

现代煤气化技术对比分析

佟振宇

中国一重集团有限公司 黑龙江 齐齐哈尔 161041

摘要: 煤气化技术是煤炭资源高效清洁利用的重要手段, 本文主要对气流床、流化床、固定床三种煤气化技术的原理、特点、发展现状进行了介绍, 并对比分析了三种煤气化技术的优缺点。气流床具有煤种适应性广、碳转化率高、环保性能强的优点, 是当前主流的煤气化技术, 但仍存在气化温度低、氧耗高的问题。流化床具有气化效率高、煤种适应性广的优点, 但存在灰渣粘结、排渣困难的问题。固定床具有操作简单、投资少、环保性能好的优点, 但存在气化效率低、出渣劳动强度大的问题。在实际应用中, 应根据具体情况选择合适的煤气化技术。

关键词: 现代; 煤气化技术; 对比分析

引言: 煤炭是世界上储量最丰富的化石能源之一, 随着工业化进程的不断加速, 对煤炭的依赖程度也越来越高。然而, 传统煤炭利用方式效率低、污染大, 不符合可持续发展的要求。煤气化技术作为一种高效清洁的煤炭利用方式, 受到了广泛关注。煤气化技术是将煤炭转化为煤气的过程, 具有高效、清洁、可调性强的优点。目前, 气流床、流化床和固定床是应用最广泛的三种煤气化技术。本文将对这三种煤气化技术进行对比分析。

1 气流床煤气化技术

气流床煤气化技术是一种先进的煤炭转化技术, 通过将煤炭与气化剂在高温下反应, 生成气体产物。该技术具有煤种适应性广、碳转化率高、环保性能强的优点, 因此在现代煤气化领域中得到了广泛应用。

1.1 气流床煤气化技术的原理

其原理是将煤炭粉碎成细粉, 然后与气化剂一起送入反应器中。在反应器内, 煤炭与气化剂发生化学反应, 生成气体产物。由于反应温度较高, 可以获得较高的碳转化率和较低的排放物。该技术的气化剂通常是氧气和蒸汽的混合物, 氧气作为氧化剂, 将煤炭中的碳元素氧化成气体产物, 同时释放出能量。蒸汽作为稀释剂, 可以降低气化反应的温度, 并促进煤中的碳与气化剂的反应^[1]。

1.2 气流床煤气化技术的应用

(1) 该技术可以应用于煤化工领域, 将煤炭转化为合成气、一氧化碳等气体产物, 这些气体产物可以进一步加工成各种化工产品, 如甲醇、氨、乙烯等。(2) 气流床煤气化技术也可以应用于发电领域, 通过将煤炭转化为合成气或燃烧直接发电, 可以提高能源利用效率并减少对环境的污染。(3) 该技术还可以应用于城市垃圾处理领域, 将城市垃圾转化为合成气或热能, 用于供热

或发电等用途。

1.3 气流床煤气化技术的优点

(1) 该技术的煤种适应性广, 能够处理各种类型的煤炭, 包括褐煤、烟煤和无烟煤等。这使得该技术在煤炭资源丰富的地区具有很大的优势, 可以根据当地的煤炭资源情况选择合适的煤种进行转化。(2) 气流床煤气化技术的碳转化率高, 能够将大部分煤炭转化为气体产物, 提高了煤炭的利用效率。同时, 该技术的气化温度较高, 可以降低有害物质的排放量, 减少对环境的污染。(3) 气流床煤气化技术的设备简单、操作方便、成本较低等优点也使得该技术在煤炭转化领域具有很大的竞争力^[2]。

2 流化床煤气化技术

流化床煤气化技术, 作为一种先进的煤炭气化方式, 近年来在国内外得到了广泛的关注和应用。该技术利用气化剂(通常是空气或氧气)与煤炭在流态化状态下进行反应, 生成气体产物。这一技术的应用不仅提高了煤炭的利用率, 而且为煤化工行业带来了更为环保和经济的生产方式。

2.1 流化床煤气化技术的原理

流化床煤气化技术的核心在于“流态化”过程。在此过程中, 煤炭被破碎至一定粒度后, 与气化剂一起进入反应器。在反应器内, 通过高温高压的条件, 煤炭颗粒呈现出流态化的状态, 类似于沸腾的液体。这种状态下, 煤炭颗粒与气化剂充分接触, 加速了化学反应的进行。反应过程中, 煤炭中的碳与气化剂中的氧发生氧化还原反应, 生成CO、H₂、CH₄等气体产物, 同时释放出大量的热能。这些气体产物随后经过冷却、除尘等工序, 最终得到纯净的煤气。

2.2 流化床煤气化技术的应用

流化床煤气化技术因其高效、环保和经济性，被广泛应用于煤化工、电力、钢铁等领域。以下列举了一些典型的应用场景：（1）煤化工领域：利用流化床煤气化技术，可以将煤炭转化为合成气或甲醇等化工原料，进而生产出各种化学品。这不仅提高了煤炭的附加值，而且为化工行业提供了可持续的原料来源。（2）电力生产：流化床技术与煤气化技术结合，可以实现高效、清洁的电力生产。这种技术产生的煤气可以高效地燃烧发电，降低燃煤电厂的污染物排放。（3）钢铁行业：钢铁生产过程中需要大量的还原气体，流化床煤气化技术可以为其提供稳定、高效的原料气，助力钢铁企业实现绿色生产^[3]。

2.3 流化床煤气化技术的优势

（1）高煤种适应性：流化床煤气化技术对煤种的适应性较强，能够处理各种品质的煤炭，包括低阶煤、高硫煤等。（2）气化效率高：由于煤炭与气化剂在流态化状态下充分接触，化学反应速率快，从而提高了气化效率。（3）环保性能好：较低的反应温度可以减少NO_x和SO_x等污染物的生成。同时，床层中的脱硫剂可以进一步脱硫，降低硫化物的排放。（4）投资成本低：相较于其他煤气化技术，流化床煤气化技术的设备结构较为简单，维护成本也相对较低。（5）可规模化生产：流化床煤气化技术可根据需求进行规模扩展，满足不同规模的生产需求。

3 固定床煤气化技术

固定床煤气化技术，作为一种传统的煤气化方式，具有悠久的历史 and 广泛的应用。该技术利用气化剂（通常是空气或氧气）通过固定状态的煤炭层进行反应，生成气体产物。在长期的应用过程中，固定床煤气化技术凭借其操作简便、投资少和环保性能好的优点，成为了煤化工领域的重要技术之一。

3.1 固定床煤气化技术的原理

固定床煤气化技术的核心在于“固定状态”的煤炭层。在此技术中，经过破碎和筛分的煤炭按照一定的粒度要求，填充在气化炉的固定床上。气化剂（如空气、氧气等）在一定的温度和压力条件下，自下而上通过煤炭层。在通过煤炭层的过程中，气化剂与煤炭发生氧化还原反应，生成气体产物。反应过程中，煤炭中的碳与气化剂中的氧发生反应，生成CO、H₂、CH₄等气体，同时释放出大量的热能。这些气体产物随后经过冷却、除尘等工序，最终得到纯净的煤气。

3.2 固定床煤气化技术的应用

固定床煤气化技术因其简单、可靠和经济性，被广泛应用于中小型煤化工企业和自备电厂等领域。以下列

举了一些典型的应用场景：（1）中小型煤化工企业：对于中小型煤化工企业而言，固定床煤气化技术是一种经济可行的选择。通过该技术，企业可以将煤炭转化为合成气或甲醇等化工原料，进而生产出各种化学品。（2）自备电厂：许多企业为了满足自身能源需求，建立了自备电厂。在这些电厂中，固定床煤气化技术常被用于燃烧煤炭发电，为企业提供稳定的电力供应。（3）焦炭生产：固定床煤气化技术也可用于焦炭生产。通过该技术，煤炭可以被炭化成焦炭，用于钢铁制造和其他工业领域^[4]。

3.3 固定床煤气化技术的优势

（1）操作简便：固定床煤气化技术的流程相对简单，操作方便，对于人员技能要求不高。这有助于降低企业的运营成本。（2）投资少：相较于其他煤气化技术，固定床煤气化技术的设备结构较为简单，投资成本较低。这对于中小型企业而言是一个重要的考虑因素。（3）环保性能好：由于反应温度较低，固定床煤气化技术的污染物排放相对较少。同时，采用适当的净化措施可以进一步减少有害物质的排放。（4）适应性广：固定床煤气化技术对煤种的要求相对较低，能够处理各种品质的煤炭，包括低阶煤、高硫煤等。（5）稳定性高：由于煤炭层处于固定状态，气化剂与煤炭的接触较为均匀，从而提高了气化的稳定性和效率。

4 对比分析

4.1 煤种适应性

在煤种适应性方面，气流床煤气化技术表现出较强的通用性。它可以处理各种类型的煤炭，包括褐煤、烟煤和无烟煤等，这是因为气流床煤气化技术的气化温度较高，能够克服不同煤种熔点不一的问题。与之相比，流化床煤气化技术也能够处理多种类型的煤炭，但它的气化温度相对较低，对于高熔点的煤种处理效果可能不如气流床煤气化技术。而固定床煤气化技术通常只适用于处理挥发分较高的煤炭，如烟煤和无烟煤，对于其他类型的煤炭，如褐煤等，由于其挥发分较低，在固定床中不易气化。

4.2 碳转化率

在碳转化率方面，气流床和流化床煤气化技术均表现出较高的碳转化率，可以达到95%以上。这是由于这两种技术均采用高温气化，使得煤炭中的碳能够较为完全地转化为气体产物。而固定床煤气化技术的碳转化率相对较低，一般在90%以下。这是因为在固定床中，煤炭与气化剂的接触不如气流床和流化床充分，导致部分碳未能完全转化。

4.3 环保性能

在环保性能方面,气流床和流化床煤气化技术均具有较强的降低硫氧化物和氮氧化物排放的能力。这是由于这两种技术均采用高温气化,能够有效脱除煤炭中的硫和氮元素。与之相比,固定床煤气化技术的环保性能相对较差,排放物较多。这是因为在固定床中,煤炭与气化剂的接触不如气流床和流化床充分,导致部分硫和氮元素未能有效脱除^[5]。

4.4 投资成本

在投资成本方面,气流床和流化床煤气化技术的投资成本较高。这是由于这两种技术需要大型的设备和高品质的材料,如高耐温、高强度的高炉衬里等。同时,这两种技术的运行和维护也需要较高的成本。与之相比,固定床煤气化技术的投资成本较低,设备简单易维护。这是因为在固定床中,煤炭与气化剂的接触较为直接,不需要过多的辅助设备。

4.5 运行稳定性

在运行稳定性方面,气流床和流化床煤气化技术的运行稳定性较好。由于这两种技术采用连续进料和出料方式,能够连续稳定地生产气体产物。与之相比,固定床煤气化的运行稳定性较差。这是因为在固定床中,煤炭的加入和气体的导出是间歇性的,容易受到煤质变化的影响。

4.6 灰渣处理

在灰渣处理方面,气流床和流化床煤气化的灰渣处理较困难。由于这两种技术的高温气化条件,产生的灰渣具有高黏度,不易处理。需要大量的水力和机械能来处理这些灰渣。而固定床煤气化的灰渣处理较简单。产生的灰渣温度较低、黏度小,可以直接用水处理或作为建筑材料使用。

5 技术发展趋势

5.1 高效低耗

随着能源需求的不断增加,煤炭资源的开采和利用量也在逐年上升。为了更好地利用煤炭资源,煤气化技术需要向高效低耗的方向发展。通过改进气化工艺、优化反应条件和提高设备效率等手段,提高碳转化率,降低能源消耗和生产成本,为煤炭的高效清洁利用提供有力支持。

5.2 环保减排

环保问题是全球关注的焦点,煤气化技术作为煤炭转化的重要手段,也需要更加注重环保减排。通过改进气化剂的选择和控制、降低气体产物的含硫、氮等有害物质、加强废弃物处理和回收等措施,减少对环境的污染,实现煤气化技术的绿色可持续发展。

5.3 多联产系统

煤气化技术可以与热电联产、合成气联产等系统结合,实现能源的高效利用和转化。通过将煤气化技术与热电联产相结合,将煤气化产生的热量转化为电能,提高能源利用效率。同时,煤气化技术还可以与合成气联产系统结合,将煤气化产生的合成气进一步加工成化工产品,实现能源的多元化利用。

5.4 智能化控制

随着智能化技术的不断发展,煤气化技术也将引入智能化控制技术。通过智能化控制,可以实现煤气化过程的自动化和智能化控制,提高生产效率和安全性。通过实时监测气化过程的各种参数,及时调整控制条件,优化气化反应过程,提高煤气化产品的质量和产量。同时,智能化控制还可以提高设备的运行稳定性和可靠性,降低故障率,减少维护成本。

5.5 新材料应用

随着新材料技术的不断发展,煤气化技术也将应用新型材料和催化剂,提高气化效率和产物质量。例如,采用新型的高温耐磨材料,可以提高气化炉的耐久性和可靠性;采用新型的催化剂可以降低气化反应的活化能,提高碳转化率。新材料的应用将为煤气化技术的发展带来新的机遇和挑战。

结论:在现代煤气化技术的发展过程中,气流床、流化床和固定床煤气化技术各具特色。气流床煤气化技术以其高碳转化率和环保性能强成为关注的焦点;流化床煤气化技术则以其煤种适应性和稳定性占据一席之地;固定床煤气化技术则凭借其投资成本低和操作简便的特点得到广泛应用。对比分析显示,各种技术在碳转化率、环保性能、煤种适应性等方面各有千秋。随着环保要求的提高和能源结构的调整,煤气化技术正朝着高效、清洁、低成本的方向发展。气流床煤气化技术以其突出的优势,成为未来煤气化技术的重要发展方向。

参考文献

- [1]王卫红,王政伟.现代煤气化技术的比选[J].山西化工,2022,42(4):75-77.
- [2]张晓亮.现代煤气化技术分析及应用[J].中国化工贸易,2023,15(2):130-131.
- [3]徐杰.煤气化技术的现状及发展趋势[J].煤炭加工与综合利用,2023(3):30-33.
- [4]吕宁.现代煤气化技术的研究进展及展望[J].中国化工贸易,2023,15(7):148-149.
- [5]王晓伟.现代煤气化技术经济性分析[J].中国化工贸易,2023,15(1):180-181.