

湿式静电除尘器在生物质锅炉烟气净化中的应用

李瑰萍

摘要：分析了生物质锅炉燃烧后烟尘的特性，总结应用湿式静电除尘器治理生物质锅炉烟气的经验，通过合理设计湿式静电除尘器各系统，保证静电除尘器运行稳定、可靠，使人造板生物质锅炉废气达标排放。

1概述

随着国家环保要求逐渐趋严，目前小型燃煤工业锅炉逐步要求改为燃用木屑、谷壳、生物质颗粒等生物质燃料，在气源充裕的地区国家目前要求煤改气。针对生物质燃料锅炉因含氧量高，按现行排放标准，还不能达标的状况，相关部门正在制定相关生物质燃料锅炉的排放标准。目前生物质锅炉排出的废气工厂业主普遍采用水膜除尘器进行净化。随着经济社会的发展，环保排放要求的不断提高，水膜除尘、旋风除尘等已无法满足国家新的环保排放要求，需采取新的环保治理设施。由于生物质锅炉采用布袋除尘器经常会出现烧袋事故，已经被逐步淘汰。采用湿式静电除尘器净化生物质锅炉烟气，燃烧产生的灰渣回收后用作肥料，可实现良好的经济效益和环境效益。

某人造板厂生物质锅炉规格为10t/h，燃料为胶合板生产产生的木屑等边角料，锅炉废气选用湿式静电除尘器进行净化，通过对静电除尘器各系统进行合理设计，除尘器投运后，经一段时间的试运行与调整，设备正常运转，使用效果良好。

2生物质燃料成分及灰份分析

生物质燃料是由可燃质、无机物以及水分组成，主要含有碳(C)、氢(H)、氧(O)及少量的氮(N)、硫(S)等元素，并且含有灰分以及水分。

木屑生物质各种成分如下：碳含量相对较低(约为40%~45%)，尤其固定碳的含量低，易于燃烧；含氢量多(约为8%~10%)，挥发分高(约为75%)；含硫量少于0.02%，燃烧时不必设置烟气脱硫装置，降低了成本，又有利于环境的保护；含氮量少于0.15%，NO_x排放完全达标；灰分极低，只有1%左右。木屑燃烧后灰份分析见表1。

表1 木屑灰份分析^[1]
Tab.1 Wood ash analysis

名称	含量/%
K ₂ O	10.45
Na ₂ O	1.5
Al ₂ O ₃	4.97
Fe ₂ O ₃	1.21
CaO	17.54
MgO	4.91
TiO ₂	0.77
SiO ₂	52.66

3生物质锅炉烟气除尘方式的选择

生物质锅炉燃烧的粉尘粒径小，质量轻，采用旋风除尘器收尘效率非常低。有些生物质锅炉燃烧不完全，烟尘都为质量轻的憎水性炭灰颗粒物，常用的水膜除尘器无法完全洗涤下来，由于这些未完全燃烧的粉尘比电阻比较低，采用干式电除尘效果不理想，粉尘容易二次逃逸，电场内部还容易火花引燃。

生物质锅炉采用布袋除尘器进行除尘，由于受操作人员运行操作水平的限制，布袋除尘器容易出现高温烧袋，滤袋损坏率高，换袋频繁，造成运行成本非常高。另外由于很多生物质锅炉含氧量达15%左右，布袋容易氧化，寿命短，粉尘的折算浓度很难达到环保要求。

由于生物质锅炉采用水膜除尘和布袋除尘都无法彻底解决粉尘的环保排放要求，采用湿式静电除尘器具有不受粉尘比电阻影响、没有二次扬尘、极板上无粉尘堆积，可以有效捕集PM2.5粉尘等优点，对PM10以下粉尘捕集率高达90%，其中PM2.5粉尘捕集率达到30%^[2-3]，因此采用湿式静电除尘器进行除尘可以解决传统除尘的问题并适应日益严格的环保排放标准。

4 生物质锅炉燃烧工艺流程图

图1为该生物质锅炉烟气处理工艺流程图，在传统的水膜除尘下游增设湿式静电除尘器，并增设灰渣沉淀池用于处理设备产生的废水。

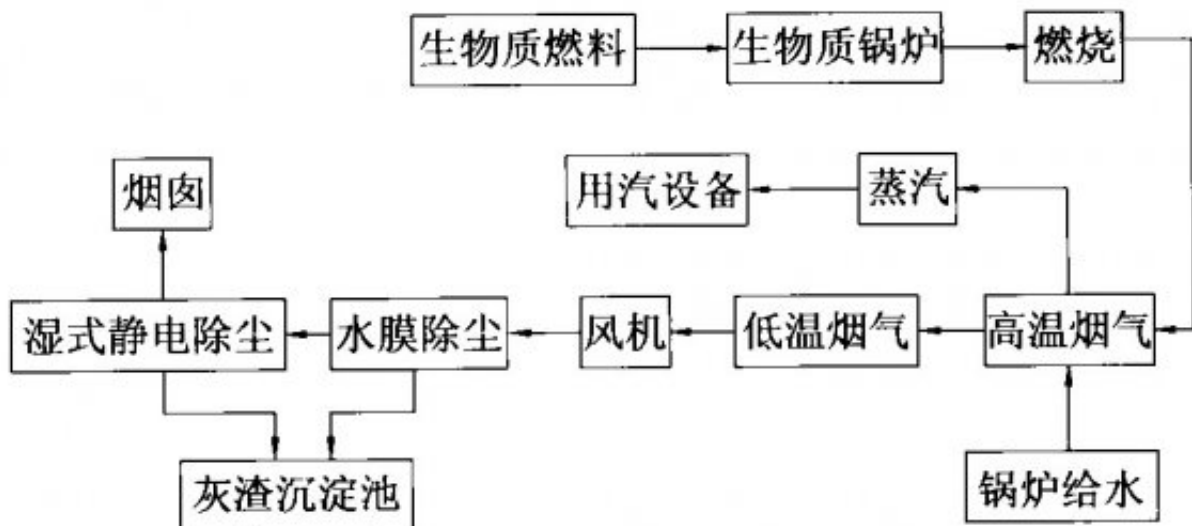


图1 烟气处理工艺流程图

Fig.1 Process flow chart of flue gas treatment

5 湿式静电除尘系统设备配置及选型设计

5.1 湿式静电除尘器设计参数

根据项目情况，结合以往设计经验，本项目湿式静电除尘器采用设计参数见表2。

表2 湿式静电除尘器设计参数
Tab.2 Design parameters of WESP

序号	项目	单位	参数
1	处理烟气量	m ³ /h	30 000
2	入口烟气温度	℃	≤90
3	入口粉尘浓度	mg/Nm ³	200
4	有效断面积	m ²	6
5	电场数		1
6	阳极板型式		t2/304
7	阴极线型式		大三角芒刺线
8	烟气流速	m/s	1.4
9	整流变压器额定 输出电流及电压值	A/kV	0.2/72

5.2壳体材料的选型设计

根据湿式静电除尘器的特点及粉尘的特性，壳体选用304材料，保证外壳长期不腐蚀。

5.3电晕极及收尘极的选择

电场是湿式静电除尘器的核心部件，决定了收尘效果和除尘效率。正确选择收尘极和电晕极是用好湿式静电除尘器的关键。由于湿电前面采用水膜除尘，并且有喷淋装置，烟气湿度大，极板采用材质为304材料。阴极线放电性能直接影响湿式静电除尘器的使用效果，传统湿式静电除尘器大部分采用鱼骨型针刺线，此种电晕线由于只有针尖放电，起晕电压比较低，放电性能比较弱。本项目采用优越的304不锈钢大三角芒刺线，此种电晕线由于针尖及两端棱角都能放电，具有起晕电压低，放电性能强的特点。

5.4喷淋方式的确定

喷淋效果的好坏，直接决定了湿式静电除尘器能否长期稳定、高效运行。根据粉尘特性，极板采用性能优良的雾化喷嘴，保证水膜的均匀连续性。

5.5控制系统

静电除尘器控制系统分为两个部分：1)低压控制系统：喷淋系统、绝缘子加热系统；2)高压控制系统。系统配置及主要功能介绍如下：

5.5.1低压控制系统 低压控制系统(见图2)采用西门子s7-200，该控制系统具备优越的程序控制功能。喷淋间隔、周期、温度控制等参数均可在线适时调整。并可以向系统DCS传送湿式静电除尘器喷淋水泵工作传送状态、绝缘子电加热、热风吹扫风机运行等实时额运行参数，并可以通过DCS下传各种参数的设定指令。

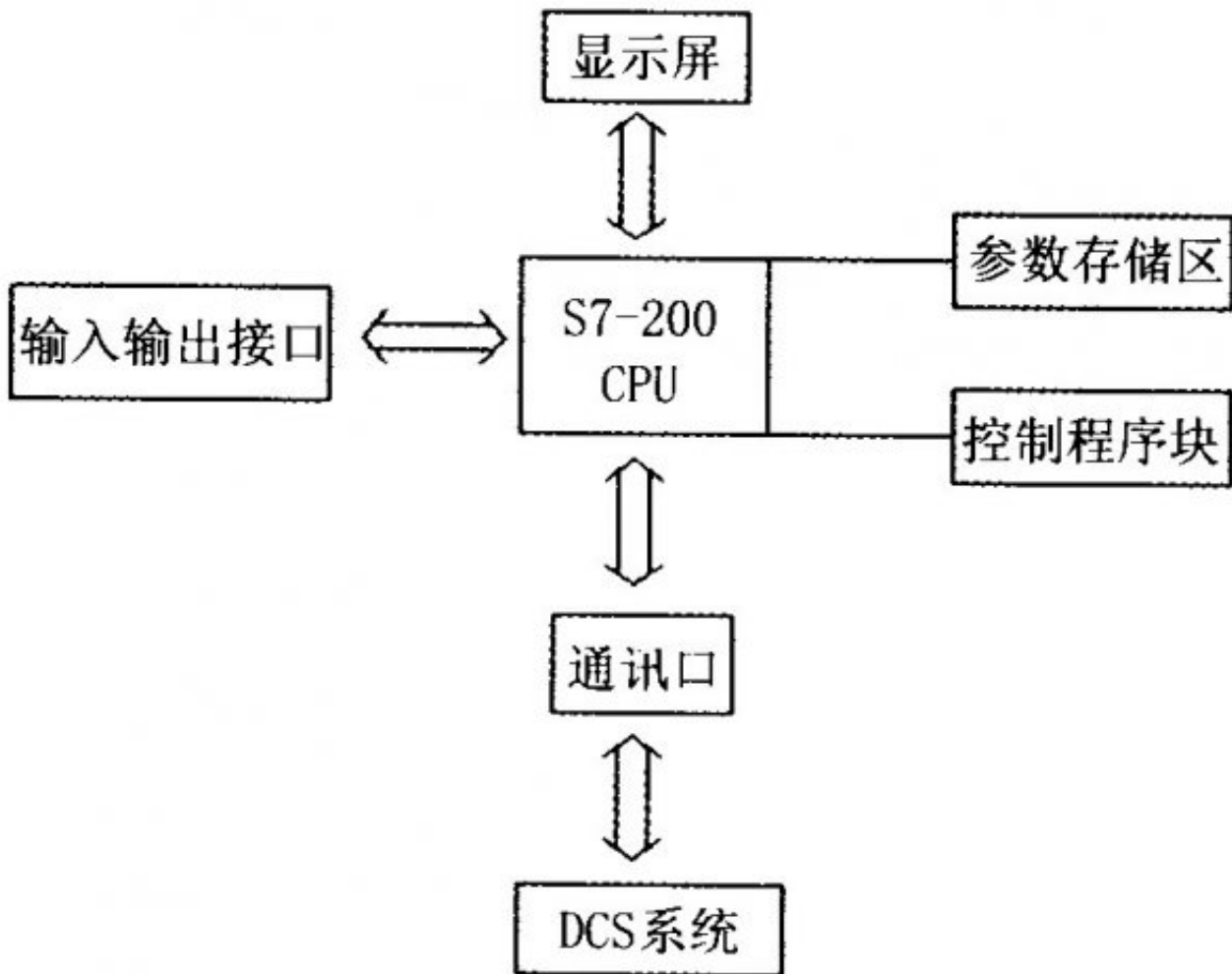


图2 低压控制方框图

Fig.2 Low pressure control block diagram

5.5.2高压控制系统 高压控制系统(见图3)采用Intel公司高性能的CHMOS16位单片机—80c196KC为主控芯片。集成了A/D、高速I/O、串行通讯口、计数器/定时等接口电路，PSD为PSD4235G2，集成了ROM、RAM、I/O口、可编程逻辑器件，功能强大，指令效率高，速度快。HVCI6控制器显示采用汉字液晶显示，参数、状态汉字提示，简明易懂，输入采用数字键编辑，同时提供数字旋钮，设备的操作使用非常方便。所有参数保存在EEPROM，控制系统掉电时数据不丢失。

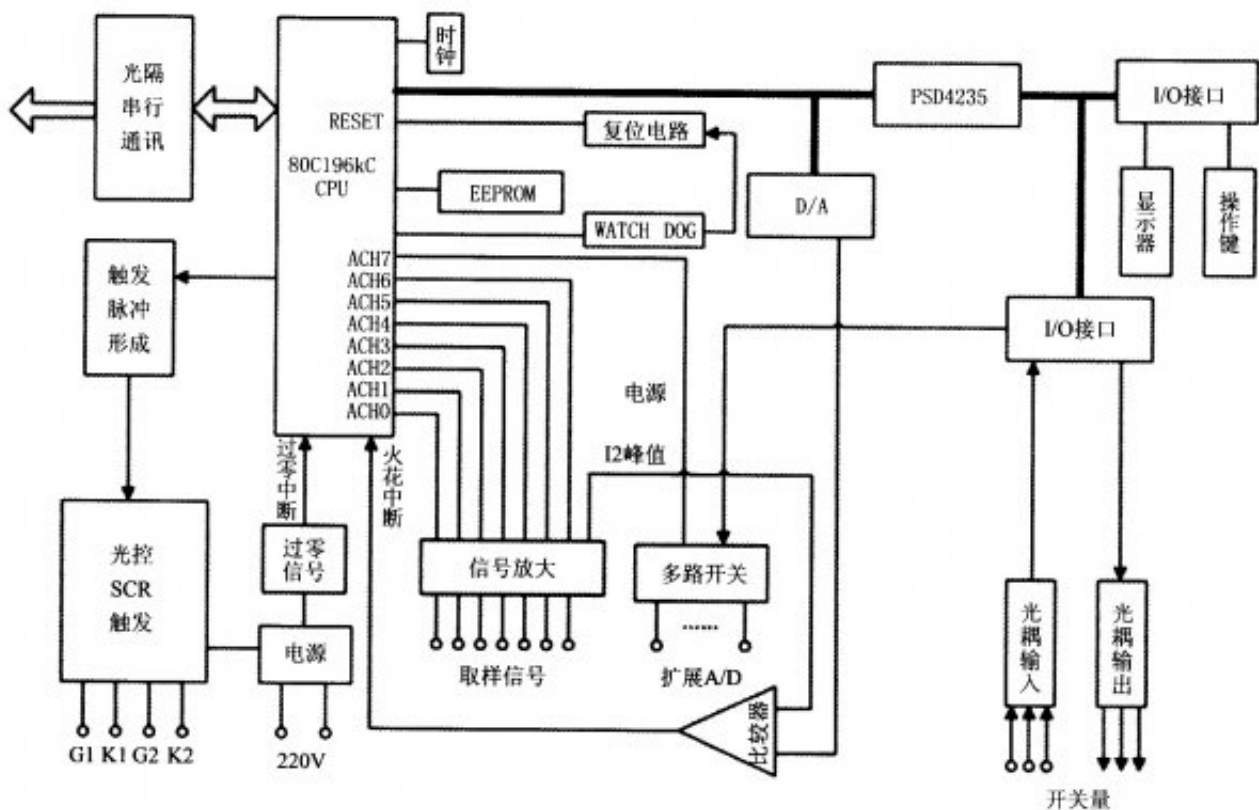


图3 高压控制方框图

Fig.3 High pressure control block diagram

主要控制功能：利用80C196KC的多路A/D及扩展电路，扩展为15路A/D，对一次电压、电流，二次电压、电流进行采样。特别是对二次电压、电流瞬时值进行连续采样，为实现检测电压峰值、谷值，检测存贮波形，软件检测火花提供了保证。供电有全波供电、半波间歇供电两大模式。

6使用效果

该系统于2017年10月竣工并投入运行，经过一段时间的运行与调试，除尘器各系统运行稳定正常，使用良好，粉尘达标排放。

表3 烟尘排放检测结果
Tab.3 Test results of dust emission

序号	项目	1	2	3	平均值
1	烟气标干流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	29 300	30 200	31 100	30 200
2	含氧量/%	15.1	15.3	15.0	15.1
3	出口粉尘实测浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	13.5	14.2	14.1	13.9
4	出口粉尘折算浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	27.5	28.9	28.7	28.3

7结语

从检测数据看，烟气粉尘排放小于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，表明湿式静电除尘器在生物质锅炉烟气粉尘治理上的应用是可行的。

高低压控制系统自动化程度高，显示屏上可以直观地显示湿式静电除尘设备的所有运行情况，各种参数设置、修改方便，系统维护简单。

参考文献

[1]陈汉平，陈应泉，杨海平，等.典型生物质灰特性研究[c].第二届全国研究生物质能研讨会，广州，2007.

[2]林国鑫，陈小利，郑岩峰.等.湿式电除尘器——应对PM2.5超低排放新武器[c].第15届中国电除尘学术会议，蚌埠，2013.

[3]施英乔，丁来保，盘爱享，等.生物质能产业与林产化工[J].林产工业，2016.43(1)：3-8.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/178159.html>