

镧钨阴极高温静电除尘器阴极放电与除尘特性

许津津¹, 顾中铸², 席晓丽³, 杨建参³

(1. 东南大学 能源与环境学院, 江苏 南京 210096; 2. 南京师范大学 动力工程学院, 江苏 南京 210042;
3. 北京工业大学 材料科学与工程学院, 北京 100022)

摘 要: 以镧钨和硝酸镧为原料, 制备镧钨发射材料, 研究其发射特性, 并分析了镧钨阴极高温静电除尘器的除尘特性。研究表明, 镧钨材料由 La_2WO_6 和 W 组成, 逸出功 2.88 eV。该材料的发射电流密度随温度和电压的升高而增大, 温度对其影响显著。镧钨阴极热电子发射式高温静电除尘器荷电区离子密度可达 $10^{15} \sim 10^{16}$ 个/ m^3 以上, 比传统电晕式静电除尘器 (ESP) 的离子密度要高两个数量级以上。研究了烟气流速、荷电区电压以及粉尘粒径对除尘效率的影响。当粒径小于 10 μm 时, 除尘效率随着粉尘粒径的增大而提高很快。荷电区电压的增大提高了荷电区的离子密度, 使得粉尘荷电量增加, 从而提高了除尘效率。当流速超过 1.2 m/s 时, 随着流速的增大, 除尘效率迅速降低。

关 键 词: 镧钨阴极; 热电子发射; 静电除尘

中图分类号: TK223.27 文献标识码: A

引 言

高温除尘技术一直是能源与环境领域研究的热点。热电子发射式静电除尘技术以高温烟气为能源加热逸出功较低的复合材料使其发射出热电子, 粉尘碰到电子后变成荷电粒子, 在电场力的作用下被捕集。国内东南大学和南京师范大学将热电子发射材料与传统的静电除尘器结合起来, 提出了无电晕式的热电子发射式高温静电除尘技术^[1-3], 并进行了高温条件下阴极放电与除尘性能的实验研究。开发高温环境下能够稳定、高密度地发射出电子的阴极材料是热电子发射式静电除尘技术的关键之一。最先用于高温静电除尘的热电子发射材料为金属氧化物复合材料, 该材料是在耐高温金属基体上涂敷一层碱土金属氧化物(如 BaO 等)和其它添加物, 但是该材料熔点较低($< 850\text{ }^\circ\text{C}$), 在高温烟气中表面有不同程度的污染和腐蚀, 从而物理、化学性能产生变化; 此外, 由于热应力的作用, 发射体涂层容易从金属基体上脱落, 这些都将导致其电子发射能力的

下降。现代工业技术诸如, 整体煤气化联合循环 (IGCC) 发电技术, 增压流化床燃烧 (PFBC) 联合循环发电技术, 均要求在高温 ($900 \sim 1\ 100\text{ }^\circ\text{C}$) 条件下直接除尘, 因此开发耐高温的发射阴极是本技术的研究方向。钨材料熔点高, 蒸汽压低, 逸出功并不太高 (4.52 ~ 4.55 eV), 一直受到热电子发射材料研究者的青睐。随着各种新技术的应用和推广, 钨电极也在不断研究与发展。日本大阪大学的 Fukuhisa Matsuda 等对不同稀土氧化物添加的钨电极在成分设计、性能比较和工作机理等方面做了大量工作, 比较了单元的 W-CeO₂、W-ThO₂、W-MgO、W-ZrO₂、W-La₂O₃、W-Y₂O₃ 电极后, 认为 W-La₂O₃ 电极具有突出的使用性能^[4-6]。迄今为止, 添加稀土的钨电子发射材料主要应用于冶金、焊接、表面处理、真空电子等领域的各类真空电子源、离子源、热阴极电极等, 尚未见应用于除尘方面的报道。

本研究制备了用于高温静电除尘的镧钨材料, 观察其微观结构, 对其在真空下以及高温常压下的发射特性进行了分析, 将其运用到热电子发射式高温静电除尘器中, 分析了烟气流速、荷电区电压以及粉尘粒径对除尘效率的影响, 旨在为热电子发射式高温静电除尘器的进一步开发和利用提供依据。

1 材料制备

稀土钨阴极的制备工艺流程对材料的显微结构以及发射性能有着重要的影响, 在已有研究的基础上^[7-10], 本研究所采用的镧钨材料以蓝钨 (W_4O_{11}) 为原料, 通过液-固掺杂的方式, 掺杂的钨粉干燥后, 经氢气还原, 得到金属钨和氧化镧混合粉末, 其中 La₂O₃ 的质量分数为 2.2%。混合粉末经压制、垂熔烧结、塑性变形后获得 W-La₂O₃ 材料。

收稿日期: 2010-09-29; 修订日期: 2011-05-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (50778090)

作者简介: 许津津 (1984-), 女, 江苏镇江人, 东南大学博士研究生。

2 材料的微观结构分析

2.1 X 射线衍射分析(XRD)

图 1 是镧钨材料的 XRD 图。从图中可以看出材料由 La_2WO_6 和 W 组成。镧钨材料具有较好的发射性能,这主要依赖氧化镧的作用,镧氧化物性能如表 1 所示。钨酸盐或氧化钨酸盐的熔点低于 La_2O_3 或钨的熔点,迁移率对蒸发率的补偿较为合理、稳定,镧元素可以源源不断地到达材料表面,使材料保持稳定的发射性能^[5]。

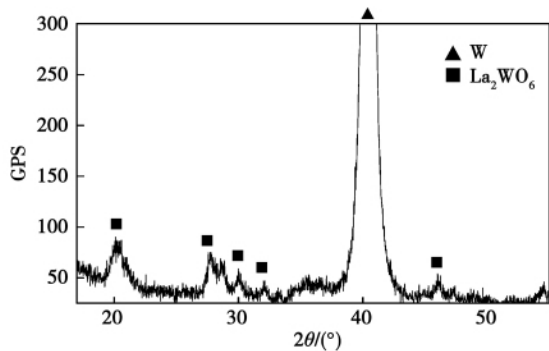


图 1 镧钨材料的 XRD 图

Fig. 1 XRD chart of the lanthanum-tungsten material

表 1 稀土金属氧化物 La_2O_3 的性能^[11, 12]

Tab. 1 Performance of rare earth metallic oxide La_2O_3

	数值
W 熔点/°C	3382
La_2O_3 熔点/°C	2217
分解热/kJ	1244.7
烧结后的氧化物类型	La_2O_3
与钨的反应	生产钨酸盐(熔点为 1 800 °C)或氧化钨酸盐(熔点大于 1 500 °C)
氧化物的行为	1. La_2O_3 从中央迁移至电极边缘 2. La_2O_3 从电极表面蒸发
氧化物的稳定性	较高

2.2 材料的金相组织

图 2 是材料的光学显微镜分析照片。从图中可知钨晶粒尺寸约为 1 ~ 2 μm ,钨晶界上均匀分布着稀土第二相。材料在加热工作时,镧元素可以沿晶界快速迁移至表层的活性层,以补充活性层中的镧蒸发造成的损失,进而保证了材料的稳定发射。

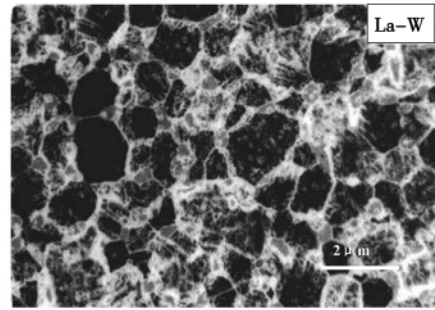


图 2 镧钨材料的金相组织图

Fig. 2 Metallographic tissue drawing of the lanthanum-tungsten material

3 材料在真空中的发射性能

逸出功是衡量发射特性的一个重要参量。测量镧钨材料真空条件下,在 1 250、1 300、1 350、1 400、1 450 和 1 500 °C 温度下的 $\lg I - \sqrt{U}$ 曲线,通过肖特基直线外延法求出零场发射电流密度 j_0 。如图 3 所示。将零场发射电流密度带入 $\varphi_e = kT \ln\left(\frac{120T^2}{j_0}\right)$ 其中 k 为波尔兹曼常数, T 为温度,计算得到镧钨材料的有效逸出功 φ_e 为 2.88 eV,比钨材料降低了约 1.65 eV,表明所制备的镧钨复合材料比纯钨的热电子发射性能大大改善了,这对于高温静电除尘非常有利。

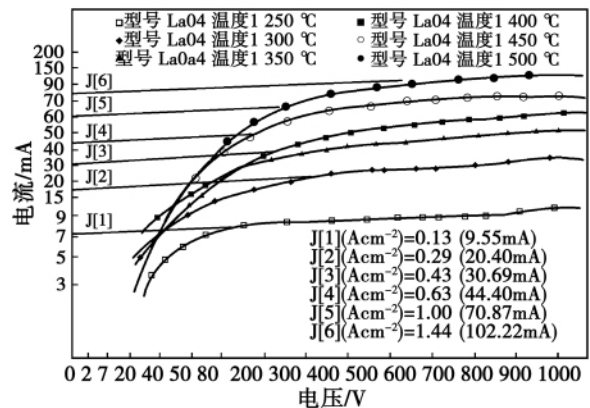


图 3 La - W 的 $\lg I - \sqrt{U}$ 曲线

Fig. 3 Curves showing a change of $\lg I - \sqrt{U}$ with La - W

4 材料在高温常压下的发射特性的试验

为了考察制备的镧钨阴极的实用性,自行设计、安装了静态试验台,不锈钢材料制成圆筒状,外壁接地,作为荷电区的阳极,将制备的镧钨阴极悬挂在圆筒的中心。当改变阴极和阳极上加的负高压,以

及试验工况时, 镧钨阴极发射电流可通过仪表测出, 除以阴极面积即可得到发射电流密度, 通过这一参数来反应镧钨材料的阴极放电特性。

4.1 温度与电压对发射电流密度的影响

通过试验, 得到镧钨材料的发射电流密度与温度、电压的关系如图4所示。

由图可以发现, 发射电流密度随阴-阳极间电压的增大而增加, 这是因为随着阴-阳极间加载的电压增大, 场强不断增大, 外部强电场压低了势垒的高度, 使势垒的最高点降低, 并使势垒的宽度变窄, 有利于电子的逸出。

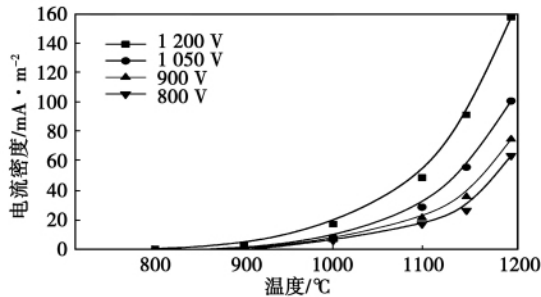


图4 温度与电压对发射电流密度的影响曲线
Fig.4 Curves showing the influence of temperature and voltage on emission current density

从图中还可以看出, 温度对镧钨阴极的发射电流密度有明显的影响, 这也正是镧钨阴极热电子发射式静电除尘器较之传统的电晕式静电除尘器的显著特点之一。当温度高于1000℃左右时, 发射电流密度随温度的升高而迅速增大。因此, 对于高温(>800℃)烟气的除尘, 基于热电子发射的无电晕静电除尘器比传统静电除尘器更具有优势。

4.2 环境气氛对发射电流密度的影响

图5至图8显示的是不同温度下环境气氛对镧钨材料发射特性的影响。

从图中可以看出, 当温度相对较低时, 发射电流密度的大小关系是: N₂ 气氛 > CO₂ 气氛 > 空气气氛。这主要是气体分子对电子吸附的难易程度造成的。N₂ 不能吸附电子, 因此, 在发射阴极和阳极之间, 自由电子较多, 离子的迁移率较大, 因而发射电流密度也较高。CO₂ 分子被高能量的电子撞击后, 离解为一氧化碳及一个氧原子。通过电子吸附于氧原子上就形成了负离子, 因此电流密度比 N₂ 气氛较高; 空气气氛中因为存在对自由电子有很大亲和力的氧气分子存在, 有效地捕捉了自由电子, 从而降低了离子迁移率, 使发射电流密度较低^[13]。然而, 随

着温度的升高, 环境气氛对材料的发射特性影响也越小, 当温度 ≥ 1100℃ 时, 环境气氛对发射电流密度几乎没有影响。

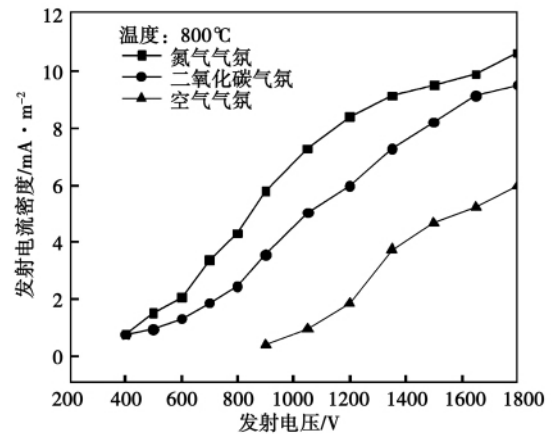


图5 800℃温度下环境气氛对发射电流的影响
Fig.5 Influence of the environmental atmosphere on emission current at 800℃

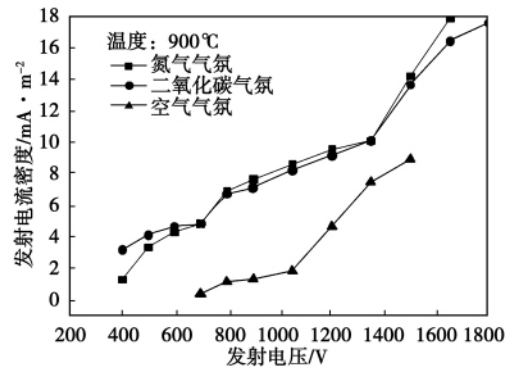


图6 900℃温度下环境气氛对发射电流的影响
Fig.6 Influence of the environmental atmosphere on emission current at 900℃

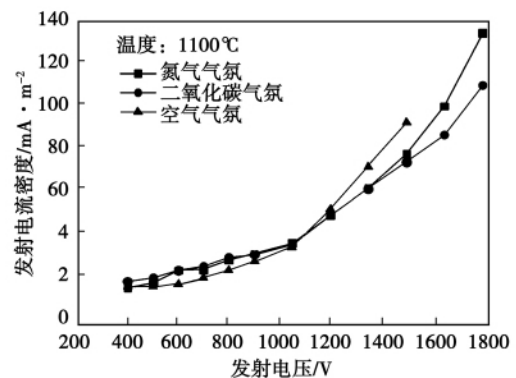


图7 1100℃温度下环境气氛对发射电流的影响
Fig.7 Influence of the environmental atmosphere on emission current at 1100℃

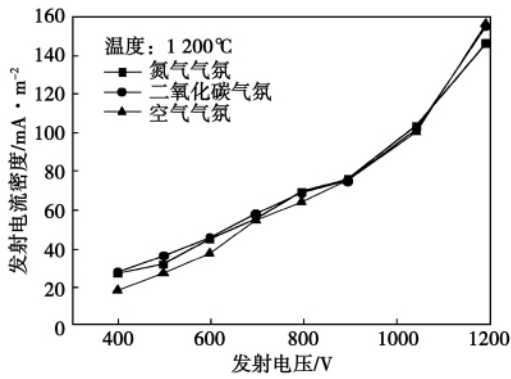


图 8 1 200 °C 温度下环境气氛对发射电流的影响
Fig. 8 Influence of the environmental atmosphere on emission current at 1 200 °C

4.3 荷电区离子密度

尘粒的荷电是静电除尘的关键步骤,离子密度 N_0 是影响尘粒荷电的重要因素之一,根据公式 $N_0 = j/ekE$ 可计算出运用镧钨材料阴极的静电除尘器荷电区离子密度^[14]。其中 j —荷电区电流密度, A/m^2 ; 由实验测得。 E —电子电量, $1.6 \times 10^{-19} C$; k —烟气中负离子迁移率, $m^2/s \cdot v$; E —荷电区电场强度, V/m 。荷电区的离子密度随温度、电压的变化规律如图 9 所示。

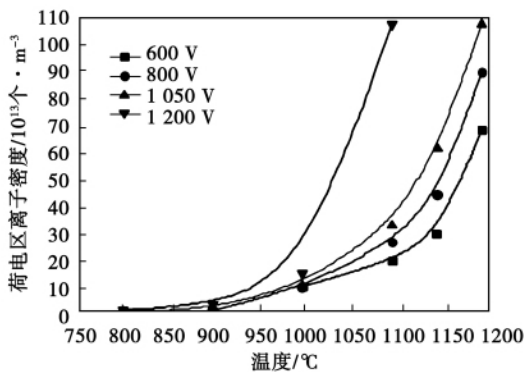


图 9 荷电区离子密度随温度、电压的变换关系曲线
Fig. 9 Curves showing a change of the ion density in the charging zone with temperature and voltage

传统静电除尘器的尘粒荷电广泛采用的是高压直流电晕,有实验研究结果表明^[15]: 放电起晕以后,离子密度随着电压的升高迅速增大,当电压升到 25 kV 以后,离子密度上升趋势趋于平缓,离子浓度基本维持在 10^{13} 个/ m^3 数量级。而热电子发射的镧钨材料,由图中可以看出,在 1 100 °C 的温度,600 V 左右的电压下,荷电区的离子密度就能达到 10^{14} 个/ m^3 ,在 1 200 °C 温度下,电压超过 800 V 时,离子密度可达 $10^{15} \sim 10^{16}$ 个/ m^3 以上,比传统电晕式静电除尘器的离子密度要高两个数量级以上,但是荷电区需要加载的电压却低的多。由此,我们可以看到热电子发射式静电除尘器,不仅耗能少,而且对颗粒的荷电效果优于传统的电晕式静电除尘器。

5 除尘特性

为了考察以镧钨为阴极的静电除尘器的除尘效果,自行设计动态试验台,并探讨影响镧钨阴极高温静电除尘器除尘效率的主要因素。装置采用荷电与收尘分开的双区管式结构,镧钨发射阴极用不锈钢吊杆悬吊在圆筒中心,并与电源阴极相连,筒体外壁接地,作为阳极。如图 10 所示,含尘高温气流首先通过荷电区,粉尘捕捉阴极发射出的自由电子后变成负离子,然后流经收尘区,在电场力的作用下被阳极捕捉而除去。除尘器的设计参数如表 2 所示。

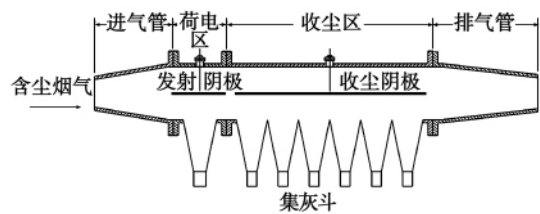


图 10 镧钨阴极高温静电除尘器结构简图
Fig. 10 Sketch showing the structure of a lanthanum-tungsten cathode high temperature electrostatic precipitator

表 2 热电子发射式高温静电除尘系统装置的主要设计参数

Table 2 Main design parameters of a hot electron emission type high temperature electrostatic dust removal system device

极间距/mm	电场长度/mm		气流速度/ $m \cdot s^{-1}$	烟气含尘浓度/ $g \cdot m^{-3}$	气体流量 (10^{-4})/ $m^3 \cdot s^{-1}$	工作温度/ $^{\circ}C$	电压/V		除尘效率/ %
	荷电区	收尘区					荷电区	收尘区	
30	500	1000	0.5 ~ 2.9	30	3.53 ~ 20.05	800 ~ 1200	800 ~ 3000	1000 ~ 8000	~ 90

图 11 显示的是荷电区温度为 900 °C,荷电区电压为 1 200 V,除尘区电压为 6 000 V 时,烟气流速

与除尘效率的关系。由图可知,随着流速的增大,除尘效率降低。这一结论和传统静电除尘器的是一致的。

的。这是因为提高流速 粉尘颗粒在荷电区的停留时间变短 粉尘颗粒尤其是细小的粉尘颗粒荷电量减少 使其在除尘区的驱进速度减小 使其更难除去;同时 流速变大使得粉尘颗粒在除尘区停留时间变短 使得除尘效率降低。

在烟气流速为 1 m/s ,荷电区温度为 900 ℃ 除尘区电压为 6 000 V 的工况下 ,荷电区电压与除尘效率的关系如图 12 所示。荷电区电压的增大提高了荷电区的离子密度 使得粉尘荷电量增加 从而提高了除尘效率。从图中可知当电压小于 800 V 时 ,除尘效率迅速增加 而大于 800 V 后 除尘效率增加的比较缓慢。

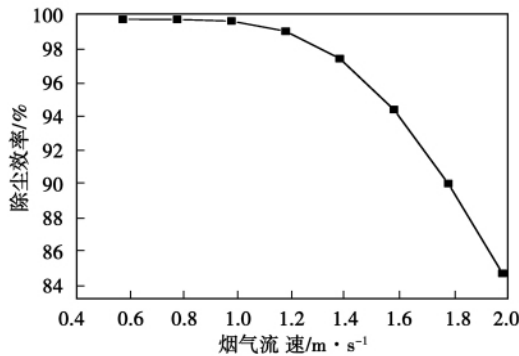


图 11 烟气流速对除尘效率的影响

Fig. 11 Influence of the flue gas flow speed on the dust removal efficiency

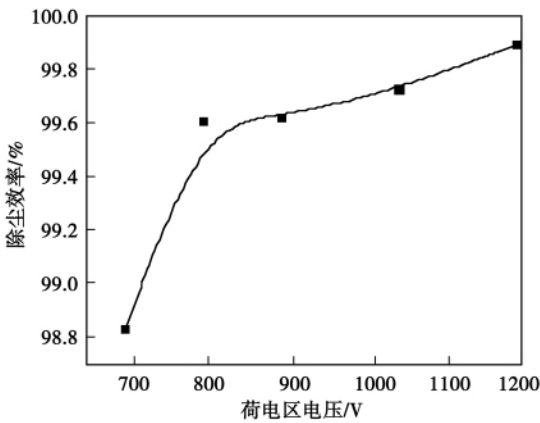


图 12 荷电区电压与除尘效率的关系

Fig. 12 Relationship of the voltage in the charging zone and the dust removal efficiency

在烟气流速为 1 m/s ,荷电区温度为 900 ℃ ,荷电区电压 1 200 V ,除尘区电压为 6 000 V 的工况下 除尘效率随着粉尘粒径的变化如图 13 所示。由图可知 ,当粒径较小时(粒径 < 10 μm) 时 除尘效率

随着粉尘粒径的增大而增大很快 ,当粒径较大时 除尘效率随粒径的变化缓慢;当粉尘粒径为 5 μm ,除尘效率达 99% 以上。。

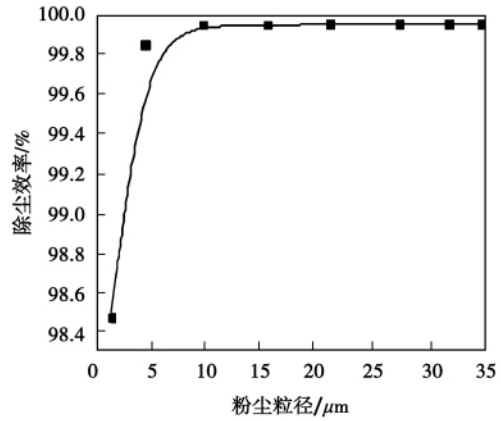


图 13 除尘效率随粉尘粒径的变化曲线

Fig. 13 Curves showing a change of the dust removal efficiency with the dust partical diameter

6 结 论

(1) 制备的镧钨材料由 La₂WO₆ 和 W 组成 ,其真空下 1 250 ~ 1 500 ℃ 的有效逸出功为 2.88 eV

(2) 常压下镧钨阴极发射电流密度随阴-阳极间电压的增大以及温度的升高而增大 ,当温度高于 1000 ℃ 左右时 ,发射电流密度随温度的升高而迅速增大。

(3) 镧钨阴极的热电子发射高温静电除尘器荷电区离子密度可达 10¹⁵ ~ 10¹⁶ 个 /m³ 以上 ,比传统电晕式静电除尘器的离子密度要高两个数量级以上 ,但是荷电区需要加载的电压却低得多 (1 000 ~ 1 200 V) 。

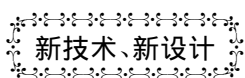
(4) 镧钨阴极的热电子发射高温静电除尘器的除尘效率随着烟气流速、粉尘粒径的变化规律与传统的电晕式静电除尘器基本一致 ,这是由于二者的收尘原理和收尘区结构没有区别;提高荷电区电压 ,阴极热电子发射电流密度增大 ,提高了荷电区的离子密度 ,使得粉尘荷电量增加 ,在电场中的驱进速度变大 ,从而提高了除尘效率。

致谢:

南京师范大学代维敏和董黎莹对本文的撰写给予了很大帮助 在此表示感谢。

参考文献:

- [1] CHEN A Z, WEI Q D. The study of no corona high temperature electrostatic precipitation[C]//Proceeding of 27th Symposium Engineering Aspects of Magneto hydrodynamics, 1989 (3): 1301 - 1307.
- [2] GU Z Z, WEI Q D, CAI S. A Study on the electron-emitting characteristics in nhthpesp[J]. Proceeding of International Symposium on Energy Engineering 2000(4): 1653 - 1657.
- [3] 顾中铸, 魏启东, 蔡 崧. 温度对无电晕式高温静电除尘器除尘性能的影响[J]. 锅炉技术, 2004, 35(4): 8 - 11.
GU Zhong-zhu, WEI Qi-dong, CAI Song. Influence of temperature on the dust removal performance of a corona-free type high temperature electrostatic precipitator [J]. Boiler Technology, 2004, 35(4): 8 - 11.
- [4] MASAO USHIO, ALBER A, SADEK A A, et al. Comparison of temperature and work function measurements obtained with different GTA electrodes [J]. Plasma Chemistry and Plasma Processing, 1991, 11(1): 81 - 101.
- [5] MATSUDA F, USHIO M, SADEK A A. Roles and behaviors of rare earth metal oxides during the operation of tungsten doped electrodes [J]. Japan Weld Soc, 1990, 21(2): 3 - 12.
- [6] SADEK A A, MASAO USHIO, MATSUDA F. Effect of rare earth metal oxide additions to tungsten electrode [J]. Metallurgical Trans A, 1990, 21: 3221 - 3236.
- [7] 席晓丽, 聂祚仁, 杨建参 等. 掺杂方式对钨电子发射材料性能和结构的影响 [J]. 稀有金属, 2004, 28(2): 293 - 296.
XI Xiao-li, NIE Zuo-ren, YANG Jian-can, et al. Influence of the mixing modes on the performance and structure of a tungsten electron emission material [J]. Rare Metals, 2004, 28(2): 293 - 296.
- [8] XI, X L, NIE Z R, WEI W, et al. Study on preparation and emission properties of nano-composite W-La₂O₃ material [J]. Applied Surface Science, 2005, 251(1-4): 134 - 138.
- [9] XI X L, NIE Z R, FU X T, et al. Preparation and characterization of nanopowder for electronic emission materials by freeze-drying [J]. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 2006, 24(3): 210 - 214.
- [10] XI X L, NIE Z R, GUO Y Q, et al. Study on preparation and thermionic emission of nanometer rare-earth tungsten emission materials[C]//Proceedings of the 5th International Vacuum Electron Sources Conference (IVEC-2004), Beijing: Chinese Institute of Electronics, 2004: 9.
- [11] 聂祚仁, 周美玲, 张久兴 等. 稀土钨电极材料及稀土氧化物的作用[J]. 稀有金属材料与工程, 1997, 26(6): 1 - 6.
NIE Zuo-ren, ZHOU Mei-ling, ZHANG Jiu-xing, et al. Effect of rare earth tungsten electrode materials and rare earth oxides [J]. Rare Metal Materials and Engineering, 1997, 26(6): 1 - 6.
- [12] 刘学慧. 阴极电子学[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 19 - 20.
LIU Xue-que. Cathode electronics [M]. Beijing: Science Press, 1980: 19 - 20.
- [13] 陈明绍, 吴光兴, 张大中等. 除尘技术的基本理论与应用 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1981, 12, 94: 213 - 216.
CHEN Ming-shao, WU Guang-xing, ZHANG Da-zhong, et al. Basic theory and applications of dust removal technology [M]. Beijing: China Architectural Industry Press, 1981, 12, 94: 213 - 216.
- [14] 向晓东. 现代除尘理论与技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002, 6: 189.
XIANG Xiao-dong. Modern dust removal theory and technology [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2002, 6: 189.
- [15] 李 庆, 孙玉荣, 刘志强 等. 电除尘器离子浓度的分布 [J]. 河北大学学报(自然科学版), 2008, 28(6): 608 - 610.
LI Qing, SUN Yu-rong, LIU Zhi-qiang, et al. Distribution of Ion concentration in an electrostatic precipitator [J]. Journal of Hebei University (Natural Science Edition), 2008, 28(6): 608 - 610.



径流泵内周期非定常流动的研究

据《ASME Journal of Turbomachinery》2011 年 1 月号报道, 针对设计工况(设计流量)和一个部分负荷工况(0.5 设计流量)数值计算, 试验研究了一台低比速径流式扩压器泵内周期的非定常流场。

使用 CFD(计算流体力学)代码 CFX-10, 利用切应力传递紊流模型和高质量构筑的网格求解三维非定常雷诺平均的纳维尔-斯托克斯方程。

此外, 在叶轮和叶片式扩压器之间相互作用区内成功进行了二维 LDV(激光多普勒测速法)测量, 以便利用大量的测量数据捕获复杂的流动并证明 CFD 计算

所得到结果的分析已被聚焦在周期速度场和紊流场特性以及由于非定常相互作用造成的相关的非定常现象上。

本文提供的数据有助于全面地理解叶轮-扩压器的相互作用以及了解流动随叶轮相对于扩压器位置的变化情况。

(学 牛 摘 译)

XUN Hua , HAN Jian-chun (Inner Mongolia Academy of Electric Power Science , Huhhot , China , Post Code: 010020) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2011 ,26(5) . - 571 ~ 575

By making use of the thermodynamic analytic method , studied were the combustion characteristics of a coal with a low heating value obtained by blending a washed middle-quality coal with coal gangue. The characteristic parameters representing its combustion characteristics such as peak temperature , ignition temperature , burn-out temperature and comprehensive combustion characteristic indexes etc. were obtained by conducting an analysis of the data and such parameters as activation energy and frequency factor etc. were acquired by performing a dynamic analysis. The authors have concluded that the blending ratio exercises a very big influence on the ignition performance of the coal sample and the combustion process of the blended coal with a low heating value obeys a 1.5 grade chemical reaction. The research results are of major significance to optimizing the operation , saving fuels and reducing pollutant emissions. **Key words:** blended coal with a low heating value , thermodynamic analysis , combustion characteristics

镧钨阴极高温静电除尘器阴极放电与除尘特性 = **Cathode Discharge and Dust Removal Characteristics of a Lanthanum-tungsten Cathode High-temperature Electrostatic Precipitator** [刊 汉] XU Jin-jin (College of Energy Source and Environment , Southeast University , Nanjing , China , Post Code: 210096) , GU Zhong-zhu (College of Power Engineering , Nanjing Normal University , Nanjing , China , 210042) XI Xiao-li , YANG Jian-can (College of Material Science and Engineering , Beijing Polytechnic University , Beijing , China , Post Code: 100022) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2011 ,26(5) . - 576 ~ 581

With Lanthanum-tungsten and lanthanum nitrate serving as the raw materials , prepared was the lanthanum-tungsten emission material. It has been found that the lanthanum-tungsten material is composed of La_2WO_6 and W , crystal particles are uniformly distributed and the escaping power needed is up to 2.88 eV. According to the experimental study of the emission characteristics , the emission current density of the material in question increased with an increase of the temperature and voltage and the former exercised a remarkable influence on the above-mentioned current density. The ion density in the charging zone of a lanthanum-tungsten cathode thermion emission type high-temperature static precipitator was more than $10^{15} \sim 10^{16}$ ions/ m^3 , more than two magnitude orders higher than that of a traditional corona type electrostatic precipitator(ESP) . The authors performed a study of the influence of the flue gas flow speed , voltage in the charging zone and dust particle diameter on the dust removal efficiency. When the particle diameter is below 10 μm , the dust removal efficiency will rapidly rise with an increase of the dust particle diameter. To increase the voltage in the charging zone can increase its ion density , leading to an increase of the charge number and thus improving the dust removal efficiency. When the flow speed is in excess of 1.2 m/s , the dust removal efficiency will quickly decline with an increase of the flow speed. **Key words:** lanthanum-tungsten cathode , thermion emission , electrostatic dust removal