北海商储储罐RBI报告 校对报告

1 北海商储储罐RBI报告2025-GJTJ-BHSC-RBI-01-修改版 — 校对报告
  1.1 一、报告基本信息
  1.2 二、错别字及术语问题
  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、报告结论评价
  1.7 七、风险总结
  1.8 附录：校对方法论

1 北海商储储罐RBI报告2025-GJTJ-BHSC-RBI-01-修改版 — 校对报告

校对日期: 2026-01-11 **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	北海商储储罐RBI报告2025-GJTJ-BHSC-RBI-01-修改版.docx
报告标题	中国石化集团石油商业储备有限公司北海分公司原油储罐基于风险的检验（RBI）评估报告
报告编号	2025-GJTJ-BHSC-RBI-01
报告日期	2025年12月
编制单位	国机特种设备检验有限公司
设备名称	TK-1A-14、TK-2A-14、TK-2A-15、TK-2A-16
设备类型	单盘式外浮顶原油储罐（10万m³）
主体材质	12MnNiVR / Q345R / Q235B
介质	原油

项目	内容
设计压力/温度	常压 / 55℃
引用标准	GB/T 30578-2025、NB/T 11662-2024、SY/T 5921-2024、AQ 3053-2015、JB/T 10764-2023、GB/T 18182-2025、NB/T 47013-2015、API 580-2016、API 581-2016、API 653-2014、GB 50341-2014、GB 50128-2014、GB/T 26610.1~5 系列

1.2 二、错别字及术语问题

1.2.1 2.1 通用错别字

序号	行号	原文	建议修改	类型	严重程度
1	811	低风险，，蓝色区	低风险，蓝色区	多余标点（双逗号）	三类
2	290	F (t)	F(t)	多余空格	三类
3	691	微生物生长的必须元素	微生物生长的必需元素	必须→必需	三类
4	699	水压试验后尽快清干	水压试验后尽快清除干净并干燥	用词不当	三类

1.2.2 2.2 化学式错误

序号	行号	原文	建议修改	类型	严重程度
5	573	H_20	H_2O（字母O，非数字0）	化学式错误	二类
6	674	H_20	H_2O（字母O，非数字0）	化学式错误	二类

1.2.3 2.3 行业术语问题

序号	行号	原文	建议修改	类型	严重程度
7	271、273	$D_{f\text{-}totle}$	$D_{f\text{-}total}$（英文拼写错误）	变量名拼写错误	二类
8	408	腐蚀裕度	腐蚀裕量	行业规范用语	三类
9	408	1/2mm(壁/底)	1 mm/2 mm（壁板/底板）	格式不规范	三类
10	439	350um / 250um	350 μm / 250 μm	单位格式（μm为微米标准符号）	三类
11	439	环氧漆	环氧涂料	术语不规范	三类
12	735、739	湿硫化氢腐蚀	湿硫化氢破坏	全文术语不一致（其他11处均用”湿硫化氢破坏”）	二类
13	133、134 等	10万立	10万m³	单位表述不规范，建议统一	三类

1.2.4 2.4 编号/格式错误

序号	行号	原文	建议修改	类型	严重程度
14	895→901	g）导向管… g）消防泡沫…	901行g）→j），补全编号序列	编号重复（g出现2次），缺少j	二类
15	795	{#_Toc225747165 .anchor}	删除（pandoc 转换残留标记）	格式残留	三类

序号	行号	原文	建议修改	类型	严重程度
16	241	式中：F(t)－失效概率	式中：F(t)—失效可能性（POF）	全角破折号”—” vs 半角”－“不统一	三类

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	标准依据	建议修正
1	§2.2(8)(9)	API 580-2016、API 581-2016	API 已发布 2025 版（API 581-2025），且本工作空间已有 API 581-2025 中文参考资料。引用 2016 版应说明理由	API 581-2025 Part 4 Storage Tanks	建议注明”本次评估采 API 581-2016 版方 更新至 2025 版
2	§2.2(7)	NB/T 47013-2015	标准全称应为 NB/T 47013.1~47013.5-2015（含各部分编号），直接写 NB/T 47013-2015 不够精确	NB/T 47013 系列标准	建议补充为 NB/T 47013.1~47013.5
3	§2.2(1)	GB/T 30578-2025《常压储罐基于风险的检验与评价》	经查 GB/T 30578 现行版本名称（需进一步核实是否为”检验与评价”还是”检验与评估”），其余引用标准名均与国标命名规则一致	—	建议核实标准全名

1.3.2 3.2 损伤模式逻辑校验

序号	章节	原文主张	问题描述	标准依据	建议修正	严重程度
4	§4.2.1（介质侧）	沉积水腐蚀 + 湿硫化氢破坏 + CO_2 腐蚀 + 酸性水腐蚀 + 微生物腐蚀 + 冲刷腐蚀 + 堆积腐蚀	损伤模式识别基本准确，覆盖全面。湿硫化氢破坏四个子类型（HB/HIC/SOHIC/SSC）描述与 API 571 §3.67 一致	API 571 §3.67	—	无问题
5	§4.2.1（土壤侧）	土壤腐蚀 + 氧浓差电池腐蚀 + 杂散电流腐蚀	氧浓差电池腐蚀和杂散电流腐蚀通常归类在土壤腐蚀之下为子机理，报告中单列为独立条目可能造成层次混淆	API 571 §4.3 土壤腐蚀	建议调整为”土壤腐蚀（含氧浓差电池腐蚀、杂散电流腐蚀）“以体现层次关系	三类

序号	章节	原文主张	问题描述	标准依据	建议修正	严重程度
6	§4.2.2（罐壁板外壁）	保温层下腐蚀	设计温度 55℃，低于 CUI 典型严重区间（100~121℃），但北海为沿海高湿环境，低温度区间 CUI 仍可发生。报告中识别 CUI 并结合海洋大气环境分析是合理的	API 571 §4.5 CUI	—	无问题

1.3.3 3.3 参数计算复核

序号	章节	原文主张	问题描述	标准依据	建议修正	严重程度
7	§2.3.1（表 2-1）	失效可能性等级 1~5 对应概率区间	对照 GB/T 30578 和 API 581，定性概率等级区间划分符合行业惯例	GB/T 30578 / API 581	—	无问题
8	§3.2.1（表 3-1）	腐蚀裕度 1/2mm（壁/底）	壁板 1mm 腐蚀裕量对应 12 年设计年限，在原油储罐常规取值范围内	SY/T 5921 / API 653	—	无问题
9	§6.2	下次检验时间 2030-12-31，距上次开罐检验（2019~2020年）约 10~11 年	满足 SY/T 5921 “一般 8~12 年”及”不宜超过 15 年”要求；RBI 评估支持延长周期	SY/T 5921	—	无问题

1.3.4 3.4 选材合理性

序号	章节	原文主张	问题描述	建议	严重程度
10	§3.2.2	罐壁板 12MnNiVR/Q345R/Q235B	12MnNiVR 为大线能量焊接用高强度钢（GB/T 713 压力容器用钢板），适用于大型储罐底部壁板；Q345R 为常用压力容器钢，Q235B 用于上部壁板，选材合理	—	✅ 无问题
11	§3.2.2	罐底边缘板 12MnNiVR（20mm）、中幅板 Q235B（12mm）	边缘板采用高强钢承受大角焊缝应力，中幅板采用 Q235B 经济合理	—	✅ 无问题

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	建议	严重程度
1	§3.2.2 表 3-2：罐壁板材质含 Q345R	§7 生产建议第5条：引用 AQ3053	Q345R 在表中出现，但 Q345R 为 GB/T 713 牌号（2024 版后 Q345R 已改为 Q355R）；而 Q235B 在报告中多处出现。报告中同时使用 Q345R 和 12MnNiVR——12MnNiVR 是储罐专用钢，Q345R 用于上部壁板	核实 Q345R 是否已经按 GB/T 713-2024 更新为 Q355R；如实际用料确为 Q345R（旧牌号），应注明材料标准版本	二类	

1.4.2 4.2 逻辑链完整性

序号	检查项	问题描述	建议	严重程度
2	损伤识别→检验策略	第 4 章识别了罐壁板保温层下腐蚀（CUI），但第 6 章检验策略中未单独列出保温层下腐蚀的专项检测方法（如拆除保温层后的目视检测和测厚）	在 §6.4 检验部位中补充保温层区域拆保后的专项检测要求	二类

序号	检查项	问题描述	建议	严重程度
3	损伤识别→防护措施	第 4 章识别了浮盘支柱冲击罐底板，第 7 章给出了"最低液面不应低于浮顶的支撑高度"建议，防护措施到位	—	无问题
4	风险评价→建议	第 5 章表 5-2 列出 4 台储罐 2030 年为中高风险，但对应的高风险缓解措施仅在 §6 以通用原则描述，缺少针对 4 台储罐的具体差异化建议（如 TK-2A-16 浮顶曾有 73 处腐蚀凹坑，应给予更严格的检验要求）	建议在 §6 或附录 2 中对 TK-2A-16 单独标注更密集的浮顶测厚点	二类

1.4.3 4.3 数值合理性交叉验证

序号	检查项	问题描述	建议	严重程度
5	风险矩阵图一致性	§5.2 图 5-2 标注”2030 年风险矩阵图”，§5.3 表 5-2 同样称 2030 年风险为中高风险（3D），但表 5-1 仅 2030 年列为 3D 中高风险、2025~2029 年为 2D 中风险。数据内部一致	—	无问题
6	声发射检测范围	§3.4.4 仅对 TK-1A-14、TK-2A-15 两台储罐进行了声发射检测，TK-2A-14 和 TK-2A-16 未做声发射。但表 5-2 原因分析中仅提及 TK-1A-14 和 TK-2A-15 的 II 级腐蚀状态	建议在报告中明确说明 TK-2A-14、TK-2A-16 未做声发射的原因（如：计划分批检测），以及这对风险评估不确定性的影响	二类

1.5 五、风险与法规合规性问题

1.5.1 5.1 常压储罐法规合规性

序号	法规/标准	条款号	报告现状	合规要求	偏差分析	建议	严重程度
1	TSG 21-2016	1.5(6)	报告未引用 TSG 21	常压储罐不属于 TSG 21 管辖范围（TSG 21 适用≥0.1MPa 压力容器），报告引用 GB/T 30578、AQ 3053、SY/T 5921 等常压储罐标准是正确的	合规	—	无问题
2	AQ 3053-2015	§4	报告 3.3 节描述消防喷淋、泡沫灭火、光纤光栅感温探测器、液位报警及联锁系统	满足 AQ 3053 安全设施要求	合规	—	无问题
3	SY/T 5921-2024	§6	报告§6.2 引用”8~12 年““不宜超过 15 年”周期，并采用 RBI 程序确定定期检验周期	满足 SY/T 5921 关于检验周期的要求，且允许 RBI 程序调整周期	合规	—	无问题

1.5.2 5.2 GB 50341 合规性

序号	法规/标准	条款号	报告现状	合规要求	偏差分析	建议	严重程度
4	GB 50341-2014	设计参数	表 3-1 列出 10 万 m³ × 80m 直径 × 21.8 m 高度	设计液位 20.2m < 罐高 21.8m，合理	合规	—	无问题

1.5.3 5.3 风险评价合规性

序号	法规/标准	条款号	报告现状	合规要求	偏差分析	建议	严重程度
5	GB/T 30578	§5（风险评价）	报告采用 R=F×C 框架、5×5 风险矩阵、失效可能性 1~5 级、失效后果 A~E 级，与 GB/T 30578 一致	GB/T 30578 要求按风险矩阵确定风险等级	合规	—	无问题
6	GB/T 26610.1~5	各部分	报告 §2.2 列为评估依据，但正文中未明确说明各部分在评估中的具体应用环节	应说明各标准部分的适用范围	建议在 §2.2 后增加简短说明	三类	

1.5.4 5.4 防护措施完整性

序号	损伤模式	报告中的防护措施	问题	建议	严重程度
7	湿硫化氢破坏（HB/HIC/SOHIC/SSC）	§4.2.1 建议：选抗 HIC 钢、控制硬度≤HB200、PWHT、缓蚀剂	覆盖全面，但大角焊缝硬度检测方法未明确（现场硬度检测常用里氏硬度计，需注意与 HB 的换算关系）	建议补充硬度检测方法说明	三类
8	保温层下腐蚀	§4.2.2 描述了影响因素，§7 提及”防腐层破损锈蚀严重部位应及时重新防腐”	未针对保温层下腐蚀提出专项周期性检查要求（如拆保检查比例/周期）	建议补充保温层定期拆保检查要求	二类

1.6 六、报告结论评价

1.6.1 6.1 维度评分

维度	满分	得分	扣分原因
完整性	20	18	损伤模式覆盖全面、检验策略详实；保温层下腐蚀专项检测缺失（-1）；TK-2A-16 差异化检验建议不足（-1）
逻辑性	25	24	腐蚀分析→风险评价→检验策略因果链完整；少数术语不一致（-1）

维度	满分	得分	扣分原因
量化程度	20	17	风险等级、失效可能性等级量化良好；腐蚀速率缺少具体数值（仅定性分析），预防措施多为定性描述（-3）
可操作性	20	18	检验策略含具体部位和方法、检验时间精确到日；附录 2 未在正文中呈现完整内容（-2）
标准合规	15	14	标准体系覆盖完整；API 581 引用 2016 版未说明（-1）
总分	**100**	**91**	
评价等级		**良好 (B)**	

1.6.2 6.2 整体评价

评价等级：良好 (B)

理由：报告整体质量较高，损伤模式识别全面准确，风险评价方法符合 GB/T 30578 和 API 581 框架，检验策略可操作性强。存在 2 个二类化学式错误（$H_20 \rightarrow H_2O$）和关键变量名拼写错误（$D_{\text{f-totle}}$），以及术语不一致问题，但不影响报告安全性结论。无一类（严重）问题。

1.7 七、风险总结

1.7.1 7.1 问题汇总

🔴 **一类问题（严重 — 必须修正）**：0 个

🟡 **二类问题（一般 — 建议修正）**：10 个

1. 化学式错误：573 行 $H_20 \rightarrow H_2O$
2. 化学式错误：674 行 $H_20 \rightarrow H_2O$
3. 变量名拼写错误：271、273 行 $D_{\text{f-totle}} \rightarrow D_{\text{f-total}}$
4. 术语不一致：735、739 行”湿硫化氢腐蚀”→“湿硫化氢破坏”
5. 编号重复：901 行 g）→j），缺少字母 j

6. 损伤模式识别→检验策略缺失：CUI 保温层下腐蚀的专项拆保检测未体现
7. 差异化建议不足：TK-2A-16（曾有 73 处腐蚀凹坑）未获独立强化检验建议
8. 声发射覆盖度说明缺失：仅 2 台做声发射未说明原因及不确定性
9. 材料牌号需核实：Q345R 是否已更新至 Q355R
10. 标准版本说明缺失：API 581 引用 2016 版未注明理由

🔢 **三类问题（轻微 — 可选修正）**：10 个

1. 811 行双逗号”，，“→”，”
2. 290 行多余空格 F (t)→F(t)
3. 691 行”必须元素”→“必需元素”
4. 699 行”清干”→“清除干净并干燥”
5. 408 行”腐蚀裕度”→“腐蚀裕量”
6. 408 行”1/2mm”→“1 mm/2 mm（壁板/底板）”
7. 439 行”350um/250um”→“350 μm/250 μm”
8. 439 行”环氧漆”→“环氧涂料”
9. 795 行 pandoc 转换残留标记需删除
10. 241 行破折号全角/半角不统一

1.7.2 7.2 关键改进建议

1. **最优先（必须修正）**：无。本次校对未发现一类严重问题。

2. **次优先（建议修正）**：

   - **修正两处化学式 $H_20 \rightarrow H_2O$**（573 行、674 行），化学式错误在专业报告中影响显著
   - **修正 $D_{f\text{-}totle} \rightarrow D_{f\text{-}total}$**（271、273 行），关键公式变量名拼写错误
   - **统一”湿硫化氢破坏”全文用语**（735、739 行），避免与”湿硫化氢腐蚀”混用
   - **修正编号序列**：6.4 节罐顶板检查项目 j 缺失，g 重复

3. **建议优先（优化提升）**：

   - 补充保温层下腐蚀专项拆保检查要求
   - 针对 TK-2A-16（已有 73 处浮顶腐蚀凹坑）增加差异化重点检验标注
   - 更新 API 581 至 2025 版或注明沿用 2016 版原因
   - 核实 Q345R 牌号是否更新为 Q355R（依据 GB/T 713-2024）

1.7.3 7.3 修正后预期

- 当前评价等级：良好 (B)，得分 91/100
- 修正全部二类问题后预期评价等级：优秀 (A)，预估得分 ≥ 95/100
- 修正后报告可直接用于检验方案编制和储罐完整性管理

1.8 附录：校对方法论

本报告采用 report-proofreader 六维校对体系：

1. 错别字检查（通用 + 行业术语专检 + 化学式专项）
2. 技术正确性（标准锚定验证 + 损伤逻辑校验 + 参数复核 + 选材评估）
3. 数据一致性与逻辑（内部一致性 + 逻辑链 + 交叉验证）
4. 风险与法规合规性（AQ 3053 / SY/T 5921 / GB 50341 / GB/T 30578 / GB/T 26610）
5. 报告结论评价（五维度加权评分）
6. 风险总结（分级汇总 + 优先改进建议）

验证工具：

- API 571 §3.67 Wet H2S Damage 锚定验证通过（行 156~160，api571-2020.md）
- API 581-2025 Part 4 Storage Tanks 锚定验证通过（行 17~35，api581-2025特殊设备.md）
- TSG 21-2016 §1.5(6) 确认常压储罐不在管辖范围内（行 4086，TSG21-2016.md）