



# 中华人民共和国安全生产行业标准

AQ/T 3033—2022

代替AQ/T 3033—2010

## 化工建设项目安全设计管理导则

Guidelines for safety design management of chemical construction projects

2022-03-13 发布

2022-06-12 实施

中华人民共和国应急管理部 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 缩略语 ..... 2

5 总体要求 ..... 3

6 各阶段安全设计管理 ..... 4

7 危险性分析与风险评估 ..... 6

8 安全设计及审查 ..... 8

9 安全设计变更控制..... 11

附录 A(资料性)危险源辨识方法(HAZID) ..... 12

附录B(资料性)风险矩阵方法示例..... 15

附录C(资料性)可接受风险标准说明..... 16

附录D(资料性)安全设计要点示例..... 17

附录E(资料性)本质安全审查示例..... 19

附录F(资料性)重要设计文件审查示例..... 21

参考文献 ..... 24

## 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。

本文件代替AQ/T 3033—2010《化工建设项目安全设计管理导则》，与AQ/T 3033—2010相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 适用范围增加了陆上危险化学品长输管道建设项目(见第1章)；
- b) 增加规范性引用文件(见第2章)和缩略语(见第4章)；
- c) 将“项目安全设计程序”更改为“总体要求”，增加了要素“安全设计管理目标及原则”“安全设计完整性管理”，并将2010年版的有关内容更改后纳入(见第5章，2010年版的第3章和第4章)；
- d) 增加了“各阶段安全设计管理”一章(见第6章)；
- e) 将“过程危险源分析”改为“危险性分析与风险评估”，增加了要素“风险评估”，并将2010年版的有关内容更改后纳入(见第7章，2010年版的第5章)；
- f) 将“项目安全对策措施”和“安全设计审查”合并为“安全设计及审查”一章，增加了要素“安全设计原则”“安全设计审查总体要求”“本质安全设计审查”“重要设计文件安全审查”“安全完整性等级(SIL) 定级与验证”，并将2010年版的有关内容更改后纳入(见第8章，2010年版的第6章和第7章)；
- g) 增加了重大设计变更前应进行变更风险评估，并将2010年版的有关内容更改后纳入(见9.2.3, 2010年版的第8章)；
- h) 删除了附录“风险评价方法示例”(见2010年版的附录A)、“化工建设项目安全设计检查表示例”(见2010年版的附录B)、“化工建设项目安全设计检查提纲”(见2010年版的附录C)；增加了附录“危险源辨识方法(HAZID)”(见附录A)、“风险矩阵方法示例”(见附录B)、“可接受风险标准说明”(见附录C)、“安全设计要点示例”(见附录D)、“本质安全审查示例”(见附录E)、“重要设计文件审查示例”(见附录F)。

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。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出。

本文件由全国安全生产标准化技术委员会化学品安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 3)归口。

本文件起草单位：中国石化工程建设有限公司、中国寰球工程有限公司、中石化宁波工程有限公司、中国成达工程有限公司、赛鼎工程有限公司、中国石油和化工勘察设计协会、中国化学品安全协会。

本文件主要起草人：胡晨、舒小芹、夏兰生、邹喜权、王世芳、张宝丰、唐文勇、丁晓京、方华云。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2010年首次发布为AQ/T 3033—2010；

——本次为第一次修订。

# 化工建设项目安全设计管理导则

## 1 范围

本文件规定了化工建设项目(以下简称“建设项目”)安全设计管理的总体要求、各阶段安全设计管理、危险性分析与风险评估、安全设计及审查以及安全设计变更控制。

本文件适用于新建、改建、扩建危险化学品生产、储存的建设项目以及伴有危险化学品产生的建设项目(包括危险化学品长输管道建设项目)的安全设计管理,其他建设项目参照执行。

本文件不适用于危险化学品的勘探、开采及其辅助的储存,以及危险化学品的海上输送、城镇燃气的输送及储存等建设项目。

## 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/T 21109(所有部分)过程工业领域安全仪表系统的功能安全

GB/T 32857 保护层分析(LOPA) 应用指南

GB/T 35320 危险与可操作性分析(HAZOP 分析)应用指南

GB 36894 危险化学品生产装置和储存设施风险基准

GB/T 37243 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/T 50770 石油化工安全仪表系统设计规范

AQ/T 3046 化工企业定量风险评价导则

AQ/T 3054 保护层分析(LOPA) 方法应用导则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **危险源 hazard**

可能造成人员伤害、职业病、财产损失、环境破坏的根源或状态,或其组合。

[来源: AQ/T3046—2013,3.1, 有修改]

### 3.2

#### **危险源辨识 hazard identification**

采用系统分析方法识别建设项目中存在的危险源。

[来源: AQ/T 3046—2013, 3.2, 有修改]

### 3.3

#### **过程危险性分析 process hazard analysis**

对危险化学品的生产、处置、储存、运输等过程的危险源进行辨识,并对危险源发生不期望的事件后,对人员、环境、财产和社会所产生的影响进行分析的过程。

3.4

**本质安全设计** inherently safer design

在设计过程中，采用最小化、替代、减缓、简化等手段，使工艺过程及其设施具有从根本上防止不希望事件发生的内在特性。

3.5

**风险** risk

发生不希望事件的可能性和发生事件后果严重性的结合。

3.6

**风险评估** risk assessment

对不希望事件发生的可能性及其后果进行定性或定量分析，将分析结果与可接受风险标准进行对比，并进行风险管理决策的过程。

[来源：AQ/T 3054—2015,3.1.8,有修改]

3.7

**可接受风险** acceptable risk

能够被政府和公众所接受，且与本地区或本行业社会经济发展水平相适应的风险。

3.8

**尽可能合理降低** as low as reasonably practicable

在当前的技术条件和合理的费用下，尽可能地降低风险。

[来源：AQ/T 3054—2015,3.1.15,有修改]

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ALARP: 尽可能合理降低(As Low As Reasonably Practicable)

ETA: 事件树分析(Event Tree Analysis)

FMEA: 故障类型和影响分析(Failure Mode and Effects Analysis)

FTA: 故障树分析(Fault Tree Analysis)

HAZID: 危险源辨识(Hazard Identification)

HAZOP: 危险与可操作性分析(Hazard And Operability Study)

LOPA: 保护层分析(Layer Of Protection Analysis)

PDCA: 策划-实施-检查-处置(Plan-Do-Check-Act)

PHA: 过程危险性分析(Process Hazard Analysis)

P&ID: 管道和仪表流程图(Piping And Instrumentation Diagram)

PrHA: 初步危险性分析(Preliminary Hazard Analysis)

PSSR: 开车前安全审查(Pre-Start-Up Safety Review)

QRA: 定量风险评估(Quantitative Risk Assessment)

SCADA: 监控与数据采集系统(Supervisory Control And Data Acquisition Systems)

SDS: 化学品安全技术说明书(Material Safety Data Sheet)

SIF: 安全仪表功能(Safety Instrumented Function)

SIL: 安全完整性等级(Safety Integrity Level)

SIS: 安全仪表系统(Safety Instrumented System)

SRS: 安全要求规定(Safety Requirement Specification)

## 5 总体要求

### 5.1 范围、目标及原则

5.1.1 建设项目安全设计范围包括前期设计、基础工程设计和详细工程设计，以及施工安装和投料试车的设计配合。

5.1.2 建设项目安全设计管理目标应根据国家、地方以及建设单位的管理要求制定，包括但不限于下列方面：

- a) 确保人员生命安全和健康，减少财产损失；
- b) 确保生产稳定运行，减少意外停车；
- c) 避免或减少泄漏、火灾、爆炸、中毒、环境损害及其他紧急事故的发生，控制事故影响程度和范围；
- d) 确保危险化学品得到安全处置；
- e) 确保装置设备和系统能够安全退役。

5.1.3 建设项目应满足合同约定采用的标准，并应满足下列安全设计原则：

- a) 以危险性分析为基础，开展本质安全设计，合理优化工程设计方案；
- b) 基于风险的管理原则贯穿建设项目安全设计全过程；
- c) 加强设计全过程安全管理与控制；
- d) 吸取事故教训，提高事故防范能力；
- e) 积极采用国内外先进安全技术，不断提高安全设计水平。

### 5.2 管理程序

#### 5.2.1 一般要求

应基于风险并按照PDCA 循环，建立和实施建设项目各阶段的安全设计管理程序。主要包括下列方面：

- a) 策划(P)；
- b) 实施(D)；
- c) 检查(C)；
- d) 处置(A)。

#### 5.2.2 策划

在设计启动阶段，应根据建设项目合同和建设单位的要求，开展建设项目安全设计管理策划，编制《建设项目安全设计管理计划》，主要内容如下：

- a) 安全设计管理目标；
- b) 安全设计管理组织机构和职责；
- c) 安全设计应遵守的法律、法规、规范、标准和合同规定的其他要求；
- d) 危险性分析与风险评估计划；
- e) 安全设计审查计划；
- f) 安全设计变更管理；
- g) 安全设计管理的其他事项。

#### 5.2.3 实施

在工程设计实施过程中，应落实《建设项目安全设计管理计划》，实施重点如下：

- a) 开展建设项目危险性分析与风险评估；
- b) 根据危险性分析与风险评估结果及相关标准要求，在设计中采取相应的安全防护措施；
- c) 开展安全设计审查，确认设计文件与建设项目安全设计管理目标及相关要求的符合性；
- d) 编制和交付相关安全设计文件；
- e) 加强安全设计变更控制，严格执行变更审批权限和变更文件的签署。

#### 5.2.4 检查

应根据建设项目安全设计管理目标和管理计划，对安全设计过程进行控制和检查。

#### 5.2.5 处置

建设项目建成投产后，应及时开展设计回访，总结工程经验，促进安全设计质量的持续改进。

### 5.3 安全设计完整性管理

5.3.1 安全设计完整性管理是建设项目全生命周期管理的重要组成部分，应贯穿建设项目的前期设计、基础工程设计、详细工程设计、施工安装和投料试车各个阶段。

注：全生命周期是指化工装置从研发、设计、采购、施工、投产、运行到退役的全过程。

5.3.2 安全设计完整性管理应对建设项目的风险进行系统性策划和整合，加强对各设计阶段开展的危险性分析、风险评估和安全设计审查等活动的系统性管理。

5.3.3 应加强设计过程各阶段风险管理活动的信息传递、交接和沟通，确保建设项目安全设计风险管理全过程的系统完整性。

## 6 各阶段安全设计管理

### 6.1 前期设计阶段

6.1.1 前期设计工作范围包括下列方面：

- a) 建设项目立项论证；
- b) 可行性研究；
- c) 工艺概念设计；
- d) 工艺包设计。

6.1.2 在前期设计阶段，应识别建设项目设计必须遵循的法律、法规及标准，确保前期设计方案合法合规。

6.1.3 在建设项目立项论证和可行性研究过程中，安全设计管理重点包括但不限于下列方面：

- a) 厂址选择和总图布置方案比选；
- b) 开展早期的HAZID，分析拟建项目存在的主要危险源、危险和有害因素，以及拟建项目一旦发生事故对周边设施和人员可能产生的影响；
- c) 外部公用工程系统可依托情况分析；
- d) 根据HAZID和PrHA分析结果，制定安全设计方案及对策措施。

6.1.4 建设项目外部安全防护距离应符合GB/T 37243的规定。

6.1.5 涉及重点监管的危险化工工艺和金属有机物合成反应(包括格氏反应)的间歇和半间歇的精细化工反应，有下列情形之一的，应开展反应安全风险评估：

- a) 首次使用新工艺、新配方投入工业化生产的；
- b) 国外首次引进的新工艺且未进行反应安全风险评估的；
- c) 现有工艺路线、工艺参数或装置能力发生变更的；

d) 因反应工艺问题,发生过生产安全事故的。

6.1.6 涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺的精细化工生产装置应进行有关产品生产工艺全流程的反应安全风险评估,并对相关原料、中间产品、产品及副产物进行热稳定性测试和蒸馏、干燥、储存等单元操作的风险评估。

6.1.7 对涉及重大危险源、重点监管的危险化学品和危险化工工艺的建设项目,在概念设计和工艺包设计中应按照第7章的要求选择合适的方法,开展工艺过程危险性分析,必要时进行本质安全审查。

## 6.2 基础工程设计阶段

6.2.1 基础工程设计应落实安全评价报告及评审意见提出的对策措施和建议,对未采纳的意见应作论证说明。

6.2.2 应落实前期设计阶段开展的各项安全设计审查意见。

6.2.3 在基础工程设计过程中,应结合建设项目安全评价报告补充完善危险性分析,必要时可开展专题风险评估。具体要求见第7章。

6.2.4 精细化工生产装置应当根据反应安全风险评估提出的反应危险度等级和评估建议,设置相应的安全设施,补充完善安全管控措施,确保设备设施满足工艺安全要求。

6.2.5 基础工程设计应分析建设项目的依托条件及相邻装置或设施对本建设项目的影 响,分析内容包括但不限于下列方面:

- a) 厂外公用工程供给设施的可靠性,如电源、水源、气源、蒸汽源等;
- b) 厂外应急救援设施的可依托性或建设项目自建的必要性,如消防站、气防站、医疗急救设施等;
- c) 厂内公用工程系统配套设施设计规模的合理性,如变配电站、给水及消防水泵站、空压站、空分站等;
- d) 依托或新建的火炬和安全泄放系统的设计工况和设计能力;
- e) 当建设项目涉及多套装置时,分析上下游装置突然停车或发生事故时可能对相关装置产生的不利影响。

6.2.6 根据《建设项目安全设计管理计划》组织开展安全设计审查,具体要求详见第8章。

6.2.7 按照国家和地方政府有关规定编制安全设施设计专篇。

## 6.3 详细工程设计阶段

6.3.1 详细工程设计应以审批通过的基础工程设计文件为依据,落实审批部门的审查意见。

6.3.2 应检查并落实基础工程设计阶段开展的各项安全设计审查意见。

6.3.3 根据设计变更或供货厂商提供的详细资料,补充开展必要的HAZOP分析及安全审查。

## 6.4 施工安装阶段

6.4.1 现场施工安装前应进行工程设计交底,说明涉及施工安全的重点部位和环节,对防范生产安全事故提出建议。

6.4.2 在采购、施工和安装过程中应加强设计变更控制和管理,任何设计变更不应影响工程安全质量。具体要求详见第9章。

6.4.3 施工安装完成后,应根据合同要求整理编制设计竣工图。

## 6.5 投料试车阶段

6.5.1 设计单位应根据建设单位的要求参加PSSR,协助解决相关设计问题,为安全试车提供技术支持。

6.5.2 设计单位应根据建设单位的要求参加建设项目试生产(使用)方案的制定。

## 6.6 建成投产阶段

6.6.1 设计单位应建立和落实建设项目投产后设计回访和专项回访制度,对所有建设项目应及时回访。

6.6.2 设计单位应收集回访信息,编制回访报告,加强回访信息的沟通和共享。

6.6.3 设计回访报告包括设计变更分析统计、生产运行发现的安全问题、现场对原设计的修改、现场安全监管提出的问题、对设计的改进建议等。

## 7 危险性分析与风险评估

### 7.1 一般要求

7.1.1 设计单位应根据建设项目的规模、性质、内外部环境以及合同要求,开展建设项目的危险性分析与风险评估策划,确定分析范围、内容、方法和实施时间,并纳入《建设项目安全设计管理计划》。

7.1.2 在前期设计阶段,可针对建设项目外部危险源及内部主要危险源开展HAZID 和 PrHA 分析,HAZID方法见附录A。

7.1.3 在基础工程设计阶段,应根据获得的设计数据和信息,对危险性分析进行补充完善。当详细工程设计发生变更时,应对危险性分析进行复核更新。

7.1.4 改、扩建项目的危险性分析应包括拟建项目与现有设施之间的相互影响,评估改、扩建项目建成后的整体风险水平,并对现有安全措施的有效性进行评估。

7.1.5 根据建设项目合同要求或建设项目需求,组织开展定性、半定量或定量风险评估。

7.1.6 危险性分析与风险评估的过程及结果应形成记录,建立风险登记跟踪程序,确保风险评估提出的建议措施落实。

### 7.2 危险性分析

7.2.1 危险性分析包括HAZID 和发生危险的可能性及后果影响的定性分析。

7.2.2 HAZID的主要内容如下:

- a) 建设项目涉及的危险化学品种类、特性、数量、浓度(含量)、物料禁配性和所在的工艺单元及其状态(温度、压力、相态等);
- b) 工艺过程可能导致泄漏、爆炸、火灾、中毒事故的危险源;
- c) 可能造成作业人员伤亡的危险和有害因素,如粉尘、窒息、腐蚀、噪声、高温、低温、振动、坠落、机械伤害、放射性辐射等;
- d) 建设项目外部或环境危险源,如建设项目所在地的自然灾害、极端恶劣天气、人为破坏、周边设施等;
- e) 是否存在重点监管危险化学品和危险化工工艺,以及危险化学品数量是否构成重大危险源。

7.2.3 涉及重点监管的危险化工工艺、重点监管的危险化学品且构成重大危险源的建设项目应开展PHA。

7.2.4 PHA应针对建设项目涉及的危险化学品种类、数量、生产、使用工艺(方式)及相关设备设施、工艺(过程)控制参数等方面开展,并着重分析下列问题:

- a) 危险化学品特性、物料之间及物料与接触材料之间的相容性,以及其他可能导致火灾、爆炸或中毒事故的潜在危险源;
- b) 设备、仪表、管道、公用工程失效或人员操作失误的影响(包括非正常工况);
- c) 设施布置存在的潜在危险、现场设施失控和人为失误的影响;

- d) 同类装置发生过的导致重大事故后果的事件；
- e) 多套拟建装置之间或拟建装置与在役装置之间的相互影响及潜在危险；
- f) 设计已采取的安全对策措施的充分性和可靠性；
- g) 安全对策措施失效的后果。

7.2.5 PHA可采用一种或多种方法组合，PHA 常用方法和推荐适用的设计阶段见表1。

表 1 过程危险性分析(PHA) 常用方法

| 序号       | 分析方法名称                           | 推荐适用的设计阶段 |        |        |
|----------|----------------------------------|-----------|--------|--------|
|          |                                  | 前期设计      | 基础工程设计 | 详细工程设计 |
| 1        | 危险源辨识 (HAZID)                    | 0         | 0      |        |
| 2        | 初步危险性分析 (PrHA)                   | 0         | 0      |        |
| 3        | 故障假设分析 (What-If)                 |           | 0      | 0      |
| 4        | 安全检查表分析 (Checklist)              | 0         | 0      | 0      |
| 5        | 故障假设/安全检查表分析 (What-If/Checklist) | 0         | 0      | 0      |
| 6        | 危险与可操作性分析 (HAZOP)                |           | 0      | 0      |
| 7        | 故障类型和影响分析 (FMEA)                 |           | 0      | 0      |
| 8        | 事件树分析 (ETA)                      |           | 0      | 0      |
| 9        | 故障树分析 (FTA)                      |           | 0      |        |
| 10       | 事故案例分析                           | 0         | 0      |        |
| 注：0表示适用。 |                                  |           |        |        |

7.2.6 首次工业化应用的化工工艺，以及涉及重大危险源、重点监管的危险化学品和危险化工工艺的建设项目，应在基础工程设计阶段开展HAZOP 分析。HAZOP 分析应符合GB/T 35320的规定。

7.2.7 设计阶段开展的危险性分析、重大危险源辨识和分级结果以及PHA 分析结果应在建设项目《安全设施设计专篇》中说明。

7.3 风险评估

7.3.1 风险评估的基本程序如下：

- a) 确定风险评估的依据、对象、范围和目标；
- b) 收集所需的数据和相关信息；
- c) 开展危险性分析；
- d) 采用定性、半定量或定量的风险评估方法，分析不期望事件发生的可能性和后果严重性；
- e) 与可接受风险标准进行对比，评估可接受风险程度，确定风险控制优先等级；
- f) 建议设计采取的风险防范措施；
- g) 形成分析结果文件和记录。

7.3.2 定性或半定量风险评估方法适用于初步风险评估和重大风险筛选，采用的主要方法包括风险矩阵法、LOPA 法、火灾爆炸指数法和专家评估法等。

7.3.3 采用风险矩阵法确定风险等级应根据国家或行业的风险控制要求，并结合企业风险管理水平和风险可接受程度。风险矩阵方法示例见附录 B。

7.3.4 LOPA 可适用于下列场合：

- a) 设计方案本质安全性对比；

- b) 分析重大事故场景中现有保护层已降低的风险水平，判断剩余风险程度，确定增加其他保护层的必要性；
- c) 判断设置SIF 保护层的必要性，并确定其SIL 级别；
- d) 其他适用LOPA 的情况。

7.3.5 LOPA分析应符合GB/T 32857的规定。

7.3.6 QRA可适用于下列场合：

- a) 根据国家或行业有关规定，需要采用QRA 方法确定个人风险和社会风险的；
- b) 根据设计标准要求，需要通过爆炸、火灾、有毒物扩散等事故后果模拟计算和评估结果确定相关设计方案和安全防护措施的，包括需要对有人值守建筑物确定安全防护要求的；
- c) 按照现行国家或行业标准进行设计时，难以满足工程特殊功能的，或现有国家或行业标准的要求不能充分覆盖建设项目所涉及的危险场景的；
- d) 需要核算外部安全防护距离的；
- e) 其他需要采用QRA 评估的场合。

7.3.7 确定建设项目安全设计的可接受风险标准主要基于下列方面：

- a) 合同规定采用的标准；
- b) 建设单位的可接受风险标准及要求；可接受风险标准说明见附录C。

7.3.8 对风险评估确定的高风险，应采取必要的安全措施将其降低到可接受范围内。风险评估提出的风险防范措施，不得低于现行国家强制性规范及合同规定采用的标准要求。

7.3.9 当建设项目的厂外个人风险或社会风险计算值超过GB 36894规定的可接受风险标准限值时，应修改设计方案或采取相应的降低风险措施。

7.3.10 QRA应符合AQ/T 3046 及相关标准的规定。

## 8 安全设计及审查

### 8.1 安全设计及审查依据

应以下列文件作为安全设计及审查依据：

- a) 国家法律、法规、规章及规范性文件；
- b) 建设项目所在地的地方法规、规章及规范性文件；
- c) 国家强制性规范及合同规定采用的标准；
- d) 建设项目合同规定的其他要求。

### 8.2 安全设计原则

8.2.1 建设项目设计应基于危险性分析及风险评估的结果，选择有针对性的风险防范对策，并按照ALARP原则，采取技术可行、经济合理的安全设计方案和措施。

8.2.2 安全设施选择的优先原则如下。

- a) 事故预防优先原则：在采用本质安全设计原则消除或削减危险的前提下，优先采取事故预防设施，尽可能降低事故发生频率。
- b) 可靠性优先原则：安全设施的可靠性排序为被动性安全措施、主动性安全措施和程序性管理措施。
- c) 可操作性和经济合理性原则：优先选用技术成熟、操作简便、费用合理的安全措施。

8.2.3 应加强对安全设计要点的检查。安全设计要点示例见附录 D。

### 8.3 安全设计审查总体要求

8.3.1 安全设计审查除依据8.1的要求外，还应依据下列方面：

- a) 本建设项目 HAZID、PHA 和风险评估结果；
- b) 同类装置生产操作经验；
- c) 相关事故教训。

8.3.2 安全设计审查方式应根据建设项目的特点和要求确定，可采取安全检查表、安全审查会等不同形式，组织相关设计专业人员参加。

8.3.3 安全设计审查的过程及结果应形成记录，并跟踪落实审查意见和改进建议。

### 8.4 本质安全设计审查

8.4.1 本质安全审查宜在概念设计和工艺包设计阶段进行。

8.4.2 本质安全审查的主要文件如下：

- a) 工艺流程图(PFD)；
- b) 工艺过程说明书；
- c) 工艺物料的SDS；
- d) 重要工艺控制方案；
- e) 主要工艺设备表。

8.4.3 本质安全审查重点包括但不限于下列内容。

- a) 最小化：将系统中危险物质的种类、数量和能量降到最小程度。
- b) 替代：用无害物料或危险性较小的物质替代危险性较大的物质，或用危险性较小的化学过程替代危险性较大的化学过程。
- c) 减缓：尽可能在危险性较小或缓和的工艺条件下处理物料，并设置能够减少泄漏后扩散的措施。
- d) 简化：装置的操作和控制应尽量简单化和人性化，降低人为操作失误的可能。

8.4.4 本质安全审查示例见附录E。

### 8.5 重要设计文件安全审查

8.5.1 重要设计文件审查宜在前期设计和基础工程设计阶段进行。

8.5.2 重要设计文件包括但不限于下列内容：

- a) 总平面布置图；
- b) 装置设备布置图；
- c) 爆炸危险区域划分图；
- d) P&ID；
- e) 安全联锁、紧急停车系统及SIS 设计；
- f) 可燃和有毒物料泄漏检测系统设计；
- g) 安全泄放和火炬系统设计；
- h) 应急系统和设施设计；
- i) 安全设施设计专篇。

8.5.3 在前期设计阶段，总平面布置应重点审查本建设项目与外部周边设施的外部安全防护距离、内部总体布局的合规性和合理性。在基础工程设计阶段，总平面布置图及装置设备布置图应重点审查建设项目内部各装置设施布置的相互影响和防火间距。

8.5.4 爆炸危险区域划分图应重点审查可能产生爆炸性气体混合物的环境、释放源的位置和分级以及

通风条件的确定，审查爆炸性气体环境危险区域划分范围的合理性。

8.5.5 P&ID图纸应重点审查安全控制联锁和工艺控制参数、安全阀和紧急切断阀的设置、控制阀失效的故障状态、开停车及紧急状态的控制措施等。

8.5.6 安全联锁、紧急停车系统及SIS应根据工艺过程的安全控制要求确定。重点审查各安全联锁、紧急停车系统及SIS是否满足工艺控制目标和安全要求，以及系统本身设计的合理性、可行性、可靠性和可维护性。

8.5.7 可燃和有毒物料泄漏检测系统应审查确认泄漏检测的物料组分，包括需要检测的可燃性和有毒性组分，并审查泄漏检测报警参数是否恰当，设置场所是否合理。

8.5.8 安全泄放和火炬系统应审查泄放系统的各排放工况条件是否恰当、火炬系统设计参数和火炬型式及布置是否合理。

8.5.9 应急系统和设施应重点审查应急指挥中心场所及系统的设置，消防站、气防站等应急救援设施的配置等是否符合建设项目所在地应急救援体系的有关要求。

8.5.10 重要设计文件审查示例见附录F。

## 8.6 安全完整性等级(SIL)定级与验证

8.6.1 SIL定级、SRS编制及SIL验证应纳入《建设项目安全设计管理计划》，宜与建设项目的危险性分析和风险评估工作协调开展。

8.6.2 SIL定级应确定每个SIF及其所需要的SIL等级。应针对工艺过程特定事件，结合HAZOP和LOPA的分析结果确定。依据的文件包括建设项目可接受风险标准、HAZOP/LOPA报告、P&ID图、工艺说明书、联锁因果表及其他相关文件。SIL定级的方法可采用LOPA法、风险矩阵法、校正的风险图法等。

8.6.3 SRS编制应说明每个SIF或子系统的设计安全要求、功能要求、SIL等级、检验测试周期和测试方法等。SIF回路的检验测试周期和测试方法应结合生产装置运行和检修周期确定，确保SRS规定的可实施性。

8.6.4 SIL验证可按照建设项目合同要求进行。一般在SIS/SIF回路设计及仪表选型完成或仪表订货后开展。依据的文件可包括SIL定级报告、SRS、P&ID图、联锁因果表、SIS/SIF回路设计文件、仪表元件故障率数据库、仪表安全手册及其他仪表厂家信息。

8.6.5 SIL定级、SRS编制及SIL验证的具体要求应符合GB/T 21109(所有部分)和GB/T 50770的规定。

## 8.7 开车前安全审查(PSSR)

8.7.1 建设项目在开车前应进行PSSR。审查小组成员包括工艺、设备、电气、仪表、检维修、安全管理人员以及相关设计人员。

8.7.2 PSSR包括文件审查及现场检查两部分。PSSR检查表应至少包括下列内容：

- a) 现场安装的设备、管道、仪表及其他辅助设施符合设计规格和要求；
- b) 确认现场设备、仪表、管道最终测试已经完成；
- c) 所有危险性分析和风险评估提出的改进建议得到落实和合理解决；
- d) 操作规程和相关安全要求符合工艺技术要求，并经过批准确认；
- e) 所有保证工艺设备安全运行的程序准备就绪；
- f) 工艺技术变更经过批准并记录在案，变更可能带来的风险已被评估；
- g) 操作规程和应急预案已相应更新，应急预案与工艺技术安全信息相一致；
- h) 确认现场安全措施已落实，应急响应措施完备就绪；
- i) 所有相关人员已接受有关危害、操作规程和应急反应等培训；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/837031145102006143>