

煤热解多联产技术与鲁奇煤气化技术结合生产代用天然气的方案

王五一

(北京蓝天新能源科技有限公司,北京 100081)

摘要:分析了煤热解多联产煤气与鲁奇炉煤气制取代用天然气各自的优劣,提出采用两种制气工艺相结合制取代用天然气的多联产工艺具有生产成本低和节能减排的功能。

关键词:煤热解;多联产;鲁奇炉;代用天然气(SNG)

中图分类号:TQ523

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2010)02-0045-04

中国常规能源的特点是富煤缺油少气。环渤海、长三角、珠三角三大经济带对天然气需求巨大,内蒙古、新疆等地的煤炭资源丰富,但运输成本高。因此,将富煤地区的煤炭就地转化成代用天然气,将成为继煤发电、煤制油、煤制烯烃之后的又一重要战略选择。在中国煤炭资源较丰富的地区建设以生产代用天然气为主产品的大型化多联产综合产业园区,将代用天然气经过管道输送到附近的大中城市以弥补中国天然气总量的不足,既改善了当地的能源结构,又能起到减少环境污染,提高居民生活水平,减少交通运输压力等多重作用。在内蒙古赤峰开工建设的大唐发电年产40亿 m^3 煤制天然气工程就是中国大规模代用天然气项目的实例。

煤制代用天然气(SNG)技术成熟。美国大平原公司利用高含水褐煤生产代用天然气,已经运行20年。这种技术以劣质褐煤为原料,为低品质褐煤的增值利用提供了方向,符合中国煤化工发展的要求。煤制代用天然气推广应用的风险主要是成本偏高。笔者就降低其生产成本问题提出一种解决方案。

1 采用煤热解多联产技术可以实现煤制天然气的效益最大化

1.1 鲁奇煤气化技术的优劣分析^[1]

煤制代用天然气主要包括煤的气化和产出煤

气的甲烷化处理两大工艺过程。国内外的代用天然气项目大都选用了鲁奇煤气化技术作为其原料气的生产。鲁奇(Lurgi)加压气化炉是德国20世纪30年代开发的技术,目前已发展到第四代。该炉技术成熟可靠,是目前世界上运行最多的炉型。中国也有多台鲁奇炉在运行。鲁奇炉的技术特点如下:

(1)该技术系固定床加压气化,固态排渣(1984年开发了液态排渣鲁奇炉,也称BLG炉,但BLG气化炉产出煤气中甲烷含量低,不适合本工艺。),最适宜褐煤、长焰煤、不粘结性及弱粘结性煤等活性大、较年轻的煤种。

(2)单炉产气能力大。煤中的碳转化率高(约为94%)。

(3)可以产出中热值煤气,净煤气中 CH_4 的含量为8%~12%左右,这有利于煤气的甲烷化处理。

(4)鲁奇炉可以用总含水量不超过30%的褐煤作原料煤直接加入炉内,免去褐煤提质工序,这会导致产气参数下降及热效率降低,并给后续的煤气净化带来一定问题,但是原料煤免去提质工序,在经济上还是可取的。

但是,鲁奇煤气化技术存在一些不足(与多联产煤制气技术比较):

收稿日期:2009-12-01

作者简介:王五一(1945—),男,北京人,高级工程师。主要从事能源与动力研究及企业科技管理工作。

(1)鲁奇炉结构复杂,炉内设有破黏和煤分布器、炉箅等转动设备,制造和维修费用大。

(2)炉子运行压力高(2.5~4.0 MPa)。因此炉子进料灰锁的上、下阀使用寿命短。长期以来该阀靠国外进口,增加了运行成本。

(3)该炉需用碎煤(5~50 mm),原料来源受一定限制。

(4)产气工艺需要高温蒸汽且消耗量较大,还需氧气作为气化剂,这就需要中压以上的较大规模的锅炉和制氧设备,加大了投资及运行成本。

1.2 煤热解多联产技术

从煤化工技术发展水平和经济性考虑,煤基多联产是最合理的途径之一。多联产是以煤炭气化技术为核心,以生产洁净燃料、化工产品、发电、热力、制冷等多种产品为目标,通过多种工艺的耦合,实现经济效益、环保效益和社会效益最大化的新型煤化工系统。

煤热解多联产煤制气技术是在热电联产的基础上以较少的投资获得高品质、低成本煤气的一种制气方法。该技术利用热电厂循环流化床锅炉的循环热灰的显热对煤(低阶烟煤、褐煤等)进行干馏,产出煤气经净化后供给用户。热电煤气多联产煤制气的实质是:原料煤在送入锅炉之前先将煤中的挥发分提出,产出煤气、焦油等副产品。提出挥发分的煤变成半焦。半焦作为主要燃料直接送入锅炉炉膛燃烧。锅炉产生蒸汽用于发电、供热,从而实现热、电、煤气及焦油等多种副产品的多联产。该技术的特点如下:

(1)采用煤的中、低温热解技术,仅将煤中最容易转化的部分(挥发分)转化为煤气、焦油和其他产物,产出的半焦直接作为热电厂锅炉的燃料以生产电力和热力,实现了煤炭的分级利用。

(2)该技术工艺及设备简单;反应条件温和,无须高温、高压及空分制氧。

(3)产气工艺过程与热电联产相结合,有利于产出物显热的回收及热能的梯级利用。产气部分的综合热效率可达90%。

(4)可以产出高中热值煤气,净煤气中 CH_4 的含量为20%~35%左右,这更有利于煤气的甲烷化处理。

(5)所用原料煤为高挥发分的劣质煤种(褐煤、低阶烟煤),对煤的灰分含量要求不高(不大于40%);对煤中全水分的含量要求不苛刻(不大于20%),含水高的煤种可用制气系统所带的提质装置预脱水;原料煤

可用粉煤,煤的粒度分布为0~8 mm。

(6)制气、净化工艺单位产品的水耗大大低于鲁奇煤气化工艺,这有利于中国北方缺水地区煤制天然气项目的应用。

煤热解多联产技术也存在自身缺点,其主要为:

(1)对于煤制取代用天然气项目,多联产技术工艺对原料煤的气化率不高,仅为20%~30%。

(2)该技术以发电、供热为主,其产气规模受热电联产规模的限制。

2 代用天然气项目的优势得以发挥

2.1 用高、中热值煤气进行甲烷化生产代用天然气具有优势

用多联产制煤气和鲁奇制煤气等工艺制取的煤气中甲烷含量均在10%以上,而用加压气流床气化工艺(包括干粉煤加料和水煤浆进料)产出的合成煤气中 H_2 和 CO 的比例高,几乎不含 CH_4 。用该种煤气单纯进行甲烷化制取代用天然气的工程,其投资及运行成本均高,工艺显然不合理,但是如果加上联产甲醇等其他化工产品,其工艺是可取的^[2]。而对于以需要代用天然气为主的用户,采用以煤的热解制气(包括采用鲁奇炉)制取高、中热值煤气再转换为高 CH_4 含量的代用天然气的工艺,节能效果和经济效益更好。

煤热解多联产煤气中甲烷含量高,该煤气净化后甲烷热值占煤气热值的55%左右。如果该煤气在进行甲烷化之前先进行脱硫脱碳工序,则脱除 CO_2 后煤气中甲烷的热值可占66%左右,因此只需占煤气热值39%左右的 CO 、 H_2 ,合成甲烷。而其他气化工工艺生产的合成气, $\text{CO} + \text{H}_2$ 高达90%,甲烷0.1%^[3]。与此相比,该工艺的甲烷化装置负荷大大减小,所以其投资省、消耗低。

2.2 2种制气工艺相结合可以互相取长补短

(1)2种工艺所用原料煤完全一致,但对煤的粒度要求不同,三联产制气可以用5 mm以下的粉煤;鲁奇炉用5 mm以上的碎煤。这样可以实现原料煤的合理利用,简化原料煤的采购、运输及配煤环节。

(2)2种工艺产出的煤气在热值及煤气成分上相近,特别是甲烷的含量基本在10%以上,这有利于煤气的甲烷化工序、节约投资及运行成本。

(3)2种工艺产出煤气中均含焦油、酚等杂质,煤气的净化工艺基本一致。2种煤气的净化部分工

序可以合并。2种工艺产出的副产品焦油、氨水、萘及酚等可以统一回收处理。

(4)鲁奇制气工艺所需的蒸汽可以从热电部分的循环流化床锅炉取得,无须再建新炉。

(5)鲁奇制气工艺需要氧气,这需要空分制氧设备。另外,粗煤气变换、甲烷化等工序需用气体压缩机,这些装置都采用蒸汽透平驱动。减少能源转换环节且无须从电网购电,可以提高热电厂的热电比,起到节能,降低运行成本的作用。

2.3 采用三联产制气和鲁奇炉制气相结合制取代天然气的工艺

三联产制气和鲁奇炉制气相结合的制取代天然气的工艺流程如图1所示。

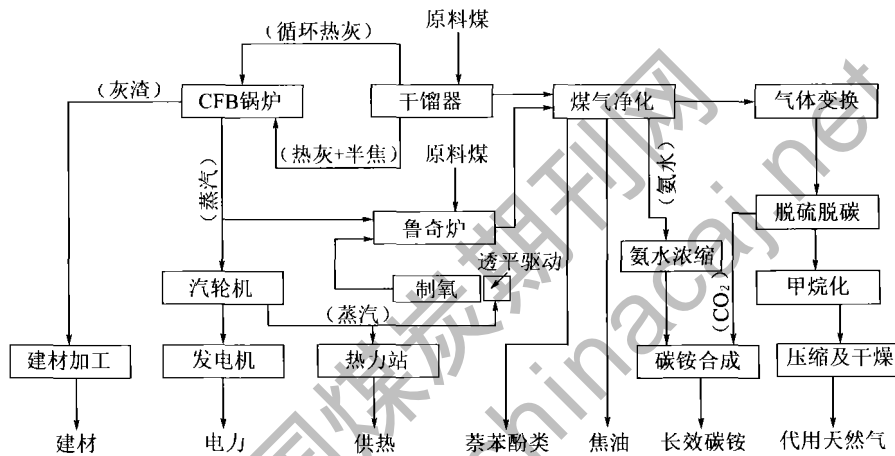


图1 三联产制气和鲁奇炉制气相结合的制取代天然气工艺流程

上述制气工艺充分体现了煤的多联产工艺的优越性。多联产系统是以煤炭资源合理利用为前提,以整体效率、经济效益最优以及环境友好为目标,以煤炭气化为核心,结合了煤气的净化、变换直至甲烷化生产出代用天然气这一主线,同时附加了其他二次能源(电、热等)及化工等副产品的高效转化系统。因此,以煤为原料单独制取代天然气工艺不如多联产工艺综合效益好及抗风险能力强。

3 煤制天然气生产方案介绍

项目设计年产煤制代用天然气10亿 m^3 。为了尽量减少发电量和供热量,项目仅选用2套480 t/h级的多联产的煤气装置,其产出的煤气经甲烷化后生产的代用天然气年产3亿多 m^3 (占总量的30%),其余由5台鲁奇炉煤气转化后供给。同时

(6)煤气甲烷化、合成气变换及焦油的深加工工序均需要不同品位的蒸汽以及电力。另外鲁奇炉的废热锅炉、甲烷化等部分工序可产生余热(蒸汽及热水)必须进行回收。这就要求对系统的各个工序进行优化组合。采用以热电厂热力系统为核心的局部热力网分配系统,可以满足整个系统生产效益的最大化、能耗的最小化。

(7)制气、净化及甲烷化等工序的用电采用厂内自用电,降低生产成本。

三联产系统的热电部分产出电力、热力和其他副产品。鲁奇炉所需的中压蒸汽及制氧机等动力驱动设备所需蒸汽由背压汽轮机组排汽提供。这样可以实现热能的梯级利用,达到节能减排的效果。

3.1 主要设备选型

3.1.1 热电煤气多联产部分

建设2×480 t/h超高压循环流化床锅炉。

建设1×135 MW抽凝式汽轮发电机组;2×50 MW背压式汽轮发电机组。

建设与循环流化床联产锅炉配套的2套煤气发生装置。

3.1.2 鲁奇炉气化部分

建设6台Mark-IV鲁奇加压移动床固态排渣气化炉(5开1备)。

建设1套制氧量为35000 m^3 /h空分制氧设备。

3.1.3 煤气净化及甲烷化部分

该部分包括:煤气净化、煤气转化、脱硫脱碳及

甲烷化等工序。

3.2 原料煤及用量

原料煤选用河北省西北部某地褐煤。原煤样全水分:34.8%;空干基水分(M_{ad}):14.8%;干燥基灰分(A_d):25.52%;干燥无灰基挥发分(V_{daf}):46.0%;原煤干燥基低位发热量($Q_{net,ad}$):18.39 MJ/kg。

项目工程年需原料煤共计 280 万 t 左右。其中,5 台鲁奇炉气化用煤为 102 万 t,其余为多联用煤(包括了热电、制气、焦油和其他副产品用煤)。

3.3 主要产品及产出

项目年产代用天然气 10.7 亿 m^3 ;外供电力 12.78 亿 kWh;外供热力 158.4 万 GJ;产出(并深加工)焦油 10.25 万 t。另外还可产出长效碳铵、粗苯及其他副产品。

4 结 论

项目将代用天然气生产与发电、供热、煤化工、焦油深加工及锅炉废渣利用等工艺进行优化组合,形成综合联产,达到资源、能源综合利用的目的,可以有效地减少工程建设投资,降低生产成本,减少污染物和废物的排放,而且产生的经济效益也十分可观。

参考文献:

- [1] 许世森,张东亮,任永强. 大规模煤气化技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2006.
- [2] 步学朋,王鹏. 煤炭气化多联产生产代用天然气分析[J]. 煤化工, 2007, 133(6): 4-7.
- [3] 李大尚. 煤制合成天然气竞争力分析[J]. 煤化工, 2007, 133(6): 1-3,7.

Programe of producing SNG combining coal pyrogenation poly-generation technology and Lurgi gasification technology

WANG Wu-yi

(Beijing BlueSkyGas Technology Co., Ltd., Beijing 100081, China)

Abstract: Compare the effect of coal pyrogenation poly-generation technology and Lurgi gasification technology producing SNG. A combination of multi-generation combining these two kinds of gas-generating technology is put forward which has low production cost and good energy-saving reduction benefits.

Key words: coal pyrogenation; poly-generation; Lurgi furnace; SNG

信息检索

肯尼亚政府积极推动绿色能源开发

肯尼亚能源部近日发表一份声明说,该部已经就利用农业废料及沼气发电项目向国内研究机构发出招标邀请。政府将在近期选出合适的研究机构承担这一绿色能源的开发研究工作。

声明表示,肯尼亚已经决定设立一项总额为 20 亿美元的专项基金,用于为绿色发电项目投资者提供贷款,以加强清洁能源的开发利用,肯尼亚将努力在 2020 年前获得绿色经济体地位。

肯尼亚最大的电力公司——肯尼亚发电公司日前表示,计划斥资 70 亿美元至 80 亿美元投资风能、地热、洁净煤等绿色能源发电项目,以争取在 2013 年前增加 2000 兆瓦的发电能力。项目所需资金将来自政府、发展机构和私人投资等。

肯尼亚发电公司目前主要依靠水力发电,肯尼亚约 80% 的发电量来自该公司。近年来,肯尼亚电网逐渐向偏远地区扩展,城市用电量也在不断上升,而发电行业的投资却没有增加。

目前肯尼亚的有效发电总能力约为 1200 兆瓦,而电力要求最高时能达到约 1070 兆瓦,并且这种需求还在以每年约 8% 的速度增长。因此,提高发电能力是肯尼亚亟待解决的问题。