规定重新核算,是否对循环载荷工况进行疲劳评定,设计阶段风险评估报告是否对潜在的损伤模式和风险全面分析并提出相应的风险管控措施;

b) 对于球罐制造、改造、重大修理等资料,重点核查焊接工艺和焊接工艺评定报告、焊后热处理工艺和报告是否完整,相关参数、数据、结论是否存在不满足产品标准、设计文件要求的问题;改造和重大修理是否按规定进行监督检验和竣工验收;材质供货状态是否与设计相符;

c) 对于使用管理资料,重点审查压力、温度、水位历史记录数据是否在设计文件规定范围内,罐内饱和水是否按规定取样化验、化验结果是否符合要求;审查年度检查等定期自行检查是否按规定进行,发现的问题隐患是否及时处置;审查是否按照生产工艺和球罐设计文件要求进行维护保养;审查是否超过设计使用年限或设计允许循环次数;

d) 对于检验检测资料,重点审查是否有监督检验证书,历次定期检验是否按规定及时开展,审查定期检验报告的主要结论、发现问题的处理情况;如果使用单位委托第三方机构开展缺陷无损检测、基础沉降检测、材料理化测试等工作的,审查检测、测试报告中发现的问题和相应处理情况。

首次定期检验时,检验机构应当对 3.2 条 a) ~ d) 项资料的完整性进行核查,以后的检验视需要(如球罐发生移装、改造及重大修理)进行核查。资料核查过程中,检验机构发现使用单位未按照要求对球罐进行年度检查等不符合《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG 21,以下简称《固定容规》)规定情况的,应当向使用登记机关报告。

4 方案制定

a) 检验机构应当根据球罐的资料收集与核查情况,依据《固定容规》和《承压设备损伤模式识别》(GB/T 30579)等法规标准和设计文件中关于定期检验的有关要求,结合球罐的使用情况、损伤模式、失效模式,逐

台制定球罐检验方案；

b) 检验方案应当重点考虑与饱和水介质腐蚀特性相关的碱腐蚀、碱应力腐蚀开裂、腐蚀疲劳等失效模式与损伤模式，参考使用单位安全评估、完整性管理评估的相关结论和建议（如果有），明确针对性的检测方法和比例。首次检验时，应当考虑球罐制造过程可能产生的延迟裂纹等缺陷；后续检验时，对上次检验发现问题部位应当进行复检；

c) 球罐定期检验时应当采用开罐内检的方式。对于内构件阻挡等原因导致无法内部检验的部位，应当拆除内构件后进行检验；

d) 检验项目以宏观检验、壁厚测定、表面缺陷检测、埋藏缺陷检测、安全附件检验为主。每次检验时，所有对接接头和接管角焊缝应当进行100%内表面磁粉检测，支柱与壳体连接角焊缝、垫板与壳体连接的角焊缝、保温固定件与壳体连接的角焊缝（如果有）等应力集中部位，应当进行磁粉或者渗透检测抽查。首次检验时，所有对接接头进行100%的衍射时差法超声检测（TOFD）等可记录超声检测，对球罐下极环焊缝对接接头等部位进行硬度测定和金相分析抽查。再次检验时，应当对所有对接接头进行 $\geq 20\%$ 的TOFD等可记录超声检测，并对上次检验发现缺陷的部位进行检测复验。必要时，可根据资料审查及本次检验情况，增加声发射检测、强度校核和耐压试验等检验项目。

5 现场条件

a) 球罐使用单位应当在检验前，用盲板隔断所有饱和水蒸汽来源，设置明显的隔离标志，打开所有人孔，将所有影响检验工作的内构件、绝热层等附件拆除，搭设符合安全生产要求的脚手架和护栏，对检验部位表面彻底清理干净、露出金属本体，进行无损检测的部位表面应打磨除锈、露出金属光泽（表面质量参照NB/T 47013《承压设备无损检测》系列标准的有关规定），并与检验机构一同对现场检验条件进行核实确认；

b) 检验时，球罐使用单位应当按照安全生产要求加强安全监护，严禁交叉作业，保持球罐内通风良好，维持正常氧含量，并定时取样分析。

6 检验实施

a) 检验机构应当遵守使用单位用电、用火、高处作业等方面的安全管理规定，在高处检验、检测时应当正确使用安全带。

b) 在罐体内部进行的磁粉检测，宜选用荧光磁粉检测方法。对于寒冷季节等温度较低的检验现场，宜采用防冻型玻璃水，或防冻型玻璃水与工业浆糊的混合物，作为超声检测用耦合剂。超声检测的工艺，应能覆盖到焊接接头区域内的纵向、横向裂纹类缺陷。

c) 球罐检验过程中发现的表面缺陷，应当打磨消除。打磨形成的凹坑，按照《含缺陷压力容器安全评定》（GB/T 19624）或者《承压设备合于使用评价》（GB/T 35013）评定、评价。

d) 球罐检验过程中发现的埋藏缺陷，应当确定缺陷尺寸、性质、分布位置。必要时，可采用多种方法组合检测、交叉验证，采用声发射检测方法判断缺陷活动性，结合其他检验检测结果（如硬度测定、金相分析）和资料审查结果（如操作压力、温度、水位历史记录和水质取样化验结果），分析缺陷产生的可能原因，判断其对安全状况的影响。

7 检验结论

球罐检验工作（包括缺陷处理）全部完成后，依据《固定容规》和《市场监管总局办公厅关于深入推进饱和水蒸汽球罐风险隐患专项整治的通知》（市监特设发〔2026〕108号）规定，合理确定球罐安全状况等级、检验周期等检验结论。

除《固定容规》已经列明的情况外，符合以下任一情形的，也应当缩短球罐检验周期：

a) 球罐设备档案的设计、制造、检验、使用管理等资料不齐全，导致重要信息、数据无法追溯、核实；

b) 资料审查发现球罐焊后热处理实际温度（或保温时间）不符合产品标准（或企业工艺卡）要求；

c) 资料审查发现上个检验周期内球罐的压力、温度、水位的历史记录数据超过设计文件规定范围；

d) 球罐首次检验时，存在明显腐蚀（减薄量达到腐蚀裕量的二分之一），或者硬度测定、金相分析结果存在明显异常；

e) 球罐检验时，存在表面裂纹，或者存在活动性埋藏缺陷。

资料审查发现球罐使用单位未按规定对罐内饱和水取样化验，或者水质化验不合格的次数占比达到10%的球罐，安全状况等级应当定为4级，并进行监控使用，监控使用时间不超过1年。