

T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE XXXX—2025

化工安全专业技术评估规范

Specification for professional technical assessment of chemical safety

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 评估基本原则 1

5 评估内容与方法 2

6 评估流程 4

7 评估报告要求 5

8 人员资质与能力 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

化工安全专业技术评估规范

1 范围

本文件规定了化工安全专业技术评估的术语和定义、评估基本原则、评估内容与方法、评估流程、评估报告要求、人员资质与能力。

本文件适用于化工安全专业技术评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 36894 危险化学品生产装置和储存设施风险基准

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

AQ/T 3034 化工过程安全管理导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

化工企业 chemical enterprise

以基础化学工业生产的初级或次级化学品、生物质材料等为起始原料，进行深加工而制取具有特定功能、特定用途、小批量、多品种、附加值高和技术密集的化工产品工厂。

4 评估基本原则

4.1 全生命周期覆盖原则

4.1.1 安全技术评估应贯穿化工项目的全生命周期，涵盖设计、施工、运行、检维修、停用及废弃等阶段，并针对各阶段风险特征采取差异化评估策略。

4.1.2 设计阶段应优先采用本质安全设计原则，通过技术方案优化源头降低风险。

4.1.3 在役装置评估宜结合运行数据动态调整评估重点，确保与实际风险匹配。

4.2 风险分级管控原则

4.2.1 应根据风险矩阵对危险源进行分级，明确重大风险、较大风险和一般风险的管控优先级。

4.2.2 重大风险源应实施定量风险评估，并制定专项应急预案；一般风险可采用定性或半定量方法评估。

4.2.3 不同风险等级项目的评估频率应差异化设定，重大风险装置复评周期宜≤1年，一般风险可延长至3年。

4.3 科学性与适用性原则

4.3.1 评估方法的选择应基于评估目标、数据完整性和技术可行性，优先采用国际公认方法，并说明其适用性。

4.3.2 定量评估中使用的模型、参数及假设条件应标明来源及局限性，避免因数据缺失导致结论失真。

4.3.3 对中小型化工企业或技术能力受限项目，可采用简化的评估工具，但应确保关键风险无遗漏。

4.4 预防为主与动态管理原则

4.4.1 评估应以预防事故发生为核心目标，重点关注未遂事件、工艺偏差及设备劣化趋势的预警分析。

- 4.4.2 企业应建立变更管理机制，任何工艺、设备或人员的变更均应触发再评估流程。
- 4.4.3 评估结果应动态更新至企业安全风险四色图，并通过信息化系统实现风险状态实时可视。

4.5 合法合规与行业对标原则

- 4.5.1 评估内容应全面覆盖国家法规、GB 36894 及行业最佳实践。
- 4.5.2 对涉及重点监管危险化工工艺、重点监管危险化学品、重大危险源的装置，评估深度及整改要求应高于法定最低标准。
- 4.5.3 宜采用国际标准对特定领域进行对标提升。

4.6 全员参与与责任明确原则

- 4.6.1 评估过程应组建跨部门团队，成员需涵盖工艺、设备、安全、仪表等专业，且评估组长应由具备 HAZOP 主席或注册安全工程师资格人员担任。
- 4.6.2 企业主要负责人应对评估结果及整改措施的执行负最终责任，并确保资源投入。
- 4.6.3 评估报告应明确整改措施的责任部门、完成时限及验收标准，逾期未完成应升级督办。

4.7 持续改进原则

- 4.7.1 企业应根据评估结果建立 PDCA 循环机制，定期审查整改措施的有效性，并纳入年度安全目标考核。
- 4.7.2 宜引入新技术优化评估效率，但需验证其可靠性后方可替代传统方法。
- 4.7.3 评估文件及原始数据应至少保存 10 年，为事故溯源、技术改进及法规更新提供依据。

5 评估内容与方法

5.1 工艺安全评估

5.1.1 危险与可操作性分析（HAZOP）

- 5.1.1.1 HAZOP 分析应基于工艺流程图（PFD）和管道仪表流程图（PID），划分节点并识别潜在偏差。
- 5.1.1.2 分析结果应包括偏差原因、后果、现有保护措施及改进建议，并形成 HAZOP 报告存档。

5.1.2 保护层分析（LOPA）

LOPA 应针对 HAZOP 识别的高风险场景，评估独立保护层（IPL）的有效性 & 残余风险可接受性。

5.1.3 本质安全设计评估

- 5.1.3.1 设计阶段宜优先采用本质安全策略，如：
 - 替代：用低毒、低危险性物质替代高危化学品；
 - 弱化：减少危险物料存量或降低操作参数；
 - 容错：设备冗余设计及故障安全模式设置。
- 5.1.3.2 评估结论应明确本质安全措施的实施情况及剩余风险。

5.2 设备与设施安全评估

5.2.1 设备完整性管理（RBI）

- 5.2.1.1 压力容器、管道等承压设备应基于风险制定检测计划，高风险设备检测频率宜≤1 年，低风险设备可延长至 3 年。
- 5.2.1.2 腐蚀速率评估应结合工艺介质特性、设备材质及历史检测数据，预测剩余寿命并设定更换阈值。

5.2.2 防爆与电气安全

- 5.2.2.1 爆炸危险区域划分应符合 GB 50058 要求，防爆电气设备选型、安装及接地应全数检查。
- 5.2.2.2 静电防护措施（如跨接、接地电阻）检测值应≤10 Ω，并定期复核。

5.2.3 安全附件与联锁

- 5.2.3.1 安全阀、爆破片等泄压装置应校验起跳压力及泄放能力，校验周期宜 ≤ 1 年。
- 5.2.3.2 关键联锁逻辑（如反应釜超温联锁停泵）应进行功能测试，测试覆盖率应 $\geq 95\%$ 。

5.3 危险化学品管理评估

5.3.1 储存与运输安全

- 5.3.1.1 危险化学品仓库应满足防火间距、通风及泄漏收集要求，禁忌物料隔离储存距离宜 ≥ 5 m。
- 5.3.1.2 运输车辆资质及人员培训记录应核查，并抽查应急器材（灭火器、吸附材料）配备情况。

5.3.2 工艺反应风险评估

- 5.3.2.1 涉及放热、聚合、分解等危险反应的工艺，应通过绝热温升测试、失控反应模拟（评估风险等级）。
- 5.3.2.2 评估报告应明确冷却失效、搅拌故障等情景下的应急控制措施。

5.4 自动化与安全仪表系统（SIS）评估

5.4.1 功能安全认证

SIS系统应取得功能安全认证，并验证其硬件故障裕度及诊断覆盖率。

5.4.2 联锁与报警管理

- 5.4.2.1 联锁旁路操作应履行审批程序，旁路时间宜 ≤ 8 h，并设置临时补偿措施。
- 5.4.2.2 报警泛滥风险应通过优先级分级及合理化分析控制，无效报警率应 $\leq 5\%$ 。

5.5 应急能力评估

5.5.1 应急预案与资源

- 5.5.1.1 应急预案应覆盖火灾、泄漏、中毒等典型事故场景，并明确应急指挥架构及通讯流程。
- 5.5.1.2 应急物资（如呼吸器、堵漏工具）完好率应 $\geq 98\%$ ，且存放位置标识清晰。

5.5.2 应急演练与响应

- 5.5.2.1 综合演练宜每年至少1次，专项演练每半年1次，演练记录应包含响应时间、处置效率及改进措施。
- 5.5.2.2 演练效果评估应量化关键指标（如疏散时间 ≤ 5 min、泄漏控制 ≤ 15 min）。

5.6 人为因素与组织管理评估

5.6.1 人员资质与培训

- 5.6.1.1 特种作业人员（如危化品操作、压力容器巡检）应持证上岗，证书有效期宜实时监控。
- 5.6.1.2 年度安全培训学时应 ≥ 24 h，培训内容应针对性覆盖工艺变更、事故案例及应急处置。

5.6.2 安全文化与管理体系

- 5.6.2.1 企业应建立安全观察与沟通机制，鼓励员工报告未遂事件及隐患，月度报告率宜 $\geq 80\%$ 。
- 5.6.2.2 管理体系内审频次应 ≥ 1 次/年，不符合项整改闭环率应 $\geq 95\%$ 。

5.7 新兴风险与数字化评估

5.7.1 数字化工具应用

- 5.7.1.1 可采用HAZOP辅助软件、风险预测模型提升评估效率，但人工复核率应 $\geq 30\%$ 。
- 5.7.1.2 物联网监测数据宜纳入设备健康度评估，阈值设定应基于历史数据统计分析。

5.7.2 网络安全评估

- 5.7.2.1 工业控制系统应进行漏洞扫描及渗透测试，高危漏洞修复率应 $\geq 100\%$ 。

5.7.2.2 数据备份与恢复机制应验证有效性，备份周期宜 ≤ 24 h，离线存储介质应防火防磁。

6 评估流程

6.1 一般规定

6.1.1 化工安全技术评估流程应遵循“策划-实施-报告-跟踪”的闭环管理原则，确保评估结论有效指导风险防控。

6.1.2 评估流程可根据项目规模、风险等级及企业资源灵活调整，但关键环节（如现场勘查、风险分析、报告审核）不得省略。

6.2 准备阶段

6.2.1 评估组组建

6.2.1.1 评估组应由工艺、设备、仪表、安全等专业技术人员组成，人数宜 ≥ 5 人，组长应具备 HAZOP 主席或注册安全工程师资格。

6.2.1.2 外部专家参与时，应核查其专业资质及从业经验。

6.2.2 资料收集

6.2.2.1 应收集的资料包括：

- 基础文件：工艺流程图（PFD）、管道仪表流程图（PID）、设备台账；
- 运行数据：工艺参数记录、设备检测报告、事故/未遂事件台账；
- 管理文件：安全管理制度、应急预案、人员培训档案。

6.2.2.2 资料缺失率 $> 20\%$ 时，应暂停评估并要求企业补充。

6.2.3 评估计划制定

6.2.3.1 评估计划应明确目标范围、时间节点、任务分工及所需资源，并经过企业主要负责人审批。

6.2.3.2 对涉及“两重点一重大”的评估项目，宜增加现场勘查及模拟推演环节。

6.3 实施阶段

6.3.1 现场勘查与访谈

6.3.1.1 应核查设备设施的实际状态（如腐蚀、泄漏标识、安全附件完整性），并记录与设计文件的偏差。

6.3.1.2 关键岗位人员（如操作工、维修工）应进行访谈，验证其应急处置能力及对规程的熟悉程度。

6.3.2 分析方法选择

根据评估目标选择适用方法：

- 初步筛查：采用检查表法或风险矩阵快速识别高风险区域；
- 深度分析：对重大风险源实施 HAZOP、LOPA 或定量风险评估（QRA）；
- 特殊场景：变更管理（MOC）后评估宜采用故障模式与影响分析（FMEA）。

6.3.3 风险矩阵应用

6.3.3.1 应依据企业风险容忍度标准，定义后果严重性（人员伤亡、经济损失、环境影响）及发生频率等级。

6.3.3.2 风险等级判定后，应对高风险立即采取停产或降风险措施，中风险限期整改，低风险纳入常规监控。

6.3.4 数字化工具辅助

6.3.4.1 HAZOP 分析可采用专业软件辅助生成报告，人工复核率应 $\geq 30\%$ 。

6.3.4.2 物联网（实时数据可接入风险评估模型，动态修正风险概率参数。

6.4 结果跟踪与复评

6.4.1 整改措施闭环

- 6.4.1.1 企业应制定整改计划，明确责任人与节点，评估组宜参与关键措施的技术审查。
- 6.4.1.2 整改完成后，应进行现场验证并填写《整改闭环确认单》，未达标项应重新列入计划。

6.4.2 复评机制

- 6.4.2.1 常规复评周期：重大风险源≤1年，一般风险装置≤3年。
- 6.4.2.2 触发复评的特殊情形包括：
 - 工艺/设备重大变更；
 - 发生事故或未遂事件；
 - 法规标准重大更新。

6.5 特殊情形处理

6.5.1 变更管理（MOC）评估

- 6.5.1.1 任何变更实施前应进行风险评估，微小变更可简化流程，重大变更应重启完整评估流程。
- 6.5.1.2 变更后评估应重点关注新旧系统兼容性及过渡期风险。

6.5.2 事故后评估

- 6.5.2.1 事故发生后30日内应启动专项评估，分析根本原因并验证纠正措施的有效性。
- 6.5.2.2 评估报告应报送属地应急管理部门备案。

7 评估报告要求

7.1 报告内容框架

- 7.1.1 评估报告应结构清晰、数据完整，并包含以下核心章节：
 - 概述：说明评估目的、范围、依据及项目背景；
 - 评估方法：列明采用的工具（如HAZOP、LOPA）、数据来源及分析模型；
 - 风险分析结果：按风险等级分类的风险清单，包括风险描述、后果、现有控制措施及改进建议；
 - 整改计划：明确整改措施、责任部门、资源需求及完成时限；
 - 结论与建议：综合评估结论、剩余风险说明及后续管理要求。
- 7.1.2 报告宜增设附录，包括原始数据、检测报告、会议纪要等支持性文件。

7.2 数据与记录要求

7.2.1 数据真实性

- 7.2.1.1 报告中引用的工艺参数、检测数据应注明来源（如DCS记录、第三方检测报告），并附抽样或检测方法说明。
- 7.2.1.2 现场勘查记录应包含影像资料（如设备缺陷照片、隐患点位标注），影像分辨率宜≥1920像素×1080像素。

7.2.2 风险量化描述

- 7.2.2.1 定量风险评估（QRA）应附计算模型、假设条件及不确定性分析，关键参数需标明引用依据。
- 7.2.2.2 风险矩阵中的后果等级定义应与企业风险容忍度标准一致，避免主观判定偏差。

7.3 报告审核与批准

7.3.1 内部审核流程

- 7.3.1.1 报告初稿应经评估组内部交叉审核，重点核查逻辑一致性、数据准确性及建议可行性，审核修改痕迹应保留备查。
- 7.3.1.2 技术争议点应组织专题讨论并形成会议决议，分歧意见可作为备注附于报告附录。

7.3.2 外部批准程序

7.3.2.1 最终报告应由企业主要负责人或授权代理人签字批准，批准意见应明确整改优先级及资源分配计划。

7.3.2.2 涉及重大风险或需外部支持的整改措施，报告宜提交属地应急管理部门备案。

7.4 报告存档管理

7.4.1 存档形式与期限

7.4.1.1 电子版报告应采用不可编辑格式存档，并加密保护，存档期限应 ≥ 10 年。

7.4.1.2 纸质版报告应装订成册，存放于防火防潮设施中，关键项目宜异地备份。

7.4.2 数据可追溯性

7.4.2.1 原始数据应与报告关联存档，支持后期溯源核查。

7.4.2.2 存档文件宜采用区块链技术存证，确保时间戳及内容不可篡改。

7.5 报告分发与保密

7.5.1 分发范围

7.5.1.1 报告应分发至企业安全生产委员会、相关职能部门及整改责任单位，必要时可提供摘要版供一线员工培训使用。

7.5.1.2 对外报送（如监管部门、合作伙伴）时，涉密信息应进行脱敏处理。

7.5.2 保密管理

7.5.2.1 报告密级应依据企业保密制度设定，核心数据访问应权限审批，电子文件传输应通过加密通道。

7.5.2.2 外部机构调阅存档报告时，应签订保密协议并登记调阅记录。

7.6 报告更新与修订

7.6.1 定期修订

7.6.1.1 评估报告宜每3年全面复审一次，根据技术进展、法规更新或企业实际调整内容。

7.6.1.2 复审中发现重大偏差（如原措施失效、新风险产生）时，应启动报告修订程序。

7.6.2 变更触发更新

7.6.2.1 发生工艺变更、事故或未遂事件后，相关章节内容应重新评估并更新报告。

7.6.2.2 修订版报告应标注版本号、修订日期及修改说明，旧版报告应归档但不得销毁。

7.7 数字化报告要求

7.7.1 结构化数据

7.7.1.1 电子版报告宜采用结构化模板，支持风险数据导入企业安全管理平台。

7.7.1.2 关键结论应嵌入预警提示功能，实现动态监控。

7.7.2 交互性与可视化

7.7.2.1 可增设交互式图表，提升信息传递效率。

7.7.2.2 移动端报告应适配主流操作系统，支持离线查阅及关键信息检索。

8 人员资质与能力

8.1 一般规定

8.1.1 参与化工安全技术评估的人员应具备与评估任务相匹配的专业知识、技能及经验，并持续接受能力培训与考核。

8.1.2 评估团队的组成应覆盖工艺、设备、仪表、安全等核心专业，且人员资质应符合国家及行业相关法规要求。

8.2 评估人员资质要求

8.2.1 基本资格

8.2.1.1 评估人员应具有化学工程、安全工程、机械工程等相关专业本科及以上学历，或从事化工安全管理工作满5年。

8.2.1.2 特种作业评估（如防爆电气、压力容器）人员应持有相应的特种作业操作证或检测资质。

8.2.2 专业认证

8.2.2.1 评估组长及关键岗位人员应取得以下至少一项认证：

- 注册安全工程师；
- HAZOP 主席认证；
- 功能安全工程师；
- 风险分析专业人员。

8.2.2.2 国际项目评估团队宜包含具备国际资质的成员。

8.2.3 经验要求

8.2.3.1 重大风险评估项目负责人应具备至少3个同类项目主导经验，且未发生因评估疏漏导致的重大事故。

8.2.3.2 新入职评估人员应在资深专家指导下参与不少于2个项目的全流程实践，方可独立承担任务。

8.3 培训与继续教育

8.3.1 岗前培训

8.3.1.1 评估人员上岗前应接受以下培训：

- 学习化工安全法规与 GB 36894、AQ/T 3034；
- 风险评估方法（HAZOP、LOPA、FTA 等）及工具操作；
- 企业安全生产管理体系及应急预案。

8.3.1.2 培训时长宜≥40学时，并通过理论考试及模拟实操考核。

8.3.2 继续教育

8.3.2.1 评估人员每年应完成≥16学时的继续教育，内容涵盖新技术、事故案例分析及法规更新。

8.3.2.2 继续教育形式可包括行业会议、在线课程、企业内训等，但应保留培训记录及考核结果。

8.4 能力验证与考核

8.4.1 定期考核

8.4.1.1 企业应每年对评估人员进行能力测评，包括：

- 理论考试：覆盖法规、方法、案例分析；
- 实操模拟：如 HAZOP 节点划分、LOPA 独立保护层判定；
- 应急响应：模拟突发事故场景的处置能力。

8.4.1.2 考核不合格者应暂停评估资格并重新培训，连续两次不合格者调离岗位。

8.4.2 行为观察与反馈

8.4.2.1 采用“影子评估”机制，由资深专家观察现场评估过程，记录人员的技术规范性、沟通能力及判断逻辑。

8.4.2.2 观察结果应形成反馈报告，纳入个人能力档案。

8.5 记录与档案管理

8.5.1 资质档案

8.5.1.1 企业应建立评估人员资质档案，内容包括：

- 学历证书、专业认证复印件；
- 培训记录、考核成绩及继续教育证明；
- 项目经历及绩效评价。

8.5.1.2 档案保存期限应 ≥ 10 年，电子档案应加密并定期备份。

8.5.2 动态更新

8.5.2.1 人员资质变动（如证书过期、岗位调整）应在 5 个工作日内更新档案。

8.5.2.2 离职人员档案应单独保存，涉密信息应签署脱密协议。
