

煤气化原理及其技术发展方向

牟晓博 武建军

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油分公司气化一厂 宁夏 银川 750411

摘要: 煤气化技术是实现能源快速传输、应用的重要途径。在技术现状的基础上,本文首先对煤气化技术的概念和技术原则进行了分析,然后简要地介绍了煤气化技术的类型,并对其发展趋势作了简要的阐述,以期对煤气化的发展起到一定的促进作用。

关键词: 煤气化;技术原理;发展趋势

引言:煤气化技术种类繁多,其发展历程主要分为气化反应床技术发展、操作温度控制技术、压力等级控制、颗粒度控制四个方面。经过以上四个阶段的发展,目前的煤气化技术已步入一个全新的发展阶段,其发展方向是能源利用、污染控制和控制成本。本文将对煤气化技术的特点和概念进行简要的阐述。

1 煤气化技术概述

1.1 技术定义

煤气化工艺是指在高温、高压条件下,将焦炭、煤等原料与气化剂发生反应,并将其转变成气态产品。该工艺所得到的产物,主要是由各种不同的气体,如水蒸气、空气等。

1.2 技术原理与特征

煤气化技术按其生产工艺和工艺过程的不同可分为五大类,即加氢、水蒸气、外热气化、水蒸气和氢气。气化是一种重要的合成气生产方法,它可以产生蒸汽、焦油等副产品,在工业上得到了广泛的应用。在采用不同的煤气化技术时,各种技术都有其自身的优点和技术特色,而由于各种因素的影响。煤气化技术由于原材料来源广泛,耗氧量小,可以得到大量的副产物,因此其经济适应能力也比较强。当然,目前的煤气化技术还存在着许多技术上的问题,如:有效气含量低、组分不稳定。传统的煤气化技术,由于其含气量较低,无法用于高精度、复杂的工业生产,因此一般都是在家庭和经济部门使用。

2 煤气化技术开发及应用

煤化工技术发展已有140多年的历史,煤气化技术的发展涉及煤炭、化工、材料、控制等多个方面的多个因素,而煤化工技术的先进性直接关系到整个煤化工技术的效率、成本和发展。从新中国成立到改革开放三十年,西方国家对我国的技术都实行了严格的限制,国内的煤气化设备基本上都是依靠常压固定床,设备规模

小、原料适应性差、环境污染严重、经济效益不高。随着改革开放,面对着煤气化技术的巨大差距,我国开始了煤气化技术的研究,并在固定床、流化床等领域开展了大量的技术研究,尤其是在气化技术领域,发展出了多喷嘴对向水煤浆/粉煤气化、航天炉粉煤加压气化、煤粉加压气化等先进煤气化技术,打破了跨国公司的技术垄断,有力地支持了我国现代煤化工行业的快速发展。自1882年首次采用固定床、流化床气化技术的发展,煤气化在我国煤炭资源的有效利用中扮演了举足轻重的角色。国内煤气化技术发展起步晚,上世纪五六十年代以来,煤气化技术的发展取得了长足的进步,煤气化技术的发展与国外的煤气化发展方向基本一致,炉型从固定床再到流化床,入炉煤的粒径由厘米级向微米级转变,由热向高温转变,煤种由焦炭、无烟煤转变为烟煤、褐煤,我国现代煤化工的总体技术水平已经处于世界前列,相继实现了很多关键共性技术的突破,煤化工行业的科技创新取得了多项重大突破且多项技术已达到国际领先水平。本文就目前3种主要的煤层气技术在国内的应用与发展进行了简单的评述。

2.1 固定床气化技术

固定床气化是将煤从上层加煤设备中添加,与下层的气化剂发生反应,生成气体。煤粉的下降速率与气化剂相比很低,故又称其为固定床气化炉或流动床气化炉。德国首次提出了固定床气化技术,1980年代首次采用固定床连续气化技术,并在美国联合煤气改良公司的基础上进行了优化,最终发展出UGI固定床分批气化工艺。UGI炉是由无烟煤、焦炭等原料,以空气中的氧作为气化介质,可以采用连续或间断运行,其产物是天然气或水气^[1]。

2.2 流化床气化技术

流化状态是指在气流以一种线性速度通过颗粒床层时,床层会产生膨胀,从而使颗粒间的颗粒保持持续的

运动,而在流化床气化炉中,固体颗粒在床层中的混合程度高、分布均匀,从而达到高的气固传热和质量传递率,并且易于控制气化工艺,扩大生产规模。由于气化炉的运行温度低、细粉出料多,因此,早期研制的常规流化床只能用于高活性褐煤和低阶烟煤,以保证煤灰含碳量处于低的状态。近年来,为了有效地解决煤粉中的高含碳量,国内外对新型流化床气化炉,特别是灰熔聚流化床气化炉进行了研究。

3 煤气化技术发展现状

3.1 鲁奇炉

鲁奇炉是一种被广泛使用于早期工业生产中的技术,但其使用次数却在不断减少。这个装置起初是德国人研制和使用,然后在美国公司进行了推广。这种煤气化设备具有保持床层通气能力、根据实际情况调节热强度、机械强度和粘附性等特点,达到了煤气化工艺的技术指标。在设定时,它的床层可分为干燥、热解等,并可缓慢地向下移动。还有一个很重要的作用,就是可以在床上均匀地分配空气,防止气流的流动。从运行特性上来说,鲁奇炉在煤粉中的熔点很低,对煤粉的操作能力有很大的要求,如果温度控制不好,就会导致产品的强度降低。

3.2 BGL气化炉

鲁奇炉技术改造使 BGL 气化炉得以推广使用。这种特殊的气化炉,虽然在实际使用中保留了上层床的结构,但在温度调节、气化强度等方面都有了一些改进,更重要的是,它可以将固体排渣转化成液体排渣,这一点和鲁奇炉有很大的不同。其中,液体排渣技术是利用煤粉和氧气进入燃烧炉来保持炉膛温度的方法。采用该技术可以调节床底的炉渣温度,使大部分的有机物得以充分利用,但如果含有大量的无机质,就会出现热量不足的现象,因此必须通过外部的燃料来解决。

3.3 流化床热解气化技术

流化床热解气化技术是上个世纪初出现的一项技术,其特点是可以使小于8毫米的原料煤在气流作用下进行气化,具有明显的流态化特性,因此可以使固态物料在一定程度上达到均匀的混合,并提高了反应压力的真实状况。在采用该技术时,必须参照各种工艺参数,使各工艺参数保持相对稳定,以达到其处理的目的。但是,该工艺在实际应用中也有很大的优越性,即可以在1500℃以上的温度下进行处理,并能对较为复杂的物料进行混合气化,因此适应性更好,适用范围更广^[2]。

3.4 煤气化其他技术应用现状

煤气化具有较高的运行温度,通常在1300℃以上,

由于受高温的作用,煤颗粒的吸热系数大,因此加热速率也比较快。在移动床上使用时,由于煤粉被热气加热而升温,由于下部和上部都有灰层,因此不易受温度的影响,因此床面两侧的温度较低,中部较高。当温度不均匀时,煤中的无机物的熔点就会发生变化,形成不同的物质和气体,影响到煤的质量。我国煤化工产品品种众多,其工艺流程因其各自的资源特性而异,需要针对煤炭的特性、原料气的需求,对其气化条件、反应器结构等进行相应的调整,从而使煤气化技术朝着多样化方向发展,以满足不同煤质、煤化工产品的需求。目前,国内已经有30多种煤气化技术,只占世界煤气化技术总量的1/3,已经建成和在建的煤气化炉700多个,其中60%以上已经投入使用。在目前主流炉型中,鲁奇压碎气化炉、赛鼎碎煤气化炉、BGL炉气化炉是目前比较流行的主要炉型。目前,我国已建成或正在建设的146座鲁奇炉粉煤粉加压气化炉,18座供城市燃气使用,余下部分供煤制天然气使用。但是,固定床气化过程中存在的一个共同问题就是产生大量的含焦油、氨、酚等污染物,目前常用的处理方法是苯酚、氨等有机污染物进行处理,处理起来困难,难以达到达标排放,从而增加了污水处理的投资和费用,从而对固定床气化技术的投资回报率产生了一定的影响。流化床气化炉结构简单,操作方便,可以将部分煤的破碎煤直接回收,由于其单炉容量高,产物气中的焦油等杂质含量低,因此得到了广泛应用。

4 煤气化技术发展趋势

4.1 加氢气化技术

加氢气化技术是一种利用反应器实现煤粉气化的技术,它能从上部抽吸出一定粒径的煤粉,然后在内部经过多个部件的加工。一般情况下,有三个部件,一是燃烧气化区域,二是氢化区,三是反应器的压力输出区域。在加氢气化工艺的全过程中,半焦和氢气之间存在着一定的化学反应,这有利于提高加氢反应和控制甲烷的质量。但是,由于该工艺属于逆流式,因此在操作过程中必须对煤粉进行热解,同时还要对煤粉的气化和分离进行严格的控制,以免造成炉膛上部的粘连,对有机物的处理不利,同时也会增加废水的处理成本^[3]。

4.2 催化气化技术

目前,利用催化气化技术在实验室中已能生产出优质的混合气,但还远远达不到大规模生产的要求。在采用催化气化工艺的时候,通常要将温度调节到600~1000℃,在此期间,煤焦油必须包含有活性部位,一旦发生焦炭现象,就必须将其除去。在800摄氏度以上

时,应注意盐溶胶问题,并做好防腐措施。

4.3 熔渣气化技术

熔渣气化技术是将水蒸气、氧气和煤粉混合到熔融层中进行混合,其特点是使熔体旋转迅速,从而达到固溶化和扩散的目的。在炉渣气化技术发展中,它与常规的气化工艺最大的不同点是它是在液体中分散的,因此,通过煤粉时,气体会发生化学反应,从而使传质阻力增大。另外,在整个反应过程中,床层一直在旋转,因此对耐火材料的品质也有很高的要求,既要达到耐火材料的要求,又要具备一定的耐冲击韧性。

结束语:

煤气化是一种对粒径敏感的气—固反应。在粒径小的情况下,煤粉的反应速度非常快,可以在很短的时间

内完成,而反之,则需要很长的时间。本文根据当前我国煤气化技术在我国的实际应用状况和技术发展动向,从加氢、催化、熔渣气化、地下气化等方面对其进行了技术分析和理论上的阐释,以期对煤气化技术在我国的应用和推广具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1]吴治国.煤气化原理及其技术发展方向[J].石油炼制与化工,2015,46(4):22-28.
- [2]葛志军.煤气化原理及技术发展方向研究[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(4):195-196.
- [3]宋晓军.煤气化炉[J].齐鲁石油化工,2011,39(3):273-274.