

生物质再燃脱硝特性研究

高攀¹, 路春美¹, 阮磊², 刘志超³

(1. 山东大学能源与动力工程学院, 山东 济南 250061; 2. 济南市南郊热电厂 穿山热源分厂筹建处, 山东 济南 250002; 3. 山东电力研究院热能研究所, 山东 济南 250002)

摘 要: 利用多功能脱硝实验台, 在再燃脱硝的典型影响因素条件下研究了杨木屑、花生壳、稻壳和玉米秸秆的再燃脱硝特性。实验表明: 700~900 °C 时, 提高再燃温度, 生物质挥发分析出速度快速增加, 脱硝率亦随之迅速提高, 900 °C 之后挥发分析出达到饱和状态, 较高的炉温易使生物质受热结焦并增大了炉膛正压, 使得脱硝率略有下降。过量空气系数 (SR) 对实验物料再燃脱硝的影响规律比较相近, 4 种生物质均在 SR=0.8 时取得最高脱硝效率。相同条件下生物质粒径越小、初始 NO 浓度越大, 再燃脱硝效果越好, 较大的再燃比 (RFR) 可在一定程度上补偿再燃物料粒径及初始 NO 浓度带来的脱硝率差异。延长再燃区停留时间 t 有利于提高脱硝率, 但 $t > 0.81$ s 后, 对脱硝率的影响不再显著。

关 键 词: 生物质; 再燃; 脱硝率; 实验

中图分类号: TK16 文献标识码: A

引 言

早在 1973 年 Wentt 等人就提出了“再燃”的概念^[1], 但直到 1983 年日本三菱公司才将再燃技术应用于实际锅炉并获得了 50% 的脱硝效率, 这一脱硝方法才得以确立并逐渐在世界范围内得到推广。多年来众多的研究者围绕再燃脱硝的燃料选择、最佳运行工况、脱硝机理进行了大量研究, 目前已确立比较典型的做法是将 85%~90% 燃料投入主燃区, 在过量空气系数 $SR_1 > 1$ 条件下富氧燃烧, 并伴随着大量 NO_x 的生成, 在再燃区投入 10%~15% 的再燃燃料, 在 $SR_2 < 1$ 的条件下贫氧燃烧形成大量碳氢等还原性物质, 将主燃烧区燃烧形成的 NO_x 还原成 N_2 , 同时还可抑制新的 NO_x 生成, 最后送入燃尽风以进一步燃尽燃料^[2]。

再燃燃料的品质对再燃脱硝效果影响十分显著, 虽然很多物质都可用作再燃燃料, 但已有的研究表明, 易燃烧、自身含氮量低、挥发分高的再燃燃料往往能够取得较好的脱硝效果, 生物质恰恰具备这些特点。而且生物质几乎不含硫, 含灰量低, 一般在

1%~5% 之间, 灰分中含有钠盐、钾盐等碱金属盐对 NO_x 的还原具有催化作用。生物质燃烧所释放的 CO_2 与其在生成过程中吸收的 CO_2 相当, 实现了 CO_2 的零排放, 合理利用生物质能对日益加剧的温室效应具有一定的抑制作用^[3]。另外, 我国是农业大国, 农业废弃物年产量约 9.4 亿 t, 林业废弃物年产量 2.2 亿 t, 每年生物质资源总量折合标准煤 2~4 亿 t。利用生物质再燃脱硝, 既增加了可再生能源消费, 又可有效治理环境污染, 因此早已引起国外众多研究者的关注, 而国内目前研究较多的再燃燃料基本是天然气、褐煤, 利用生物质直接再燃脱硝国内还鲜有报道, 文中对影响生物质再燃脱硝成败的关键因素进行了实验研究, 以期对生物质再燃技术在我国的实际应用提供参考和借鉴。

1 实验系统

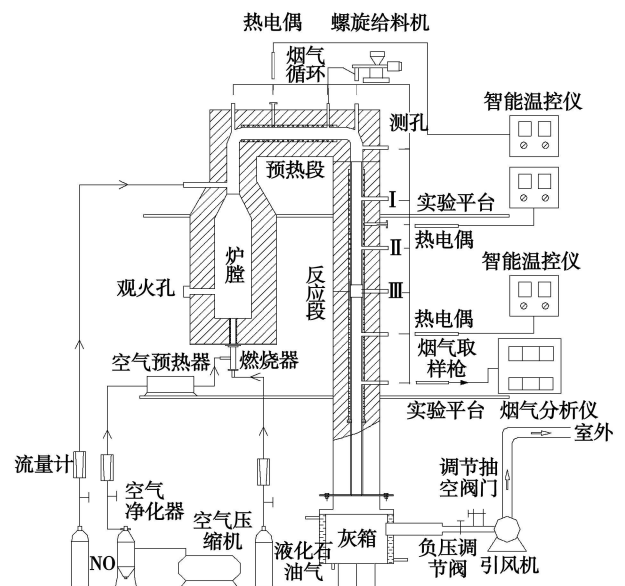


图 1 实验台系统示意图

收稿日期: 2007-07-05; 修订日期: 2007-09-27

基金项目: 山东省自然科学基金资助项目 (Z2006F04); 山东省环境保护重点科技基金资助项目 (2006046)

作者简介: 高攀 (1979-) 男, 山西垣曲人, 山东大学博士研究生

实验装置采用自行设计的多功能脱硝实验台, 如图 1 所示。实验炉体主要由保温材料、保护套管、电热元件高温电热丝、刚玉炉管以及智能温控系统组成。刚玉管规格为 1 000 mm×φ80 mm。以液化石油气作为主燃料, 燃烧所需空气由空气压缩机提供, 经稳压、净化、预热后与液化石油气共同进入燃烧器燃烧产生烟气, 由于液化气含氮量较低, 很难达到实际锅炉中烟气的 NO 浓度水平, 因此需另外通入 NO 气体。实验中 NO 由高压气瓶提供, 经减压阀、流量计后与烟气在燃烧器顶部混合进入预热段及反应段。螺旋给料机可实现定量给料, 抽取部分烟气接入给料机落料口处, 在不改变的炉膛气氛的条件下可避免生物质粘结在落料口, 并能吹散生物质粉团使其落料更均匀, 通过控制温度、给料机转速及各气体的流量便可实现各个反应工况, 反应后的气体一部分经过引风机后排出室外, 另一部分经过滤除尘、干燥后进入 MLT-4 烟气分析仪 (精度为 1 mL/m³)

在线测量。

2 实验工况

实验中液化石油气流量为 0.1 m³/h, 空气流量保持在 2.8 m³/h, NO 初始浓度维持在 800 mL/m³ 左右, 实验研究了再燃区温度、生物质种类、过量空气系数、停留时间、再燃燃料粒径以及初始 NO 浓度对生物质再燃脱硝率的影响, 其中液化气采用济南市民用液化石油气, 选用华北地区典型生物质玉米秸秆、花生壳、杨木屑和稻壳作为再燃燃料, 其工业分析、元素分析如表 1 所示。脱硝率 η 的计算式为:

$$\eta = \frac{[\text{NO}]_{\text{in}} - [\text{NO}]_{\text{out}}}{[\text{NO}]_{\text{in}}} \times 100\%$$

式中: $[\text{NO}]_{\text{in}}$ 一进口的 NO 浓度; $[\text{NO}]_{\text{out}}$ 一反应后出口 NO 浓度, 脱硝率计算取反应时间内测量所得 NO 浓度并将其折算到 6% 的氧浓度。

表 1 生物质试样的工业分析及元素分析

(%)

	工业分析				元素分析				
	M _{ad}	A _{ad}	V _{ad}	FC _{ad}	C	H	O	N	S
玉米秸	5.95	17.61	62.62	13.82	41.38	4.92	37.26	1.40	0.00
花生壳	2.38	4.14	73.74	19.74	47.26	6.10	38.70	1.37	0.05
杨木屑	2.71	0.92	84.04	12.33	47.28	6.29	41.40	1.40	< 0.01
稻壳	8.41	12.66	66.75	12.68	40.09	5.44	33.24	0.52	0.14

3 实验结果及分析

3.1 再燃区温度对脱硝率的影响

温度是影响再燃脱硝效率的重要因素, 在初始 NO 体积浓度 800 mL/m³, 过量空气系数 0.8 条件下, 以再燃比 15% 向再燃区加入花生壳、玉米秸秆、稻壳以及杨木屑, 脱硝效率随温度变化规律如图 2 所示。温度对化学反应速率的影响可以根据质量定律和 Arrhenius 定律来描述:

$$w = k^+ \prod_i C_i^{\nu_i} - k^- \prod_j C_j^{\nu_j} \quad (1)$$

$$k = AT^n \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (2)$$

化学反应速率 w 与反应物浓度 C 成指数关系增加, 与化学反应速率常数 k 成正比, 而 k 随温度 T 成指数关系增加, 因此, 提高反应温度可以明显提高化学反应速率^[4-9]。

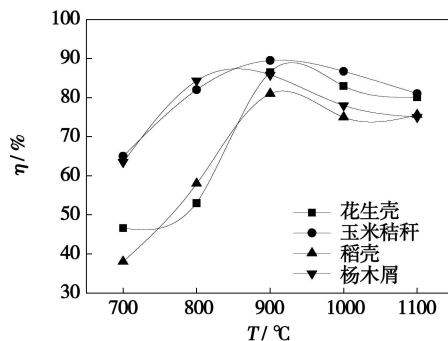


图 2 再燃区温度对脱硝率的影响

由图 2 可知, 700~900 °C 时, 4 种生物质再燃脱硝率均随温度提高快速升高, 但此时杨木屑与玉米秸秆的再燃脱硝率明显高于稻壳及花生壳, 主要因为杨木屑具有较高的挥发分, 而玉米秸秆质地最为疏松, 有利于挥发分的析出以及 O₂、NO 向生物质颗粒表面的扩散。由表 1 可知, 生物质挥发分含量较高, 均在 60% 以上, 提高再燃温度, 生物质挥发分析出速度快速增加, 形成较强的还原性气氛, 更有利于

NO 的还原。另外,随着温度提高,挥发分以更强烈的“喷射方式”由颗粒内部向外释放,结果导致其表面孔隙较多、尺寸较大。这就使得生物质颗粒表面形成更发达的孔隙结构,进一步增大了生物质固定碳的比表面积,使其颗粒表面形成更多的活性点,更有利于 NO 的还原。900 °C 之后再提高反应温度,脱硝率变化比较平缓,甚至略有下降。分析认为 900 °C 已使实验物料达到最大热解速度,再提高温度生物质挥发分的产率不会明显提高,较高的炉膛温度使得生物质容易粘结在炉壁上并增大了炉膛正压,一定程度上影响了落料,从而降低了再燃脱硝效果。

3.2 再燃区过量空气系数 SR 对脱硝率的影响

对过量空气系数的调整与控制是降低 NO_x 排放的有效措施。Zamansky、Adams 和沈伯雄等人的研究表明再燃区过量空气系数存在最佳值⁶⁻⁸,但对于具体燃料需要实验测定。因此有必要针对我国华北地区典型农作物,考察过量空气系数 SR 对其再燃脱硝的影响。在 1000 °C、初始 NO 体积分数 800 mL/m³ 条件下,按再燃比 15% 投入再燃燃料,过量空气系数 SR 由 0.4 增至 1.4,4 种生物质再燃脱硝率随过量空气系数 SR 变化规律如图 3 所示。

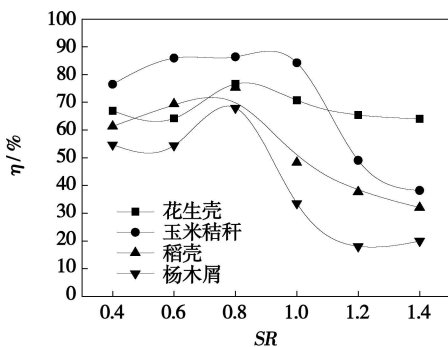


图3 过量空气系数 SR 对脱硝率的影响

随着 SR 的增加,4 种生物质再燃脱硝率均先增加后减小, SR 由 0.4 增至 0.8 时,脱硝效率均略有增加,但变化并不十分明显。过量空气系数越小再燃区还原性气氛越强,对主燃区 NO 的还原也越彻底,但当再燃区中氧量严重不足时,将会有大量未反应的 HCN 和 CH_i 离开再燃区,在燃尽区中再次被氧化,生成了新的 NO_x ,从而又一定程度上降低了脱硝效率,因此 SR 并不是越小越好,对再燃区的优化,目的要使离开再燃区的含氮类物质($TFN = NO + HCN + NH_3$)的总量达到最小^[8]。 SR 大于 0.8 之后杨木屑、稻壳、玉米秸秆再燃脱硝率均明显下降,花生壳再燃脱硝虽没有其它 3 种物料明显,但也出现

了下降趋势,4 种燃料在此条件下脱硝特性较为相近。N. Stanley Harding 等人的生物质再燃实验也得出了相似的规律⁹。由再燃还原 NO_x 的机理可知过量空气系数过大,碳氢物质高温下被充足的氧气迅速氧化形成稳定的二氧化碳和水蒸气,无法还原 NO,从而降低了脱硝效率。可见过量空气系数存在最佳值,本实验条件下 $SR = 0.8$ 时再燃脱硝效果最佳。在电站锅炉应用再燃技术时,要根据再燃物料特性以及实际锅炉运行工况合理调整过量空气系数。

3.3 生物质粒径及再燃比 (RFR) 对脱硝率的影响

图 4 给出了 3 种细度的杨木屑再燃脱硝率随再燃比的变化规律,图 5 研究了 4 种实验物料在 $RFR = 15\%$ 条件下脱硝率随粒径的变化规律。实验工况为:再燃温度为 1000 °C,杨木屑粒径分别为 825.5、450 和 300 μm ,过量空气系数 SR 为 0.8,NO 初始值为 800 mL/m³ 左右。

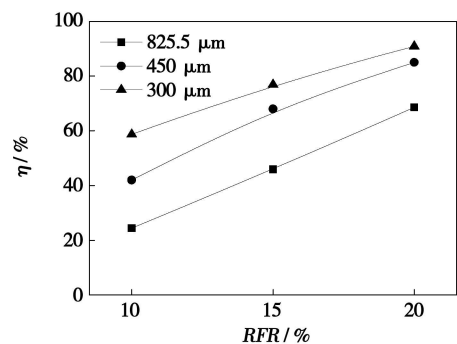


图4 再燃比对脱硝率的影响

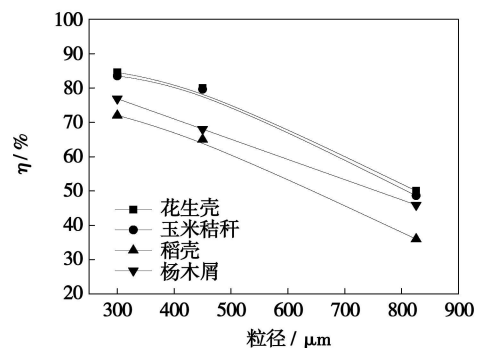


图5 物料粒径对脱硝率的影响

由图 4 可知在相同再燃比条件下随着杨木屑粒径的逐渐减小,脱硝率逐渐升高, $\eta_{300 \mu m} > \eta_{450 \mu m} > \eta_{825.5 \mu m}$,并且 3 种粒径杨木屑的再燃脱硝率均随再燃比增大明显提高,这与浙江大学李戈等人对木屑的研究结果十分相似^[10]。随着再燃比的增大,贫氧

富燃料燃烧形成的还原性物质浓度增大,促进了脱硝反应的正向进行,提高了脱硝效率。在较大的再燃比条件下,物料粒径大小造成的脱硝率差异逐渐变小,因为投入的再燃燃料较多,即使大颗粒物料也能够析出较多的挥发分,并且加大再燃燃料量增加了生物质与NO的接触面积也有利于NO的还原,因此粒度的影响被减弱。

图5表明再燃生物质的粒度越细小,NO还原效率越高。在相同的加热条件下,较细的生物质颗粒具有较高的升温速率,又由于热解的初始产物有相当一部分在颗粒内部向外释放,较小的颗粒具有较小的内部扩散距离,这样在较高的释放速率下,挥发分以更强烈的方式由颗粒内部向外释放,使反应气氛中生物质挥发分瞬时浓度更高,为其再燃还原NO的反应提供了良好的条件。另外,粒度越细,生物质的燃烧速率增加,促使O₂的加速消耗,生物质颗粒表面附近的氧分压力降低较快,生物质燃烧过程颗粒表面的还原气氛加强,从而使还原反应进行的更加充分^[1]。Zamansky等人以家具废料和柳木在300 kW半工业锅炉上进行了再燃脱硝实验^[6],发现家具废料再燃脱硝率随着粒径的减小而提高,但脱硝率随柳木粒径的减小基本没有变化,Zamansky认为这可能是由于柳木极高的挥发分(空干基82.29%)使其再燃脱硝效果很难受粒径的影响。

另外,山东十里泉生物质发电厂的运行报告表明生物质粒径越小,灰分中碳含量越低,说明小粒径的物料更有利于燃尽。低含碳量有利于灰分的再加工再利用,但较小的物料粒径需要反复破碎,会增加发电成本,因此需要对电站生物质粉碎、燃烧效率、脱硝率以及灰分利用的总体经济型进行综合评估,以便选择物料粒径最佳值。

3.4 再燃区停留时间对脱硝率的影响

为考察实验生物质在再燃区不同停留时间对脱硝效率的影响,在实验温度1000℃时,选用450 μm杨木屑以再燃比10%、15%、20%进行实验,初始NO浓度830 mL/m³保持不变,改变燃尽风位置I、II、III如图1所示,从而获得不同的再燃区停留时间。脱硝效率随停留时间的变化规律如图6所示。

随着停留时间的延长,3种再燃比条件下的脱硝效率均有所提高。再燃比15%、20%时,停留时间由0.35 s增至0.81 s,脱硝率分别提高了21.5%和17.9%,但由0.81 s增至1.16 s时,脱硝率仅提高了3%和7.6%,脱硝率增加趋势变的平缓。对于生物质再燃,较长的停留时间不仅有利于还原更多

的NO,也可以提高再燃燃料的燃尽率。但是,脱硝率增加趋势变的平缓。

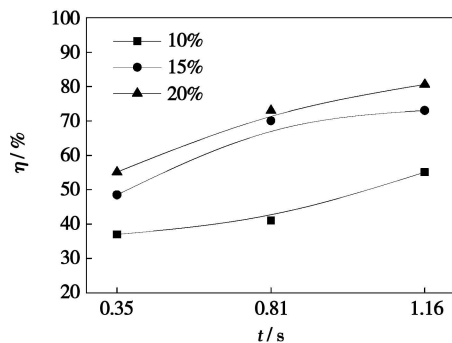


图6 不同再燃区停留时间对脱硝率的影响

对于生物质再燃,较长的停留时间不仅有利于还原更多的NO,也可以提高再燃燃料的燃尽率。但是,过长的停留时间并非有利,这是因为再燃区停留时间的增加是以牺牲主燃区和燃尽区的停留时间为代价的^[4]。如果为了增加再燃区停留时间而减少主燃区的停留时间,尽管可以将再燃燃料喷射到NO比较集中的火焰区,实现更有效地还原NO,但这不仅会降低主燃区燃料的燃尽率,影响锅炉出力,而且造成较多的过量O₂进入再燃区,使再燃区过量空气系数增加,对脱硝反应不利。而减少燃尽区停留时间会使再燃区未燃尽的燃料不能充分燃烧,锅炉飞灰含碳量增大,CO浓度迅速升高,锅炉燃烧效率下降。根据实验结果,建议生物质在再燃区的停留时间取在0.8 s左右。

3.5 不同初始NO浓度对脱硝率的影响

再燃区1000℃,过量空气系数SR=0.8,初始NO体积分数分别为530 mL/m³、830 mL/m³以及1120 mL/m³时,研究了40目杨木屑在再燃比10%~20%条件下的脱硝效率,结果如图7所示。当再燃比为10%,初始NO体积浓度为530 mL/m³时,杨木屑再燃对NO的还原效率是35.6%,当增加初始NO体积浓度至830 mL/m³及1120 mL/m³时,NO还原率分别增至49.8%及51.6%。可见随着反应气氛中NO初始浓度的增大,杨木屑再燃还原NO的能力有所提高,主要因为反应气氛中NO浓度的增大,使反应物浓度增大,而由式(1)和式(2)可知化学反应速率w与反应物浓度C成指数关系增加,化学反应速度的增加促进了脱硝反应的正向进行,进而提高了脱硝率。脱硝率随初始NO浓度升高而增加的现象在Zamansky与Maly等人的研究中均有报道^[6,13]。实验发现随着再燃比的增大,初始NO浓

度变化对脱硝率的影响逐渐减小,再燃比 20%,3 种初始 NO 浓度条件下,脱硝率几乎没有变化。

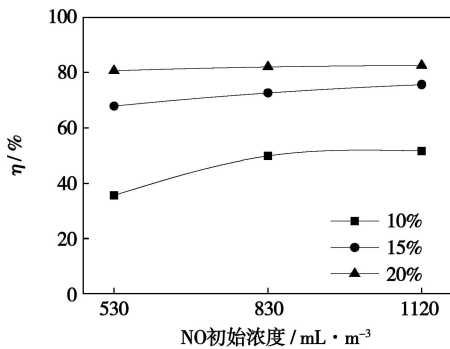


图 7 初始 NO 浓度对脱硝率的影响

4 结 论

(1) 700~900 °C 时,实验生物质再燃脱硝率随反应温度增加而提高,900 °C 之后实验物料达到最大热解速度,继续提高温度生物质挥发分的产率不会明显提高,而较高的炉温使生物质易受热粘结并增大了炉膛正压,使得脱硝率略有下降。

(2) 实验条件下 4 种生物质燃料均存在最佳过量空气系数(0.8)。

(3) 杨木屑粒径越小、初始 NO 浓度越大,再燃脱硝效果越好,较大的再燃比可以一定程度上补偿再燃物料粒径及初始 NO 浓度带来的脱硝率差异。

(4) 延长再燃区停留时间 t 有利于提高脱硝率,但 $t > 0.81$ s 后,对脱硝率的影响不再显著。

本文第二作者路春美为通讯作者。

参考文献:

- [1] WENDT J O L, STERNLING C V, MATOVICH M A. Reduction of sulfur trioxide and nitrogen oxides by secondary fuel injection // 14th Symposium (International) on Combustion [C]. Pittsburgh: The Combustion Institute, 1972: 897-904.
- [2] 高攀,路春美,赵改菊,等. 先进再燃技术原理及其影响因素分析[J]. 锅炉技术, 2007, 38(1): 28-31.
- [3] 段佳,罗永浩. 生物质燃料再燃研究进展[J]. 热能动力工程, 2006, 21(3): 227-230.
- [4] 赵莉,阎维平,刘忠,等. 温度对超细煤粉再燃降低 NO 排放的影响[J]. 动力工程, 2005, 25(6): 887-890.
- [5] 刘忠,阎维平,宋蓄,等. 微细化煤粉再燃还原 NO 的反应动力学机制[J]. 热能动力工程, 2006, 21(5): 482-486.
- [6] ZAMANSKY V M, SHELOM M S, LISIANSKI V V, et al. Advanced biomass reburning for high efficiency NO_x control [R]. Atlanta: GE Energy and Environmental Research Corporation, 2000.
- [7] ADAMS B R, HARDING N S. Reburning using biomass for NO_x control [J]. Fuel Processing Technology, 1998, 54: 249-263.
- [8] 沈伯雄,孙幸福. 天然气先进再燃区脱硝效率影响因素的实验与模拟研究[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(5): 146-149.
- [9] HARDING N S, ADAMS B R. Biomass as a reburning fuel: a specialized cofiring application [J]. Biomass and Bioenergy, 2000, 19: 429-445.
- [10] 李戈,池作和,斯东坡,等. 生物质废弃物再燃降低 NO_x 排放的试验研究[J]. 热力发电, 2004(2): 41-44.
- [11] 周昊,邱坤赞,王智化,等. 煤种及煤粉细度对炉内再燃过程脱硝和燃尽特性的影响[J]. 燃料化学学报, 2004, 32(2): 146-150.
- [12] 刘忠,阎维平,高正阳. 停留时间对微细煤粉再燃还原 NO 效率的影响[J]. 燃烧科学与技术, 2004, 10(4): 354-358.
- [13] MALY P M, ZAMANSKY V M, HO L. Alternative fuel reburning [J]. Fuel, 1999, 78: 327-334.

(编辑 何静芳)

新能源利用

大型国产风电机组落户呼伦贝尔草原

2007 年 7 月 28 日 33 台 DF708 风电机组在内蒙古呼伦贝尔草原落户。这是我国目前国产化率高达 74.5% 单机容量最大 1.5 MW 低温型机组,系东方汽轮机厂产品。东汽又开始与欧洲著名的风机设计公司联合开发具有完全知识产权世界先进水平的 2.5 MW 风电机组,并着手兴建新的风电总装厂房、兆瓦级风电机组复合材料部件基地,组建了天津东汽风电叶片厂和风电技术研究院,以期生产制造业领先风电机组。

(赵旺初 供稿)

local pressure loss, pressure loss coefficient and friction resistance loss ratio of the bend. The results of the study show that with an increase of Reynolds Number Re , the local pressure loss of the bend will increase, but the pressure loss coefficient will first decrease and then increase. In view of the curvature radii being relatively small, the local pressure loss of the bend will be determined by the irregular flow loss and the path resistance produced by the lengthened axial line of the bend. The greater the curvature radius of the bend, the greater the critical Reynolds Number. The friction resistance loss ratio of the bend will first go down and then up with an increase of Dean Number. When the R_c/R of the bend equals 4, its local pressure loss, pressure loss coefficient and friction resistance loss ratio will all attain a minimum value. **Key words:** coal-water slurry, curvature radius, pressure loss coefficient, critical Reynolds Number

生物质再燃脱硝特性研究 = **Research on Biomass Reburning Denitration Characteristics**[刊, 汉] / GAO Pan, LU Chun-mei (College of Energy Source and Power Engineering, Shandong University, Jinan, China, Post Code: 250061), RUAN Lei (Construction Preparation Division, Dingzi Mountain Heat Source Sub-factory, Jinan City Southern Suburb Thermal Power Plant, Jinan, China, Post Code: 250002), LIU Zhi-chao (Thermal Energy Research Institute, Shandong Electric Power Academy, Jinan, China, Post Code: 250002) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2008, 23(4). — 429 ~ 433

A multi-purpose denitration test rig was utilized to study the reburning denitration characteristics of aspen wood sawdust, peanut shell, rice husk and cornstalk under the condition of typical influencing factors on reburning denitration. The test results show that when the furnace temperature is between 700 ~ 900 °C, increasing the reburning temperature will result in a rapid increase of the precipitation speed of volatile matter in biomass followed by a quick enhancement of the denitration rate. At a temperature higher than 900 °C, the precipitation of the volatile matter attains a saturation state and a relatively high furnace temperature tends to make the biomass to be heated, which leads to coke formation, enhancing the positive pressure of the furnace and causing the denitration rate to drop somewhat. The stoichiometric ratio (SR) has a relatively similar influencing effect for the reburning denitration of the materials under experiment. Four kinds of biomass all attain their highest denitration efficiency when $SR=0.8$. Under the same conditions, the smaller the biomass particle diameter, the greater the initial NO concentration and the better the reburning denitration effectiveness. A relatively big reburning fuel ratio (RFR) can compensate to a certain extent the difference in the denitration rate brought about by the reburning material particle diameter and initial NO concentration. To extend the residence duration t in the reburning zone is favorable to enhancing the denitration rate. However, when $t > 0.81$ second, its influence on the denitration rate will not be significant. **Key words:** biomass, reburning, denitration rate, experiment

季节条件对于地源热泵系统运行的影响 = **Effect of Seasonal Conditions on the Operation of a Geothermal Pump System**[刊, 汉] / LIU Xiang-yun, CHEN Ying, YANG Min (College of Material and Energy Source, Guangdong Polytechnical University, Guangzhou, China, Post Code: 510006) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2008, 23(4). — 434 ~ 437

With the continuous consumption of conventional energy sources, the demand of human beings for regenerative energy sources will grow with each passing day. As a kind of advanced, highly effective, energy-saving and environment-protection technology, geothermal pumps have attracted the attention of numerous researchers. The geothermal pumps can make use of the constant temperature under buildings to take the heat/cooling energy under the ground, achieving a good quality of zero pollution. Through experiments, the effect of different conditions in winter and summer on the operation of a geothermal pump system has been compared. The authors have come to the following conclusion: if the heat or cooling energy under the ground is taken purely and simply, a remarkable change will occur to the underground temperature around the geothermal pumps after three months, causing the system impossible to continue its normal operation. Only when a mode of alternatively taking heat and cooling energy under the ground is adopted for the geothermal pump systems, will the underground soil retain its ability to serve as a heat source. **Key words:** climatic condition, geothermal pump, soil temperature, mode