

导热油炉油垢的形成原因与清洗方法

姜 韬, 邓丽娟, 李云飞

(河北省木兰围场国有林场管理局, 河北围场 068450)

摘要: 分析导热油油垢的形成原因, 针对三种导热油油垢, 提出简单实用的清洗方法。实践证明, 该方法清洗成本较低, 效果良好。

关键词: 导热油炉; 油垢; 清洗方法

中图分类号: TS6; TN305.97

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2011)03-0049-03

Causes and Cleaning Methods of Deposits in Oil Heat Transfer Furnace

JIANG Tao, DENG Li-juan, LI Yun-fei

(MuLan Weichang National Management Bureau of Hebei Province, Weichang 068450, Hebei, China)

Abstract: The authors summarized the formation reason of scale in heat-transfer oil furnace, divided the scales into three kinds, recommended the different cleaning methods to the different scale. The result showed that the cleaning method was safe, efficient and effective.

Key words: oil heat furnace; deposits; cleanout method

导热油是一种有机载热体, 导热油炉系统以导热油为传热介质, 在常压下, 可以获得很高的操作温度(350℃)和较宽泛的温度范围, 以满足不同加热温度的工艺需求。

与蒸汽热力系统相比, 导热油炉进、出口处的温差较小, 通常为15~30℃, 又无疏水等热损失, 提供相同的热能, 导热油炉可节煤40%, 节电60%, 具有安全性高, 热容量大, 操作简单, 运行维修费用低等优点, 目前主要应用于人造板、石油化工、公路工程、建材等行业^[1]。在人造板生产中, 主要为中密度纤维板、胶合板、刨花板等热压机提供热能。

在长期高温作用下, 导热油易在炉管内部结焦, 使设备内径变小, 管壁热阻增加, 物料流动压降增大, 导致炉管的传热速率下降, 热效率降低, 造成能源浪费, 且缩短设备使用寿命。结焦严重时, 还会造成炉管内外温差加大, 当炉管的外壁温度达到600~700℃时, 可烧穿炉管, 甚至导热油外泄而引起火灾, 造成

设备损坏及人员伤亡。因此, 热油炉的维护和清洗十分重要。

笔者根据实际经验, 提出一种简单实用的油垢清洗方法, 旨在为人造板企业安全生产和降低能耗提供借鉴。

1 热油炉导热油结焦的原因

随着温度的升高和加热时间的延长, 导热油不断释放出氢, 其碳氢比、分子量和重度逐渐增大, 由液体焦油转变为沥青质, 进而转变为碳氢质, 再进一步生成高分子焦炭。

在使用过程中, 导热油结焦的主要原因如下。

1) 超高温加热

当导热油出口温度达不到生产要求时, 操作工通常会增加给煤量, 加大风量, 造成超高温加热。当油温高于油膜温度时, 热裂解加速, 从而导致热油炉管结焦。严重时还会烧弯、烧裂炉管。

2) 热油炉进出口温差大

当导热油温差过大时, 易引起油温波动, 使导热油的质量和流速降低, 导致油膜增厚。炉管壁油膜温度超过导热油自身允许的油膜温度时, 导热油就

收稿日期: 2010-06-18; 修改日期: 2011-03-19

作者简介: 姜韬(1962—), 男, 河北省木兰围场国有林场管理局科研所所长, 高级工程师。

通讯作者: 李云飞, 男, 河北省木兰围场国有林场管理局工程师。

会发生热裂解、缩合和聚合,使油液黏度、胶质增加,残炭增高,油质变坏,结焦堵塞。

3) 突遇停电时未及时采取应急措施

目前国内厂家绝大多数使用的是燃煤热油炉,突然停电时就立即停止加煤,但炉膛内的耐火材料大量蓄热,炉内温度很高,而炉管内的导热油是停滞的,此时,油管中的油温骤然上升,使得导热油裂解破坏,并引起炉管受热变形。

4) 导热油在炉管中的流速过低

若流体处于停滞状态,边界增厚,要达到预定温度,热强度增大,当炉管壁温度超过油膜温度时,导热油就会发生积碳、结焦,甚至烧坏炉管。

导热油在炉管中必须处于湍流状态,根据流体力学的理论^[3],只有当流体(介质)的雷诺准数 $Re > 4\,000$,才能处于湍流状态。

$$Re = dv\rho/\mu$$

式中: d —炉管内径, m ; v —导热油的流速, m/s ; ρ —导热油密度, kg/m^3 ; μ —导热油黏度, m^2/s 。

从上式可知,热油炉管道内径 d 一定,导热油的 ρ 、 μ 基本不变,则 Re 主要取决于导热油的流速。湍流越强烈,边界层越薄,热阻小,热效率越高。

通常情况下,导热油炉使用 3 年以上,如果发现热油炉进出口温差 $> 35\,^{\circ}C$,循环泵泵压升至 $0.2\,MPa$,流量降低 15% ,热油炉能耗上升 10% ,油温达不到用热设备所需要的工艺温度时,说明热油炉结垢严重,必须停炉清除油垢后方可重新启用。

2 导热油炉油垢清洗实例

2.1 油垢的主要类型

笔者根据对河北省某人造板厂一台使用 8 年的导热油炉($200\,kJ$)的检查情况,将炉内结垢的类型归纳为如下 3 类。

1) 糊状胶油垢 一般在长期正常使用中形成,为附着力较强的高分子黏结体油垢,存在于炉内管壁上及输油管壁上。生成温度 $100\sim 300\,^{\circ}C$ 。

2) 颗粒状焦油垢 多产生在炉内管径较细的部位,如传压导管、预热蛇形管内^[3]。系结焦与炭化的油垢,大部分是焦质与沥青,含有少量有机聚合物,通常在较高温度范围($200\sim 400\,^{\circ}C$),或在骤冷时脱氢缩合,由液态焦油转化,形成微粒状结焦。

3) 片状焦碳垢 是炉内金属管壁上一层附着力很强的积碳,也是最严重的一种结垢。其形成是在 $> 400\,^{\circ}C$ 的高温下,焦油垢继续脱氢缩合,逐步石墨化,

并从疏松的积炭逐步转化成坚硬的积碳。

除糊状胶油垢会单独出现在结垢较轻的导热油供热系统内,大多是两种类型以上油垢组成的。如外层是胶油垢,中层是焦油垢,内层是焦碳垢,则清洗时需要针对实际情况制定除垢方案。

2.2 油垢的分布情况

在对热油炉的清洗除垢过程中发现,管道内的油垢呈不均匀状态分布,油垢的形成厚度与其受热温度成正相关。越靠近热源中心,形成的焦碳垢越严重。

盘管在热油炉内直接受热,温度最高,因此,盘管内主要为焦碳垢,管壁内的焦碳垢亦较严重;循环管道、阀门、过滤器、汽液分离器、用热设备等处多以胶状油垢和焦油垢的状态分布。

2.3 油垢的清除方法

1) 糊状胶油垢、颗粒状焦油垢

① 用高沸点石油类溶剂——煤油作为清洗剂,价廉且不易燃,石油类溶剂与油垢均为有机物,对糊状胶油垢、颗粒状焦油垢有较强的溶解能力。

② 连接齿轮泵、回流槽(注入 $300\,kg$ 煤油)、过滤器、汽液分离器、用热设备与锅炉组成循环清洗系统。清洗 $3\sim 4\,h$ 后,可发现煤油颜色变黑,回流槽底部有大量的石墨微粒沉淀。

③ 检查炉管内壁,如已显金属本色,说明除垢效果良好,最后用氮气吹扫炉管内残留的煤油。

2) 片状焦碳垢

目前还没有经济、高效、环保的溶剂能够快速彻底地溶解焦碳垢,因此,只能采用机械除垢法。

先用小号手锤沿结有积炭的炉管反复敲击,积炭会成片状从炉管壁上脱落。后用化学循环清洗设备冲洗炉管内壁,清理出片状积炭。对炉管进行反复敲击,将片状积炭逐次清理出来。

对积炭较严重,或炉管较细的部位,如传压导管、预热管,一次敲击脱落的积炭过多,易将炉管堵死,无法靠齿轮泵的压力($< 0.4\,MPa$)将积炭冲出来。如果发生积炭将炉管堵死的情况,可用高压氮气,对堵塞炉管进行加压冲击。一般在 $1.5\,MPa$ 压力下即可冲开堵塞。操作时严密注意氮气瓶上压力表数值,开启阀门加压的压力,不得超过炉管设计使用的最大压力,以防止炉管受到损伤。

最后用氮气冲扫炉管内残留的煤油。

2.4 除垢效果评价

该导热油炉在检修清洗前,加热循环系统严重结焦,流量下降到 $38\,m^3/h$,与实际生产要求 $80\,m^3/h$

流量相差甚远,循环泵出口压力出现大范围波动,进出口压力差达到 0.3 MPa,温差达到 40 ℃,造成热压机压板温度达不到要求,严重影响了正常生产。表 1 是清洗前后导热油炉的参数对比。

表 1 导热油炉清洗前后的参数对比

Tab. 1 Performance of oil heat furnace before and after cleanout

热油炉	热煤 流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	循环泵进 出口压力 差/MPa	进出口 温差/ ℃	结焦 状况	耗煤量与 出厂设计 标准对比
清洗前	38	0.30	40	结焦严重	高出 30%,
清洗后	100	0.06	15~20	可拆卸部位 能见金属表面	基本达标

由表 1 可以看出,清洗后导热油流量提高了 1.6 倍,进出口压力差降低了 80%,进出口温差降低了 50%以上。

采用上述除垢方法,清除出的大焦块达 7.5 kg。清洗所用的煤油和一瓶氮气的费用仅 3 000 元左右,且使用后的煤油经过沉淀大部分可以重复利用,此方法操作简便、安全,仅需 3 天即可完成。

3 防止导热油炉结垢的措施

1) 导热油炉在升温初始阶段,加热速度要缓慢、平稳,在 95 ℃ 以下时,升温速度以 30~40 ℃/h 为宜。在正常运转过程中亦不可超高温加热。

2) 控制热油炉进出口温差在 15~30 ℃ 为宜,若发现热油炉进出口温差太大,必须查明原因,必要时须停炉检修。

3) 为应对突然停电,建议配套紧急停电安全装置,即在导热油循环系统中,增设一组与基本油路并联的冷却油路,该油路的热油泵由一台柴油机或汽油机带动,使热油转道冷却油路系统中继续循环,直到油温降至 80 ℃ 以下。

4) 严格控制导热油在炉管中的流速或流量,是有效地延长炉管寿命的重要措施。关于导热油在炉管中的流速,国外推荐流速为 2~4 m/s。

根据我国《有机载热体加热炉安全技术规程》的规定,为了避免导热油局部过热,液相炉中的导热油的流速,在炉管内辐射段(炉内盘管直接受热部分)为 2~4 m/s,对流段(炉体外循环的管道)为 1.5~2.5 m/s。

参考文献:

- [1] 罗斌华,李艳莉,钟理. 导热油油垢清洗研究[J]. 清洗世界, 2004, 20(1): 29-30.
- [2] 姜韬. 导热油炉运行中应注意的几个问题[J]. 木材工业, 2000, 14(5): 31-32.
- [3] 戴干策,陈敏恒. 化工流体力学[M]. 北京:化学工业出版社, 2005: 85-120.

(责任编辑 张一萍、姜征)

行业简讯

第 13 届中国国际地面材料及铺装技术展圆满闭幕

2011 年 3 月 22—24 日,第 13 届中国国际地面材料及铺装技术展览会上海圆满落幕。此届展会的主题是“关注创新、尊重自然”,成功吸引近 1 060 家参展企业,展览面积达 10.7 万 m^2 ,较上届面积增加了 15%,其中,木地板展区达到 2.2 万 m^2 (约 4 个馆),成为展会最大的板块。

据主办方统计,约 4 万名专业观众参观展览。主办方报告显示,本届展会专业观众的质量得到了明显改善,较去年观众的专业化程度更高。许多展商在展会期间签订了全年最重要的订单。

本届展会亮点:LVT 豪华片材的连接技术、速生材及针叶树材的加工工艺、竹材表面改良型纹理、地板染色系统等创新产品展示;首次引入创意铺装展示区,分别针对不同地材产品进行铺装演示;地材生产

技术专区展示了地材从生产到安装及维护保养的整个过程;地板铺装及保养专区涵盖安装工具、木质精油、地板蜡等地板安装、维护及保养产品;首次设立“创新之墙”,对参展的新型产品进行集中展示。

展览会期间,横林地板馆开幕式、安吉全竹家居馆开馆仪式、绿色建材与设计论坛、竹材与建筑应用国际圆桌会暨品牌竹地板联盟新闻发布会等为展会增色不少。

中国国际地面材料及铺装技术展览会,已成为亚太地区规模最大、全球规模第二的地面材料及铺装技术展会。

下届展会将于 2012 年 3 月 27—29 日,在上海新国际博览中心召开。

本刊讯