

ICS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL —2026

化工工艺基础设计安全规范

Safety Specification for Basic Design of Chemical Process

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间：2026 - 5 - 6)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言	III
1 引言	1
2 范围	1
3 规范性引用文件	1
4 术语和定义	2
4.1 工艺基础设计	2
4.2 本质安全设计	2
4.3 最大许有泄漏量	2
4.4 安全完整性等级	2
5 工艺风险评估与数据要求	2
5.1 反应安全风险评估	3
5.2 物料危险特性数据库	3
6 工艺系统设计安全	3
6.1 物料流量与能量平衡	3
6.2 管道分级与材料选用	3
6.3 静设备安全冗余	3
7 仪表与联锁逻辑设计	4
7.1 安全仪表系统（SIS）配置	4
7.2 紧急停车与隔离	4
8 平面布置与环境风险隔离	4
8.1 防火间距与救援通道	4
8.2 外部安全防护距离	4
9 泄压排放与减缓系统	5
9.1 火炬与放空系统	5
9.2 爆破片与安全阀组合	5
9.3 密闭排放与废气治理	5
10 电气与防爆安全	5
10.1 防爆分区与设备选型	5
10.2 静电接地与跨接	5
11 应急设施与个体防护	6
11.1 洗眼器与安全淋浴	6
11.2 应急物资配备	6
12 数字化与智能安全设计	6
12.1 实时监测数据交互	6
12.2 人员定位与聚集预警	6
13 标准实施与审查	6

13.1 实施原则 6

13.2 合规性审查 7

前 言

本文件依据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。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

化工工艺基础设计安全规范

1 引言

为深入贯彻落实《中华人民共和国安全生产法》《危险化学品安全管理条例》及《“十四五”国家安全生产规划》等法律法规及国家层面政策文件要求，严格践行“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，依据《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）及《危险化学品建设项目安全设施设计专篇编制导则》（AQ 3066-2025）最新标准规范，针对当前我国化工园区及新建、改扩建化工项目中，因基础设计阶段安全考量不充分、管控不到位导致的各类安全事故隐患，切实强化化工行业本质安全水平，特制定本规范。

2 范围

适用于全国范围内新建、改扩建危险化学品生产、储存相关化工项目的工艺基础设计全过程，涵盖工艺风险评估、物料特性管控、工艺系统设计、仪表与联锁逻辑设计、平面布置与环境风险隔离、泄压排放与减缓系统、电气与防爆安全、应急设施与个体防护、数字化与智能安全设计等所有核心环节，明确了各环节的安全技术要求、数据标准和实施准则。既适用于大型石油化工、精细化工、煤化工等各类化工项目，也适用于中小型危险化学品生产储存项目的工艺基础设计；可作为化工企业开展工艺基础设计、设计单位编制设计文件、安全监管机构实施设计审查、第三方机构开展合规性评估的核心依据，同时为化工行业安全技术培训、设计质量管控提供指导。

3 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 50160-2008（2020年版）《石油化工企业设计防火标准》

GB 50016-2014（2018年版）《建筑设计防火规范》
GB/T 37243-2019《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》
GB 36894-2018《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》
GB/T 50770-2013《石油化工安全仪表系统设计规范》
GB/T 42381.1-2023《数据质量第1部分：确保数据准确性的要求》
GB 30077-2023《危险化学品单位应急救援物资配备要求》
AQ 3066-2025《危险化学品建设项目安全设施设计专篇编制导则》
AQ/T 3034-2022《化工过程安全管理导则》
HG/T 20570-2020《化工工艺设计基础数据深度规定》
SH/T 3024-2017《石油化工企业环境保护设计规范》。

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

4.1 工艺基础设计

指在实验室工艺路线验证完成后、详细工程设计开始前，确定工艺流程、物料平衡、能量平衡、主要设备规格及管道等级的基础性设计阶段，是衔接实验室研发与工程化实施的核心环节，直接决定项目本质安全水平。

4.2 本质安全设计

通过消除或减少危险源，而非依赖附加控制设备、应急措施来降低安全风险的设计理念，核心是从设计源头规避风险，实现“本质安全”，是化工工艺设计的核心指导原则。

4.3 最大许有泄漏量

在规定工况下，设备密封系统允许的最大危险物质泄漏通量，单位为毫克每秒（mg/s），是设备密封设计、泄漏风险管控的核心指标。

4.4 安全完整性等级

用于描述安全仪表系统（SIS）提供的安全功能完整性的离散等级，分为 SIL 1、SIL 2、SIL 3 三个等级，是安全仪表系统设计、验算的核心依据。

5 工艺风险评估与数据要求

5.1 反应安全风险评估

在编制工艺基础设计文件前，必须对涉及危险化学品的工艺进行全流程热风险、反应风险评估，全面识别工艺过程中的潜在风险点，形成完整的风险评估报告，作为设计依据。对于分解热大于 400 J/g 的物质，必须按照《数据质量 第 1 部分：确保数据准确性的要求》（GB/T 42381.1-2023）规定的精度要求，开展差示扫描量热（DSC）测试，确保测试数据真实、准确、可靠，为风险评估和设计提供支撑。绝热温升（ ΔT_{ad} ）大于 200 K 且最大反应速率到达时间（TMR_{ad}）小于 8 小时的工艺，属于高风险工艺，必须执行 SIL 2 级及以上的安全仪表系统设计，强化风险管控能力。工艺设计温度在 -40°C 至 450°C 范围内的数据采集频率不得低于每 1s 一次，确保动力学拟合准确，为工艺参数优化、风险管控提供精准的数据支撑。

5.2 物料危险特性数据库

基础设计阶段必须建立完整的物料特性数据库和物料特性表，全面梳理所有涉及物料的危险特性，为工艺设计、设备选型、风险评估提供依据，物料特性表至少包含以下核心数据：爆炸极限（下限精确至 0.1%，上限精确至 1%）；自燃点（精确至 $\pm 5^\circ\text{C}$ ）；闪点（闭杯，精确至 $\pm 1^\circ\text{C}$ ）；腐蚀速率（在 165°C 及设计压力下，碳钢腐蚀率大于 0.3 mm/a 时必须升级材质）。

6 工艺系统设计安全

6.1 物料流量与能量平衡

安全阀泄放量的计算工况必须全面覆盖各类极端异常工况，包括全厂停电工况、循环水中断工况、冷剂丧失工况及发生失控反应工况（Runaway），确保安全阀设计能够有效应对各类风险，防止超压事故发生。对于气液两相流管线，设计流速应控制在 15 m/s 至 25 m/s 之间，同时必须核算流体动能密度（ ρv^2 ），当 ρv^2 大于 9000 kg/(m·s²) 时，必须采取防冲刷腐蚀措施，如加厚弯头、采用耐磨材质等，避免管线因冲刷腐蚀导致泄漏。

6.2 管道分级与材料选用

依据《化工工艺设计基础数据深度规定》（HG/T 20570-2020），压力管道必须按照流体类别、危险程度进行分级管理，其中剧毒介质（极度危害）管道设计压力不得低于 2.0 MPa，且腐蚀余量不应小于 6 mm，确保管道运行安全。氢氟酸、氯气、光气等高毒介质管道，严禁使用 N80 及以上硬度的碳钢材质，必须采用低硬度碳钢（HB ≤ 180）或哈氏合金 C-276 等耐腐蚀、抗泄漏性能优良的材质，杜绝因材质不当导致的安全事故。

6.3 静设备安全冗余

对于操作压力大于等于 1.6 MPa 且介质为易燃易爆的容器，其设计压力必须在最高工作压力的基础上增加 0.18 MPa 或 10%的裕量（取两者中的大值），提升设备抗超压能力，保障设备运行安全。盛装极度危害介质的储罐，必须设置双液位计（其中至少一台为辐射式或超声波式非接触仪表），实现液位的双重监测，且液位报警联锁的响应时间不超过 500 ms，确保能够及时发现并处置液位异常问题。

7 仪表与联锁逻辑设计

7.1 安全仪表系统（SIS）配置

依据 IEC 61511 标准及《石油化工安全仪表系统设计规范》（GB/T 50770-2013）要求，安全仪表系统（SIS）必须独立于过程控制系统（DCS/PLC），避免相互干扰，确保 SIS 系统能够在极端情况下可靠运行，发挥安全保护作用。对于涉及硝化、氯化、氟化、加氢等高危工艺的项目，其关键联锁回路的 SIL 等级不得低于 SIL 2，强化联锁保护的可靠性，降低高危工艺的安全风险。传感器（变送器）必须采用“3 取 2”（2oo3）架构，提高测量数据的可靠性，测量值的偏差允许范围不得超过 $\pm 0.5\%$ ，确保联锁信号的准确性。

7.2 紧急停车与隔离

紧急切断阀（ESDV）的行程时间（从收到信号到全闭/全开）必须经过严格计算，确保紧急情况下能够快速切断物料，其中对于 $DN \leq 200$ mm 的阀门，行程时间不得超过 5 秒；对于 $DN > 200$ mm 的阀门，行程时间不得超过 10 秒。紧急切断阀的泄漏等级必须达到 ANSI/FCI 70-2 标准的 V 级或以上，减少阀门泄漏风险，确保隔离效果。

8 平面布置与环境风险隔离

8.1 防火间距与救援通道

依据《石油化工企业设计防火标准》（GB 50160-2008，2020 年版）要求，甲类装置与围墙的间距不应小于 25 m，合理规划装置布局，降低火灾蔓延风险。全厂消防环形通道的净宽不应小于 6 m，净高不应小于 5 m，转弯半径不应小于 12 m，确保消防车辆能够快速通行、灵活作业，为应急救援提供保障。

8.2 外部安全防护距离

依据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）开展定量风险分析（QRA）时，个人风险等值线必须严格控制在安全范围内：对于村庄、学校等外部防护目标，个人风险等值线不得超过 1×10^{-6} 次/年；对于厂内办公区等内部防护目标，个人风险等值线不得超过 1×10^{-5} 次/年。若项目

涉及氯气（1t 以上储量）或光气等剧毒气体，必须设置事故氯处理装置，且处理装置的处理能力应能在泄漏发生后 60 秒内自动启动，并达到最大抽气量的 90%，快速处置泄漏风险，降低环境和人员伤害。

9 泄压排放与减缓系统

9.1 火炬与放空系统

火炬系统的设计必须充分考量背压对安全阀开启的影响，火炬管网的最大允许背压不得超过安全阀设定压力的 10%（对于普通弹簧阀），确保安全阀能够及时、可靠开启，实现安全泄压。酸性气火炬筒体材质必须具备抗 H₂S 腐蚀性能，壳体厚度应包含至少 3 mm 的腐蚀裕量，延长火炬使用寿命，防止腐蚀泄漏。

9.2 爆破片与安全阀组合

当爆破片安装于安全阀上游时，爆破片标定爆破压力应不大于安全阀设定压力的 90%，确保爆破片能够先于安全阀动作，保护安全阀免受介质冲击损坏。爆破片的爆破公差必须控制在±3%以内（针对 0.5 MPa 至 10 MPa 的压力范围），确保爆破片动作的准确性和可靠性。爆破片后的安全阀入口管道不得设置切断阀，且入口管道的截面积必须大于安全阀入口口径，避免产生额外压降，影响安全阀的正常工作。

9.3 密闭排放与废气治理

所有涉及 VOCs（挥发性有机物）或剧毒物质的设备排放口（包括放空口、取样口）必须采用密闭排放方式，将排放物全部收集至废气收集系统，杜绝无组织排放，保护生态环境和人员健康。废气收集管线的设计压力必须高于设备内可能产生的最大压力（充分考虑异常工况），防止废气倒灌进入设备，通常设计压力不小于 0.5 MPa。

10 电气与防爆安全

10.1 防爆分区与设备选型

释放源周围释放半径 4.5 米内，地面及操作平台下 600 mm 区域划分为 1 区爆炸危险环境，严格按照爆炸危险环境分区要求开展电气设备选型和布置。处于 1 区爆炸危险环境的电机、仪表等电气设备，必须达到 Ex db IIB T4 或更高防护等级，外壳防护等级不低于 IP65，确保设备在爆炸危险环境中安全运行，防止产生点火源。

10.2 静电接地与跨接

易燃液体管道（流速大于 1 m/s 且电导率低于 100 pS/m）的法兰连接处，当螺栓数量少于 5 个时，

必须采用铜芯软导线进行跨接，跨接导线截面积不小于 6 mm^2 ，有效导除静电，防止静电积聚引发爆炸燃烧事故。槽车装卸站的静电接地电阻必须小于 10Ω ，且静电夹必须连接检测回路，当静电夹未有效连接时，立即切断泵电源，停止装卸作业，消除静电风险。

11 应急设施与个体防护

11.1 洗眼器与安全淋浴

在硫酸、液碱、氢氟酸等强腐蚀性介质作业区 15 米范围内，必须设置洗眼器和安全淋浴器，确保作业人员意外接触腐蚀性介质时，能够及时进行冲洗，减少伤害。洗眼器的出水温度应维持在 15°C 至 37°C 之间，冲洗液流量不得低于 1.5 L/min ，持续喷射时间至少 15 分钟，确保冲洗效果。

11.2 应急物资配备

依据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB 30077-2023），涉及剧毒气体的控制室必须配备正压式空气呼吸器（SCBA），数量不少于 4 套，气瓶公称容积不低于 6.8 L ，确保应急状态下人员能够安全作业。现场必须设置 SOS 一键报警装置，声光报警覆盖范围需全面覆盖全装置区，声压级在距报警装置 1 米处不小于 105 dB(A) ，确保报警信号能够被及时识别，快速启动应急响应。

12 数字化与智能安全设计

12.1 实时监测数据交互

工艺基础设计中应预留数字孪生接口，明确规定所有传感器（温度、压力、振动等）数据必须支持 OPC UA 协议上传，实现数据的实时采集、传输和交互，为数字化管控、风险预警提供支撑。关键机组（如压缩机、搅拌器）的轴振动位移报警值设定为 $60 \mu\text{m}$ （峰峰值），联锁跳车值为 $80 \mu\text{m}$ ，实现关键设备运行状态的实时监测和异常处置，保障设备安全稳定运行。

12.2 人员定位与聚集预警

新建化工装置必须设计 UWB（超宽带）人员定位系统基础框架，实现作业人员位置的实时监测，提升现场安全管理水平。人员定位系统的定位精度应达到 30 cm 以内（静态），数据更新频率不低于 1 Hz ，确保定位数据的准确性和实时性。当同一区域（ 100 平方米 内）作业人员超过 9 人时，系统应自动触发“人员聚集预警”，提醒现场管理人员及时疏导，防范人员聚集引发的安全风险。

13 标准实施与审查

13.1 实施原则

本规范为团体标准，自 2026 年 XX 月 XX 日起推荐实施。为强化高危项目安全管控，对于涉及“两重点一重大”（重点监管的危险化工工艺、重点监管的危险化学品和重大危险源）的建设项目，宜强制执行本规范中的第 5、6、7 章条款，确保高危项目本质安全水平。

13.2 合规性审查

采用本规范的设计文件，在送审《安全设施设计专篇》时，需依据《危险化学品建设项目安全设施设计专篇编制导则》（AQ 3066-2025）的要求，逐条列出本规范的符合性说明，明确设计方案与本规范条款的对应关系，并附上定量的计算书（如泄放量计算书、SIL 验算报告等），确保设计文件符合本规范要求，通过合规性审查。
