

# 浅析加热炉运行时防爆门振动原因

周旺明 刘文娟

(长庆油田分公司机械制造总厂 陕西 西安 710201)

**摘要:** 加热炉是油田生产的重要设备,一般采用火筒式加热炉。企业生产的加热炉在运行过程中出现防爆门频繁开启,产生振动和噪音,影响油田安全生产,因此对加热炉防爆门运行时的振动原因进行分析,提供安全可靠的加热设备是企业生存的重要保障。本文以长庆油田使用的冷凝式加热炉为例,对油田加热炉防爆门运行时的振动原因进行了较为深入的分析,并提出了相应的改善措施和建议,以期为相关使用者提供借鉴。

**关键词:** 加热炉防爆门; 振动; 原因

油田用加热炉是油气田生产中广泛使用的重要设备之一,也是油气田的主要能耗设备,一般采用的是火筒式加热炉,以下简称加热炉。随着油气田生产规模的不断扩大,加热炉的使用数量越来越多。近年来,长庆油田大面积推广应用冷凝式加热炉,而总厂制造的冷凝式加热炉在实际应用过程中,反映问题最多的就是加热炉在运行过程中,只要燃烧器转为大火,炉体后端防爆门盖就频繁开启,产生振动和噪音,直接影响场站正常生产。为此,进行加热炉应用技术研究,优化加热炉结构,开展加热炉振动原因分析,规范配置与运行管理,确保加热炉安全平稳运行,对提高油田加热炉运行效率和实现节能降耗有着十分重要的意义。

## 1 火筒式加热炉定义、结构及工作原理

### 1.1 定义

火筒式加热炉是在金属圆筒壳体内设置火筒传递热量的一种加热炉。被加热介质在壳体内由火筒直接加热的称为火筒直接加热炉(简称火筒炉);被加热介质在壳体内的换热管组件中,由中间载热体加热,而中间载热体由火筒直接加热的火筒式间接加热炉,称为火筒式间接加热炉;中间载热体为水的火筒式间接加热炉,简称水套炉。

### 1.2 结构

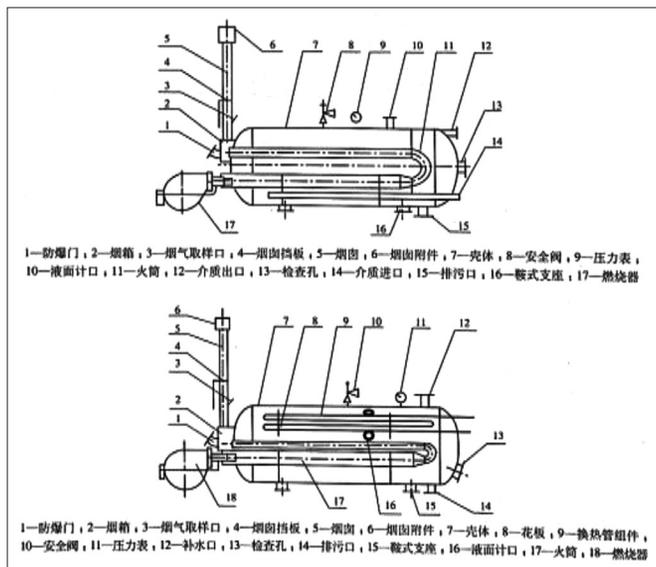


图1 火筒式加热炉结构

火筒式加热炉和水套加热结构如图1,主要由防爆门、烟箱、烟囱、烟囱附件、火筒、燃烧器、壳体及其附件等组成。燃烧器、火筒、烟箱、烟囱及烟囱附件一般称为加热炉的燃烧系统,是整个加热炉的关键部分。

### 1.3 工作原理

燃烧器将燃料和空气混合,在火筒前端燃烧,产生的高温烟气流经火筒和烟箱,最后由烟囱及烟囱附件排到大气中。其间高温烟气通过火筒壁与被加热介质或水进行热量传递,从而使被加热介质或水温度升高,起到加热作用。

## 2 振动原因分析

加热炉运行过程中出现振动,在加热炉产品的设计、制造和使用三个环节中都有可能存在问题,着眼于加热炉的工作流程,从设计、制造和使用三方面进行可行性分析,力争彻底消除此故障,提供可靠的加热炉产品,服务油田。图2为引起加热炉振动的燃烧系统工艺流程。

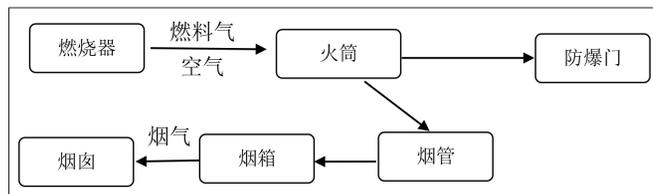


图2 引起加热炉振动的燃烧系统工艺流程示意图

### 2.1 火筒的直径偏小

火筒的设计一般是根据所选燃烧器产品的火焰直径和火焰长度确定,由火焰的直径确定火筒直径尺寸,火焰长度确定火筒辐射面的长度,火筒设计直径偏小可能造成燃烧振动。一般全自动燃烧器的火嘴是圆周均布,采用的四个或四个以上(如图3所示),燃烧时火嘴口既是燃烧头,又是燃气和空气混合口,如果设计的火筒直径过小,燃烧时气体膨胀使得火焰直接撞击火筒内壁引起振动。

### 2.2 燃烧器火嘴结构选择

图3和图4是两种不同的燃烧器火嘴结构,图3结构是四个火嘴,四周的空隙是空气进口,此结构燃烧时易形成爆燃现象,在后期企业所生产的冷凝加热炉中较多采用,并出现多起防爆门振动现象。图4结构中,小孔为燃烧头,大孔为空气进口,四周皆有,且前端设有稳焰盘,企业以前



图3 四个火嘴的燃烧器

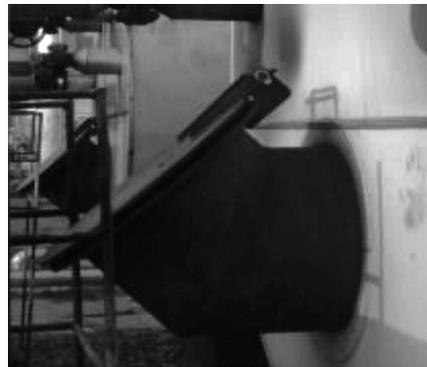


图5 夹角斜放式防爆门



图4 改变结构设计的燃烧器

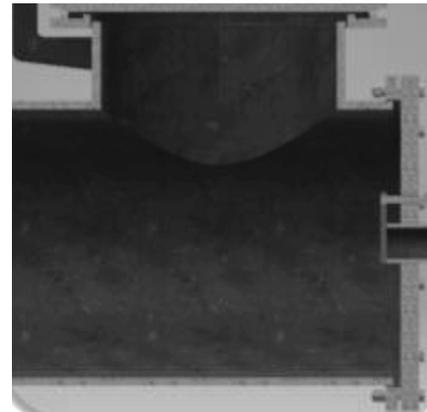


图6 直放式防爆门

研制的系列真空加热炉设计中一直采用的图3结构燃烧器，且真空加热炉在使用过程中无一例出现振动现象。由此看来，图4火嘴结构的燃烧器运行时，空气与燃气混合均匀，火焰稳定。对出现防爆门振动的冷凝原油加热炉，在经过调整配风后振动得不到改善的，采用更换燃烧器成图4火嘴结构的燃烧器，状况明显得到改善。

### 2.3 防爆门设计和选型

防爆门一般选择的是重力式结构，在设计计算时开启压力选择偏小，会产生计算偏差，造成的结果就是防爆门门盖偏薄重量不够，导致加热炉在正常工作时防爆门频繁开启，产生振动和噪音。

另外，防爆门的结构也是造成防爆门故障的主要原因，夹角斜放式防爆门结构（如图5所示），门盖在使用过程中易遇热变形，产生密封问题，因此采用直放式防爆门结构（图6所示）代替斜放式结构比较合理。

### 2.4 燃料气携液严重

油田加热炉燃料气一般采用的油田伴生气成份比较复杂，如果携液严重，易造成电子阀组堵塞，存在安全隐患，且液体在汽化燃烧时易产生爆燃现象。目前虽然没有证据证明携液与加热炉喘振存在必然联系，但笔者在调查过程中发现，凡是发生燃烧喘振故障的加热炉，其使用的燃料气都存在携液高现象，故而确定伴生气携液与加热炉喘振有一定关系。

## 3 结语

燃烧是一个复杂的过程，尤其是油田伴生气这种成份比较复杂的燃料，理论计算十分复杂，因此，加热炉的设计大部分来自于经验和现场实验。而防爆门振动正是加热炉设计、运行两方面存在不足造成的外在现象。目前，加热炉运行过程中出现防爆门振动问题，解决方案除上述更换燃烧器方案之外，还可以采取以下方法解决：一是重新核算烟气阻力，增加烟囱高度，使火筒内燃烧处于负压状态，从而消除防爆门无序开启。二是重新核算防爆门盖重量，适当增加防爆门盖重量，阻止防爆门频繁开启。

下一步，我们计划以计算流体力学（computational fluid dynamic, CFD）的数值模拟技术为手段，开展加热炉火筒温度场和防爆门开启压力量化模拟分析应用技术研究，并对出现故障的加热炉进行数据收集，理论分析，优化加热炉火筒和防爆门结构，使加热炉更加高效安全，确保油田生产井然有序。

### 参考文献：

- [1] SY/T 5262-2016, 火筒式加热炉规范[S]
- [2] 贺凯峰. 200kW 水套加热炉防爆门的技术改造[J]. 石油技师, 2015.
- [3] 徐新红. 盘管式天然气加热炉炉膛爆炸原因分析及防范[J]. 深冷技术, 2016, 000(002):60-61.

作者简介：周旺明（1965-）男，甘肃宁县人，本科，机械工程师，主要从事油田机械设备研发工作。