

# 爆破针型泄压阀在地面火炬系统中的应用与选型

刘良海<sup>1</sup>, 王 磊<sup>2</sup>, 刘海亮<sup>2</sup>

(1. 中国石化工程建设公司, 北京 100029;

2. 江苏瑞朗博机械设备有限公司, 江苏 南京 211300)

爆破针型阀技术支持: 13951709111

**摘 要:** 本文介绍一种新型的爆破针型泄压阀在地面火炬系统中的应用。首先介绍了地面火炬的特点及其分级运行方式, 然后介绍了爆破针型泄压阀的工作原理, 最后介绍了爆破针型泄压阀作为地面火炬中分级阀旁路的优势, 以及阀门选型需要注意的事项。

**关键词:** 地面火炬系统; 爆破针型泄压阀; 选型

火炬系统是用来处理石化厂、炼油厂、化工厂及其它工厂中无法回收和再加工的可燃、有毒气体及蒸汽的特殊燃烧设施, 是保证工厂生产安全、减少环境污染的一项重要措施。近年来, 随着世界各国对于环保、安全方面的要求越来越严格, 为了克服普通高架火炬存在的检修不方便、不能在整个处理能力范围内均实现无烟燃烧、安全防护距离及占地面积较大(虽然火炬塔架和相关附属设施占地面积小, 但热辐射影响范围较大, 因此建设用地范围较大)等问题, 国内外越来越多的石化企业开始采用地面火炬。

## 1 地面火炬简介及优势

以防风墙/防辐射墙为界, 地面火炬可以分为三部分: 墙内燃烧区域、防风墙/防辐射墙、墙外分级及控制区域。对于处理能力较小的地面火炬, 通常设计为封闭式。这种地面火炬的设计非常紧凑, 防风墙/防辐射墙多采用圆柱形结构并衬有耐火材料, 其处理能力通常不超过 300 吨/小时, 并且多用于处理低压火炬气。对于处理能力较大的地面火炬, 通常设计为开放式, 其防风墙/防辐射墙多采用矩形结构, 且其处理能力几乎没有上限。据报道, 国外已经有处理能力超过 2000 吨/小时的地面火炬。无论封闭式还是开放式地面火炬, 与普通的高架火炬相比, 均具有以下优势:

(1) 在合理设计的基础上, 地面火炬能够实现在整个处理能力范围内的无烟燃烧, 更加环保;

(2) 防风墙/防辐射墙能够遮蔽火炬气燃烧产生的火焰, 减小了光污染, 也可以避免给工厂附近的居民带来不必要的恐慌;

(3) 防风墙/防辐射墙的热辐射水平可以控制在 1.58 kW/m<sup>2</sup> 以下, 即便在最大泄放量工况下, 操作人员也可以在防风墙/防辐射墙外工作而不受热辐射影响;

(4) 地面火炬所有相关的管路管汇、点火设备、燃烧设备和控制设施均设置在地面上, 较高架火炬便于维护检修;

(5) 虽然地面火炬装置本身占地面积较大, 但热辐射影响范围较小, 因此建设用地小, 并且可以与工厂的其它装置就近布置。

## 2 地面火炬的分级运行

地面火炬之所以能够实现在整个处理能力范围(0~100%)内的无烟燃烧, 是因为其采取了分级运行的方式。分级运行可以保证火炬气在火炬头出口处始终保持足够的速度和能量, 由此保证火炬气在火炬头处能够引射足够的空气并形成低辐射的无烟燃烧。

通常而言, 地面火炬的第一级不设阀门(或设背压控制阀), 使得第一级的火炬头可以处理随时泄放的火炬气。并且第一级仅设有少量的火炬头, 目的是保证火炬气在火炬头处有足够的速度, 从而实现无烟燃烧。

地面火炬第二级及其后续级均设有分级阀组, 分级阀组由分级阀和分级阀旁路组成。分级阀通常采用气动的高性能蝶阀, 这些分级阀由分级控制系统控制。分级控制系统接收来自安装在火炬气总管的压力变送器的输出信号, 根据这些信号向分级阀发出开启或关闭的指令, 以使火炬头出口处可以获得更高燃烧气体压力水平。

当火炬气流量持续升高直至达到第二级对应的压力时, 将开启第二级分级阀, 相应的火炬头也会投入使用, 更多的火炬气得以燃烧, 火炬气压力随之降低。随着流量的继续升高, 并达到更高级对应的压力时, 相应级的分级阀就会打开, 一排或几排火炬头会投入使用以满足更高火炬气流量的要求。

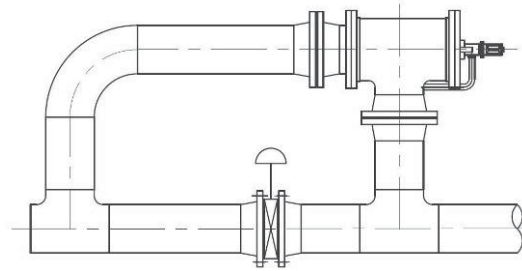
当火炬气流量降低时，火炬系统投入使用的级别会顺序降低。当投入使用的级别降低时，相应级别的分级阀将关闭，一排或几排火炬头会停止使用以维持总管压力和相应火炬头处火炬气的速度。

为了保证火炬系统的安全，分级阀需设置安全泄放装置作为旁路。旁路的功能是在火炬系统内压力超过设定值时自

动开启，以便将系统内的火炬气泄放至火炬头参与燃烧。目前，国内多数地面火炬采用爆破片作为安全泄放旁路，而国际上大多数新建地面火炬均采用爆破针型泄压阀作为安全泄放旁路，如图 1 所示。下文将对爆破针型泄压阀的设计原理、技术特点以及选型进行介绍。



图 1 爆破针型泄压阀作为地面火炬的安全泄放旁路



### 3 爆破针型泄压阀

#### 3.1 爆破针型泄压阀的工作原理

与爆破片相同，爆破针型泄压阀也是一种非重闭式泄压装置，其最早出现于上世纪 80 年代末。爆破针型泄压阀的设计依据均是压杆失稳的欧拉定律，其典型结构如下图 2 所示。

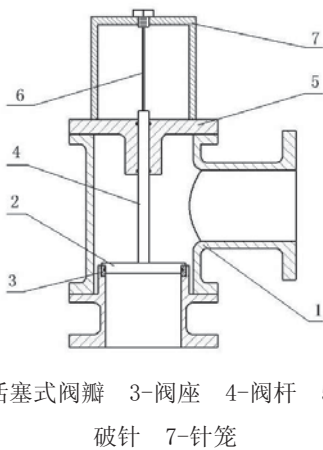


图 2 爆破针型泄压阀典型结构图

活塞式阀瓣 2 和阀座 3 是泄压阀的密封件，当阀瓣 2 与阀座 3 紧密接触时泄压阀实现密封，当阀瓣 2 与阀座 3 分离时泄压阀实现泄压。爆破针 6 是控制阀门密封或泄压的关键部件，其安装于阀体 1 外部，一端与针笼 7 内侧相接而另一端与阀杆 4 相连，通过阀杆 4 向阀瓣 2 施加载荷。当阀瓣 2 通过阀杆 4 施加在爆破针 6 上的轴向压缩载大于或等于

爆破针 6 的失稳临界载荷时，爆破针 6 将发生失稳。发生失稳后，压力的微小增加将引起弯曲变形的显著增大。爆破针长度迅速变短，其作用在阀杆 4 上的反推力骤然降低，阀瓣 2 与阀座 3 瞬间分离，从而达到泄压的目的。爆破针型泄压阀的密封状态和泄压状态如下图 3 所示。

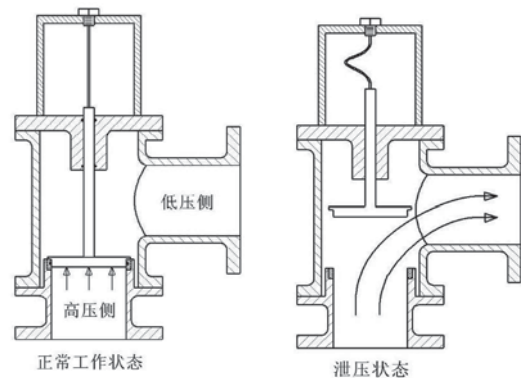


图 3 爆破针型泄压阀的正常工作状态和泄压状态

另外一种爆破针型泄压阀称为先导式爆破针型泄压阀，其依靠从先导阀排出介质来驱动或控制阀门的泄压，此类泄压阀所采用的先导阀本身是爆破针型泄压阀。先导式爆破针型泄压阀的典型结构如图 4 所示。

先导阀上腔通过连通管与系统下游管道连通，先导阀泄压时介质会向系统下游管道泄放，先导阀下腔与主阀上腔连通。主阀上腔和主阀下腔通过主阀阀瓣上的小孔与系统上游管道相连。因此，主阀下腔、主阀上腔和先导阀下腔都与上

游管道相连通,这几个区域内的介质压力与上游管道介质压力相等。当系统压力超过泄压设定值时,先导阀爆破针将发生失稳,先导阀开始向下游泄压,此时主阀上腔内的压力迅速向下游管道泄放而骤然降低。主阀下腔与上腔的压力不会很快平衡,下腔与上腔之间的压差会将主阀阀瓣从主阀阀座上推开,从而到达上游介质向下游泄压的作用。

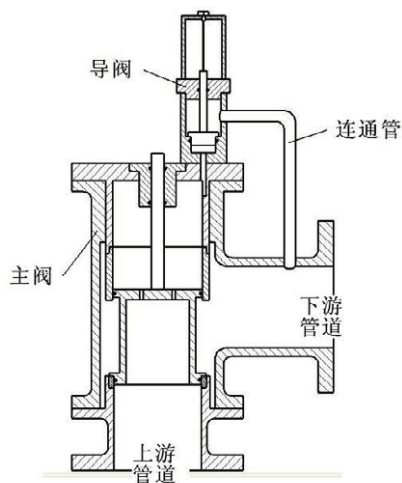


图4 先导式爆破针型泄压阀典型结构图

### 3.2 爆破针型泄压阀作为分级阀旁路使用的优势

与爆破片相比,爆破针型泄压阀作为分级阀旁路使用具有以下技术特点与优势:

(1) 泄压精度较高。如果爆破针的加工工艺得当、热处理工艺合理,且相关部件之间的摩擦力计算准确,爆破针型泄压阀的泄压精度通常能达到 $\pm 5\%$ 以内,如果用户有特殊要求,泄压精度甚至能够达到 $\pm 2\%$ 以内,这是爆破片难以达到的。

(2) 泄压精度不受管道内介质温度和腐蚀性的影响。由于压力泄放的触发部件爆破针安装于阀门外部,完全不与介质接触,介质的温度和腐蚀性对于泄放压力没有影响,而爆破片的泄放压力受介质因素的影响很大。

(3) 易于判断阀门是否发生泄压。操作人员通过观察爆破针及阀杆的状态,可以很容易地判断爆破针型泄压阀是否发生了泄压。也可以通过在相应位置安装位置开关等感应元件,实现阀门泄压信号的远传,在中央控制室即可监控爆破针型泄压阀的状态。而对于爆破片而言,除非采用特殊的监控装置,否则很难判断其是否发生了泄压。

(4) 复位简单、迅速,复位过程不会对环境造成污染。在阀门泄压之后,无需拆卸管道和阀门,从阀门外部即可将

阀门复位并更换爆破针。然而,爆破片在发生泄压之后,必须将其拆卸才能完成更换。以20"的管道为例,爆破针型泄压阀的复位仅需10分钟以内的时间,而更换20"的爆破片通常需要8-10小时。另外,拆卸管道意味着大量介质的流失,这会对环境造成污染。有毒或者腐蚀性以及易燃、易爆的介质,还需要采取特殊的防护措施以保证安全。

(5) 长期使用成本低。尽管爆破针型泄压阀的初次采购成本要高于爆破片,但爆破针的购置成本和更换时的停工成本均远低于爆破片,并且爆破针无需定期更换(根据相关标准规定,爆破片需要定期更换),所以爆破针型泄压阀的长期使用成本要远低于爆破片装置。

### 3.3 爆破针型泄压阀选型所需信息

为了对爆破针型泄压阀进行合理选型,用户(或地面火炬供应商)需要向爆破针型泄压阀生产厂家提供以下信息:

(1) 阀门入口及出口相关信息,包括入口及出口的尺寸、压力等级、方向及连接形式等;

(2) 阀门的最大运行压力、预期的设定压力以及允许偏差;

(3) 阀门内介质的参数,包括最高与最低温度、介质组分及物理性质等;

(4) 阀体及阀内件的材质要求;

(5) 是否需要配备位置开关等感应元件,以实现阀门位置信号的远传;

(6) 其它特殊要求,例如在安装尺寸、检验测试等方面的特殊要求。

### 参考文献

- [1] 张志刚. 地面火炬安全风险的探讨与分析[J]. 炼油技术与工程, 2007, 37: 52-56.
- [2] 缪鹏飞. 地面火炬的安全防护距离[J]. 消防技术与产品信息, 2004(6): 26-29.
- [3] 刘向宏, 王一丁, 潘丽芳. 地面火炬系统的安全设计[J]. 辽宁化工, 2010, 39: 319-321.
- [4] 刘书华. 高架火炬与地面火炬的比较[J]. 化工设计, 2012, 22: 28-31.
- [5] 任君, 朱敏, 何明红. 论开放式地面火炬防护距离的确定[J]. 当代化工, 2012, 41: 1147-1149.
- [6] HG/T 20570.3-95 工艺系统工程设计技术规定 爆破片的设置和选用[S]. 1996.