

中华人民共和国石油化工行业标准

SH 3009-2010

替代 SH 3009-2001

石油化工企业可燃性气体排放系统设计规范

Design specification for combustible gas discharge system
in petrochemical engineering

www.docin.com

2010-xx-xx 发布

2010-xx-xx 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会

发布

目 次

1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 一般规定	4
4 全厂可燃性气体排放系统的设置	4
4.1 全厂可燃性气体排放系统的设置原则	4
4.2 可排入全厂可燃性气体排放系统的气体	5
4.3 不应排入全厂可燃性气体排放系统的气体	5
4.4 全厂可燃性气体排放系统管网的设置要求	5
4.5 火炬的设置要求	6
5 设计排放条件的确定	6
5.1 工艺装置的可燃性气体排放条件	6
5.2 多套工艺装置可燃性气体排放量叠加原则	6
6 全厂可燃性气体排放系统管网	7
6.1 全厂可燃性气体排放系统管网工艺设计	7
6.2 管道布置要求	8
7 分液及水封	9
7.1 分液	9
7.2 水封	13
8 高架火炬	16
8.1 允许热辐射强度	16
8.2 火炬头及火炬本体	17
8.3 火炬高度的确定	18
8.4 点火设施	21
8.5 防止回火措施	22
9 地面火炬	22
9.1 地面火炬的设计原则	22
9.2 封闭式地面火炬	23
9.3 开放式地面火炬	24
10 火炬气回收	24
用 词 说 明	26

前 言

本规范是根据国家发展和改革委员会办公厅“关于下达 xxxx 年行业标准项目补充计划的通知”（发改办工业[xxxx]xxxx 号），由中国石化工程建设公司对原 SH 3009-2001《石油化工企业燃料气系统和可燃性气体排放系统设计规范》进行修订完成。

本规范共分 10 章，主要内容包括全厂可燃性气体排放系统的设置原则、可燃性气体排放量的叠加原则、高架火炬及地面火炬的设置要求、全厂可燃性气体排放系统管网及火炬设施的工艺设计、火炬气回收及其它等。

本规范与 SH 3009-2001《石油化工企业燃料气系统和可燃性气体排放系统设计规范》相比，主要变化如下：

——删除了燃料气系统的有关内容，标准名称更改为《石油化工企业可燃性气体排放系统设计规范》；

——修改了全厂可燃性气体排放系统的设置原则、可燃性气体排放系统管网水力计算公式、分液罐和水封罐的计算方法、火燃长度计算公式及火炬高度的计算方法等；

——增加了火炬的设置要求、多套工艺装置可燃性气体排放量叠加原则、地面火炬及火炬气回收等规定。

本规范由中国石油化工集团公司储运设计技术中心站管理，由中国石化工程建设公司负责解释。

本规范在实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料提供给管理单位和主编单位，以便今后修订时参考。

管理单位：中国石油化工集团公司储运设计技术中心站

通讯地址：河南省洛阳市中州西路 27 号

邮政编码：471003

电 话：0379-64887302

传 真：0379-64887302

主编单位：中国石化工程建设公司

通讯地址：北京市朝阳区安慧北里安园 21 号

邮政编码：100101

参编单位：中国石化集团洛阳工程公司

中国石化集团上海工程公司

中国石化集团宁波工程公司

中国石化集团青岛安全工程研究院

主要起草人：赵广明 李凤奇 韩 钧 孟庆海 钱徐根

本规范 1989 年发布，2001 年第一次修订，本次为第二次修订。

石油化工企业可燃性气体排放系统设计规范

1 范围

本规范规定了石油化工厂、炼油厂可燃性气体排放系统的设计要求。

本规范适用于石油化工厂、炼油厂可燃性气体排放系统新建工程的设计。扩建、改建的工程设计可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

GB/T 13021 制定地方大气污染物标准的技术方法

GB 150 钢制压力容器

GB 50160 石油化工企业设计防火规范

3 一般规定

3.1 不宜考虑不可抗拒因素引起事故对排放系统排放量的影响。

3.2 当装置采用自动控制连锁减排系统时，应至少考虑一个最大排放量连锁失效对排放系统排放能力的影响。

3.3 各类液体不得排入全厂可燃性气体排放系统。

3.4 含有沥青、渣油、粉末或固体颗粒的可燃性气体排放前，应在装置内分离处理。

3.5 高于常温并含有碳五以上烃类或水蒸汽的可燃性气体排出装置之前，应经分液罐分液，对于含有粉尘和固体颗粒物的排放气体应进行除尘处理。

3.6 装置内应有自行吹扫可燃性气体和排放的措施。

3.7 设计全厂可燃性气体排放系统时，装置内外宜统一进行水力计算及应力计算。

3.8 全厂可燃性气体排放系统宜在下列各处设置取样点：

- a) 装置可燃性排放气体进入排放总管前；
- b) 可燃性排放气体进入火炬前；
- c) 可燃性排放气体进入气柜前。

4 全厂可燃性气体排放系统的设置

4.1 全厂可燃性气体排放系统的设置原则

- 4.1.1 保证工艺装置、压力储罐等设施发生各种事故时可燃性气体能顺利排放。
- 4.1.2 保证可燃性气体排放系统本身能安全运行。
- 4.1.3 回收利用在正常生产条件下排放的可燃性气体。
- 4.2 可排入全厂可燃性气体排放系统的气体
 - 4.2.1 下列不同来源的气体可排入全厂可燃性气体排放系统：
 - a) 装置无法利用而必须排出的可燃性气体；
 - b) 事故泄压或安全阀排出的可燃性气体；
 - c) 开停工及检修时排出的可燃性气体；
 - d) 液化石油气泵等短时间间断排出的可燃性气体；
 - e) 生产装置、容器等排出的有毒有害气体。
 - 4.2.2 热值低于 7880 kJ/Nm^3 的气体，在排入全厂可燃性气体排放系统前，应进行热值调整。
- 4.3 不应排入全厂可燃性气体排放系统的气体
 - 4.3.1 下列气体不应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：
 - a) 能与可燃性气体排放系统内的介质发生化学反应的气体；
 - 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；
 - c) 含氧量大于 2% (v%) 的可燃性气体；
 - d) 剧毒介质或含有腐蚀性介质（如酸性气）的气体；
 - e) 在装置内处理比排入全厂可燃性气体排放系统更经济、更有利于安全的可燃性气体；
 - f) 最大允许排放背压较低，排入全厂可燃性气体排放系统存在安全隐患的气体。
 - 4.3.2 全厂只有个别装置排放少量剧毒介质或含有腐蚀性介质的气体时，宜在装置内设处理设施。
- 4.4 全厂可燃性气体排放系统管网的设置要求
 - 4.4.1 由液相蒸发或安全阀排出的介质因减压而使温度低于 0°C 的可燃性气体，其排放管道在低温可燃性气体升温至 0°C 之前，不应接入含有水分的可燃性气体排放系统管网。
 - 4.4.2 可能产生化学反应的可燃性气体不能合用一个排放系统管网。
 - 4.4.3 硫化氢气体应自设一个排放系统管网。
 - 4.4.4 排放可燃性气体的装置多、排放量大、排放压力有较大差别时，应进行技术经济比较，在满足各种排放工况的条件下，可设置两个或多个不同压力的排放系统管网。
 - 4.4.5 各装置在紧急事故时排入可燃性气体排放系统管网的可燃性气体，在装置边界处

的压力不宜低于 0.15 MPa。

4.5 火炬的设置要求

4.5.1 能同时检修的工艺装置，宜共用一个火炬。

4.5.2 大型炼油、化工一体化项目宜按炼油和化工区分别设置火炬，当火炬筒体采用可拆卸式设计方案时，炼油和化工火炬可共架安装。

4.5.3 大型炼油和石油化工厂设置的火炬不宜少于 2 个。当全厂可燃性气体排放系统中设置的油气回收设施不能完全回收装置正常生产所排放的可燃性气体时，且该排放系统所对应装置组的检修周期大于 2 年的，可设置备用火炬或小型操作火炬。

4.5.4 在满足可燃性气体安全排放的前提下，为方便火炬检修，几座火炬之间可进行切换操作；火炬之间的切换连通管道应设置在水封罐前，并应设置双切断阀及盲板。

4.5.5 应根据安全分析和技术经济比较确定两座或多座火炬是否采用共架安装。

5 设计排放条件的确定

5.1 工艺装置的可燃性气体排放条件

5.1.1 每个装置的排放条件应包括下列工况：

- a) 工艺装置开工、停工；
- b) 火灾事故；
- c) 停水、停电及蒸汽、仪表空气供应中断等公用工程事故；
- d) 其它事故。

5.1.2 每种排放工况应提供下列数据：

- a) 气体组成；
- b) 装置边界处的气体温度；
- c) 装置边界处的最大允许背压；
- d) 气体流量；
- e) 流量-时间曲线。

5.2 多套工艺装置可燃性气体排放量叠加原则

5.2.1 同一事故引起全厂或几个装置排放时，应对各装置的排放“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。如无法取得排放流量-时间曲线，则按照如下叠加原则确定各排放系统和全厂最大排放量：

- a. 全厂最大排放量不考虑所有装置均同时最大量排放；
- b. 每个排放系统在同一事故中的最大排放量，按排放量最大装置排放量的 100%与其余装置排放量的 30%计算（体积流量），但不应低于该系统中两个不同装置最大排放单点的总量；

c. 按上述原则对不同的事故排放量分别叠加后, 应取其中总排放量(体积流量)的最大值为该排放系统的设计排放量;

d. 排放量最大装置排放量的 100%与全厂其余装置排放量的 30%之和(质量流量)作为确定火炬高度及火炬安全区域的设计排放量;

e. 按上述叠加原则对应的加权平均温度、加权平均分子量及加权平均组成作为火炬及管道的其它设计参数。

5.2.2 不考虑同时发生两种事故。

6 全厂可燃性气体排放系统管网

6.1 全厂可燃性气体排放系统管网工艺设计

6.1.1 应从火炬头开始反算全厂可燃性气体排放系统管网各节点的排放背压, 以校核各节点的背压是否低于允许背压; 管道摩阻损失采用等温流动方程计算, 见式(6-1)。

$$\frac{fL}{d} = \frac{1}{M_a^2} \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^2 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2 \right] - \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^2 \quad \text{-----}(6-1)$$

式中:

f 水力摩擦系数;

L 管道当量长度, m;

d 管道内径, m;

M_a 管道出口马赫数;

p_1 管道入口压力, kPaa;

p_2 管道出口压力, kPaa。

水力摩擦系数按式(6-2)计算:

$$f = 0.0055 \left[1 + \left(20000 \frac{e}{d} + \frac{10^6}{\text{Re}} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad \text{-----}(6-2)$$

式中:

e 管道绝对粗糙度, m;

Re 雷诺数。

管道出口马赫数按式(6-3)计算:

$$M_a = 3.23 \times 10^{-5} \frac{q_m}{p_2 d^2} \left(\frac{kZT}{M} \right)^{0.5} \quad \text{-----}(6-3)$$

式中:

q_m 气体质量流量, kg/h;

Z 气体压缩系数;

k 排放气体的绝热指数;

T 绝对温度, K;

M 气体分子量。

6.1.2 如果管网处于高压状态, 局部管网的流速可能达到音速, 应采用式 (6-4) 校核流动是否处于临界状态。

$$p_{critical} = 3.23 \times 10^{-5} \frac{q_m}{d^2} \left(\frac{kZT}{M} \right)^{0.5} \text{-----}(6-4)$$

判断: $p_{critical} < p_2$ 亚音速流动状态;

$p_{critical} \geq p_2$ 音速流动状态, 此时 $p_2 = p_{critical}$ 。

式中:

$p_{critical}$ 临界压力, kPa。

6.1.3 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。

6.1.4 气体压缩系数取相对分段计算的平均值。

6.1.5 全厂可燃性气体排放系统管网应保持 1~1.47kPa 正压, 为保持正压宜采取下列措施:

a. 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;

b. 管网干管宜每 1000m 设置一个自动补充燃料气设施, 补充燃料气的管径宜大于等于 DN50。

6.2 管道布置要求

6.2.1 可燃性气体排放管道的敷设应符合下列要求:

a. 管道应架空敷设;

b. 管道应采用 Π 型补偿器进行热补偿, 且补偿器宜水平安装;

c. 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, 应设置分液罐或集液罐;

d. 管道支管应由上方接入总管, 支管与总管应成 45° 斜接;

e. 管道公称直径大于等于 DN600 时, 不论是否保温均应设管托或垫板; 管道公称直径大于等于 DN800 时, 滑动管托或垫板应采用聚四氟乙烯摩擦副型;

f. 管道有震动、跳动可能时, 应在适当位置采取径向限位措施。

6.2.2 可燃性气体排放管道应设吹扫措施。吹扫介质应优先选用氮气, 无氮气时也可选用蒸汽, 使用蒸汽吹扫时应控制管道温度小于等于 120 °C。

6.2.3 可燃性气体排放管道应进行应力计算，应力计算温度应符合下列规定：

- a. 高温排放管道应采取各项排放条件中的最高排放温度；
- b. 常温排放管道采用蒸汽吹扫时取 120℃。

6.2.4 有凝结液的可燃性气体排放管道对固定管架的水平推力，不应小于表 6.1 的数值。当固定管架上有几根有凝结液的可燃性气体排放管道时，水平推力的作用点应分别考虑，推力值不应叠加。

表 6.1 固定管架水平推力

管道公称直径, mm	固定管架的推力, t
200	1.9
250	2.3
300	3.2
400	5.7
500	9.0
$\geq 600 < 1000$	13.0
≥ 1000	15.0

6.2.5 排放管道中的可燃性气体温度低于-20℃时，管子材质应选用耐低温材料。

6.2.6 排放管道中凝结液的凝固点等于或高于该地区最冷月平均温度在 10℃以内时，宜对管道进行保温；凝结液的凝固点高于该地区最冷月平均温度 10℃以上时，管道应进行保温并设伴热措施。

6.2.7 分期投产的可燃性气体排放管道在前期设计时，应预留后期管道的敷设位置及有关接口，接口嘴子应设阀门配法兰盖或法兰配法兰盖。

6.2.8 当可燃性气体排放温度大于 60℃时，水封罐之前的可燃性气体排放管道应按 GB150 进行抗负压设计，最低负压应大于等于 30kPa。

6.2.9 水封罐前的管道设计压力不得低于分液罐的设计压力，水封罐后的管道设计压力不得低于水封罐的设计压力。

7 分液及水封

7.1 分液

7.1.1 排放总管进入火炬前应设置分液罐。

7.1.2 含凝结液的可燃性气体排放管道宜每 1000~1500m 进行一次分液处理。

7.1.3 凝结液应送入全厂轻污油罐或生产装置进行回收利用。

7.1.4 对于含有在环境温度下呈固态或不易流动液体组分的火炬排放气的分液罐应设置必要的蒸汽加热设施。

7.1.5 计算分液罐尺寸时，被分离液滴直径宜取 $600\mu\text{m}$ 。

7.1.6 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。

7.1.7 凝结液输送泵流量宜为 $25\sim 50\text{m}^3/\text{h}$ ，凝结液输送泵宜人工启泵，并应设置低液位连锁停泵。凝结液输送温度应小于等于 70°C ，凝结液泵出口宜设两个止回阀。

7.1.8 分液罐的容积应为下列三部分容积之和：

- a. 气——液分离所需的容积；
- b. 火炬气连续排放 $15\sim 20\text{min}$ 所产生的凝结液所需的容积；
- c. 凝结液泵 30min 的排量所需容积。

7.1.9 卧式分液罐内最高液面之上气体流动的截面积（沿罐的径向）应大于或等于入口管道横截面积的 3 倍。

7.1.10 立式分液罐内气相空间的高度应大于或等于分液罐内径，且不小于 1m ；最高液位距入口管底应大于或等于入口管直径，且不小于 0.3m 。

7.1.11 应依据容器及火炬气排放系统设计的经济性选择分液罐的型式，对于火炬气排放量大或凝结液量较多时应选用卧式分液罐，卧式分液罐长度与直径的比宜取 $2.5\sim 6$ 。

7.1.12 分液罐气体进出通道的型式应为下列之一：

- a. 卧式罐：气体从罐轴线垂直上部一端进入另一端排出，气体入口与排出口宜朝向邻近的罐封头端；
- b. 卧式罐：气体从罐轴线垂直上部两端进入中间排出，气体入口宜朝向邻近的罐封头端；
- c. 立式罐：气体从罐体径向进入从罐体垂直轴线顶部排出，采用挡板保证气流方向向下；
- d. 立式罐：气体从罐体径向切线进入从罐体垂直轴线顶部排出。

7.1.13 卧式分液罐应设置集液包，集液包结构尺寸：

a. 集液包直径宜为 $500\sim 800\text{mm}$ ，不宜大于分液罐直径的三分之一，但不得小于 300mm ；

b. 集液包高度（集液包封头切线至罐壁距离）不宜小于 500mm ，并应满足仪表安装的要求。

7.1.14 分液罐的附件除按工艺要求确定外，尚应符合下列要求：

a. 卧式罐筒体长度小于 6000 mm 时, 应设 1 个人孔; 筒体长度等于或大于 6000 mm 时, 应设 2 个人孔; 人孔宜设在罐体端部并尽量靠近罐的底部。

b. 立式分液罐应在靠近底部的罐壁上设置 1 个人孔。

7.1.15 分液罐的设计压力正压不得低于 0.35MPa, 负压不得小于 0.03MPa。

7.1.16 卧式分液罐的尺寸计算

卧式分液罐的直径应按式 (7-1) 通过试算确定, 当满足 $D_{sk} \leq D_k$ 时, 假定的 D_k 即为卧式分液罐的直径。

$$D_{sk} = 0.0115 \times \sqrt{\frac{(a-1)q_v T}{(b-1)pkU_c}} \quad (7-1)$$

卧式分液罐进出口距离按式 (7-2) 计算;

$$L_k = kD_k \quad (7-2)$$

液滴沉降速度按式 (7-3) 计算;

$$U_c = 1.15 \times \sqrt{\frac{gd_1(\rho_l - \rho_v)}{\rho_v C}} \quad (7-3)$$

罐内液体截面积与罐总截面积比值 b 按式 (7-4) 计算;

$$b = 1.273 \times \frac{q_l}{kD_k^3} \quad (7-4)$$

罐内液面高度与罐直径比值 a 按式 (7-5) 计算;

$$a = 1.8506b^5 - 4.6265b^4 + 4.7628b^3 - 2.5177b^2 + 1.4714b + 0.0297 \quad (7-5)$$

液滴在气体中的阻力系数 C 根据 $C(\text{Re})^2$ 由图 7-1 查得, $C(\text{Re})^2$ 按式 (7-6) 计算;

$$C(\text{Re})^2 = \frac{1.307 \times 10^7 d_1^3 \rho_v (\rho_l - \rho_v)}{\mu^2} \quad (7-6)$$

式中:

D_k 假定的分液罐直径, m;

D_{sk} 试算的卧式分液罐直径, m;

L_k 气体入口至出口的距离, m;

U_c 液滴沉降速度, m/s;

q_v 入口气体流量, Nm^3/h ;

q_l 分液罐内储存的凝结液量, m^3 ;

T 操作条件下的气体温度, K;

p 操作条件下的气体压力, kPa;

k 系数, 宜取 2.5~3;

g 重力加速度, 取 9.81m/s^2 ;

d_l 液滴直径, m ;

ρ_l 液滴的密度, kg/m^3 ;

ρ_v 气体的密度, $\rho_v = \frac{1000Mp}{RT}$ (R 气体常数, 取 $8314\text{N}\cdot\text{m/kg}\cdot\text{K}$), kg/m^3 ;

M 气体相对分子量;

μ 气体粘度, $\text{mPa}\cdot\text{s}(\text{cP})$;

7.1.17 卧式分液罐直径的核算

按式 (7-1) 计算出卧式分液罐的直径后, 应按式 (7-7) 对其进行核算, 分液罐的直径应满足式 (7-7) 核算结果及 7.1.9 条的规定。

$$\text{卧式分液罐直径} \geq 1.13 \times \sqrt{\frac{q}{V_c} + \frac{q_l}{k \times D_k}} \quad \text{-----}(7-7)$$

式中:

q 操作状态下入口气体体积流量, m^3/s ;

V_c 卧式分液罐内气体水平流动的临界流速, m/s ; 其值可由图 7-2 查得。

7.1.18 立式分液罐的直径应按式 (7-8) 计算。

$$D_k = 0.0128 \times \sqrt{\frac{q_v T}{p U_c}} \quad \text{-----}(7-8)$$

式中符号意义同前。

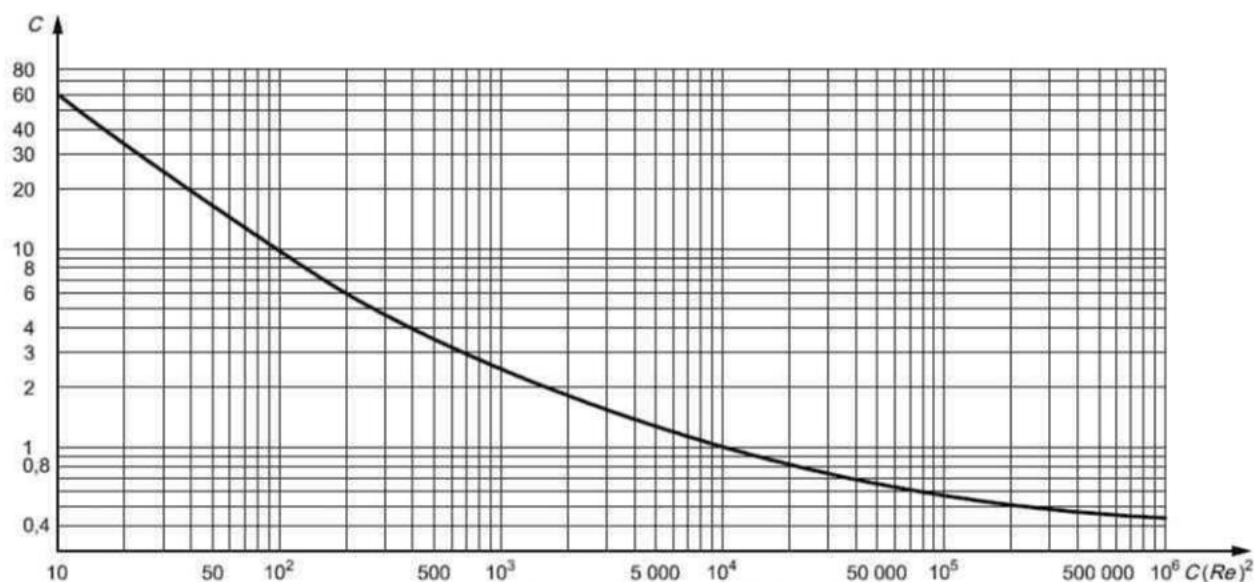


图 7-1 液滴在气体中的阻力系数

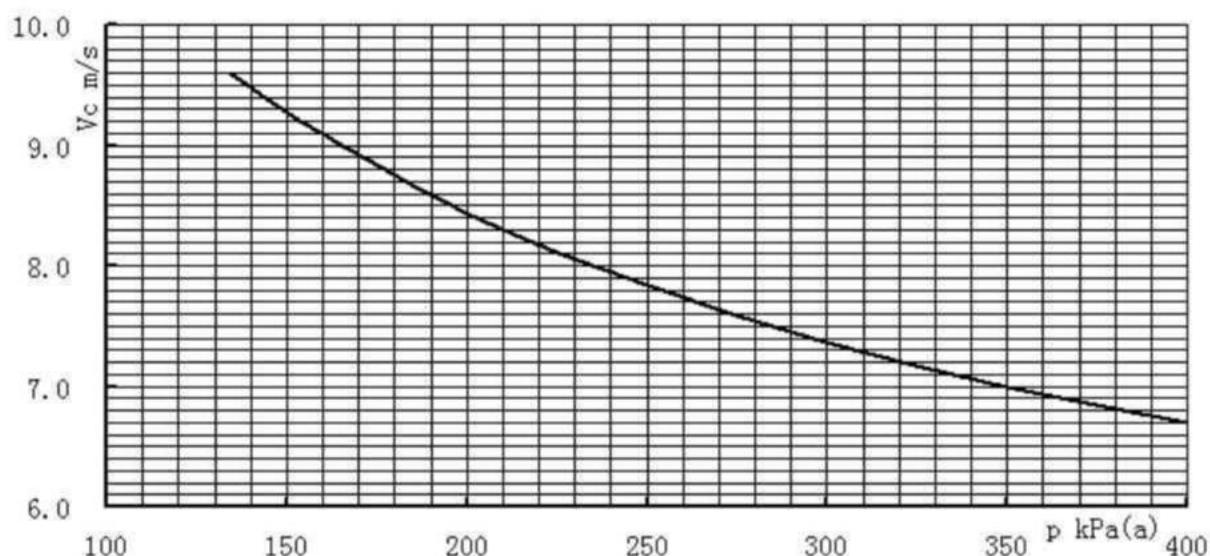


图 7-2 卧式分液罐内气体水平流动临界流速

7.2 水封

7.2.1 可燃性气体排放管道在接入火炬或放散塔之前应设水封罐或阻火器。水封罐应设在分液罐之后并宜靠近火炬或放散塔根部设置。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, 应选用阻爆轰型阻火器。

7.2.2 同一个排放系统中有两个或两个以上火炬同时操作时, 每个火炬均应设置水封罐, 不同火炬水封罐的水封高度宜分层设置。

7.2.3 相互备用的两个火炬宜设置共用的水封罐, 但应设置满足两个火炬切换操作时所需要的安全吹扫气体的补充气体措施。

7.2.4 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等 $600\ \mu\text{m}$ 的水滴。

7.2.5 水封罐内的有效水封水量应至少能够在可燃性气体排放管网出现负压时, 满足水封罐入口管道 3 米充满水量。

7.2.6 卧式水封罐内不宜采用挡液板分割空间的方式撇除水面上积聚的凝结液。若采用此结构, 应确保水封罐内的水量减掉由挡液板分割开用于撇液空间的最大容积后的有效水封水量满足水封设计要求。

7.2.7 水封罐应设置 U 形溢流管 (不得设切断阀门), 溢流管的水封高度应大于等于 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高程。

7.2.8 U 形溢流管高点上应设 DN25 破真空接管, 破真空接管上不得设切断阀门, 高度宜

大于等于 300mm。

7.2.9 U 形溢流管溢流出口宜密闭接入含油或含硫污水系统，溢流管上应设置视镜。

7.2.10 水封罐溢流补水管管径宜选用 DN40，补水量应使用限流孔板限制流量不大于 U 形溢流管自流能力的 50%。

7.2.11 水封罐的设计压力应大于等于 0.7MPa，不考虑负压工况。

7.2.12 最冷月平均温度低于 5℃时，水封罐应采取防冻措施；若使用蒸汽加热时，蒸汽盘管末端应设置疏水器。

7.2.13 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。

7.2.14 水封罐应设液位、温度、压力仪表和高液位报警。

7.2.15 火炬气排放量较大时，水封罐宜选用卧式罐。卧式水封罐长度与直径的比值宜为 2.5~6。

7.2.16 水封罐的附件除按工艺要求确定外，尚应符合下列要求：

a. 卧式罐筒体长度小于 6000 mm 时，应设 1 个人孔；筒体长等于或大于 6000 mm 时，应设 2 个人孔；人孔宜设在罐体端部并尽量靠近底部。

b. 立式罐应在靠近底部的罐壁上设置 1 个人孔。

7.2.17 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。

7.2.18 立式水封罐内气相空间的高度应大于或等于水封罐内径，且不得小于 1m。

7.2.19 水封罐气体进出通道的型式应为下列之一：

a. 卧式罐：气体从罐轴线垂直上部一端进入另一端排出；

b. 卧式罐：气体从罐轴线垂直上部中间进入两端排出；

c. 立式罐：气体从罐体径向进入从罐体垂直轴线顶部排出。

7.2.20 水封罐气体入口应采用有效的气体分布结构，以防止由于密封水波动造成火炬脉冲式燃烧。当水封罐气体入口底部采用齿状端面时，入口管底部至水封罐底的距离宜大于等于 0.25 倍气体进口的内径。

7.2.21 水封罐内宜设置防止由于放空气体冲击而产生密封水的剧烈波动的措施。

7.2.22 卧式水封罐的尺寸应按式 (7-9) 试算确定，当满足 $D_{sw} \leq D_w$ 时，假定的 D_w 即为水封罐的直径；水封罐气体进出口距离按式 (7-11) 计算。

$$D_{sw} = 0.0115 \times \sqrt{\frac{(a-1)q_v T}{(b-1)pkU_c}} \text{-----}(7-9)$$

罐内液体截面积与罐总截面积比值 b 按式 (7-10) 计算：

$$b = -1.2305a^5 + 3.0761a^4 - 3.8174a^3 + 2.65a^2 + 0.3294a - 0.0038 \text{ --- (7-10)}$$

$$L_w = kD_w \text{ --- (7-11)}$$

式中:

D_w 假定的水封罐直径, m;

D_{sw} 试算的水封罐直径, m;

L_w 气体入口至出口的距离, m;

a 罐内液面高度与罐直径比值 ($a = h/D_w$);

h 用于防止回火工况设置的水封液面高度, m;

q_v 入口气体流量 (对于中间进两端出的卧式罐取总流量的一半), Nm^3/h ;

其它符号的意义及单位与 7.1.16 相同。

7.2.23 卧式水封罐直径的核算

按 7.1.22 计算出卧式水封罐的直径后, 应按式(7-7)对其进行核算(用 D_w 代替 D_k), 水封罐的直径应满足式(7-7)核算结果及 7.2.5 和 7.2.17 条的规定。水封罐内气体水平流动的临界速度 V_c 根据 MP/T 的值由图 7-3 查取。

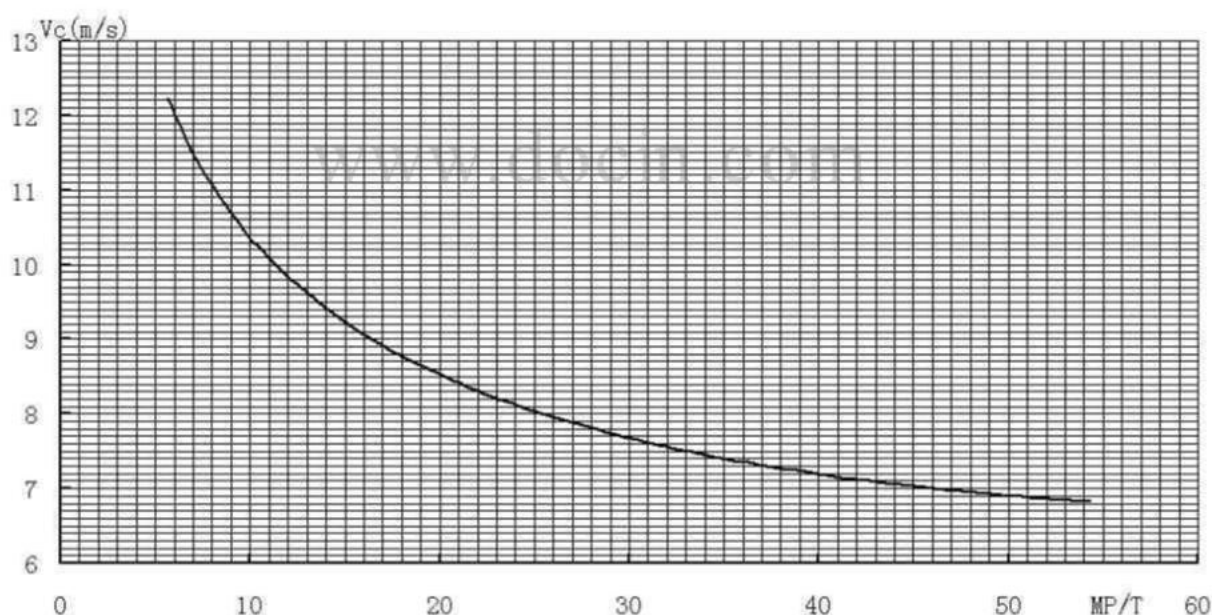


图 7-3 卧式水封罐内气体水平流动临界流速

7.2.24 立式水封罐的直径应按式(7-12)计算。

$$D_w = 0.0128 \times \sqrt{\frac{q_v T}{p U_c}} \text{ --- (7-12)}$$

7.2.25 水封高度应满足下列要求:

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;

b. 对于含有大量氢气、乙炔、环氧乙烷等燃烧速度异常高的可燃性气体,水封高度应按式(7-13)计算,水封高度应大于等于 300mm;

c. 对于密度小于空气的可燃性气体,水封高度应按式(7-13)计算,水封高度应大于等于 200mm;

d. 对于密度大于等于空气的可燃性气体,水封高度应大于等于 150mm。

$$h_w \geq \frac{p_1}{g} - \frac{3.30826 \times (8361.4 - H)}{gT_a} - \frac{ph\bar{M}}{RT} \text{-----}(7-13)$$

式中:

h_w 水封高度, m;

H 火炬头出口至地面的垂直距离, m;

h 火炬水封液面至火炬头出口的垂直距离, m;

p 火炬头出口处的压力, kPa;

p_1 水封前管网需保持的压力, kPa;

T 可燃性气体的操作温度, K;

T_a 环境日平均最低温度, K;

\bar{M} 可燃性气体的平均分子量。

其它符号的意义及单位同前。

8 高架火炬

8.1 允许热辐射强度

8.1.1 按最大排放负荷计算确定火炬设施安全区域时,允许热辐射强度不宜叠加太阳热辐射强度。

8.1.2 应按装置开、停工时的排放负荷核算火炬设施安全区域,此工况下的允许热辐射强度应叠加太阳热辐射强度。

8.1.3 厂外居民区、公共福利设施、村庄等公众人员活动的区域,允许热辐射强度应小于等于 1.58kW/m^2 。

8.1.4 相邻同类企业及油库的人员密集区域、石油化工厂内的行政管理区域的允许热辐射强度应小于等于 2.33kW/m^2 。

8.1.5 相邻同类企业及油库的人员稀少区域、厂外树木等植被的允许热辐射强度应小于

等于 3.0kW/m^2 。

8.1.6 石油化工厂内部的各生产装置的允许热辐射强度应小于等于 3.2kW/m^2 。

8.1.7 对于分别布置且不同时检修的火炬塔架顶部平台的允许热辐射强度（来自于另一个火炬的热辐射）应小于等于 4.7 kW/m^2 。

8.1.8 火炬设施的分液罐、水封罐、泵等布置区域允许热辐射强度应小于等于 9.0kW/m^2 ，当该区域的热辐射强度大于 6.3kW/m^2 时，应设置操作或检修人员安全躲避场所。

8.2 火炬头及火炬本体

8.2.1 火炬头应满足装置正常操作和开停工时能够无烟燃烧的要求。

8.2.2 火炬头应有较良好的防护性能，使用寿命长；其上部设计温度不应低于 $1200\text{ }^\circ\text{C}$ 。

8.2.3 火炬头顶部应设火焰挡板，其限流面积宜为 $2\%\sim 10\%$ ；火炬头上部 3m 部分（包括内件）应使用 ANSI 310SS 或等同材料制造， 3m 以下部分使用低碳奥氏体不锈钢材料制造。

8.2.4 火炬头在最大处理量时产生的压降宜小于等于 14kPa 。

8.2.5 全厂紧急事故最大排放工况火炬头出口的马赫数应小于等于 0.5 ，无烟燃烧时火炬头出口的马赫数宜取 0.2 ；处理酸性气体的火炬头出口马赫数宜小于等于 0.2 。

8.2.6 处理酸性气体的火炬头宜设置防风罩。

8.2.7 火炬燃烧时火炬头产生的噪音应满足下列要求：

- a. 正常操作工况（包括开工、停工）时小于等于 90dB ；
- b. 全厂紧急事故最大排放工况时小于等于 115dB 。

8.2.8 火炬头出口有效截面积应按式（8-1）计算。

$$A = 3.047 \times 10^{-6} \times \frac{q_m}{\rho M_a} \times \sqrt{\frac{\bar{M}}{kT}} \text{-----}(8-1)$$

式中：

A 火炬头出口有效截面积， m^2 ；

q_m 排放气体的质量流量， kg/h ；

ρ 操作条件下气体密度， kg/m^3 ；

M_a 火炬头出口马赫数；

\bar{M} 排放气体的平均分子量；

k 排放气体的绝热指数；

T 排放气体的温度， K 。

8.2.9 火炬筒体直径应由压力降计算确定。不同压力的排放管道接至 1 个火炬筒体时，应核算不同压力系统同时排放的工况，保证压力较低系统的排放不受阻碍。

8.2.10 除酸性气火炬外应优先使用水蒸汽控制烟雾生成，对酸性气火炬、寒冷地区的火炬及低温条件下使用的火炬可采用压缩空气控制烟雾生成。

8.2.11 消烟水蒸汽和压缩空气的压力宜控制在 0.7~1.0MPa。

8.2.12 计算火炬的消烟水蒸汽和压缩空气时，可燃性气体排放量应取装置开工、停工排放量的最大值。当无法取得装置开工、停工的排放量时，宜按最大事故排放量的 15~20% 计算。

8.2.13 消烟水蒸汽量可按式 (8-2) 计算，压缩空气消耗量可取水蒸气量的 1.2 倍。

$$G_{st} = q_m \times \left(0.68 - \frac{10.8}{M} \right) \text{-----} (8-2)$$

式中：

G_{st} 消烟水蒸气量，kg/h。

8.2.14 钢塔架设计应满足下列要求：

- a. 分节设置梯子平台。采用直梯时，每节直梯高度宜为 5 ~10 m；
- b. 钢塔架应设航空安全灯；
- c. 最高层平台应有满足火炬头检修的面积及通道，并宜设有便于吊装火炬头的措施。

8.2.16 敷设于钢塔架或火炬筒体的工艺热力管道安装应符合下列要求：

- a. 蒸汽管道、有保温伴热的管道、引火管及燃料气管道应设计热补偿措施，并设相应的固定支架；
- b. 敷设于钢塔架或火炬筒体上的工艺热力管道不应存在低点；
- c. 常温管道至少应设 1 处固定支架；
- d. 引火管及燃料气管道在火炬底部应使用三通与水平管道连接，并应在垂直管道的末端设法兰和法兰盖。

8.2.17 用于燃烧碳氢化合物的火炬头出口至钢塔架顶层的距离不宜小于 7m，燃烧酸性气、纯氢气等低热值的火炬头出口至钢塔架顶层的距离不宜小于 5m。

8.2.18 火炬筒体底部应设有积存雨水、凝液、锈渣等空间，并设置手孔、排污孔、凝液排出口及液位计。

8.3 火炬高度的确定

8.3.1 火炬高度的确定应符合下列规定：

- a. 按受热点的允许热辐射强度计算火炬高度；

b. 按 GB/T 13021 对按允许热辐射强度计算出的火炬高度进行核算。如不符合要求, 应增加火炬高度再进行核算, 直到满足大气污染物的排放标准的要求为止。

8.3.2 火焰产生的热量按式 (8-3) 计算。

$$Q_f = 2.78 \times 10^{-4} H_y q_m \text{-----} (8-3)$$

式中:

Q_f 火焰产生的热量, W;

H_y 排放气体的低发热值, J/kg;

q_m 排放气体的质量流量, kg/h。

8.3.3 火焰长度

当火炬头出口气体马赫数 $M_a \geq 0.2$ 时按式 (8-4) 计算。

$$L_f = 118 D_{ft} \text{-----} (8-4)$$

当火炬头出口气体马赫数 $M_a < 0.2$ 时按式 (8-5) 计算。

$$L_f = 23 D_{ft} \ln(M_a) + 155 D_{ft} \text{-----} (8-5)$$

式中:

L_f 火焰长度, m;

D_{ft} 火炬头出口直径, m。

8.3.4 火炬高度按式 (8-6) 计算。

$$h_s = \sqrt{\frac{\varepsilon Q_f}{4\pi K} - (X - X_c)^2} - Y_c \text{-----} (8-6)$$

热辐射系数 ε 按式 (8-7) 计算:

$$\varepsilon = 5.846 \times 10^{-3} \times H_y^{0.2964} \times \left(\frac{100}{R_H}\right)^{1/16} \times \left(\frac{30}{D_R}\right)^{1/16} \text{-----} (8-7)$$

空气与排放气体的动量比值 E_r 按式 (8-8) 计算:

$$E_r = \frac{\rho_a v_w^2}{\rho_e v_e^2} \text{-----} (8-8)$$

式中:

h_s 火炬高度, m;

\overline{M} 排放气体的平均分子量;

H_y 排放气体的低发热值, kJ/m³;

K 允许的火炬热辐射强度, kW/m²;

X 火炬通体中心线至计算点的水平距离, m;

X_c 在风速作用下火焰中心的水平位移, 根据 $\frac{E_r^{1.3}}{D_{fl}^2}$ 和 $\frac{L_f}{3}$ 的值从图 8-1 查取, m;

Y_c 在风速作用下火焰中心的垂直位移, 根据 $\frac{E_r^{1.3}}{D_{fl}^2}$ 和 $\frac{L_f}{3}$ 的值从图 8-2 查取, m;

D_r 火焰中心至受热点的距离, $D_r = \sqrt{\frac{\varepsilon Q_f}{4\pi K}}$, m;

R_H 空气湿度百分数;

ρ_a 空气密度, kg/m^3 ;

ρ_e 排放气体出口处的密度, kg/m^3 ;

v_w 风速 (最大取 8.9), m/s;

v_e 排放气体出口速度, m/s。

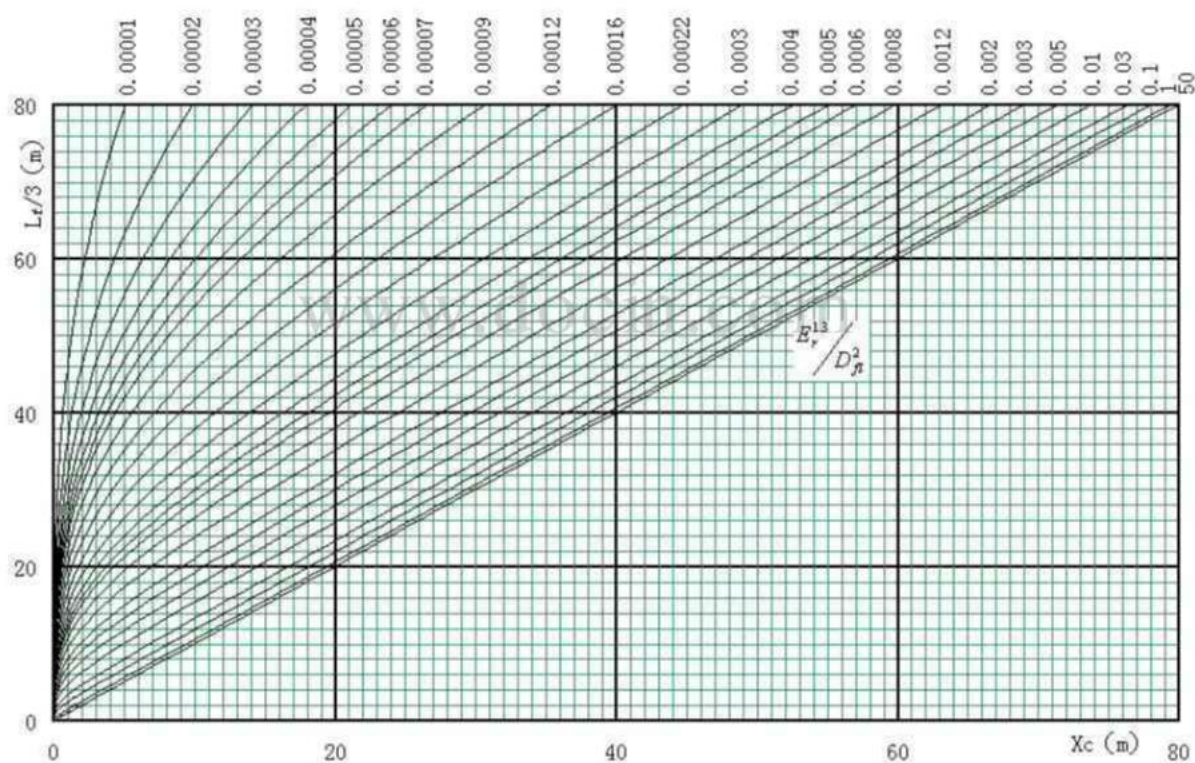


图 8-1 火焰中心的水平位移

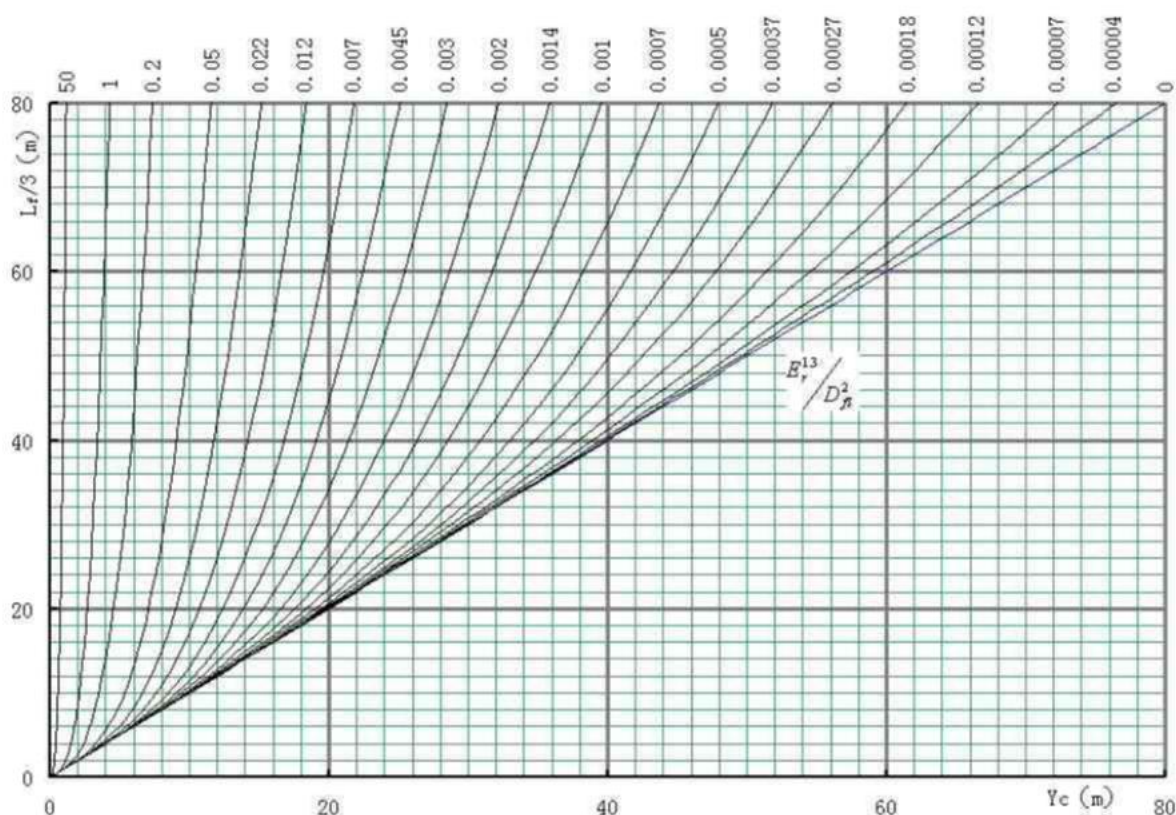


图 8-2 火焰中心的垂直位移

8.4 点火设施

8.4.1 高架火炬应设置高空电点火器和地面传燃式点火器。高空电点火器为正常操作点火设施，地面传燃式点火器为备用点火设施。

8.4.2 点火器应配备不间断电源。

8.4.3 高空电点火器的数量应与长明灯的数量相同；地面传燃式点火器应每座火炬设置一台，其引火管应从点火器至每个长明灯单独设置。

8.4.4 高空电点火器的点火盘、地面传燃式点火器距火炬塔架的距离不宜小于 30m，且应安装在便于观察火炬点燃情况的地方。

8.4.5 火炬长明灯的数量应满足下列要求：

- a. 火炬头直径小于等于 0.5m 时，宜设置 2 个长明灯；
- b. 火炬头直径大于 0.5m 至小于等于 1.0m 时，宜设置 3 个长明灯；
- c. 火炬头直径大于 1.0m 时，宜设置 4 个长明灯。

8.4.6 长明灯应使用节能型，单只长明灯消耗燃料气量应小于等于 4Nm³/h。

8.4.7 长明灯燃料气供气管道干管上应设压力调节阀，燃料气源的压力应大于等于

0.35MPa, 压力调节阀后的压力宜稳定在 0.2MPa; 每支长明灯的燃料气供给管道应从火炬底部起单独接至长明灯的燃料气入口。

8.5 防止回火措施

8.5.1 火炬系统必须采取防止回火措施, 以防止可燃性气体在火炬筒体或可燃性气体排放管网内发生爆炸。

8.5.2 火炬系统防止回火措施应优先采用水封罐加注入吹扫气体的方法, 不宜使用阻火器加注入吹扫气体的方法(低温火炬除外)。

8.5.3 吹扫气体宜选用氮气或燃料气, 不宜使用水蒸汽(尤其地处寒冷地区的火炬)。吹扫气体注入点应设在水封罐可燃性气体出口管道上。

8.5.4 对高速燃烧或宽爆炸限特性介质(如: 含较高氢气、乙炔和环氧乙烷等)的火炬、酸性气火炬和有毒介质的火炬, 吹扫气体宜使用燃料气。对于通常的碳氢化合物可燃性气体火炬, 吹扫气体宜优先使用氮气。

8.5.5 火炬应设置速度密封器或分子密封器以减少吹扫气体的消耗量, 宜优选速度密封器。

8.5.6 吹扫气体量应保证火炬出口流速大于安全流速。安全流速取值应符合下列规定:

a. 高速燃烧或宽爆炸限特性介质(如: 含较高氢气、乙炔和环氧乙烷等)的火炬, 采用速度密封器时不应小于 0.03 m/s, 采用分子密封器时, 不应小于 0.01 m/s;

b. 火炬采用速度密封器时, 不应小于 0.012 m/s;

c. 火炬采用分子密封器时, 不应小于 0.003 m/s。

8.5.7 吹扫气体供给量应使用限流孔板控制, 不得采用阀门控制流量。

8.5.8 当采用同一个火炬处理具有高速燃烧或宽爆炸限特性介质和通常的碳氢化合物可燃性气体时, 宜使用氮气吹扫, 由限流孔板控制的吹扫氮气流速宜按 8.5.6 中的 b 或 c 确定, 不满足 8.5.6 中的 a 条要求的部分宜使用燃料气补充并使用单独的孔板控制流量。

8.5.9 速度密封器应安装在火炬头下半部靠近入口法兰处。

9 地面火炬

9.1 地面火炬的设计原则

9.1.1 地面火炬可用于处理毒性为中度或轻度危害的有毒可燃性气体和无毒可燃性气体, 不得用于处理毒性为极度或高度危害的有毒可燃性气体。

9.1.2 地面火炬宜用于处理开停工及正常生产时排放的可燃性气体，不宜用于处理紧急事故下排放的可燃性气体。

9.1.3 地面火炬的分级应满足下列要求：

a 应根据各分级管道前排放总管的最大允许排放背压值确定各分级管道的操作压力，分级控制阀旁路的爆破压力不得高于排放总管的最大允许排放背压；

b 分级控制阀旁路使用爆破针阀时，最大操作压力宜取排放总管最大允许排放背压的 90%，分级控制阀旁路使用爆破片时，最大操作压力宜取排放总管最大允许排放背压的 75%；

c 根据最大操作压力并结合可燃性气体排放条件及燃烧器的性能曲线进行合理分级，每级的操作压力应在燃烧器的最佳操作弹性范围内，避免各级之间发生跳跃；

d 各分级管道前排放总管的最大允许排放背压值及分级数量应根据排放总管、分级系统（包括分级管道、燃烧器、长明灯、分级控制阀、爆破旁路等）的投资及公用工程介质消耗等因素通过经济比较后确定；

9.1.4 各分级管道上的控制阀应设置爆破针阀或爆破片旁路，爆破针阀或爆破片的爆破压力不得高于各分级管道前的最大允许背压。当各分级管道前的最大允许背压值较低时，旁路上宜选用爆破针阀。

9.1.5 各分级管道的截面积之和不得小于排放总管的截面积。爆破针阀或爆破片旁路可比分级管道小一级，但应保证各分级管道前的压力小于等于最大允许背压。

9.1.6 各分级管道上控制阀宜选用金属硬密封蝶阀，其开启时间不宜大于 1s。

9.1.7 各分级管道上的控制阀和旁路上爆破针阀的泄露等级不应低于 ANSI V 级。

9.1.8 控制系统除应具有逐级开启的功能外，尚应具有跨级开启的功能。

9.1.9 除前两级排放系统每个燃烧器配置一支长明灯外，其它各级长明灯的数量应不少于 2 支，长明灯应保持长明。

9.1.10 火炬应采取足够的消烟措施，烟气排放应符合相关环保要求。

9.1.11 地面火炬各分级控制阀后应设氮气吹扫系统。常燃级系统应设连续氮气吹扫系统，防止回火。

9.1.12 对于低压力级排放系统宜采用蒸汽助燃型燃烧器，蒸汽宜根据火炬气的排放量及分子量进行调节。

9.1.13 各分级控制阀前后应设置凝结液密闭排放设施。

9.1.14 地面火炬对周边区域的热辐射强度允许值与高架火炬的要求相同。

9.2 封闭式地面火炬

9.2.1 单套封闭式地面火炬的处理量不宜大于 100t/h。

9.2.2 排气筒高度应满足下列要求:

- a. 烟气扩散后应满足环保要求;
- b. 不得低于燃烧器火焰高度的 3 倍;

9.2.3 排气筒出口的烟气温度应小于普通耐火材料允许的最高温度。

9.2.4 燃烧室内的热流密度宜控制在 $275\sim 335\text{kW}/\text{Nm}^2$ 。

9.2.5 设计应选用防结焦、堵塞及高温易产生变形型的燃烧器。

9.2.6 应避免燃烧室中心出现贫氧现象。

9.2.7 燃烧器的布置应保证其压力均衡, 防止火焰爆冲, 火焰窜烧。

9.2.8 燃烧室的内侧应采用耐火保护衬里, 燃烧室外侧温度不应大于 60°C 。

9.3 开放式地面火炬

9.3.1 防热辐射金属围栏高度应高于各燃烧器火焰顶部 2m。

9.3.2 低压力级燃烧器宜布置在防热辐射金属围栏的中间, 高压力级燃烧器宜布置在两侧。

9.3.3 防热辐射金属围栏内的分级管道应采取防热辐射措施。

9.3.4 靠近分级控制阀的一侧应设置观火窗及检修门。

9.3.5 同级管道上的燃烧器的安装距离应能确保接力点火。

9.3.6 靠防辐射金属围栏布置的燃烧器距金属围栏的距离应确保火焰不能直接烧到金属围栏上。

9.3.7 燃烧器及支撑立管应选用耐高温金属材料。

10 火炬气回收

10.1 可燃性气体排放系统宜设置可燃性气体回收设施。

10.2 回收可燃性气体的气柜宜采用干式气柜。

10.3 正常生产时工艺装置排入可燃性气体排放系统的可燃性气体排放总量小于 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ 时, 宜选用 1 座 $15000\text{ m}^3\sim 20000\text{ m}^3$ 气柜; 可燃性气体排放总量等于或大于 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ 时, 宜选用 1 座 $20000\text{ m}^3\sim 30000\text{ m}^3$ 气柜。

10.4 应在回收支线阀前的火炬气排放总管上设温度和压力检测仪表。温度和压力检测仪表应与气柜进气控制阀门自动连锁, 当进气柜的可燃性气体温度或压力达到限值时应能自动关闭进气控制阀门。

10.5 气柜应设置活塞(或活动盖顶)高度检测仪表, 该检测仪表应与气柜进口总管道控制阀门连锁和压缩机排气管道控制阀门连锁。当活塞(或活动盖顶)达到高限值时,

应能自动关闭气柜进气管道控制阀门；当活塞（或活动盖顶）达到低限值时，应能自动关闭压缩机排气管道控制阀门。

10.6 气柜顶部的排气管应设水封装置或安装阻火器。

10.7 应设可燃性气体压缩机，把回收到气柜的可燃性气体升压送入全厂燃料气管网或脱硫设施。

10.8 可燃性气体回收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 Nm^3/min 。

10.9 压缩机出口管道应设单向阀和控制阀。

10.10 压缩机出口管道与气柜进气管道之间应有用于回流的连通管道。出口与进口管道上应设跨线。

10.11 压缩机应有排气管道超压自动停机措施。

10.12 可燃性气体回收设施应设凝结液回收罐，气柜内的凝结液应能自流进入凝结液回收罐。

用 词 说 明

本规范条文中要求执行严格程度用的助动词，说明如下：

（一）表示要求很严、非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”（must）。

（二）表示要准确地符合规范而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”（shall）；

反面词采用“不应”（shall not）。

（三）表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其它可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”（should）；

反面词采用“不宜”（should not）。

（四）表示在规范的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”（may）；

反面词采用“不必”（need not）。