

煤气化技术的现状及发展趋势研究

耿帅

中海石油华鹤煤化有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i8.6158

[摘要] 煤气化技术作为一种关键的能源战略技术,对于推动能源经济和社会经济的发展至关重要。最近几年,煤气化技术的研究不断深入,并呈现多样化的发展趋势。本文以气流床气化技术、流化床气化技术和固定床气化技术为重点,对煤气化技术的发展现状进行简要概述,明确了各种技术工艺的特点和适用范围。同时,结合煤气化技术的应用需求和新时期的发展要求,本研究指出了煤气化技术发展的主要趋势,包括扩大煤种适应性、提高能源效率、增强环境保护性以及加强管控科学性。

[关键词] 煤气化技术; 能源经济; 社会经济; 新型能源; 发展态势; 气流床气化; 流化床气化; 固定床气化; 技术工艺;

Research on the status quo and development trend of coal gasification technology

Geng Shuai

CNOOC Huaye Coal Chemical Co., LTD., Hegang City, Heilongjiang Province, 154100

[Abstract] As a key energy strategy technology, coal gasification technology is very important for promoting the development of energy economy and social economy. In recent years, the research of coal gasification technology has been deepening and showing a development trend of diversification. Focusing on airflow bed gasification technology, fluidized bed gasification technology and fixed bed gasification technology, this paper briefly summarizes the development status of coal gasification technology, and clarifies the characteristics and applicable scope of various technologies. At the same time, combined with the application demand of coal gasification technology and the development requirements of the new period, this research points out the main trend of the development of coal gasification technology, including expanding the adaptability of coal species, improving energy efficiency, enhancing environmental protection and strengthening the scientific nature of management and control.

[Key words] coal gasification technology; energy economy; social economy; new energy; development trend; airflow bed gasification; fluidized bed gasification; fixed bed gasification; technology process;

引言:

煤炭资源在我国经济建设和社会发展中扮演着至关重要的角色。根据统计数据显示,我国每年煤炭消耗量超过40亿吨,占全国能源消耗总量的56%,位居全球首位。同时,我国煤气产量从2015年的约6800亿立方米增长到2021年的超过15500亿立方米,并广泛应用于钢铁、建材、机械、采暖等多个领域。在煤炭消耗和煤气需求不断增加的背景下,加强煤炭资源相关技术的研究,提高煤炭资源的高效利用率,降低开采利用的环境污染,具有重要的现实意义。

煤气化技术作为一种清洁净煤技术,通过利用特定条件下的装置将煤炭转化为清洁可燃气。将该技术应用于煤化工行业可以有效促进行业的健康、稳定和可持续发展。经过多年的研发,煤气化技术水平得到了显著提升,技术类型也日益丰富,能够满足多个产业的发展需求。然而,从整体来看,煤气化技术仍存在许多不足之处,需要在持续的研究中进行完善和强

化。

本文旨在通过对煤气化技术的现状及发展趋势进行分析,为煤气化技术的应用和研发提供参考,以推动煤气化技术的应用价值不断提升。

1 煤气化技术发展现状分析

煤气化技术在工业燃气、民用煤气、化工原料合成和电力生产等领域得到广泛应用。煤气化技术的类型随着应用范围的扩大和需求的增加而增多。目前,主流的煤气化技术包括气流床气化技术、流化床气化技术和固定床气化技术。

1.1 气流床气化技术

气流床气化技术是目前世界上最广泛应用的煤气化技术之一。它最早在上世纪50年代发展起来,并逐渐形成了多种不同的工艺,如K-T炉、Shell工艺、Texaco工艺、Prenflo工艺、E-Gas工艺和GSP工艺等。气流床气化技术适用于各种煤种,但为了综合效益考虑,建议选择粒径较小、比表面积较

大、灰熔点较低的煤种。该技术通过高温反应和氧气与煤的化学反应，可以控制炉膛温度，减少氧气消耗量。根据原料输送性能，气流床气化技术可分为湿法和干法两种类型。湿法气流床气化技术使用水煤浆或水炭浆作为原料，具有广泛的原料选择范围和较高的碳化转化率，但需要注意喷嘴和耐火砖的使用寿命，以及较高的煤耗和氧耗量。干法气流床气化技术使用粉煤作为原料，具有较高的气化效率、较低的氧耗和煤耗量，但气化压力较低，运行稳定性较差，设备投资成本较高。

表1 部分气流床气化技术情况

类型	炉型	煤种	气化剂	优点	缺点
Shell 工艺	Shell 气化炉	任意煤种	氧气、蒸汽	煤种适应性强, 气化效率 $\geq 98\%$	成本高, 气化周期长, 技术要求高
Texaco 工艺	Texaco 水煤浆气化炉	灰熔点较低煤种	纯氧气	原料广泛, 连续性好, 产率高, 碳转化率	投资成本高, 耗氧量高
GSP 工艺	GSP 气化炉	任意煤种	氧气、蒸汽	煤种适应性强, 操作简单, 耗氧量	运行周期短
E-Gas 工艺	E-Gas 气化炉	褐煤、烟煤等为主	纯氧气	产能较大, 能耗较低, 产率较高	运行稳定性较差, 运维成本高

1.2 流化床气化技术

流化床气化技术以细粒煤为原料，采用空气、氧气或富氧作为氧化剂，蒸汽或二氧化碳作为气化剂。在反应装置中，煤粒悬浮在气体中，使气体与固体充分混合。流化床气化技术通常用于民用燃气、工业染料和合成气体等大中型生产。技术成熟且广泛应用的流化床气化技术包括灰熔聚流化床煤气化技术、复合流化床气化技术和多段分级转化流化床气化技术。灰熔聚流化床煤气化技术适用于多种煤种，具有高温均匀性和较高的气化温度。复合流化床气化技术结合了灰熔聚流化床和干煤粉气流床的优点，提高了碳转化率和气体产量。多段分级转化流化床气化技术针对合成天然气大规模生产，通过煤热解、气化和燃烧过程的有机结合，实现高碳转化率和冷煤气效率。

1.3 固定床(移动床)气化技术

固定床(移动床)气化技术是一种成熟的煤气化技术，以块煤为原料，使用空气、氧气或蒸汽作为气化剂。根据运行方式和加压情况，固定床(移动床)气化技术可分为连续式和间歇式、常压和加压两种类型。固定床(移动床)气化技术具有操作简单、容量较小、碳转化率高和出口气体温度等特点。常见的固定床(移动床)气化炉有 3M-21 混合煤气发生炉、W-G 气化炉、Mark-IV 鲁奇加压气化炉和 BGL 业态排渣鲁奇炉等。这些技术可以处理不同材料，如褐煤、长焰煤和无烟煤，产生高质量的煤气。

气流床气化技术、流化床气化技术和固定床气化技术是主流的煤气化技术。它们在原料选择、工艺要求和应用效果方面有所差异。具体的比较情况可以参考表 2。

表2 部分气流床气化技术情况

参数	气流床 气化技术	流化床 气化技术	固定床 气化技术
原料颗粒大小	0.15 mm 以内	6 mm 以内	50 mm 及以上
细粉许可度	无要求	无要求	有要求
煤种	任意煤种	低品质煤炭	低品质煤炭
氧化剂需求量	较高	一般	较低
水蒸气需求量	较低	一般	较高
反应区温度	2 000 ℃ 及以上	800~1 000 ℃	1 000~1 100 ℃
出口气体温度	1 200 ℃ 以上	—	450~650 ℃
适用规模	大规模	中等规模	小规模
气化效率	80% 及以上	85% 及以上	80% 及以上

2 煤气化技术发展趋势分析

纵观煤气化技术研发与应用情况，可以看出煤气化技术在

取得一定成就的同时，仍存在许多改进的空间。在技术层面上，煤气化技术的运行稳定性有待提升，气化效率有进一步提高的潜力，能耗节约和环境保护水平需要提高，单炉产能仍有提升的余地。在经济层面上，需要降低投资成本和运行维护成本。在技术研发层面上，缺乏专业人员和自主创新能力是一个挑战，很多企业倾向于借鉴和模仿而不是自主研发和创新。为了有效解决这些问题，推动煤气化技术向高效化、环保化、节能化、规模化、科学化和低成本化等方向发展，需要从以下几个方面着手。

2.1 拓展技术应用对不同煤种的适应性

当前主流的煤气化技术主要适用于褐煤、烟煤、次烟煤、无烟煤和焦炭等活性较高的煤种，对于“三高”煤（高硫煤、高灰煤和高灰熔点煤）的适应性较差。然而，我国的煤炭储量中，“三高”煤的比例较高，例如山西省的煤炭资源中有超过 33% 是“三高”煤。因此，如何提高“三高”煤的利用率是相关企业和研究人员关注和研究的重要问题。在煤气化技术的应用中，需要进行技术创新和改进，从气化炉结构优化、原料性能改善、新型添加剂的研发和应用、系统优化以及反应参数调整等多个方面入手，提高煤气化技术对不同煤种的适应性。例如，对于使用高碱煤作为原料进行煤气生产时，需要根据碱金属和煤气化炉材质的反应原理，优化反应流程，以减轻高碱煤气的腐蚀程度。

2.2 提高技术应用对能源的节约性

根据当前煤化工的发展情况，预计在“十四五”时期，我国现代煤化工产业的煤炭消耗量将继续增长，预计 2025 年原煤消耗总量将超过 2.7 亿吨。在这种背景下，煤气化技术的高效化和规模化将成为发展的趋势。然而，在考虑到“碳达峰、碳中和”的战略目标时，需要高度重视能源的节约和环境保护问题。在煤气化技术的研发过程中，需要根据实际情况和技术应用需求，从资源利用率提高、氧耗量减少、水蒸气耗量减少、余热回收利用以及废物的回收利用等方面进行探索，以实现煤气化技术的高效化、节约化和规模化发展。

2.3 提高技术应用对环境的保护性

煤气化技术的应用过程中会产生一定的污染物，如果处理不当将对生态环境造成严重的污染。例如，在煤气化技术的应用过程中，未完全反应的原料会随着合成气体排放到空气中，加剧了空气污染。研究表明，气化反应过程中产生的飞灰具有较强的稳定性，传统的处理方式效果不理想。因此，需要加强对气化飞灰的处理技术研究，降低飞灰的排放和污染率，提高飞灰和气化残渣的再利用率。可以利用改性技术有效地将气化飞灰和气化残渣转化为可再利用的建筑原料、土壤改良材料和高分子聚合物填料等。这样可以减少废物的污染，并提高废物的附加值，丰富资源种类和数量。

2.4 提高技术应用对控制的科学性

煤气化反应过程非常复杂，对反应温度、压力等参数有较高的要求。为了实现煤气化技术的规模化、高效化、节能化和环保化发展，需要提高对反应条件的控制水平。随着计算机技术、数据分析技术和模拟仿真技术在现代煤化工领域的应用，

煤气化系统的自动化和智能化水平得到了大幅提升。相关人员可以利用数值模拟来了解煤气化技术应用过程,掌握不同工况下的效果,并进行系统设计和控制参数调整。例如,在气化炉设计中,可以借助 Aspen Plus、ANSYS Fluent、CFX、CFD-DEM 等软件来优化煤气化系统的换热器方案、气化炉结构方案、气化率热传导情况、烧嘴热应力情况和熔渣流动特性等。根据软件分析结果,结合系统应用需求,合理设计和研究系统,以确保系统的科学、合理和有效。目前,在煤气化系统研发和监管中,先进科学技术的应用还比较有限,需要在后续的研究中不断拓展先进科学技术的应用范围,让技术为技术服务,推动技术的创新发展。

2.5 技术研发与人才培养

为推动煤气化技术的发展,需要加强技术研发和人才培养。在技术研发方面,企业应加大投入,建立科研团队,进行前沿技术研究,探索新的气化工艺、反应器设计和系统优化方法。同时,加强与高校、科研机构等的合作,共同开展煤气化技术的研究与应用,促进理论创新与实践应用相结合。

在人才培养方面,应加强煤气化技术领域的人才培养和引进工作。鼓励高校设立煤气化技术相关专业,培养专业人才。同时,加强企业内部的培训和人才储备,提升员工的专业能力和创新意识。此外,积极引进国际煤气化技术专家,通过合作与交流,引进先进的技术理念和管理经验,推动我国煤气化技术水平的提高。

2.6 国际合作与经验交流

煤气化技术的发展是一个全球性的课题,各国都在积极推动煤气化技术的研发与应用。我国应加强与其他国家的合作与交流,共同面对挑战,分享经验,推动煤气化技术的发展。可以通过举办国际学术会议、技术研讨会等形式,促进不同国家之间的技术交流与合作。同时,积极参与国际煤气化技术组织和标准制定工作,推动煤气化技术的国际化与标准化进程。

2.7 政策支持与市场导向

政策支持和市场导向是推动煤气化技术发展的重要因素。相关部门应制定支持煤气化技术发展的政策措施,提供资金支持和税收优惠,鼓励企业增加煤气化技术的投入。同时,建立健全的市场机制,推动煤气化技术的产业化发展。鼓励企业加大煤气化产品的推广力度,提高产品的市场竞争力,拓展国内外市场。

2.8 技术与产业融合发展

为了实现煤气化技术的快速发展,需要促进技术与产业的融合。相关政府部门应制定支持煤气化技术产业化发展的政策,鼓励企业进行技术引进、自主创新和产业升级。建立煤气化技术研发与产业化推广的协同机制,加强政府、企业和科研机构之间的合作,共同推动煤气化技术的商业化应用。

在产业方面,应加大对煤气化技术产业链的支持力度。鼓励企业在煤气化技术领域进行多元化投资,全面发展从原料采集、气化装备制造到气体处理与利用等环节。同时,加强与化

工、能源、电力等相关行业的合作,形成煤气化技术与相关产业的良性互动,推动整个产业链的协同发展。

2.9 安全与环保管理

在推动煤气化技术发展的过程中,安全与环保是关键问题。相关企业应加强安全管理,建立完善的安全制度和应急预案,确保生产过程的安全稳定。同时,注重环境保护,加强废气、废水和固体废物的处理与治理,减少对环境的影响。

2.10 应用领域的拓展

除了传统的工业燃气、民用燃气和化工原料合成领域,还应积极拓展煤气化技术的应用领域。例如,将煤气化技术与新能源领域相结合,开发煤气化与氢能源、电力能源等的混合应用模式。此外,还可以将煤气化技术应用于城市能源供应和生活垃圾处理等领域,推动煤气化技术在城市化进程中的应用。

3 结语

综上所述,煤气化技术对我国煤化工、煤炭资源的经济效益、社会效益和生态效益具有积极影响。当前应用广泛的煤气化技术包括气流床气化技术、流化床气化技术和固定床气化技术,需要根据实际情况选择适应的技术,确保合理、高效、经济、可靠的技术应用。然而,煤气化技术仍面临挑战,包括系统效率、能源节约和环境保护等方面需要改进。未来的发展需要加强创新,提高技术的适应性、节约性、科学性和环保性。通过技术研发与创新,优化煤气化工艺、提高气化效率,降低能耗和增强环境保护水平。同时,加强人才培养与引进,提升技术人员的专业能力和创新意识,推动煤气化技术向高效、环保、节能、规模化、科学化和低成本化方向发展。

[参考文献]

- [1]深层地下煤气化技术及其产品方案研究[J]. 詹媛媛.大氮肥,2022(03)
- [2]浅谈科林煤气化技术[J]. 梁晓峰.山西化工,2022(04)
- [3]典型煤气化技术介绍及选择要点分析[J]. 杨益.山西化工,2022(05)
- [4]煤气化技术应用现状及发展趋势[J]. 张能;乔二浪;鲁得鹏;高虎飞.化工设计通讯,2022(07)
- [5]煤气化技术在中国:回顾与展望[J]. 王辅臣.洁净煤技术,2021(01)
- [6]关于应重新认识固定床间歇煤气化技术的建议[J]. 顾宗勤.化学工业,2021(01)
- [7]固定床间歇煤气化技术不应一刀切[J]. 顾宗勤.中国石油和化工产业观察,2021(Z1)
- [8]现代煤气化技术进展及产业现状分析[J]. 王欢;范飞;李鹏飞;潘生杰.煤化工,2021(04)
- [9]煤气化技术发展现状及趋势[J]. 张云;杨倩鹏.洁净煤技术,2019(S2)
- [10]东方电气煤气化技术研发平台的开发探索[J]. 吴家桦;陈慧;刘四威;胡春云;杨纯;徐莹璐;朱鼎;王毅.东方电气评论,2019(04)