

# 新型多段式低阶煤热解工艺的研究

张卫东

(湖南华银能源技术有限公司,湖南长沙 410007)

**摘要:**针对目前低阶煤热解技术中块煤热解效率低、末煤无法充分利用等问题,分析了国内外低阶煤热解技术路线、特点及局限性,重点论述了外热式和内热式2种低阶煤热解技术的作用原理,提出了一种新型低阶煤热解路线。目前常用的固体热载体技术和气载体技术具有工艺成熟,技术路线简单等优点,适合对低阶煤进行简单处理,但也存在一定局限性,如气载体技术难以充分利用末煤,固体热载体技术耗能较高等。新型低阶煤热解技术可同时对块煤和末煤进行处理,并且可充分提取煤炭中的煤焦油及高热值气体组分,实现能源分级利用。

**关键词:**低阶煤;热解;煤焦油;干馏

中图分类号:TQ52

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2015)06-0056-03

## A new type of pyrolysis process for low rank coal

ZHANG Weidong

(Hunan Huayin Energy Technology Co., Ltd., Changsha 410007, China)

**Abstract:** The pyrolysis process for low rank coal had the disadvantages of low lump coal pyrolysis efficiency, incomplete use of slack coal, the principle of internal heat type and external heat type were investigated. A new type of low rank coal pyrolysis route was proposed. The mature solid-carrier technology and air-carrier technology were more commonly used which was suitable for low rank coal treatment, while the former had higher energy consumption and the latter couldn't make full use of slack coal. The new low rank coal pyrolysis technology could treat lump coal and slack coal at the same time, and it also could fully extract coal tar and high calorific value gas components, achieve energy classification and utilization.

**Key words:** low rank coal; pyrolysis; coal tar; carbonization

## 0 引 言

低阶煤主要分为褐煤和低变质烟煤(包括长焰煤、不黏煤和弱黏煤)。我国煤炭资源储量丰富,查明煤炭资源储量为1892亿t,其中褐煤、长焰煤等低阶煤约占全国煤炭储量的30%<sup>[1]</sup>。低阶煤具有水分高、氧含量高、易自燃<sup>[2]</sup>、难储运等特点,直接应用效率低,还会污染环境。由于低阶煤一般具有较高的含油率,目前,低阶煤一般是先热解提油后再利用,既能提取煤中高附值的焦油组分,又能提高低阶煤的利用效率<sup>[3]</sup>,提高经济附加值。大连理工大学开发了一种褐煤固体热载体新法干馏工艺,简称

DG工艺<sup>[4-6]</sup>,将褐煤和高温半焦快速混合热解得到半焦、煤气和煤焦油产品。DG工艺主要包括褐煤处理、提升、热解、半焦循环提升、焦油回收分离系统等。主要流程是将原煤破碎至6mm以下,经550℃左右热烟气加热后提升至存储槽,再与800℃左右热半焦混合进入热解反应器,在550~650℃下完成快速热解反应。大唐华银电力股份有限公司自主研发了一种低阶煤提质技术——低阶煤低温热解改质利用技术(LCC)<sup>[7-8]</sup>,LCC技术是一种气载体技术,由干燥模块、热解模块、激冷模块、精制钝化模块等组成。原料煤粒度要求6~50mm,原料煤首先在干燥炉中干燥,干燥后的煤送入热解模块,热解温度

收稿日期:2015-02-05;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2015.06.014

作者简介:张卫东(1982—),男,河北黄骅人,工程师,硕士,从事煤炭低温干馏工艺设计及煤炭气化、煤化工产品应用研究。E-mail:zwd0521@126.com

引用格式:张卫东.新型多段式低阶煤热解工艺的研究[J].洁净煤技术,2015,21(6):56-58.

ZHANG Weidong. A new type of pyrolysis process for low rank coal [J]. Clean Coal Technology, 2015, 21(6): 56-58.

约为 550 ℃,热解后的半焦经精制纯化后成为最终产品,热解气则经过激冷回收煤焦油产品后循环使用。神木县三江煤化工有限责任公司在鲁奇三段炉的基础研发了 SJ 低温干馏方炉。SJ 低温干馏方炉分为干燥段、干馏段和冷却段 3 部分。其主要工艺为:块煤通过煤仓布料器进入干馏室,实现了布料均匀;冷却后的煤炭进入炉底水封槽,采用拉焦盘和刮板机水封出焦,实现了物料下降均匀、出焦均匀;煤气和空气在文氏管内混合均匀喷入花墙内,经花墙孔喷出进入炉内燃烧,与循环冷却煤气及水封产生的水蒸汽混合成干馏用的热载体将煤块加热干馏。煤气由炉顶集气降伞引出进入冷却系统,实现了加热均匀和煤的低温干馏。笔者分析了国内外低阶煤热解技术路线、特点及局限性,提出了一种新型低阶煤热解工艺,以期解决目前低阶煤热解技术中能源利用率低及大量碎煤难以利用的问题。

## 1 低阶煤热解技术研究现状

低阶煤热解技术从热解方式上主要分为外热式和内热式 2 种<sup>[9]</sup>。

### 1.1 外热式

外热式干馏炉的煤气燃烧加热是在燃烧室内进行。燃烧室由火道组成,位于干馏室之间,煤气和空气在火道中燃烧。由于干馏室和火道不相通,干馏挥发物与燃烧烟气不混合,挥发产物不被稀释,保证煤气有较高热值。外热式供热方式由于煤料导热系数小,导致煤料加热不均匀,靠近加热炉墙的料层温度高,离炉墙远的部位温度低,不均匀的煤料温度场导致半焦质量不均匀。此外,过高温度加剧了挥发产物二次热解反应,降低了焦油产率。为克服以上缺点需采用混合炉内煤料、减薄煤料层厚度或降低加热速度等措施,但会导致干馏炉生产能力下降。

### 1.2 内热式

内热式热解主要是借助热载体将热量传给煤料,根据热载体形式分为气载体和固载体 2 种方式。

#### 1.2.1 气载体热解

气载体热解主要是将气体作为加热载体,气体热载体直接进入干馏室,穿过粒状煤层,将热量传给料层。气体热载体一般是煤气燃烧的烟气,为使烟气顺利通过,煤料需有一定粒度,在 6 mm 以上。

采用气载体热解时,气体热载体与物料直接接触,因此,与外热式热解相比,气载体热解有加热均匀、热效率高等优点。但气载体热解的原煤必须是块

煤,增加了原料成本,同时气载体热解方式稀释了干馏气的浓度,增大了处理设备容积,增加投资成本。

#### 1.2.2 固载体热解

固载体热解是将固体物料作为加热载体,固体热载体直接进入干馏室,与物料混合,将热量传给料层。固载体可以是半焦、瓷球或其他物料,由于不需要大量气体通过料层,同时为保证煤料与固载体之间较好接触,原料煤一般使用 6 mm 以下末煤。

同气体热载体相比,固体热载体克服了气体热载体干馏气被稀释、原料煤要求高等缺点。若单纯采用固体热载体,由于在热解煤料的同时需处理一定比例的固载体,造成设备庞大,处理成本高等。

低阶煤热解除了按热解方式分为内热式和外热式外,按照热解温度的不同还可分为高温热解、中温热解和低温热解。目前处理低阶煤热解基本集中于低温热解和中温热解。低温热解的热解温度基本控制在 600 ℃ 以内,有利于焦油生成,所以低温热解可得到较高的焦油收率,但同时由于热解温度太低,造成热解气热值较低。中温热解温度控制在 650 ~ 800 ℃,中温热解可得到较高品质的热解气产品,但由于温度太高,造成了热解气焦油组分的二次热解<sup>[10]</sup>,降低了焦油产率。

## 2 新型多段式低阶煤热解工艺

笔者开发了一种新型多段式低阶煤热解工艺,这种热解工艺综合了内热式及外热式的优点,解决了低温热解和中温热解存在的不足,实现了块煤和末煤的综合利用,可得到高收率的焦油产品。

### 2.1 工艺原理

新型多段式低阶煤热解工艺将固体原料——褐煤分为两部分,一部分为破碎至 5 ~ 60 mm 的块煤,另一部分为破碎过程中产生的末煤。块煤用 300 ℃ 左右的热烟气进行深度脱水,然后用 600 ℃ 左右的热废气与干燥煤热交换,在隔绝空气的条件下加热,使煤中焦油组分充分析出并得到固体残渣——半焦<sup>[11]</sup>。热解后的煤进入外热式加热炉进行高温制气,通过高温制气可以得到 H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 等高热值气体及高温半焦。末煤与高温制气产生的半焦在末煤热解炉中混合,高温半焦作为固体热载体,与末煤进行混合热解,从而除去末煤中的水分和挥发分。块煤热解和末煤热解产生的热解气分别送入煤焦油提取工序,对煤焦油产品进行回收,不可冷凝气则作为整个工艺的热源循环利用。

## 2.2 工艺路线

新型多段式低阶煤热解工艺主要由煤干燥、块煤热解、高温制气、末煤热解、煤焦油提取 5 个工序组成,主要工艺流程如图 1 所示。

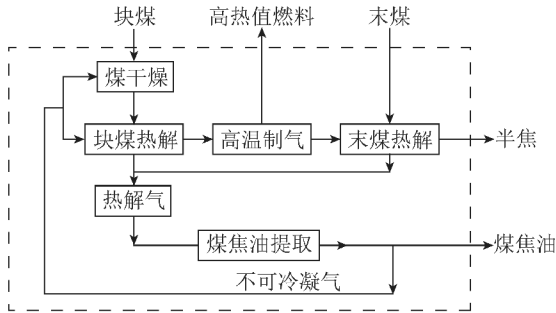


图1 新型多段式低阶煤热解工艺流程

1) 煤干燥工序。煤干燥工序采用气载体加热技术,原料煤粒度控制在 5~60 mm,气体与原料煤直接接触,温度控制在 200℃左右,根据煤种不同略有变化。煤干燥工序的主要目的是除去原煤中大部分水分,防止其进入热解工序中。

2) 块煤热解工序。块煤热解工序主要是对干燥后的块煤进一步热解,块煤热解工序也采用气载体加热技术,气体与煤直接接触,温度根据煤种不同略有变化,控制在 550℃左右,以达到最佳的焦油收率,同时使半焦达到较好的品质。

3) 高温制气工序。高温制气工序是对热解后的块煤进一步加工的过程,温度控制在 800℃左右,采用外热式加热方式,通过高温加热,提取热解半焦中残留的高热值气体组分如  $H_2$ 、 $CH_4$  等作为高热值燃料利用。本工序在生产高热值燃料的同时制备高温半焦,在末煤热解工序中作为热载体使用。

4) 末煤热解工序。末煤热解工序主要处理原料煤处理过程中产生的末煤。热解过程中将高温制气工序产生的高温半焦与末煤均匀混合,控制温度在 550℃左右,使煤粉释放出大部分挥发分,进一步形成煤焦油和半焦产品。

5) 煤焦油提取工序。煤焦油提取工序主要是处理块煤热解工序和末煤热解工序产生的热解气,通过激冷和电捕,收集煤焦油产品。

## 2.3 工艺特点

1) 综合处理块煤和末煤,解决了末煤利用问题。工艺先通过气载体工艺干燥、热解处理块状原料煤,再利用高温半焦作为热载体,处理破碎过程中产生的末煤,解决了末煤利用问题,实现了块煤和末煤的综合利用。

2) 热解温度适中,保证焦油达到最佳产率。工艺包含气载体热解和固载体热解 2 种热解方式,热解温度全部在 550℃左右(根据煤种不同稍有差别),控制焦油可达到最佳收率。

3) 制油制气分步进行,获取煤中高热值气体。工艺在原料煤进行低温热解后,再进行高温制气。由于此时原料煤中的煤焦油组分已经被提取,高温加热不会影响煤焦油产率,保证煤焦油产率的同时,获取了煤中的高热值气体组分。

4) 充分利用了高温半焦的热量。高温制气产生的半焦温度达 800℃左右,工艺充分利用了这部分能量,使高温半焦与破碎过程中产生的末煤相混合,高温半焦作为固体热载体,从而实现末煤热解,并进一步分离得到半焦、煤焦油和气态产品。

## 3 结 语

新型多段式低阶煤热解工艺通过内热式热解方式提高了热解过程的整体效率,同时配合外热式技术,解决了单纯内热式技术气体热值低的问题;充分利用高温半焦的热量,将其作为固体热载体,与末煤进行混合热解,解决了低阶煤热解中的末煤利用问题;制气和制油工序采用单独操作模式,在制备高热值气体的情况下,并未造成煤焦油组分的损失。

### 参考文献:

- [1] 苏天雄. 浅谈我国低阶煤资源分布及其利用途径[J]. 广东化工, 2012, 39(6): 133-134.
- [2] 刘思明. 低阶煤热解提质技术发展现状及趋势研究[J]. 化学工业, 2013, 31(1): 7-13.
- [3] 黄毅诚. 提高煤炭利用效率 减少煤炭总用量[J]. 能源政策研究, 2004(3): 5-6.
- [4] 郭树才, 罗长奇, 张代佳, 等. 褐煤固体热载体干馏新技术工业性试验[J]. 大连理工大学学报, 1995, 35(1): 46-50.
- [5] 郭树才. 年轻煤固体热载体低温干馏[J]. 煤炭转化, 1998, 21(3): 51-54.
- [6] 张 力, 张 岩. 对固体热载体新法干馏工艺的思考[J]. 煤化工, 1993(4): 21-25.
- [7] 郭彩应. 低变质程度煤炭的加工工艺: 中国, 200710166556. 8 [P]. 2010-09-08.
- [8] 魏 远, 宾文锦, 何曙光, 等. 一种低阶煤的分步提质加工工艺和加工系统: 中国, 200810188298. 8 [P]. 2012-03-28.
- [9] 郭树才. 煤化工工艺学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001: 11-12.
- [10] 贾永斌, 张守玉, 程中虎, 等. 热解和气化过程中焦油裂解的研究[J]. 煤炭转化, 2000, 23(4): 1-6.
- [11] 王永军. 我国半焦产业发展概况与应用市场浅析[J]. 化学工业, 2009, 27(9): 23-26.