

富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质的污染物排放模拟研究

董静兰

(华北电力大学 能源动力与机械工程学院 教育部电站设备状态监测与控制重点实验室 河北 保定 071003)

摘要: 利用 ASEPN PLUS 流程模拟软件对富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时污染物的排放特性进行了模拟分析,结果表明:在掺烧比例一定时,富氧燃烧氛围下烟气中 NO_x 和 SO_x 排放浓度远低于常规空气燃烧氛围下的值,而 CO 的排放浓度显著高于常规空气燃烧氛围下的值,且随 O_2 浓度的提高, NO_x 和 SO_x 的排放浓度逐渐增加, CO 的排放浓度逐渐降低;在 O_2 浓度一定时,燃烧温度对 CO 的排放浓度影响很大,当温度超过 1 200 $^\circ\text{C}$ 以后, CO 的排放浓度急剧上升, NO_x 的排放浓度随燃烧温度的升高而增加, SO_x 的排放浓度受燃烧温度影响不大,随燃烧温度的升高略有增加。

关键词: ASEPN PLUS 富氧燃烧 掺烧 污染物

中图分类号: TK227.1 文献标识码: A
DOI: 10.16146/j.cnki.rndlgc.2016.07.0011

引言

据 BP 世界能源统计,自 2009 年开始,中国一次能源的消耗量连续 4 年居世界第一,2014 年能源消费总量达 42.6 亿吨标准煤,比 2013 年增长 2.2%,随着煤炭和石油资源的日益匮乏及其不可再生的特性,以及由此引发的日益严重的环境问题,可再生能源的开发和利用受到越来越多的关注,目前世界各国都在积极地探索和实现能源的多元化,生物质能源就是其中的主要角色之一^[1];我国的秸秆、薪柴、粪便和垃圾等四项生物质资源分别相当于 3.08、1.3、0.77 和 1.43 亿吨标准煤,总计达到 6.58 亿吨标准煤左右,利用价值和前景非常可观^[2]。

一次能源消耗的逐年增长使得我国 CO_2 和 SO_2 的排放量逐年增加,其中煤炭消耗量均占一次能源消费总量的 65%。我国 CO_2 排放总量的 70%, SO_2 排放量的 90%, NO_x 排放量的 67% 来自燃煤的排放^[3],而电力生产是我国动力用煤消耗的第一大

户,目前我国电力用煤消耗量占到动力用煤总消耗量的 60% 以上,因此电力行业减排 CO_2 和其它污染物的形势日趋严峻。

富氧燃烧技术也称 O_2/CO_2 燃烧技术,整个燃烧过程均在 O_2/CO_2 的氛围下进行,经干燥脱水后烟气中 CO_2 的浓度可达 95% 及以上,经压缩脱水后的液态 CO_2 可用管道输送或埋存,同时压缩过程中还可以除去或回收其他污染物,富氧燃烧技术的研究目前已进入工程示范阶段。

生物质能源的利用形势多样,在其应用技术中得到普遍关注,发展前景较好的主要是用于燃煤锅炉的掺烧生发电。近年来又提出了燃煤锅炉在富氧燃烧氛围下掺烧生物质从而实现减排温室气体和污染物排放的方案,不仅实现大规模 CO_2 和其它污染物的减排,还可以提高富氧燃煤电厂的经济效益,实现生物质的规模化利用,得到了研究学者们的普遍重视,已成为一种经济的减排温室气体的重要手段。

对单纯的煤在富氧燃烧氛围下污染物排放特性的研究已取得很多成果:陈阳对煤在富氧燃烧气氛下的 NO_x 排放特性进行了研究^[4],实验结果表明:富氧燃烧气氛下 NO_x 的生成量低于对应的 O_2/N_2 气氛下 NO_x 的生成量;李英杰等对煤在富氧燃烧气氛下的燃烧产物进行了计算^[5],同时分析了燃烧温度、过量氧量等对燃烧产物的影响;Duan Lunbo 采用热重分析法研究了煤在富氧燃烧氛围下 S 及 SO_2 的析出规律和排放特性^[6],实验表明:相比常规燃烧氛围,在富氧燃烧氛围下 S 的析出提前, SO_2 排放速率增加。

对煤与生物质掺烧时污染物排放特性的研究也有许多成果可以借鉴:杨天华、贺业光等对煤与生物

收稿日期: 2015-09-08; 修订日期: 2015-10-26

基金项目: 中央高校基本科研基金资助项目(2015QN31)

作者简介: 董静兰(1984-),女,河北保定人,华北电力大学讲师。

质共燃时 N 的析出和迁移特性进行了实验研究^[7]; Wang XB 研究了生物质焦和 NO、NO₂ 的反应特性及其还原机理^[8]; 武岳、王永征等对掺烧生物质的燃煤锅炉受热面的 Cl 腐蚀特性进行了研究^[9] 结果显示: 碱金属氯化物对受热面的腐蚀作用大于 HCl 对其的腐蚀, 且腐蚀速率与燃烧温度满足指数函数特性。

Riaza 研究了在富氧和空气条件下纯煤掺烧生物质时着火温度和燃尽情况^[10], 结果表明: 与纯煤的富氧燃烧相比, 掺烧生物质后其着火温度显著降低, 燃尽率略有升高, 并随着掺烧比例的增加变化幅度增大; 韩娟娟、王春波以某 600 MW 富氧燃煤锅炉为例^[11], 进行了掺烧生物质的燃烧热力特性分析, 数据表明: 随掺烧比例的增加, 烟量、锅炉效率略有降低; 与常规空气下的掺烧相比, 富氧氛围下烟气量和燃煤量均减少, 但炉膛的辐射换热量增加, 对流换热量减少。

目前国内外对富氧燃煤锅炉掺烧生物质时污染物排放特性研究较少, 本文采用 ASPEN PLUS 流程模拟软件对富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时的污染物排放情况进行了模拟, 得到了不同工况下 NO_x、SO_x 和 CO 等的排放情况, 为富氧燃煤锅炉掺烧生物质的进一步研究提供参考。

1 ASPEN 模拟流程

ASPEN PLUS 作为一种大型流程模拟软件, 在煤和生物质的燃烧、气化等领域已经得到广泛应用, 并能得到良好的模拟结果。本文在质量、化学以及能量平衡的基础上, 基于 Gibbs(吉布斯) 最小自由能的热力学分析方法^[12], 采用 ASPEN PLUS 对富氧气氛下纯煤掺烧生物质时的燃烧进行了模拟。

搭建的 ASPENPLUS 的模拟流程如图 1 所示。

在 ASPEN 流程模拟过程假设: (1) 煤和生物质

完全热解后释放出挥发分、产生焦炭, 之后燃烧且反应完全; (2) 整个流程模拟过程中没有压力降; (3) 热解过程中的燃料 N 均转化为 NH₃ 和 HCN; (4) 暂不考虑煤灰的自固硫作用。

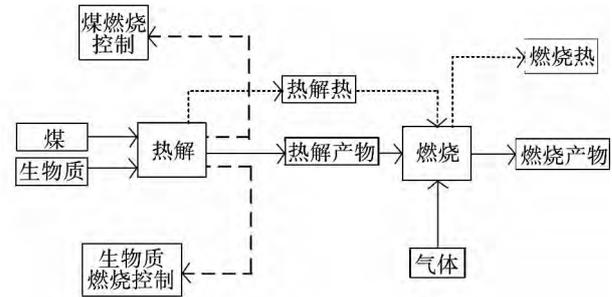


图 1 富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质的 ASPEN 模拟流程图

Fig. 1 ASPEN simulation flow diagram of the combustion of pure coal mixed and diluted with biomass in an oxygen-enriched atmosphere

模拟流程图主要由 2 个反应模块和 2 个计算模块、多股物流及热流搭建而成, 采用收率反应器 (RYIELD) 模拟煤与生物质的热解过程, 产物设定为 C、S、O₂、H₂、H₂O、HCN、NH₃ 和 ASH(灰) 等。其中各产物的量根据生物质及煤的工业分析及元素分析通过在 Fortran 子模块编译 Fortran 程序语句计算得到。

采用平衡反应器 (RGIBBS) 对燃烧过程进行模拟, 平衡反应器基于最小吉布斯自由能原理, 通过内建的计算模块计算得出结果。该模块的产物设定为 C、CO、CO₂、S、SO₂、SO₃、O₂、N₂、NO、NO₂、H₂、H₂O、HCN、NH₃、H₂S 和 ASH 等。同时可在 ASPEN 中通过设置设计规定, 通过迭代计算通过调整燃烧气体量进而满足设计规定, 本文规定烟气中的氧浓度为 5%。

模拟计算采用的煤种和生物质的元素分析和工业分析如表 1 和表 2 所示。

表 1 煤与生物质的元素分析与工业分析
Tab. 1 Elementary and industrial analysis of coal and biomass

	元素分析 / %					工业分析 / %				发热量 / kJ · kg ⁻¹
	C _d	H _d	O _d	N _d	S _d	A _d	V _d	FC _d	M _{ad}	
煤	70.64	4.40	8.14	0.71	2.03	14.08	33.55	52.37	3.36	27 800
生物质	45.69	4.66	42.63	0.46	0.31	6.25	75.01	18.74	3.88	14 770

模拟计算采用的煤种和生物质硫分的具体形式如表 2 所示。

表 2 硫元素的形式
Tab. 2 Form of sulfur element

燃料	硫元素 /% (干燥基)		
	S _{s,d}	S _{o,d}	S _{p,d}
煤	0.05	1.36	0.62
生物质	0	0	0.31

2 ASPEN 模拟工况及结果分析

燃烧气氛为富氧燃烧和常规空气气氛,煤与生物质的掺混比例为 10%,设定燃料的粒径均不大于 74 μm,系统压力为 0.1 MPa,通过调整富氧气氛中 O₂ 的浓度和燃烧温度改变工况,O₂ 浓度分别为 21%、30%、35% 和 40%,燃烧温度为 800 °C ~ 1 400 °C,烟气中的氧浓度规定为 5%。

2.1 燃烧气氛对污染物排放的影响

2.1.1 燃烧气氛对 CO 排放的影响

利用 ASPEN PLUS 分别模拟燃烧温度为 1 000 °C,烟气中的氧浓度为 5%,常规空气和富氧燃烧气氛下,且富氧气氛中 O₂ 比例分别为 21%、30%、35% 和 40% 时,得到烟气中的 CO 的体积浓度变化趋势如图 2 所示。

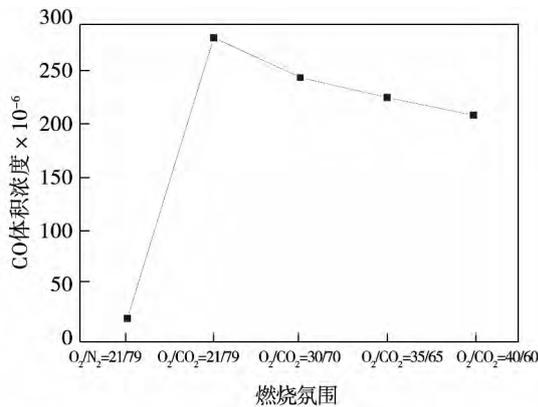


图 2 燃烧气氛对 CO 排放的影响

Fig. 2 Effect of the combustion atmosphere on the CO emissions

从图 2 中可以看出,在富氧燃烧气氛下纯煤掺烧生物质时,烟气中 CO 的体积浓度为 289 × 10⁻⁶,显著高于常规空气燃烧气氛下的 21 × 10⁻⁶,且 CO

浓度随 O₂ 比例的增加而逐渐降低,当 O₂ 比例为 40% 时,CO 体积浓度下降到 21 × 10⁻⁶。这是因为富氧燃烧气氛下燃烧时 CO₂ 的浓度较高,烟气中 CO₂ 与碳颗粒发生了气化还原反应,生成了部分 CO,随着 O₂ 浓度的提高,燃料颗粒周围 CO₂ 浓度逐渐下降,进而使得 CO 的浓度逐渐降低。

2.1.2 燃烧气氛对 NO_x 排放的影响

利用 ASPEN PLUS 分别模拟燃烧温度为 1 000 °C,烟气中的氧浓度为 5%,常规空气和富氧燃烧气氛下,且富氧气氛中 O₂ 比例分别为 21%、30%、35% 和 40% 时,得到烟气中的 NO、NO₂ 的体积浓度变化趋势如图 3 ~ 图 4 所示。

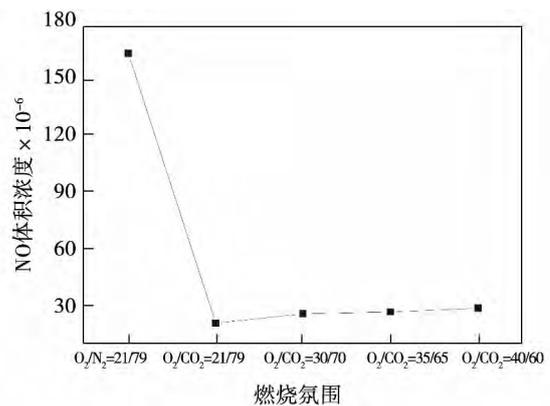


图 3 燃烧气氛对 NO 排放的影响

Fig. 3 Effect of the combustion atmosphere on the NO emissions

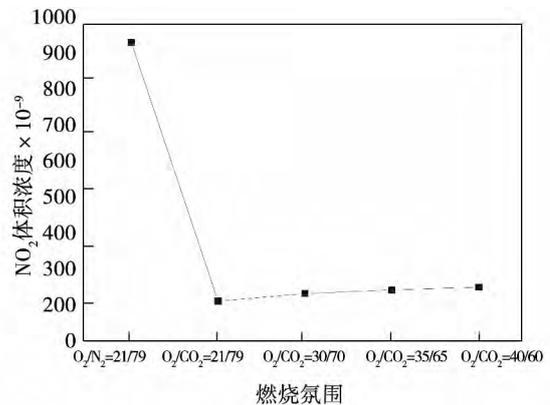


图 4 燃烧气氛对 NO₂ 排放的影响

Fig. 4 Effect of the combustion atmosphere on the NO₂ emissions

从图 3 和图 4 中可以看出,在常规空气燃烧气氛下纯煤掺烧生物质时,烟气中 NO 体积浓度为

166×10^{-6} ,而在富氧燃烧氛围的 NO 体积浓度为 $20 \times 10^{-6} \sim 30 \times 10^{-6}$,显著低于常规空气燃烧氛围下的值;富氧燃烧氛围下的 NO_2 体积浓度为 $120 \times 10^{-9} \sim 165 \times 10^{-9}$,也显著远低于常规空气燃烧氛围下的 942×10^{-9} 。这主要是由于富氧燃烧氛围下由于 CO_2 浓度较大造成的 CO 的浓度提高,可能对 NO_x 的还原反应产生了影响。同时由于没有 N_2 在高温燃烧下几乎不会生成热力型的 NO_x 。从图中还可以看出, NO_2 浓度远远低于 NO 浓度,烟气 NO_x 中 99% 以上为 NO 。

2.1.3 燃烧氛围对 SO_x 排放的影响

利用 ASPEN PLUS 分别模拟燃烧温度为 1000°C 烟气中的氧浓度为 5%,常规空气和富氧燃烧氛围下,且富氧氛围中 O_2 比例分别为 21%、30%、35% 和 40% 时,得到烟气中的 SO_2 、 SO_3 体积浓度变化趋势如图 5、图 6 所示。

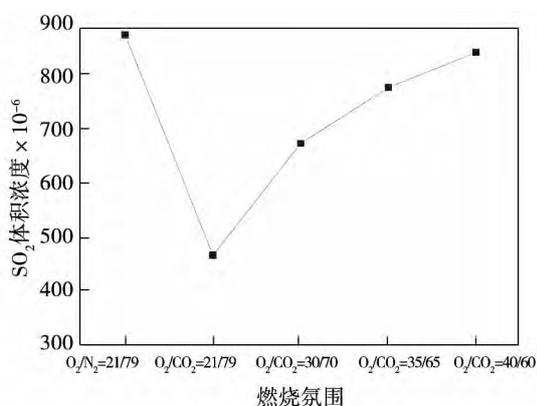


图 5 燃烧氛围对 SO_2 排放的影响

Fig. 5 Effect of the combustion atmosphere on the SO_2 emissions

从图 5 可以看出,在富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时,烟气中 SO_2 体积浓度为 470×10^{-6} ,低于常规空气燃烧氛围下的 887×10^{-6} ,且随 O_2 浓度的增加而逐渐增加, SO_2 排放浓度略有增加,这是因为富氧燃烧气氛下高浓度的 CO_2 与 C 颗粒反应生成了部分 CO ,燃料碳粒表面存在还原性的微环境,烟气中的 SO_2 被 CO 还原成单质 S,从而使得 SO_2 排放浓度降低。

从图 6 中可以看出,在富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时,烟气中 SO_3 体积浓度为 24×10^{-6} ,为常规空气燃烧氛围下 SO_3 浓度(12.5×10^{-6})的 2 倍左

右,且随着氧气浓度的提高, SO_3 排放浓度呈上升趋势,这是因为 O_2 浓度提高时,燃料颗粒可以更充分地与 O_2 接触反应,燃烧更加剧烈,从而促进燃料中 S 的释放,符合 Duan Lunbo 的研究规律^[6]。

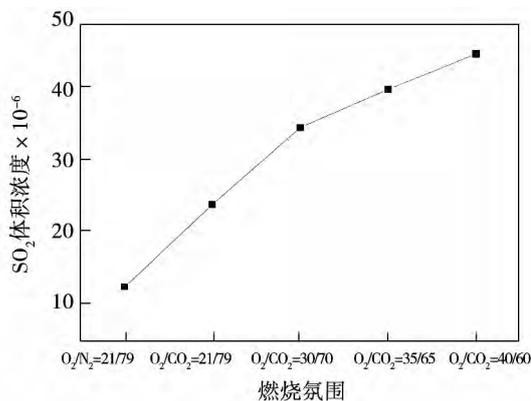


图 6 燃烧氛围对 SO_3 排放的影响

Fig. 6 Effect of the combustion atmosphere on the SO_3 emissions

2.2 燃烧温度对污染物排放的影响

2.2.1 燃烧温度对 CO 排放的影响

利用 ASPEN PLUS 分别模拟富氧燃烧氛围中 O_2 比例分别为 30%,烟气中的氧浓度为 5%,燃烧温度为 $800^\circ\text{C} \sim 1400^\circ\text{C}$ 时,得到烟气中的 CO 的体积浓度变化趋势如图 7 所示。

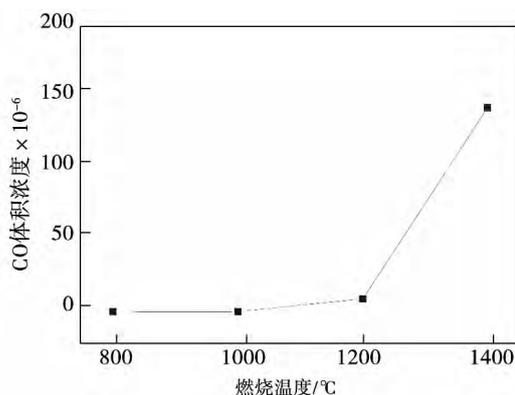
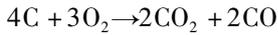


图 7 燃烧温度对 CO 排放的影响

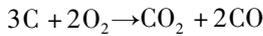
Fig. 7 Effect of the combustion temperature on the CO emissions

从图 7 中可以看出,在富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时,烟气中的 CO 的浓度受燃烧温度的影响较大,在燃烧温度低于 1200°C 时, CO 排放浓度随温度增加而缓慢增加,而当温度超过 1200°C 后,

燃烧反应发生变化,烟气中CO的浓度随温度增加而急剧升高,这与Zheng等人研究结果的规律相同^[13]。当温度低于1200℃时,发生的反应如下:



此时由于温度较低, O₂与C气化反应速率较慢,生成的CO较少,而当温度高于1200℃时,气化反应速率明显加快,发生如下反应,生成了更多的CO:



2.2.2 燃烧温度对NO_x排放的影响

利用ASPEN PLUS分别模拟富氧燃烧氛围中O₂比例分别为30%,烟气中的氧浓度为5%,燃烧温度为800℃~1400℃时,得到烟气中的NO、NO₂的体积浓度变化趋势如图8所示。

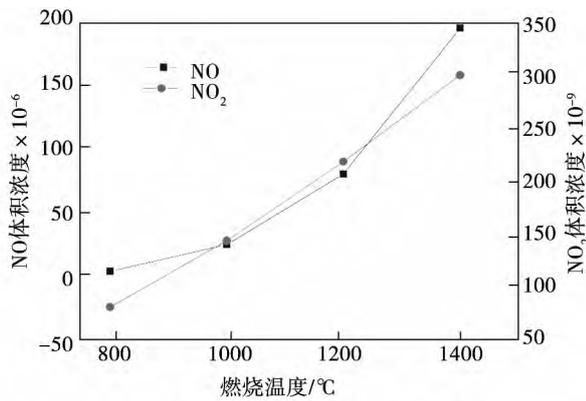


图8 燃烧温度对NO_x排放的影响

Fig. 8 Effect of the combustion temperature on the NO_x emissions

从图8中可以看出,在富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时,烟气中的NO_x的体积浓度受温度的影响较大,随着温度的升高,NO和NO₂的体积浓度都逐渐增加,此模拟结果与陈传敏等人的试验结果的趋势相同,主要是因为随温度的升高^[14],HCN和NH₃向NO_x的转化增大。

2.2.3 燃烧温度对SO_x排放的影响

利用ASPEN PLUS分别模拟富氧燃烧氛围中O₂比例分别为30%,烟气中的氧浓度为5%,燃烧温度为800℃~1400℃时,得到烟气中的SO₂、SO₃的体积浓度变化趋势如图9所示。

从图9中可以看出,在富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时,烟气中的SO_x的浓度受温度的影响不大,随温度的升高,SO_x体积浓度略有增加,结果表

明在富氧燃烧氛围下,当燃烧产物达到相平衡、燃烧反应达到热力学平衡时,温度对SO_x影响不大,这与Hu等人的试验结果规律一致^[15]: O₂/CO₂气氛下,温度从850℃升高到1200℃时,SO₂生成量变化不大。

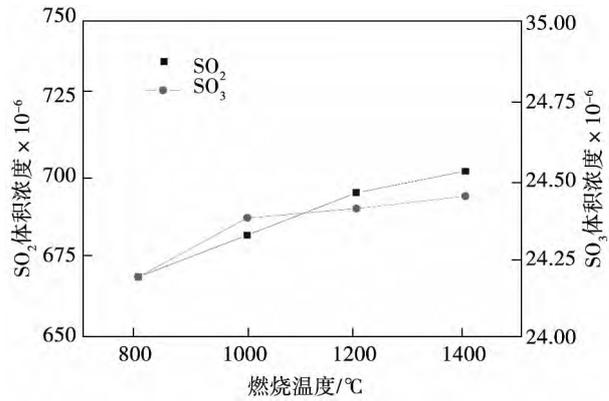


图9 燃烧温度对SO_x排放的影响

Fig. 9 Effect of the combustion temperature on the SO_x emissions

3 结论

利用ASEPN PLUS流程模拟软件对富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时污染物的生成进行了模拟,并分析了燃烧氛围及燃烧温度对污染物排放浓度的影响:

(1) 富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时,烟气中NO_x和SO_x的体积排放浓度均低于常规空气燃烧氛围下的值,但随着O₂比例的提高而增加;烟气中CO体积浓度显著高于常规空气燃烧氛围下的值,且CO体积浓度随O₂比例的提高而逐渐降低;

(2) 富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质时,烟气中的CO的体积浓度受温度的影响很大,当温度超过1200℃后,CO的体积浓度随温度增加而急剧升高,NO_x的体积浓度受温度的影响较大,随着温度的升高,NO和NO₂的体积浓度都逐渐增加,SO_x的体积浓度受温度的影响不大,随温度的升高,SO_x体积浓度略有增加。

参考文献:

[1] Britain Petroleum. BP Statistical Review of World Energy [J], BP Distribution Service 2013.

- [2] 王雅鹏,孙凤莲,丁文斌,等.中国生物质能源开发利用探索性研究[M].北京:科学出版社,2010.
WANG Ya-peng,SUN Feng-lian,DING Wen-bin,et al.Exploratory study of the development and utilization of the biomass energy sources in China[M].Beijing: Science Press,2010.
- [3] 杨金田.大气污染与煤炭消费总量控制[R].环境保护部环境规划院,2013.
YANG Jin-tian.Air pollution and control over the total amount of coal consumed[R].Environmental Planning Academy,Environmental Protection Ministry,2013.
- [4] 陈阳. O_2/CO_2 气氛下 NO_x 生成机理研究[D].武汉:华中科技大学,2007.
CHEN Yang.Study of the mechanism governing the production of NO_x in the O_2/CO_2 atmosphere[D].Wuhan: Central China University of Science and Technology,2007.
- [5] 李英杰,赵长遂,段伦博,等. O_2/CO_2 气氛下煤燃烧产物的热力学分析[J].热能动力工程,2007,22(3):332-335.
LI Ying-jie,ZHAO Chang-sui,DUAN Lun-bo,et al.Thermodynamic analysis of coal combustion products in the O_2/CO_2 atmosphere[J].Journal of Engineering for Thermal Energy and Power,2007,22(3):332-335.
- [6] Duan L B,Zhao C S,Zhou W,et al.Sulfur Evolution from Coal Combustion in O_2/CO_2 Mixture[J].Journal of Analytical and Applied Pyrolysis,2009,86(2):269-273.
- [7] 杨天华,贺业光,李润东,等.秸秆与煤混燃过程中碱金属钾对氮迁移转化的影响[J].燃料化学学报,2009,37(03):373-376.
YANG Tian-hua,HE Ye-guang,LI Run-dong,et al.Influence of the alkali metal K on the nitrogen migration and conversion during the combustion of coal mixed with straw[J].Journal of Fuel Chemistry and Technology,2009,37(03):373-376.
- [8] Wang XB,Si JP,Tan HZ,et al.Kinetics investigation on the reduction of NO using straw char based on physicochemical characterization[J].Bioresource Technology,2011,102(16):7401-7406.
- [9] 武岳,王永征,栗秀娟,等.生物质混燃燃烧锅炉过热器受热面金属氯腐蚀特性[J].动力工程学报,2014,34(09):690-695.
WU Yue,WANG Yong-zheng,LI Xiu-juan,et al.Chlorine corrosion characteristics of the metals on the heating surface of the superheaters in a boiler during the combustion of coal mixed with biomass[J].Journal of Power Engineering,2014,34(09):690-695.
- [10] Riaza J,Gil M V,Alvarez L,et al.Oxy-fuel combustion of coal and biomass blends[J].Energy,2012,41(1):429-435.
- [11] 韩娟娟,王春波.600 MW 煤粉/生物质富氧燃烧锅炉热力特性分析及优化[J].华东电力,2013,41(6):1368-1372.
HAN Juan-juan,WANG Chun-bo.Analysis of the characteristics of a 600MW pulverized coal/biomass oxygen-enriched combustion boiler[J].East China Electric Power,2013,41(6):1368-1372.
- [12] 李乾军,潘效军,张东平,等.流化床中生物质气化的模拟[J].动力工程学报,2011,31(08):624-629.
LI Qian-jun,PAN Xiao-jun,ZHANG Dong-ping,et al.Simulation of the biomass gasification in a fluidized bed[J].Journal of Power Engineering,2011,31(08):624-629.
- [13] ZHENG L,FURIMSKY E.Assessment of coal combustion in $O_2 + CO_2$ by equilibrium calculations[J].Fuel Processing Technology,2003,81(1):23-34.
- [14] 陈传敏,赵长遂,庞克亮. O_2/CO_2 气氛下燃煤过程中 NO_x 排放特性实验研究[J].东南大学学报,2005,35(5):738-741.
CHEN Chuan-min,ZHAO Chang-sui,PANG Ke-liang,et al.Experimental study of NO_x emissions in the process of the coal combustion under the O_2/CO_2 atmosphere[J].Journal of Southeast University,2005,35(5):738-741.
- [15] HU Y,NATIO S,KOBAYASHI N. CO_2 , NO_x and SO_2 emissions from the combustion of coal with high oxygen concentration gases[J].Fuel,2000,79(15):1925-1932.

(刘瑶 编辑)

Modulation Ability of a Unit by Utilizing the Steam Extraction and Energy Storage [刊 汉] ZHANG Rui-feng (Guizhou Electric Power Experiment Research Institute , Guiyang , China , Post Code: 550002) , LIAN Hai-qing , TIAN Liang (College of Control and Computer Engineering , North China University of Electric Power , Baoding , China , Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 , 31(7) . -62 ~ 67

To rationally utilize the energy storage capacity of a condensate water system is capable of enhancing the response speed of a unit in power generation load and to quantitatively analyze its energy storage capacity is of major importance for optimally designing a control system and ensuring a safe operation of the unit. According to the mass and energy conservation law and in combination with the equivalent enthalpy drop method , the correlation of changes in condensate water flow rate with the steam extraction flow rates to various heaters , specific enthalpy and changes in the power of the steam turbine was calculated. Afterwards , according to the volume of the deaerator , the total amount of energy stored was calculated. The calculation results of a 600 MW and 1000 MW typical unit show that the method in question enjoys a relatively high precision. The energy storage capacity of the condensate water system in a same unit will increase with an increase of the load. The higher the operating parameters of a unit , the larger the energy storage capacity of its condensate water system. **Key words:** thermal power generator unit , condensate water system , energy storage capacity , load regulation , enthalpy drop

富氧燃烧氛围下纯煤掺烧生物质的污染物排放模拟研究 = Simulation Study of the Pollutant Emissions During the Combustion of Pure Coal Diluted and Mixed with Biomass in the Oxygen-enriched Combustion Atmosphere [刊 汉] DONG Jing-lan (Education Ministry Key Laboratory on Power Plant Equipment Monitoring and Control , College of Power and Mechanical Engineering , North China University of Electric Power , Baoding , China , Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 , 31(7) . -68 ~ 73

By making use of the flow path simulation software Asepn Plus , simulated and analyzed were the emission characteristics of pollutants during the combustion of pure coal diluted and mixed with biomass in the oxygen-enriched combustion atmosphere. It has been found that when the dilution and mixing combustion proportion is constant , the NO_x and SO_x emissions concentrations in the flue gases in the oxygen-enriched combustion atmosphere will be far lower than the value in the conventional air combustion atmosphere and the CO emissions concentration , however , will be notably higher than that in the conventional air combustion atmosphere. In addition , with an increase of the O_2 concentration , the NO_x and SO_x emissions concentrations will gradually increase and the CO emissions concentration will decrease step by step. When the O_2 concentration is constant , the combustion temperature has a very big influence on the CO emissions concentration. When the combustion temperature exceeds 1 200 °C , the CO emissions concentration will increase drastically and the NO_x emissions concentration will increase with an increase of the combustion temperature. The combustion temperature will have no big influence on the SO_x emissions concentration and the latter will somewhat increase with an increase of the combustion temperature. **Key words:** Asepn Plus , oxygen-enriched combustion , diluted and mixed combustion , pollutant