

乌拉盖地区褐煤综合利用方案设计

薛阳¹, 冯银虎²

(1. 中国矿业大学(北京)管理学院, 北京 100083;
2. 内蒙古工业大学科学技术处, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要: 乌拉盖地区褐煤资源丰富, 灰份相对低, 挥发份高, 热值高, 采用低温干馏得到的煤焦油量比较多, 且固定碳含量高于周边褐煤, 热解后得到的半焦质量较好。可按照“褐煤-干燥脱水-干馏-电石”工艺路线, 拓展本地区褐煤下游开发利用产业链。

关键词: 乌拉盖地区; 褐煤提质; 综合利用; 产业链

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.01.025

中图分类号: TD951 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2017)01-0109-04

褐煤是煤化程度较低的一种煤, 含水量高(30%~50%), 挥发份高(15%~30%), 发热量低(1500~3000大卡/kg)^[1], 易风化碎裂, 易氧化自燃, 不适于长途运输(一般运输半径在300 km之内), 直接燃烧时排出的粉尘量大、环境污染严重、热利用率低。我国迄今对褐煤尚未进行大规模的开发和利用。含油量相对比较高的煤种, 过去主要用作发电厂的燃料煤。褐煤经过热解后, 水份蒸发, 挥发份降低, 产生的半焦热值提高, 同时获得一定数量的煤焦油和煤气。实践证明, 采用热解提质后的褐煤半焦性能可以满足铁合金、电石、合成氨等行业的需求^[2]。另外, 半焦还可以发电, 制备水煤浆, 是气化、液化的优质原料。褐煤采用现代技术进行合理加工的其他途径还包括用于开发水煤浆、气化、液化、碳素制品、制取腐植酸、褐煤蜡等新领域。

我国褐煤资源丰富, 储量大, 已探明的保有储量达1291亿t, 占全国煤炭探明保有储量的12.69%, 在我国煤炭资源中占有重要地位。褐煤资源储量主

要分布在内蒙古东部(主要集中在锡林郭勒、通辽、兴安盟和呼伦贝尔地区)、黑龙江和云南等地。由于褐煤不易储存和运输, 因此必须对褐煤进行一定的处理, 以适应环保和运输要求, 便于大规模综合利用。褐煤的提质综合利用, 一方面可以提高褐煤本身的质量(减少水份, 增加热值), 同时副产煤气、煤焦油, 使褐煤能量密度提高; 另一方面可以提高下游生产装置的利用效率, 减轻设备负荷^[3]。通过褐煤综合利用技术, 扩大年轻煤种的利用途径, 同时很大程度上提高了褐煤的市场竞争力。

1 乌拉盖及周边地区煤质特性

与周边煤矿相比, 乌拉盖煤矿褐煤灰份相对低, 挥发份高, 热值高, 采用低温干馏得到的煤焦油量比较多。固定碳含量高于周边褐煤, 热解后得到的半焦质量较好。另外, 该地区褐煤全水份指标也较高, 加工过程的能耗大, 对比结果见表1。

表1 乌拉盖及周边地区褐煤特性比较

Table 1 The comparison of lignite features between Wulagai and the surrounding areas

Index	指标	单位	乌拉盖褐煤(一)	乌拉盖褐煤(二)	白音华褐煤	贺斯格乌拉褐煤	胜利煤田二号	农乃庙褐煤	谢尔塔拉褐煤
Mt	全水份	%	34.28	32.92	27.68	4.52~33.68		20.3~22.5	34.25
Mad	水份	%	12.17	10.7	6.99		22.12		21.37
Aad	灰份	%	18.9	13.69	24.97	13.68~28.62	10.4	10~30	8.82
Fcad	固定碳	%	31.84	33.62	32.93		38.29		27.69
Vad	挥发份	%	37.09	41.99	35.11	43.9~47	29.16	>40	42.13

收稿日期: 2015-12-29

基金项目: 2015年内蒙古高等学校科学技术重点研究项目“资源型城市转型过程中城市创新系统作用机理及转型政策模拟研究(NJSZ074)”资助

作者简介: 薛阳(1988-), 男, 博士研究生, 内蒙古工业技术研究院经济师, 主要研究方向为煤炭系统工程。

通讯作者: 冯银虎(1975-), 博士, 副教授, 硕士研究生导师, 主要研究方向为资源经济。

Index	指标	单位	乌拉盖褐煤(一)	乌拉盖褐煤(二)	白音华褐煤	贺斯格乌拉褐煤	胜利煤田二号	农乃庙褐煤	谢尔塔拉褐煤
St, ad	硫	%				0.41 ~ 1.2	1.42	0.17 ~ 1.6	
	空气干燥基发热量	kcal/kg	4256.94	4726.32	4195.73	3186 ~ 5946	4515	4266 ~ 5605	6194.60
	收到基发热量	kcal/kg	3086.05	3450.15	3165.87				4825.00

2 乌拉盖地区褐煤产业链方案规划

目前,褐煤加工利用的主要方向为:褐煤预干燥脱水、褐煤热解及炼焦、褐煤气化(合成气制甲醇、合成氨、乙二醇等)、煤制油等^[4]。褐煤预干燥脱水、褐煤热解及炼焦、褐煤气化(合成气制甲醇、合成氨、乙二醇等)等项目投资较低,技术相对成熟,潜在风险较低,适合具备一定实力的大中型企业。

鉴于以上原因,乌拉盖地区褐煤综合利用过程中可以通过建设褐煤脱水干燥装置,同时配套建设褐煤干馏热解装置,远期可考虑建设褐煤气化及其下游配套装置,最终形成多层次、上下游一体化的产品配置体系。

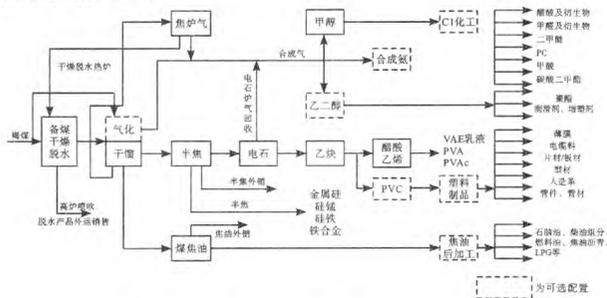


图1 褐煤提质干馏(气化)产业链

Fig. 1 The industrial chain of distillation (gasification) for lignite quality improvement

近期:煤矿建设初期,可建设相应规模的褐煤干燥脱水装置,褐煤低温干馏装置,具体规模可根据煤矿产量和后期项目安排确定,本方案暂按褐煤干燥脱水 200 万 t/a,褐煤低温干馏 150 万 t/a 考虑。

中期:以前期项目的产品半焦为原料,建设 20 万 t/a 电石装置。

远期:根据产业政策、技术、市场、资源等因素综合考虑,可建设煤气化及下游配套装置。

在此基础上,根据乌拉盖地区褐煤煤质特性,可以采用干馏或气化的方式生产焦炉气、半焦、煤焦油等,进一步延伸煤化工产业链条。具体流程见图 1。

3 乌拉盖地区褐煤加工利用方案设计

根据乌拉盖地区资源状况及褐煤产业链发展规划,本方案认为,可按照“褐煤—干燥脱水—干馏—电石”路线,拓展褐煤下游加工利用产业链。总工

艺流程见图 2。

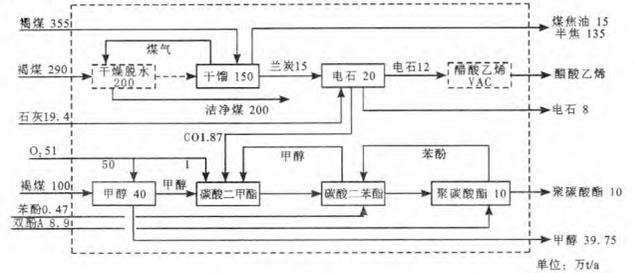


图2 褐煤加工利用工艺流程

Fig. 2 The flowsheet of lignite processing and utilization

由于褐煤含水量大,且易自然,长途运输困难。采用就地褐煤中、低温热解,能够综合利用其热解产物(兰炭、煤气、焦油)^[5],但由于褐煤半焦灰份较大,不能用于铁合金生产,但可以向下游发展电石(醋酸乙烯),是一条投资省、见效快、符合国家和地方产业政策的煤化工发展道路。

(1) 市场

a 兰炭(半焦)

兰炭(半焦)作为一种新型的碳素材料,以其固定碳高、比电阻高、化学活性高、含灰份低、铝低、硫低、磷低的特性,以逐步取代冶金焦而广泛运用于电石、铁合金、硅铁、碳化硅等产品的生产,成为一种不可替代的碳素材料。作为一种特殊的焦炭,兰炭除用作合成氨、电石、铁合金等行业外,还是一种清洁能源,可广泛的用于民用。兰炭的市场销路前景乐观。兰炭生产过程中还副产少量的焦油,由于兰炭生产是在中、低温环境下,煤的裂解程度相对较低,裂解的深度不够,煤焦油属于低温煤焦油。煤焦油可用于大型锅炉和加热炉的燃料,通过加氢处理后可以得到石脑油和柴油组分^[6]。2014 年我国焦炭产量达到 4.769 亿 t,焦炭出口呈现大幅增长态势,全年共出口焦炭和半焦炭 8.51 亿 t,同比增加 82.1%,是过去 6 年来的最高出口量。全年出口值为 17.1 亿美元,同比增长 50.7%,焦炭出口已经出现了恢复性增长。

b 电石

电石(CaC₂),是有机合成化学工业的基本原料,利用电石为原料可以合成一系列的有机化合物,为工业\农业和医药提供原料。电石与水反应生成的乙炔可以合成许多有机化合物,如:合成橡胶、人

造树脂、丙酮、烯酮、炭黑等;同时,乙炔-氧焰广泛用于金属的焊接和切割。加热粉状电石与氮气时,反应生成氰化钙,即石灰氮,加热石灰氮与食盐反应生成的氰熔体,可用于采金及有色金属工业^[7]。

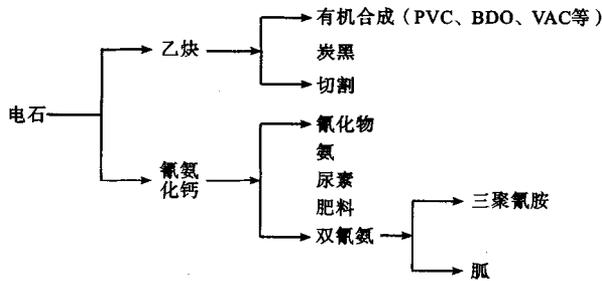


图 3 电石下游产品产业链

Fig. 3 The demonstrate of industry chain of downstream products of calcium carbide

2014 年中国电石产量达 2547.90 万 t,与 2013 年同期相比增长了 14.0%,连续多年保持较快增长。本方案中的电石装置上游由煤干馏装置提供兰炭原料,产品电石为醋酸乙烯装置的原料,形成了上下游一体化的配套体系。

(2) 产品方案

褐煤提质加产品及工艺流程分别见图 4。

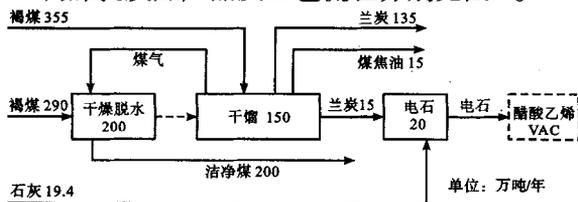


图 4 工艺流程

Fig. 4 Flowsheet

表 2 褐煤提质加工产品

Table 2 The products of lignite quality improvement

序号	名称	单位	数量	备注
一 装置规模				
1	褐煤干燥	万 t/a	200	产品量
2	干馏提质	万 t/a	150	产品量
3	电石	万 t/a	20	产品量
二 产品				
1	洁净煤(干燥)	万 t/a	200	
2	洁净煤(干馏)	万 t/a	135	15 万 t 供电石装置
3	焦油	万 t/a	15	
4	煤粉	万 t/a	18	
5	煤气	亿标立方/a	35	
6	硫磺	t/a	4526	
8	煤粉	万 t/a	18	
9	电石	万 t/a	20	12 万 t 可供本企业 VAC 装置

(3) 工艺技术选择

乌拉盖地区褐煤经过干燥处理后,热值可普遍提高 35% 以上,水份降低约 20%,大大的提升了褐煤质量,便于长途运输,降低运输成本。经过现场调研,目前内蒙古锡林郭勒盟、兴安盟及其周边地区的褐煤干燥处理以热法滚筒式干燥炉为主。小型滚筒式干燥炉(处理量 500 t/d 以下)在当地大量使用,热源为热烟气,但规模普遍较小,运行成本偏高,经济效益较差。

霍林郭勒市源源煤化工有限公司 4×50 万 t/a 褐煤干燥提质工程是本地区最大的褐煤干燥项目。项目采用热烟气加热滚筒式干燥炉,该技术(即:滚筒式内循环工艺流程)目前已应用于霍林郭勒市大福通煤炭加工有限公司的小型装置,已投入商业运行多年,运行状况良好,相关数据见表 3。

分析以上数据,认为该技术的各项产品指标较为先进,能很大程度的利用煤炭加工过程中产生的粉煤作为燃料,且能耗较低,属于低耗水项目,是理想选择的技术工艺。

b 干馏提质及电石的工艺技术见表 4。

表 3 煤质化验报告(干燥后)

Table 3 The report of coal quality test (after drying)

项目	数值	项目	数值
水份(Mad)	3.51%	全水份(Mt)	7.25%
灰份(Aad)	11.24%	固定碳(Fcad)	43.29%
挥发份	41.96%	硫(St,ad)	/
分析基发热量 6139Kcal/KG		应用基发热量 5877 Kcal/KG	

注:以上数据来源于大福通煤炭加工有限公司提供的褐煤干燥提质产品化验报告单

表 4 工艺技术选择

Table 4 The selection of technology

名称	工艺技术	备注
褐煤干馏提质	低温干馏方型炉(后期可考虑美国 CCTI 干馏技术)	方型炉较为成熟可靠,在陕西、内蒙等地应用广泛,因此作为项目先期推荐技术。美国 CCTI 干馏技术产品指标先进,可在后期技术交流和试烧后先建设示范装置供后期项目参考。
	美国 CCTI 干馏技术	霍林河褐煤干馏产品半焦是否满足电石生产要求,还须进一步试验,本报告暂按符合要求考虑。
电石	密闭式电石炉	

(4) 原材料供应要求

电石生产对半焦的要求是:固定碳含量高,电阻大,活性好,灰份、挥发份及水份低,详细指标如见表 5。

表5 用于电石生产的半焦质量标准
Table 5 The semi-coke quality standard for calcium carbide production

类别	粒度 /mm	灰份	固定碳	挥发份	水份	P	S
指标 /%	8~25	<14	≥84	<2	<1	<0.04	<1

电石生产用石灰的粒度要求为:15~60 mm,其余见表6。

表6 用于电石生产的石灰质量标准
Table 6 The lime quality standard for calcium carbide production

成分	CaO	MgO	R ₂ O ₂	SiO ₂	P ₂ O ₃	SO ₃	生过烧
指标 /%	≥92	<1	<1	<1	<0.008	<0.1	<6

4 主要研究结论及建议

目前,煤炭分类使用是我国煤化工产业发展重要政策之一。内蒙古地区褐煤等年轻煤种储量丰富,若按照我国资源结构开发煤炭,每年可采出10亿t褐煤等年轻煤种,经过热解分离处理,能够产出近亿t油品和几百亿立方米燃气(折标准天然气当量),可在一定程度上缓解我国原油和天然气供应的缺口^[8]。目前,国内相当数量的新建煤化工项目改用褐煤作为原料,其相关综合利用技术也得到了长足发展。

(1)在乌拉盖地区发展“褐煤-干燥脱水-干馏-电石”产业,能够和已经规划建设的10万t/a醋酸乙烯、5万t/aVAE乳液和5万t/a碳酸二甲脂等项目形成一条完整的产业链,提高了褐煤资源的综合利用效率,有效的降低了生产成本,实现了经济效益和生态效益的双赢。

(2)褐煤干馏过程中由于脱水发生崩碎,产出

半焦粒度较小,约70%的半焦粒度小于6mm。加工褐煤时产出的半焦,由于灰份含量高(约21%),褐煤半焦单独不完全适合作为铁合金焦使用,但褐煤半焦反应活性高,可以在铁合金焦中掺加一部分褐煤半焦,提高铁合金焦的反应活性。产出的半焦热值较高(>6000 k/kg),是优良的洁净燃料。褐煤半焦孔隙度和比表面积较大,也可以考虑将其用于制备活性炭和碳分子筛。

(3)电石属于高耗能行业,当地电网是否能够承受负荷,需要进一步落实。由于当前还没有乌拉盖地区褐煤的试烧结果,因此,目前无法对本地区褐煤是否符合电石生产要求进行直接判断。电石属于高污染、高排放行业,国家对电石生产有着严格的行业准入制度,《电石行业准入条件(2014年修订)》对装置规模、电石炉电耗、污染物排放均制定了相关的标准,当地政府对电石产业发展需进一步落实相应政策。

参考文献:

- [1]张庆伟,申宝宏,曲思建,等.内蒙古褐煤热解半焦燃烧特性研究[J].洁净煤技术.2014(6).
- [2]刘立志,孙启明,孙勇智.内蒙古褐煤分级综合利用[J].技术经济.2012(11).
- [3]巩志坚,冯立君,蔡涛,等.内蒙古霍林河褐煤热力初步改质研究[J].洁净煤技术.2012(1).
- [4]傅雪海,路露,葛燕燕,等.我国褐煤资源及其物性特征[J].煤炭科学技术.2012(10).
- [5]白向飞.中国褐煤及低阶烟煤利用与提质技术开发[J].煤质技术.2010(6).
- [6]范冬梅,朱治平,那永洁,等.一种褐煤煤焦水蒸气和CO₂气化活性的对比研究[J].煤炭学报.2013(4).
- [7]屈进州,陶秀祥,刘金艳,等.褐煤提质技术研究进展[J].煤炭科学技术.2011(11).
- [8]李政,梁心玉,薛亚丽.基于烟煤、褐煤的IGCC系统技术经济性对比[J].中国电机工程学报.2012(5).

Design of the Comprehensive Utilization Industry Chain of Lignite Quality Improvement in Wulagai Area

Xue Yang¹, Feng Yinhu²

(1. China University of mining & technology (Beijing), Beijing, China;

2. Inner Mongolia University of technology, Hohhot, Mongolia, China).

Abstract: Wulagai area is rich in lignite resources. With relative low ash content, high volatility and high calorific value, more coal tar is produced with the method of low-temperature carbonization and with the higher fixed carbon content than lignite mines of surrounding areas, the semi-coke quality is better after pyrolysis. Therefore, the downstream industry chain of development and utilization of the local lignite can be expanded by applying the 'Lignite-drying dehydration-distillation-calcium carbide' processing route.

Keywords: Wulagai area; Lignite quality improvement; Comprehensive utilization; Industry chain