

光纤预制棒生产废气处理系统的改造

赵珊珊

(江苏法尔胜光子有限公司 江苏, 江阴 214434)

摘要: 随着江苏法尔胜光子有限公司 40 吨光纤预制棒扩能技改项目的开展, 产量翻番, 废气量剧增, 却要达到更高的环保标准。本文就废气处理系统的改造, 从电除尘器本体、高压供电装置、变频风机控制、以及废水处理的水量平衡等主要新增、改造的设备方面进行了的阐述, 着重对新设计的湿式列管式电除尘器, 选用 HL-3 高压供电装置的工作原理和优点, 以及变频风机的控制进行了详细的分析。改造后的废气处理, 经过三级除尘的废气排放明显优于更为严苛的 DB11/501-2007 北京市《大气污染物综合排放标准》。

关键词: 光纤预制棒; 电除尘器; 三级除尘

1 光纤预制棒生产废气的特点:

生产光纤预制棒生产过程中会产生大量的含氯化氢和二氧化硅粉尘的废气, 需经过处理达到国家及地方的标准后方可排放。

光棒生产的废气特点:(1) 产生的二氧化硅粉尘颗粒小, 粒径在 5~10 μm 左右, 粉尘量大;(2) 腐蚀性强, 废气中含有氯化氢、氯气。(3) 设备排放的废气温度高 (250 $^{\circ}\text{C}$ 以上);

2 主要改造设备简述

随着产能的扩大、酸性废气废水对设备的腐

蚀, 设备的除尘效率下降, 原来的废气处理系统已远远不能满足要求。我们根据工艺排放的实际情况, 结合当前设备使用效能评估和设备状况, 在保留部分设备的基础上, 对老的电除尘器、高压供电装置、风机、废水处理的水量平衡进行了改造, 克服场地的限制, 增加一台湿式列管式电除尘器实现三级除尘, 增加一级洗涤塔再次中和酸性气体。

废气处理工艺流程: 废气 \rightarrow 三级电除尘 \rightarrow 两级洗涤塔 \rightarrow 风机 \rightarrow 排放

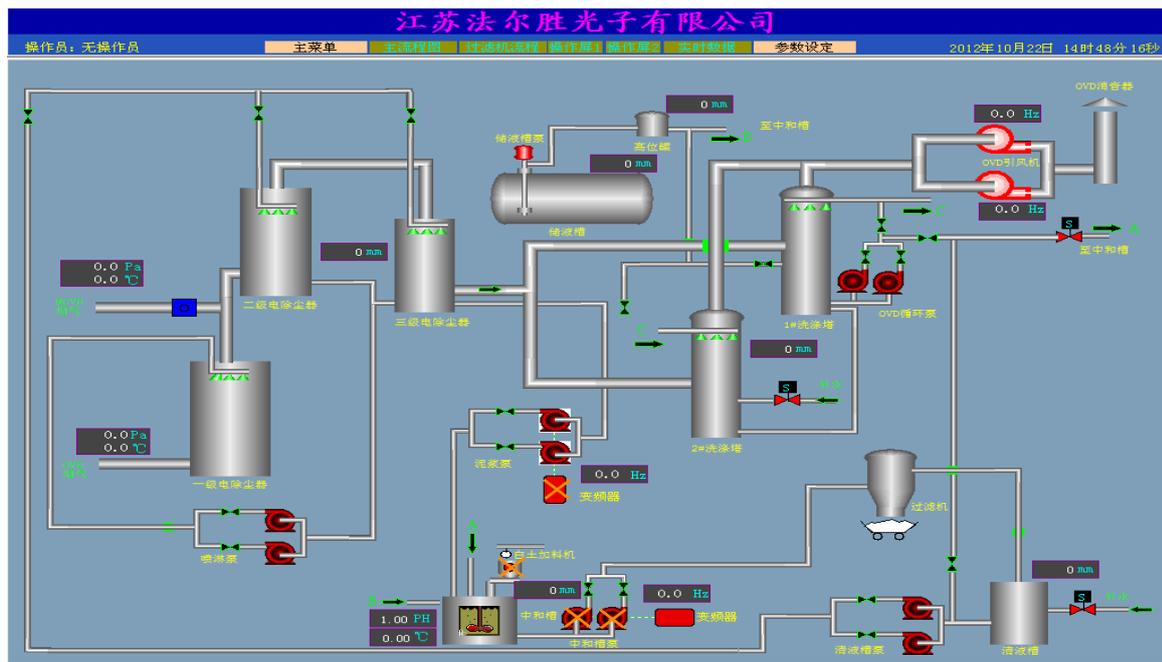


图 1 废气处理系统监控画面



3 湿式电除尘器本体

3.1 采用湿式电除尘器的优点：

(1) 由于电除尘在工作时，集尘过程风阻基本不变，不会使排风量产生扰动，所以能满足工艺废气排放高稳定性的要求；(2) 废气粉尘单一，主要物质为 SiO_2 ，其比电阻大，但其有良好的亲水性能，所以可用高压喷淋雾化水嘴连续喷淋增湿来降低粉尘的比电阻，提高电除尘器的处理效果；(3) 废气温度较高，湿式喷淋系统能够有效降低废气温度；(4) 湿式喷淋系统有效吸收部分酸性气体，降低洗涤塔吸收中和酸性气体的负荷。

3.2 基于湿式电除尘器的优点，在改造时还是沿用了湿式电除尘结构，但是在设计和结构上有许多新特点：

(1) 立柱和大梁采用整体式框架结构，强度大；壳体直接安装在立柱、大梁内侧，壳体使用玻璃钢树脂板制成，整体用玻璃钢树脂密封，钢结构无金属部分外露，以防 HCl 、 Cl_2 酸性气体腐蚀；(2) 更多的列管：新电除尘设计 196 个列管，能够大大地提高除尘效率。(3) 电晕极采用 $\phi 10\text{MM}$ 纯钛螺杆，产生足够强而稳定均匀的电晕电流密度，不再使用 $\phi 4\text{MM}$ 的钛丝，因钛丝在运行时在电场中剧烈抖动极易断丝，造成故障。下端用玻璃钢框架连接并挂重锤，以防止电晕线晃动；电晕线在阴极吊挂臂上全部用纯钛槽板连接，保证导电性能且满足防腐要求；(4) 阴极吊挂采用密封装置，绝缘件采用石英套管，电瓷支柱，使电除尘器的绝缘强度大为提高，同时电极箱采取暖风正压控制，杜绝“爬电”现象；(5) 阳极收尘板由玻璃钢树脂掺碳素纤维制成，导电性能好；其制作为整体结构，利于提高水膜导电性能；(6) 采用进口螺旋喷嘴，高压雾化喷淋同时完成。雾化增加废气粉尘湿度，提高除尘效率，喷淋冲洗收尘板，及时冲洗掉收尘板上的积尘，并形成水膜导电；(7) 改造后，三台湿式电除尘器串联运行，经过三级除尘后，除尘效率得到了极大的提高。单台故障时，在适当降低生产负荷的情况下，也能做到达标排放，保证了生产的连续性。

4 高压供电装置

改造后的电除尘器，配套的高压供电装置为 HL-3 型恒流高压直流电源，主要工作原理为电网

输入的交流正弦电压，通过 L-C 恒流变换器，转换为交流正弦电流，经升压、整流后成为恒流高压直流电流源给电除尘器电场供电。与传统的可控硅移相控制的高压直流电源相比，有以下优点：

(1) 运行稳定，可靠性高，能长期保持收尘效率，能承受瞬态及稳态短路。当电场产生火花放电时，由于电源输出电流是“恒流”的，电场中的电流不会增加，而电网输入电流却大大减少，仅为额定值的 10%，确保了电源设备的安全。同时，由于“恒流”，使得放电通道自动消失，不过渡到弧光放电，保护了电晕线、辅助电极和收尘极；(2) 能适应工况变化，轻而易举地实现电压自动跟踪，而不需要任何反馈控制电路。当电场中的粉尘浓度增加、流速加快时，电场呈高阻状态，由于输出电流“恒定”不变，电场中的电压会自动上升，电场获得更多的电能，净化效果好；并能有效克服电晕电流“闭塞”现象，当阴极肥大或集尘极积尘加厚时，电压同样会自动上升；(3) 运行电压高，并能抑制放电，对机械缺陷不敏感；(4) 电源结构简单，采用并联模块化的设计，检修方便，电源故障率低；(5) 有快速过压保护，响应时间 $\leq 1\text{ms}$ ，能自动报警和跳闸；(6) 功率因数高 $\cos \Phi > 0.90$ ，而且不随运行功率水平变化，节能效果明显。电除尘器配套高压供电装置，采用 HL-3 型 80KV/1000mA 的恒流高压直流电源。从实际使用情况来看，二次电压在 70-75KV 左右，除尘效果就比较理想了。

5 变频风机控制

随着设备的大量增加，生产排放的废气量随之增加，根据对所有设备的排放统计，选购了 45000M³/h 的全玻璃钢风机，风机蜗壳全部采用玻璃钢制成，叶轮采用金属全覆玻璃钢树脂纤维，既满足机械强度要求又防腐耐磨。

配套电机为 90KW 西门子贝得变频电机，变频器选用丹佛斯 FC302 系列，风机及变频器各两台，一用一备，互为备用。风机控制软件原理如下：在车间排放至第一级电除尘的总管上安装测试风压的负压传感器，PLC 将风压传感器测得的风压值与设定值比较后，输出 4-20mA 的信号控制变频器的频率输出，从而控制风机的转速，使得车间排放总管负压基本维持在 -960Pa 左右。一旦车间工

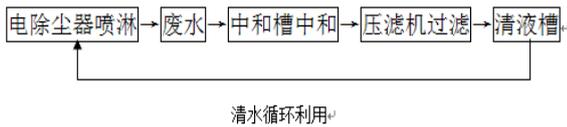
况有变化，风压有波动，PLC 自动调整变频器的频率输出，维持风压的稳定。设置合理的 PID 参数很重要，能有效地避免或抑制自动调整时风压出现大的振荡。

一旦运行的风机或相关设备发生故障，总管风压大于 -250Pa，备用的另一台风机立即启动，使得车间排放总管负压基本维持在 -960Pa 左右。这样使得生产的连续性得到保证，避免产品中断报废，另一方面有效避免了废气因排放不及时而扩散在车间内，危及人身安全和设备安全。

6 废水处理的水量平衡

湿式电除尘技术需对废气进行增湿喷淋，废水中含有大量的二氧化硅粉尘且吸收了部分的氯化氢、氯气，所以必须进行废水的处理。

废水处理工艺流程：



电除尘雾化喷淋的水含有大量的二氧化硅粉尘且吸收了部分的氯化氢、氯气，呈酸性。在中和槽中与加入的碱液中和，PH 值达到 7-9，中和后的废水加入助滤剂经压滤机过滤，得到的清水回到清液槽，再次供给电除尘增湿喷淋，如此循环。

为避免水循环过程中由于水量不平衡出现的废水溢流、打空泵现象，将泥浆泵和中和槽泵都安装了变频器，实现变频控制。在系统的各个容器中装置了液位传感器，接入 PLC 自动控制系统，来驱动泥浆泵和中和槽泵的变频器。根据液位来控制泵的运行频率，维持水量平衡，可以有效地防止和控制废水的无序排放。

经过本次改造，废气处理系统已经安全稳定

运行了近一年，2013 年 9 月经环境监测部门检测，粉尘排放浓度 8.89mg/m³，排放速率为 0.29kg/h，氯化氢排放浓度小于 0.9mg/m³，均达到并大大优于 DB11/501-2007 北京市《大气污染物综合排放标准》，而且整个系统无需专人照看，基本实现自动运行。

参考文献：

[1] 胡艳, 徐晶晶, 袁春伟, 等. 负载纳米二氧化钛的弥散光纤在光催化废水处理中的应用 [J]. 科学通报, 2005, 50(19): 2169-2173.

[2] 陈晓玲. 铝型材废水治理工程的设计与运行 [J]. 云南环境科学, 2003, 22(Z1): 143-144.

[3] 乔京雯, 唐为亮. 光纤废水处理工程设计 [J]. 环境工程, 2003, 21(2): 26-27.

[4] 王立军, 张伟, 李强. 基于振动信号分析的变压器铁心故障诊断方法 [J]. 高电压技术, 2021, 47(5): 1823-1831.

[5] 陈明, 刘洋, 黄志鹏. 变压器铁心多点接地故障在线监测系统的设计 [J]. 电力系统自动化, 2020, 44(12): 178-185.

[6] 国家电网公司设备管理部. 电力变压器典型故障案例分析 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2022: 56-72.

[7] 李振华, 吴晓东. 基于红外成像的变压器铁心故障诊断研究进展 [J]. 电工技术学报, 2023, 38(2): 412-423.

[8] IEEE Standards Association. IEEE Guide for Diagnostic Field Testing of Fluid-Filled Power Transformers, Regulators, and Reactors: IEEE Std C57.152-2019 [S]. New York: IEEE, 2019.

[9] 张建国, 王丽娜. 油浸式变压器铁心接地故障特征及处理 [J]. 变压器, 2021, 58(3): 45-49.

[10] 周永强, 赵明, 孙伟, 等. 基于深度学习的变压器故障智能诊断 [J]. 中国电机工程学报, 2022, 42(10): 3728-3737.