

在线煤质分析仪 ECA 在神东洗选中心的应用

王振龙 蒋涵元

(神华神东煤炭集团 洗选中心 陕西 榆林 719315)

摘要: 介绍了煤质在线分析的重要性,以及美国 Thermo Fisher Scientific 公司在线煤质分析仪 ECA 的工作原理,并以神华神东洗选中心保德选煤厂的实际应用为例,深入分析了 ECA 的使用效果。通过随机抽取若干 ECA 在线监测的煤质数据,以及对应时间段内人工化验的煤质数据,通过线性回归研究二者之间的关联性。结果显示,ECA 在线监测数据与人工采样化验数据具有非常好的线性关系,在生产中具有较强的指导意义。借助于 ECA 的在线监测,保德选煤厂可以随时调整分选参数,确保商品煤各项指标稳定、合格,使用中效果较好,发挥了较为理想的参考价值。ECA 的应用有效地克服了实际生产中煤质化验数据不及时、数据分析不准确、代表性不强等对生产的负面影响,实时提供数据,为生产提供可靠的参考,克服了生产参数制定的盲目性和经验性。

关键词: ECA; 煤质; 在线分析; 关联性; 线性分析

中图分类号: TD94

文献标识码: B

文章编号: 1006-6772(2013)06-0105-04

Application of ECA on-line coal quality analyzer in Shendong washing center

WANG Zhenlong, JIANG Hanyuan

(Washing Center of Shenhua Shendong Coal Group Co., Ltd., Yulin 719315, China)

Abstract: Coal quality on-line analysis plays an important part in monitoring coal quality. Introduce the working principle of ECA on-line coal quality analyzer and its application in Baode coal preparation plant. Randomly select some data acquired by ECA, meanwhile get corresponding manual sampling results. Investigate the correlation between the data through linear regression method. The results show that there is better linear regression between the two. With the help of ECA, Baode coal preparation plant can regulate separating parameters at any time and ensure the stability of commercial coal quality. The application of ECA solves the problems that existed in coal quality detection process. It can provide data in time for production, and make the production more specific.

Key words: ECA; coal properties; on-line analysis; correlation; linear analysis

0 引 言

煤质管控是选煤厂的工作任务所在,生产出质量合格的商品煤是选煤厂生产的最终目的^[1]。发

热量是动力煤最重要的指标^[2],在动力煤洗选加工作业中,对煤的发热量指标进行有效控制,使之达到要求指标尤为重要,特别是在目前煤炭市场不景气的环境下,合格、稳定的商品煤发热量无疑也是

收稿日期: 2013-08-23 责任编辑: 孙淑君

作者简介: 王振龙(1985—),男,辽宁兴城人,助理工程师,2008年本科毕业于中国矿业大学(北京)矿物加工工程专业,现为神华神东洗选中心工艺煤质部工艺煤质管理员。E-mail: jiangyanzhao1988@126.com。

引用格式: 王振龙,蒋涵元.在线煤质分析仪 ECA 在神东洗选中心的应用[J].洁净煤技术,2013,19(6):105-108,116.

煤炭市场的竞争力所在^[3]。而及时、准确的煤质化验数据,是选煤厂掌握原煤煤质,及时调整生产系统各项参数,确保商品煤煤质合格最主要最科学的参考依据。

神华神东洗选中心保德选煤厂北部区设计处理能力800万t,生产工艺为块煤重介浅槽分选—末煤重介旋流器主再选—粗煤泥螺旋分选—煤泥浓缩压滤回收,可靠性高。主要设备为国外进口或国内一流的产品,生产系统灵活,可实现块煤全入选、末煤不入选、块煤全入选末煤部分入选、块煤全入选末煤全入选等多种生产方式。保德选煤厂北部区只生产一种商品煤,洗精煤、筛末煤、板框/筛网煤泥最终进入同一条输送带成为洗混煤。采制样化验煤质的方法具有很高的分析精度,但存在较大采制样误差,且至少要数小时才能得出结果,对生产系统的实时调整和优化运行促进作用非常有限,造成生产系统各项参数调整不及时、参数设定经验性、盲目性等诸多问题,影响商品煤煤质指标的合格、稳定。

鉴于以上诸多问题,急需一种准确、实时分析监测煤质数据的在线煤质分析仪。目前,生产现场使用较多的是灰分仪^[4-6],但是因为动力煤对发热量要求较高,而根据文献和实际经验,灰分和水分都与发热量存在着明显的负相关,所以能够实现多种煤质信息综合监测分析的仪器更具有实际意义。

1 ECA 在线煤质分析仪工作原理

为实时掌握商品煤灰分、水分情况,了解系统总体运行效果,实现对系统的有效控制,保德选煤厂北区在产品输送带上安装了综合性的煤质在线监测装置 ECA。设备于2011年6月安装完成,安装于北部区701产品输送带上方,用以在线采集商品煤水分、灰分等数据。

保德选煤厂所用在线检测装置为美国 Thermo Fisher Scientific 生产的在线煤质分析仪 ECA,该设备目前在燃煤电厂使用较多,选煤厂则较少使用。ECA 为快速 γ 中子活化煤质分析仪,以跨带方式安装于产品输送带上方,通过采用 γ 中子激活分析(PGNAA)的方法进行分析。输送带上的材料受到铯 252($Cf-252$,一种裂变同位素,2.6 a 半衰期)产生的中子的照射,穿透输送带上的材料放慢了中子的速度或使其热能化。材料原子中的核子捕获放慢了速度的中子,捕获中子的核子被激活,但很

快又回复到稳定状态,产生伽玛光子,每一种主要元素在回复到稳定的过程中,伽玛光子的能量级别的分布都是唯一的。伽玛光子被闪光探测器探测到,产生光脉冲,装在分析仪电子模块中的高速电子线路将这种脉冲放大并进行处理,产生一种复合的伽玛光子谱。计算机持续不断地分析复合光谱,来确定单一元素的浓度。质量均匀的元素合成物每分钟用计算机进行元素分析,流量、速度通过安装在 ECA 上端的输送带秤进行测量。氧化物按分子元素和相应的氧化物的质量比率进行计算。所有灰分通过氧化物构成和其它成分的总和来确定。除可以测定灰分、硫分外,ECA 还可以选配微波水分仪,在线水分仪国内尚无成型产品,而微波水分仪测量精度可达 $\pm 0.2\%$,微波水分仪工作过程中需要配合另一枚放射源铯 137(^{137}Cs ,放射性同位素,30 a 半衰期)进行密度补偿。进行灰分、水分在线监测分析后,ECA 还可以计算出发热量,提供最直观的参考依据^[7-8]。ECA 在线监测数据变化趋势如图1所示。

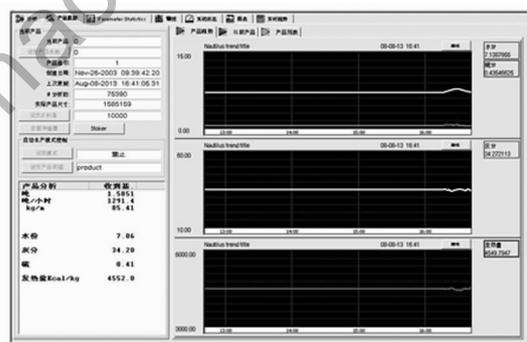


图1 ECA 在线监测数据变化趋势

ECA 在线分析仪的操作界面较为直观,包括每分钟的在线监测分析数据、任意设置时间累积的监测分析数据、监测分析数据走势曲线等,此外还可以将监测数据保存为电子表格,供更加详细深入的参考、研究、分析。

2 检测结果分析

ECA 在线检测装置的使用,有助于岗位了解系统脱水效果及分选情况,以确认系统是否出现跑水,分选指标是否合适,从而及时采取控制措施。结合实际生产中在线监测分析所得数据与产品煤实验化验所得数据,显示出 ECA 所测数据的准确性,对比见表1。

表 1 ECA 数据与化验数据对比

日期	ECA 监测分析数据			化验分析数据		
	E 日均水分/%	E 日均灰分/%	E 日均发热量/(MJ·kg ⁻¹)	日均水分/%	日均灰分/%	日均发热量/(MJ·kg ⁻¹)
2013-07-01	7.3	36.60	18.35	6.5	35.15	18.20
2013-07-02	6.8	36.81	18.49	6.7	35.94	17.82
2013-07-03	6.8	36.00	18.70	6.3	36.85	17.61
2013-07-04	6.8	35.89	18.74	6.3	37.19	17.48
2013-07-05	6.8	35.59	18.80	6.2	36.37	17.83
2013-07-06	6.9	35.83	18.72	6.2	36.70	17.73
2013-07-07	7.1	35.14	18.81	6.2	35.96	17.92
2013-07-08	6.9	36.44	18.56	6.0	35.20	18.29
2013-07-09	7.0	36.95	18.38	6.4	36.84	17.61
2013-07-10	6.9	36.14	18.65	6.4	36.93	17.53
2013-07-11	6.9	36.96	18.44	6.4	37.13	17.51
2013-07-12	7.3	33.79	19.06	6.4	35.63	18.02
2013-07-13	7.5	33.73	18.99	7.0	33.97	18.46
2013-07-14	7.8	33.96	18.82	7.1	34.53	18.21
2013-07-15	8.3	35.84	18.14	8.1	35.11	17.87
2013-07-16	7.8	34.35	18.71	7.3	34.94	18.11
2013-07-17	7.5	35.16	18.64	7.7	34.76	18.14
2013-07-18	7.7	34.81	18.63	7.8	35.24	17.86
2013-07-19	7.4	36.11	18.45	7.7	34.39	18.24
2013-07-20	7.5	33.53	19.02	6.6	34.02	18.62
2013-07-21	7.7	29.93	19.85	7.0	34.69	18.29
2013-07-22	7.6	35.13	18.61	7.5	33.71	18.65
2013-07-23	6.9	37.58	18.27	6.9	36.83	17.61
2013-07-24	7.6	31.59	19.48	7.2	33.45	18.81
2013-07-25	7.0	31.95	19.63	6.8	33.18	18.96
2013-07-26	7.5	32.12	19.40	7.4	34.91	18.28
2013-07-27	7.3	31.84	19.56	6.9	33.39	19.03
2013-07-28	7.6	31.78	19.43	7.2	34.27	18.79
2013-07-29	7.6	34.41	18.77	7.3	35.94	18.09

因销售、考核采用化验指标,根据上述数据,可求出 ECA 在线监测水分、灰分与化验所得水分、灰分之间的回归方程,分别为

$$M_{t\text{化验}} = -1.70 + 1.18M_{t\text{ECA}} \quad (1)$$

$$A_{d\text{化验}} = 20.22 + 0.43A_{d\text{ECA}} \quad (2)$$

通过 EXCEL 对水分、灰分回归结果和化验结果进行 F 检验和 t 检验,结果表明,均不具有显著性差异,具有统计学意义,回归方程具有参考价值^[9]。

因大量文献显示水分、灰分与发热量之间存在线性关系,且从对比中可以看出 ECA 与化验所得水分、灰分相差不大,发热量相差较大,可以建立 ECA 在线监测水分、灰分与化验所得发热量之间的回归方程

$$Q_{\text{net ar 化验}} = (5439.77 + 26.95M_{t\text{ECA}} - 37.68A_{d\text{ECA}}) \times 4.1868 \times 10^{-3} \quad (3)$$

此外,在线监测分析所得发热量与化验发热量之间的关系为

$$Q_{\text{net ar 化验}} = (1234.12 + 0.69Q_{\text{ECA}}) \times 4.1868 \times 10^{-3} \quad (4)$$

Q_{ECA} 为 ECA 根据所测灰分、水分,结合化验数据进行回归分析所得,需经常在线校正,而水分、灰分为直接检测所得,因此仅参考在线监测水分、灰分值,并将其作为 X_1, X_2 ,以化验所得发热量作为 Y 值进行回归,获得回归公式,并指导生产^[10]。

将上述计算所得回归公式代入数据进行对比,具体见表 2。

表2 化验数据与回归方程(公式3)所得数据对比

日期	$M_{\text{IECA}} /$ %	$A_{\text{IECA}} /$ %	化验日均发热量/ (MJ · kg ⁻¹)	回归公式发热量/ (MJ · kg ⁻¹)	绝对误差/ (MJ · kg ⁻¹)	相对误差/ %
2013-07-01	7.3	36.60	18.20	17.79	0.41	2.25
2013-07-02	6.8	36.81	17.82	17.89	-0.06	0.35
2013-07-03	6.8	36.00	17.61	18.04	-0.43	2.42
2013-07-04	6.8	35.89	17.48	18.06	-0.58	3.30
2013-07-05	6.8	35.59	17.83	18.10	-0.27	1.53
2013-07-06	6.9	35.83	17.73	18.05	-0.32	1.79
2013-07-07	7.1	35.14	17.92	18.11	-0.19	1.03
2013-07-08	6.9	36.44	18.29	17.94	0.35	1.92
2013-07-09	7.0	36.95	17.61	17.81	-0.20	1.16
2013-07-10	6.9	36.14	17.53	18.00	-0.47	2.65
2013-07-11	6.9	36.96	17.51	17.86	-0.35	1.96
2013-07-12	7.3	33.79	18.02	18.28	-0.26	1.49
2013-07-13	7.5	33.73	18.46	18.23	0.23	1.22
2013-07-14	7.8	33.96	18.21	18.42	0.09	0.53
2013-07-15	8.3	35.84	17.87	17.65	0.22	1.24
2013-07-16	7.8	34.35	18.11	18.04	0.07	0.37
2013-07-17	7.5	35.16	18.14	17.99	0.15	0.81
2013-07-18	7.7	34.81	17.86	17.98	-0.12	0.68
2013-07-19	7.4	36.11	18.24	17.86	0.38	2.07
2013-07-20	7.5	33.53	18.62	18.26	0.36	1.93
2013-07-21	7.7	29.93	18.29	18.82	-0.53	2.91
2013-07-22	7.6	35.13	18.65	17.97	0.68	3.66
2013-07-23	6.9	37.58	17.61	17.74	-0.13	0.71
2013-07-24	7.6	31.59	18.81	18.57	0.24	1.29
2013-07-25	7.0	31.95	18.96	18.67	0.29	1.50
2013-07-26	7.5	32.12	18.28	18.51	-0.23	1.28
2013-07-27	7.3	31.84	19.03	18.63	0.40	2.11
2013-07-28	7.6	31.78	18.79	18.54	0.25	1.34
2013-07-29	7.6	34.41	18.09	18.08	0.01	0.02

从表2可以看出,IECA在线检测数据所得回归公式计算结果与化验数据之间相对误差和绝对误差都较低,在线监测数据可参考性非常强。此外,还利用EXCEL自带的 F 检验和 t 检验功能进行了检验,结果表明回归公式所得发热量和化验所得发热量不具有显著差异,具有统计学意义,回归方程具有参考价值。因此,二者具有非常好的关联性,在目前这种商品煤化验数据相对滞后,难以及时指导生产的情况下,对现场生产具有较强的指导意义。

此外,将监测分析发热量代入回归公式(4)同样可以发现该公式所得数据相对误差、绝对误差较小,具有较强的参考价值。

3 结 语

利用Thermo Fisher Scientific在线煤质分析仪IECA准确的在线监测分析功能,保德选煤厂北部区可以实时准确地调整各项分选参数,保证商品煤质的合格稳定,起到了较好效果。例如,在分选密度不变的情况下,一旦监测出现灰分高、发热量低的情况,就可以立即提高末煤入选量,从而达到降低灰分提高发热量的目的。因自动化、信息化和市场发展的要求,提质、增效、降本将是煤炭企业的努力发展方向,而IECA准确、实时、多功能的优点正适应了这种发展方向。(下转第116页)

末原煤中煤泥 70% 以上, 从而降低煤泥对脱介工艺环节的影响, 减少介耗。

4 经济效益分析

1) 末精煤产量增加 0.52%, 改造前月精煤产量按 11.5 万 t 计算, 吨精煤售价按 850 元计算, 改造后每年可多创效益:

$$598 \text{ t/月} \times 850 \text{ 元/t} \times 12 \text{ 月} = 609.96 \text{ 万元。}$$

2) 介耗由原来的 2.75 kg/t 下降到 1.50 kg/t, 每年按入选原煤 240 万 t, 每吨介质按 700 元计算, 每年可节约介质粉费用:

$$240 \text{ 万 t} \times (2.75 - 1.50) \text{ kg/t} \times 0.7 \text{ 元/kg} = 210 \text{ 万元。}$$

3) 此次脱泥系统改造共花费 35 万元。

4) 此次改造年创造经济效益为:

$$609.96 \text{ 万元} + 210 \text{ 万元} - 35 \text{ 万元} = 784.96 \text{ 万元。}$$

5 结 语

预先脱泥无压给料分选工艺是在充分研究新庄矿原煤煤质的基础上, 结合新庄选煤厂现场实际而设计。垂直斗提的巧妙应用, 在不增加厂房高度的前提下实现了无压重介旋流器的预先脱泥, 降低了介耗, 为其他选煤厂特别是大型炼焦煤选煤厂新建、改扩建提供了新的设计思路。

参考文献:

- [1] 李志勇, 叶鹤, 徐胜. 预先脱泥无压给料重介质旋流器高效分选新工艺[J]. 煤炭加工与综合利用, 2008(5): 1-3.

(上接第 108 页)

参考文献:

- [1] 杜建军, 郑刚. 在线测灰仪在岱庄选煤厂的应用 [OL]. [2005-08-29]. 中国科技论文在线, <http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/200508-170>.
- [2] 陈洪博, 白向飞, 罗隍飞. 煤的发热量与水分、灰分的关系研究[J]. 煤质技术, 2010(4): 26-28.
- [3] 周慧宾. 强化煤质管理提高产品竞争力[J]. 煤炭加工与综合利用, 2006(4): 32-33.
- [4] 关泽龙, 冯彦鸿, 邵辛平, 等. 在线测灰仪在白龙矿选煤厂的应用[J]. 选煤技术, 2001(6): 55-56.

- [2] 吴胜. 选煤新工艺在响水矿选煤厂的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2009(3): 25-27.
- [3] 马士忠, 陈建平, 刘新国, 等. 济三选煤厂降低介耗生产实践[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(4): 16-19.
- [4] 张震, 曹桂宝. 重介选煤工艺在唐口煤业选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(2): 15-17.
- [5] 袁永胜, 李志勇, 王宏. 预先脱泥无压三产品重介旋流工艺的应用及发展[J]. 煤炭工程, 2012(1): 48-49.
- [6] 陶东. 不连沟选煤厂降低介耗的措施[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(2): 20-22.
- [7] 黄开林, 柳建华. 郭家湾选煤厂优化设计思路[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(1): 24-26.
- [8] 白景启, 邢玉梅, 陈艳春. 三产品重介质选煤工艺在唐山春澳选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2013(3): 26-29.
- [9] 马剑. 我国煤炭洗选加工现状及“十二五”发展构想[J]. 煤炭加工与综合利用, 2011(4): 1-5.
- [10] 苏素芳. 预先脱泥重介洗选工艺在邢台选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(3): 4-6.
- [11] 刘佳喜. 预先脱泥重介与不脱泥重介分选效果的比较[J]. 山西焦煤科技, 2004(1): 36-40.
- [12] 袁永胜, 徐胜, 王宏. 炼焦煤选煤厂的选煤新工艺探讨[J]. 煤炭工程, 2010(1): 23-25.
- [13] 谢广元. 选矿学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001: 138-304.
- [14] 王正书, 周学东. 粗煤泥分选工艺在安家岭选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(3): 7-9.
- [15] 王新文, 孙海洋, 余训天, 等. 中国选煤厂脱介筛的应用现状[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(3): 10-13.
- [16] 李炳才, 营涛, 韩恒旺. 梁北选煤厂预脱泥工艺分析[J]. 煤炭加工与综合利用, 2011(5): 11-13.

- [5] 张艳红. TW-1 型煤炭灰分测定仪在富强选煤厂的应用[J]. 煤炭技术, 2009, 28(2): 121-122.
- [6] 闫世铸. SCL-2000 型煤灰分仪在选煤总厂的应用[J]. 山东煤炭科技, 2010(6): 37.
- [7] 潘晶. 燃煤电厂应用煤质在线检测技术的现状及前景[J]. 东北电力技术, 2007(1): 43-46.
- [8] 林长明. 试论煤质在线分析系统在火电厂的应用[J]. 科技致富向导, 2011(30): 205.
- [9] 李金海. 多元回归分析在预测中的应用[J]. 河北工业大学学报, 1996, 25(3): 57-61.
- [10] 郭向锋. EXCEL 回归计算功能在选煤生产数据处理中的应用[J]. 黑龙江科技信息, 2013(18): 38.