

团 体 标 准

T/CCSAS 049.1—2023

石油化工企业安全泄放评估技术规范 第 1 部分：泄放评估总则

Technical specification for pressure-relieving assessment
of petrochemical enterprises—
Part 1: General principles for pressure-relieving assessment

2023-12-25 发布

2023-12-25 实施

中国化学品安全协会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 安全泄放评估原则	2
5 安全泄放能力评估	3
6 安全泄放评估报告	5
附录 A (规范性) 安全泄放系统评估流程	7
附录 B (资料性) 基于物料平衡或热平衡原理的工艺分析法或经验公式进行泄放量计算方法	8
附录 C (规范性) 泄压设施合规性检查表	9
附录 D (规范性) 排放系统合规性检查表	13
参考文献	19

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。

本文件是 T/CCSAS 049《石油化工企业安全泄放评估技术规范》的第 1 部分。T/CCSAS 049 已经发布了以下部分：

——第 1 部分：泄放评估总则；

——第 2 部分：气液两相流安全泄放技术要求。

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。

本文件由中国化学品安全协会提出并归口。

本文件起草单位：中石化安全工程研究院有限公司、中石化国家石化项目风险评估技术中心有限公司、中国化学品安全协会、中石化宁波工程有限公司、中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司。

本文件主要起草人：党文义、于安峰、葛春涛、张杰东、刘迪、张武涛、孙峰、邢涛、胡晓昕、张启云、严明、张健、吴岩、王达、马兴亮、刘毅、凌晓东、刘永强、辛保泉。

引 言

安全泄压设施及排放系统是应对超压、保障石油化工企业安全运行的一项重要措施,安全泄压设施及排放系统的泄放能力不足会导致异常工况下的紧急排放的介质无法及时泄放,易造成装置或储运系统超压,继而引发生产安全事件。本文件规范了安全泄放系统的评估方法,为系统排查石油化工企业安全泄压设施及排放系统的风险提供了依据。石油化工企业可据此排查安全泄压及排放系统的隐患,提出消除安全风险、提升泄放能力的整改建议,保障石油化工企业装置及火炬系统的安全平稳运行。本文件拟由 2 个部分构成。

- 第 1 部分:泄放评估总则。主要明确开展安全泄压设施泄放评估的范围、评估原则、评估方法和评估报告编制要求。
- 第 2 部分:气液两相流安全泄放技术要求。主要明确在安全泄压设施存在两相流工况下的基本要求、泄放装置与管线设计、泄放尺寸计算、泄放物料处置要求。

石油化工企业安全泄放评估技术规范

第 1 部分：泄放评估总则

1 范围

本文件规定了石油化工企业以及油气储存企业安全泄放评估原则、安全泄放能力评估和安全泄放评估报告的要求。

本文件适用于石油化工企业以及油气储存企业安全泄放系统(安全泄压设施及排放系统的总称)的安全泄放评估。

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/T 150.3 压力容器 第 3 部分:设计

GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀

GB/T 38599—2020 安全阀与爆破片安全装置的组合

GB 50160—2008 石油化工企业设计防火标准(2018 年版)

GB/T 50493—2019 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

SH 3009—2013 石油化工可燃性气体排放系统设计规范

SH 3012—2011 石油化工金属管道布置设计规范

SH/T 3038 石油化工装置电力设计规范

SH/T 3210—2020 石油化工装置安全泄压设施工艺设计规范

SH/T 3121—2022 石油化工装置工艺设计规范

SH/T 3122—2013 炼油装置工艺管道流程设计规范

SY/T 10043 泄压和减压系统指南

SY/T 10044 炼油厂压力泄放装置的尺寸确定、选择和安装的推荐作法

TSG 21—2016 固定式压力容器安全技术监察规程

TSG ZF001—2006 安全阀安全技术监察规程

T/CCSAS 049.2—2023 石油化工企业安全泄放评估技术规范 第 2 部分:气液两相流安全泄放技术要求

3 术语和定义

SH 3009—2013、SH/T 3210—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全泄压设施 **pressure relieving device**

一种用来在压力系统处于紧急或异常状况时防止其内部介质压力升高到超过规定安全值的设施。

注：本文件中的泄压设施限指安全阀和爆破片。其他泄压设施如呼吸阀、爆破针阀、折断销、易熔塞等不在本文件适用范围内。

[来源：SH/T 3210—2020,3.1.1]

3.2

马赫数 mach number

流体的流动速度和声音在该流体内传播的速度之比。

3.3

背压 back pressure

安全泄压设施出口处压力，排放背压与附加背压的总和。

[来源：SH/T 3210—2020,3.1.5,有修改]

3.4

排放背压 built-up back pressure

泄压设施排放时，由于介质流经排放系统在泄压设施出口处形成的压力。

[来源：SH/T 3210—2020,3.1.6,有修改]

3.5

附加背压 superimposed back pressure

泄压设施即将动作前，在其出口处存在的静压力，是由其他压力源在排放系统中引起的。

[来源：SH/T 3210—2020,3.1.7,有修改]

3.6

排放系统 relieving system

装置和单元边界线以外，用于安全排放的管道、分液罐、水封罐及火炬或放散塔等设施的总称。

3.7

高完整性压力保护系统 high integrity pressure protection system;HIPPS

满足预定条件时，使得工艺过程达到安全状态的系统，由传感器、逻辑求解器和最终控制元件组成。

4 安全泄放评估原则

4.1 新建装置及储运系统

4.1.1 当新建装置及储运系统安全泄压设施和排放系统经相应资质设计单位完成设计时，可不开展泄放评估。安全泄压设施设计应满足 SH/T 3210—2020、SY/T 10043、SY/T 10044 等相关标准要求。排放系统设计应满足 SH 3009—2013 等相关标准要求。

4.1.2 企业应将安全泄压设计相关资料保存完整，以备后续开展安全泄压设施或排放系统改造。相关资料包括：

- a) 安全泄压设施相关资料：装置 PFD 和 P&ID、物料平衡表、设备及仪表资料、设备平面布置图、联锁逻辑图、泄压设施详细计算书、管道布置图、泄压设施规格书及数据表等；
- b) 排放系统相关资料：排放系统设计说明、排放系统相关的管道布置、设备平面布置图、分液罐容器数据表、水封罐容器数据表、火炬设备图纸、火炬筒体直径及高度等。

4.2 在役装置及储运系统

4.2.1 在役装置及储运系统建成投产超过 20 年或超过设计使用年限的，宜每 5 年或每个运行周期（两者取较小值）对安全泄放系统进行评估。

4.2.2 存在以下情形之一时应及时开展安全泄放系统评估：

- a) 正常运行时泄压设施存在排放时震颤或一个检验周期内多次起跳等；

- b) 本装置或其他同类装置/储运系统的泄放系统缺陷导致发生事故或事故扩大；
- c) 安全泄放系统资料(见 4.1.2)不全；
- d) 企业或第三方机构排查发现存在与泄放相关的安全隐患需要开展评估的。

4.3 改扩建装置及储运系统

改扩建装置及储运系统存在以下情形之一且未考虑现有安全泄放系统能力的,应开展安全泄放系统评估:

- a) 扩建时;
- b) 改建涉及安全泄压设施变更的;
- c) 设计参数如工艺技术、加工原料或产品结构等发生变化或变更。

5 安全泄放能力评估

5.1 安全泄放系统全流程评估

安全泄放系统全流程评估按照附录 A,应包括以下内容:

- a) 基础资料收集;
- b) 基于风险的超压泄放场景分析;
- c) 超压泄放量核算;
- d) 泄压设施校核与进口压降核算;
- e) 排放系统泄放校核;
- f) 超压泄放量消减分析;
- g) 排放系统安全分析;
- h) 泄放系统合规性检查。

5.2 基础资料收集

安全泄放系统评估所需资料应包括:

- a) 4.1.2 的内容;
- b) 工艺技术规程;
- c) 安全阀台账(包含安全阀喉径)、爆破片台账等。

5.3 基于风险的超压泄放场景分析

5.3.1 应采用基于风险的危险性分析方法(如 HAZOP)确定潜在的超压泄放场景。各类设备可能的超压工况包括但不限于如下:

- a) 塔类设备:外部火灾、入口阀全开、气相出口堵塞、回流中断、局部停电、冷剂中断、中段循环停、异常热量输入、冷进料中断、动力蒸汽中断、全厂停电、全厂停水、全厂仪表风中中断、塔(满液操作)液相出口阀关闭;
- b) 容器类设备:气相出口堵塞、液相出口堵塞、入口阀全开、逆向流、外部火灾;
- c) 反应器:气相出口堵塞、液相出口堵塞、液相进料中断、反应器移热中断、反应失控、全厂停电、全厂停水、全厂仪表风中中断、外部火灾;
- d) 换热器:冷侧进出口关闭、出口堵塞、换热管泄漏或破裂、外部火灾;
- e) 泵或压缩机等动设备:出口堵塞。

5.3.2 由于设备、仪表、联锁或联锁切断阀故障、阀门故障(含单向阀)可能使系统中的介质由高压系统串入低压系统,造成低压系统的压力急速上升时,低压系统设备泄压设施宜考虑串压工况。

5.3.3 当反应、混合、分离或储运等设备中正在或可能发生放热和/或放出气体的反应,存在反应失控风险时,应考虑化学反应失控工况。

5.3.4 若通过安全泄压设施的流体为处于气液平衡的液相或气液混合相态,应采用两相流的方法计算泄放面积,相关内容按照 T/CCSAS 049.2—2023 执行。

5.4 超压泄放量核算

5.4.1 所需数据能够现场获取时,可采用基于物料平衡或热平衡原理的工艺分析法或经验公式进行泄放量计算,计算方法见附录 B。

5.4.2 所需数据无法现场获取时,可结合实际运行工艺搭建装置稳态工艺模型,关键模拟参数与现场运行数据对比,误差宜低于 10%,基于稳态工艺模型获取关键物性参数进行泄放量计算,计算方法可参考 SH/T 3210—2020。

5.4.3 反应失控工况泄放量计算按照 T/CCSAS 049.2—2023 中 6.5.1 的要求执行。

5.5 泄压设施校核与进口压降计算

5.5.1 泄压设施泄放面积校核。基于静态最大排放量进行泄压设施泄放面积计算,对现有泄压设施进行校核,计算方法见 SH/T 3210—2020。

5.5.2 泄压设施进口管道压降。被保护的设备或管道到压力泄放阀入口处的压力降应满足低于压力泄放阀整定压力的 3% 的要求(导阀控制的压力泄放阀除外)。

5.6 排放系统泄放校核

5.6.1 依据现有排放系统管网进行水力学计算,涵盖的范围包含排放系统中排放支管、总管的所有管道管件、分液罐、水封罐、火炬头等设备所构成的管网系统。

5.6.2 通过对装置静态泄放量进行叠加确定最大排放负荷,基于排放系统最大排放负荷标定每个排放点的背压及排放管道的排放速度。排放点背压应小于泄压设施最大允许背压,排放系统管网的马赫数不应大于 0.7;可能出现凝结液的可燃性气体排放管道末端的马赫数不宜大于 0.5。

5.7 泄放量消减分析

5.7.1 单装置动态泄放量模拟分析。采用静态泄放量校核泄压面积不足时,可采用工艺动态模拟的方式计算排放曲线,获得排放峰值时间与峰值排放量,基于动态峰值泄放量重新校核现有泄压设施。基于动态模拟分析的泄压设施仍不满足要求时可采用以下改进措施:

- a) 更换泄压设施;
- b) 增设符合要求的 HIPPS;
- c) 优化操作参数。

5.7.2 采用静态排放负荷校核排放系统管网泄放能力不足时,可对同一事故下各装置的排放“流量-时间曲线”进行叠加,取最大值为该事故时的最大排放量,重新校核排放管网能力。排放管网能力仍不满足要求的,可采用以下改进措施:

- a) 扩大排放支管或总管管径;
- b) 增设排放系统管网。

5.8 排放系统安全分析

5.8.1 高架火炬的防火间距应满足 GB 50160—2008 的要求,同时应基于最大排放负荷采用 SH 3009—2013、二维分析计算工具/方法或计算流体力学方法计算火炬燃烧热辐射影响范围,周边人或设备处的辐射热强度不应超过 SH 3009—2013 的相关要求。

5.8.2 2座及2座以上的高架火炬宜集中布置在同一区域,火炬高度及火炬之间的防火间距应确保事故泄放时辐射热不影响相邻火炬的检修和运行。

5.8.3 地面火炬不应布置在窝风地带,宜用计算流体力学方法分析点火失效后可燃气体扩散的影响范围。其与周围设施的防护距离除应照明火地点考虑外,同时充分考虑燃烧热辐射对周边人体及设备的影响。

5.8.4 地面火炬可用于处理毒性轻度危害和无毒可燃性气体,不宜用于处理毒性为中度危害的有毒可燃性气体。处理毒性轻度危害气体时宜采用计算流体力学方法评估火炬点火失效导致气体扩散的危害后果并制定相关事故应急措施。

5.8.5 火炬(音速火炬除外)排放速度应满足以下要求:

- a) NHV_{vg} 小于 $11.2\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 时,排放系统火炬出口允许的最大速度 V_{\max} 为 18.3 m/s ;
- b) NHV_{vg} 大于 $37.3\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 时,排放系统火炬出口允许的最大速度 V_{\max} 为 121.9 m/s ;
- c) 其余情况,排放系统火炬出口速度应小于公式(1)计算值 V_{\max} 。

$$\lg^{(0.348 \times V_{\max})} = \frac{(37.26 \times NHV_{vg} + 1212)}{850} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

V_{\max} ——火炬出口允许的最大速度,单位为米每秒(m/s);

NHV_{vg} ——火炬泄放气的净热值,单位为千焦每牛立方米(kJ/Nm^3)。

5.8.6 排放系统燃烧气体的热值会影响燃烧效率,热值低于 $7880\text{ kJ}/\text{Nm}^3$ 的气体在进入排放系统前应进行热值调整,可采用配比一定量燃料气掺烧的方式调整其热值。

5.9 泄放系统合规性检查

5.9.1 泄压设施合规性检查

针对泄压设施设置、选型、安装及进出口管道现场情况,开展泄压设施合规性检查,合规性检查表按照附录 C。

5.9.2 排放系统合规性检查

针对排放系统管网、分液罐、防回火设施、点火系统、气柜等现场情况,开展排查排放系统合规性检查,合规性检查表按照附录 D。

6 安全泄放评估报告

6.1 装置及储运系统完成泄放评估后,应出具安全泄放评估报告,评估报告宜分成装置及储运系统泄压设施评估、排放系统评估两部分。

6.2 装置及储运系统泄压设施评估报告包含内容如下:

- a) 泄压设施运行现状;
- b) 泄压设施变更说明;
- c) 泄压设备汇总;
- d) 承压设备汇总;
- e) 泄压设施计算书(包括超压工况的假设条件、计算方法、泄放量结果);
- f) 泄压设施排放面积核算;
- g) 泄压设施排放管道核算;
- h) 泄放量消减;

- i) 泄压设施合规性检查情况；
- j) 评估结论。

6.3 排放系统评估报告包含内容如下：

- a) 排放系统现状；
- b) 排放系统计算基础；
- c) 排放系统泄放量汇总；
- d) 排放系统设施及管道核算；
- e) 排放系统核算结果分析；
- f) 排放系统泄放量消减；
- g) 排放系统合规性检查情况；
- h) 评估结论。

附录 A
(规范性)
安全泄放系统评估流程

安全泄放系统评估流程见图 A.1。

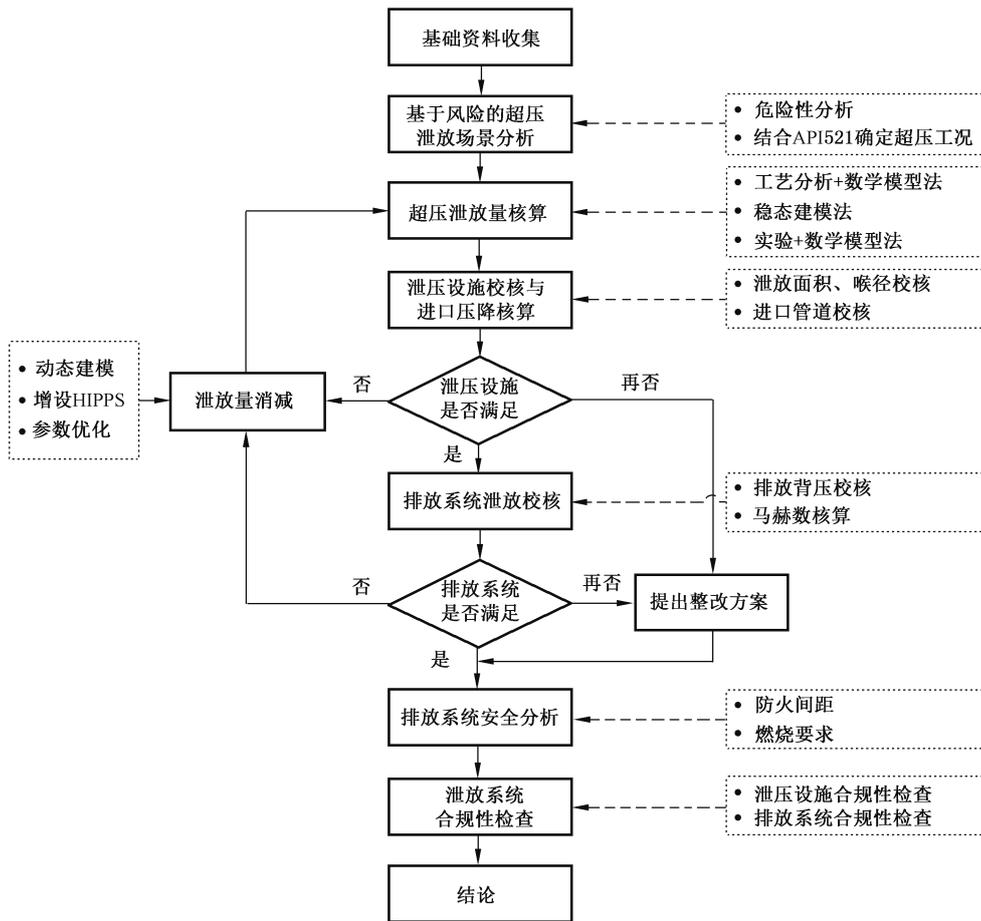


图 A.1 安全泄放系统评估流程图

附录 B

(资料性)

基于物料平衡或热平衡原理的工艺分析法或经验公式进行泄放量计算方法

基于物料平衡或热平衡原理的工艺分析法或经验公式进行泄放量计算方法见表 B.1。

表 B.1 工艺分析法或经验公式法核算泄放量

设备	工况	计算类型	所需资料	计算方法
塔	火灾	公式法	a) 介质汽化潜热; b) 受热设备尺寸、安装高度	见 SH/T 3210—2020 火灾工况计算方法
	气相出口堵塞	工艺分析法	a) 入口介质气相量 w_1 ; b) 排放工况下塔底再沸器出口气相量 w_2 ; c) 热量输入引起气化量 w_3	$w = w_1 + w_2 + w_3$
	异常热量输入	工艺分析法	异常热量输入引起气化量 w_1	$w = w_1$
容器	火灾	公式法	a) 介质汽化潜热; b) 受热设备尺寸、安装高度	见 SH/T 3210—2020 火灾工况计算方法
	气相出口堵塞	公式法	a) 泄放压力下气体密度; b) 进料管线流速; c) 进料管线内径	见 SH/T 3210—2020 气相出口堵塞工况计算方法
	液相出口堵塞	工艺分析法	最大液体进入量 w_1	$w = w_1$
换热器	火灾	公式法	a) 介质汽化潜热; b) 受热设备尺寸、安装高度	见 SH/T 3210—2020 火灾工况计算方法
反应器	火灾	公式法	a) 介质汽化潜热; b) 受热设备尺寸、安装高度	见 SH/T 3210—2020 火灾工况计算方法
泵、压缩机等动设备	出口堵塞	工艺分析法	基于性能曲线排放工况下的泵或压缩机流量 w_1	$w = w_1$
储罐	火灾	公式法	a) 介质汽化潜热; b) 受热设备尺寸、安装高度	见 SH/T 3210—2020 火灾工况计算方法

附 录 C
(规范性)
泄压设施合规性检查表

泄压设施合规性检查见表 C.1。

表 C.1 泄压设施合规性检查表

序号	检查内容	检查方式	检查依据
1. 泄压设施总体要求			
1.1	<p>在非正常条件下,可能超压的下列设备应设安全阀:</p> <p>a) 顶部最高操作压力大于或等于 0.1 MPa 的压力容器;</p> <p>b) 顶部最高操作压力大于 0.03 MPa 的蒸馏塔、蒸发塔和汽提塔(汽提塔顶蒸汽通入另一蒸馏塔者除外);</p> <p>c) 往复式压缩机各段出口或电动往复泵、齿轮泵、螺杆泵等容积式泵的出口(设备本身已有安全阀者除外);</p> <p>d) 凡与鼓风机、离心式压缩机、离心泵或蒸汽往复泵出口连接的设备不能承受其最高压力时,鼓风机、离心式压缩机、离心泵或蒸汽往复泵的出口;</p> <p>e) 可燃气体或液体受热膨胀,可能超过设计压力的设备;</p> <p>f) 顶部最高操作压力为 0.03 MPa~0.1 MPa 的设备应根据工艺要求设置;</p> <p>g) 两端阀门关闭且因外界影响可能造成介质压力升高的液化烃、甲 B、乙 A 类液体管道应采取泄压安全措施</p>	查设计文件、查现场	GB 50160—2008 中 5.5.1、5.5.6
1.2	<p>下列设备应设爆破片:</p> <p>有突然超压或发生瞬时分解爆炸危险物料的反应设备,如设安全阀不能满足要求时,应装爆破片或爆破片和导爆管,导爆管口应朝向无火源的安全方向;必要时应采取防止二次爆炸、火灾的措施。</p> <p>下列情况宜单独设置爆破片:</p> <p>a) 系统压力快速增长,安全阀的开启不能满足快速反应时间要求;</p> <p>b) 系统需要的安全泄放量,安全阀选型困难;</p> <p>c) 系统的操作压力很低或很高,安全阀制造困难;</p> <p>d) 系统安全泄放时的温度较低,工艺介质泄放时可能导致安全阀的工作特性受到影响;</p> <p>e) 一次性使用的管路系统,爆破片的破裂不影响操作和生产</p>	查设计文件、查现场	GB 50160—2008 中 5.5.12; SH/T 3210—2020 中 5.1.2
1.3	<p>在以下场合应设置爆破片与安全阀串联。</p> <p>a) 有可能被物料堵塞或腐蚀的安全阀,在安全阀前应设爆破片或在其出入口管道上采取吹扫、加热或保温等防堵措施。</p> <p>b) 较高浓度环氧乙烷设备的安全阀前应设有爆破片;爆破片入口管道应设氮封,且安全阀的出口管道应充氮。</p> <p>在以下情况宜组合设置安全阀和爆破片:</p> <p>a) 在真空工况下,不准许系统外部气体或空气通过安全泄压设施进入的系统;</p> <p>b) 正常操作过程中不准许工艺介质通过安全阀泄漏的系统;</p> <p>c) 泄放介质与安全阀长期接触可能导致安全阀失灵的系统;</p> <p>d) 工艺介质有腐蚀性,需要采用耐腐蚀的材质或内衬防腐蚀材料,安全阀的制造成本较高的系统;</p> <p>e) 有多个超压工况,且超压工况比较复杂的系统</p>	查设计文件、查现场	GB 50160—2008 中 5.5.5、5.5.9; SH/T 3210—2020 中 5.1.3

表 C.1 泄压设施合规性检查表 (续)

序号	检查内容	检查方式	检查依据
1.4	<p>下列的工艺设备不宜设爆破片：</p> <p>a) 爆破片不适用于经常超压的场合；</p> <p>b) 爆破片不宜用于温度波动很大的场合；</p> <p>c) 除具有后续处理系统且满足安全和环保要求外，爆破片不应单独用于排放介质毒性程度为极度、高度危害或易爆及液化石油气等场合</p>	查现场	SH/T 3210—2020 中 5.1.4
2. 泄压设施设置要求			
2.1	<p>单个安全阀的开启压力(定压),不应大于设备的设计压力。当一台设备安装多个安全阀时,其中一个安全阀的开启压力(定压)不应大于设备的设计压力;其他安全阀的开启压力可提高,但不应大于设备设计压力的 1.05 倍</p>	查设计文件、查现场	GB 50160—2008 中 5.5.2
2.2	<p>下列情况之一时,泄放系统应设置备用安全阀,备用数量可按 $n+1$ 考虑(n 为泄放计算需要的安全阀数量)：</p> <p>a) 安全阀存在泄漏的历史记录；</p> <p>b) 安全阀存在堵塞时；</p> <p>c) 介质存在腐蚀性时；</p> <p>d) 介质易结垢时；</p> <p>e) 有在线检修或在线检验的要求时,检验周期一般为 1 年；</p> <p>f) 存在其他影响安全阀性能的故障记录</p>	查设计文件、查现场	SH/T 3122—2013 中 20.3
2.3	<p>安全阀的选用符合下列要求。</p> <p>a) 当背压小于 10%安全阀定压时,宜选用弹簧直接载荷式安全阀;背压大于安全阀定压的 10%但小于 50%时,宜选用平衡式安全阀;当背压大于安全阀定压的 50%时,宜选用先导式安全阀。</p> <p>b) 选用的安全阀喷嘴面积应大于计算面积。当一个安全阀不能满足要求时,可选用多个安全阀并联使用</p>	查设计文件、查现场	SH/T 3121—2022 中 8.1.8
2.4	<p>安全阀和爆破片组合使用时,应满足以下要求。</p> <p>a) 安全阀和爆破片组合使用时,组合泄放量不应小于被保护系统的安全泄放量。</p> <p>b) 爆破片和安全阀之间应有检测爆破片破裂或泄漏的措施。</p> <p>c) 爆破片串联在安全阀进口侧时：</p> <p>1) 爆破片的最大标定爆破压力不宜大于安全阀的定压；</p> <p>2) 爆破片的公称直径不应小于安全阀的进口法兰公称直径。</p> <p>d) 爆破片破裂后不应影响安全阀的正常动作。</p> <p>e) 爆破片串联在安全阀出口侧时,应保证安全阀能在设定压力下开启。</p> <p>f) 安全阀和爆破片并联使用时,爆破片的标定爆破压力不应超过 1.05 倍系统的设计压力</p>	查设计文件、查现场	SH/T 3210—2020 中 5.2.1、5.2.2、 5.2.4； GB/T 38599—2020 中 4.1~4.9
3. 泄压设施安装要求			
3.1	<p>安全阀满足下列安装要求。</p> <p>a) 安全阀应设置在所保护系统上易于安装、检查、维护的部位。</p> <p>b) 安全阀应设置在靠近压力源的位置。当用于气体介质时,应设置在气相空间(包括液体上方的气相空间)或与该空间相连通的管线上。</p> <p>c) 安全阀和压力源之间的所有管道、阀门和管件的流通截面积应大于或等于安全阀的进口截面积,其接管应短而直。当一个连接口上装设 2 个或 2 个以上的安全阀时,该连接口入口的截面积应大于或等于这些安全阀进口截面积的总和,不包括备用安全阀。</p> <p>d) 安全阀入口管道公称直径不应小于安全阀进口法兰公称直径,安全阀出口管道公称直径不应小于安全阀出口法兰公称直径</p>	查设计文件、查现场	SH/T 3210—2020 中 5.3.1

表 C.1 泄压设施合规性检查表 (续)

序号	检查内容	检查方式	检查依据
3.2	<p>安全阀入口管道的设置原则。</p> <p>a) 应控制安全阀入口管道的压降,以避免安全阀反复启闭,产生震颤,从被保护的设备或管道到安全阀入口处的压力降应低于安全阀整定压力的3%。流量应按照安全阀排放时通过安全阀的最大流量计算。采用远端取压的先导式安全阀将不受此限制。</p> <p>b) 安全阀的进口管道应采用长半径弯头。</p> <p>c) 当几个安全阀并联操作时,总管的截面积不应小于各支管截面积之和</p>	查设计文件、查现场	SH 3012—2011 中 10.2; SH/T 3210—2020 中 5.3.1
3.3	<p>安全阀出口管道的设置原则。</p> <p>a) 安全阀出口管道的压降应满足工艺要求。</p> <p>b) 当排入放空总管或去火炬总管的介质带有凝液或可冷凝气体时,安全阀的出口应高于总管。</p> <p>c) 公称直径大于或等于 50 mm 的安全阀出口管道排入密闭系统时,应顺介质流向 45°斜接在排放总管的顶部。</p> <p>d) 直接向上排至大气的安全阀出口管道,应在该管下端弯头附近开一个 $\phi 6\text{ mm} \sim \phi 10\text{ mm}$ 的排液孔;对于蒸汽管道上的排液孔应引至安全位置。</p> <p>e) 当介质为黏稠、易凝介质时,安全阀出口应设置蒸汽吹扫设施和进口、出口切断阀的吹扫跨线。</p> <p>f) 当安全阀泄放会使管道结冰时,应在安全泄放系统的管道采取防冻措施。</p> <p>g) 当有备用安全阀时,安全阀入口和出口应设置切断阀。正常使用的安全阀入口和出口切断阀应铅封开或锁开;备用安全阀入口切断阀应铅封关或锁关</p>	查设计文件、查现场	SH 3012—2011 中 10.2; SH/T 3122—2013 中 20.4、20.7、20.8
3.4	<p>爆破片满足下列安装要求。</p> <p>a) 爆破片的入口管道应短而直,管径不应小于爆破片的公称直径。</p> <p>b) 爆破片入口管线上不宜设置切断阀。当工艺要求设置切断阀时,切断阀应锁开或铅封开,切断阀的流通面积不应小于爆破片的泄放面积</p>	查设计文件、查现场	SH/T 3210—2020 中 5.3.2
4. 泄压设施现场检查			
4.1	<p>安全阀现场检查如下:</p> <p>a) 是否在校验有效期内使用;</p> <p>b) 杠杆式安全阀的防止重锤自由移动和杠杆越出的装置是否完好,弹簧式安全阀的调整螺钉的铅封装置是否完好,静重式安全阀的防止重片飞脱的装置是否完好;</p> <p>c) 如果安全阀和排放口之间装设了截止阀,截止阀是否处于全开位置及铅封是存完好;</p> <p>d) 安全阀是否有泄漏;</p> <p>e) 放空管是否通畅,防雨帽是否完好;</p> <p>f) 安全阀资料是否齐全(铭牌、质量证明文件、安装号、校验记录及报告);</p> <p>g) 安全阀外表有无腐蚀情况;</p> <p>h) 提升装置(扳手)动作有效,并且处于适当位置;</p> <p>i) 安全阀外部相关附件完整无损并且正常</p>	查现场、查文件	TSG 21—2016 中 7.2.3.1.1; TSG ZF001—2006 中 B6.1.2

表 C.1 泄压设施合规性检查表 (续)

序号	检查内容	检查方式	检查依据
4.2	<p>安全阀校验周期如下。</p> <p>a) 安全阀一般每年至少校验 1 次,符合校验周期延长的特殊要求,经过使用单位安全管理负责人批准可按照其要求适当延长校验周期。</p> <p>b) 弹簧直接载荷式安全阀满足以下条件时,其校验周期最长可以延长至 3 年:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 安全阀制造单位能提供证明,证明其所用弹簧按照 GB/T 12243 进行了强压处理或者加温强压处理,并且同一热处理炉同规格的弹簧取 10% (但不应少于 2 个)测定规定负荷下的变形量或者刚度,测定值的偏差不大于 15%的; 2) 安全阀内件材料耐介质腐蚀的; 3) 安全阀在正常使用过程中未发生过开启的; 4) 压力容器及其安全阀阀体在使用时无明显锈蚀的; 5) 压力容器内盛装非黏性并且毒性危害程度为中度及中度以下介质的; 6) 使用单位建立、实施了健全的设备使用、管理与维护保养制度,并且有可靠的压力控制与调节装置或者超压报警装置的; 7) 使用单位建在了符合要求的安全阀校验站,具有安全阀校验能力的。 <p>c) 弹簧直接载荷式安全阀,在满足上述 2)、3)、4)、6)、7)的条件下,同时满足以下条件时,其校验周期最长可以延长至 5 年:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 安全阀制造单位能提供证明,证明其所用弹簧按照 GB/T 12243 进行了强压处理或者加温强压处理,并且同一热处理炉同规格的弹簧取 20% (但不应少于 4 个)测定规定负荷下的变形量或者刚度,测定值的偏差不大于 10%的; 2) 压力容器内盛装毒性危害程度为轻度(无毒)的气体介质,工作温度不大于 200℃的 	查现场、查文件	TSG 21—2016 中 7.2.3.1.3
4.3	安全阀需要进行现场校验(在线校验)和压力调整时,使用单位压力容器安全管理人员和安全阀检修(校验)人员应到场确认。调校合格的安全阀应加铅封。校验及调整装置用压力表的精度不应低于 1 级。在校验和调整时,应有可靠的安全防护措施	安全管理	TSG 21—2016 中 7.2.3.1.4

附 录 D
(规范性)
排放系统合规性检查表

排放系统火炬管网、分液罐、火炬防回火设施、点火系统、气柜等合规性检查见表 D.1~表 D.5。

表 D.1 火炬管网合规性检查表

序号	检查内容	检查方式	检查依据
1	<p>停电等事故导致全厂性排放时,应满足以下要求:</p> <p>a) 企业设有双电源保护系统;</p> <p>b) 各装置设有 UPS 电源,企业制定有停电工况下的装置泄放预案</p>	查设计文件、查现场	SH/T 3038
2	<p>排放气体温度大于 60℃时,满足以下要求。</p> <p>a) 水封罐之前的可燃性气体排放管道按照 GB/T 150.3 进行抗外压设计,最大外压大于或等于 30 kPa。</p> <p>b) 排放管道设置自动补压措施,管道内压保持 1 kPa~1.47 kPa。管网干管的起始端、支线的装置边界切断阀后宜设 DN20 燃料气补充管,装置检修期间手工开启;管网干管宜每 1 000 m 设置一个自动补充燃料气设施,补充燃料气的管径宜大于或等于 DN50</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 7.2.7
3	<p>排放介质含有液化烃时,满足以下要求:</p> <p>a) 设计中应选用具有一定抗冲击力、耐低温的材料,管道上的焊缝质量应符合相关标准;</p> <p>b) 装置或储罐区域应设有蒸发器和分离系统,将分离出液体后的气相烃排入火炬系统;</p> <p>c) 储罐出口管线宜设置加热设施,将介质升温到材料许可温度后进入火炬气管网</p>	查设计文件、查现场	工程经验
4	<p>火炬气带液时,应满足以下要求。</p> <p>a) 火炬管道坡度不应小于千分之二,管道应坡向分液罐、水封罐;管道沿线出现低点时设置分液罐或集液罐。</p> <p>b) 含凝结液的可燃气体(C5 或者 C5 以上)管道每 1 000 m~1 500 m 进行一次分液。</p> <p>c) 为避免管道在事故放空或停工吹扫时振动损坏,应在管道两个固定点安装全方位限位支架</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 7.2.1、8.1.2
5	<p>下列气体不宜排入全厂可燃性气体排放系统,应排入专用的排放系统或另行处理:</p> <p>a) 能与排放系统内的介质发生化学反应的气体;</p> <p>b) 易聚合、对排放系统管道的通过能力有不利影响的可燃性气体;</p> <p>c) 剧毒介质(如氢氰酸)或腐蚀性介质(如酸性气)的气体</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 5.3.1
6	<p>装置中含氧的气体、罐区含氧的 VOCs 排放至可燃性气体火炬管网时,应满足以下要求。</p> <p>a) 氧气含量不应大于 2%。</p> <p>b) 当存在含氧气体可能进入火炬管网时,需设置氧浓度监测报警。</p> <p>c) 当罐区 VOCs 送往低压瓦斯时,VOCs 收集管道上应设氧含量分析仪,并设置氧含量高联锁切断。氧含量分析仪和切断阀的安装位置应能防止过氧的 VOCs 进入低压瓦斯系统。氧含量高联锁应进行 SIL 等级评估,通常在有氮封的情况下不低于 SIL2</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 5.3.1

表 D.1 火炬管网合规性检查表 (续)

序号	检查内容	检查方式	检查依据
7	含氨酸性气管道温度较低时,管道应设有伴热、保温措施,人员定期检测伴热站	查设计文件、查现场	工程经验
8	<p>a) 定期开展火炬系统管道和容器的腐蚀检测,并做好数据的收集、整理和分析工作。当设有火炬管道设膨胀节时,需对膨胀节伴热。</p> <p>b) 在火炬设施周围容易发生泄漏的阀门、分液罐、水封罐处参照以下要求设置可燃或有毒气体报警,巡检人员携带便携式检测仪器。</p> <p>下列可燃气体和(或)有毒气体释放源周围应布置监测点:</p> <p>a) 气体压缩机和液体泵的动密封;</p> <p>b) 液体采样口和气体采样口;</p> <p>c) 液体(气体)排液(水)口和放空口;</p> <p>d) 经常拆卸的法兰和经常操作的阀门组</p>	查设计文件、查现场	GB/T 50493—2019 中 4.1.3

表 D.2 分液罐合规性检查表

序号	检查内容	检查方式	检查依据
1	<p>分液罐应满足以下要求。</p> <p>a) 分液罐设计合理,能分离火炬气连续排放 20 min~30 min 产生的凝液。</p> <p>b) 分液罐应设液位计、液相温度计、压力表、高低压和高低液位报警。分液罐液位高报警应及时排液。分液罐应设置低液位联锁停泵。</p> <p>c) 对可能带液火炬应满足防火间距要求,防火间距内不能存在引发严重火灾的植被等</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 8.1.6、8.1.7、 8.1.8; GB 50160—2008 中 4.1.9
2	<p>环境温度低时(介质凝固点高于该地区最冷月平均温度 10℃ 以上),应满足以下要求:</p> <p>a) 分液罐设置保温或者伴热措施;</p> <p>b) 低温火炬设有温度自动调节控制加热,并设温度低报警;非低温火炬设温度低报警</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 8.1.4
3	<p>排放气含有硫化氢时,应满足以下要求。</p> <p>a) 分液罐凝液应进行回收或密闭处理,分液罐按照压力容器进行管理。</p> <p>b) 从事下列作业,应严格执行《硫化氢防护安全管理规定》,应佩戴适用的防护器具。作业时至少 2 人同时到现场,站在上风向,一人作业,一人监护:</p> <p>1) 火炬管网、火炬筒体、分液罐、水封罐和气柜的脱水排凝、换水作业;</p> <p>2) 酸性气、瓦斯、液态烃等有毒有害物质的采样;</p> <p>3) 含有酸性气和瓦斯介质的管线、容器和机泵的泄漏检查</p>	查设计文件、查现场	工程经验

表 D.3 火炬防回火设施合规性检查表

序号	检查内容	检查方式	检查依据
1	<p>水封罐应满足以下要求。</p> <p>a) 水封罐应设有溢流管,水封罐溢流设施应满足如下要求:</p> <p>1) 水封罐应设置 U 形溢流管(不应设切断阀门),溢流管水封高度应大于或等于 1.75 倍水封罐内气相空间的最大操作压力(表压),溢流管直径最小为 DN50。其高点处管道下部内表面应与要求的水封液面处于同一水封高度。</p> <p>2) U 形溢流管高点上应设 DN25 破真空接管,其高度大于或等于 300 mm,破真空接管上不应设切断阀门。</p> <p>b) 酸性气水封罐应定期检查换水。</p> <p>c) 水封罐应设液位、温度、压力仪表和高液位报警。</p> <p>d) 水封罐设计压力应大于或等于 0.7 MPa。</p> <p>e) 最冷月平均温度低于 5℃时,水封罐应采取防冻措施。</p> <p>f) 水封罐应保持密封液的持续流动。溢流管上应设有视镜,溢流补水量使用限流孔板限制,流量应不大于 U 形溢流管自流能力的 50%。</p> <p>g) 卧式水封罐内气体流动的径向截面积应大于或等于入口管道横截面积的 3 倍;立式水封罐内气相空间的高度应大于或等于水封管内径,且不应小于 1 m。</p> <p>h) 水封罐应具有撇除水面上积聚的凝结液的功能,并应能够分离直径大于和等于 600 μm 的水滴。</p> <p>i) 水封罐补水量应能满足大排气量情况下的补水需要,水封罐有效水量应至少能够在可燃气体排放管网出现负压时,满足水封罐入口立管 3m 充满水量。</p> <p>j) 可燃性气体排放温度大于 100℃时,水封罐应设低液位报警及自动补水措施,保持水封水量</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 8.2.4、8.2.5、 8.2.7、8.2.8、 8.2.10、8.2.11、 8.2.12、8.2.13、 8.2.14
2	<p>水封高度应满足下列要求:</p> <p>a) 能满足排放系统在正常生产条件下有效阻止火炬回火,并确保排放气体在事故排放时能冲破水封排入火炬;</p> <p>b) 含有大量氢气、乙炔、环氧乙烷等极速燃烧特性介质火炬气,水封高度应≥ 300 mm;</p> <p>c) 火炬气密度$<$空气密度时,水封高度应≥ 200 mm;</p> <p>d) 火炬气密度\geq空气密度时,水封高度应≥ 150 mm</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 8.2.25
3	<p>火炬筒体内排放气密度小于空气密度时,应满足以下要求。</p> <p>a) 保证火炬管道及筒体完整性,当火炬筒体底部设有排水管时,排完水后应确保阀门关闭(制定有相关的操作规程)。</p> <p>b) 水封罐后设置有氮气吹扫,吹扫气体量应使用限流孔板控制流量,合理设计氮气吹扫流速,保证火炬出口流速大于安全流速:采用速度型密封器时,吹扫气体流速≥ 0.012 m/s;采用分子密封器时,吹扫气体流速≥ 0.003 m/s。对高速燃烧或宽爆炸特性介质(含氢气、乙炔和环氧乙烷等气体),采用速度型密封器时流速≥ 0.06 m/s;采用分子型密封器时流速≥ 0.02 m/s</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 9.5.6

表 D.3 火炬防回火设施合规性检查表 (续)

序号	检查内容	检查方式	检查依据
4	火炬气含有硫化氢时,应满足以下要求。 a) 水封罐凝液应进行回收或密闭处理,水封罐按照压力容器进行管理。 b) 从事下列作业,应严格执行《硫化氢防护安全管理规定》,应佩戴适用的防护器具。作业时至少 2 人同时到现场,站在上风向,一人作业,一人监护: 1) 火炬管网、火炬筒体、分液罐、水封罐和气柜的脱水排凝、换水作业; 2) 酸性气、瓦斯、液态烃等有毒有害物质的采样; 3) 含有酸性气和瓦斯介质的管线、容器和机泵的泄漏检查	查设计文件、查现场	工程经验
5	当火炬系统上设置有阻火器时,管道阻火器安装位置距火炬头出口的距离大于 $20d$ (d 为管道内径) 时,应选用可靠的阻爆轰型阻火器。爆轰型阻火器应经过实验测试认证;阻火器设置压差报警,阻火器设置一用一备	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 9.5.2
6	分子封设置应满足以下要求。 a) 本质安全型的分子密封器,钟罩脱落不会堵塞泄放管路。 b) 分子密封器内积液应及时排除,脱液不畅时要及时疏通。脱液宜采用 U 形溢流管方式。若选用脱液阀,脱水作业完成后应及时关闭脱液阀,严禁脱水阀常开	查设计文件、查现场	工程经验

表 D.4 点火系统合规性检查表

序号	检查内容	检查方式	检查依据
1	可燃气体火炬排放,点火系统应满足以下要求。 a) 点火器应设置高空电点火器和爆燃式地面点火器(备用),并配备不间断电源。高空电点火器的数量应与长明灯的数量相同;爆燃式地面点火器宜每座火炬设置 1 台,引火管宜从点火器至每个长明灯单独设置。每支长明灯火焰监测方式不少于 2 种,且不应全部采用地面火焰监测方式。 b) 长明灯配置满足要求:火炬头直径小于或等于 0.5 m 时,不宜少于 2 支长明灯;火炬头直径大于 0.5 m 至小于或等于 1 m 时,不宜少于 3 支长明灯;火炬头直径大于 1 m 时,不宜少于 4 支长明灯。 c) 长明灯长燃时,燃料气供气管道主管上应设压力调节阀,燃料气源的压力应大于或等于 0.35 MPa,压力调节阀后的压力宜稳定在 0.2 MPa;每支长明灯的燃料气管线应从火炬底部起单独引入。 d) 长明灯日常熄灭时: 1) 自动点火控制系统应按照长明灯数量配置齐全。 2) 自动点火的控制信号宜选用水封罐前压力和温度或重要装置事故放空信号,控制信号源不宜少于 2 种。自动点火系统应经过可靠性评估。 3) 长明灯燃料气应设低压报警	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中 9.4.1、9.4.2、 9.4.3、9.4.4、 9.4.7

表 D.4 点火系统合规性检查表 (续)

序号	检查内容	检查方式	检查依据
2	<p>长明灯管理应满足以下要求。</p> <p>a) 长明灯长燃时:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 加强长明灯运行管理,控制好长明灯燃料气压力,确保压力处于正常控制范围内。 2) 长明灯燃料气宜选用天然气或其他清洁燃料气。使用燃料气时,含硫燃料气宜经过脱硫处理,并定期清洗过滤器。 3) 长明灯喷嘴应定期清洗,至少每3个月组织1次长明灯系统蒸汽、氮气吹扫,以防止喷嘴堵塞。清洗过程中应采取逐个喷嘴清洗的方法,其间其他长明灯应保持燃烧状态。 4) 加强燃烧状态监控,并定期对长明灯点火系统进行试验。 <p>b) 长明灯长期处于熄灭状态时:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 确保点火设施完好、投用。高空点火系统故障情况下应点燃长明灯。 2) 应定期对高空点火系统和地面点火系统进行点火试验,点火试验至少每周1次,并将检查和测试情况做好记录。 3) 高空点火器不宜频繁使用,每次点火时间≤ 30 s,点火成功后要迅速关闭燃料气阀。点火顺序应先点火后供燃料气。 4) 高压发生器测试过程中应保证高压发生器外壳接地良好,连续打火时间不宜超过10 min,且严禁在禁火区进行 	查设计文件、查现场	工程经验

表 D.5 气柜合规性检查表

序号	检查内容	检查方式	检查依据
1	<p>火炬设置气柜时应满足以下要求。</p> <p>a) 回收支线阀前的火炬气排放总管应设压力检测仪表,检测点宜设在距离火炬气回收支线阀前≥ 100 m的位置,并与回收支线阀及气柜根部进气阀(支线阀和根部阀应为故障安全型,双作用气缸阀应配置事故风罐)连锁。</p> <p>b) 活塞移动速度快报警(如$20\ 000\ \text{Nm}^3$气柜升降速度$\leq 2\ \text{m}/\text{min}$),连锁关闭回收支线阀及气柜根部进气阀(支线阀和气柜根部进气阀应为故障安全型,双作用气缸阀应配置事故风罐)连锁。</p> <p>c) 气柜应设置活塞(或活动盖顶)高度检测仪表,当活塞到达高限位时,应连锁关闭回收支线阀及气柜根部进气阀(支线阀和气柜根部进气阀应为故障安全型,双作用气缸阀应配置事故风罐)连锁。</p> <p>d) 设有紧急手动排放装置及机械放散阀,排气管应设水封装置或安装阻火器。阻火器应为耐烧大气爆燃性。机械放散阀定期进行检测(机械放散阀需要考虑到火炬气腐蚀性和杂质较多的特点,需要核实机械放散阀的能力能否满足)。</p> <p>e) 气柜设有独立的高柜位报警,人员可远程关闭气柜根部进气阀。</p> <p>f) 可燃气体回收装置设施设置的压缩机不宜少于2台,每台压缩机排气量不宜小于$30\ \text{Nm}^3/\text{min}$。</p> <p>g) 活塞位置低自动连锁关闭气柜出口阀门,同时自动连锁关闭压缩机。</p> <p>h) 压缩机入口设有压力低连锁停压缩机。</p> <p>i) 回收支线阀前的火炬气排放总管上和气柜设温度仪表,温度高连锁关闭气柜入口根部总阀</p>	查设计文件、查现场	SH 3009—2013 中第11章

表 D.5 气柜合规性检查表（续）

序号	检查内容	检查方式	检查依据
2	火炬气中含有粉尘、杂质时,气柜入口应设置粉尘过滤器或水洗措施。螺杆压缩机入口宜设置大型过滤器。应定期清洗压缩机入口过滤器、柴油和润滑油过滤器	查设计文件、查现场	工程经验
3	火炬气柜的安全间距应满足 GB 50160—2008 的要求。定期对气柜进行检修	查设计文件、查现场	GB 50160—2008
4	火炬气柜周边设置有可燃及有毒气体报警器,人员巡检时佩戴 PPE	查设计文件、查现场	工程经验

参 考 文 献

- [1] GB/T 150.3 压力容器 第3部分:设计
 - [2] GB 567.2 爆破片安全装置 第2部分:应用、选择与安装
 - [3] GB/T 12241 安全阀 一般要求
 - [4] GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀
 - [5] GB/T 36588 过压保护安全装置 通用数据
 - [6] SH/T 3038 石油化工装置电力设计规范
 - [7] SY/T 10043 泄压和减压系统指南
 - [8] SY/T 10044 炼油厂压力泄放装置的尺寸确定、选择和安装的推荐作法
 - [9] HG/T 20570.2 安全阀的设置和选用
 - [10] HG/T 20570.3 爆破片的设置和选用
 - [11] TSG ZF003—2011 爆破片装置安全技术监察规程
-