

The Research for Low-Temperature Carbonization of Low Metamorphic Coal in Qinghai

Gaoqi Chen, Ming Zhang, Lv Ji, Jun Ma*

Qinghai Innovation Mining Development Co., Ltd., Gomud
Email: *majun716@163.com

Received: Aug. 20th, 2012; revised: Sep. 18th, 2012; accepted: Sep. 26th, 2012

Abstract: The low metamorphic coal resources are rich in Qinghai province. In this paper, the oxygen-rich low-temperature carbonization technique is used to study the pyrolysis process of low metamorphic coal. The results show that in the pyrolysis process of low metamorphic coal, the productive rate of coke, tar, coke-oven gas is impacted by pyrolysis temperature and the component of low metamorphic coal. With the increasing pyrolysis temperature, the productive rate of coke decrease, and the productive rate of tar and coke gas increase. The activity of coke is impacted by its volatility. The higher the volatility is, the higher the activity is. The results of this study provide a theoretical basis for comprehensive and high value use of low metamorphic coal.

Keywords: Low Metamorphic Coal; Low-Temperature Carbonization; Pyrolytic Technique

青海低变质煤低温干馏试验研究

陈高琪, 张 铭, 纪 律, 马 军*

青海创新矿业开发有限公司, 格尔木
Email: *majun716@163.com

收稿日期: 2012年8月20日; 修回日期: 2012年9月18日; 录用日期: 2012年9月26日

摘 要: 针对青海省储量丰富的低变质煤资源, 本文采用富氧低温干馏工艺开展了低变质煤热解实验研究。结果表明, 低变质煤热解过程中, 焦炭、焦油、焦炉煤气的产率受热解温度、低变质煤组分等因素的影响。随着热解温度的不断升高, 焦炭的产率逐渐减小, 而焦油和焦炉煤气的产率却呈现增加的趋势。同时热解产物焦炭的活性受其挥发分的影响, 焦炭的活性随着其挥发分的升高而增加。本文的研究结果可为综合、高值化利用青海省低变质煤提供基础理论数据。

关键词: 低变质煤; 低温干馏; 热解技术

1. 引言

青海省煤炭资源比较丰富, 主要分布在祁连山、柴北缘、昆仑山、唐古拉山、积石山等五大含煤区。在已探明的煤炭资源储量中, 优质无烟煤资源的储量很少, 仅占全省已查明的煤炭资源储量的 0.41%, 而绝大部分资源为焦煤、不粘煤等低变质煤。目前除少量低灰、低硫煤用于炼焦, 极少部分低变质煤用于转

化加工利用外, 绝大部分低变质煤作为动力煤烧掉, 致使低变质煤资源不能物尽其用, 同时对环境造成了污染。低变质煤的热解分质利用, 既可减少燃煤造成的环境污染, 又能充分利用低变质煤中所含的较高经济价值的化合物^[1-4]。

自 20 世纪初, 煤炭热解技术不断得到发展, 相继出现了美国的 Disco、前苏联的固体热载体快速热解等工艺。这一时期的热解理论研究和试验为近年来

*通讯作者。

的煤热解发展提供了基本依据。我国对煤热解工艺的研究始于 20 世纪 50 年代。进入 90 年代以后，以三江公司开发的 SJ 低温干馏方炉为代表的直立内热干馏炉开发成功，以块煤为原料进行热解。生产实践证明，该装置具有投资少，工艺简单易控，焦油回收率高的特点，因而在热解煤领域得到快速的推广和应用^[5-8]。

本文以青海省低变质煤为原料，采用具有高原适应性的富氧低温干馏工艺，开展了低变质煤低温热解工艺试验研究。对低变质煤原料组分、热解温度对热解产物回收率的影响进行了分析；同时对低变质煤热解后的产物焦炭的活性进行了测试。本文的实验结果可为综合、高值化利用青海省低变质煤资源提供基础数据和理论前提。

2. 实验部分

2.1. 实验方案

青海创新矿业开发有限公司采用 SJ 生产工艺和技术，其工艺流程图如图 1 所示。本试验采用的热解温度为 500℃~800℃，干馏时间为 5 h。

2.2. 低温干馏炉

SJ-IV 型低温干馏炉是神木县三江煤化工有限责任公司在鲁奇三段炉的基础上，总结了当地内热式直立方炉和 SJ 复热式直立炭化炉的技术优点及生产实践经验，吸收了国内外有关炉型的长处而研制开发出的一种新型炉型。该炉型具有物料下降均匀、布料均匀、布气均匀、加热均匀等特点，真正实现了煤的低温干馏。

2.3. 低变质煤

本试验采用青海高泉、绿草山等不同产地的低变质煤为原料。试验用低变质煤工业分析结果如表 1 所示。块煤粒度为 20~70 mm。

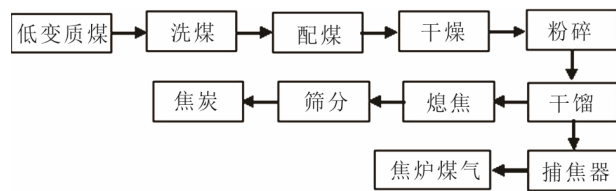


Figure 1. The carbonization process of low metamorphic coal
图 1. 低变质煤干馏工艺流程图

3. 结果与讨论

3.1. 原料对干馏产物的影响分析

低变质煤干馏产物主要有焦炭、焦油和焦炉煤气等。本文以低变质煤干馏过程中焦炭的回收率为依据，对高泉、绿草山等不同地区的低变质煤对干馏产物的影响进行了分析，如图 2 所示。

通过对图 2 进行分析表明，青海高泉和绿草山低变质煤热解过程中，焦炭回收率随着热解温度的增加呈现逐渐降低的趋势。高泉低变质煤热解后，焦炭的回收率在 70%~80%，而绿草山低变质煤热解后，焦炭回收率在 60%~75%。原料低变质煤的组分直接影响热解后焦炭回收率。通过对原料煤的工业分析，高泉低变质煤的挥发分为 32.22%，而绿草山低变质煤的挥发分为 38.14%，因此高泉低变质煤热解得到的焦炭回收率要高于绿草山低变质煤。上述实验结果可为低变质煤热解过程中的配煤工艺提供理论指导。

3.2. 焦炭活性分析

上述两种低变质煤热解产物焦炭的工业分析结果如表 2 所示。

Table 1. The raw material proximate analysis of low metamorphic coal
表 1. 原料低变质煤工业分析

煤种	工业分析(%)			硫(%)	磷(%)
	水份(M _{ad})	灰含量(A _d)	挥发分(V _{dar})		
高泉	8.12	11.10	32.22	1.33	0.026
绿草山	7.52	9.41	38.14	0.34	0.026

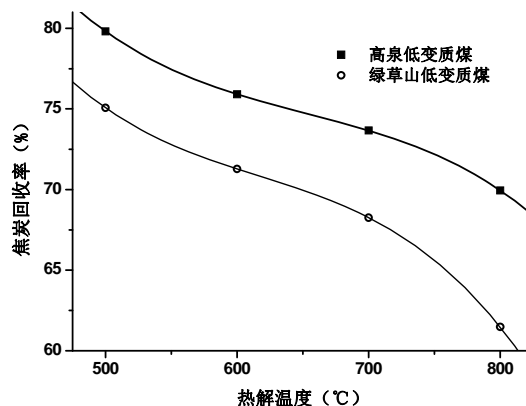


Figure 2. The effect of different raw material on the coefficient of recovery of coke
图 2. 不同原料对干馏产物焦炭回收率的影响

表 2 焦炭工业分析数据表明, 绿草山低变质煤热解产物焦炭的挥发分明显高于高泉低变质煤热解产物。因此可初步推断绿草山低变质煤热解产物焦炭的造气能力要优于高泉低变质煤热解产物。

本文分别对高泉低变质煤、绿草山低变质煤热解后产物焦炭的活性进行了分析。焦炭的活性是指焦炭和二氧化碳的反应能力。以反应过程中二氧化碳的分解率为依据, 对上述两种低变质煤的热解产物焦炭的活性进行了比较, 结果如表 3 和图 3 所示。

Table 2. The proximate analysis of pyrolysis product coke of low metamorphic coal
表 2. 低变质煤热解产物焦炭工业分析

焦炭种类	工业分析(%)			全硫(%)
	水份(Mad)	灰含量(Ad)	挥发分(V _{daf})	
高泉	0.98	15.78	7.56	1.18
绿草山	1.12	11.02	9.57	0.29

Table 3. The activity analysis of pyrolysis product coke of different low metamorphic coal
表 3. 不同低变质煤热解产物焦炭的活性分析

焦炭种类	二氧化碳分解率	温度/°C				
		900	950	1000	1050	1100
高泉低变质煤热解焦炭	α%	10.5	16.8	32.1	51.9	71.1
		9.0	15.9	30.0	50.1	73.2
		9.8	16.4	31.0	51.0	72.2
绿草山低变质煤热解焦炭	α%	25.3	43.6	67.6	82.7	94.5
		23.2	41.8	65.7	81.7	95.7
		24.2	42.7	66.6	82.2	95.1

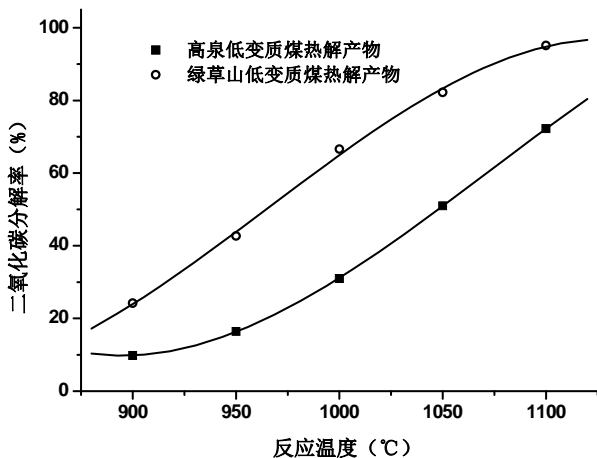


Figure 3. The activity of pyrolysis product coke from Gaoquan and Lvcaoshan
图 3. 高泉、绿草山低变质煤热解产物焦炭活性图

焦炭活性实验中, 焦炭与二氧化碳反应的温度为 900°C~1100°C, 反应时间为 5 h。本文中对于两种低变质煤的热解产物焦炭分别进行了三次活性平行实验(表 2)。通过对二氧化碳的分解率的分析表明, 随着反应温度的逐渐升高, 焦炭的活性呈现明显增强的趋势。

对图 3 进行分析表明, 绿草山低变质煤热解产物焦炭的活性明显优于高泉低变质煤热解产物。焦炭的活性由焦炭的比表面积、气孔结构等因素共同决定。焦炭的挥发分与焦炭的比表面积和气孔结构之间存在必然联系。挥发分高的焦炭在与二氧化碳反应过程中, 在相同反应温度下, 容易形成更多的气孔结构, 从而能够增大焦炭反应过程中的比表面积, 通过实验现象表现出焦炭良好的活性。通过表 2 对热解产物焦炭的工业分析数据, 绿草山低变质煤热解产物焦炭的挥发分明显高于高泉低变质煤热解产物, 因此绿草山低变质煤热解产物焦炭的活性要优于高泉低变质煤热解产物。

3.3. 温度对干馏产物的影响分析

热解温度直接关系到低变质煤热解产物的产率。通过实验表明, 低变质煤热解后的主要产物有焦炭、焦油和焦炉煤气。本文高泉低变质煤、绿草山低变质煤热解温度与热解产物回收率的关系如图 4 所示。

通过对图 4 进行分析表明, 高泉低变质煤和绿草山低变质煤随着热解温度的提高, 焦炭的产率逐渐减少, 焦油产率随着热解温度的提高, 产率缓慢增加, 其增加幅度很小; 随着热解温度的提高, 煤气产率显著增加, 当热解温度由 500°C 提高到 800°C 时, 高

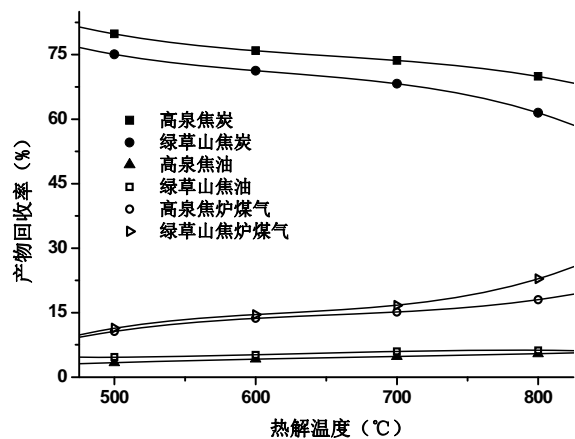


Figure 4. The effect of temperature on the coefficient of recovery
图 4. 热解温度对产物回收率的影响

泉煤和绿草山煤煤气产率也由 10%左右增加到 20%左右。

综上所述,高泉低变质煤通过热解得到的焦炭产率较高,适用于以获得焦炭为目的的干馏工艺,但是焦炭的灰、硫含量偏高,这会在一定程度上影响其用途;绿草山低变质煤通过热解得到的焦油、焦炉煤气的产率偏高,在热解过程中可获得更多的焦油和焦炉煤气。因此通过上述分析,高泉、绿草山低变质煤热解过程中,固、液和气态产物的产率及质量虽然存在差别,但焦炭、焦油、焦炉煤气的产率和质量均具有可综合利用的价值,上述两种低变质煤均为较理想的热解煤种。在低变质煤综合利用过程中,只要根据热解实验结果,进行合理的配煤工艺,则可以实现青海高泉、绿草山低变质煤的热解、高值化应用。

4. 总结

青海创新矿业开发有限公司对青海高泉、绿草山等地的低变质煤进行了热解试验研究。结果表明,低变质煤的工业成分、热解温度等因素对热解产物的回收率产生明显的影响;原料低变质煤的挥发分越高,其热解产物焦炭的回收率越低,而焦油、焦炉煤气的产率则越高;随着热解温度的升高,焦炭回收率呈现

明显的下降趋势,焦油回收率呈现缓慢上升的趋势,而焦炉煤气的回收率则呈现明显的增加趋势。当热解温度由 500℃提高到 800℃时,高泉煤和绿草山煤煤气产率也由 10%左右增加到 20%左右。同时热解产物焦炭的活性与焦炭的工业成分有着直接的关系,焦炭的活性随着其挥发分的逐渐增加而增加。

参考文献 (References)

- [1] 张勇奇. 低变质煤热解技术分析[J]. 化学工业, 2012, 30(3): 23-25.
- [2] 赵俊学, 袁媛, 李惠娟, 华建社, 尚文智. 低变质煤富氧低温干馏试验研究[J]. 燃料与化工, 2012, 43(1): 14-16.
- [3] 华建社, 王强, 尚文智, 赵西成, 赵俊学. 煤富氧低温干馏实验研究[J]. 煤炭转化, 2011, 34(2): 1-3.
- [4] 杨海平, 陈汉平, 鞠付栋, 王静, 王贤华, 张世红. 热解温度对神府煤热解与气化特性的影响[J]. 中国电机工程学报, 2008, 28(8): 40-45.
- [5] 虎锐, 李波, 张秀成. 榆林地区兰炭产业发展现状及其前景[J]. 中国煤炭, 2008, 34(5): 69-73.
- [6] 赵世永. 榆林煤低温干馏生产工艺及污染治理技术[J]. 中国煤炭, 2007, 33(4): 58-60.
- [7] 赵俊学, 李惠娟, 李小明, 刘军利, 华建社. 低变质煤低温干馏生产兰炭的技术进展与分析[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(6): 20-23.
- [8] 张勇奇. 低变质煤热解技术分析[J]. 化学工业, 2012, 30(3): 23-25.