

文章编号: 1001—3571 (2003) 03—0043—03

SCL—2000 型煤灰分仪在控制外购精煤质量中的应用

韩 斌¹, 孙 健¹, 王文清²

(1. 邯郸钢铁集团有限责任公司 质量管理部, 河北 邯郸 056015;
2. 北京工业职业技术学院, 北京 石景山 100042)

摘要 介绍了 SCL—2000 型煤灰分仪原理、组成及在控制外购精煤灰分方面的应用实例。

关键词 SCL—2000 煤灰分仪 灰分 快速检测

中图分类号: TD948.9 **文献标识码:** A

1 概 述

对于钢铁企业, 焦炭的灰分每增加一个百分点, 将导致炼铁时焦比增加 2%~2.5%, 高炉单产降低 2.5%~3%, 炉渣增加 2.7%~2.9%。因此, 控制外购精煤灰分成为降低能耗, 提高钢铁企业经济效益的重要手段。而长期以来, 煤灰分一直沿用“缓慢灰化法”进行检验, 从煤车中采样到测定完成需要数小时, 对一个供应商的一批次煤车只能采用抽车取样, 不能做到车车检验。这样, 即使抽车中煤样的灰分严重超标, 因煤早

已卸车上垛也无法剔除了。对供应商只能采用扣吨罚款作警告。

邯钢钢铁集团是年产铁、钢双 500 万 t 的国家特大型钢铁联合企业, 每年需用各种洗精煤 406 万吨 (其中炼焦用 280 万 t、高炉喷吹用 88 万 t、烧结用 38 万 t)。为了解决煤灰分检验滞后的问题, 于 2002 年 4 月购置两台 SCL—2000 型煤灰分仪用于精煤灰分的快速检测, 每样测量时间仅为 4min, 灰分测量误差达到 0.2%, 可做到车车检验, 很好地控制了外购精煤的灰分, 取得了良好的效果。

2 SCL—2000 型煤灰分仪基本原理

煤是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,

收稿日期: 2003—05—19
第1作者简介: 韩斌 (1955—), 男, 河北省邯郸市人, 现任邯郸钢铁集团有限责任公司质量管理部党支部书记, 主要从事煤质管理工作。电话: (0310) 6072663。

楚, 意义明确, 不会发生任何理解偏差或操作分歧; ③ 评定指标隐含了实际分选密度, 符合分选实际与思维习惯; ④ 原煤中任一密度级对可选性的影响都体现在 T 值上, 不需要再扣除任何密度级; ⑤ 评定不会出现偏差, 不需要进行任何验证和修正, 使用简单方便; ⑥ 只进行一些简单的计算和绘图, 完全可以借助已经普及且功能强大的现代计算机来实现评定的快捷、高效与准确。

4 结束语

建议有关方面组织力量开发一种专用软件, 该软件应该集产品计算、曲线绘制、读图、 T 指标计算和可选性等级确定于一身。用户只要输入原煤的密度组成参数, 程序就能自动确定各级分选密度, 逐次快速计算出若干组 (A_d, γ_p) , 并绘成 β 和 β_p 曲线。曲线不用输出, 不需要人工读图, 每当输入一个指定

精煤灰分, 马上就能给出一个特定数量效率指标及可选性等级。

表 1 所给特定数量效率评定法的可选性等级划分标准只是一个雏形, 各等级 T 值梯度定为多少合适, 各级别的 T 值范围定得是否合理, 还有待收集一定数量具有广泛代表性的原煤资料, 结合我国煤情进一步研究探讨再确定。

参考文献:

[1] 安文华. 谈谈分选比重 [J]. 选煤技术, 1985 (4).
[2] 安文华. MT56—1981《中国煤炭可选性评定标准》宣贯说明 [S]. 选煤技术标准手册 (上册), 1987.
[3] 安文华, 李学俊. 煤炭可选性评定方法 (GB/T16417—1996) 宣贯说明 [S]. 选煤标准使用手册, 北京: 中国标准出版社, 1999.
[4] 全国煤炭标准化技术委员会. GB/T15715—1995《煤用重选设备工艺性能评定方法》[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996

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。

SCL-2000 型煤灰分仪采用²⁴¹Am 为低能 γ 源，采用¹³⁷Cs 为高能 γ 源。

²⁴¹Am 低能窄束 γ 射线穿过物体后，其强度按指数规律衰减：

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

式中：I、I₀ 分别为有煤和无煤时探测器测到的一定时间间隔内的²⁴¹Am γ 射线的记数；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 为煤的厚度。

同样，¹³⁷Cs 中能窄束 γ 射线穿过物体后，其强度按指数规律衰减：

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

式中：J、J₀ 为有煤和无煤时探测器测到的一定时间间隔内的¹³⁷Cs γ 射线的记数；μ_m 为煤对¹³⁷Cs γ 射线的质量衰减系数。

故被测煤样灰分值 A_d 可由下式算出：

$$A_d = \frac{2\mu_m}{\mu_z - \mu_c} \cdot \frac{\ln I_0 - \ln I}{\ln J_0 - \ln J} - \frac{2\mu_c}{\mu_z - \mu_c} \quad \cdots \cdots (3)$$

式中：μ_z、μ_c 分别为煤中“高 Z 元素”和“低 Z 元素”对²⁴¹Am 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 型煤灰分仪的组成及功能

SCL-2000 灰分仪由 γ 射线双光子源、NaI 闪烁探测器、稳峰器、扫描控制系统、IPC 工控机及应用软件组成。

3.1 γ 射线双光子源

采用²⁴¹Am 作为低能 γ 源，¹³⁷Cs 为中能 γ 源。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 7.75×10⁻⁶Sv/h，符合国标规定。

3.2 NaI 闪烁探测器

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

3.3 稳峰器

由高压电源、宽窗单道脉冲幅度分析器、放大器、预处理器、稳峰控制电路组成。

NaI 闪烁探测器探测到²⁴¹Am 和¹³⁷Cs 的混合闪烁 γ 射线能谱如图 1 所示。

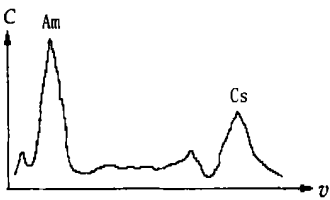


图 1 NaI 闪烁探测器探测到的²⁴¹Am 和¹³⁷Cs 的 γ 射线能谱
稳峰器通过调节高压电源输出值使¹³⁷Cs 全能峰位置保持不变，保证了整个混合 γ 能谱稳定不发生偏移，控制了灰分仪的精度不受环境因素影响。

3.4 扫描控制系统

通过 IPC 工控机发出开始测量灰分的指令，扫描机构从初始位置做螺旋下降运动，使放在扫描机柜上的测量桶的煤样逐层被 γ 射线扫描；测量桶达到下限位时，光电感应开关动作，测量桶向上做螺旋上升运动。到上限位时，扫描机构回到初始位置，光电感应开关动作，测量过程结束。

3.5 IPC 工控机

IPC 工控机为研华当前流行的标准配制：PIII 1G CPU、40G 硬盘、17"平显、52 倍速光驱、56k Modem、100M 网卡。

IPC 工控机完成数据的采集、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 Cs₁、Cs₂、Am 的计数值，控制电压值，稳定系数，扫描时间），灰分的报表统计等工作。

3.6 应用软件

应用软件运行在 Windows98 或 Windows2000 的中文平台上。

3.6.1 高级管理模式

进入高级管理模式可进行测量零点、求证曲线和系统管理。

（1）测量零点。标校煤灰分仪的基准，每天应进行一次，点击“测量零点”即可。

（2）求证曲线。由于煤质成分的差异，为了保证灰分仪测试误差最小，应为每个供应商（煤种产地）建立一个专用曲线。建立曲线只要按要求选好煤样，按图 2 煤样标定对话框内所示的要求和步骤输入数据即可完成。

（3）系统管理。点击系统管理，弹出如图 3 对

话框:

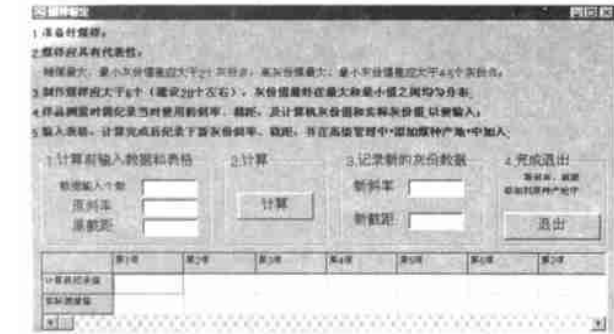


图 2 煤样标定对话框



图 3 系统管理对话框

“添加煤种产地”可为每个供应商建立专用的测试曲线,最多 200 个。“操作员信息管理”可以增减操作员数量、为操作员设定登录密码。

3.6.2 测量煤样灰分

操作员登录后,放好要测试的煤样。点击“测量灰分”后,状态栏下方的数据栏就显示测得的灰分值,每 30s 更新一次。当状态栏显示“测量灰分...0s”时,测试完毕,数据栏(图 4)显示的是整个测量时间内的平均值,即一个煤样的灰分值。



图 4 测试控制栏

SCL-2000 煤灰分仪主要技术指标见表 1。
表 1 SCL-2000 型煤灰分仪技术指标

测量煤样	精度误差	测量时间
精煤(灰分 5%~15%)	≤±0.5%	每样(最短)4min
中煤(灰分 15%~30%)	≤±1.5%	
高灰分原煤(灰分>30%)	≤±2.5%	

4 控制外购精煤质量的应用

4.1 标校

经标校的灰分仪测量误差应符合表 1 所示的精度误差要求。

邯钢钢铁集团质检一站灰分仪使用 3 周后进行了校验,其误差如表 2 所示。

表 2 3 周后灰分仪校验误差

检验方法	1	2	3	4	5	6	7	8	9
灰分仪测量值	11.3	11.1	11.9	10.1	9.8	11.0	10.5	12.4	10.5
灼烧法化验值	11.6	11.2	11.6	9.7	10.0	10.7	10.3	12.0	10.6
误差	-0.3	-0.1	0.3	0.4	-0.2	0.3	0.2	0.4	-0.1

邯钢集团质检一站灰分仪使用 6 周后进行了校验,其误差如表 3 所示。

表 3 6 周后灰分仪校验误差

检验方法	1	2	3	4	5	6	7	8	9
灰分仪测量值	10.6	10.3	10.7	13.2	12.5	11.0	11.3	11.0	10.5
灼烧法化验值	11.1	10.2	11.1	13.7	12.0	10.7	10.9	11.5	10.1
误差	-0.5	0.1	-0.4	-0.5	0.5	0.3	0.4	-0.5	0.4

由此可见,只要做好灰分仪的标定,其精度完全满足要求。

4.2 管理

(1) 用灰分仪对外购精煤进行快速检测,严把质量关,凡是灰分超标的煤车一律退货。送煤车辆到检验平台后,立即取样用灰分仪作快速检测。4min 后出结果,合格的进厂,不合格的退车。特别是对以前灰分波动大的供应商增加检测频数;如果同一批次煤车出现一车超标,则逐车进行检测,从而保证了进厂的精煤灰分不超标。

(2) 用灰分仪查处弄虚作假、以次充好的供应商。在卸车过程中,对同一车精煤分别作上、下部对比检测,核查是否有上好下坏的问题。经检测如果确实是上好下坏,根据有关文件规定程序进行经济处罚,结算时从货款中扣除。

4.3 使用效果

以邯钢集团质检一站为例:质检一站每月购进精煤约 450 车。使用灰分仪前,因检验滞后,没退过精煤车。使用灰分仪后,通过对不合格煤车的统计,其效果显著,详见表 4。

表 4 质检一站不合格煤车统计

时间	灰分超标车数	以次充好车数	合计
2002 年 7 月	49	59	108
2002 年 8 月	22	18	40
2002 年 9 月	8	10	18

使用灰分仪的第一个月,查出灰分超标 49 车,全部退货;查出上好下坏、以次充好 59 车,为公司挽回经济损失 467 260 元。从根本上解决了外购精煤灰分波动大、质量不稳定的老大难问题。使用灰分仪的第二个月,煤灰分不合格的车数下降了 66%。

5 结束语

SCL-2000 型煤灰分仪在邯钢钢铁集团的应用,有效地控制了外购精煤的灰分,为公司创适了可观的经济效益。