

文章编号: 1001-3571 (2008) 01-0054-03

SCL-2000型煤灰分仪在济宁二号煤矿选煤厂的应用

王忠正¹, 王文清²

(1. 济宁二号煤矿选煤厂, 山东 济宁 272100 2. 北京工业职业技术学院, 北京 石景山 100042)

摘要: 阐述了 SCL-2000型煤灰分仪的原理、组成及功能特点, 并介绍了其在济宁二号煤矿选煤厂煤炭产品质量控制中的应用。

关键词: 原理; 组成; 应用效果

中图分类号: TD948.9

文献标识码: A

1 概述

济宁二号煤矿选煤厂是兖州矿区第五座大型选煤厂, 位于山东省济宁市境内, 设计年处理能力为 400 万 t, 总投资为 3 亿元, 于 1998 年 11 月 18 日正式投产。选煤厂始终以“精煤产品质量合格率 100%”作为自己的质量目标。

为了对产品的灰分进行有效监测, 济宁二号煤矿选煤厂 1999 年从国外引进了两台 Coalscan 2800 型灰分仪, 2003 年又购置了两台 SCL-2000 型煤灰分仪, 安装在块精煤带式输送机和两条装车带式输送机上, 用于在线检测洗煤及装车产品质量的情况, 避免了“快灰”化验法严重滞后生产的弊端, 对选

煤厂的选煤生产、配煤装车起到了指导作用, 很好地控制了精煤的灰分, 取得了良好的效果。

2 SCL-2000型煤灰分仪原理

煤由可燃烧的有机质和不可燃烧的矿物质组成。有机质的构成元素主要是 C、H、N、O 四种, 简称“低 Z 元素”; 矿物质的构成元素主要是 Si、Al、Fe、Ca、Mg、S 六种, 简称“高 Z 元素”。煤灰分就是煤在一定温度下充分、完全灼烧后, “高 Z 元素”氧化物所占质量的百分数。

²⁴¹Am 低能窄束 γ 射线穿过物质后, 其强度 I 按指数规律衰减:

$$I = I_0 \exp(-\mu_L \rho d) \quad (1)$$

式中: I 为有煤时探测器测到的一定时间间隔内的 ²⁴¹Am 的 γ 的记数; I₀ 为无煤时, 探测器测到的一定时间间隔内的 ²⁴¹Am 的 γ 的记数; μ_L 为煤对 ²⁴¹Am γ 射线的质量衰减系数; ρ 为煤的堆积密度; d 为煤的

收稿日期: 2007-11-20

作者简介: 王中正 (1962-), 男, 山东沂水人, 工程师, 兖矿集团机电专业学科带头人, 现任济宁二号煤矿选煤厂机电副厂长, 联系电话: (0537) 2626040。

End If

Else If f(a) * f(b) < 0 Then

Do

$$c = (a + b) / 2$$

If f(a) * f(c) < 0 Then

$$b = c$$

Else If f(c) = 0 Then

Exit Do

Else

$$a = c$$

End If

Loop Until Abs(a - b) <= e

Else

MsgBox " error" 给出错误提示

Exit Sub

End If

Text9.Text = "所需分流量为 VP= " & c

End Sub

5 结语

本程序中依据煤泥量的平衡调节分流量, 通过比较进入系统与排出系统煤泥量的差值, 采用二分法逐步调节分流量值, 直到进入系统与排出系统的煤泥量之差等于或小于要求 (本程序的设定值为 0.1%), 认为这时的分流量是合理的, 系统的煤泥量达到了平衡。

介质流程计算是一项复杂的工程, 但通过计算机编程, 可以利用已知参数计算出分流量, 而不再需要使用设计手册上繁琐的分流量计算公式, 这不仅可用于选煤厂设计, 也为选煤厂实际生产中分流量的调节提供了依据。

厚度。

同样, ^{137}Cs 中能窄束 γ 射线穿过物质后, 其强度按指数规律衰减:

$$J = J_0 \exp(-\mu_m \rho d) \quad (2)$$

式中: J 为有煤时, 探测器测到的一定时间间隔内的 ^{137}Cs 的 γ 的记数; J_0 为无煤时, 探测器测到的一定时间间隔内的 ^{137}Cs γ 射线的记数; μ_m 为煤对 ^{137}Cs γ 射线的质量衰减系数。

故被测煤样灰分值 A_g 可由下式算出:

$$A_g = 2\mu_m / (\mu_z - \mu_c) \cdot (\ln J_0 - \ln J) / (\ln J_0 - \ln J) - 2\mu_c / (\mu_z - \mu_c) \quad (3)$$

式中: μ_z 为煤中“高 Z 元素”对 ^{241}Am 低能窄束 γ 射线质量衰减系数; μ_c 为煤中“低 Z 元素”对 ^{241}Am 低能窄束 γ 射线质量衰减系数。 γ 射线质量衰减系数 μ_L 、 μ_m 、 μ_z 、 μ_c 对特定的煤种均为常数。

3 SCL-2000型煤灰分仪组成及功能特点

SCL-2000 灰分仪由双光子源 γ 射线输出器、Na 闪烁探测器、控制箱、PC 工控机及应用软件组成。

3.1 双光子源 γ 射线输出器

双光子源 γ 射线输出器内装放射源 ^{241}Am (200mCi)、 ^{137}Cs (20mCi), 两种不同能量的射线从 γ 射线输出器的防护铅罐的准直孔射出, 穿过煤层, 射向探测器。两种放射源的具体参数如表 1 所示。

表 1 放射源参数

| 放射源 | 核素 | γ 能量 / keV | 半衰期 / a | 活度 / Bq |
|---------------|-------------------|-------------------|---------|--|
| 低能 γ 源 | ^{241}Am | 60 | 426 | $3.7 \times 10^9 \sim 7.4 \times 10^9$ |
| 中能 γ 源 | ^{137}Cs | 662 | 30 | $3.7 \times 10^8 \sim 7.4 \times 10^8$ |

放射源装在屏蔽准直铅罐内, 铅罐有两个作用: ①整形, 使 γ 射线从准直孔成一圆锥形射出, 穿过被测煤层, 射向闪烁探测器; ②屏蔽防护, 保护操作人员安全。距 0.2m 处剂量当量率为 $7.75 \times 10^{-6} \text{ Sv/h}$ 符合 GB4792-1984《放射卫生防护基本标准》中规定的公众个人的剂量限值。

3.2 Na 闪烁探测器

采用 Na 闪烁探测器检测 γ 射线。其特点是: ①脉冲计数, 时间响应快。 γ 脉冲上升时间约为 0.3 μs 脉宽 1 μs ②能量分辨率高。在测量 ^{241}Am 和 ^{137}Cs 的混合 γ 射线时, 容易把两者甄别出来。

3.3 控制箱

控制箱由高压电源、宽窗单道脉冲幅度分析器、放大器、预处理器、稳峰控制电路和信号转换

组成。其功能是将 Na 闪烁探测器输出的脉冲信号经宽窗单道脉冲幅度分析器、放大器放大后通过稳峰仪模块送入信息传送模块, 信息传送模块将数字信号转化成可远距离传送的 RS-422 信号。

Na 闪烁探测器探测到的 ^{241}Am 和 ^{137}Cs 的混合闪烁 γ 射线能谱如图 1 所示。

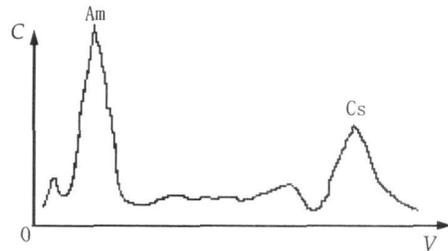


图 1 Na 闪烁探测器探测到的 ^{241}Am 和 ^{137}Cs 的 γ 射线能谱

稳峰器通过调节高压电源输出值使 ^{137}Cs 全能峰位置保持不变, 保证了整个混合 γ 能谱稳定不发生偏移, 使灰分仪的精度不受环境因素影响。

3.4 主机

主机由 PC 工控机和应用软件组成。

PC 工控机为研华当前流行的标准配制: PV 2G CPU 160G 硬盘、43 cm 液晶、52 倍速光驱、56 kModem 100M 网卡。

应用软件运行在 Windows XP 的中文平台上, 有【显示状态】、【工程师设置】、【产量查询】、【系统报表】、【关于】、【退出】六个主要功能菜单, 可完成数据的采集、计算 (用户曲线的建立; 用户曲线的选择; 测量控制)、显示仪器的状态 (三个通道 C_1 、 C_2 、 A_m 的计数值; 控制电压 V 稳定系数 B) 和灰分的报表统计等工作。

3.5 精度误差

被测精煤灰分在 5% ~ 15% 时, 测量误差 $\leq \pm 0.5\%$; 被测中煤灰分在 15% ~ 30% 时, 测量误差 $\leq \pm 1.5\%$; 被测原煤灰分 $> 30\%$ 时, 测量误差 $\leq \pm 2.5\%$ 。

3.6 特点

(1) 快速。可以在线连续测量输送带上物料的灰分值, 能给出 1min、3min、1h 等不同时间间隔的煤灰分值及对输送机物料质量的加权平均值。

(2) 准确。由于采用了穿透能力很强的低能及中能 γ 射线及智能化计算机软件处理, 使得整个测量过程对煤的粒度、煤的水分、煤层厚度、煤层断面的对称性等影响不大, 因此保证了高准确度。

(3) 方便。①安装方便, 只须在皮带下安装 C 型架; ②获取数据方便, 在线测量省去了繁杂的取样、制样过程; ③数据处理方便, 标准 Access 数据库, 可根据现场需要生成电子图表, 直接打出日报表、月报表及实现联网, 完成工业系统信息的自动管理; ④维护方便, 灰分仪安装使用后基本上不需要任何硬件维护, 在很大程度上降低了操作人员的体力劳动, 减少了维护人员和仪器接触的时间。

4 SCL-2000 型煤灰分仪的应用效果

洗煤厂对精煤进行检测的传统做法是采用小时“快灰”化验法, 这种做法的最大缺点在于给出灰分结果的滞后时间长, 因此生产中选煤工人得到的灰分值实际上已经是半小时或一个小时以前的结果。在原煤灰分变化不大的情况下, 这种灰分结果的滞后可能对生产影响不会太大, 但当原煤灰分变化较大时, 要控制精煤灰分稳定地接近于上限值就比较难了。

在线煤灰分仪可以解决小时“快灰”法灰分结果滞后的问题。把在线测灰仪安装在精煤皮带上, 当煤流经过时, 灰分仪在线地测量出煤的灰分, 并不断地将结果反馈给岗位工, 每 1 min 改变一次显示灰分值。及时的精煤灰分信息反馈, 对选煤过程中灰分的稳定控制非常有利。因此, 灰分仪的质量和稳定性直接影响精煤的质量和选煤厂的经济效益。

2005 年 5 月, 济宁二号煤矿选煤厂对在用的两种灰分仪的应用状况进行了对比总结。

4.1 仪器故障率

SCL-2000 型煤灰分仪在选煤厂混煤监测系统中已经安装投用了 3 年, 选煤厂混煤系统的平均开机带煤时间一般在 20 h/d 以上, 所以其实际有效运行时间高达 30 个月, 而在 30 个月的运行时间内没有发生一次非人为故障, 没有更换过一次硬件设施。

Coalscan 2800 型灰分仪在选煤厂虽然投入运行了近 6 年, 但其所监测的装车系统的平均开机带煤

时间仅为 6 h/d 所以其实际运行时间仅为 18 个月, 而且其投用以来, 共更换了通讯模板 3 块、水分模板 7 块、主板 1 块, 所更换的模板合计价格高达 40 万元。

4.2 质量稳定性

SCL-2000 型煤灰分在线测定仪在有效运行的 30 个月的时间里, 质量事故率为零, 而且监测质量稳定; Coalscan 2800 型灰分仪在有效运行的 18 个月的时间里, 系统运行很不稳定, 经常发生系统非人为死机现象, 严重影响了选煤厂装车系统的正常运行。

4.3 精度误差

通过对两种灰分仪进行了动态标定, 即灰分仪的监测数据与人工化验数据进行对比, 得到结果如表 2 所示。

表 2 灰分仪的精度误差

| 煤样编号 | SCL-2000 型灰分仪 | | Coalscan 2800 灰分仪 | | % |
|------|---------------|-------|-------------------|------|---|
| | 化验数据 | 监测数据 | 化验数据 | 监测数据 | |
| 1 | 35.62 | 35.78 | 8.09 | 8.6 | |
| 2 | 37.75 | 36.69 | 8.29 | 8.2 | |
| 3 | 36.33 | 35.69 | 8.19 | 8.25 | |
| 4 | 33.77 | 34.25 | 8.55 | 8.16 | |
| 5 | 39.09 | 38.46 | 8.48 | 8.43 | |
| 6 | 37.16 | 37.62 | 8.65 | 8.1 | |
| 误差 | | 1.06 | | 0.46 | |
| 允许误差 | | 2.5 | | 0.5 | |

由表 2 可以看出, SCL-2000 型灰分仪的标定误差远小于其允许误差, 监测质量较高。

5 结论

灰分是煤炭质量的重要指标, 与煤的发热量密切相关; 因此, 控制煤的灰分成为降低能耗、提高企业经济效益的重要手段。SCL-2000 型煤灰分仪汲取了同类核仪表设计原理的长处, 在煤矿生产现场应用过程中充分体现了投资少、效益高、质量稳定、安全可靠等许多优越之处, 在煤矿生产中对保证产品质量起到了很好的指导作用, 提高了选煤企业的经济效益。

欢迎订阅 2008 年《选煤技术》(双月刊)!

电话: (0315) 7759357 传真: (0315) 2816962 E-mail: xmjsbj@heinp.net