

# 中国化学品安全协会文件

化安协发〔2018〕1号

---

## 中国化学品安全协会关于批准发布 《危险与可操作性分析质量控制与审查导则》 团体标准的公告

按照《中国化学品安全协会团体标准管理办法（试行）》的要求，批准《危险与可操作性分析质量控制与审查导则》（T/CCSAS 001-2018）团体标准，自发布之日起实施。现予以公布。



---

中国化学品安全协会

2018 年 1 月 9 日印发

---

经办人：卞际

电话：010-64464037

共印 10 份

# 团 体 标 准

T/CCSAS 001—2018

## 危险与可操作性分析质量控制与审查导则

Guidelines on quality control and review for hazard and operability analysis



青岛**劳帕**安全技术咨询有限公司

网址: [www.qingdaolopa.com](http://www.qingdaolopa.com)

### 核心业务

- ◆ 安全仪表系统功能评估: 安全完整性等级SIL定级、验证/验算
- ◆ 危险与可操作性分析HAZOP
- ◆ 培训: 安全仪表系统功能评估SIL定级、验证/验算、HAZOP等培训



微信号: [qd13184148810](https://www.wechat.com/p/qd13184148810)



QQ: 1930712371

微信扫一扫 ↓



2018-01-09 发布

2018-01-09 实施

中国化学品安全协会 发布



目 次

目 次 ..... I

前 言 ..... II

引 言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 HAZOP 分析的质量控制 ..... 2

4.1 基本要求 ..... 2

4.2 准备阶段的质量控制 ..... 3

4.3 分析过程的质量控制 ..... 4

4.4 分析报告的质量控制 ..... 7

4.5 关闭阶段的质量控制 ..... 8

5 质量审查 ..... 9

    （规范性附录） ..... 11

HAZOP 主席简历 ..... 11

附录 D ..... 15

附录 E ..... 16

    （资料性附录） ..... 16

风险矩阵 ..... 16

表 E.1 风险矩阵图表 ..... 16

表 E.2 风险矩阵严重性说明表 ..... 16

附录 F ..... 17

    （资料性附录） ..... 17

初始事件频率数据 ..... 17

表 F 初始事件频率数据 ..... 17

表 F 初始事件频率数据（续） ..... 18

    （资料性附录） ..... 19

安全措施消减因子数据表 ..... 19

## 前 言

本标准依据 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国化学品安全协会提出。

本标准由中国化学品安全协会归口。

本标准起草单位：中国化学品安全协会、中国石化工程建设有限公司、中国寰球工程公司、中国石化青岛安全工程研究院、北京思创信息系统有限公司、厦门熙宝源化工技术有限公司。

本标准主要起草人：纳永良、李文悦、徐志杰、万古军、赵文芳、孙成龙、王若青、黄云松、扈洁琼、黄会伟、贾云、黄玖来、金光海、葛安卡、普建武。

本标准为首次发布。

## 引 言

为引导石油、化工等行业危险与可操作性分析（Hazard and operability studies）（以下简称HAZOP分析）的推广应用和健康发展，指导HAZOP分析工作，使HAZOP分析在我国石油、化工等行业的安全生产管理中发挥应有的作用，为石油、化工等行业的企业HAZOP分析工作提供依据，制定本导则。

HAZOP分析的目的是通过辨识风险，预防或减少安全事故，帮助企业提升安全管理水平。HAZOP分析需要严格地、系统地识别工艺系统在可预见的非正常条件下可能导致的安全问题、潜在风险和可操作性问题以及安全措施是否充分并提出建议措施。

分析成果不仅可以用于改进设计，而且还可以用于指导企业过程安全管理（例如：装置员工培训、设备完好性管理、应急预案编制、安全关键性程序的管理、安全屏障管理等企业安全管理）的技术支持性文件。

合格的HAZOP分析成果能辨识系统存在的所有重要的危害和危险，并能清晰的记录，能为企业过程安全管理提供全面、系统、准确的过程安全信息。根据AQ/T-3049《危险与可操作性分析（HAZOP分析）应用导则》，HAZOP分析的质量能从以下几个方面体现：

- a) 危险辨识：系统性、结构性、准确性；
- b) 风险评估（分级）：可信性、准确性；
- c) 分析工作表：完整性、准确性、可读性和再用性；
- d) 建议措施：针对性、有效性、可靠性；
- e) 分析报告：完整性。

本导则一方面通过规定HAZOP分析质量要求，提高HAZOP分析方法的应用水平；另一方面通过规定HAZOP分析成果的质量审查要求，为企业或法律法规授权机构进行HAZOP分析成果质量审查提供依据。

本导则是在AQ/T-3049的基础上，结合国内HAZOP方法应用现状，吸收了国内外的最佳实践编制而成。



# 危险与可操作性分析质量控制与审查导则

## 1 范围

本导则规定了石油、化工等行业HAZOP分析质量控制与质量审查要求。  
本导则适用于石油、化工行业的HAZOP分析。

## 2 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。凡是不标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

AQ/T 3049 危险与可操作性分析(HAZOP分析)应用导则

AQ/T 3054 保护层分析（LOPA）方法应用导则

## 3 术语和定义

AQ/T 3049 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**生命周期** life cycle

项目（装置）从研发、设计、安装、生产运行直到报废的各个阶段，包括：研发和设计阶段，制造、安装和试运行阶段，生产和维护阶段，停用和处理阶段等。

### 3.2

**事故剧情** incident scenario

在 HAZOP 分析过程中，借助引导词的帮助，设想系统可能出现各自偏离设计意图的情形及其后续的影响。

### 3.3

**HAZOP分析假设** HAZOP assumption

在开展 HAZOP 分析前，由 HAZOP 分析团队全体成员讨论通过的旨在进行 HAZOP 分析时应遵守的一般性原则。

### 3.4

**初始事件** initiating event

也称为初始原因（initiating cause），是指在一个事故序列（一系列与该事故关联的事件链）中的第一个事件。

### 3.5

**初始风险** initial risk

不考虑任何安全措施情况下的风险。

### 3.6

#### **剩余风险** residual risk

考虑了安全措施和（或）建议措施后仍存在的风险。

### 3.7

#### **可接受风险** acceptable risk

用于表达企业的风险可接受程度，描述了人员伤亡、环境损害和财产、商业利益受损风险的最高情况。

### 3.8

#### **安全措施** safeguards

当前设计、已经安装并投用的或在管理实践中已经存在的，针对当前事故剧情的，防止事故发生或减缓事故后果的工程措施或管理措施。

### 3.9

#### **共因失效** common cause failures

由一个或多个事件引起一个多通道系统中的两个或多个分离通道失效，从而导致系统失效的一种失效。

### 3.10

#### **预防性措施** prevention measures

在初始事件之后防止危险物料泄漏或能量失控事件的发生，从而降低后果事件发生的可能性的安全措施。

### 3.11

#### **减缓性措施** mitigation measures

在危险物料泄漏或能量失控事件的发生后，用于降低后果发生的可能性，或减缓后果严重性的安全措施。

## 4 HAZOP 分析的质量控制

### 4.1 基本要求

#### 4.1.1 HAZOP分析控制要点如下：

a) 系统性控制要点是依据操作规程和（或）工艺流程，一方面将分析范围的所有工艺流程都划入节点内，“遍历”工艺过程每一个细节，不能有遗漏；另一方面要针对所划分的节点“用尽”所有可行的引导词，按照有效的工艺偏离开展分析；

b) 结构性控制要点是分析所有的偏离都应按照固定的分析流程进行，所分析出来的原因、后果、安全措施、建议措施、风险级别这些要素之间的关系的记录要尽可能做到一一对应，表达出清晰、完整的事故剧情；

c) 准确性控制要点是危险辨识与所分析偏离的逻辑推理应合理准确，需要做到危险辨识不遗漏、事故剧情不交叉、条理清晰不混乱。

#### 4.1.2 风险评估（分级）可信性和准确性应符合下列要求：

a) 可信性：运用风险矩阵判定各剧情的严重性等级和对应的事件频率，得到相对应的风险等级应

符合客观实际及相关标准规范要求，且合理可信；

b) 准确性：考虑保护措施失效及不同工况保护措施发挥作用是否充分；当事故剧情中的剩余风险等级仍较高时，需要进一步提出建议措施来降低风险，以满足最终的剩余风险等级符合最低合理可行（ALARP）的准则。

4.1.3 提出的建议措施应符合下列要求：

a) 针对性：建议措施应针对所分析的事故剧情，通过改进设计、操作规程，增加或减少安全保护措施来降低风险等级；

b) 有效性：所提出的建议措施能够有效降低事故剧情发生的频率和（或）降低事故剧情的后果严重程度，对降低风险等级有明显效果；

c) 可靠性：所提出的建议措施应具有较低的失效率，能够有效降低事故发生频率；

d) 可行性：技术可行且经济合理。

4.1.4 HAZOP分析报告应符合下列要求：

a) 完整性：分析过程中的输入资料应完整，需要体现资料来源、分析人员组成、流程说明、有效偏离、已有安全措施、风险评估（分级）等过程信息；

b) 准确性：分析人员应做到叙述精确、逻辑严密，根据分析过程以及分析提炼出的结果，准确记录；

c) 可读性：分析记录表中的内容描述应准确、清晰、完整，各要素之间的关系要一一对应，方便后续管理跟踪；

d) 再用性：HAZOP分析工作表应可以作为改进设计或生产方式、完善操作程序与维修程序的基础材料；同时可以通过分析工作表了解工厂中潜在的重要事故剧情，在此基础上可以编制针对性应急指南或预案，也可以作为今后变更、扩建或新建类似项目的参考文件。

4.1.5 在系统生命周期的不同阶段，HAZOP分析完成后，企业对未明确的风险及活动，可另行采用其它的工艺（过程）危险分析方法进一步分析。企业可将其分析结果作为HAZOP分析的补充，需要进一步分析的情况宜包括下列要求：

a) 针对初始风险高或后果严重度高的事故剧情，应进一步进行保护层分析（LOPA）或其它分析；

b) 对涉及安全问题的关键性操作程序应采用适宜的分析方法（JSA/JHA）；

c) 对作业活动进行工作安全/危害分析（JSA/JHA）；

d) 对安全仪表系统进行安全完整性等级（SIL）评估分析；

## 4.2 准备阶段的质量控制

### 4.2.1 HAZOP分析计划的质量控制

4.2.1.1 HAZOP分析开展的时间应符合项目工程进度需求以及国家相关规定，并根据项目工程进度计划或生产设施所处阶段特点，制订具体的HAZOP分析计划。

4.2.1.2 HAZOP分析计划的制订和落实应符合以下要求：

a) HAZOP分析及经费预算应包括在项目工程进度计划和项目预算中；

b) HAZOP分析计划应得到业主主管部门负责人的批准，并指定专人负责该工作；

c) 对于设计项目，基础设计阶段的HAZOP分析对象为基础设计阶段完成的工程设计；详细设计阶段的HAZOP应该针对与基础设计阶段相比较发生变化的部分或者因基础设计阶段设计资料不完整而没有做的部分（例如成套设备）；

d) 对于在役装置，应按照国家规定的期限完成；

e) HAZOP分析所需时间应根据具体工艺的复杂程度来确定。工艺复杂程度不同，所需时间也不同，每个小组每天分析时间不宜超过6个小时，分析的P&ID数量一般不多于10张；

f) HAZOP分析应制订进度表，由主管部门专人负责，确保HAZOP分析按照计划时间完成。

### 4.2.2 HAZOP分析团队成员的要求

4.2.2.1 HAZOP分析团队成员的组成是HAZOP分析质量的重要保证。

4.2.2.2 HAZOP分析团队成员通常包括：HAZOP主席、HAZOP记录员、工艺工程师、操作代表、设备工程师、仪表工程师、安全工程师等；专利商代表、成套设备代表等各专业工程师，可根据讨论内容酌情参加。

4.2.2.3 HAZOP分析团队成员不少于5人，在分析过程中主要分析人员不宜更换。

4.2.2.4 HAZOP分析主席应满足下列要求：

a) HAZOP主席应在组织HAZOP分析方面受过训练、富有经验，精通HAZOP分析方法，熟悉工艺流程，了解操作规程。

b) HAZOP主席宜具有工程师及以上职称（或执（职）业资格），且专科应具有不少于十年（本科不少于七年/硕士不少于五年/博士不少于三年）的石油、化工等行业工作经验及不少于三年的HAZOP分析经验；

c) HAZOP主席应当接受过第三方机构的培训，取得培训合格证书；

4.2.2.5 HAZOP记录员宜熟练使用常规的办公软件或者计算机辅助HAZOP分析软件，具备一定的石油、化工专业知识和风险分析经验。

4.2.2.6 主席和记录员外的其他团队成员应具有五年以上的本专业技术经验，熟悉本专业工作内容，了解HAZOP分析方法。

4.2.2.7 所有参与HAZOP分析工作的成员均应由相关方（业主、承包商、专利商、供货商等）充分授权并书面确认，能够代表相关方在分析过程中作出决策。

#### 4.2.3 HAZOP分析资料的要求

4.2.3.1 HAZOP分析资料提供方应确保提供资料的真实性、准确性和完整性。HAZOP分析所需文件清单样例见附录B。

4.2.3.2 在役装置HAZOP分析资料提供方应出具承诺函。承诺其提供的资料与在役装置实际状态的符合性、准确性。

4.2.3.3 设计阶段提供的工艺流程图（PFD）、管道及仪表流程图（P&ID）等图纸应经过设计、校核、审核三级签署，文件图例、图面布局应保持一致。控制点、自控系统、联锁配置资料、工艺管道表、设备设施规格或相关的说明文件等内容应满足相关深度规定要求。

4.2.3.4 工艺流程说明应包括设计压力、温度、流量等基本信息及关键设备控制参数，通常是根据原料加工的顺序和操作工况进行描述。内容应满足相关深度规定要求，细化至位号，与工艺流程图（PFD）、管道及仪表流程图（P&ID）和公用工程管道及仪表流程图（U&ID）保持一致；对于间歇操作的HAZOP分析，应提供每个操作阶段的详细操作步骤。

4.2.3.5 工艺控制及联锁说明应包括控制参数及联锁要求，通常包括文字说明及图表说明。

4.2.3.6 连续性在役装置、间歇性新建及在役装置进行HAZOP分析时，应提供有效的最新版操作规程及运行记录。

4.2.3.7 HAZOP分析还应关注地方性标准、企业的运营管理规定等。

4.2.3.8 HAZOP分析应依据风险管理规定加以开展。可接受风险标准及相应说明等风险管理文件由企业提供；没有风险管理规定的企业，可参考本导则的附录E风险矩阵，进行风险管理。

4.2.3.9 HAZOP分析应参考相同或相似工艺技术的事故案例。

#### 4.3 分析过程的质量控制

##### 4.3.1 一般规定

4.3.1.1 HAZOP分析应体现其系统化和结构化的特点，对工艺系统中潜在的由于偏离设计意图而出现的事故剧情与可操作性问题进行综合分析。全面识别工艺系统的危险和设计缺陷，揭示工艺系统存在的

事故剧情，特别是高风险、多原因和多后果的复杂剧情。判断工艺系统存在的风险与安全措施的充分性，提出消除或降低风险的建议措施。

4.3.1.2 对于间歇操作的HAZOP分析，应关注其特殊的分析要点，如节点需按操作阶段划分，除了分析与连续工艺一样的参数外，还应分析每个操作阶段的操作步骤。

4.3.1.3 对涉及安全问题的关键性操作程序应采用适宜的分析方法。

4.3.1.4 成套设备HAZOP分析、主装置HAZOP分析可分别进行，但应在主装置HAZOP分析报告中明确说明。

4.3.1.5 在工程设计阶段，若工艺过程发生重大变更，应针对变更后的工艺过程重新进行HAZOP分析。

4.3.1.6 在生产运行过程中出现工艺变更时，应当对发生变更的内容及相关工艺部分进行HAZOP分析。

4.3.1.7 应清楚确定HAZOP分析范围。明确系统边界，以及系统与其他系统和周围环境之间的界面。

4.3.1.8 应清楚确定HAZOP分析假设的一般性原则。

4.3.1.9 对于HAZOP分析会上不能明确界定后果、剩余风险的高风险事件，可进一步进行LOPA、SIL验证、QRA等分析工作。

## 4.3.2 节点

4.3.2.1 HAZOP节点划分，宜符合以下要求：

- a) 体现完整独立的工艺意图，例如：输送过程、缓冲过程、换热过程、反应过程、分离过程等；
- b) 全面覆盖工艺过程，不能有遗漏；
- c) 节点划分不宜过大或过小，节点的大小取决于系统的复杂性和危险的严重程度；
- d) 每个节点的范围应该包括工艺流程中的一个或多个功能系统。

4.3.2.2 对于间歇操作的工艺流程，HAZOP节点应按照操作的各个阶段进行划分。

4.3.2.3 节点的描述宜符合以下要求：

- a) 应包括节点描述和设计意图；节点描述一般包括节点范围及工艺流程简单说明，主要设备位号等；设计意图一般包括设计目的、设计参数、操作参数、复杂的控制回路及联锁、特殊操作工况等；
- b) 连续系统的节点界限划分应在P&ID图中以色笔清晰标识，并在P&ID的空白处标上节点编号；
- c) 节点应有编号，各企业可采取统一的节点编号方式，HAZOP分析建议措施的编号和对应节点的编号应保持一致。

## 4.3.3 偏离

4.3.3.1 偏离的确定应符合以下要求：

- a) 应在理解工艺的基础上，覆盖分析范围内的全部工艺过程，用尽所有可行的引导词，识别和分析有效的偏离；
- b) 对于可能产生偏离的管线和设备应单独确定偏离；
- c) 根据每个节点的设计意图，确定需要分析的参数，然后与引导词组合产生偏离；
- d) 应根据工艺需求补充相关的安全操作异常问题，如腐蚀、泄漏等，见附录C；
- e) 对于间歇操作应将操作阶段分解为操作步骤，采用适当的引导词与操作步骤组合构成有效的偏离进行分析。对于危险性小的操作阶段，可直接用适当的引导词与操作阶段组合构成有效的偏离进行分析，附录D给出了一些参数的间歇过程偏离含义；

f) 当对安全关键性操作程序进行HAZOP分析时，分析中引导词的意义与常规引导词有所不同，应更加关注操作程序的变化对工艺和设备的影响。

4.3.3.2 偏离描述宜符合以下要求：

- a) 宜标注设备名称或位号；可以从某管线的流量，设备某部位的压力、温度，某设备的液位，某具体的操作步骤等详细描述偏离；

- b) 所有讨论的偏离宜进行记录。

#### 4.3.4 原因

##### 4.3.4.1 原因的确定应全面到位，且应符合以下要求：

- a) 应分析到初始原因，初始原因主要包括但不限于以下几个方面：
  - 1) 设备设施、仪表等故障
  - 2) 操作失误
  - 3) 外部影响
  - 4) 公用工程失效
  - 5) 运行条件变更
- b) 初始原因可以在节点之内也可以在节点之外；
- c) 不宜将中间事件当原因，假如初始原因过于复杂，又跨越节点时，把中间事件当原因应在该原因后面标注参见，比如：“XX温度高（参见n.m）”，以便于进一步追踪。

##### 4.3.4.2 原因描述宜符合以下要求：

- a) 应描述初始原因直至偏离的中间事件。包括初始原因的情况及其导致具体设备、物料及相关参数变化过程；
- b) 描述初始原因时应具体化失效事件，带上设备位号或仪表位号；
- c) 由多个原因造成的偏离，每个原因要分别记录。

#### 4.3.5 后果

##### 4.3.5.1 后果的分析应符合以下要求：

- a) 后果应分析对人员、财产、环境、企业声誉等方面的影响；
- b) 应分析由偏离导致的安全问题和可操作性问题；
- c) 分析后果时应假设任何已有的安全措施都失效时导致的最终不利的后果；
- d) 应分析所有可能的后果；
- e) 后果可以在节点之内也可以在节点之外。

##### 4.3.5.2 后果的记录应满足下列要求：

- a) 后果的记录应描述偏离直至后果的中间事件，包括对人员、财产、环境、企业声誉影响的详细描述；
- b) 针对偏离，应记录每一个原因对应的所有后果；
- c) 不宜将中间事件当后果，假如后果在节点外，且离当前正在分析的偏离过远时，将中间事件当后果的情况，应在该后果后面标注参见，比如：“XX压力高（参见n.m）”，以便于进一步追踪；
- d) 应记录原因、偏离导致的后果，确保一一对应。

#### 4.3.6 风险评估（分级）

##### 4.3.6.1 根据HAZOP分析事故后果严重程度级别和发生的可能性级别，按照企业提供的风险矩阵评估事故剧情的风险等级。

##### 4.3.6.2 事故剧情的风险包括初始风险和剩余风险。HAZOP分析时应按照企业提供的风险矩阵分别评估其风险等级，并做好相应记录。

##### 4.3.6.3 剩余风险不应高于企业可接受的最高风险等级。

##### 4.3.6.4 风险矩阵可根据企业的统计资料或参考附录E。

##### 4.3.6.5 原因的频率应根据装置的实际情况或原因失效频率一览表进行判断，可参考附录F。

##### 4.3.6.6 原因导致事故剧情发生的可能性应等于原因的频率、安全措施失效概率和使能条件概率之积，安全措施消减因子数据表可参考附录G。

4.3.6.7 后果的严重性根据风险矩阵确定。

#### 4.3.7 安全措施

4.3.7.1 安全措施应符合以下要求：

- a) 应分别针对原因、中间事件、偏离、后果，识别已有安全措施；
- b) 安全措施应独立于初始事件；
- c) 安全措施不限于本节点，可以在节点内也可以在节点外；
- d) 常见管理措施（如培训、巡检、PPE、设备定期维护保养等）不能作为安全措施；
- e) 多个安全措施存在共因失效时，只能算作一条安全措施。

4.3.7.2 安全措施分为两种类型：预防性措施和减缓性措施，参见“术语和定义”。

4.3.7.3 安全措施的记录应符合以下要求：

- a) 有设备或仪表位号的应记录设备或仪表位号；
- b) 安全仪表功能应记录其联锁动作（如：LSHH-101（三选二）联锁关闭阀门LV-101）；
- c) 若将特定的管理程序作为安全措施，应详细描述其管理要求。

#### 4.3.8 建议措施

4.3.8.1 建议措施应符合以下规定：

- a) 应根据风险分析结果并结合企业可接受风险标准，判断是否需要提出建议措施；
- b) 剩余风险不应高于企业可接受的最高风险等级，否则应给出进一步降低风险的建议措施，直至剩余风险不高于可接受风险标准；
- c) 建议措施应起到减缓后果的严重程度或降低事故剧情发生的可能性的作用；
- d) 应优先选择可靠性和经济性较高的预防性安全措施；
- e) 对于HAZOP分析会上无法明确的建议措施，暂时无条件开展的部分，或不适合应用HAZOP方法分析的部分，可提出开展下一步工作的建议。

4.3.8.2 建议措施的记录应符合以下要求：

- a) 建议措施的描述应具体、明确，宜带上设备位号、仪表位号或管线号；建议措施的描述应包括两部分：建议做什么及为什么这么做；
- b) 建议措施应落实责任方。

### 4.4 分析报告的质量控制

#### 4.4.1 一般规定

4.4.1.1 HAZOP分析报告内容应满足企业过程安全管理的需求。

4.4.1.2 HAZOP分析报告应完整、准确并具有可读性，适于企业安全生产管理应用。

4.4.1.3 HAZOP分析报告应作为改进设计、完善操作程序等过程安全管理的技术支持文件。也可作为编制针对性应急指南或预案等的参考文件。

4.4.1.4 对于复杂剧情，高风险剧情应重点描述。

4.4.1.5 HAZOP分析报告基本内容见附录H。

#### 4.4.2 HAZOP分析报告内容规定

##### 4.4.2.1 项目概述

对所执行的HAZOP分析项目的由来、目标等进行说明。需要明确说明HAZOP分析的装置（项目）在分析时所处的阶段，如：基础设计（初步设计）阶段、详细设计阶段、在役装置（运行阶段）、检维修阶段等。

#### 4.4.2.2 分析范围

简述HAZOP分析工作的范围和目标。

#### 4.4.2.3 工艺描述

对HAZOP分析对象装置（项目）所采用的工艺、设计要求等进行说明。阐述工艺性质（连续或间歇），运行周期等基本情况。

#### 4.4.2.4 HAZOP分析程序及相关要求

对HAZOP分析团队开展工作所进行的方法进行如实叙述，对满足业主等相关各方要求的情况进行说明。

#### 4.4.2.5 HAZOP分析实际进程（节点分析时间表）

对HAZOP分析团队的实际进程情况进行如实叙述。

#### 4.4.2.6 HAZOP分析团队人员信息

列出参加HAZOP分析工作的人员名单（包括姓名、工作单位、职位/职称、专业特长等）。

#### 4.4.2.7 HAZOP分析输入资料

HAZOP分析输入资料见附录B。

#### 4.4.2.8 HAZOP分析假设

HAZOP分析的基本依据，在开展HAZOP分析前由HAZOP分析团队全体成员讨论通过，在进行HAZOP分析时所遵守的一般性原则。例如：原因分析时多个设备同时失效的情况不予考虑，除非是同一原因导致多个设备的失效。

#### 4.4.2.9 风险评估（分级）

应说明本项目采用的风险矩阵及风险可接受标准的来源、具体规定等内容。详细阐述HAZOP分析过程中事故剧情的发生频率、后果的严重性以及频率和严重性得到的风险等级的划分。

#### 4.4.2.10 节点划分

提供HAZOP分析过程中划分的各节点的信息，如节点清单。

#### 4.4.2.11 结论

对装置（项目）的整体风险情况进行简单的说明，并给出总体性建议。

对HAZOP分析会议提出的建议措施给予详细说明，包括：

- a) 建议措施的数量
- b) 建议措施的描述
- c) 通过举例，论述建议措施在过程安全管理中可以采取的处理办法。

对HAZOP分析出的高风险和复杂剧情进行汇总，以提醒安全管理人员关注。

#### 4.4.2.12 附件

项目开展的原始记录数据、HAZOP分析的参考资料等必要的说明性资料。包括但不限于：HAZOP分析工作表详见附录I；带有节点划分标示的P&ID图纸；建议措施汇总表；HAZOP分析文件清单详见附录B；会议签到表（每次参加会议的人员名单）；评审意见或业主反馈文件（如果有）等。

### 4.5 关闭阶段的质量控制

#### 4.5.1 建议措施的落实

4.5.1.1 HAZOP分析报告正式发布前，应征求参会人员的意见，设计阶段应与设计方核实确认，在役阶段应得到业主方相关负责人的认可。

4.5.1.2 HAZOP分析报告正式发布后,企业相关负责人应针对建议措施确定实施计划。企业应特别关注操作规程建议措施的落实。所有建议措施的落实情况应留有记录并具有可追溯性。

4.5.1.3 HAZOP分析报告中提出的进一步开展工作的建议也应严格执行,企业有责任对分析会上不能确定的问题开展专题研究,保证剩余风险不高于企业可接受的最高风险等级。

#### 4.5.2 建议措施的变更管理

4.5.2.1 实施过程中,对HAZOP建议措施的变更应提供变更说明,变更说明应包含变更原因、替代方案 and 责任人签署。

4.5.2.2 由于落实建议措施导致的工艺流程修改,应进一步开展修改部分的HAZOP分析。

4.5.2.3 其它原因导致的工艺流程修改,也应进一步开展修改部分的HAZOP分析。

#### 4.5.3 落实情况的记录及归档

4.5.3.1 HAZOP建议措施落实情况应留有记录,记录包括接受建议的说明、实施整改的证明文件或文件编号。

4.5.3.2 HAZOP分析关闭报告应归档保留方便追踪查阅。

### 5 质量审查

#### 5.1 一般规定

5.1.1 HAZOP分析的过程和分析成果应接受业主或授权的组织机构的审查。评定标准详见附录J。

5.1.2 业主应制订HAZOP分析质量审查活动计划,专人负责。

5.1.3 对设计项目,审查时机应选择在项目详细设计阶段的HAZOP分析结束之后到详细工程设计P&ID最终版定稿期间,应分别查看基础设计阶段的HAZOP和详细设计阶段的HAZOP:

a).基础设计阶段审查内容应侧重于基于当时的工艺方案,风险是否被充分识别、记录和可信,而且各类可信风险是否有足够的防护措施以防止事故的发生;

b).详细设计阶段审查内容应侧重于新增部分对整体工艺的安全性影响及是否有足够的防护措施。

5.1.4 HAZOP分析质量审查包括形式审查和技术审查。

5.1.5 HAZOP分析形式审查主要从HAZOP分析资源的合理性、HAZOP分析执行过程的系统性以及HAZOP分析最终报告的完整性等几个方面进行审查。详见附录K中的表K.1。

5.1.6 HAZOP分析技术审查主要是以抽查的方式,结合HAZOP分析工艺技术特点,由业主或授权组织机构指定的人员,对抽查的部分进行详细的检查,从技术层面判断HAZOP分析的准确性、合理性和完整性。详见附录K中的表K.2。

5.1.7 HAZOP分析质量审查是业主HAZOP分析管理工作内容之一,应体现在业主相关的管理程序中,并结合具体开展情况定期对管理程序进行更新。

#### 5.2 形式审查

5.2.1 HAZOP分析计划应符合工程项目进度需求,并符合本导则4.2.1规定的内容。

5.2.2 HAZOP分析团队人员组成和资质要求应符合本导则4.2.2规定的内容。

5.2.3 HAZOP分析所用技术资料应该齐全而且可靠,并符合本导则4.2.3规定的内容。

5.2.4 HAZOP分析工作表记录应清晰完整,并符合本导则第4.3规定的内容。

5.2.5 HAZOP分析报告应能体现过程控制信息,报告的形式和内容应符合本导则4.4规定的内容。

#### 5.3 技术审查

5.3.1 HAZOP分析技术审查主要是指：是否正确、合理的应用了HAZOP分析方法，以及针对潜在安全问题是否进行了深入的探讨。

5.3.2 HAZOP分析方法的正确应用主要包括但不限于以下几个方面：

- a) 节点划分的合理性和节点描述的准确性；
- b) 偏离选择的全面性和合理性；
- c) 原因和后果分析的针对性、逻辑性、充分性与可信性；
- d) 现有安全措施的有效性、独立性；
- e) 风险分析的准确性；
- f) 建议措施的具体性、明确性与可行性等；
- g) 措施的可靠性应具有可审核性。

#### 5.4 工艺安全问题审查

判定潜在工艺安全问题是否进行了深入的探讨，详见附录K中的表K.3。

#### 5.5 质量审查合格标准

根据附录K中的形式审查、技术审查、工艺安全问题审查清单分别进行打分，附录K的检查清单中任一清单的“否决项”数量大于0或者得分百分比 $S(\%) < 55\%$ ，均为不合格需重做，详见附录J。

附录 A  
(规范性附录)  
HAZOP主席简历

表 A HAZOP 主席简历表

姓 名		性别		出生日期	年 月
毕业院校及专业				毕业时间	年 月
工作单位					
从事石油、化工专业年限				从事 HAZOP 分析年限	
执（职）业资格				职称	
本人主要成果	年 - 年	参加过的 HAZOP 分析项目名称			担任职务
专业特长					
其它需补充情况说明					

附录 B  
(规范性附录)  
HAZOP 分析文件清单

HAZOP分析文件清单(输入资料)包括项目基本采标情况及项目设计统一规定,其基本内容如下:

- 装置的工艺流程说明和工艺技术路线的说明;
  - 装置的平面布置图;
  - 装置的PFD;
  - 装置的P&ID;
  - 装置的U&ID;
  - 物料的安全技术说明书(MSDS);
  - 设备数据表(包括设计温度、设计压力、制造材质、壁厚、腐蚀余量等设计参数);
  - 设备的平面布置图;
  - 安全阀和控制阀数据表;
  - 自控系统、联锁说明文件;
  - 紧急停车系统(ESD)的因果示意图;
  - 安全设施设备清单(包括安全检测仪器、消防设施、防雷防静电设施、安全防护用具等的相关资料 and 文件);
  - 爆炸危险区域划分图;
  - 消防系统的设计依据及说明;
  - 废弃物的处理说明;
  - 排污放空系统及公用工程系统的设计依据及说明;
  - 其他相关的工艺技术信息资料。
- 对于在役装置,还需要以下资料:
- 装置历次分析评价的报告;
  - 相关的技改技措等变更记录和检维修记录;
  - 装置历次事故记录及调查报告;
  - 装置的现行操作规程和规章制度;
  - 其他相关资料。

附录 C  
(资料性附录)  
安全操作异常问题列表

表 C 安全操作异常问题列表

序号	参数	引导词	解释
1.	外漏	过大	后果比较严重的外漏：如物料本身危险高，超过自燃点、液态烃、剧毒等；大面积泄漏的地方。
2.	内漏	过大	所有换热器内漏的情况。
3.	腐蚀	过快	节点内所有腐蚀工况造成的材质减薄速度过快。
4.	仪表	不当	<p>仪表的审查是对具体参数的一个补充，主要包括基本过程控制系统，安全仪表系统，可燃和有毒气体报警仪等。主要考虑以下方面：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 仪表故障安全，如在出现空气或信号故障时，控制阀能否实现上下游管线设备都处于安全状态；</li> <li>2. 仪表选型，如易聚合的物料的料位计选型；</li> <li>3. 仪表设置，如仪表的设置是否会导致上游或下游管道或设备超载（超压、过热或过冷）；</li> <li>4. 可操作性问题，如安全仪表系统是否与控制系统充分独立；</li> <li>5. 仪表是否需要在维护，有 SIL 等级的仪表是否满足其维护要求。</li> </ol>
5.	设备布置	不当	设施布置不满足设计或操作要求、影响操作效率。考虑当前节点中由于布置不当、不方便操作、维修作业、不便于逃生等内容。
6.	压力分界	不当	压力分界主要看图纸中高压到低压地方的分界点是否合适，如：高低压分界点后面是否还有阀门。
7.	材料分界	不当	<p>材料分界主要关注由于物料的变化而导致对材质要求的改变，这种情况下选材不当，如：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物料的状态是否发生改变，如液态丙烯降压气化；</li> <li>2. 是否发生了反应，如反应生产硫化氢和水；</li> <li>3. 是否添加其它物料，如对带有硫化氢的气体进行水洗。</li> </ol>
8.	维护	过少	日常维护不到位。
9.		异常	日常维护可能发生的危险。
10.		不足	维护所需要的条件是否充分，如：倒空、置换、吹扫、隔离、蒸煮等。
11.	维修	异常	设备检修过程中发生的危险。
12.	保温/保冷	无	缺少对设备的保温或保冷的措施。
13.	采样	无	<p>什么地方需要取样，而没有取样点：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 主物料进出界区；</li> <li>2. 物料发生化学反应；</li> <li>3. 物料分离后。</li> </ol>

14.		异常	<p>识别取样过程可能发生的危险：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 取样过程中造成人员中毒；</li> <li>2. 人员烫伤和冻伤；</li> <li>3. 取样管线位置设置不合理；</li> <li>4. 取样阀不方便操作。</li> </ol>
15.	采样形式	不对	选取的采样形式不对，如密闭式取样、开放式取样。
16.	启动停止	异常	<p>本参数用于识别开车和停车、紧急停车过程中的问题，复杂的开停车或在开停车过程中可能造成重大危险的，要对开停车步骤进行 HAZOP 分析，找出其存在的问题。主要识别以下几个方面：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 开停车主要分为哪几大步骤（进料、循环、升温、升压等）；</li> <li>2. 每个步骤所需要的条件是否具备；</li> <li>3. 每个步骤启动或停止时是否需要与其它装置或岗位协调与配合；</li> <li>4. 每个步骤正常开、停车时本节点存在哪些需要的注意事项及风险；</li> <li>5. 异常情况下的启停可能带来的风险；</li> <li>6. 泵、阀、搅拌器、换热器、反应器、精馏塔等的紧急启动、关闭操作的注意事项；</li> <li>7. 非正常开停车操作。</li> </ol>
17.	开停车条件	过少	缺少开停车的便利性条件。
18.	噪音	异常	识别有没有超过人体承受的噪音。
19.	公用工程失效	无	停水、停电、停蒸汽等会对当前节点造成何种影响。
20.	静电	过大	识别由于流体流动摩擦产生的静电积累。
21.	振动	过大	识别设备的非正常振动。
22.	人为因素	伴随	操作过程中对人的影响。
23.	以往事故	导致	整理以往事故的原因、后果及处理措施。

附录D  
(资料性附录)  
间歇过程偏离表

表D 间歇过程偏离表

序号	参数	引导词	含义
1	流量	无	进入管线或容器的流量无
2		过多	进入管线或容器的流量过高
3		过少	进入管线或容器的流量过低
4		伴随	进入管线或容器的流体掺入杂质、物料被污染
5		部分	进入管线或容器的流体缺少某种物质
6		异常	进入管线或容器的流体被完全替代、跑错料
7		相反	进入管线或容器的流体反向流动
8	压力	过多	设备压力过高
9		过少	设备压力过低
10	液位	过多	容器液位过高
11		过少	容器液位过低
12		无	容器无液位
13	温度	过多	设备温度过高
14		过少	设备温度过低
15	组分	伴随	原料和产品的组分掺入杂质
16	重量	过多	容器的重量过多
17		过少	容器的重量过少
18	搅拌	无	设备无搅拌
19	pH 值	过多	溶液显碱性
20		过少	溶液显酸性
21	步骤	无	没有执行此步骤
22		部分	部分执行此步骤
23		伴随	执行此步骤时执行了其他的内容
24		异常	执行此步骤时出现混乱
25		早	相对于某一时间点提前执行此步骤
26		晚	相对于某一时间点滞后执行此步骤
27		先	相对步序而言, 提前执行此步骤
28		后	相对步序而言, 滞后执行此步骤

附录E  
(资料性附录)  
风险矩阵

表D.1给出了风险矩阵图表

表E.1 风险矩阵图表

后果等级	5	低	中	中	高	高	很高	很高
	4	低	低	中	中	高	高	很高
	3	低	低	低	中	中	中	高
	2	低	低	低	低	中	中	中
	1	低	低	低	低	低	中	中
		$10^{-6} \sim 10^{-7}$	$10^{-5} \sim 10^{-6}$	$10^{-4} \sim 10^{-5}$	$10^{-3} \sim 10^{-4}$	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	$10^{-1} \sim 10^{-2}$	$1 \sim 10^{-1}$
频率等级 (/a)								
风险等级说明： 低：不需采取行动；中：可选择性的采取行动；高：选择合适的时机采取行动；很高：立即采取行动								

表E.2 风险矩阵严重性说明表

等级	严重程度	分类			
		人员	财产	环境	声誉
1	低后果	医疗处理，不需住院； 短时间身体不适	损失极小	事件影响未超过界区	企业内部关注；形象没有受损
2	较低后果	工作受限；轻伤	损失较小	事件不会受到管理部门的通报或违反允许条件	社区、邻居、合作伙伴影响
3	中后果	严重伤害；职业相关疾病	损失较大	释放事件受到管理部门的通报或违反允许条件	本地区内影响；政府管制，公众关注负面后果
4	高后果	1~2 人死亡或丧失劳动能力；3~9 人重伤	损失很大	重大泄漏，给工作场所外带来严重影响	国内影响；政府管制，媒体和公众关注负面后果
5	很高后果	3 人以上死亡；10 人以上重伤	损失极大	重大泄漏，给工作场所外带来严重的环境影响，且会导致直接或潜在的健康危害	国际影响

附录F  
(资料性附录)  
初始事件频率数据

表F 初始事件频率数据

分类	初始事件 (IE)	频率 (/a)
阀门	1. 单向阀完全失效	1
	2. 单向阀卡涩	$1 \times 10^{-2}$
	3. 单向阀内漏 (严重)	$1 \times 10^{-5}$
	4. 垫圈或填料泄漏	$1 \times 10^{-2}$
	5. 安全阀误开或严重泄漏	$1 \times 10^{-2}$
	6. 调节器失效	$1 \times 10^{-1}$
	7. 电动或气动阀门误动作	$1 \times 10^{-1}$
容器和储罐	1. 压力容器灾难性失效	$1 \times 10^{-6}$
	2. 常压储罐失效	$1 \times 10^{-3}$
	3. 过程容器沸腾液体扩展蒸汽云爆炸 (BLEVE)	$1 \times 10^{-6}$
	4. 球罐沸腾液体扩展蒸汽云爆炸 (BLEVE)	$1 \times 10^{-4}$
	5. 容器小孔 ( $\leq 50$ mm) 泄漏	$1 \times 10^{-3}$
公用工程	1. 冷却水失效	$1 \times 10^{-1}$
	2. 断电	1
	3. 仪表风失效	$1 \times 10^{-1}$
	4. 氮气 (惰性气体) 系统失效	$1 \times 10^{-1}$
管道和软管	1. 泄漏 (法兰或泵密封泄漏)	1
	2. 弯曲软管微小泄漏 (小口径)	1
	3. 弯曲软管大量泄漏 (小口径)	$1 \times 10^{-1}$
	4. 加载或卸载软管失效 (大口径)	$1 \times 10^{-1}$
	5. 中口径 ( $\leq 150$ mm) 管道大量泄漏	$1 \times 10^{-5}$
	6. 大口径 ( $> 150$ mm) 管道大量泄漏	$1 \times 10^{-6}$
	7. 管道小泄漏	$1 \times 10^{-3}$
	8. 管道破裂或大泄漏	$1 \times 10^{-5}$

表F 初始事件频率数据（续）

分类	初始事件（IE）	概率（/a）
施工与维修	1. 外部交通工具的冲击（假定有看守员）	$1 \times 10^{-2}$
	2. 吊车载重掉落（起吊次数/年）	$1 \times 10^{-3}$
	3. 操作维修上锁挂牌（LOTO）规定没有遵守	$1 \times 10^{-3}$
操作失误	1. 无压力下的操作失误（常规操作）	$1 \times 10^{-1}$
	2. 有压力下的操作失误（开停车、报警）	1
机械故障	1. 泵体损坏（材质变化）	$1 \times 10^{-3}$
	2. 泵密封失效	$1 \times 10^{-1}$
	3. 有备用系统的泵和其它转动设备失去流量	$1 \times 10^{-1}$
	4. 透平驱动的压缩机停转	1
	5. 冷却风扇或扇叶停转	$1 \times 10^{-1}$
	6. 电机驱动的泵或压缩机停转	$1 \times 10^{-1}$
	7. 透平或压缩机超载或外壳开裂	$1 \times 10^{-3}$
仪表	1 基本过程控制系统（BPCS）回路失效	$1 \times 10^{-1}$
外部事件	1. 雷电击中	$1 \times 10^{-3}$
	2. 外部大火灾	$1 \times 10^{-2}$
	3. 外部小火灾	$1 \times 10^{-1}$
	4. 易燃蒸气云爆炸	$1 \times 10^{-3}$

附录 G  
(资料性附录)  
安全措施消减因子数据表

表G 安全措施消减因子数据表

序号	类别	安全措施		说明	消减因子	失效概率
1	独立保护层	本质安全设计	若正确执行,可使事故剧情发生的概率最小化	—	1.0~3.0	$1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-3}$
若正确执行,可防止事故剧情的发生			3.0~6.0		$1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-6}$	
2		基本过程控制系统（BPCS）		若一条事故剧情中存在多条独立的BPCS回路,最多可重复消减两次;若初始事件为基本过程控制系统（BPCS）失效,则只可消减一次	1.0	$1 \times 10^{-1}$
3		关键报警和人员响应	操作人员响应时间小于10min	1. 若一条事故剧情中存在多个报警,不可重复 2. 操作规程中有明确的响应方案	0	1
			操作人员响应时间介于10min与20min之间		0.3~1.0	$5 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-1}$
			操作人员响应时间大于20min		1.0	$1 \times 10^{-1}$
			操作人员响应时间大于24h		2.0	$1 \times 10^{-2}$
4		安全仪表系统	安全仪表功能SIL 1	1. SIF回路的SIL等级已验证,若SIF回路没有验证,按照SIL1考虑	1.0	$1 \times 10^{-1}$
			安全仪表功能SIL 2	2. 若一条事故剧情中存在多条独立的SIF回路,最多可重复消减两次	2.0	$1 \times 10^{-2}$
			安全仪表功能SIL 3	3. 独立其他保护层的DCS联锁回路可算作SIL1	3.0	$1 \times 10^{-3}$

表G 安全措施消减因子数据表（续）

序号	类别	安全措施		说明	消减因子	失效概率
5		物理保护	100%能力的安全阀-堵塞工况、无吹扫	PSV设计泄放量应满足事故剧情最大泄放量要求且泄放至安全区域	0	1
			100%能力的安全阀/爆破片组合-堵塞工况、无吹扫		1.0	$1 \times 10^{-1}$
			100%能力的安全阀-清洁工况/堵塞工况、有吹扫		2.0	$1 \times 10^{-2}$
			冗余 100%能力的安全阀-堵塞工况、无吹扫	单个PSV设计泄放量应满足事故剧情最大泄放量要求且泄放至安全区域	0	1
			冗余 100%能力的安全阀/爆破片组合-堵塞工况、无吹扫		2.0	$1 \times 10^{-2}$
			冗余 100%能力的安全阀-清洁工况/堵塞工况、有吹扫		3.0	$1 \times 10^{-3}$
			爆破片	—	2.0~ 3.0	$1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-3}$
6		释放后保护措施	防火堤/围堰-部分挥发物料	降低由于储罐溢流、断裂、泄漏等造成的后果严重度	1.0	$1 \times 10^{-1}$
			防火堤/围堰-不挥发物料		2.0	$1 \times 10^{-2}$
			地下排污系统-无法收集	降低由于储罐溢流、断裂、泄漏等造成的后果严重度	0	1
			地下排污系统-部分收集		1.0	$1 \times 10^{-1}$
			地下排污系统-全部收集		2.0	$1 \times 10^{-2}$
			开放式通风口	防止超压	1.0~ 2.0	$1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-2}$
			耐火涂层	减少热输入率，为降压、消防等提供额外的响应时间	1.0	$1 \times 10^{-1}$
	防爆墙/舱		限制冲击液，保护设备或建筑物等，降低爆炸的后果严重度	2.0~ 3.0	$1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-3}$	
	阻火器或防爆器		如果安装和维修合适，这些设备能够防止通过管道系统或进入容器或储罐内的潜在回火	1.0	$1 \times 10^{-1}$	
	真空破坏器		必须设计用于减缓事故剧情	1.0	$1 \times 10^{-1}$	

表G 安全措施消减因子数据表（续）

序号	类别	安全措施		说明	消减因子	失效概率
7	应急响应	应急预案		针对事故剧情的专项应急预案并定期演练	1.0	1×10 <sup>-1</sup>
8	其他安全措施	现场仪表		操作人员巡检频率必须满足检测潜在事故的需要，并抄表记录与DCS仪表比对，该事故剧情中无报警措施时考虑消减	0.3	5×10 <sup>-1</sup>
9		DCS 显示		该事故剧情中无报警措施时考虑消减	0.3	5×10 <sup>-1</sup>
10		操作规程		规定有针对性处理方法，并定期考核	0.3	5×10 <sup>-1</sup>
11		人工取样分析	取样间隔时间小于过程安全时间	减少产品质量不合格、公用工程污染等后果严重度	1.0	1×10 <sup>-1</sup>
			取样间隔时间大于过程安全时间		0	1
12		人员佩戴 PPE		要求人员佩戴PPE，防止或减缓人员伤害	1	1×10 <sup>-1</sup>
13		视频监控（针对关键性设备）		1. 针对泄漏、着火等异常情况 2. 观察火焰的燃烧情况	0.5	3×10 <sup>-1</sup>
14		水喷淋设施（自启动）		1. 外部火灾工况下 2. 水稀释或吸收泄漏物料趋于安全态	1.0	1×10 <sup>-1</sup>
15		可燃/有毒性气体报警仪		超温超压引起的泄漏且压力和温度设置有报警时不考虑消减	1.0	1×10 <sup>-1</sup>
16		止逆阀	单止逆阀	管道压力不大于3.0MPa	1.0	1×10 <sup>-1</sup>
	同类型的双止逆阀		管道压力介于3.0MPa-7.0 MPa之间	1.0	1×10 <sup>-1</sup>	
	不同类型的双止逆阀		管道压力大于7.0MPa	1.0	1×10 <sup>-1</sup>	

附录H  
(规范性附录)  
HAZOP分析报告内容

HAZOP分析报告大纲宜包括以下主要内容:

- 1 封面
- 2 签字页
- 3 目录
- 4 缩略词
- 5 正文
  - 5.1 项目概述
  - 5.2 分析范围
  - 5.3 工艺描述
  - 5.4 HAZOP分析程序及相关要求
  - 5.5 HAZOP分析实际进程(节点分析时间表)
  - 5.6 HAZOP分析团队人员信息
  - 5.7 HAZOP分析输入资料(清单)
  - 5.8 HAZOP分析假设
  - 5.9 风险评估(分级)(含风险可接受标准)
  - 5.10 节点划分
  - 5.11 结论(含总体性建议、建议措施说明、高风险和复杂剧情汇总等)
- 6 附件
  - 6.1 HAZOP分析记录表
  - 6.2 带有节点划分标示的P&ID
  - 6.3 建议措施汇总表
  - 6.4 HAZOP分析参考资料
  - 6.5 工艺控制联锁逻辑图
  - 6.6 会议签到表(每次参加会议的人员名单)
  - 6.7 评审意见或业主反馈意见(如果有)等
  - 6.8 HAZOP主席简历
  - 6.9 业主承诺函
  - 6.10 相关方授权书

附录I  
(规范性附录)  
典型HAZOP分析工作表

表I 典型HAZOP分析工作表

节点序号		节点描述		设计意图								
图号				会议日期								
				参加人员								
序号	参数/引导词	偏离	原因	后果	风险分析			已有 保护措施	剩余风险 1	建议措施	剩余风险 2	备注
					严重性	可能性	初始风险					

注： 1) 本表应采用原因到原因（即CBC）的记录方式，即要求原因和后果一一对应；  
2) 剩余风险1为考虑了已有安全措施的作用下仍存在的事故剧情的风险； 剩余风险2为考虑了建议措施作用下仍存在的事故剧情的风险；  
3) 表中的严重性和风险级别应按照风险矩阵的后果类别予以区分。

附录J  
(规范性附录)  
HAZOP分析报告质量评定标准

表J HAZOP分析报告质量评定标准

序号	审查项目	合格标准	备注
1	HAZOP 分析报告形式审查	$S < 55\%$	不合格, 需重做
		$55\% \leq S < 80\%$	不合格, 需修改
		$80\% \leq S < 95\%$	合格
		$95\% \leq S \leq 100\%$	优秀
2	HAZOP 分析报告技术审查	$S < 55\%$	不合格, 需重做
		$55\% \leq S < 80\%$	不合格, 需修改
		$80\% \leq S < 95\%$	合格
		$95\% \leq S \leq 100\%$	优秀
3	HAZOP 分析报告工艺安全问题审查	$S < 55\%$	不合格, 需重做
		$55\% \leq S < 80\%$	不合格, 需修改
		$80\% \leq S < 95\%$	合格
		$95\% \leq S \leq 100\%$	优秀
4	综合质量	三项审查都合格才视为合格	
注: HAZOP 质量审查小组成员根据附录 K 各自评分, 评分时遵照如下标准: ①得分百分比 $S$ (%) 为: $S = \text{得分} / \text{满分}$ ; ②对于表中“否决项”下标有“*”的检查项, 如果不符合要求, 则在该项对应的“得分”栏中画“X”; ③表 底部“否决项”汇总栏中填写“否决项”数目, 若该数目大于 0, 则该报告的审查结果视为“不合格, 需重做”。			

附录K  
(规范性附录)  
质量审查评分表

H.1 审查要点

表 H.1 给出了 HAZOP 分析报告形式审查要点。  
表 H.2 给出了 HAZOP 分析报告技术审查要点（采取抽查的方式）。  
表 H.3 给出了 HAZOP 分析报告工艺安全问题审查要点。

表H.1 HAZOP分析报告形式审查要点

审查内容	满分	得分	否决项 (*)	审查结果
<b>一. HAZOP 分析报告</b>				
HAZOP 分析报告是否包括以下内容？（若下列各项均符合，得分为 60 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 4 分）	60			
1. 项目概述及分析范围				
2. 工艺流程描述				
3. 团队介绍				
4. 分析方法介绍				
5. 风险及风险可接受标准				
6. 分析假设				
7. 节点偏离描述				
8. 分析结论				
9. 建议措施分类汇总				
10. 附录-彩色节点图				
11. 附录-分析所依据资料清单				
12. 附录-分析结果记录表				
13. 附录-建议措施汇总（反馈）表				
14. 附录-参会人员签到表				
15. 附录-参会人员签名表				

表H.1 HAZOP报告形式审查要点（续）

审查内容	满分	得分	否决项 (*)	审查结果
<b>二. HAZOP 分析团队</b>				
1. HAZOP 团队成员是否齐全？（若下列各项均符合，得分为 21 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 3 分）	21			
1) HAZOP 主席			*	
2) HAZOP 记录员				
3) 工艺工程师			*	
4) 仪表工程师				
5) 操作代表				
6) 设备工程师				
7) 安全工程师				
2. HAZOP 主席的经验是否符合要求？（应符合 4.2.2.4 的规定）（若符合，得分为 29；若不符合，得分为 0；若未经过培训或少于石油、化工等行业相关年限的工作经验及少于三年的 HAZOP 分析经验，否决）	29		*	
3. 团队其他成员（工艺工程师、仪表工程师、操作代表、设备工程师、安全工程师）的经验是否符合要求？HAZOP 分析团队成员应具有五年以上的本专业技术经验，熟悉本专业工作内容，了解 HAZOP 分析方法。（若上述各项均符合，得分为 25 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 5 分）	25			
<b>三. HAZOP 分析资料</b>				
HAZOP 团队分析需要的资料是否完整且准确？（若下列各项均符合，得分为 30 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 3 分）	30			
1. 资料是否包含最新的 P&ID 图？如果是在役装置，是否有资料提供方出具的承诺函？（图纸内容要求与现场一致）			*	
2. 资料是否包含关键设备（诸如：容器、换热器、机泵）的设计温度、设计压力及材质，管道材质清单、法兰等级以及温度与压力范围（如果此信息未在 P&ID 图上出现）？			*	
3. 资料是否包含泄放装置设计及设定点数据？				
4. 装置是否有可用的平面布置图？				
5. 是否有可用的单元操作程序及维护程序？如果是间歇过程，是否有每个操作阶段的操作步骤的描述？				

表H.1 HAZOP报告形式审查要点(续)

审查内容	满分	得分	否决项 (*)	审查结果
6. 是否所有化学品均有可用的最新版安全数据表(安全技术说明书, 简称MSDS)?				
7. 是否有可用的工艺控制描述和联锁描述(如果此信息P&ID图上表示不完全)?				
8. 是否有可用的工艺及工艺化学描述(包括: 不同物料意外混合的危害影响-能够预见发生)?				
9. HAZOP分析是否依据包括风险矩阵等风险管理规定开展?			*	
10. 资料是否包含与装置有关的以往事故?				
<b>四. HAZOP分析开展时机</b>				
生命周期不同阶段(如生产运行阶段、基础设计阶段、详细设计阶段等)HAZOP开展的时机是否正确? 设计项目应在基础设计(FEED)阶段工艺设计完成后和在详细设计阶段完成, 对现役装置, 按照国家规定的期限完成。(若符合, 得分为15。若不符合, 得分为0)	15			
<b>五. HAZOP分析进度控制</b>				
根据HAZOP分析实际进程(节点分析时间表)以及参会人员签到表进行审核, 每个HAZOP分析小组平均每天分析的P&ID数量是否多于10张?(若符合, 得分为15。若不符合, 得分为0。若大于10张, 否决)	15			
<b>六. 剧情描述</b>				
事故剧情各要素的描述是否详细?				
1. 偏离: 宜标注设备名称或位号; 可以从某管线的流量, 某设备的压力、温度、液位, 某具体的操作步骤等详细描述偏离。(若符合, 得分为10。若不符合, 得分为0)	10			
2. 原因: 应描述初始原因直至偏离的中间过程。包括初始原因的情况及其导致具体设备、物料及相关参数变化过程。偏离当原因的情况, 应在该原因后面标注参见, 比如: “XX压力高(参见5.3)”, 以便于进一步追踪。(若符合, 得分为25。若不符合, 得分为0)	25			
3. 后果: 应描述偏离直至后果的中间过程, 包括导致的对人员、财产、环境、企业声誉影响的详细描述。偏离当后果的情况, 应在该后果后面标注参见, 比如: “XX压力高(参见5.3)”, 以便于进一步追踪。(若符合, 得分为25。若不符合, 得分为0)	25			
4. 事故剧情是否包括风险评估(分级)过程? 包括初始风险、剩余风险。(若符合, 得分为15。若不符合, 得分为0)	15			

表H.1 HAZOP报告形式审查要点（续）

审查内容	满分	得分	否决项 (*)	审查结果
5. 建议措施：应明确具体要求和目的，应落实责任方。（若符合，得分为 30。若不符合，得分为 0）	30			
汇总	300			
得分百分比			<div></div>	
注：审查填表和数据分析说明见表 J。				

表 H.2 HAZOP 分析报告技术审查要点（采取抽查的方式）

审查内容	满分	得分	否决项 (*)	审查结果
<b>一. 节点划分</b>				
节点划分是否满足下列要求？（若下列各项均符合，得分为 20 分。若连续流程执行 1-4 项，在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 5 分；若间歇流程执行 1-5 项，在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 4 分。）	20			
1. 节点设计意图描述是否详细？至少包含该节点的功能、主要设备设计和操作参数、主要联锁回路、节点内的特殊工况				
2. 分析范围内所有图纸中的设备或管线是否都包含在节点内				
3. 节点划分是否合理？不宜节点过大				
4. 节点图是否在 P&ID 图中以色笔清晰标识，并在 P&ID 的空白处标上节点编号				
5. 间歇过程是否按照大步骤（或阶段）来划分节点			*	
<b>二. 偏离选取</b>				
偏离选取是否满足下列要求？（若下列各项均符合，得分为 40 分。若连续流程执行 1-4 项，在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 10 分；若间歇流程执行 1-5 项，在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 8 分。）	40			
1. 例如每条管线的流量（反向、伴随、异常）和每个容器的压力（过高、过低）是否都进行了分析？				
2. 特殊工况产生的偏离是否纳入分析？例如：生产不同牌号产品下的不同工艺条件等。				
3. 偏离的描述是否全面具体？（流量到管线、温度和压力到部位、液位到设备、操作到步骤）				
4. 是否充分考虑了其他安全操作的异常问题？例如：腐蚀、泄漏、公用工程失效等（参考附录 C）。				
5. 间歇过程是否将时间和顺序等纳入引导词并与相应的参数或操作步骤构成有效的偏离进行分析。			*	
<b>三. 原因分析</b>				
原因分析是否满足下列要求？（若下列各项均符合，得分为 30 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 6 分）	30			
1. 原因是否分析到初始原因？初始原因包括设备仪表故障、操作失误、外部影响、公用工程失效、运行条件变更等				
2. 原因是否已识别全？				

3. 是否存在不可信的原因?				
4. 原因的描述是否具体、清楚? 是否把原因到偏离的中间事件也进行了描述?				
5. 假如初始原因过于复杂, 又跨越节点时, 把偏离当原因的情况, 是否在原因后面标注了“参见”并实施了进一步分析?				
<b>四. 后果分析</b>				
后果分析是否满足下列要求? (若下列各项均符合, 得分为 20 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷, 在该子项下扣除 4 分)	<b>20</b>			
1. 分析出的后果是否在为假定现有保护措施失效的情况下的最终不利后果? 不能把联锁停车、安全阀起跳等当后果。				
2. 后果是否已识别全?				
3. 是否有不可信的后果?				
4. 对于偏离到后果有中间过程的情况, 是否把中间事件也进行了描述?				
5. 后果在节点外, 且离当前正在分析的偏离过远时, 把偏离当后果的情况, 是否在后果后面标注了“参见”并实施了进一步分析?				
<b>五. 风险评估 (分级)</b>				
风险评估 (分级) 是否满足下列要求? (若下列各项均符合, 得分为 30 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷, 在该子项下扣除 10 分)	<b>30</b>			
1. 依据的风险矩阵、可接受的风险水平是否满足国家法律法规的要求并适合本企业, 所有事故剧情的剩余风险是否都在可接受的风险水平?			*	
2. 初始原因的频率评估是否合理? 一般宜大于表 F 的值				
3. 后果的严重性评估是否合理?				
<b>六. 安全措施</b>				
安全措施识别是否满足下列要求? (若下列各项均符合, 得分为 30 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷, 在该子项下扣除 6 分)	<b>30</b>			
1. 是否把通用的管理措施 (如培训、巡检、PPE、设备定期维护保养等) 作为安全措施?				
2. 安全措施是否针对当前的事故剧情? 是否有效?				
3. 安全措施对风险的消减作用是否合适? 消减因子一般宜小于表 G 的取值				
4. 安全措施是否独立于初始原因?				
5. 安全措施是否独立于其他的安全措施?				
<b>七. 建议措施</b>				

建议措施是否满足下列要求？（若下列各项均符合，得分为 30 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷，在该子项下扣除 6 分）	30			
1. 建议措施对风险的消减作用是否合适？消减因子一般宜小于表 G 的取值。				
2. 建议措施是否针对当前的事故剧情？是否有效？				
3. 是否存在建议措施质量低？如多数建议措施为报警类。				
4. 所有的建议措施是否都有反馈？修改或拒绝的建议措施是否都有充分依据？				
5. 对于没有达成一致的内容，是否有进一步分析讨论的建议？				
汇总	200			
得分百分比				
注：审查填表和分析数据说明见 J。				

表 H.3 HAZOP 分析报告工艺安全问题审查要点

审查内容	满分	得分	否决项 (*)	审查结果
<b>一. 工艺安全问题</b>				
HAZOP 分析时是否考虑了下列内容? (下列各项每项 10 分, 设计阶段执行 1-15 项, 总分 150 分, 生产运行阶段执行 1-17 项, 总分 170 分。若在各子项要求下发现存在任何缺陷, 在该子项下扣除 10 分)	<b>170</b>			
1. 是否关注了关键设备、仪表的备用情况及在线维护问题?			*	
2. 泵、换热器、空冷器等的布置是否符合防火要求、是否便于操作检修?				
3. 排放管线、现场阀门、DCS 设置等的布置位置是否符合要求?				
4. SIS 系统的相关仪表是否符合其维护要求?				
5. 是否对装置的开停车过程中的危险(如: 升降温速度、炉子点火程序、物料投用顺序)进行了分析? 如开停车步骤较复杂是否专门进行关于开停车步骤的 HAZOP 分析?				
6. 是否分析了静设备和动设备维护过程产生的危害(如: 催化剂装卸、切换泵、容器清理)?				
7. 是否对装置中所涉及的化学品反应性(分解和聚合等)、可燃性、爆炸性、毒性及潜在问题进行了评估?				
8. 针对有粉尘的装置是否评估了发生粉尘爆炸的可能性及其保护?				
9. 是否分析了换热器内漏(高压串低压、高温串低温、高温油与水混合、低温脆裂等)造成的后果?			*	
10. 是否分析了转动设备停机导致逆流的后果?			*	
11. 是否分析了火灾或紧急状况下的限制手段?				
12. 动设备的密封形式是否满足所输送的介质要求?				
13. 储罐的设置是否符合重大危险源设置规范以及 116 号文等要求?				
14. 是否分析了装置中限制点火源的问题?				
15. 是否对装置中的典型腐蚀进行了分析?(如: 氢腐蚀、硫腐蚀、保温下腐蚀、垢下腐蚀)			*	
16. 是否考虑了转动设备或节流等产生的噪音对人员的伤害?(生产运行阶段)				

表 H.3 HAZOP 分析报告工艺安全问题审查要点(续)

审查内容	满分	得分	否决项 (*)	审查结果
17. 是否分析了之前发生过且存在潜在重大后果的事故？			*	
汇总	170			
得分百分比				
注：审查填表和数据分析说明见表 J。				