重油静电雾化燃烧的初步研究

邵 霞, 闻建龙, 王贞涛
(江苏大学, 江苏 镇江 212013)

摘要: 为了改善重油雾化性能,使燃烧更加充分,研究将高压静电技术应用于重油的喷雾燃烧,选择进口的 180 号重油作为研究介质,在研制的静电喷雾试验台上进行了初步试验研究。结果表明,在相同条件下,重油充电后可使其雾滴平均直径降低 40%左右。重油静电雾化燃烧的实验表明,燃烧及排放得到了明显的改善,可有效地降低污染。

关键词: 重油;静电雾化;燃烧
中图分类号: TK018 文献标识码: A 文章编号: 1005-6254(2005)04-0046-03

重油在我国的能源结构中占有相当的份额,但重油所具有的复杂结构和组分,造成重油的高粘阻特性和有害成份高的缺陷,使雾化燃烧不充分,有效热值转化低,污染严重。因而对重油燃烧技术、方法进行研究具有重要的社会和经济效益。现有研究表明:液体在高压静电场的作用下,其表面张力下降,雾化性能有较大幅度的提高。

重油的燃烧通常是在油雾状态下进行的,即将重油变成无数微小的颗粒,形成悬浮在空气中的油雾来燃烧。因此,雾化质量是影响燃烧的重要因素,改善重油雾化程度一直是节能降排的一个重要研究方向。重油雾化的好坏主要取决于油滴的表面张力和外力的相互作用。采用静电技术使重油在雾化前带上一定量的电荷,由于同种电荷间的相互排斥力可以抵消一部分表面张力,从而可提高雾化程度。

本文选择进口的 180# 重油作为研究介质,在研制的重油的静电雾化试验台上,对重油的静电雾化进行了初步试验研究。

1 实验装置

1.1 喷嘴设计

静电场作用下液体雾化机理比较复杂,目前研究主要集中在具体形式的喷头上,本文根据重油燃烧的特点,设计了气动静电雾化喷嘴(图 1),这一喷嘴经过试验,雾化粒度较细,喷雾角稳定,具有很好的抗堵塞性能。

1.2 荷电设计

对于象重油等高粘性的绝缘液体,要形成场致发射所需要的电场强度很高,由于导体所形成的电场的场强与导体表面的曲率成正比,只有针状、锥状的尖端电极才能达到这样的电场强度,实现对绝缘液滴充电。电极电压愈高,场致发射现象会愈强烈,重油的荷电量会愈大。

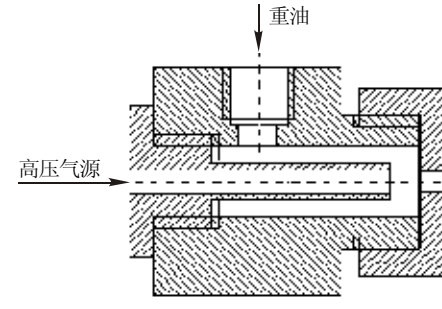


图1 重油雾化喷嘴结构图

图 2 为设计的采用针状电极给重油荷电的实验装置,荷上电的重油从充电包中流出,进入喷嘴。

1.3 质量电荷密度测量

目前主要依据实验手段对雾滴荷电情况予以检测, 质量电荷密度是荷电量与雾滴质量之比,它的测试方法是重油静电雾化燃烧的一个重要方面[2]。试验中发现直接应用网状目标法测量时由于荷电重油雾滴易于金属网粘连形成绝缘层而影响准确测量雾滴沉积所产生的电流值,为此先将这一装置预热。图 3 为本文采用的荷质比

基金项目:江苏大学高级人才基金(04JDG013);江苏省高校自然科学基金(02KJD470002)
作者简介:邵霞(1978-),女,湖北黄冈人,江苏大学硕士研究生。

万方数据

测定装置结构。

雾滴群通过该装置时，雾滴被多层网格阻挡迅速放电，从而得到稳定的放电电流，该装置可比较准确测量荷电雾滴群的质量电荷密度。

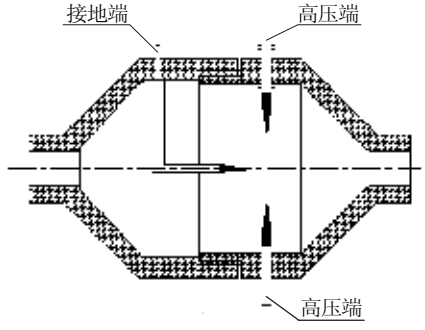


图2　重油荷电装置

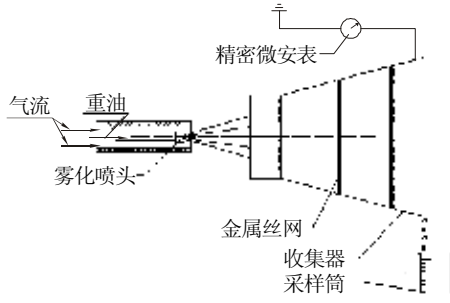


图3　重油质量电荷密度测量装置

1.4　试验系统

本文建立了如图 4 所示的高压静电喷雾流场实验系统，整个系统由雾化装置、荷电装置、质量电荷密度测量装置所组成。雾化装置包括空气压缩机、稳压阀、压力容器及雾化喷头等，高压静电装置包括：高压静电发生器、高压静电电压表、液体电缆、充电电极等。

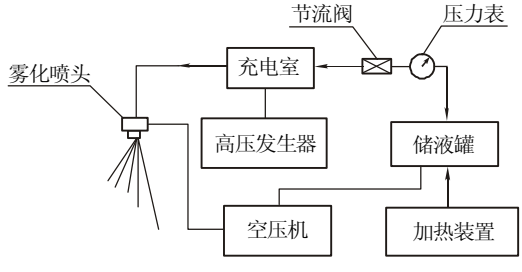


图4　实验系统示意图

1.5　雾滴粒径测量

雾滴粒径是反映雾化性能的一个重要参数，本文采用简单的玻璃皿采样来测量雾滴粒径，图 5 为重油雾滴粒径测量的示意图。

为了捕集燃油类极化能力比较小的液粒，必须选用极化能力强、相溶性小的物质，经过试验，在水中添加甲基纤维素或其它增粘剂，可增强这一溶液的表面张力，使燃油的雾滴在这一溶液里呈真正的球形。

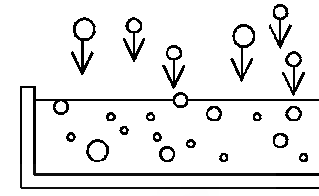


图5　重油雾滴粒子的采集

经过反复试验，采用甲基纤维素 20%水溶液，使用时用同体积的乙醇稀释，将上述混合液倒入玻璃皿中，厚度约 1~2 mm，则采集的重油雾滴在这一混合液中不浮也不沉，由显微镜可对雾滴进行读数。

2　试验结果与分析

实验条件：环境温度 26℃，相对湿度 78%，喷嘴压力 0.8 MPa，流量 100 l/s，电极电压 0~85 kV，重油温度 130℃，相应粘度为 9 cst。

2.1　质量电荷密度测试结果

本文采用针状电极，对不同电压下的重油雾滴质量电荷密度进行测试，得到实验结果如表 1、图 6 所示。

试验研究发现，重油荷电存在起始电压，数值为 10 kV，随后质量电荷密度与电极电压增加。

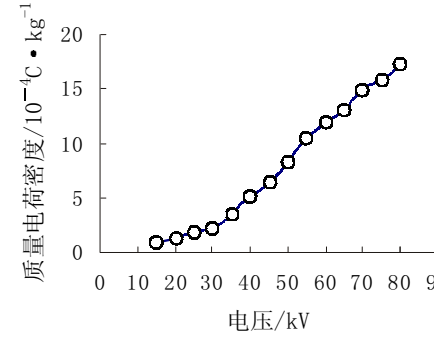


图6　重油质量电荷密度与充电电压的关系曲线

2.2　雾滴粒径测试结果

雾化效果主要通过雾滴粒径来表示，本文采

表 1　重油质量电荷密度测试数据

电压/kV	0~10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
荷质比/(10^4c/kg)	0	0.88	1.30	1.89	2.23	3.4	5.22	6.4	8.34	10.5	11.94	13.1	14.94	15.82	17.26

万方数据

用索太尔平均直径假设每个雾滴直径相等,根据测定的所有雾滴的总体积及总表面积计算出雾滴的平均直径。

本文测定了在不同电压等级下对重油进行静电雾化得到的雾滴粒径,雾滴采样均距喷嘴 1 m 处,采样后,雾滴随机读取 100 直径,然后进行处理。实验结果如表 2、图 7 所示。

从雾滴粒径测试结果来看,重油荷电后,索太尔平均直径明显减小,值得指出的是,当充电电压为 40 kV 时,雾滴粒径仅为非荷电时的 58%,这相当于荷电雾滴体积仅为非荷电时体积的 19.5%,即一个非荷电雾滴分裂为 5 个荷电雾滴,这对改善燃烧非常有利。

表 2 雾滴的索太尔平均直径

电压/kV	0~10	15	20	25	30	40	45	50	55	60	65	70	75	80
平均直径/μm	86.7	79.37	73.65	64.01	52.50	51.92	58.31	62.35	59.46	47.20	44.93	43.47	40.20	38.46

表 3 不同充电电压下的喷雾角和射程

电压/kV	0~10	15	20	25	30	40	45	50	55	60	65	70	75	80
喷雾角	47°	55°	57°	58°	60°	62°	63°	64°	65°	68°	69°	69°	69°	69°
射程/m	2.3	2.0	2.0	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

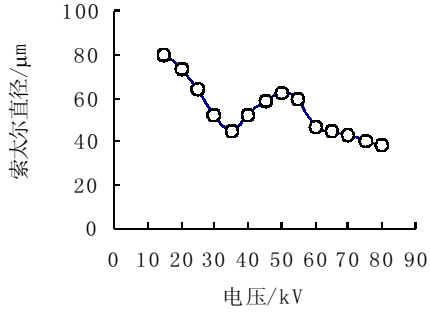


图7 索太尔平均直径随电压的变化曲线

2.3 喷雾角和射程

表 3 给出了不同充电电压下测量的喷雾角和射程。

在荷电喷雾时,随着电压的增加,扩散角增大,充电电压每增加 10 kV,喷雾流场扩散角增加 4°左右,流场的贯穿距减小,射流中含气量增加,在充电压达到 60 kV 后趋于稳定。

2.4 喷雾燃烧时的观察与烟气测试结果

在燃烧时,随着电压的增加,荷电燃烧火焰明显变亮,黑烟明显减弱。

用烟气分析仪对燃烧的烟气进行初步测定,结果为,当电压为 40 kV 时,碳氢化合物(HC)、一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO_2)分别为非荷电时的 72%、65%、78%,可见,静电对降低污染排放有明显作用。

3 结 语

通过重油的高压静电喷雾燃烧的初步试验表明:重油高压静电雾化技术,确实能改善重油雾化,为重油燃烧的节能提供一条新的途径,荷电喷雾燃烧是一种十分有前途的燃烧技术。

参考文献:

[1] 刘大海,等. 汽油带电荷改善雾化的初步研究[J]. 中国公路学报,1997,10(3):110–113.

[2] 鲍重光编. 静电技术原理[M]. 北京理工大学出版社,1993.

[3] 闻建龙,等. 荷电改善喷雾均匀性的实验研究[J].排灌机械,2000,18(5): 45–47.

A Preliminary Study on the Electrostatic Spraying Combustion of Heavy Oil

SHAO Xia, WEN Jian–long, WANG Zhen–tao

(School of Energy Resources and Power Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, 212013 China)

Abstract: To improve the atomization capability of heavy oil and obtain a full combustion, the researchers make the inward #180 heavy oil as subject investigated and apply the high voltage electrostatic technology in the spraying combustion of heavy oil. After the former experiment on the research table of electrostatic spraying, the result indicates that in the same condition the average diameter of the electriferous droplets decreases approximately by 40 percents. The combustion and emission are improved obviously and the pollution is reduced effectively.

Key words: Heavy oil; Electrostatic atomization; Combustion

万方数据