

# 蜂窝式电捕焦油器常见故障分析及解决措施

武 龙

中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017200

**摘 要:** 本文介绍了蜂窝式电捕焦油器基本结构与工作原理,分析了电场故障、净化效率下降、设备部件损坏等常见故障类型及成因,并提出了针对电场故障、提升净化效率、处理设备部件损坏的解决措施,同时给出了日常维护、定期检修、运行参数监控等预防与维护建议,以保障设备稳定运行。

**关键词:** 蜂窝式电捕焦油器; 常见故障; 解决措施; 预防维护

引言: 蜂窝式电捕焦油器在焦化、煤气净化等行业广泛应用,其净化效果直接影响后续生产。然而,设备在运行过程中会出现各种故障,影响正常生产与净化效率。深入了解其基本结构与工作原理,分析常见故障类型及成因,并采取有效解决措施和预防维护手段,对保障设备稳定运行至关重要。

## 1 蜂窝式电捕焦油器基本结构与工作原理

### 1.1 基本结构

蜂窝式电捕焦油器核心结构由蜂窝状沉淀极构成主体净化空间。沉淀极由若干正六边形蜂窝管并排组合而成,管体采用金属材质,管壁光滑均匀。相邻蜂窝管之间通过焊接固定,形成紧密排列的蜂窝状结构,整体呈现规则的几何布局。这种结构设计可增大沉淀面积,提升焦油雾粒子的吸附效率<sup>[1]</sup>。电晕极位于每个蜂窝管的中心位置,通常采用高强度金属丝制成。金属丝直径较细,两端通过绝缘子固定在设备上下端的框架上,保持垂直绷紧状态。电晕极与沉淀极之间保持精准间距,确保电场分布均匀。外壳作为设备的外部防护与支撑结构,采用钢板焊接而成。外壳形状与内部蜂窝管组适配,形成封闭空间。外壳表面做防腐处理,可抵御外部环境及内部气体的侵蚀。外壳顶部设有检修口,便于内部部件的安装、维护与更换。绝缘子安装在设备顶部和底部的绝缘箱内,采用耐高温、耐高压的陶瓷材料制成。绝缘子将电晕极与外壳及其他金属部件隔离开,防止电流泄漏。绝缘箱内部保持干燥清洁,避免因受潮或沾染灰尘影响绝缘性能。设备还包括气体进出口管道,分别连接在外壳的两端。进口管道设有导流装置,使含焦油雾的气体均匀进入蜂窝管内。出口管道则连接后续处理系统,将净化后的气体输送出去。底部设有焦油排放口,用于收集沉淀极上脱落的焦油。

### 1.2 工作原理

含焦油雾的气体从进口管道进入设备内部,经导流

装置引导,平稳均匀地流入蜂窝状沉淀极的蜂窝管内。电晕极与沉淀极之间通以高压直流电,电晕极周围形成强电场。在强电场作用下,电晕极表面发生电晕放电现象,使周围空气分子电离产生大量电子与离子。这些电子与离子在电场力作用下向沉淀极移动,途中与焦油雾粒子碰撞接触,使焦油雾粒子带上电荷。带电的焦油雾粒子受电场力牵引,朝着极性相反的沉淀极移动。随着移动距离增加,粒子不断靠近沉淀极管壁。当接触到管壁时,电荷转移到沉淀极上,焦油雾粒子失去电性,因自身粘性吸附在管壁表面。随着运行时间延长,沉淀极管壁上的焦油逐渐积聚增厚。达到一定厚度后,在重力作用下,焦油沿管壁滑落,汇集到设备底部,通过焦油排放口排出。净化后的气体则从出口管道流出,完成整个气体净化过程。整个工作过程中,电场强度的稳定性至关重要。电场强度不足会导致焦油雾粒子带电不充分,影响吸附效果。电场分布不均则可能使部分区域净化不彻底,降低整体净化效率。

## 2 常见故障类型及成因分析

### 2.1 电场故障

电场短路是运行中较易出现的问题。沉淀极与电晕极之间距离过小会直接导致短路,安装时若间距调整不到位,或长期运行后电晕极因振动发生偏移,都可能使两者距离缩小至临界值以下。有异物进入电场也会引发短路,气体中夹杂的金属碎屑、大块杂质随气流进入蜂窝管,一旦卡在沉淀极与电晕极之间,便会形成导电通路。电极变形同样会造成短路,沉淀极管体受外力撞击出现凹陷,或电晕极金属丝因张力不足发生弯曲,都可能使两极接触。电场电压低会影响设备正常运行。绝缘子污染或损坏是常见原因,绝缘箱密封不严导致灰尘进入,或焦油蒸汽凝结在绝缘子表面,都会降低其绝缘性能。绝缘子出现裂纹或破损时,绝缘效果大幅下降,难以维持高压电场。电极表面有油污堆积会导致电压降

低,长期运行中若清理不及时,焦油在电极表面形成导电层,使电场内阻增大。电源设备异常也会造成电压偏低,变压器输出功率不足,或控制电路元件老化,都会使供给电场的电压无法达到设定值。

### 2.2 净化效率下降

焦油捕集量减少会直接反映净化效率问题。电场强度不足是重要成因,电源电压不稳定或电晕极表面因腐蚀出现损伤,都会导致电场强度减弱,无法使足够多的焦油雾粒子带电。气流分布不均匀会影响捕集效果,进口导流装置损坏使气体在蜂窝管内流速不一,部分区域气流过快,焦油雾粒子来不及被吸附便随气体流出。电极表面吸附的焦油未及时清理,会形成较厚的油层,遮挡电极表面,降低电场对新进入粒子的作用能力。出口气体中焦油含量超标意味着净化效果未达预期。电晕极放电效果差会导致这种情况,电晕极金属丝磨损变细,或表面附着过多杂质,都会使电晕放电强度减弱,无法充分电离空气分子。沉淀极表面积不够也会影响捕集效果,设备选型与处理气体量不匹配,或部分蜂窝管因堵塞无法发挥作用,都会导致有效沉淀面积不足。设备运行参数设置不合理同样会造成出口焦油超标,电压电流调整不当使电场强度偏离最佳范围,或气体在设备内停留时间过短,都无法充分完成焦油捕集。

### 2.3 设备部件损坏

绝缘子损坏会影响设备绝缘性能。温度变化剧烈是常见诱因,设备启动或停机时,绝缘子受到骤冷骤热冲击,材质内部产生应力,长期积累易导致破裂。被油污污染后,绝缘子表面形成导电膜,高压电场下易发生击穿现象,造成绝缘子损坏<sup>[2]</sup>。安装时若受力不均,绝缘子局部承受过大压力,也会逐渐出现裂纹。电极腐蚀或变形会破坏电场结构。气体中含有腐蚀性成分时,电极长期接触会发生化学腐蚀,金属表面逐渐损耗变薄。长时间运行后电极材料疲劳,电晕极金属丝因反复受力出现塑性变形,沉淀极管体在气体压力与温度变化作用下发生鼓包或弯曲。安装时受力不均也会导致电极变形,固定点位置偏差使电极承受额外应力,运行中随着振动逐渐显现变形。

## 3 相应解决措施

### 3.1 针对电场故障的措施

处理电场短路需从调整电极状态入手。先停机断电,拆除设备顶部检修口盖板,使用专用工具测量沉淀极与电晕极之间的实际距离。根据设备设计标准,通过调节电晕极两端的固定装置,将间距调整至规定范围。操作时需逐根检查蜂窝管内的电极间距,确保每一处都

符合要求。若发现电场内存在异物,可借助长柄工具伸入蜂窝管内将其取出,对于卡在缝隙中的细小杂质,可用压缩空气吹扫清理。遇到变形的电极,沉淀极管体出现凹陷时,使用液压顶杆缓慢顶推恢复原状,若变形严重无法修复则更换新的蜂窝管。电晕极金属丝弯曲时,松开两端固定点重新绷紧,断裂或磨损严重的应整体更换。解决电场电压低问题需分步骤操作。先检查绝缘子状况,打开绝缘箱,用干净抹布擦拭绝缘子表面的油污和灰尘,若发现绝缘子有裂纹或破损,直接更换新的绝缘子。更换后需确保绝缘箱密封良好,防止再次污染。电极表面的油污堆积时,停机后采用蒸汽吹扫或专用溶剂清洗,清洗过程中注意保护电极结构,避免造成损伤。针对电源设备异常,先检查变压器输出电压是否正常,若存在偏差及时调整。控制电路中的老化元件,如接触器、继电器等,逐一检测性能,失效的予以更换,确保电源系统稳定输出。

### 3.2 提升净化效率的措施

增加焦油捕集量需多方面协同调整。电场强度不足时,通过调节电源控制装置,逐步提高电压电流至设计范围内的最佳值,同时观察电极运行状态,避免因强度过高引发火花放电。气流分布不均匀时,检查进口导流装置的完好性,若叶片变形或损坏及时修复,必要时重新设计导流结构,使气体进入蜂窝管时流速均匀一致。电极上的焦油需定期清理,可采用机械刮除或高温蒸汽冲刷的方式,清理周期根据运行情况确定,确保电极表面保持清洁,不形成厚油层。清理后的焦油通过排放口收集处理,防止二次污染。降低出口气体焦油含量需针对性采取措施。电晕极放电状况不佳时,检查金属丝表面是否有磨损或杂质附着,磨损严重的更换新的电晕极,附着的杂质用软刷清理干净。安装时确保电晕极处于蜂窝管中心位置,保证放电均匀。沉淀极表面积不足时,检查所有蜂窝管是否通畅,对堵塞的管道进行疏通,无法疏通的更换新管。若设备处理量超过设计负荷,需评估是否需要增加设备数量或更换更大规格的设备。运行参数设置不合理时,根据气体中焦油含量调整电压和电流,同时计算气体在设备内的停留时间,通过调节进气量使停留时间满足净化要求。

### 3.3 处理设备部件损坏的措施

应对绝缘子损坏需注重预防与更换。设备运行环境温度波动较大时,在启动和停机过程中缓慢调节温度,避免骤冷骤热。在绝缘箱内安装温度控制装置,维持稳定的温度环境。日常巡检中及时清洁绝缘子,发现表面有油污时立即擦拭干净,防止形成导电膜。绝缘子出现

破裂或击穿现象时,立即停机更换,更换时注意安装力度均匀,避免因受力不当造成新的损坏。更换后的旧绝缘子妥善处理,防止材质残留污染<sup>[3]</sup>。处理电极腐蚀或变形需从材料和安装入手。气体中含有腐蚀性成分时,选用耐腐蚀性强的合金材料制作电极,或在普通电极表面涂覆防腐涂层,增强抗腐蚀能力。定期检查电极状态,电晕极金属丝出现塑性变形时及时更换,沉淀极管体鼓包或弯曲的,采用矫正工具修复,无法修复的更换新件。电极安装时重新调整固定点位置,使用水平仪和卷尺确保电极垂直度和间距符合标准,固定螺栓的松紧度保持一致,避免局部受力过大。安装完成后试运行,观察电极在运行中的稳定性,出现异常及时调整。

#### 4 预防与维护建议

##### 4.1 日常维护

日常需关注电极间距变化。停机状态下,使用专用量具测量沉淀极与电晕极之间的距离,确保每处间距符合设备设计标准。发现间距异常时,及时调整固定装置,维持电极相对位置稳定。设备内部部件清洁不可忽视。定期打开检修口,清理蜂窝管内壁附着的焦油和杂质,可采用软毛刷或压缩空气处理,避免刮伤管壁。电晕极表面的灰尘和油污需及时擦拭,保持电极导电性能良好。绝缘子状态需重点观察。每日巡检时查看绝缘箱密封情况,打开箱门检查绝缘子表面是否洁净,有无裂纹或放电痕迹。发现表面污染及时清洁,确保绝缘性能不受影响。气体进出口管道也需检查。观察管道连接部位是否严密,有无气体泄漏现象。清理管道内的积垢,保证气体流通顺畅,避免因堵塞影响气流分布。

##### 4.2 定期检修

电源系统检测按固定周期开展。断开总电源后,检查变压器接线柱有无松动,接线端子氧化的用细砂纸打磨干净。测试高压控制柜内的元器件,接触器触点磨损严重的更换新品,保险丝规格与电路匹配。高压电缆绝缘层进行耐压测试,出现破损的立即更换。电极腐蚀和变形情况需全面排查。电晕极金属丝逐根检查,发现有锈蚀痕迹的用钢丝刷清理,直径变细超过标准的整体更换。沉淀极管体用直尺测量直线度,局部凹陷的用液压工具缓慢顶起矫正,变形严重的更换新管。电极固定

框架的螺栓逐一紧固,防止运行中出现松动。老化部件更换需及时彻底。绝缘子使用满规定年限后,无论外观是否完好均全部更换,新绝缘子安装前进行绝缘性能测试。设备上的密封件如橡胶垫圈、O型圈等,出现硬化或裂纹时立即更换,更换后检查密封部位是否严密。

##### 4.3 运行参数监控

电场电压和电流需实时监测。通过仪表盘观察电压电流数值,每小时记录一次数据。数值出现波动时,检查电源输入是否稳定,电极是否有异常放电。电压突然下降时,优先排查绝缘子是否击穿或电极是否短路。进出口气体流量需保持稳定。流量监测装置显示数值偏离设定范围时,检查进口阀门开度是否正常,管道内有无堵塞物。流量过大时适当关小阀门,过小时检查风机运行状态,确保气体在设备内的停留时间符合设计要求。设备运行温度需重点关注。沉淀极表面温度通过红外测温仪测量,超过规定值时启动冷却风机。绝缘箱内温度过高的话,检查加热装置是否误动作,必要时打开通风孔降温。环境温度过低时,开启保温装置防止绝缘子表面结露。设备运行声音需仔细辨别。正常运行时的嗡嗡声应均匀稳定,出现异常杂音时,检查电晕极是否松动,蜂窝管内是否有异物。声音突然变大伴随振动时,立即停机检查电极是否接触或设备基础是否松动。

##### 结束语

蜂窝式电捕焦油器常见故障多样,成因复杂,但通过采取针对性解决措施及有效的预防维护手段,可降低故障发生率,保障设备稳定运行。企业应重视设备的日常维护、定期检修与运行参数监控,及时处理故障隐患,提高设备净化效率,为生产安全与环保达标提供有力支持。

##### 参考文献

- [1]周庆鑫,吕明,王晓楠,等.蜂窝式电捕焦油器常见故障分析及解决措施[J].鞍钢技术,2021,(03):58-60+65.
- [2]薛建勋,王兴飞,薛路舟,梁有仪.大型电捕焦油器故障分析及应对措施[J].燃料与化工,2021,52(04):38-39+63.
- [3]孙水江.电捕焦油器危险性分析及安全对策措施[J].设备管理与维修,2019(24):123-124.