

# 天然射线灰分仪在精煤灰分检测中的应用

陈 飞 洪美玲  
(淮北矿业集团涡北选煤厂)

**摘 要** 针对涡北选煤厂人工采样化验混精煤灰分时存在的数据滞后、效率低的弊端,在全面分析天然射线灰分仪工作原理和结构的基础上,提出将 NGAM-2008 天然射线灰分仪应用于混精煤灰分的检测。生产现场应用结果表明,NGAM-2008 天然射线灰分仪精密率达 0.16%,满足煤样灰分小于 15% 时的要求,且能实时显示数据,人工劳动强度低,可及时、准确地指导选煤生产,经济、社会效益显著。

**关键词** 天然射线灰分仪 精煤灰分 精密度

淮北矿业集团涡北选煤厂是一座特大型炼焦煤选煤厂,具有两个独立的分选系统,均采用原煤(0.5~50 mm)“无压三产品重介质旋流器分选—(-0.05 mm)煤泥浮选—浮选尾煤压滤”分选工艺进行生产。精煤产品由重介精煤、粗精煤泥和浮选精煤三部分组成。精煤产品灰分是选煤厂与用户之间结算的主要依据之一,也是考核煤炭产品质量的重要指标,因此精确测定其含量意义重大。

## 1 应用背景

2016年8月之前,混精煤(重介质旋流器分选出的精煤与浮选精煤混合)灰分主要通过人工快速灰分化验法测定,数据滞后一小时,效率低,不能及时指导生产。同时煤样代表性受加压过滤机排料连续性的影响较大,存在一定的系统误差。另外,人工化验数据多、现场采样环境差、职工劳动强度大,为选煤生产带来不便。因此,迫切需要一套适用于混精煤产品灰分的实时动态检测方法。

结合 NGAM-2008 天然射线灰分仪在东滩选煤厂、西南地区多个选煤厂原煤灰分测定方面的成功应用<sup>[1-2]</sup>,将 NGAM-2008 天然射线灰分仪运用于该混精煤灰分的测定。

## 2 天然射线灰分仪

NGAM-2008 天然射线灰分仪利用煤中矿物质发射的天然  $\gamma$  射线,对其中的灰分进行快速检测<sup>[3-4]</sup>,无放射源,简单、安全、可靠,使用年限长,且

皮带上煤流的宽度、厚度对天然  $\gamma$  射线的测量无影响,真正实现全断面测量。

### 2.1 工作原理及结构组成

放射性元素在自然界中普遍存在,煤炭中这些微量的放射性元素发射的天然  $\gamma$  射线与周围物质相互作用时,天然  $\gamma$  射线的能量就向低能方向聚集,从而形成低能峰,其谱线形状和峰面积与煤成分构成有关。 $\gamma$  射线探测器通过探测  $\gamma$  射线的粒子通量,快速检测出煤的灰分。

NGAM-2008 天然射线灰分仪由  $\gamma$  射线探测器、环境辐射屏蔽体、射线能谱分析处理仪、煤流负荷称重装置、主机、通讯模块及灰分析软件等单元组成,见图 1。

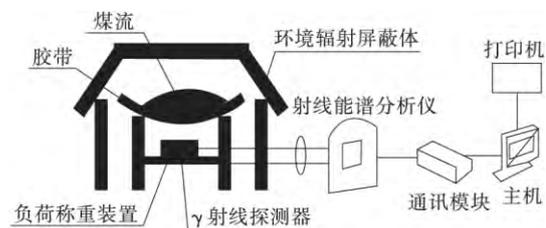


图1 NGAM-2008 天然射线灰分仪结构示意图

$\gamma$  射线探测器接收到煤流发出的  $\gamma$  射线粒子信号后,将其转换为电信号,供射线能谱分析仪分析、处理、计算。分析仪计算的信息通过通讯模块传输到控制室的主机上,主机运行灰分析软件,解析射线能谱分析仪上传的核探测数据,从而计算出灰分。

### 2.2 测量精度

NGAM-2008 天然射线灰分仪可实现灰分与产量一体化测量,灰分测量精密度见表 1。

陈 飞(1987—),男,工程师,233600 安徽省亳州市涡阳县涡北街道。

表 1 NGAM-2008 天然射线灰分仪的测量精密度 %

| 灰分范围  | 测量精密度 |
|-------|-------|
| <15   | ±0.5  |
| 15~30 | ±1.5  |
| >30   | ±2.5  |

### 3 使用效果

为检验 NGAM-2008 天然射线灰分仪的检测精密度,分析连续 6 d 的灰分仪检测值和人工化验值,结果见表 2。

表 2 煤样的灰分仪检测值与化验值对比

| 组别    | 时间    | 检测值 $A_i$ /% | 化验值 $R_i$ /% | 偏差 $d_i$ /% | 组别    | 时间区间  | 检测值 $A_i$ /% | 化验值 $R_i$ /% | 差值 $d_i$ /% |
|-------|-------|--------------|--------------|-------------|-------|-------|--------------|--------------|-------------|
| 第 1 组 | 0:00  | 10.49        | 10.64        | -0.15       | 第 4 组 | 0:00  | 10.66        | 10.55        | 0.11        |
|       | 1:00  | 10.51        | 10.49        | 0.02        |       | 1:00  | 10.58        | 10.54        | 0.04        |
|       | 2:00  | 10.61        | 10.74        | -0.13       |       | 2:00  | 10.53        | 10.61        | -0.08       |
|       | 3:00  | 10.62        | 10.41        | 0.21        |       | 3:00  | 10.68        | 10.67        | 0.01        |
|       | 4:00  | 10.65        | 10.59        | 0.06        |       | 4:00  | 10.68        | 10.80        | -0.12       |
|       | 5:00  | 10.61        | 10.71        | -0.10       |       | 5:00  | 10.67        | 10.82        | -0.15       |
|       | 6:00  | 10.65        | 10.79        | -0.14       |       | 6:00  | 10.69        | 10.65        | 0.04        |
| 第 2 组 | 7:00  | 10.63        | 10.69        | -0.06       | 7:00  | 10.69 | 10.70        | -0.01        |             |
|       | 0:00  | 10.61        | 10.64        | -0.03       | 第 5 组 | 0:00  | 10.59        | 10.69        | -0.10       |
|       | 1:00  | 10.63        | 10.58        | 0.05        |       | 1:00  | 10.55        | 10.55        | 0.00        |
|       | 2:00  | 10.60        | 10.41        | 0.19        |       | 2:00  | 10.39        | 10.90        | -0.51       |
|       | 3:00  | 10.63        | 10.48        | 0.15        |       | 3:00  | 10.39        | 10.55        | -0.16       |
|       | 4:00  | 10.62        | 10.57        | 0.05        |       | 4:00  | 10.45        | 10.92        | -0.47       |
|       | 5:00  | 10.62        | 10.42        | 0.20        |       | 5:00  | 10.39        | 10.65        | -0.26       |
| 6:00  | 10.59 | 10.42        | 0.17         | 6:00        |       | 10.35 | 10.42        | -0.07        |             |
| 第 3 组 | 7:00  | 10.58        | 10.58        | 0.00        | 7:00  | 10.47 | 10.74        | -0.27        |             |
|       | 0:00  | 10.60        | 10.56        | 0.04        | 第 6 组 | 0:00  | 10.59        | 10.62        | -0.03       |
|       | 1:00  | 10.61        | 10.58        | 0.03        |       | 1:00  | 10.64        | 10.70        | -0.06       |
|       | 2:00  | 10.42        | 10.62        | -0.20       |       | 2:00  | 10.68        | 10.78        | -0.10       |
|       | 3:00  | 10.56        | 10.76        | -0.20       |       | 3:00  | 10.64        | 10.64        | 0.00        |
|       | 4:00  | 10.39        | 10.68        | -0.29       |       | 4:00  | 10.66        | 10.72        | -0.06       |
|       | 5:00  | 10.50        | 10.55        | -0.05       |       | 5:00  | 10.66        | 10.80        | -0.14       |
| 6:00  | 10.25 | 10.36        | -0.11        | 6:00        |       | 10.67 | 10.87        | -0.20        |             |
| 7:00  | 10.48 | 10.75        | -0.27        | 7:00        | 10.66 | 10.70 | -0.04        |              |             |

由表 2 可计算得偏差平均值

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n}$$

$$\text{方差 } V_d = \frac{\sum d_i^2 - \frac{1}{n}(\sum d_i)^2}{n-1} \quad \text{标准差 } S_d = \sqrt{V_d}$$

= 0.158.

$$\text{则测量精密度 } \delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (d_i + \bar{d})^2}{N-1}} = 0.16.$$

说明 NGAM-2008 天然射线灰分仪灰分测量精密度满足被测煤样灰分小于 15% 时的要求。

在精煤皮带上安装 NGAM-2008 天然射线灰分仪后,运行平稳。生产中,参照灰分仪的动态数据,及时调节选煤生产参数,提高了混精煤合格率,提高了精煤产率,混精煤合格率从 67.82% 提高到 78.89%,精煤产率从 57.03% 提高到 57.35%。按照年入洗原煤 330 万 t,精煤价格 800 元/t 计算,可以多盈利 844.8 万元,为选煤厂创造了巨大的效益。

### 4 结 论

NGAM-2008 天然射线灰分仪日常维护量小,无辐射、安全可靠,精密度高。相比人工化验,灰分仪检测结果可实时显示,人工操作劳动强度大大降低。不但给生产操作带来极大便利,而且测量精密度较高,为 0.16%,满足煤样灰分含量小于 15% 时的检测要求。采用天然射线灰分仪进行精煤灰分的在线实时检测,是提升选煤厂自动化水平的重要手段,对于提高企业的经济效益和社会效益具有积极作用。

### 参 考 文 献

- [1] 葛学海,白云飞,陈鹏,等. NGAM-2008 天然射线灰分仪在东滩选煤厂的应用[J]. 选煤技术, 2014(4): 69-72.
- [2] 葛学海,白云飞,陈鹏,等. NGAM-2008 天然射线灰分仪在西南地区选煤厂的应用[J]. 选煤技术, 2016(4): 63-66.
- [3] 彭勇,张江云,柏仁宣. NGAM-2008 天然射线灰分仪在原煤煤质检测中的研究应用[J]. 煤质技术, 2014(S1): 57-59.
- [4] 葛学海,白云飞,陈鹏,等. NGAM-2008 天然射线灰分仪在选煤厂原煤灰分检测中的应用[J]. 选煤技术, 2016(2): 64-67.

(收稿日期 2017-02-23)