

煤气化渣利用技术研究现状及应用趋势分析

谭延泽

(蒲城清洁能源化工有限责任公司 陕西渭南 715500)

摘要: 随着科学技术的进步与发展,我国煤气化技术得到了广泛应用。煤气化渣是煤炭在高温高压条件下进行气化反应后形成的固体残留物,含有部分有用的元素和化合物,但同时也含有大量的有害物质,如果没有有效利用处理,煤气化渣的存在会带来许多环境和安全问题。因此,本文通过分析对煤气化渣如何进行有效利用,以便获取煤气化渣中的有用成分,有助于实现可持续利用的目标,促进资源循环利用和环境保护。

关键词: 煤气化; 利用; 技术; 应用

Research status and application trend analysis of coal gasification slag utilization technology

YanzeTan

(Pucheng Clean Energy Chemical Co., Ltd. Weinan 715500, Shaanxi Province, China)

Abstract: With the progress and development of science and technology, coal gasification technology in China has been widely used. Coal gasification slag is a solid residue formed after the gasification reaction of coal under high temperature and high pressure conditions, containing some useful elements and compounds, but also contains a large number of harmful substances, if not effectively used and treated, the existence of coal gasification slag will bring many environmental and safety problems. Therefore, this paper analyzes how to effectively use coal gasification slag in order to obtain useful components in coal gasification slag, which contributes to the goal of sustainable use, resource recycling and environmental protection.

Keywords: coal gasification; Exploit; Technology; apply

引言:

煤气化渣是煤气化过程中产生的固体副产物,主要由煤中的矿物质组成。过去,煤气化渣常常被视为废弃物,处理和处置成为一个难题。然而,随着资源回收和环境保护的重视,煤气化渣的利用价值逐渐凸显。煤气化渣中的有机物和其他化学成分可以用于煤化学品的生产。通过合适的提取和分离工艺,可以从煤气化渣中提取出有机酸、酚类化合物和其他高附加值的煤化学品,开发新的产品和市场。在煤气化渣利用技术研究方面,目前的主要挑战包括技术成本、资源回收效率和环境安全等方面。然而,随着技术的发展和进步,煤气化渣的利用潜力将不断扩大。未来的应用趋势包括更高效的资源回收技术、煤气化渣在新兴产业的应用(如新能源、材料科学等),以及更加环保和可持续的利用方案的发展。

1 煤气化渣的特点

煤气化渣是煤气化过程中产生的固体废弃物,煤气化过程中,煤气化渣通常含有高温高压的残留物,会对环境造成一定的影响。煤气化渣通常具有较高的密度和硬度,不容易分解和降解,难以自然分解和释放。煤气化渣还可能含有较高的有害物质,如重金属、有机污染物等,需要进行专门的处理和处置。粗渣和细渣是煤气化过程中产生的两种不同形态的废弃物。细渣的粒径一般在 $50\mu\text{m}$ 以下,主要呈现粉末的形式,含水率较高,数量占比为20.5%~40%之间。细渣的特点是含有一定量的有机物和水分,同时也含有一定量的金属离子和其他有害元素,这些物质对环境、人类和生物都具有一定的危害性。因此,需要对细渣进行有效的处置,如通过固液分离、干燥、燃烧等方法进行处理和回收。煤气化渣是煤气化过程中不可避免的固体废弃物,产量通常比较大。特别是在大规模煤气化工程中,产生的煤气化渣往往需要进行规模化的处置,这增加了处理成本和难度。由于煤气化渣成分复杂,含有大量难降解或有害物质,对处理设施的要求较高,难以通过传统的生物处理方法进行处置。煤气化渣具有以下几个特点:

多样性: 煤气化渣的成分可以因煤种、煤气化工艺和操作条件的不同而有所差异。它通常包含石灰石、煤炭灰、煤渣和未完全气化的残渣等。因此,不同来源的煤气化渣可能有不同的化学成分和物理特性。

高温处理: 煤气化渣是在高温环境中形成的,通常在1000摄氏度以上的温度下进行煤气化反应。这导致煤气化渣具有良好的稳定性和高温下的耐受性。

高矿物含量: 煤气化渣主要由煤中的矿物质组成,包括铁、铝、钙、硅等元素的化合物。其中铁和其他金属元素的含量较高,使得煤气化渣在冶金和资源回收方面具有潜力。

粒度分布广泛: 煤气化渣的粒度通常在几微米至数毫米之间,具有较大的粒径分布范围。这种广泛的粒度分布使得煤气化渣在不同的应用领域中具备一定的适应性。

高孔隙度: 由于煤气化渣是通过煤气化反应形成的,其中包含大量的孔隙结构。这些孔隙可以提供较大的比表面积,使煤气化渣具有吸附和储存物质的能力。

潜在危险性: 尽管煤气化渣具有很多潜在的利用价值,但其成分中可能存在一些有害物质,如重金属元素和有机化合物。因此,在利用和处理煤气化渣时,需要进行适当的风险评估和控制措施,以确保环境和健康安全。

综上所述,煤气化渣具有多样性、高温处理特性、高矿物含量、广泛的粒度分布、高孔隙度和潜在的潜在危险性。充分发挥和应用煤气化渣的潜力需要针对其特点进行科学合理的利用和处理。

2 煤气化渣利用技术现状

煤气化渣是煤气化过程中产生的一种副产品,含有一定的碳含量。为了实现煤气化渣的碳利用,有几种常见的技术可供选择。以下是一些常见的煤气化渣碳利用技术。

2.1 煤气化渣碳利用技术

粗渣和细渣是煤气化过程中产生的两种不同形态的废弃物。煤气化渣中的碳可以通过碳炭化过程转化为炭,这是一种将有机物转变为炭的过程,通过高温热处理可以使煤气化渣中的碳含量增加并提高其热稳定性。碳炭化通常在高温下进行,通常在 500°C 至 1000°C 之间。在这一过程中,煤气化渣中的有机物会经历一系列反应,包括脱水、脱氢和裂解等,从而转变为炭。炭炭化后的产物主要是具有高碳含量的固体,其结构经过热处理更加排列有序,比较稳定。炭化后的产物可以有多种应用。其中,最常见的应用之一是活性炭的制备。活性炭具有大表面积、孔隙结构发达的特点,广泛应用于

气体吸附、水处理、脱色、催化剂载体等领域。此外, 炭炭化产物还可以作为电极材料, 用于制造电池、超级电容器等能源存储设备。需要注意的是, 炭炭化过程可能会产生副产品, 如煤焦油和气体。煤焦油可以用于燃料、化工原料等方面。气体可以通过气体处理设备进行处理和利用, 例如用于能源回收或其他化工过程。总而言之, 炭炭化是一种将煤气化渣中的碳转化为炭的技术, 经过热处理后可以得到高碳含量和热稳定性的产物, 可用于制备活性炭、电极材料等各种应用。这种炭利用技术有助于减少煤气化过程中产生的副产品, 并提高资源的价值利用程度。

2.2 碳矿化技术

煤气化渣中的碳通常不能直接通过碳矿化转化为稳定的碳化物。在传统煤气化过程中, 煤气化渣中的碳主要以非晶态或不稳定的形态存在。煤气化是将固体煤转化为气体燃料的过程, 它产生的渣滓(煤气化渣)主要包含残余的无机物和部分未反应的碳。这些碳多数是非晶态的, 含有杂质和不稳定的结构, 无法直接转变为稳定的碳化物。

然而, 如果煤气化渣中的碳含量较高, 可以通过其他化学过程将其转化为碳化物。例如, 通过在高温下与金属催化剂接触, 碳与金属催化剂反应形成碳化物的过程称为碳化反应。这种反应在金属冶炼和一些特殊应用中有重要的作用。碳矿化反应通常使用高温和合适的催化剂进行, 并且需要精确的反应条件。金属催化剂如铁、钴、镍等常用于碳矿化反应。这些碳化物产物可以具有高温稳定性、高硬度和良好的导热性能, 因此可以应用于耐火材料、刀具和合金等领域。总而言之, 煤气化渣中的碳并不能直接通过碳化过程转化为稳定的碳化物。传统的煤气化渣中的碳主要以非晶态形式存在。然而, 如果煤气化渣中的碳含量较高, 可以通过碳矿化反应将其转化为碳化物。碳矿化产物可以用于耐火材料、金属冶炼还原剂等应用中, 但这需要特定的反应条件和催化剂。

2.3 碳化合物合成利用技术

煤气化渣中的碳可以被用作合成有机化合物的原料。通过适当的催化剂和反应条件, 煤气化渣中的碳可以被转化为合成气体, 主要包括一氧化碳(CO)和氢气(H₂)。这个过程通常被称为合成气制备。

合成气是一种重要的中间产物, 可以在进一步的化学转化中用于制备各种有机化合物。通过控制不同的反应条件和催化剂选择, 合成气可以转化为烃类化合物, 如甲烷、乙烯、丙烯等, 或其他高附加值有机化合物, 如醇类、酯类等。一些常见的合成气转化工艺包括费舍尔-托普斯奇合成(Fischer-Tropsch synthesis)、甲醇合成、气相催化烷基化等。这些工艺利用合成气的成分和催化剂的作用, 将碳转化为具有不同碳链长度和化学结构的有机化合物。合成气制备的优点在于可以将煤气化渣中的碳转化为高附加值物质, 从而提高煤气化过程的资源利用效率。此外, 合成气工艺还可以使用其他可再生碳源, 如生物质和废物, 实现碳循环经济和减少对传统化石燃料的依赖。需要注意的是, 合成气的转化过程复杂, 涉及催化剂选择、反应条件调节、副反应的控制等技术问题。此外, 合成气制备的经济性和环境影响也需要综合考虑。总结起来, 煤气化渣中的碳可被转化为合成气, 进而在适当的催化剂和反应条件下制备烃类化合物或其他高附加值有机化合物。合成气制备可提高煤气化过程的资源利用效率, 并有助于碳循环经济的实现。但合成气制备涉及复杂的工艺和经济环境问题, 需要综合考虑。

2.4 碳酸化利用技术

碳酸化是指将碳与二氧化碳(CO₂)发生化学反应, 生成碳酸盐的过程。在碳酸化过程中, 碳与二氧化碳结合形成稳定的碳酸盐化合物。碳酸化可以通过多种途径进行, 包括自然过程和人工过程。自然过程中, 二氧化碳溶解在水中形成碳酸, 这是大气中二氧化碳的主要去除途径之一。另外, 一些生物过程也能促进碳酸化, 例如, 海洋中的浮游生物通过吸收二氧化碳来形成碳酸钙, 对大气中的二氧化碳起到一定程度的碳汇作用。在工业上, 碳酸化可以应用于多个领域, 如建筑材料、环境修复等。

建筑材料: 碳酸化可以用于生产碳酸钙, 该物质可以用作建筑材料中的填料、粘结剂或涂料。碳酸钙与水泥反应生成钙硅酸盐, 有助于提高混凝土的耐久性和机械性能。

环境修复: 碳酸化也可以用于环境修复领域, 例如酸性土壤的中和处理。通过施加含有碳酸盐的材料, 如石灰石粉末, 可以提高土壤的酸度, 改善土壤的肥力和植物的生长条件。

碳捕集与封存(CCS): 碳酸化也可以作为碳捕集与封存(CCS)技术的一部分。CCS技术旨在将工业排放的二氧化碳捕集并封存起来, 以减少大气中的温室气体排放。在CCS过程中, 二氧化碳被捕集并注入岩石层或地下储层, 其中发生了碳酸化反应, 将二氧化碳转化为稳定的碳酸盐, 并将其长期封存。

需要注意的是, 尽管碳酸化有一定的应用潜力, 但在大规模应用中仍面临一些技术和经济上的挑战。例如, 高纯度的碳酸盐产物的制备、二氧化碳的捕集与储存技术、碳酸化过程的能耗和成本等问题都需要克服和解决。碳酸化是将碳与二氧化碳发生化学反应生成碳酸盐的过程。它在建筑材料和环境修复等领域有应用潜力, 并可以作为碳捕集与封存技术的一部分。然而, 在实际应用中, 仍需克服技术和经济上的挑战。

3 煤气化渣利用技术应用趋势

3.1 碳捕集与利用(CCU)

碳捕集与利用技术将煤气化渣中产生的二氧化碳捕集并转化为有价值的化学品或材料。通过催化反应或其他化学工艺, 将二氧化碳转化为燃料、化学品、聚合物等产品, 实现碳循环经济和减少温室气体排放。

3.2 高值化合物生产

煤气化渣中的有机物和其他组分可以用于生产高附加值的化合物。例如, 通过热解或催化反应将煤气化渣转化为生物质炭, 可以应用于活性炭、电极材料等领域。此外, 煤气化渣中的矿物质成分也可以用于生产陶瓷、玻璃纤维、硅酸盐材料等。

3.3 能源存储与电池材料

煤气化渣可以用作能源存储材料或电池材料的前体。例如, 通过炭化过程将煤气化渣中的碳转化为炭材料, 可用于制备超级电容器、锂离子电池和燃料电池的电极材料。这可以促进可再生能源的利用和能源储存技术的发展。

3.4 碳中和与碳负排放项目

利用煤气化渣中的碳进行碳中和和碳负排放项目具有潜力。通过将煤气化渣转化为稳定的碳酸盐并长期封存, 可以减少大气中的二氧化碳含量。这有助于应对气候变化和实现碳中和目标。

煤气化渣利用技术的应用趋势包括碳捕集与利用、高值化合物生产、能源存储与电池材料以及碳中和与碳负排放项目。这些趋势反映了对资源回收利用、能源转型和碳减排的迫切需求, 同时也与可持续发展和环境保护的目标保持一致。未来的发展将需要在技术创新、经济可行性和环境影响等方面进行持续努力。

4 结语

综上所述, 在煤气化渣的利用过程中, 有可能产生废水、废气、废渣等副产物。因此, 处理和处置这些副产物的环境安全性是重要的考虑因素。确保减少或消除有害物质的排放和妥善处理废物是至关重要的。

煤气化渣具有潜力在新兴产业中得到广泛应用, 如新能源和材料科学领域。例如, 煤气化渣中的有机物和矿物质可以用于生产生物质炭、燃料电池材料、催化剂等。这些应用有助于推动可持续能源转型和资源利用。未来的研究重点将放在更环保和可持续的煤气化渣利用方案上。这包括减少温室气体排放、提高能源效率、发展循环经济模式等。通过技术创新和系统优化, 可以实现煤气化渣的最大化利用和减少对自然资源的依赖。总之, 煤气化渣的利用技术将继续发展, 以满足资源回收、经济效益和环境可持续性的要求。未来的研究将致力于解决技术成本、资源回收效率和环境安全等挑战, 并推动煤气化渣在新兴产业中的应用, 以实现更加环保和可持续发展的未来。

参考文献:

- [1]《气流床煤气化渣利用和处置有害成分判定技术导则》正式发布实施[J].氮肥与合成气, 2021,49(11):35.
- [2]胡文豪.煤气化渣铝硅组分活化解离与资源化利用基础研究[D].中国科学院大学(中国科学院过程工程研究所), 2019.