

天然气燃烧器燃烧二甲醚(DME)的试验研究

苗闪闪,卢啸风,王泉海,亢银虎

(重庆大学 低品位能源利用技术及系统教育部重点实验室 重庆 400030)

摘 要: 在一个清洁燃气燃烧试验平台上,对二甲醚的燃烧特性进行试验研究。通过测量炉内烟气的温度场及排放参数,炉胆的中心温度随着过量空气系数的变化而变化, $\alpha=1.3$ 处温度达到最高;研究了在普通燃气燃烧器上燃用二甲醚的安全性和可行性。本研究还将燃气工业锅炉燃用二甲醚与燃用柴油、天然气的经济性进行了对比分析。研究表明,二甲醚相对于柴油、液化天然气等传统燃料,具有出色的燃烧性能和排放特性,以及较好的经济指标。同比天然气和柴油,二甲醚燃烧性能好,燃烧充分,热效率高,能量利用率高。二甲醚热值约为柴油的 70%,而价格却是柴油的 1/2。二甲醚同天然气对比,二者具有相同的优势。

关 键 词: 二甲醚;天然气燃烧器;温度场;过量空气系数;燃烧性能

中图分类号: TK223.23

文献标识码: A

引 言

二甲醚(CH_3OCH_3 , DME),又名甲醚,是近几年发展起来的一种新型清洁替代燃料。DME 制取工艺广泛,可以从煤炭、天然气、生物质燃料、化工副产品等制取^[1-2],因此,如果能采用二甲醚替代部分柴油和天然气,对我国的能源安全有极其重要的意义。国内外的相关研究表明,二甲醚具有 CO 、 SO_2 、 NO_x 等主要污染物排放量低、单位热值燃料价格相对较低以及储存运输和燃烧安全稳定等特点,是二十一世纪新型环保高效的绿色清洁能源。采用二甲醚替代煤、柴油,甚至替代部分天然气,开发二甲醚燃气锅炉,或将燃油锅炉改烧二甲醚,具有很重大的战略意义和经济效益。二甲醚燃气锅炉作为实现煤炭清洁高效利用的一种有效途径形式,不仅能大量消耗国内二甲醚的过剩产能,还能大幅降低锅炉的污染物排放,解决环保难题。

目前国内外对二甲醚的研究和应用主要集中在

压燃式内燃机中替代部分燃料柴油、家庭灶具替代部分天然气和液化石油气及与其它燃料掺混改善其点火、稳燃、减少炭黑生成等^[3-4]。对于二甲醚在锅炉内的燃烧特性和工程应用,我国的研究水平仍然较低。目前,国内只有少数做过工业锅炉方面的应用研究。国内某公司的二甲醚燃气锅炉,主要是采用先进的燃烧器配上移动稳焰器,并根据二甲醚的燃烧热值,将配风减少 20% - 80%,喷嘴加大 5% - 20%,以此使燃烧更加充分^[5]。另一家是对二甲醚燃气锅炉效率、排烟温度、排放参数进行测量、计算^[6]。对二甲醚通过燃气燃烧器进行燃烧特性进行了试验研究,并对其经济性进行比较。

1 试验概况

1.1 清洁燃气燃烧试验系统

清洁燃气燃烧试验系统由试验台本体、天然气燃烧器、燃气制备系统、冷却水系统、测量系统组成。如图 1 所示。

试验台本体由三段组成,分别模拟卧式内燃型(WNS)燃气锅炉炉胆、烟管受热面以及水管受热面,每段冷却水采用单独进出水方式。其中,炉胆直径 500 mm、水冷夹套内壁直径 800 mm,长 1 500 mm,第二段和第三段长度分别为 1 500 mm、1 800 mm。

天然气燃烧器选用瑞典百通公司 BG 400-2 型全自动天然气燃烧器,燃烧器功率为 60 - 318 KW,热量为 215.7 - 1143.1 MJ/h,如图 3 所示。

燃气制备系统由二甲醚钢瓶、减压阀、电加热水浴式汽化器等组成。

燃气流程:钢瓶中液态二甲醚经电加热水浴式汽化器汽化到 80 °C,再经一、二级减压阀减压到 30

收稿日期: 2013-05-30; 修订日期: 2013-07-12

基金项目: 教育部留学回国人员启动基金; 高等学校博士学科点专项科研基金(20100191120017); 江西省科技计划项目(20122BBG70087)

作者简介: 苗闪闪(1988-),女,河南禹县人,重庆大学硕士研究生。

kPa 进入燃烧器,二甲醚和空气的富燃预混气均匀 入炉膛。
到达扩散板,由点火电极点燃喷射直流射流火焰,进

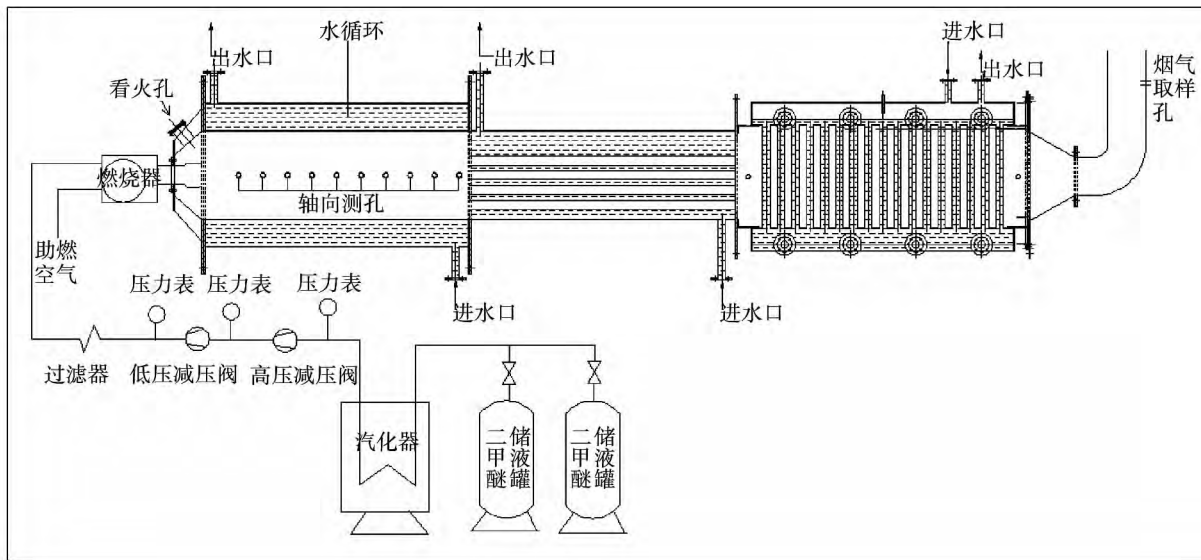


图 1 清洁燃气燃烧试验装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of a clean gas - combustion test rig

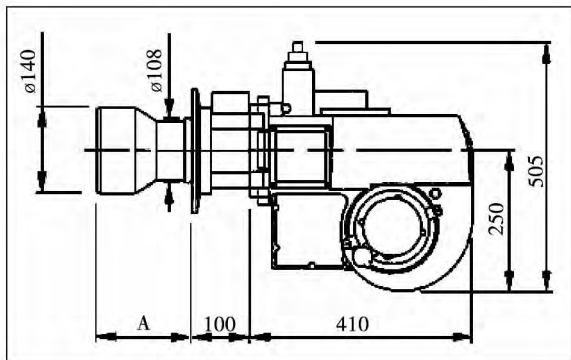


图 2 BG 400 - 2 型燃烧机示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the BG 400 - 2 type burner

冷却水系统: 由流量计、联箱及相关阀门组成,用于向炉胆夹套、烟管和水管两组换热管提供冷却水。

取样系统: 从炉膛中抽取一部分烟气,通过水冷系统进行水冷,再进入自带有冷凝的烟气分析仪测出干烟气的成分。水冷系统如图 3 所示。

测量系统主要包括温度测量、烟气成分测量及冷却水流量测量。其中,温度测量采用 K 分度热电偶和铂铑铂热电偶;由于没有采用抽气热电偶,存在一定的误差,需考虑热电偶夹套的辐射对水冷壁的散热,温度场数据均是经过校核过的温度^[7]。烟气

成分测量采用德国 MGA 5 型红外气体分析仪测量烟气中 O₂、CO₂、CO 的含量(测量误差极限为 ± 3%);冷却水流量测量采用 LZB - 25 和 LZB - 40 型转子流量计(误差极限均为 ± 2.5%)。

1.2 试验方法及工况安排

根据动量模型和浮力模型得到本试验条件下弗劳德数 $Fr > 5$ ^[8],浮力对火焰形状的弯折效应相对很小,可忽略不计,即炉胆内流场及温度场轴对称分布。试验时,先确定好风门挡板开度,进风量维持不变,然后调节燃气电磁阀门开度,以调节燃烧功率和过量空气系数。

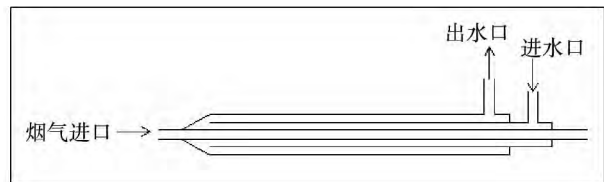


图 3 水冷系统

Fig. 3 Water cooling system

测点的布置方法: 沿炉胆的径向方向,从炉胆中心线至其内壁 $r = 0 - 250$ mm 处依次设置 6 个节点,测量烟气温度及组分浓度的径向分布。在炉胆内壁上,沿水平方向,距燃烧器喷口 190 - 1 450 mm 处依次开设 10 个取样孔,其中测孔 1 - 9 被用作火焰内

部温度和烟气组分的取样孔,测量火焰内部烟温和烟气组分浓度的轴向分布;测孔 10 被用作炉胆出口取样孔,测量炉胆出口处的烟气温度及组分浓度。同时水管受热面出口处也设置一个取样孔,用于测量排烟温度和主要污染物排放。

在过量空气系数 α 分别为 1.05、1.15、1.3、1.45、1.6 下试验工况安排如表 1 所示。

表 1 试验运行工况表

Tab. 1 Table of the test operating conditions

项目	参数值
燃烧功率/kW	120
燃料 DME 消耗量/kg·h ⁻¹	31
燃料初始温度/°C	45
经汽化后的温度/°C	80

2 实验结果与分析

2.1 过量空气系数对炉胆轴向中心温度的影响

图 4 为不同过量空气系数条件下炉胆内轴向中心温度随轴向距离的变化。由图可知,相同的过量空气系数,炉胆中心温度具有随轴向距离增加而下降并逐渐平缓的趋势。190-330 mm 处温度达到最高,此处的燃烧强度最大。沿着轴向距离,温度逐渐降低,直至 750 mm 之后,温度基本保持在 900 °C 左右。

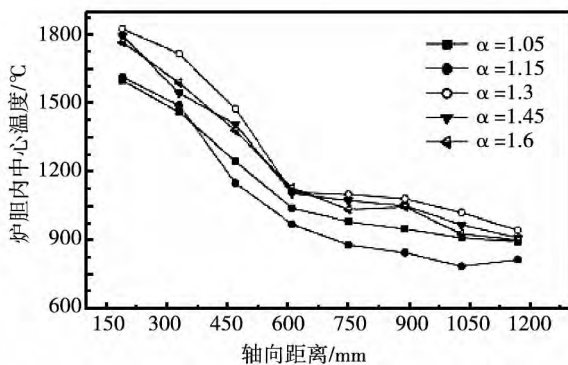


图 4 不同过量空气系数下炉胆内中心温度的分布

Fig. 4 Distribution of the temperature at the center of the furnace at different excess air ratios

实验结果还表明,炉胆中心温度最大值的位置随着过量空气系数的变化而变化。过量空气系数增加,炉胆中心温度增加。在 $\alpha = 1.3$ 处达到最高

温度。

2.2 过量空气系数对炉胆径向温度的影响

图 5 为不同过量空气系数下炉胆内(测孔 2)径向温度的变化。从图 5 可以看出,在同一过量空气系数条件下,温度沿径向方向逐步降低,火焰的最高温度出现在炉胆中心线上($r = 0$ mm),在 0 ~ 150 mm 区间,温度降低是由于燃料都集中在靠近炉胆中心,此处的燃烧剧烈,越远离炉胆中心,燃烧强度越弱,又因为炉胆吸热,导致温度下降。同时,炉胆内的旋流火焰的根部区域,存在一个回流区,卷吸烟气,对该区间火焰温度的降低也有一定减缓影响。最终在 $r = 150$ mm 温度降至 700 °C 达到稳定状态。150 ~ 200 mm 区间,温度基本不变,可认为燃烧完成,烟气混合均匀;而在 200 ~ 250 mm 间,夹套冷却水与炉内高温烟气产生对流换热且强度最大,导致温度又出现剧烈的下降。在 $r = 250$ mm 处降至 200 °C 左右。

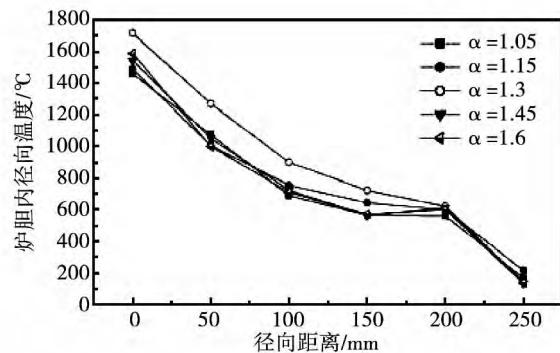


图 5 不同过量空气系数炉胆内径向温度的变化
Fig. 5 Changes of the temperature inside the furnace along the radial direction at different excess air ratios

图 5 的实验曲线还表明,虽然过量空气系数不同,可温度最高点基本都在炉胆中心线上。炉胆的温度场曲线随着过量空气系数的变化而变化。 $\alpha < 1.3$ 过量空气系数越大,炉胆内的温度场曲线越高。在 $\alpha = 1.3$ 处温度场曲线值最高。

2.3 过量空气系数对炉胆中心线轴向方向 O₂ 和 CO₂ 浓度的影响

图 6 - 图 7 表示轴向方向过量空气系数对炉胆内中心线 O₂ 浓度和 CO₂ 浓度的影响。从图 6 - 图 7 可以看出,在 190 ~ 330 mm 区间,氧含量、二氧化碳含量较低,说明此处燃烧剧烈、缺氧、燃烧不完全,有较多的一氧化碳产生。同时,190 mm 处氧量几乎为零,说明测点不在燃烧核心区。在 330 - 750 mm 区

间, 氧量大幅上升, 二氧化碳含量有稍许降低, 说明燃烧减弱, 导致氧量增多, 二氧化碳减少可能是由于局部二氧化碳分布不均。在 750 mm 处燃料已基本燃烧完, 到 750 mm 之后, 氧量和二氧化碳含量基本不变, 说明各组分浓度达到平衡。由于过量空气系数不同, 燃烧结束的位置也有稍许差异, 但根据图 4、图 6 和图 7 均在 750 mm 之后曲线基本不变, 图 5 在 150 - 200 mm 区间温度曲线基本不变, 可以确定 120 kW 工况下, 火焰的尺寸 $D = 300$ mm, $L = 750$ mm。

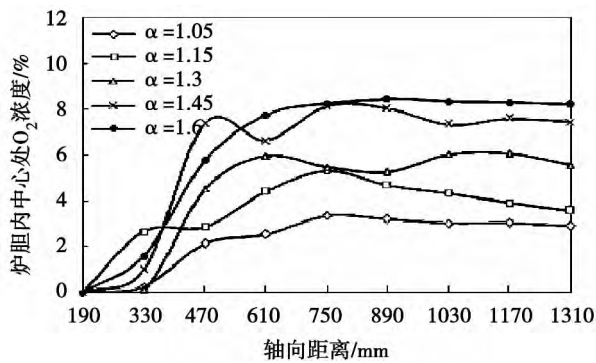


图 6 不同过量空气系数炉胆中心线 O_2 浓度的变化

Fig. 6 Changes of the oxygen concentration at the centerline of the furnace at different excess air ratios

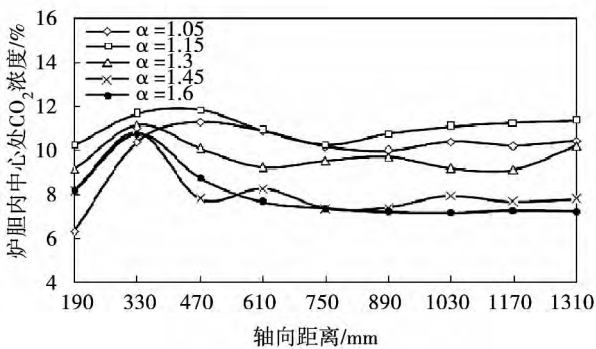


图 7 不同过量空气系数炉胆中心线 CO_2 浓度的变化

Fig. 7 Changes of the dioxide carbon concentration at the centerline of the furnace at different excess air ratios

图 6、图 7 与图 4 相比, 可以看出两者的变化趋势相似, 即较高的炉胆内温度与较低的 O_2 浓度相对应。 CO_2 的浓度变化梯度与 O_2 的浓度变化恰恰相

反, 表现为沿炉胆内轴向方向呈逐渐升高直至稳定的变化趋势, 且趋势为先快后慢。

3 工业燃气锅炉燃用二甲醚的技术经济性

3.1 对二甲醚的尾部烟气成分对比分析

依据 GB5468 - 91 《锅炉烟尘测试方法》、GB/IT16157 - 1996 《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》、《空气和废气监测分析方法》、《环境监测技术规范》进行采样。在锅炉的排放烟囱上布设采样孔和采样点。试验检测到的二甲醚锅炉尾气成分和某锅炉厂同负荷的天然气数据和燃油锅炉尾部排放进行对比分析^[9~11]。

表 2 尾部烟气排放成分表

Tab. 2 Table of the composition of the flue gas emissions at the tail portion

项目	二甲醚	天然气	燃料柴油	国家标准
过量空气系数	1.15	1.09	-	1.2
$NO_x / mg \cdot m^{-3}$	103.3	101.7	490	200
$SO_2 / mg \cdot m^{-3}$	3.54	16	980	50
$CO / mg \cdot m^{-3}$	10.42	-	70	-
$O_2 / \%$	2.33	0.70	1.2	-

从表 2 可以看出, 二甲醚和天然气的尾部烟气污染物排放均小于柴油, 产生的 NO_x 和 SO_2 均低于国家标准, 且二甲醚的 SO_2 排放几乎为零, 因为二甲醚本身不含有 S、N, 产生的 NO_x 大多也为热力型, 含量较少, 对环境污染小, 更环保。

3.2 几种常用燃气的基本特性

由表 3、表 4 可以看出^[12~13]: 二甲醚热值约为柴油的 70%, 而价格却是柴油的 1/2。二甲醚产生 1 MJ 发热量所需理论空气量最少, 结合图 4, 产生二氧化硫污染物几乎没有, 从而减少风机、除尘脱硫等设备出力, 降耗节能, 再加上二甲醚十六烷值高及富氧燃烧的特性, 理论燃烧温度略高于轻柴油等优点, 表明二甲醚更易燃烧充分、热效率高。

液化天然气的单位热值价格比二甲醚低, 但液化天然气和二甲醚在进入炉膛前均为高压、液态。远距离输送的液态天然气压力为 7 MPa、温度为 -162 °C, 液态二甲醚压力为 0.5 MPa、温度为 25 °C, 天然气加热汽化且必须经三级减压器进行减压才能达到常压, 且由于液态天然气沸点低, 加热到相同的温度所需的电功率更大, 减压过程中也吸热降低热值。因此, 综合来看二甲醚与天然气有相同

的经济优势。工业用二甲醚替代天然气,也将大大减轻对传统能源的压力。

表 3 二甲醚燃料与传统燃料的物性表

Tab.3 Table of the physical properties of the DME fuel and traditional one

物性项目	二甲醚	0号轻柴油	液化天然气
分子式	C ₂ H ₆ O	C _x H _y	CH ₄
沸点/°C	-24.9	180~360	-162
含氧量/%	34.8	0	0
十六烷值	55~60	40~55	<10
1MJ 发热量需理论空气量/m ³	0.24	0.262 6	0.264
理论燃烧温度/°C	2 250	2 128	2 055
加热器所需功率/kW	0.38	-	2.34

表 4 二甲醚、柴油、天然气的价格对比表

Tab.4 Table showing a comparison of the prices of the DEM ,diesel and natural gas

项目	二甲醚	0号轻柴油	液化天然气
单价	4.5 元/kg	8.5 元/kg	3.5 元/m ³
低位热值	28.84 MJ/kg	42.8 MJ/kg	36 MJ/m ³
价格 元/kJ	1.56 × 10 ⁻⁴	2.0 × 10 ⁻⁴	0.97 × 10 ⁻⁴

4 结 论

(1) 炉胆的中心温度随着过量空气系数的变化而变化 $\alpha = 1.3$ 处温度达到最高; 相同的过量空气系数下, 沿着炉胆的轴向方向温度逐步降低, 且先快后慢再到稳定不变。

(2) 虽然过量空气系数不同, 但温度最高点基本都在炉胆中心线上。炉胆内的温度场曲线随着过量空气系数的变化而变化, 在 $\alpha = 1.3$ 处, 曲线最高。

(3) 炉胆内温度与较低的 O₂ 浓度变化一致。CO₂ 的浓度变化梯度与 O₂ 的浓度变化恰恰相反, 表现为沿炉胆内轴向方向呈逐渐升高直至趋于稳定, 且变化为先快后慢。

(4) 同比天然气和柴油, 二甲醚燃烧性能好, 燃烧充分, 热效率高, 能量利用率高。二甲醚热值约为柴油的 70%, 而价格却是柴油的 1/2。二甲醚同天然气对比, 二甲醚跟天然气有相同的优势。

因此, 二甲醚应用于工业锅炉领域, 替代柴油、部分天然气, 是可行的, 下一步还要对二甲醚高负荷试验进行研究。同时, 有待进一步对烟管和水管受热面传热系数进行研究。

参考文献:

[1] 孙晓轩, 王晓东. 世界二甲醚应用开发现状[J]. 中外能源, 2008, 2(13): 16-22.
SUN Xiao-xuan, WANG Xiao-dong. Current status of the development and application of the DEM in the world[J]. Worldwide Energy Source 2008, 2(13): 16-22.

[2] 庞艳勇, 苏志强. 浅析二甲醚代替 LPG 用于工业生产的可行性[J]. 广州化工, 2011, 39(21): 161-164.
PANG Yan-yong, SU Zhi-qiang. Exploratory analysis of the feasibility of the DEM instead of LPG used in industrial production[J]. Guangzhou Chemical Industry 2011, 39(21): 161-164.

[3] 谢东来, 温明霞. 也谈二甲醚作为民用燃料的应用[J]. 化工进展, 2012, 31(3): 703-704.
XIE Dong-lai, WEN Ming-xia. Discussion of the application of the DEM in civilian fuels once again[J]. Advances in Chemical Industry 2012, 31(3): 703-704.

[4] Turns S R. 燃烧学导论: 概念与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
Turns S R. Introduction to the combustion theory: concept and application[M]. Tsinghua University Press, 2009.

[5] 二甲醚燃气锅炉. <http://www.apchina.com/faming/5410366/>, 2008-08-06.
DME gas boiler. <http://www.apchina.com/faming/5410366/>, 2008-08-06.

[6] 民用清洁燃气二甲醚燃料在工业锅炉上的应用. <http://www.longxinyang.com/qhzz.asp> 2010-02-06.
Application of civilian clean gas DME fuel in industrial-purpose boilers. <http://www.longxinyang.com/qhzz.asp> 2010-02-06.

[7] 唐经文. 热工测量技术[M]. 重庆大学出版社, 2007.
TANG Jing-wen. Thermodynamic measurement technology[M]. Chongqing University Press, 2007.

[8] Delichatsios M A. Transition from momentum to buoyancy-controlled turbulent jet diffusion flame height relationships[J]. Combustion and Flame. 1993(92): 349-364.

[9] Mahallawy F E, Habik S E. Fundamentals and Technology of Combustion[M]. Elsevier, 2002.

[10] 黄家瑶. WNS 系列全自动燃气锅炉的性能特点介绍[J]. 工业锅炉, 2000(4): 24-28.
HUANG Jia-yao. Introduction of the features in the performance of WNS series full automation gas boilers[J]. Industrial-purpose boilers 2000(4): 24-28.

[11] 王春江, 喻义勇. 燃油锅炉与燃煤锅炉大气污染物种类调查[J]. 环境监测管理与技术, 2003, 15(4): 26-27.
WANG Chun-jiang, YU Yi-yong. Investigation of the classification of pollutants released from oil-fired and coal-fired boilers in the atmosphere[J]. Environment Monitoring and Measurement Management and Technology 2003, 15(4): 26-27.

[12] Warnatz J, Maas U, Dibble R W. Combustion: Physical and chemical fundamentals, modeling and simulation, experiments, pollutant formation[M]. Springer, 2006.

[13] 罗东晓, 杨艳丽. 二甲醚燃料的燃烧性能研究[J]. 上海煤气, 2007(4): 4-7.
LUO Xiao-dong, YANG Yan-li. Study of the combustion performance of the DEM fuel[J]. Shanghai Coal Gas 2007(4): 4-7.

(陈 滨 编辑)

kinds of 10% reduction gases (CH₄, H₂ and CO) were used and during the oxidization reaction 5% oxygen was employed to avoid a relatively big temperature rise. From the reduction weight loss curves of the carriers it can be obviously seen that the reduction process of the Fe-based carriers can be divided into three stages and their reaction speeds can vary. Among the three reduction stages, the first one has the quickest reaction speed and the fuel can be completely oxidized to produce CO₂. With a decrease of the reaction speed, the incomplete conversion extent of the fuel will increase. By using a XRD (X-ray diffraction) meter, the authors analyzed the products in various reduction stages and found that the active and inertia phase of the oxygen carriers are different from those known before, Al₂O₃ will take part in the reaction in the process of reaction to produce a new compound FeAl₂O₄, which is unstable and will be further decomposed and reduced to Fe. Among the three kinds of the above-said reduction gases, the hydrogen has the quickest reduction reaction speed and produces no carbon deposition while CH₄ produces relatively serious carbon deposition. **Key words:** mechanical mixing method, Fe-based carrier, reduction process, chemical chain combustion

流化床上铜基载氧体的反应特性和积碳特性研究 = **Study of the Reaction and Carbon Deposition Characteristics of the Cu-based Oxygen Carriers in a Fluidized Bed** [刊, 汉] DONG Zhen, JIN Jing, GAO Xin-yong, ZENG Wu-yong, MENG Lei, GAO Wen-jing (College of Energy Source and Power Engineering, Shanghai University of Science and Technology, Beijing, China, Post Code: 200093) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 29(1). -76 ~ 91

By using a small-sized fluidized bed test rig, the authors conducted an experimental study of the Cu-based oxygen carrier mechanically prepared under four reaction temperatures, i. e. 650, 750, 850 and 950 °C and in two atmospheres, i. e. CH₄ and CO + H₂. It has been found that the reduction conversion rates of the Cu-based oxygen carrier in the two atmospheres will not monotonely increase with a rise of the temperature but have their optimum reaction temperatures being 750 and 850 °C respectively. Due to the carbon deposition on the surface of the Cu-based oxygen carrier under the CH₄ atmosphere being more serious than that under the CO + H₂ atmosphere, the reduction conversion rates of the Cu-based oxygen carrier under the above-mentioned four temperatures are all lower than those under the CO + H₂ atmosphere. This indicates that the CO + H₂ atmosphere is more suitable for the chemical chain combustion of the Cu-based oxygen carrier than the CH₄ atmosphere. To avoid the inactivity of the oxygen carrier due to the carbon deposition, when the combustion reaction of CO and the oxygen carrier was being conducted in a tube type furnace, steam was introduced into the furnace. It has been found that the carbon deposition on the surface of the Cu-based oxygen carrier can be prohibited effectively. **Key words:** small-sized fluidized bed, Cu-based oxygen carrier, reaction characteristics, carbon deposition characteristics

天然气燃烧器燃烧二甲醚(DME)的试验研究 = **Experimental Study of a Natural Gas Burner Burning Dim-**

ethyl Ether Instead of Natural Gas [刊, 汉] MIAO Shan-shan, LU Xiao-feng, WANG Quan-hai, KANG Yin-hu, HONG Yong, DONG Ya-chao (Education Ministry Key Laboratory on Low Grade Energy Utilization Technologies and Systems, Chongqing University, Chongqing, China, Post Code: 400030) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 29(1). -92 ~ 96

On a clean gas combustion test platform, an experimental study of the combustion characteristics of dimethyl ether burned in a natural gas burner was conducted. Through measuring the temperature field and emission parameters of flue gases in the furnace, the authors found that the temperature at the center of the furnace varies with the excess air ratio and hits its maximum value when $\alpha = 1.3$. Furthermore, the safety and feasibility of dimethyl ether burned in a common gas burner were also studied and the cost-effectiveness of burning dimethyl ether, diesel oil and natural gas in a gas-fired industrial boiler were contrasted and analyzed. It has been found that compared with diesel oil and liquefied natural gas etc. traditional fuels, dimethyl ether is characterized by its excellent combustion performance and emissions characteristics besides its relatively good economic indexes. Compared with natural gas and diesel, dimethyl ether has a better combustion performance, more complete combustion, higher thermal efficiency and energy utilization rate. The heating value of dimethyl ether is 70% that of diesel while the price of former is 1/2 that of the latter. Compared with natural gas, dimethyl ether has an identical leading edge. **Key words:** dimethyl ether, natural gas burner, temperature field, excess air ratio, combustion performance

碟式太阳能光热转化单元热损失数值分析 = Numerical Analysis of the Heat Loss of a Disk Type Solar Energy Light-heat Conversion Unit [刊, 汉] CHANG Teng-fei, PENG You-duo, LIU Fan-mao (College of Electromechanical Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, China, Post Code: 411201), WANG Min-hui (Solar Energy Cause Department, Xiangdian Group, Xiangtan, China, Post Code: 411101) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 29(1). -97 ~ 102

With a disk type solar energy light-heat conversion unit serving as an example, on the basis of the dimensional error, geometric structure and parameters of the heat collector relating to operating conditions, established was a mathematical model for the heat losses and thermal efficiency of the above-mentioned unit and conducted was a qualitative analysis and quantitative calculation of the unit. It has been found that among various heat losses, the optical loss Q_{opt} of the light collector, the re-radiation heat loss Q_{rad} and the reflective heat loss Q_{ref} of the heat absorber occupies a relatively big percentage of the total heat loss, especially the optical loss Q_{opt} , amounting to 58.27%. The optical error δ of the heat collector and the diameter of the opening for collecting light rays are regarded as the key factors influencing the heat loss and thermal efficiency of the unit. To lower the optical error δ and reduce the opening of the heat collector for collecting light rays can effectively lower the heat loss of the unit and enhance its thermal efficiency. **Key words:** solar energy, light-heat conversion unit, heat loss, qualitative analysis, numerical calculation