

# 整体煤气化联合循环(IGCC)技术的发展和应

李现勇, 肖云汉, 蔡睿贤

(中国科学院工程热物理研究所, 北京 100080)

**摘 要:** 针对整体煤气化联合循环(IGCC)系统商业化过程中所遇到的主要问题, 作者阐述了目前世界上为解决这些问题, 在降低成本和关键技术的发展方面所采取的主要手段及其进展, 同时还分析了 IGCC 在我国可能应用的具体途径。

**关 键 词:** 整体煤气化联合循环(IGCC); 降低成本; 关键技术的发展

中图分类号: TM611.3

文献标识码: A

## 1 概述

我国能源可持续发展将长期表现为能源供应安全、环境保护和经济发展的同时实现, 这就意味着高效、洁净、经济的能源系统是我国能源的重大需求。整体煤气化联合循环(Integrated Gasification Combined Cycle, 简称 IGCC)作为一种清洁、高效的洁净煤发电技术, 受到了普遍重视。同其它能源利用技术相比较, IGCC 具有以下特点: 效率比较高, 目前 IGCC 系统的效率已经达到 42%~45%, 将会突破 50%; 具有良好的环保性能, 能够满足日益严格的污染物排放指标要求; IGCC 实现了对原料(煤炭)初步的综合利用, 为对原料的有效利用提供了大的发展空间; IGCC 机组

的容量比较大, 一般可达到 300~600 MW; 耗水量比较少, 比常规汽轮电站少 30%~50%, 这对广大缺水地区十分有利, 也适用于坑口电站的建设, 有助于实现能源生产布局的合理优化。因此 IGCC 技术发展很快, 现在世界上有 70 多座 IGCC 电站计划在建或已成功运行, 一批 IGCC 示范电站的建设和成功运行, 验证了 IGCC 技术上的可行性、环保性能的优越性和能量利用的高效性, 增强了人们对 IGCC 技术的信心和期望。

理论上 IGCC 系统可以分为三个相对独立的部分: (1) 煤气(或合成气)制备子系统; (2) 联合循环子系统; (3) 空气分离子系统。组成 IGCC 各个子系统的技术均有成熟技术, 但是第一座现代中试型 IGCC 电站—美国的冷水(Cool Water)电站直到 1987 年才开始成功运转, 这主要是因为 IGCC 存在着以下需要解决的关键问题: (1) IGCC 技术的投资成本过高, 这也是影响 IGCC 技术在我国应用的主要障碍; (2) 影响 IGCC 系统性能的关键技术尚不过关。例如, 尽管可供选用的气化技术种类繁多, 但是真正公认成熟的气化技术仍无定论; 合成气的净化技术还有待改进, 现有

的合成气净化技术造成了能源利用的浪费; IGCC 实现了对原料的初步综合利用, 但综合利用的程度不高, 尤其是电力市场的自由化、相对廉价的燃气蒸汽联合循环以及相对低的 CO<sub>2</sub> 排放, 导致了 IGCC 技术商业化步伐的缓慢。

## 2 IGCC 技术的发展

世界各国的能源生产厂商和研究机构以降低运行成本、满足日益苛刻的环境法规的排放要求、增强 IGCC 的市场竞争力、加速 IGCC 的商业化进程为目的, 在解决阻碍 IGCC 商业化进展的上述关键问题方面取得了不同程度的进展。

在降低投资和运行成本, 增强 IGCC 技术的市场竞争力方面:

### 2.1 与其它多联产技术相结合, 扩展 IGCC 技术的应用空间

随着运行经验的不断积累和改进, 以及大多数示范项目的良好运营, 进一步推动了 IGCC 的广泛应用。建设商业化电站在经济方面的考虑逐渐地从单一的动力发展到考虑“燃料成本比价”和“多联产”。这使得 IGCC 的运行和设计经验不断地扩展到其它领

收稿日期: 2001-02-16; 修订日期: 2001-04-20

基金项目: 国家重点基础研究发展规划基金资助项目(G199022301)

作者简介: 李现勇(1975-)男, 河南长葛人, 中科院工程热物理研究所博士研究生

域,和多联产技术相结合,从而逐步提高对原料的综合利用度,有效地提高经济效益,降低投资和运行成本,使得 IGCC 的成本问题不是特别突出。

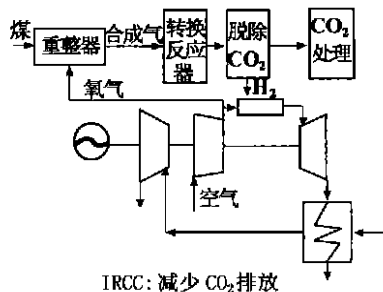
以 IGCC 技术为基础并结合相应的独特处理过程,IGCC 技术可以衍生出许多不同的新型整体过程/动力工厂解决方案。这些新的方案可以采用不同的原料(一般都是低价燃料),并生产不同产品,产生良好的经济效益和环境效益,和传统的技术相比具有明显的成本优势和特殊的技术用途。图 1 是用于减少 CO<sub>2</sub> 排放的 IRCC 方案<sup>[8]</sup>和增强 IGCC 经济性的 IGFT/Methanol 方案<sup>[8]</sup>。

在未来一段时间内,能源生产和供应方面可以预见的主要变化是:环境问题(如酸雨、腐蚀和全球气候的异常变化)成为可再生能源利用的主要推动力。特别是京都会议更加促进了这种变化。因此西方发达国家大力研究大规模高效利用这些环境友好性可再生能源。其中,发展各种生物质气化技术和其它可再生能源与 IGCC 的集成技术,替代部分化石燃料的使用,成为一种重要的选择。为了解决生物质能在电力生产中大规模应用的效率问题,一般采用联合燃烧或联合气化的方案。研究和示范项目都表明,在和煤联合转换的情况下,生物质能至少可以替代 10% 的煤炭的热值,在技术上可行,环境、经济方面也有利。图 2 为先进的 IGCC 联合气化概念简单流程图<sup>[4]</sup>。

### 2.2 简化系统,实现 IGCC 系统的规模化应用

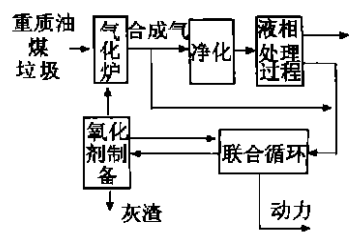
发展适用的高温净化技术和高效灵活的新型气化技术,研发

新的空分技术,提高空分系统等耗能部件的效率,简化 IGCC 系



IRCC: 减少 CO<sub>2</sub> 排放

运用超结构理论等并和先进的优化算法等手段相结合,采用流程



IGFT/Methanol: 强化 IGCC 的经济性

图 1 IRCC 和 IGFT/Methanol 方案

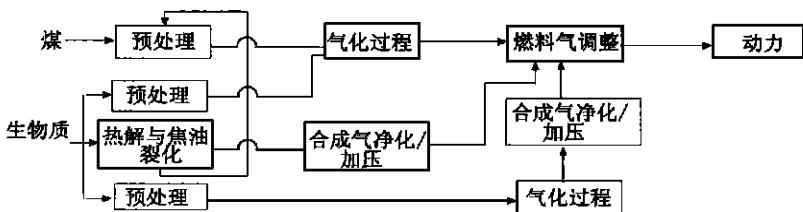


图 2 IGCC 联合气化概念简单流程图

统,使系统结构紧凑,比投资费用低。

增大 IGCC 电站的装机容量,使之达到规模经济的水平。并尽可能地采用大容量的气化炉和燃气轮机,取消备用炉。研究表明,若机组规模每翻一翻,单位造价将会降低 10%~20%。

### 2.3 IGCC 系统的优化综合与系统集成

实践表明,系统的综合集成优化对改善系统的性能、降低系统的投资和运行成本具有重要的作用。IGCC 是一个涉及能源、化工、环境等学科的复杂系统。复杂系统的研究方法必须将所要研究的单元置于它所处的复杂系统里面,从系统整体出发、应用系统工程手段来研究单元、系统以及单元和系统间的相互作用和相互关系。IGCC 系统由于存在着气化过程、联合循环以及空分过程的耦合,因此比常规的联合循环系统优化要复杂得多。必须综合

和结构参数同步优化的方法,才能取得良好的优化效果,并能对系统的设计运行起到指导作用。

早期冷水电站单位造价 2 538 美元/kW,美国 EPRI 及生产厂家称,目前可降到 1 530 美元/kW,再进一步努力可达 1 100~1 300 美元/kW,可以与 PC+FGD 相竞争。如果某些设备能够实现国内生产,造价还会有更明显的降低。

在影响 IGCC 系统性能的关键技术的研究方面:

#### 2.3.1 煤气(或合成气)制备子系统

与常规的燃气蒸汽联合循环相比,IGCC 系统所不同的主要是煤气(或合成气)制备子系统,即煤的气化和净化系统及其附属设备。因此,能量转换效率高的灵活气化技术和合适的粗煤气净化技术是 IGCC 技术的关键。

煤的气化床的形式有四种基本的气化炉装置:喷流床气化炉

(如美国的 Texaco 炉、荷兰的 Shell 炉和德国的 Prenflo 炉)、流化床气化炉 (如美国的 KRW 炉、U-Gas 炉和 Winkler 炉)、固定床气化炉 (如英国的 BG/L 炉) 和熔融床气化炉 (如 ATGAS 炉)。这四种气化工艺都能在不同的 IGCC 系统中找到各自的适用场合。目前气化技术的研究重点是扩大气化原料的适应性, 提高原料的综合利用度, 根据不同的 IGCC 特定系统的要求, 开发出高效灵活的气化技术。

煤在气化炉中气化成为粗煤气时, 原煤中所含的相当一部分灰分、硫、氮以及碱金属盐和卤化物都会转移到并以不同的形式存在于粗煤气中。这些有害物质如果不脱除干净, 会导致燃气透平的腐蚀、磨蚀和结垢, 严重影响燃机的使用寿命和工作安全, 还会对周围的环境带来不良影响。因此在 IGCC 系统中, 应该在粗煤气进入燃气轮机之前, 对气化炉供来的粗煤气进行净化处理。在 IGCC 系统中使用的粗煤气净化系统有所谓的常温湿法净化系统 (即把煤气先冷却, 后净化) 和高温干法净化系统之分。前者属于比较成熟的技术, 但是在煤气的冷却和除灰脱硫过程中, 显热损失比较大, 对 IGCC 系统的效率会产生不利的影

响。以金属氧化物为吸收剂 (氧化铁、氧化锌、钛酸锌等) 的尾部反应床 (固定床、流化床、喷流床) 内进一步脱硫, 可避免冷烟气净化或湿式脱硫过程所造成的显热损失。

### 2.3.2 联合循环子系统

燃气轮机是 IGCC 系统中联合循环子系统的关键部件, 燃气轮机与蒸汽轮机出功比一般为 1.3~2.0, 因此燃气轮机对整个 IGCC 系统的经济性和实用性有

表 1 G 系列燃气轮机典型参数 (M501G)

透平前 温度/°C	简单循环				联合循环		
	输出功 率/MW	热效率 /MW	压比	转速 /r·min <sup>-1</sup>	空气流量 /kg·s <sup>-1</sup>	功率 /MW	热效率 /%
M501G 1 500	254	38.7	20	3 600	567	371	58.0

着重要的影响。燃用低热值合成气等对燃气轮机的性能提出了更高的要求, 要求必须对现有的燃天然气的燃气轮机进行改进。而先进燃气轮机技术的发展, 也可进一步改善联合循环子系统系统的性能。如提高透平入口温度至 1 500 °C 以上, 采用先进的燃气轮机和余热锅炉, 发电效率已经达到 60%。如果采用湿空气透平循环 (IGHAT), 使用热水来湿化空气, 湿空气通过回热器, 与煤气一起送入燃气轮机燃烧室并进入透平膨胀做功。由于压气机压缩功的减少以及避免了朗肯循环的影响, 系统效率可望在原来的基础上提高 2%~3%, 同时由于没有蒸汽轮机可使比投资费用降低。

G 与 H 系列先进燃气轮机, 采用了先进的压气机系统 (最新的全三维叶型设计)、低 NO<sub>x</sub> 冷却式燃烧室、具有超级冷却技术的高温透平 (H 系列用蒸汽冷却), 在材料方面选用了具有良好的抗热蠕变、氧化和腐蚀性能的镍基超级合金, 透平前温度可达 1 500 °C。这同时也为其它子系统

单元模块的综合优化提供了更有利的条件<sup>[6]</sup>。

### 2.3.3 空气分离系统 (ASU)

经过冷却和净化的压缩空气经过空气分离单元分离为 O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>, 同时生成蒸汽。空气分离技术只能从气化单元提供所需 O<sub>2</sub> 的传统低压独立式分离技术向可从燃气轮机抽取空气或者向燃气轮机加注分离 N<sub>2</sub> 的整体式高压

分离技术发展。空分系统近期的发展动向主要是增大机组规模、进行过程优化, 从而增进其与新一代大容量、高压比的燃气轮机的系统整合。

由于空气分离单元与气化单元、燃气轮机单元的耦合, 对于 IGCC 系统的性能有着重要的影响。这种耦合为 IGCC 系统性能的改善提供了新的优化点。仅空气分离单元和燃气轮机的整体化而言, 有图 3<sup>[5]</sup> 所示的四种可能的优化选择: (1) 空气全部或部分提供给空气分离单元; (2) 增压 N<sub>2</sub> 作为燃烧稀释剂、透平冷却剂, 或为增大出功供给燃气轮机; (3) 低压 N<sub>2</sub> 用于燃气轮机进口气流冷却或加热用于增加 HRSG 蒸汽产量; (4) 冷水用于燃气轮机透平冷却, 或加热后用于 HRSG 给水。

作为一种高效的 O<sub>2</sub>、动力和蒸汽联产技术, 西方发达国家正在对离子交换膜空气分离技术进行研究。在没有泄漏的情况, 这种技术的 O<sub>2</sub> 分离效率可以达到很高水平。这是一种很有前途的空气分离技术, 但需解决降低阻力和增大流量的问题。

### 3 IGCC 技术在我国可能应用的趋势

目前中国能源主要面临以下几个难题:能源资源匮乏,人均煤储量仅为世界平均水平的 1/2,人均石油储量仅为世界平均水平的 1/10,并且分布与结构不合

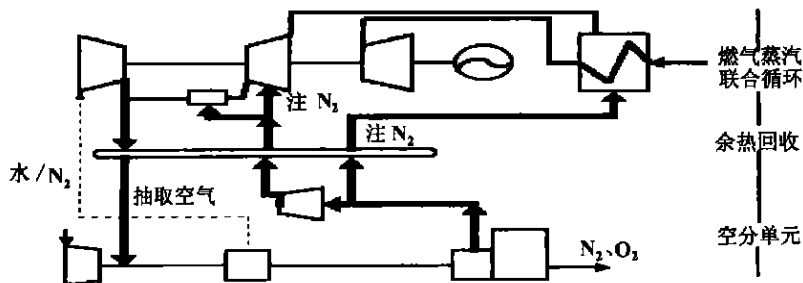


图 3 燃气轮机/空分系统优化选择

理,能源资源的地理分布与经济地理呈反向分布,终端能源质量低;能源消费强度高,能源生产效率低,能源利用过程中的浪费污染严重;一次能源以煤为主,并且短期内这种格局不会发生根本性的变化。这就决定了中国能源在相当长一段时期内仍必须以化石燃料(煤炭)为主要的二次能源,实现煤炭高效、清洁利用。

由于 IGCC 在实现煤的高效、清洁利用方面具有的优越性。因此可以以多种形式应用于我国的能源工业中。例如:

多联产的 IGCC:煤通过气化,不仅提供燃料气给动力系统发电,同时还可以提供甲醇、尿素、酚类等化工产品 and 城市煤气。实现电化气多联产,不仅使煤炭得到了充分的综合利用,降低污染物的排放水平,还能够明显地降低系统的运行成本。这种形式的应用在我国具有重要的现实意义;

电网中的基本负荷机组;

2000 年到 2010 年期间,规划新增火电机组 15 万 MW 以上,年新增用煤约 4 000 万吨。随着各项关键技术的成熟和运行经验的不断积累,IGCC 作为一种高效的清洁煤利用技术,在电网主力机组方面将具有更强的竞争力;

现有电站的更新改造;我国现有火电网中存在着数千万千瓦

技术落后、能量转换效率低、污染严重的中小汽轮机机组急需改造。对于这些落后机组的更新改造,以节约资源和提高效率、改善环保,IGCC 技术可能是一种合适的选择。

我国从 1994 年开始对 IGCC 示范工程进行可行性研究,国家电力公司拟在山东烟台电厂建设一座容量为 300 ~ 400 MW 的 IGCC 示范电站,国家计委已批准了工程立项。通过引进技术、消化吸收再创新、分步国产、降低造价,为 21 世纪我国 IGCC 技术的大范围应用积累经验。

### 4 结论

随着相关技术的成熟和商业化程度的提高,IGCC 的投资和运行成本将会进一步降低,性能将会得到进一步的提升。IGCC 技术有望和其它高效洁净煤利用技术一起,成为火电动力的主要发展方向,最终实现我国能源供应

安全、环境保护、经济发展目标的同时实现。

### 参考文献:

- [1] 焦树建. 整体煤气化燃气-蒸汽联合循环(IGCC)[M]. 北京:中国电力出版社, 1996.
- [2] 肖云汉. 21 世纪的 E<sup>3</sup> 能源利用系统[J]. 华北电力大学学报, 2000 27(增刊): 20-23.
- [3] 曾汉才. 燃煤发电新技术的现状与发展[J]. 华中电力, 1998 11(5): 5-9.
- [4] 林汝谋, 蔡睿贤. 整体煤气化联合循环发电技术的研究[J]. 发电设备, 1998(2): 31-37.
- [5] HUBERT J VERINGA, H DEN UIL, MOZAFFARIAN H. Biomass and co-generation[A]. ECOS 2000 [C]. Netherland; Universiteit Twente, 2000. 1799-1812.
- [6] ALLIAM R J, CASTLE-SMITH H. Air separation units design and future development[A]. ECOS 2000[C]. Netherland; Universiteit Twente, 2000. 1877-1888.
- [7] MURASE T, TSUKUDA Y. Current operation status of m501G gas turbine[A]. ECOS 2000 [C]. Netherland; Universiteit Twente, 2000. 1857-1868.
- [8] WILLEBOER W. Biomass gasification in geertruidenberg the netherlands[A]. ECOS 2000 [C]. Netherland; Universiteit Twente, 2000. 1869-1875.
- [9] TODD D M, MCMURDO G. IGCC experience and technology improvements spreading to other process/power plants[A]. ECOS 2000 Additional Papers [C]. Netherland; Universiteit Twente, 2000. 5-21.
- [10] BLOEMENDAL G, KERKHOFF F P J M. Gas treating technology design and development[A]. ECOS 2000 Additional Papers [C]. Netherland; Universiteit Twente, 2000. 157-174.
- [11] GRAAF J D DE, BERG R VAN DEN, ZUIDVELD P L. Shell gasification processes[A]. ECOS 2000 Additional Papers [C]. Netherland; Universiteit Twente, 2000. 109-119.
- [12] EURLINGS J TH G M. The demkolec IGCC[A]. ECOS 2000 Additional Papers [C]. Netherland; Universiteit Twente, 2000. 153.

# 燃煤催化剂的研究与应用

马振兴, 郭举修, 李 京, 韩爱岭  
(山东大学 动力工程系, 山东 济南 250061)

**摘 要:** 综合论述了国内外对燃煤催化剂的理论和应用研究, 说明其在节能和环保两个方面的效果, 指出在研究和应用工作中存在的问题及解决的措施。

**关 键 词:** 催化剂; 煤; 燃烧

中图分类号: TQ038. 1

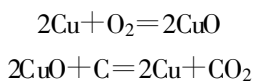
文献标识码: A

## 1 引言

国内外对燃煤催化剂进行了长期广泛的研究, 部分燃煤催化剂已作为商品在一定的范围内得到应用, 其节能和环保效果较为明显, 值得进一步推广。但是在研究和应用过程中也发现不少存在的问题, 有必要进一步改进。

## 2 燃煤催化剂的研究

关于燃煤催化剂的作用机理, 目前存在氧传递和电子转移两种理论解释。氧传递理论认为通过催化剂对气态反应物的作用能够促进燃烧。例如, 在煤中加入  $\text{CuSO}_4$ , 在加热条件下  $\text{CuSO}_4$  分解生成  $\text{Cu}$  分子, 导致下列不分枝链锁反应:



这个链锁反应使  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$  的反应变得容易进行<sup>[1]</sup>。

电子转移理论认为在气固两相反应物接触界面各点上存在两相间的电动势, 燃烧反应的难易取决于该电动势的大小。加入催化剂后, 在两相间产生了极性相反的离子化电位差, 从而减弱了原有的电动势, 降低了燃烧反应活化能, 使煤或焦炭的燃烧变得容易进行<sup>[2~3]</sup>。两种理论从不同角度解释了煤催化燃烧现象。

国内外许多学者对燃煤催化剂进行了大量实验研究。综合分析这些研究, 可得出下列结论:

(1) 燃煤催化剂提高了煤的挥发分析出速率, 降低了煤的着火温度, 缩短了点火延迟时间, 加快了焦炭燃尽速率, 并具有脱硫脱氮的明显作用<sup>[4~7]</sup>。

(2) 不同催化剂的催化作用是不同的。当阴离子一定时, 不同阳离子的催化活性顺序是  $\text{Cs} > \text{Rb} > \text{K} > \text{Na} > \text{Ba} > \text{Li} > \text{Sr} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Be}$ , 另有  $\text{Cr} > \text{Mn}, \text{Fe} > \text{Ni}, \text{Co} > \text{Ca}, \text{Zn} > \text{Al}, \text{Cu} > \text{K}$  等; 当阳离子一定时, 不同阴离子的催化活性顺序是  $\text{OH}^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$ , 另外  $\text{Ac}^-$  的活性常在  $\text{OH}^-$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  上下<sup>[4~7]</sup>。

(3) 碱金属、碱土金属和过渡元素的氧化物、氢氧化物及其盐类可用作燃煤催化剂; 某些工业废物也是廉价的燃煤催化剂, 例如造纸黑液、电石渣、铁渣、糠醛渣等<sup>[4~5]</sup>。

(4) 煤中灰分是内在的催化剂, 灰分对外加催化剂的作用具有明显影响<sup>[6~7]</sup>。

## 3 燃煤催化剂的应用效果

国内外已有不少商业化燃煤催化剂, 试验证明确有一定效果。例如, 美国有人采用 FST-6000 催化剂在工业锅炉上进行应用试验<sup>[8]</sup>, 实验结果如表 1 所示。

由表 1 可见, 加入催化剂 FST-6000 后, 锅炉燃烧趋于完全, 在锅炉蒸发量略有增大的情况下, 煤耗量有所降低, 汽煤比相对提高 6.02%。尽管变化幅度不大, 却说明催化剂能够改善锅炉燃烧工况, 提高了锅炉热效率。

前苏联曾在催化剂热发生炉(流化床锅炉)上进行应用试验。催化剂为粒状, 随固体燃料一起在炉内流化燃烧, 料层温度为  $800\text{ }^\circ\text{C} \sim 850\text{ }^\circ\text{C}$ , 炉膛容积热强度为  $4.1868 \times 10^3 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ , 其燃

收稿日期: 2001-01-02; 修订日期: 2001-03-23

作者简介: 马振兴(1947-), 男, 山东济南人, 山东大学教授。

[13] ARONIS N, LEITHNER R, WITKOWSKI A. New combined cycle with integrated low temperature heat or solar heat [A]. ECOS 2000 Additional Papers [C]. Nederland: Universiteit Twente, 2000. 67-83.

[14] BENIZEN J D, HUMMEISHOJ R M. Low tar and high efficient gasification concept [A]. ECOS 2000 Additional Papers [C]. Nederland: Universiteit Twente, 2000. 97-108.

(渠 源 编 辑)

整体煤气化联合循环(IGCC)技术的发展和應用= **The Development and Application of Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) Technology** [刊, 汉] / LI Xian-yong, XIAO Yun-han, CAI Rui-xian (Institute of Engineering Thermophysics under the Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, Post Code: 100080) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6)—575 ~ 578

A series of major problems have been encountered during the process of commercialization of integrated gasification combined cycle (IGCC) systems. In this regard the authors expound the main measures, which were currently adopted by various countries to solve these problems by way of lowering cost and introducing key technologies. They also described the advances achieved therein. Meanwhile, an analysis is given of the potential applications of IGCC in China. **Key words:** integrated gasification combined cycle (IGCC), cost reduction, development of key technologies

燃煤催化剂的研究与应用= **Research and Application of Coal Catalysts** [刊, 汉] / MA Zhen-xing, GUO Ju-xiou, LI Jing, et al (Power Engineering Department, Shandong University, Jinan, Shandong Province, China, Post Code: 250061) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6)—579 ~ 581

A broad overview is given of the theory and applied research of coal catalysts pursued both at home and abroad. Their effectiveness in energy saving and environmental protection is highlighted along with some problems in their research and applications. Pertinent measures taken to solve these problems are also presented. **Key words:** catalyst, coal, combustion

整体煤气化联合循环(IGCC)系统变工况特性= **Off-design Performance Characteristics of an Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) System** [刊, 汉] / DUAN Li-qiang, LIN Ru-mou, JIN Hong-guang, CAI Rui-xian (Institute of Engineering Thermophysics under the Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, Post Code: 100080) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6)—582 ~ 585, 590

An analysis is given of the factors influencing the off-design behavior of an integrated gasification combined cycle (IGCC) system. Based on the idea of generalized modular modeling set up was an off-design performance characteristic model of an IGCC system with the relevant programs and software being developed. Through a great deal of calculations off-design performance characteristic curves were obtained, showing the change of the system performance with load and ambient temperature under three kinds of regulation modes. These curves reveal the variation of system characteristics with the change of main variables. **Key words:** integrated gasification combined cycle, off-design condition, system characteristics

城市生活垃圾(MSW)与煤混烧过程中气体污染物的排放= **Gaseous Pollutants Emissions during the Process of Mixed Burning of Municipal Solid Waste (MSW) and Coal** [刊, 汉] / DONG Chang-qing, JIN Bao-sheng, ZHONG Zhao-ping, XIAO Rui, et al (Education Ministry Key Lab of Clean Coal-based Power Generation and Combustion Technology under the Southeastern University, Nanjing, China, Post Code: 210096) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6)—586 ~ 590

Tests involving the mixed burning of municipal solid waste and coal were conducted on a 0.2 MW circulating fluidized bed. During the tests an on-line measurement of the emissions concentration of  $\text{NO}_x$ , NO,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ , HCl and  $\text{Cl}_2$  was performed. An exploratory study was undertaken of the effect of municipal solid waste and coal mixed burning ratio (R) and temperature on gaseous pollutant emissions. The test results indicate that during the mixed burning process  $\text{NO}_x$ , NO,  $\text{N}_2\text{O}$  and  $\text{SO}_2$  emissions will decrease and  $\text{Cl}_2$  emission concentration increase in case the municipal solid waste feeding amount was increased. With the mixed burning ratio R being kept constant and the temperature increased there will be an increase in the  $\text{NO}_x$  and NO emissions. Meanwhile, there will also be a decrease in  $\text{N}_2\text{O}$  emissions while the emission concentration of  $\text{SO}_2$ , HCl and  $\text{Cl}_2$  remains basically unchanged and the dioxin content in fly ash and bottom slag will decrease. **Key words:** municipal solid waste, circulating fluidized bed, mixed burning, dioxin