独山子石化RBI报告-校对报告

1 独山子石化储运二部液体储运装置部分压力容器RBI报告 — 校对报告
1.1 一、报告基本信息
1.2 二、错别字问题
1.3 三、技术正确性问题
1.4 四、数据一致性与逻辑问题
1.5 五、风险与法规合规性问题
1.6 六、问题汇总
1.7 七、关键改进建议

1 独山子石化储运二部液体储运装置部分压力容器RBI报告 — 校对报告

校对日期: 2026-07-14 **校对引擎**: report-proofreader v1.0 **报告类型**: RBI基于风险的检验评估报告

1.1 一、报告基本信息

项目	内容
原报告文件名	独山子石化储运二部液体储运装置部分压力容器RBI报告_正文.docx
报告编号	2026-GJTJ-DSZSH-RBI-01
报告日期	2026年7月
编制单位	国机特种设备检验有限公司
委托单位	中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司
评估设备	4台球罐（3台3500m³轻烃球罐 + 1台2000m³乙烷球罐）
设备位号	296-V-0001C、296-V-0001I、296-V-0001J、95-V-9201B
主体材质	Q345R（轻烃球罐）、07MnNiMoDR（乙烷球罐）
介质	轻烃(C3-C4)、乙烷(C1-C2)

项目	内容
设计压力/温度	1.77MPa/65℃（轻烃）、1.7MPa/-45℃（乙烷）
操作压力/温度	1.5MPa/50℃（轻烃）、1.1MPa/-35℃（乙烷）
引用标准	TSG 21-2016、GB/T 26610系列、GB/T 30579-2022、API 581/580/571/579/750

1.2 二、错别字问题

1.2.1 2.1 通用错别字

序号	章节	原文	建议修改	问题类型
1	表5-3（正文行307）	GB/T19624-2019	GB/T 19624-2019	多余空格
2	表6-1（正文行318）	**PH**（表头）	**pH**	大小写错误
3	第3.2节（正文行196）	API 579 Fitness for Service	API 579-1/ ASME FFS-1 Fitness-for-Service	名称不完整
4	第3.2节（正文行196）	API 750 Management of Process Hazards	API RP 750 已废止，建议更新引用或加注	引用已废止标准
5	第5.3.1节（正文行251）	酸性酸水腐蚀	酸性水腐蚀（Sour Water Corrosion）	术语不规范，“酸性酸水”语义冗余；API 571 §3.58 标准术语为 Sour Water Corrosion (Acidic)

1.3 三、技术正确性问题

1.3.1 3.1 标准引用验证

序号	章节	原文主张	问题描述	建议修正
1	3.1节	GB/T 26610.3-2014	同系列第1、2、4、5部分均已更新至2022版，第3部分仍引用2014版	核查GB/T 26610.3是否有2022版更新；若有，更新引用
2	3.2节	CRTD-Vol.20 (1991)	该文献距今已35年，作为RBI参考依据过于陈旧	建议删除或替换为更新的技术文献
3	3.2节	API 750	API RP 750已被OSHA PSM 1910.119取代并撤回	建议标注”已废止”或替换为现行有效参考

1.3.2 3.2 损伤模式逻辑校验

本报告识别的主要损伤模式：

- 轻烃球罐（Q345R）：湿硫化氢破坏（HIC/SOHIC/SSC）、酸性水腐蚀、保温层下腐蚀
- 乙烷球罐（07MnNiMoDR）：再热裂纹、酸性水腐蚀、湿硫化氢破坏（HIC/SOHIC）

行业统计数据（pvrisk.cn同类设备）验证：

对比维度	轻烃球罐（报告）	液化气球罐（行业55条）	乙烯球罐（行业8条）	评估
H_2S平均	1 ppm	9.9 ppm	20 ppm	报告值偏低
H_2O平均	10 ppm	42 ppm	100 ppm	报告值偏低
平均腐蚀速率	—	0.045 mm/y	0.021 mm/y	—
主要损伤	HIC/SOHIC、CUI	SSC(3.0)、HIC/SOHIC(3.0)、酸性水(3.0)、CUI(2.0)	CUI(2.0)、HIC/SOHIC(1.0)	—
开裂案例	—	8条	0条	—

序号	章节	原文主张	问题描述	建议修正
1	附录2/正文5.3	**95-V-9201B主导损伤机理为”再热裂纹”（DF=10）**	**严重问题**。再热裂纹（API 571 §3.54 Stress Relaxation Cracking）发生在蠕变温度范围：Cr-Mo钢≥480℃、不锈钢≥500℃。07MnNiMoDR为低温钢，操作温度-35℃，远低于再热裂纹发生温度阈值。API 571 §3.54.4列出的受影响设备（催化重整、FCC、加氢裂化、制氢、高压蒸汽管道）均为高温设备，不包括低温储罐。	①从95-V-9201B的损伤模式中删除”再热裂纹”；②重新评估该设备的实际风险等级（移除DF=10后风险可能降级）；③对07MnNiMoDR低温球罐，应重点评估：**低温脆性断裂**（API 571 §3.31 Brittle Fracture）、焊缝与热影响区韧性
2	附录2	**95-V-9201B缺少保温层下腐蚀（CUI）**	与正文§5.3.3矛盾。正文明确”4台压力容器的主要损伤机理为…保温层下腐蚀”，但附录2中95-V-9201B未列出CUI。低温设备（-35℃）在保冷层下同样存在CUI风险（水分侵入、结露-冻融循环）。	在附录2中为95-V-9201B补充CUI损伤模式，或正文中明确说明低温CUI与常规CUI的区别并保持全文一致

序号	章节	原文主张	问题描述	建议修正
3	§5.3.3	“4台压力容器的主要损伤机理为湿硫化氢破坏、保温层下腐蚀”	正文定性分析结论与附录2定量结果不完全一致：①95-V-9201B附录中无CUI；②附录中酸性水腐蚀DF均为1（最低），正文定性分析中酸性水腐蚀列为主要机理。	统一定性分析与定量结果，或在正文中说明酸性水腐蚀DF=1表示风险极低但机理仍存在
4	§5.3.1/附录2	湿硫化氢破坏（HIC/SOHIC）损伤因子5.87~8.50	介质H_2S仅1 ppm、H_2O仅10 ppm。API 571指出：①50 ppmw H_2S是常规阈值，但1 ppm亦可引起氢充入（hydrogen charging）；②需要**液态水相**存在。10 ppm H_2O在50℃/1.5MPa下可能完全溶解于烃相，未必形成独立水相。报告未分析水相形成的可能性。	补充分析：在操作条件下10 ppm H_2O是否能形成独立液态水相。若不能，湿硫化氢破坏的风险显著降低，需重新校核DF值。建议参考工艺包中水露点数据
5	§5.3.3	“重点关注工卡具焊迹部位的制造缺陷”	工卡具焊迹属于制造遗留问题而非运行损伤机理。“制造缺陷”与”损伤机理”概念混淆。	将”工卡具焊迹”归入制造质量遗留问题范畴，与运行损伤机理分开表述；或明确此处关注的是工卡具焊迹处在湿硫化氢环境下的SSC敏感性

1.4 四、数据一致性与逻辑问题

1.4.1 4.1 内部数据一致性

序号	位置A	位置B	不一致内容	分析与建议
1	正文§5.3.3 行289-291	附录2行25-27	正文说4台球罐均有CUI；附录2中95-V-9201B无CUI条目	见上文三.3.2第2项
2	正文§1.2行109	正文§1.2行113	行109：“报告中设备的风险为基于2027年8月的风险计算结果”；行113：“296-V-0001J下次检验时间为2027年6月30日”	风险计算基准时间为2027年8月，但J罐检验建议日期早于基准时间2个月。逻辑应为：检验应安排在风险达到不可接受水平之前。若风险计算基准为2027年8月，则检验应在该日期之前，J罐的6月30日是合理的，但其他三台设为8月31日则偏晚。建议说明各罐检验时间差异化原因

序号	位置A	位置B	不一致内容	分析与建议
3	正文§1.2行113	正文表5-3行307	行113：“296-V-0001J下次检验时间为2027年6月30日”；行307合于使用评价：“可以继续运行至下一检验周期(2027年6月）”	J罐RBI推荐的6月30日与合于使用评价的”2027年6月”基本一致，但与表5-3历史数据中”下次检验时间2026年8月”（法定周期）差异需说明：RBI延长法定检验周期约10个月，应注明依据TSG 21 §8.10.3
4	正文表5-3行304	正文表5-3行306	296-V-0001I和296-V-0001J安全状况等级均为3级，定期检验时间同为2021年8月，法定下次检验同为2026年8月	RBI推荐I罐2027年8月（6年）、J罐2027年6月（5年10个月）。两者损伤因子不同（7.18 vs 8.50），但等级差异不大，检验时间差2个月有合于使用评价因素，应说明J罐提前的原因

1.4.2 4.2 逻辑链完整性

序号	检查项	评估	问题
1	损伤识别→防护措施	部分缺失	降险措施（§7.4）过于笼统（“加大巡检力度、完善泄漏报警、做好应急预案”），未针对湿硫化氢破坏、CUI等具体机理提出差异化防护措施

序号	检查项	评估	问题
2	损伤识别→检验策略	基本完整	附录2针对各机理给出了检验方法（UT/MT/PT/硬度），但95-V-9201B的CUI缺失导致对应的保温层拆除检查策略缺失
3	风险评价→建议	基本完整	无高风险设备，风险等级为中高风险及以下，降险建议合理但过于笼统
4	引用→列表	一致	正文引用的标准均在§3.1～§3.2中出现
5	介质数据支撑→机理判定	**薄弱**	见表6-1物流数据与§5.3损伤机理判定之间缺少定量关联分析（如H_2S分压是否达到SSC阈值、水含量是否足以形成独立水相）

1.5 五、风险与法规合规性问题

1.5.1 5.1 TSG 21-2016 合规性

序号	检查项	条款	验证结果
1	RBI应用条件审查	§8.10.1	报告§4引用了TSG 21-2016第8.10.1条，确认使用单位通过安全管理评价。合规。
2	容器类别判定	§3.1～§3.4	轻烃（易燃介质）+ 3500m^3 + 1.77MPa → Ⅲ类容器。报告未明确标注容器类别，建议补充。

序号	检查项	条款	验证结果
3	检验周期（296-V-0001C，2级）	§8.1.6.1	上次2022-08 → RBI下次2027-08 = 5年，≤6年。合规。
4	检验周期（296-V-0001I，3级）	§8.1.6.1	上次2021-08 → RBI下次2027-08 = 6年，达到3级最大周期（3~6年上限）。合规但偏长，建议注明理由。
5	检验周期（296-V-0001J，3级）	§8.1.6.1 + §8.10.3	上次2021-08 → RBI下次2027-06 ≈ 5年10个月。合规。
6	检验周期（95-V-9201B，2级）	§8.1.6.1	上次2022-09 → RBI下次2027-08 ≈ 4年11个月，≤6年。合规。
7	RBI检验周期上限	§8.10.3	所有设备RBI推荐检验周期均≤9年，合规。最长6年（296-V-0001I），未超限。
8	安全附件	§8	报告未涉及安全阀、爆破片等安全附件的RBI评估或检验建议。对于球罐，安全附件（安全阀、液位计、紧急切断阀）是TSG 21第9章要求的重要组成部分。建议补充。

1.5.2 5.2 GB/T 150 合规性

序号	检查项	验证结果
1	Q345R材料选用	设计温度65°C，Q345R适用温度上限符合标准。合规。

序号	检查项	验证结果
2	07MnNiMoDR低温钢选用	设计温度-45℃，符合低温压力容器用钢要求。合规。
3	腐蚀裕量	轻烃球罐3mm、乙烷球罐1.5mm，与运行介质匹配合理。

1.6 六、问题汇总

1.6.1 6.1 一类问题（严重 — 必须修正）

1. **95-V-9201B”再热裂纹”损伤机理判定错误**（三.3.2第1项）：07MnNiMoDR低温球罐操作温度-35℃，远低于再热裂纹发生阈值（≥450℃）。该错误直接导致DF=10，影响风险等级评定和检验策略制定。建议彻底删除并重新评估。

2. **95-V-9201B保温层下腐蚀（CUI）缺失**（三.3.2第2项 + 四.1第1项）：正文与附录矛盾，低温CUI是真实存在的风险，缺失会导致检验策略不完整。

1.6.2 6.2 二类问题（一般 — 建议修正）

1. **湿硫化氢破坏的水相形成条件未论证**（三.3.2第4项）：10 ppm H_2O在操作条件下是否能形成独立水相是关键前提，报告未分析。若不能形成水相，湿硫化氢破坏的DF值需重新校核。

2. **酸性水腐蚀DF=1与定性分析不一致**（三.3.2第3项）：正文定性分析将酸性水腐蚀列为主要机理，但定量结果DF=1，差异需说明。

3. **标准引用需更新**（三.1第1~3项）：GB/T 26610.3-2014需确认是否有新版；API 750已废止。

4. **风险计算基准时间与检验日期逻辑**（四.1第2项）：需说明296-V-0001J提前检验的原因（合于使用评价约束），以及其他三台为何可延至2027年8月。

5. **降险措施过于笼统**（四.2第1项）：应针对湿硫化氢破坏、CUI等机理给出具体防护措施。

1.6.3 6.3 三类问题（轻微 — 可选修正）

1. 表5-3中”GB/T19624- 2019”多余空格（二.1第1项）
2. 表6-1表头”PH”应为”pH”（二.1第2项）
3. API 579名称不含连字符（二.1第3项）
4. “酸性酸水腐蚀”术语不规范（二.1第5项）

5. “工卡具焊迹”属于制造缺陷范畴，与运行损伤机理概念混淆（三.3.2第5项）
6. 报告未标注容器类别（Ⅲ类）（五.1第2项）
7. 安全附件评估缺失（五.1第8项）
8. 296-V-0001I（3级）检验周期6年已达TSG 21上限，建议注明理由（五.1第4项）
9. CRTD-Vol.20（1991）文献过于陈旧（三.1第2项）

1.7 七、关键改进建议

1. **最优先（必须修正）**：修正95-V-9201B的损伤模式——删除不成立的”再热裂纹”，补充低温脆性断裂和CUI评估，重新计算风险等级。

2. **次优先（建议修正）**：对湿硫化氢破坏损伤机理补充水相形成条件论证，若无法确认独立水相存在，应重新校核HIC/SOHIC/SSC的损伤因子。

3. **建议优先（优化提升）**：统一正文定性分析与附录定量结果，补充安全附件评估，细化降险措施，更新已废止标准引用。

校对总评：报告整体结构完整，RBI工作流程符合TSG 21 §8.10要求，数据采集充分，风险矩阵和检验策略框架基本合理。但存在一处严重技术错误（再热裂纹机理误判）、一处正文-附录数据矛盾（CUI缺失）、以及多处可优化项。建议修正一类问题后再提交。