

# 探究煤化工气化工工艺与设备的关键技术

杨晓宁<sup>1</sup> 杨秦冬<sup>2</sup> 王新刚<sup>3</sup>

陕西长青能源化工有限公司 陕西 宝鸡 721400

**摘要:** 经济社会的发展,对煤炭能源的需求量日益提升,为避免能源短缺,煤化工工艺优化与完善尤为重要。通过深入挖掘煤炭化工工艺与设备关键技术,满足社会发展中对煤炭资源的需求,降低煤炭资源对环境的破坏,保障我国经济健康、可持续发展。

**关键词:** 煤化工工艺;煤化工设备;关键技术

引言:当前是一个经济全球化时代,我国煤化工产业建设发展要与时俱进,跟上时代前进的脚步。各地区煤化工企业管理领导要树立起先进的管理工作理念,正确认识到先进设备在生产活动中正常发挥出其最大性能的重要性,保障煤化工生产各环节有条不紊地进行。

## 1 煤化工气化工工艺概述

煤化工气化工工艺是一种将煤转化为合成气和高附加值化学品的技术。煤是我国的主要能源,因此煤化工气化工具有广阔的发展前景和市场需求。煤化工气化工工艺包括多个关键步骤。首先是煤的预处理,此工艺将煤粉碎成小颗粒并在干燥和加热后提高其反应速率和气化效果。预处理后的煤被放入气化反应器,通过高温、高压和空气、水蒸气等气体反应,产生一氧化碳和氢气等气体。这些气体随后进入气体处理设备,被精细处理以获得纯净的气体,这样可以避免气体在后续反应中产生污染物。通过合成气和特定的催化剂进行反应,可以制备甲醇、丙酮、乙酸等高附加值化学品。此外,合成气也可用于或在制造成品的其他过程,例如氨、尿素甚至合成柴油等。煤化工气化工工艺中的气化反应器是该技术中最核心的设备。当前,一些新型材料(如耐蚀铸铁和耐火合金)已经被应用到气化反应器的设计和制造中,有效提高了气化工艺的安全性和可持续性。控制和监测设备也是煤化工气化工工艺不可或缺的一部分。在气化反应器的操作过程中,精准地控制和监测不能只保证工艺的安全和稳定,还可以获得更多的生产数据以实现数字化控制和设备管理<sup>[1]</sup>。优化该技术可以大量减少对化石燃料的依赖,同时实现煤化工气化工的高效和环保目标。虽然该技术在实行中还需面对一些挑战(如环保和废弃物的处理),但是该技术的应用前景非常广泛,其在人类社会中发挥的作用也非常重要。

## 2 煤化工气化工设备

### 2.1 煤炭预处理设备

煤化工气化工设备是实现将煤转化为合成气和高附加值化学品的关键。其中,煤炭预处理设备是提高煤分解反应速度和气化效率的重要步骤。煤炭预处理是指将原煤进行加工处理,将煤块粉碎成一定大小的粒子,去除煤中的杂物、灰分、水分等,使原煤达到适合煤化工气化工工艺的要求。根据实际生产要求,可以通过震动筛、破碎机、烘干机或其他工艺进行预处理。在煤炭粉碎工序中,通常使用的是颗粒破碎设备,比如圆锤破碎机、锤磨破碎机和球磨机等。从煤炭颗粒的角度看,煤炭的粒度分为三种类型:粗煤、中煤和细煤,对应着煤化工气化工工艺中的不同反应条件和反应物质。煤炭的粗碎和精细研磨粒度的选择直接影响煤化工气化工的反应速率,煤化工气化工的气体产水减少和化学品产生率等因素。在煤炭预处理工序中,还需要烘干设备,主要用于将原煤中的水分蒸发出来。水的存在将占用气化反应器中的热能,影响反应的温度,使灰化温度升高,反应周期延长。因此,煤的加热和干燥是煤化工气化工工艺的另一个关键环节。研究开发新型煤炭预处理设备,筛选精细、高效、环保的技术和装置,可以提高气化产物质量、设备功能和气化工艺运行效率。

### 2.2 气化反应器

煤化工气化工设备中的气化反应器是此技术中最核心的设备之一。气化反应器通过高温、高压和空气、水蒸气等气体反应,将煤转化为一氧化碳和氢气等气态产物,用于制备合成气和高附加值化学品。气化反应器的类型包括固定层炉和流化床炉两种。固定层炉采用多层排列的煤炭床,通过非常稳定的燃烧反应来实现分解煤成气体。而流化床炉则采用悬浮床,通过催化剂和对流的方式,可以更加高效地将煤转化为气体。两种气化反应器的优缺点需根据具体情况进行综合考虑。由于气化反应器需要承受高压和高温的极端条件,所以材料的选用至关重要。通常采用的材质包括高级耐腐蚀合金、

陶瓷和陶瓷复合材料、高碳钢和不锈钢等。气化反应器的反应过程中会产生大量热量,如果不能控制好这些热量,会导致煤的过度反应、产品质量下降或设备损坏等问题。合理地选择气化反应器类型并应用现代化的材质、热管理技术和催化技术,可以实现高效、稳定和环保的煤化工气化生产。

### 2.3 气体清洁设备

煤化工气化生产过程中,气体清洁设备是非常关键的组成部分。在气化反应生成的气体中,往往存在着很多杂质,如灰尘、硫化物、氮氧化物等。这些杂质对生产设备的运行和产品质量均会产生不良影响。气体清洁设备的主要功能就是去除这些杂质,同时保证环保和健康生产。气体清洁设备包括除尘设备、脱硫设备、脱硝设备、吸附设备等等。其中,除尘设备通常是最先使用的一种设备,用于捕捉气体中的微粒子和灰尘。现代化的气体除尘设备采用复合材料、陶瓷和耐腐蚀合金等高新技术材料,可以实现高效、自动化和低能耗的除尘过程。脱硫设备主要用于去除气体中的二氧化硫或其他有毒有害气体,通常采用吸收、氧化和还原法等方法。脱硅设备可以降低大气中二氧化硫含量和酸雨的形成,同时也可以避免生产中产生的二氧化硫对设备的损坏和金属材料的腐蚀。脱硝设备目的是去除气体中的一氧化氮、二氧化氮等有害气体。通常采用催化剂还原法、选择性非催化还原法、选择性催化还原法等方式实现,可以大大减少氮氧化物排放。这不仅能减少环境污染,也可以提高能效和产线生产效率。除此之外,吸附设备可以用于去除气体中的有机物和其他污染物,如苯、甲醛、硝酸类物质等<sup>[2]</sup>。吸附设备主要基于物理或化学吸附原理,将有害物质吸附到吸附材料表面或孔隙中。它们可以有效去除异味、有害气体、空气中的颗粒、灰尘等微小颗粒,保护环境,保障人身安全和设备正常运行。现代化的气体清洁设备采用的高新技术材料和先进的技术,可以实现更加高效、安全和环保。

### 2.4 生产装置周边设备

煤化工气化设备周边设备是气化工艺生产过程中非常重要的一环。这些设备主要包括输送设备、加热设备、冷却设备、空气压缩机、真空泵等。这些设备的功能在气化工艺中非常重要,它们可以提高生产效率、保证产品质量和保障安全生产。输送设备用于将原料煤和其它辅助原料输送至气化反应器的料斗中。输送设备常用的有螺旋输送机、皮带输送机等。这些设备使用简单,运转稳定、输送效率高、输送距离长。加热设备一般采用热导油器或蒸汽锅炉,用于给煤和气体等原始材

料加温。热导油器耐腐蚀性强、能够自动化地控制温度,并且使用非常方便。蒸汽锅炉能够提供稳定的热量来源,容易操作,但更依赖于气化法的设计和生成功率。冷却设备用于将制冷剂通过换热器传导到气化反应器中去吸走热能。冷却设备具有快速冷却的特点,因此在气化过程中发挥了重要作用。常见的冷却设备包括冷水机组、螺旋板换热器和管道式换热器等。空气压缩机主要用于提供对气化反应器中氧气的压缩,增加氧气的浓度和反应速度。通常采用潜水、容积式或离心式压缩机等机型。真空泵则是气化工艺中在反应器中去除气体和产物之后的必要环节。真空泵又可以分为多种类型,如根泵、机械泵、分子泵等,每种泵都有其独特的优缺点。通过输送煤炭和其他原料、加热、冷却以及压缩等方式,为煤化工气化设备正常运行提供必要的支持和保障,从而保证了生产效率和产品质量的稳定性和可靠性。

## 3 煤化工气化工艺的关键技术

### 3.1 常压固定床富氧连续气化技术

常压固定床富氧连续气化技术是一种高效能、低能耗、环保的气化技术。该技术的主要特点是在常压下运行,具有操作简单、投资和运行成本较低、对原料煤种限制小、稳定性和灵活性高等优点。该技术主要应用于低品位煤等难质煤的气化,可以实现高效提取合成气、烯烃等高附加值化学品。其主要工艺流程包括原煤在固定床气化炉中与氧气和水蒸气混合反应,产生大量一氧化碳和氢气,然后经过水煤气变换反应,得到大量合成气。常压固定床富氧连续气化技术相对于传统的气化技术,其一大优势在于在气化过程中不需要使用空气,而是通过加入氧气来使反应进行。因此,该技术能够有效地降低氮氧化物和硫氧化物等有害气体的排放,同时可以提高产物的质量和纯度,减小对环境的污染。在未来,随着能源和化学能源的需求不断增长,常压固定床富氧连续气化技术将会得到更广泛的应用和发展。

### 3.2 粉煤灰熔融流化床气化技术

粉煤灰熔融流化床气化技术是一种新型气化技术,可以将低品位煤和粉煤灰等废弃物转化为高品质的合成气和其他化学品。技术的核心是采用熔融流化床反应器实现气化过程,具有高效、环保和资源利用等优点。粉煤灰熔融流化床气化技术的工艺流程主要由熔融流化床反应器、氧化器、焦化或颗粒烧室、余热锅炉和 Syngas 处理等部分组成。在这个过程中,废弃物和低品位燃料作为原料,与氧气和水蒸汽一起通过熔融反应器进行高温反应,产生大量合成气等高附加值气体。将废弃物进行气化后,还能够得到煤灰球。粉煤灰熔融流化床

气化技术相较于传统气化技术有明显的优点。首先,该技术不仅能够实现低品位燃料的高效利用,同时处理和利用了粉煤灰等废弃物,减轻了环境污染和废物排放。其次,该技术能够大幅降低废气中的有害物质排放含量,具有更好的环保性。优化的流化床反应器结构和操作方式也能够提高气化反应的效率和稳定性,最终获得更高质量的合成气和其他有价值的化学品。该技术将有望得到更广泛的应用和发展,为不断增长的能源和化学工业需求提供更加可靠、环保和高效的气化方案。

### 3.3 GE水煤浆加压气化技术

GE水煤浆加压气化技术是一种新型水煤浆气化技术,其采用高度可控的、加压的气化过程将水煤浆转化为合成气。该技术的主要特点是具有高效、节能、环保等优点。GE水煤浆加压气化技术在气化过程中,将水煤浆加压到约40~60MPa的高压下,并在气化反应器中加入少量的氧气作为氧化剂。在高压和高温的条件下,水煤浆中的煤粒子被加速变成高温高压的气体,与氧气混合反应后,形成大量的降热反应,产生高浓度的合成气。相较于传统气化技术,GE水煤浆加压气化技术具有一定的优势<sup>[3]</sup>。该技术需要使用的氧气量相对较少,从而减少了氮氧化物和二氧化碳等对环境的污染,同时也减少了能源的消耗。该技术能够更好地控制气化反应器中的温度和压力,使气化反应更为稳定。GE水煤浆加压气化技术还能够实现水煤浆本身的可持续利用,将其转化为能够用于化学、燃料和电力等领域的高品位合成气。其应用领域广泛,从工业、农业、建筑物到交通运输等各个领域都有着广泛的适用性。

### 3.4 壳式干粉加压气化技术

壳式干粉加压气化技术是一种新型气化技术,可以

将各种低品位煤质、生物质等固体燃料加压成为干粉,再进行气化过程,将其转化为合成气。该技术的主要特点是在加压干燥过程中有效控制燃料含水率,提高气化反应效率和产气质量。壳式干粉加压气化技术主要分为预处理、干粉加压、气化反应和废气处理等几个步骤。在加压过程中,物料被压缩成干粉,燃料中的水分与含氧量都被降低,有效提高了气化反应的效率和能源转化率。此外,该技术的干燥工艺不需要高温高压等特殊装置,降低了生产成本。壳式干粉加压气化技术具有很多优点。首先,该技术对高含水量的固体燃料有良好的适应性,实现了对低品位煤炭等碎片资源的高效处理利用。该技术成本低,操作简单,易于维护和管理,使用寿命长,能有效降低能源开支和生产成本。它还能够有效地防止燃料的粘连和结块,避免了拥堵和堵塞等问题。

### 结语

随着经济的发展和能源需求的加剧,煤炭作为一种资源越来越稀缺。多对于煤炭资源一定要合理使用,提高煤的利用率。煤化工行业采用一定的化学技术,将煤炭资源转化为其他资源,既扩大了行业规模,又减少了煤炭燃烧带来的环境污染问题,给煤化工行业带来了更好的发展前景。

### 参考文献

- [1]杜若宇.我国煤化工气化工艺与设备的关键技术分析[J].化工设计通讯,2020,46(07):4+7.
- [2]郭琦.三种典型煤化工工艺比较及能量转化率分析[J].化工设计通讯,2020(03):118-119.
- [3]杨广海.分析煤化工工艺与设备的关键技术[J].化工管理,2020(05):116-117.