

煤气化技术应用现状及发展趋势

陈向阳

河南龙宇煤化工有限公司 河南 商丘 476600

摘要: 煤气化技术是煤化工产业链中的重要环节, 广泛应用于化工、冶金、机械、建材等重要工业部门和城市煤气的生产。目前, 煤气化技术正向高压、大型化、高温方向发展, 且不断开发新的气化技术和气化炉, 提高碳转化率和煤气质量。同时, 煤气化技术与先进的余热回收、脱硫、除尘技术相结合, 实现环境友好。未来, 煤气化市场具有广阔的发展前景潜力, 将更加注重技术创新、绿色发展和产业链整合。

关键词: 煤气化技术; 应用现状; 发展趋势

引言: 煤气化技术作为煤化工产业链的关键环节, 在现代工业发展中扮演着至关重要的角色。它不仅促进了煤炭资源的清洁高效利用, 还为多个重要工业部门提供了不可或缺的原料和能源。随着技术的不断进步和市场需求的变化, 煤气化技术的应用现状正在发生深刻变革。本文将深入探讨煤气化技术的当前应用状况及其未来发展趋势, 以期对相关行业的可持续发展提供有益的参考和借鉴。

1 煤气化技术的基本原理及工艺流程

1.1 煤气化技术的基本原理

煤气化技术是指煤炭在高温条件下与气化剂发生化学反应, 转化为可燃气体和少量固体残渣的过程。这一过程是在特定的气化炉中进行的, 其中气化炉提供了所需的温度、压力及反应环境。(1) 煤炭在高温条件下与气化剂反应。在高温下(通常为800℃以上), 煤炭中的有机质与气化剂发生一系列化学反应。这些反应包括煤的热解、气化及燃烧。热解是煤从固相转变为气、固、液三相产物的过程, 而气化则是焦炭与气化剂反应生成一氧化碳、氢气、甲烷等可燃气体。燃烧反应则提供气化过程中所需的热量。(2) 气化剂种类。气化剂的选择对煤气化产物的组成和性质有重要影响。常用的气化剂有水蒸气、纯氧、空气、CO₂和H₂。水蒸气气化主要生成水煤气(CO和H₂的混合物), 纯氧气化则能提高碳转化率并减少废气排放。空气气化虽然成本较低, 但生成的煤气热值较低且含氧量高。CO₂和H₂作为气化剂在某些特殊工艺中也有应用。

1.2 煤气化的主要工艺流程

(1) 煤炭预处理。原料煤需经过破碎、筛分、干燥等预处理步骤, 以确保其质量和稳定性。预处理后的煤炭更易于气化, 并能提高气化效率和产品质量。(2) 气化反应。在气化炉中, 预处理后的煤炭与气化剂在高温

高压下进行反应。反应过程包括干燥、热解、气化和燃烧四个阶段。通过这些阶段, 煤炭转化为可燃气体、焦油、热解水等产物。(3) 煤气净化。从气化炉出来的粗煤气含有大量的杂质, 如灰分、焦油、硫化氢等。这些杂质需要通过洗涤、除尘、脱硫等净化工艺进行去除, 以得到纯净的煤气。(4) 产品输出。经过净化后的煤气可以储存在储气罐中, 以供后续使用。煤气可广泛应用于化工、冶金、机械、建材等重要工业部门和城市煤气的生产。同时, 煤气化过程中产生的焦油、轻质油等副产品 also 具有很高的利用价值^[1]。

2 煤气化技术的应用现状

2.1 全球煤气化技术应用概况

(1) 主要气化技术种类。全球煤气化技术应用种类繁多, 目前已有数十种气化技术在应用和开发中。这些气化技术大致可以分为固定床气化、流化床气化和气流床气化三大类。固定床气化技术主要包括鲁奇(Lurgi)加压气化和BGL加压气化, 适用于多种煤质, 尤其在处理高灰熔点煤时表现优越。流化床气化技术, 如U-Gas气化、TRIG循环流化床气化, 适用于多种煤质及生物质气化。气流床气化技术则以Texaco水煤浆加压气化、Shell干煤粉加压气化、GSP干粉加压气化为代表, 具有高碳转化率、高气化效率和广泛的煤种适应性等特点。(2) 气化炉类型及分布。全球气化炉类型多样, 分布广泛。Texaco气化炉和Shell气化炉是两种最为常见的气流床气化炉。Texaco气化炉主要用于生产甲醇、氨、氢气和电力, 而Shell气化炉则广泛用于IGCC发电、合成氨、甲醇、二甲醚等产品的生产。此外, Prenflo气化炉、E-Gas气化炉、CCP气化炉等也都有其独特的应用领域。在全球范围内, 这些气化炉的分布主要依据各地煤炭资源的分布情况和市场需求, 北美、欧洲、亚洲等地均有广泛分布。

2.2 我国煤气化技术的应用现状

(1) 我国煤化工行业市场规模及增长趋势。我国的煤化工行业市场规模庞大,且近年来呈现出稳步增长的趋势。随着能源需求的不断增长和环境保护要求的日益严格,煤气化技术作为洁净煤技术的重要代表,在煤化工行业中的地位日益凸显。近年来,煤化工行业的投资持续增加,一批大型煤气化装置相继投产,推动了行业规模的进一步扩大。(2) 煤气化装置数量及分布。我国是拥有煤气化炉数量和种类最多的国家。据不完全统计,我国采用国内外先进大型洁净煤气化技术已投产和正在建设的气化炉达700余台,其中60%以上的气化炉已投产运行。这些气化炉主要分布在煤炭资源丰富的山西、陕西、内蒙古、宁夏等地,以及能源需求大的北京、天津、上海等地。(3) 煤气化主要应用领域。煤气化技术在化工、电力、冶金等领域均有广泛应用。在化工行业,煤气化技术主要用于生产合成氨、甲醇、二甲醚等化学品;在电力行业,煤气化技术通过IGCC发电技术实现高效能量转换和减少污染物排放;在冶金行业,煤气化技术为钢铁生产提供还原气和燃料气。此外,煤气化技术还应用于煤炭资源的综合利用,提高煤炭资源的利用效率和降低对进口能源的依赖。(4) 主要煤气化技术。我国煤气化技术种类繁多,其中多元料浆气化、水煤浆气化、干燥粉气化等技术具有代表性。多元料浆气化技术适用于多种含碳物质的气化,具有减少原料煤消耗量、提高经济效益的优点。水煤浆气化技术通过将水和煤混合制成水煤浆进行气化反应,实现煤炭的清洁高效利用。干燥粉气化技术则以干燥粉为原料,具有气化效率高、碳转化率高、煤种适应性广等特点^[2]。

2.3 煤气化技术的经济效益和社会效益

(1) 煤炭资源的有效利用。煤气化技术通过高温、高压条件下的化学反应,将固体煤炭转化为气体燃料和化学品,实现了煤炭资源的高效利用。与直接燃烧相比,煤气化技术可以大大提高煤炭的利用率和附加值,减少煤炭资源的浪费。(2) 清洁能源生产。煤气化技术生产的合成气和化学品是清洁能源的重要组成部分。通过煤气化技术,可以生产出氢气、甲烷等清洁能源,替代传统的化石燃料,减少温室气体和污染物的排放,有助于实现能源结构的优化和可持续发展。(3) 节能减排效果。煤气化技术具有显著的节能减排效果。与传统的燃煤发电和化工生产相比,煤气化技术可以减少二氧化硫、氮氧化物和粉尘等污染物的排放,同时降低能源消耗和碳排放。通过煤气化技术与先进的余热回收、脱硫、除尘技术的结合应用,可以实现环境友好型生产,促进节能减排目标的实现。

3 煤气化技术的发展趋势与展望

3.1 气化压力向高压发展

(1) 提高气化效率、碳转化率和气化炉能力。气化压力是影响煤气化过程的重要因素之一。随着气化压力的升高,气化反应速率加快,煤中可燃成分的转化率提高,从而提高了气化效率。同时,高压气化有助于减少气体产品的压缩功耗,提高气化炉的处理能力。此外,高压环境还能促进煤中有机物质的深度分解,使得气化过程更加充分,碳转化率显著提升。(2) 降低生产成本。高压气化技术通过提高气化效率和碳转化率,使得单位煤原料的产出量增加,从而降低了生产成本。此外,高压气化技术还有助于实现等压合成,简化了后续的处理工艺,减少了能耗和物料损失,进一步降低了生产成本。因此,高压气化技术成为煤气化技术发展的重要方向之一。

3.2 气化炉规格向大型化发展

(1) 便于自动控制和优化操作。随着气化炉规格向大型化发展,设备的自动化水平和智能化程度也在不断提高。大型气化炉通常配备先进的控制系统和监测装置,能够实现对气化过程的精准控制和实时监测。这不仅提高了气化过程的稳定性和安全性,还有利于优化操作参数,提高气化效率和产品质量。通过大数据分析和人工智能技术,大型气化炉的自动化控制系统能够实时调整气化过程中的温度、压力、流量等参数,确保气化过程始终处于最佳状态^[3]。(2) 降低能耗和操作费用。大型气化炉的应用有利于实现规模效应,降低单位产品的能耗和操作费用。一方面,大型气化炉的炉膛容积大,热损失小,有利于提高热效率;另一方面,大型气化炉的自动化水平高,减少了人工操作的环节,降低了劳动力成本。此外,大型气化炉还有利于实现资源的集中利用和废弃物的回收利用,进一步降低了能耗和操作费用。

3.3 气化温度向高温发展

(1) 煤中有机物质分解气化。气化温度是影响煤中有机物质分解气化的关键因素。随着气化温度的升高,煤中的有机物质更容易被分解和气化,生成更多的可燃气体。这不仅提高了气化效率,还有利于拓宽煤种的适应性,使得更多的劣质煤和低热值煤能够被有效利用。高温气化技术通过提高气化温度,使得煤中的有机质在更短的时间内实现高效气化,从而提高了气化过程的整体效率。(2) 拓宽煤种适应性。高温气化技术有助于拓宽煤种的适应性。不同种类的煤在气化过程中表现出不同的反应性和气化效率。高温气化技术通过提高气化

温度,使得更多的煤种能够在适宜的温度下实现高效气化。这不仅有利于实现煤炭资源的充分利用,还有助于推动煤化工产业的可持续发展。

3.4 新型气化技术和气化炉的开发

(1) 提高碳转化率和煤气质量。新型气化技术和气化炉的开发是提高碳转化率和煤气质量的重要途径。随着科技的不断进步,越来越多的新型气化技术和气化炉被开发出来。这些新技术和新设备通常采用更为先进的气化原理和工艺流程,能够实现更高的碳转化率和更好的煤气质量。例如,干煤粉加压气化技术、熔融床气化技术等新型气化技术,以及多喷嘴气化炉、流化床气化炉等新型气化炉,都能够在提高碳转化率和煤气质量方面发挥重要作用。(2) 降低建设投资。新型气化技术和气化炉的开发还有助于降低建设投资。传统的气化技术和气化炉往往需要大量的设备和材料投入,建设成本高昂。而新型气化技术和气化炉则通常采用更为紧凑和高效的工艺流程,能够减少设备数量和占地面积,从而降低建设投资。此外,新型气化技术和气化炉的智能化水平高,能够实现对气化过程的精准控制和实时监测,减少了人工操作的环节,进一步降低了建设投资^[4]。

3.5 煤气化技术与其他先进技术的联合应用

(1) IGCC发电技术。IGCC发电技术是一种将煤气化技术与高效的联合循环发电系统相结合的新型发电方式。通过煤气化过程将煤炭转化为合成气,再将合成气送入燃气轮机发电,同时利用余热锅炉回收高温烟气中的热能进行二次发电。IGCC发电技术不仅具有高效、环保、灵活等优点,还能够实现煤炭资源的清洁高效利用,减少对环境的影响。(2) 等压合成技术。等压合成技术是一种在压力基本保持不变的情况下进行化学反应的技术。在煤气化领域,等压合成技术的应用可以实现煤气化产物在高压条件下的直接合成,避免了传统方法中气体产物的压缩和输送过程,从而减少了能耗和成本。通过等压合成技术,可以进一步提高煤气化产物的附加值和利用效率。

3.6 煤气化技术与环保技术的结合

(1) 脱硫、除尘技术。煤气化过程中产生的废气通常含有硫化物、氮氧化物和颗粒物等污染物。为了实现环保排放和可持续发展,必须将煤气化技术与脱硫、除尘等环保技术相结合。脱硫技术通常采用化学吸收法、氧化还原法等工艺将废气中的硫化物去除;除尘技术则采用布袋除尘器、静电除尘器等设备将废气中的颗粒物捕集下来。通过脱硫、除尘技术的联合应用,可以显著减少煤气化过程中产生的废气污染物排放。(2) 实现环境友好和污染减少。煤气化技术与环保技术的结合不仅是为了应对环保法规的要求,更是为了实现煤气化产业的可持续发展。通过采用先进的环保技术,煤气化过程中产生的废气、废水和固废可以得到有效的处理和利用。例如,将脱硫过程中产生的石膏用于建材、水泥等领域;将除尘过程中收集的颗粒物进行资源化利用;将废水通过生物处理或膜分离等技术进行净化回用。这些措施不仅减少了环境污染和生态破坏,还促进了资源的循环利用和经济的可持续发展。

结束语

综上所述,煤气化技术作为煤炭清洁高效利用的重要途径,其应用现状及发展趋势展现出了广阔的发展前景和巨大的市场潜力。随着技术的不断进步和市场的深入拓展,煤气化技术将在提高煤炭利用效率、促进产业升级、实现绿色发展等方面发挥更加重要的作用。未来,我们应继续关注煤气化技术的创新与发展,加强技术交流与合作,共同推动煤气化技术的广泛应用和煤化工产业的可持续发展。

参考文献

- [1]张能,乔二浪,鲁得鹏,高虎飞.煤气化技术应用现状及发展趋势[J].化工设计通讯,2022,(07):61-62.
- [2]王利峰.我国煤气化技术发展与展望[J].洁净煤技术,2022,(12):115-116.
- [3]程晓磊,张鑫.现代煤气化技术现状及发展趋势综述[J].煤质技术,2021,(02):18-19.
- [4]杨殿阁.现代煤化工技术应用现状及发展趋势分析[J].造纸装备及材料,2021,(09):94-95.