

DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.01.016

余勃强,吴引江,王翠翠,等.煤气化锁斗高压过滤器滤芯断裂原因及改进措施[J].洁净煤技术,2014,20(1):63-66.

# 煤气化锁斗高压过滤器滤芯断裂原因及改进措施

余勃强,吴引江,王翠翠,周 济

(西北有色金属研究院 西安宝德粉末冶金有限责任公司 陕西 西安 710016)

**摘要:** 为了减少和避免煤气化锁斗高压过滤器滤芯的断裂,降低设备故障率,提高煤气化装置的开车率和保证其长周期稳定运行,研究了多个项目现场中的滤芯断裂状况。结果表明:滤芯的断裂状况大都相似,断裂部位大都在滤芯根部且往往伴随有滤芯管体的弯曲。综合分析了滤芯断裂的原因,提出了相应的改进措施和注意事项。

**关键词:** 煤气化;锁斗高压过滤器;滤芯断裂;改进

中图分类号: TQ545

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2014)01-0063-04

## Fracture causes analysis and prevention for filter element of lock hopper high pressure filter

SHE Boqiang, WU Yinjiang, WANG Cuicui, ZHOU Ji

(Xi'an Baode Powder Metallurgy Co., Ltd., Northwest Institute for Non-ferrous Metal Research, Xi'an 710016, China)

**Abstract:** To avoid the fracture of filter element of lock hopper high pressure filter and lower failure rate, improve the using efficiency of coal gasification equipments and stabilize operation, investigate filter element fracture situations in many projects. Find that the fracture situations are mostly similar, most fractures occur in the root of filter element and sometimes associate with filter element body bending. Analyse the fracture reasons, and provide corresponding improvement.

**Key words:** coal gasification; lock hopper high pressure filter; filter element fracture; improvement

在 SHELL HT-L 等干煤粉气化技术中,对煤粉的输送采用干煤粉加压给料法,即用煤粉锁斗将常压煤粉储仓和高压给料仓连接起来,通过煤粉锁斗的进料—加压—放料—泄压—进料的往复循环过程,将煤粉连续不断地输送到高压给料仓<sup>[1-6]</sup>。锁斗高压过滤器为煤粉锁斗装置中的重要设备,位于煤粉锁斗上部充压及泄放气体管线上,主要作用

是过滤泄放气体的煤粉,满足气体排放环保要求和保护下游设备不被磨损。在现有各项目的投产试车和运行过程中,该过滤器的滤芯经常断裂损坏,使泄放气体带灰并污染充压气体管线,导致其他充压设备损坏,造成煤粉输送系统瘫痪,整个煤气化装置停车。因此,分析锁斗高压过滤器滤芯断裂的原因,并制定相应的改进措施,对提高煤气化装置

收稿日期: 2013-10-30 责任编辑: 宫在芹

基金项目: 2013 年度陕西省重点科技创新团队计划项目(2013KCT-09)

作者简介: 余勃强(1978—),男,陕西蓝田人,工程师,工学硕士,主要从事过滤分离设备的设计制造和金属多孔材料的应用研究工作。

E-mail: 13571491018@126.com



### 3 滤芯断裂原因

依据滤芯的断裂部位和断口形貌,按照滤芯在管板悬挂安装的固定方式进行滤芯受力分析,可以判断滤芯是在拉应力或弯曲应力作用下被拉断或折断的。结合过滤器实际工况,分析具体原因如下:

1) 反吹压差和气流冲击力大。在煤粉锁斗充压时,高压  $N_2$  逆向通过锁斗高压过滤器,进入锁斗,在充压的同时,还对滤芯进行反吹,将附着在滤芯表面的煤粉吹掉。但是在充压的初始阶段,煤粉锁斗为常压,而充压气源的压力为 5.6 MPa,若此高压气体直接进入锁斗高压过滤器,则滤芯承受的瞬间反吹压差就接近 5.6 MPa。为降低瞬间反吹压差,有的煤气化项目在此设置了限流孔板,对高压气体进行减压,但经孔板减压后的瞬间压差也接近 3 MPa。由于滤芯为烛式且在管板上悬挂安装,所以在反吹压差的作用下,滤芯一方面由里向外膨胀,另一方面轴向拔长产生拉伸应力。从滤芯的结构和尺寸出发,进行受力分析可知,滤芯根部区域的应力状态为单一轴向拉伸应力,应力幅值约为反吹压差的 5 倍。假定瞬间反吹压差为 3 MPa,则滤芯根部的拉伸应力将为 15 MPa,而滤芯烧结金属管体以及管体与管嘴法兰连接焊缝区域的拉伸强度极限一般为 18 MPa,此时滤芯根部已处于濒临断裂的状态。若瞬间反吹压差为 5.6 MPa,则在滤芯根部的拉伸应力已超过强度极限。另外,反吹压差大也导致通过滤芯的反吹气流过快,不仅将滤芯外表面的灰饼反吹过度,产生二次扬灰,塞实滤芯之间的局部空隙,并且使滤芯产生相互的反吹横向力,此反吹横向力在滤芯根部产生弯曲应力。滤芯在上述弯曲应力和拉伸应力联合作用下很容易在根部断裂。

2) 调压时气体泄放速度过快、气体夹灰过多。过滤器的设计是根据设备工艺条件给定的一个气体排放流量值来确定过滤器的工艺配置和滤芯结构。但在实际操作中,泄放气体的流速、流量往往与设计值偏差较大,进入过滤器的排放气体的流量大于设计值。大流量导致气体的高流速,高速气流从煤粉锁斗中卷扬起大量煤粉并夹带在泄放气体中,使气体中煤粉含量远超过过滤器的工艺设计值。卷扬起的大量煤粉进入过滤器后被拦截在滤

芯表面形成滤饼,此滤饼迅速增厚,在滤芯间产生累积搭桥,然后滤饼搭桥被塞实挤紧,塞实的滤饼搭桥会对滤芯产生横向撑力,滤芯就被撑弯进而从根部断裂<sup>[12]</sup>。

3) 煤粉水分大。系统工艺设计上对煤粉水分的控制指标为不大于 2%。若磨煤或煤粉输送单元的伴热保温未控制好,就会使煤粉水分增大、湿度变大<sup>[13-16]</sup>。湿度大的煤粉容易黏附在滤芯表面堵塞滤孔,并且产生黏结,形成不易剥离的滤饼,滤饼越积越厚以致在滤芯之间形成架桥,滤芯也可能被撑断或在反吹阶段断裂。

4) 充压气体带油。系统工艺设计对充压气体的要求是干燥、无油、无尘,但在实际运行中往往无法达到。有的项目采用往复式压缩机,而往复式压缩机需要活塞缸进行油润滑,因此出压缩机的高压气体中带有小油滴<sup>[7,11]</sup>,这些小油滴随充压气体进入锁斗高压过滤器后附着在滤芯上,降低滤芯的透气性能,并使煤粉在滤芯表面黏结,形成不易剥离的滤饼,最终导致滤芯被撑断或折断。

### 4 改进措施

1) 在充压反吹管线设置流量调节阀降低反吹压差。在充压时通过调节气体流量,控制充压反吹压差,推荐将此压差控制在 1 MPa 以内,可以用 DCS 根据充压过程中煤粉锁斗与高压气体管网的实时压差来控制调节阀的开度。牛海杰等<sup>[7]</sup>利用该方法有效防止了过滤器的损坏。具体做法是在充压时将流量调节阀的初始开度设定为 10%,然后随着锁斗压力升高,高压氮气管网压差的逐渐减小,不断缓慢增大该阀的开度,当锁斗充压至 3 MPa 时,开大流量调节阀的开度,由 40% 至全开。

2) 采用加强型烧结金属膜滤芯。加强型金属膜滤芯是西安宝德粉末冶金有限责任公司根据锁斗高压过滤器的实际工况开发的一种烧结金属滤芯。该滤芯的过滤材料采用梯度孔隙结构设计,在大颗粒金属粉末基体管上喷涂纳米级超细颗粒粉末制备微滤膜,在保证过滤精度的同时提高了滤芯的透气性能。同时,通过在滤芯结构上增加根部加强环,增厚滤芯管壁以及在制作过程中采用大颗粒粉末基体管超高温烧结工艺,使滤芯的拉伸强度和抗弯强度提高 30% 以上。

图3和图4是宝德公司加强型金属膜滤芯的微观结构和外形结构。

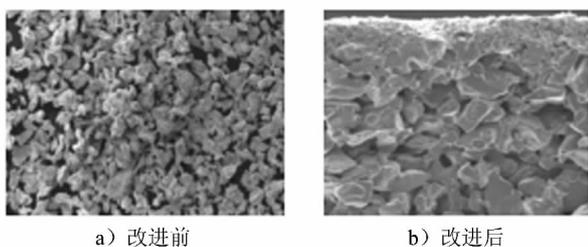


图3 滤芯微观结构

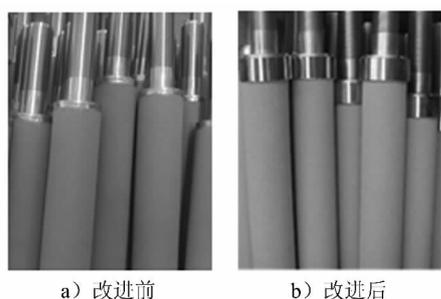


图4 滤芯外观结构

3) 降低气体卸放速度。对调压气体排放管线增加节流孔孔板,并对开孔面积进行适当调整,降低气体流速以控制锁斗中的煤粉不被卷扬和夹带,控制进入过滤器的泄放气体流量,保证煤粉含量在过滤器的工艺设计值内。

4) 严格控制煤粉水分。加强磨煤机操作管理和分析监控,定期检查煤粉输送管线及设备的伴热保温是否良好。

5) 对高压气体进行过滤净化,保证气体干燥、无油、无尘。在压缩机后的高压气体管线中增设烧结金属精密过滤器,不仅可以滤掉气体中的小油滴,而且可以过滤掉管道中剥落的锈蚀微粒,提高充压反吹气体的品质。若无法增设精密过滤器,则应保证每天将气体缓冲罐打开导淋排油一次,以减少高压气体中的油分<sup>[7,11]</sup>。

## 5 结 论

本文提出的过滤器滤芯断裂的改进措施已被部分煤气化项目采用,改进后设备运行良好,有些未出现过滤器滤芯断裂现象,有效减少因设备故障而导致的系统停车,提高煤气化装置的开车率,保证其长周期稳定运行。

在技术改进时要注意导致滤芯断裂的各个原

因彼此交叉相互影响,需要具体分析、综合判断,从工艺、设备、操作等方面共同完善和改进。

参考文献:

- [1] 门慧娟,高永明. Shell 煤气化和 GSP 煤气化的工艺对比[J]. 内蒙古石油化工, 2011(1): 56-57.
- [2] 蒋远华,杨晓勤,古永红,等. Shell 粉煤气化与 YH 粉煤气化工艺的对比[J]. 氮肥技术, 2009, 30(1): 11-13.
- [3] 林静,姜华,郭广军. IGCC 改造项目中 TRIG 煤气化技术的设备布置特点及其与 Shell 煤气化技术的比较[J]. 化肥设计, 2013, 51(1): 9-11.
- [4] 吴胜军. HT-L 与 Shell 及 Texaco 粉煤气化技术的比较[J]. 化肥工业, 2011, 38(3): 10-12.
- [5] 高聚忠. 煤气化技术的应用与发展[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(1): 65-71.
- [6] 于光元,李亚东. 煤气化工艺技术分析[J]. 洁净煤技术, 2005, 11(4): 39-43.
- [7] 牛海杰,刘芃鑫,郭剑峰. 气化装置锁斗高压过滤器损坏原因及预防措施[J]. 大氮肥, 2010, 33(1): 38-39.
- [8] 武喜阳,袁志峰,武志峰. 多孔板充气锥在壳牌煤气化煤粉输送系统的应用[J]. 化工管理, 2013(8): 29.
- [9] 章晨晖. 通气锥在粉煤气化中的应用及其改进[J]. 大氮肥, 2008, 31(1): 66-69.
- [10] 章晨晖,刘欣,邓长松. 粉煤锁斗阀故障原因分析及解决方案[J]. 自动化仪表, 2010, 31(7): 47-50.
- [11] 刘士永. 壳牌煤气化装置 V1204 充气锥(或充气笛管)在控制中的保护[J]. 化学工程与装备, 2010(7): 46-47.
- [12] 陈坤山. 过滤器滤芯断裂原因分析[J]. 云南化工, 2013, 40(1): 60-63.
- [13] 韩延阳,王潇宇,王建军. 煤粉袋式过滤器内煤粉结块积煤的分析及安全总结[J]. 化工技术与开发, 2013, 42(3): 56-57.
- [14] 童维凤,郭兴建,黄保才. 航天炉粉煤贮罐过滤器堵煤原因分析及对策[J]. 化肥工业, 2012, 39(4): 25-26, 73.
- [15] 蒋振方,王慧,郑立攀. 煤气化用粉煤特性分析及经济性研究[J]. 化学工业, 2013, 31(7): 26-28, 41.
- [16] 王常凯. 煤粉过滤器反吹控制系统升级改造[J]. 化工设计通讯, 2012, 39(12): 81-83.