

宝日希勒褐煤的热压提质试验研究

王纪华,马艳梅,赵宏宇,纪龙,曾鸣

(中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院,北京 100083)

摘要:介绍了气流干燥技术的优点,并利用 HPU 试验线对宝日希勒褐煤进行了热压提质研究。煤样热重分析表明宝日希勒褐煤适宜的干燥温度为 105~371 ℃。通过分析干燥温度、给料频率对提质煤粉水分的影响及提质煤粉水分对型煤质量的影响,说明提质煤粉水分随干燥温度的升高而降低,随给料频率的增加而增大,宝日希勒褐煤适宜的干燥温度为 220~320 ℃,给料频率为 30~50 Hz;提质煤粉较适宜的水分范围为 5%~13%,最佳水分 5%~8%,此时型煤抗压强度可达 900 N/个以上,落下强度超过 80%。因此,以高温烟气为干燥介质,采用气流干燥技术对宝日希勒褐煤进行脱水干燥提质是可行的。试验结果为拓展宝日希勒褐煤的加工利用途径提供了依据,也为其他地区的褐煤提质提供参考。

关键词:褐煤;热压提质;干燥温度;给料频率;抗压强度;落下强度

中图分类号:TD849;TQ536.1

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2012)03-0033-04

Hot press upgrading experiment of Baorixile lignite

WANG Ji-hua, MA Yan-mei, ZHAO Hong-yu, JI Long, ZENG Ming

(School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: Introduce the advantages of pneumatic drying techniques, carry out the hot press upgrading experiments of Baorixile lignite with hot press upgrading (HPU) testing line. The coal sample thermal analysis indicates that the proper drying temperature for Baorixile lignite is between 105 ℃ and 371 ℃. The influence of drying temperature, feeding frequency on moisture of upgrading coal fines which directly affects the quality of briquette show that the moisture of upgrading coal fines decreases with the increase of drying temperature, increases with the increase of feeding frequency. The proper drying temperature for Baorixile lignite is between 220 ℃ and 320 ℃, feed frequency is between 30 Hz and 50 Hz. The suitable moisture for upgrading coal ranges from 5 percent to 13 percent, the optimum moisture for upgrading coal fines ranges from 5 percent to 8 percent. When all the variables are in the appropriate ranges, unconfined compressive strength is up to 900 Newton per one, falling strength is over 80 percent. Therefore, it is feasible that dewatering and drying Baorixile lignite using the pneumatic drying technique as the flue gas drying medium. The results provide the basis for expanding the processing and utilization pathway of the Baorixile lignite, serving as a reference for other regions.

Key words: lignite; hot press upgrading; drying temperature; feed frequency; compressive strength; falling strength

中国褐煤资源丰富,保有储量达 1303 亿 t,约占全国煤炭储量的 13%,主要分布在东北、内蒙、云南

等地^[1-2]。由于褐煤煤化程度低,含水量高,发热量低,易风化、自燃等,难以存储和长距离运输,一般

收稿日期:2012-03-15 责任编辑:白娅娜

基金项目:神华集团科技创新项目((2008)-146号)

作者简介:王纪华(1987—)男,安徽巢湖人,硕士研究生,从事煤化工、褐煤提质方向的基础研究。通讯作者:曾鸣。

引用格式:王纪华,马艳梅,赵宏宇,等.宝日希勒褐煤的热压提质试验研究[J].洁净煤技术,2012,18(3):33-36.

用作坑口燃烧发电^[3-4],但是高水分褐煤用来燃烧发电的热效率低,且温室气体排放量大。因此,降低水分,提高发热量便成为褐煤加工、利用的关键问题^[5-7]。

1 干燥方式的选择

降低褐煤水分的常规方法是对褐煤进行干燥。根据传热方式的不同,褐煤干燥可分为传导干燥、对流干燥、辐射干燥和介电加热干燥^[8]。

对流干燥是热能以对流的方式从干燥介质传递给与其接触的湿物料,故又称为直接加热干燥。在对流干燥中,最常用的干燥介质为不饱和热空气。干燥介质与物料接触时,热量首先传递至物料表面,然后再以导热的方式传递至物料内部,这是传热过程;吸收热量后,物料的水分以液态方式从物料内部运动到物料表面,发生汽化,以对流的方式进入干燥介质,这是传质过程。因此,物料的干燥过程是传热传质的复合过程。

物料悬浮在干燥介质中的运动形式使得气流干燥过程具有优良的传热传质性能,气流干燥特点如下:

(1) 物料在干燥介质中悬浮高度分散

物料高度悬浮分散在气流中,其表面均与干燥介质接触,所以传热、传质面积大,容积传热系数高,一般为 $2326\sim 6978\text{ W}/(\text{m}^3\cdot\text{℃})$,比回转圆筒干燥器大 $20\sim 30$ 倍^[9]。

(2) 干燥器内气、固相呈并流操作

在并流操作中,含水量大的物料与温度高的干燥介质接触后,水分减小的同时,干燥介质温度也降低。因此,在干燥后期,物料温度虽有所上升,但干燥介质的温度已下降很多,物料出口温度一般不超过 90℃ 。

(3) 干燥时间极短

在气流干燥器中,为了达到悬浮和输送物料的目的,操作气速较高,一般为 $20\sim 40\text{ m/s}$,而干燥管长度一般为 $10\sim 20\text{ m}$,因此,干燥时间仅需 $0.5\sim 2.0\text{ s}$,最长可达 7.0 s 。

(4) 装置结构简单,生产能力大

气流干燥器体积小,散热面积小,故热损失少,一般不超过总传热量的 5% ,同时占地面积也很小。干燥后的产品采用气流输送,操作方便。

鉴于上述优点,本文选用气流干燥方式对宝日希勒褐煤进行脱水提质试验研究。

2 试验部分

2.1 试验煤样

试验煤样选用内蒙古宝日希勒褐煤,煤样工业分析见表1。

M_t	A_d	V_{daf}	FC_{daf}
23.68	13.34	43.78	56.22

煤样 TG 曲线如图1所示。

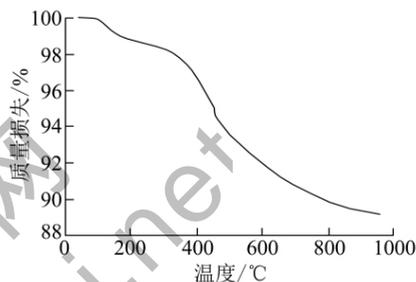


图1 宝日希勒褐煤 TG 曲线

由图1可知,宝日希勒褐煤在 105℃ 时可失去全水,起始分解温度为 371℃ 。因此,以干燥脱水为主要目的对宝日希勒褐煤进行提质,适宜的干燥温度应控制在 $105\sim 371\text{℃}$ 。

2.2 试验仪器

试验所用测水仪为奥豪斯 MB35_{HALOGEN} 水分分析仪,通过设定干燥温度,根据煤粉干燥前后的质量,自动检测出煤样水分。型煤的落下强度、抗压强度分别按 GB/T 15459—2006《煤的落下强度测定方法》和 MT/T 748—2007《工业型煤冷压强度测定方法》,采用科建仪器有限公司生产的 KJ-7071 型落下试验机和 KJ-8220 型平压试验机进行测定。

2.3 试验流程

试验是在中国矿业大学(北京)的热压提质(Hot Press Upgrading,简称 HPU)试验线上完成。该试验线由中国矿业大学(北京)与神华国际贸易有限责任公司共同开发,于2007年建成。烟气炉最高温度 850℃ ,额定风量 $1000\text{ m}^3/\text{h}$,处理能力 150 kg/h 。HPU 工艺主要由气流干燥、固气分离、提质成型3个单元组成,其特点是干燥和成型相互依托,连续运行。“热”用于脱水,为无粘结剂成型提供条件;“压”用于成型,破坏褐煤的孔隙结构,保证脱出的水不回吸。原煤经破碎机破碎、筛分(-3 mm)进入煤仓,煤粉由给料机加入气流干燥器中,与气流干

燥器中的高温烟气混合、悬浮分散,使原煤水分快速降低并伴随表面性质的少许变化,干燥后的固体物料经固气分离后由高压对辊成型机辊压成型,具体工艺流程如图2所示。

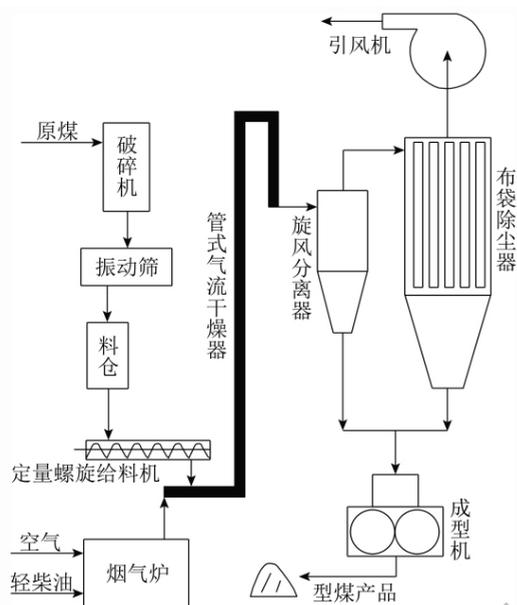


图2 热压提质工艺流程

3 试验结果与分析

在风量一定的情况下,通过调节烟气炉出口烟气温度和螺旋给料机给料频率可以实现提质褐煤水分的控制。烟气炉出口烟气温度由温控仪根据设定温度自动调节,每个试验稳定工作时间为4~6 h,每30 min 取样一次测其水分并取平均值,试验结果见表2。由表2可知,给料频率越高,烟气炉出口温度越低,干燥后的提质煤粉水分就越高;反之,降低给料频率,提高烟气温度,就可得到水分较低的提质煤粉,表明 HPU 试验线操作弹性较大,可适应不同褐煤提质的需求。由表2还可知,湿煤粉加入干燥管的瞬间吸收大量热量,使烟气温度迅速下降,湿煤粉与高温烟气混合后的烟气(湿蒸气)温度一般不超过300℃,并且煤粉在干燥管中的停留时间极短,不会因过热而引起提质煤粉自燃;在正常干燥过程中,干燥管中褐煤水分蒸发为大量湿蒸气,且干燥管中氧含量监测显示常常在3%左右,因此,不存在因氧含量超标而引起煤粉爆炸的危险。

表2 宝日希勒褐煤热压提质试验结果

试验序号	给料频率/ Hz	烟气温度/℃		煤样水分/%		脱水率/ %	落下强度/ %	抗压强度/ (N·个 ⁻¹)
		烟气炉出口	干燥器入料处*	原煤	提质煤			
1	56	591	157	23.08	14.70	36.31	55.64	579.94
2	50	628	176	22.70	12.70	44.05	73.80	775.00
3	48	678	226	24.98	10.10	59.57	78.29	886.48
4	40	690	244	22.30	8.40	62.33	82.91	916.54
5	30	705	281	23.75	5.60	76.42	86.00	905.44
6	25	739	289	21.60	4.10	81.02	70.47	655.04

注: * 指湿煤粉加入干燥管与高温烟气刚刚接触时的温度。

3.1 干燥温度对提质煤粉水分的影响

煤样干燥过程中,将给料频率设为定值,通过调节烟气炉出口烟气温度可以实现提质煤粉水分的控制,试验结果如图3所示。由图3可知,给料频率为40~25 Hz时,提质煤粉的水分均随着干燥温度的升高而降低。给料频率为40 Hz时,提质煤粉的水分由原煤水分的23%左右降至9.58%~7.45%,水分脱除率约为60%;给料频率为25 Hz时,提质煤粉的水分降至8.4%~4.8%,脱水率可达80%。根据提质煤粉的水分变化,干燥温度应控制在220~320℃为宜。不同给料频率下,二者的干燥温度范围不同,受烟气炉额定温度850℃的限制,给料频率较高时要获得低水分提质煤粉是比较困难的;而给料频

率过低,处理量小,干燥温度高,尾气排放温度也高,将大大降低气流干燥的热能利用率。

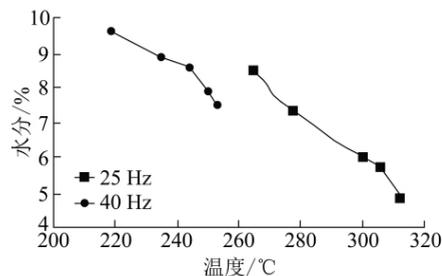


图3 干燥温度对提质煤粉水分的影响

3.2 给料频率对提质煤粉水分的影响

为了进一步了解给料频率对提质煤粉水分的影响,将烟气炉出口烟气温度设为700℃,保持风量

不变,改变给料频率以得到不同水分的提质煤粉,试验结果如图4所示。由图4可知,随着给料频率的升高,提质煤粉水分增加,其原因是给料频率高,给煤量大,进入干燥管后烟气温度的下降较大,即干燥温度较低,而风量一定,烟气在干燥管中的运动速度不变,煤粉在干燥管中的停留时间基本不变,因此,其脱水率相对较低。也就是说煤样干燥过程中,当温度一定时,煤样的脱水率随着给料频率的增大而逐渐减小,宝日希勒褐煤适宜的给料频率为30~50 Hz。

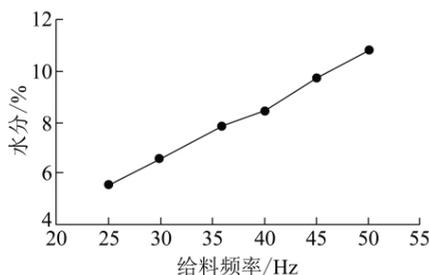


图4 给料频率对提质煤粉水分的影响

由于煤样水分不仅对发热量有影响,而且与型煤强度、干燥管的热效率有直接关系,因此,必须根据提质煤粉的用途选择正确的干燥温度及给料频率,以便充分发挥气流干燥热效率高的特点。

3.3 提质煤粉水分对型煤质量的影响

表征型煤质量的主要指标是落下强度和抗压强度,提质煤粉水分与型煤质量的关系如图5所示。

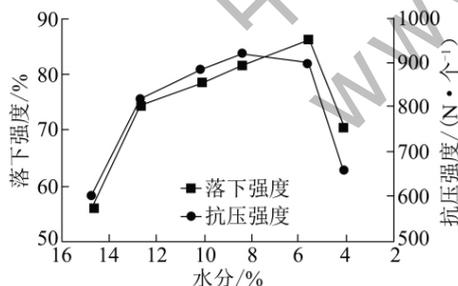


图5 提质煤粉水分对型煤质量的影响

由图5可知,宝日希勒褐煤的热压成型性能较好,抗压强度和落下强度均随着提质煤粉水分的降低而增大,当提质煤粉水分为8.4%时,抗压强度达到最大值916.54 N/个,当提质煤粉水分为5.6%时,落下强度达最大值86%;继续降低提质煤粉水分后,型煤质量急剧下降,提质煤粉水分为4.1%时,抗压强度下降到655 N/个,落下强度为70.5%。因此,提质煤粉水分应控制在5%~8%,此时型煤强度最佳。宝日希勒褐煤在较宽的提质煤粉水分范

围内,型煤质量指标均能满足工业型煤质量要求,综合考虑干燥温度、提质效率后,确定宝日希勒褐煤热压提质适宜水分范围为5%~13%。

4 结 论

利用HPU试验线开展了宝日希勒褐煤的热压提质试验研究,得到了以下结论:

(1) 以高温烟气为干燥介质,采用气流干燥技术对宝日希勒褐煤进行脱水干燥提质是可行的,因干燥管中气、固相并流操作,不会发生煤粉过热而着火,氧含量控制得当,也不存在煤粉爆炸的危险。

(2) 热重分析表明宝日希勒褐煤适宜的干燥脱水温度为105~371℃。

(3) 给料量一定的条件下,提质煤粉的水分随干燥温度的升高而降低;干燥温度一定的条件下,提质煤粉的水分随给料频率的升高而增大。因此,必须根据提质煤粉的用途选择合适的干燥温度及给料频率,HPU试验线适宜的干燥温度为220~320℃,给料频率为30~50 Hz。

(4) 宝日希勒褐煤的热压成型性能较好,提质煤粉在较宽的水分范围内压制型煤,其质量指标均能满足工业型煤质量要求,综合考虑干燥温度、提质效率,宝日希勒褐煤热压提质较适宜的水分范围为5%~13%,最佳水分为5%~8%,此时,型煤的抗压强度可达900 N/个以上,落下强度超过80%。

参考文献:

- [1] 赵振新,朱书全,马名杰,等.中国褐煤的综合优化利用[J].洁净煤技术,2008,14(1):28-31.
- [2] 崔义,周鹏.褐煤干燥成型技术的研究[J].洁净煤技术,2012,18(1):42-44.
- [3] 熊友辉.高水分褐煤燃烧发电的集成干燥技术[J].锅炉技术,2006,37(S):46-49.
- [4] 朱书全.褐煤提质技术开发现状及分析[J].洁净煤技术,2011,17(1):1-4.
- [5] 高俊荣,陶秀祥,侯彤,等.褐煤干燥脱水技术的研究进展[J].洁净煤技术,2008,14(6):73-76.
- [6] 万永周,高俊荣,肖雷,等.褐煤的脱水提质研究[J].煤炭工程,2010(4):75-77.
- [7] 高俊荣,陶秀祥,万永周,等.褐煤热压脱水成型试验[J].煤炭科学技术,2009,37(6):126-128.
- [8] 邹华生,钟理,伍钦,等.传热传质过程设备设计[M].广州:华南理工大学出版社,2007.
- [9] 金国森.干燥设备[M].北京:化学工业出版社,2002.