

文章编号: 1001—3571 (2009) 01—0052—03

SCL—2000 C 煤灰分仪在 金能煤业公司洗配煤中心的应用

王文清¹, 严永华²

(1. 北京工业职业技术学院, 北京 100042)

2. 宁煤集团金能煤业公司 洗配煤中心, 宁夏 石嘴山 753000)

摘要: 针对传统灰分仪不能在厚煤层和钢丝强力皮带上使用的状况, 研制了可应用于厚煤层和钢丝强力皮带的“双源分置、双探测器”结构的新型煤灰分仪——SCL—2000 C 煤灰分仪。文章阐述了该灰分仪的原理、组成、功能及核心技术, 并介绍了其在神华宁煤集团金能煤业公司洗配煤中心钢丝强力皮带上在线检测煤灰分的应用效果。

关键词: SCL—2000 C 煤灰分仪; 钢丝强力皮带; 双源分置; 双探测器; 原理; 组成; 核心技术
中图分类号: TD48.9 **文献标识码:** A

煤灰分是煤品质的重要指标, 与煤的发热量密切相关。在炼焦工业中, 焦炭的灰分每增加 1 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, 有效控制煤的灰分意义重大, 是增加企业经济效益的重要手段。

目前, 采用双能量 γ 射线透射原理制成的灰分仪在煤灰分的实时在线检测、控制煤的质量中获得了广泛的应用。但是, 这种传统的双能量 γ 射线灰分仪的 γ 射线输出器是将低能 γ 源 ^{241}Am 和中能 γ 源 ^{137}Cs 放置在同一个铅罐中, 两种能量射线从同一铅罐准直孔射出, 以同一射束透射到传送带上, 当用于厚煤层或钢丝强力皮带上检测时, 低能 γ 源 ^{241}Am 衰减很大 (接近天然本底计数), 从而造成灰分仪不能正常使用。

随着高产、高效矿井的增多和选煤厂洗选能力的增加, 对胶带输送机运输能力要求不断提高, 主要表现为: 胶带输送机运输能力不断提高, 皮带上的煤层变得越来越厚, 胶带输送机的带速越来越快。与此相适应, 胶带输送机的皮带普遍选用带钢丝的强力皮带。钢丝对 γ 射线散射很大, 因而传统的双能量 γ 射线灰分仪越来越不适应这种状况。

SCL—2000 C 煤灰分仪即是针对此市场需求而

研发的, 它采用“双源分置、双探测器”结构, 较好地解决了厚煤层或钢丝强力皮带上煤灰分检测问题, 在神华宁煤集团金能煤业公司洗配煤中心钢丝强力皮带上取得了较好的应用效果。

1 SCL—2000 C 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, 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。

^{241}Am 低能窄束 γ 射线穿过物质后, 其强度按指数规律衰减:

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

式中: I_0 为有煤时, 探测器测到的一定时间间隔内的 ^{241}Am 的 γ 记数; I 为无煤时, 探测器测到的一定时间间隔内的 ^{241}Am 的 γ 记数; μ_L 为煤对 ^{241}Am 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, ^{137}Cs 中能窄束 γ 射线穿过物质后, 其强度也按指数规律衰减:

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

式中: J_0 为有煤时, 探测器测到的一定时间间隔内的 ^{137}Cs 的 γ 记数; J 为无煤时, 探测器测到的一定时间间隔内的 ^{137}Cs 的 γ 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_d 可由下式算出:

修改稿收稿日期: 2009—01—08

作者简介: 王文清 (1963—), 男, 北京密云人, 高级工程师, 现任北京市煤炭矿用机电设备技术开发公司总工, 一直从事嵌入式系统设计工作, E-mail: wwenqin@sjna.com, 联系电话: (010) 86719621

$$A_0 = [2\mu_m / (\mu_z - \mu_c)] [(\ln I_0 - \ln I) / (\ln J_0 - \ln J)] - [2\mu_c / (\mu_z - \mu_c)] \quad (3)$$

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_m 、 μ_z 、 μ_c 对于特定的煤种均为常数。

2 SCL-2000C 煤灰分仪的组成

SCL-2000C 煤灰分仪由双 γ 射线输出器、双 Na 闪烁探测器、主控制箱、IPC 工控机及应用软件组成。

2.1 双 γ 射线输出器

双 γ 射线输出器由低能 γ 源 ^{241}Am (200mCi)、中能 γ 源 ^{137}Cs (20mCi) 和铅罐组成。低能 γ 源和中能 γ 源分装在两个铅罐内, γ 射线由各自铅罐的准直孔射出, 穿过煤层, 射向各自的 γ 射线探测器。两种放射源的参数如表 1 所示。

表 1 SCL-2000C 型煤灰分仪放射源参数

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	$3.7 \times 10^8 \sim 7.4 \times 10^8$

铅罐有两个作用: ① 整形作用。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 屏蔽防护作用。保护操作人员安全, 距铅罐 0.2m 处剂量当量率为 $5 \times 10^{-6} \text{ Sv/h}$ 符合 GB 4792-1984《放射卫生防护基本标准》中规定的公众个人的剂量限值。

2.2 双探测器

双探测器内含 2 套 Na 闪烁探测器, 分别接收穿过煤层的低能 γ 粒子和中能 γ 粒子, 并将其转换成光信号, 光信号经光电倍增管转换成电信号送入前置放大器, 经放大后送入主控制箱。

2.3 主控制箱

主控制箱由高压电源、线性放大器、高斯成型电路、多道脉冲幅度分析器、稳峰控制电路和信号转换电路组成。其功能是将 Na 闪烁探测器输出的脉冲信号经多道脉冲幅度分析器进行能谱分析, 由信息传送模块将数字信号转化成可远距离传送的 RS-485 信号。

2.4 计算机系统

计算机系统包括: 工控计算机、通讯接收模块、应用软件。计算机选用研华主流工控机, 它具有抗干扰、抗粉尘、抗震动等特点, 适合于在现场

环境比较恶劣的情况下使用。在工控机内安装带有防雷击功能的光电隔离型 MOXA 卡, 以满足工业现场长距离传输的需要。

2.5 精度误差

SCL-2000C 煤灰分仪灰分测量范围为 3% ~ 65%, 适应煤层质量厚度为 1 ~ 25 g/cm² (对于灰分低于 50% 的原煤)。

SCL-2000C 煤灰分仪用于低灰分 (3% ~ 15%) 测量, 精度误差为 $\pm 0.4\%$; 用于中灰分 (15% ~ 30%) 测量, 精度误差为 $\pm 0.9\%$; 用于高灰分测量, 在灰分为 30% ~ 45% 时, 精度误差为 $\pm 1.5\%$, 当灰分为 45% ~ 65% 时, 测量精度误差为 $\pm 2.0\%$ 。

3 SCL-2000C 煤灰分仪核心技术

3.1 双源分置技术

SCL-2000C 煤灰分仪采用了双源分置、双探测器结构, 从而避免了传统双能量 γ 透射灰分仪将两个放射源重叠安放在一个源罐中, γ 射线相互作用引发的康普顿效应造成的 ^{137}Cs 对 ^{241}Am 的影响而带来的计数误差, 同时解决了探测器接收皮带上物料变化引起的中能 Cs 信号变化范围小、低能 Am 信号变化范围大不能相互兼顾的矛盾, 可以根据皮带的材质、煤层的厚度, 合理选择中能、低能放射源的强度, 分别设计中能、低能 γ 射线探测器的计数衰减范围, 因而更适用于钢丝皮带和厚煤层情况下的煤灰分测量。

3.2 智能多道寻峰、稳峰技术

智能多道寻峰采用低温漂高精度基准电源做基准, 将核脉冲的幅度划分为 4 096 道, 连续、自动地用能谱测量技术测实时谱线, 用软件跟踪技术寻找峰位, 控制高压电源的输出稳定谱线, 以避免环境变化和电源波动造成峰位的飘移, 保证灰分仪具有很高的精度和良好的稳定性。

3.3 恒温控制技术

环境温度的高低决定恒温供给功率的大小, SCL-2000C 煤灰分仪采用功率连续调节的方式进行温度控制, 保证探测器的温度保持恒定; 使用低温漂的进口电子元器件设计数据采集电路, 解决了环境温度变化对数据稳定性的影响。

3.4 数据高速处理技术

采用高速电子元器件, 使灰分仪在同样的时间内处理更多的 γ 脉冲信号, 提高了测量灵敏度, 降低了放射源的使用活度。

3.5 智能一体化探测器

探测器内装智能下位机，对数据进行实时采集、适时处理、就地存储，确保数据可靠。

4 SCL—2000 C型煤灰分仪实际应用

神华宁煤集团金能煤业公司洗配煤中心位于宁夏石嘴山，是为金能煤业公司（原石嘴山矿务局一、二、三矿）配套建设的洗选加工中心，设计入选能力 400 万 t/a，选矸、储装处理能力 600 万 t/a，总投资 3.42 亿元，于 2007 年 3 月建成并投入使用。

为了更好地控制精煤质量，满足用户对煤灰分的要求，金能煤业公司洗配煤中心于 2007 年购置了两台 SCL—2000 C 型煤灰分仪，安装在原煤上主

厂房的 301[#]带式运输机（带宽 1.4 m 的钢丝强力皮带）和精煤上产品仓 501[#]带式运输机上（带宽 1.2 m 的钢丝强力皮带），在线检测入选原煤及装车精煤的灰分。实践证明，两台 SCL—2000 C 型煤灰分仪对选煤生产、配煤装车起到良好的指导作用，取得了较好效果。

4.1 零点长期稳定性

灰分仪零点变化的大小是反映灰分仪是否稳定的重要指标。现场检验仪器是否稳定的方法是对灰分仪进行零点测量。零点每次测 480 s，隔一定时间后再测，重复 10 次，求零点的平均值，用零点平均值与零点显示值进行比较，零点变化越小，仪器稳定性越好。两台灰分仪零点的实测值如表 2 所示。

表 2 灰分仪零点的长期稳定性

测量次数	301 [#] 原煤上仓皮带灰分仪				501 [#] 精煤上产品仓皮带灰分仪			
	C ₀ 零点值		Am ₀ 零点值		C ₀ 零点值		Am ₀ 零点值	
	显示值	误差 /%	显示值	误差 /%	显示值	误差 /%	显示值	误差 /%
1	16 146.8	—0.005	9 680.4	0.078	11 580.62	—0.014	5 930.38	0.078
2	16 153.7	—0.048	9 687.9	0.001	11 584.46	—0.047	5 933.86	0.019
3	16 145.0	0.006	9 688.2	—0.002	11 583.62	—0.039	5 936.88	—0.031
4	16 130.9	0.094	9 688.8	—0.008	11 575.00	0.035	5 935.28	—0.004
5	16 142.4	0.022	9 689.6	—0.017	11 574.65	0.038	5 938.28	—0.055
6	16 159.7	—0.085	9 687.2	0.008	11 580.64	—0.014	5 939.55	—0.076
7	16 143.9	0.013	9 693.9	—0.061	11 585.34	—0.055	5 935.85	—0.014
8	16 161.4	—0.095	9 693.5	—0.057	11 572.85	0.053	5 932.96	0.034
9	16 139.5	0.040	9 687.9	0.001	11 575.60	0.029	5 937.26	—0.038
10	16 144.0	0.012	9 689.9	—0.019	11 578.64	0.003	5 934.78	0.004
平均值	16 146		9 688		11 579		5 935	

由表 2 可见，零点最大变化小于 0.1%，灰分仪具有很好的稳定性。

4.2 灰分仪精度误差

在生产过程中，灰分仪的使用精度影响着精煤的质量，采样的准确影响着灰分仪刻度的准确。为

了保证灰分仪显示的灰分值与产品实际的灰分值一致，应严格按照规定的采样程序对灰分仪进行重复采样、刻度，直到得到符合精度要求的工作曲线。通过对灰分仪进行现场复查，得到了其抽样检验误差（表 3）。

表 3 灰分仪抽样检验精度误差

煤样编号	301 [#] 皮带灰分仪			501 [#] 皮带灰分仪		
	化验数据 /%	监测数据 /%	误差 /%	化验数据 /%	监测数据 /%	误差 /%
1	36.09	36.13	0.35	28.35	29.17	0.82
2	35.35	35.34	—0.01	30.48	30.85	0.37
3	34.48	35.26	0.78	29.79	29.85	0.67
最大误差		0.78			0.82	
允许误差		1.5			1.5	

由表 3 可以看出，SCL—2000 C 煤灰分仪的抽样检验最大误差为 0.82%，其误差远小于仪表的允许误差 1.5%，完全能满足厚煤层或钢丝强力皮带的使用环境。

5 结论

新设计开发的 SCL—2000 C 煤灰分仪采用“双源分置、双探测器”结构，可以根据灰分仪使用现

文章编号: 1001-3571 (2009) 01-0055-02

PDMS在选煤厂设计中的应用

李洪义

(天地科技股份有限公司 唐山分公司, 河北 唐山 063012)

摘要: 阐述了三维工厂设计管理系统的结构和功能, 通过应用实例, 介绍了其在选煤厂设计中体现的优势。

关键词: 选煤厂设计; PDMS 结构; 功能; 应用

中图分类号: TD48.9

文献标识码: A

随着三维数字化技术的快速发展, 三维数字化技术的应用也日趋成熟。三维数字化技术在我国石化、电力、核电、汽车制造等行业中均得到了成功应用, 建立了自己的数据库和信息交流平台, 不仅提高了企业自身的生产力, 还为整个行业的发展作出了巨大的贡献。

目前, 在我国选煤行业, 选煤厂设计一般都是二维平面设计, 但随着工程项目复杂程度的提高, 二维软件功能的不足日益显现。因此, 亟待采用先进的计算机辅助设计技术, 对产品的设计和安装进行前期的有效模拟, 以达到降低成本和提高产品质量的目的。基于此, 2007年天地科技股份有限公司唐山分公司三维设计项目组选用英国 AVEVA公司的三维工厂设计管理系统 (Plant Design Management System, 以下简称 PDMS) 开始实施设计平台从二维向三维的升级。

1 PDMS简介

PDMS是由英国 AVEVA公司开发研制的面向数据库的大型工厂设计管理系统, 提供由二维 (2D) 逻辑模型到三维 (3D) 实体模型的交互式虚拟实时模型显示的整体解决方案, 涵盖了工厂设计的各个专业, 如: 设备、土建、配管、暖通、

基金项目: 国家科技支撑计划项目“模块式选煤厂总体布局与建设技术的研究”(编号: 2006BAA0105-2)

收稿日期: 2008-12-12

作者简介: 李洪义 (1984-) 男, 山东鱼台人, 助理工程师, 2005年毕业于山东科技大学土木工程专业, 现就职于天地科技股份有限公司设计工程中心, 从事选煤厂土建设计、三维数字化工厂软件的研究与推广工作, E-mail: ts7759487@126.com 联系电话: (0315) 7759487 13483486098

电气、仪表、给排水等。各专业可在同一软件系统平台上实现同步设计, 及时进行碰撞检查、出施工图和材料表等。

2 PDMS的结构和功能

2.1 图形平台

PDMS作为三维数字化设计软件, 其内核是建立在自主软件平台之上的, 是独立的软件系统, 各专业计算机终端通过局域网连接到服务器上已建立的项目, 从设备建模、管道布置、支吊架生根布置, 到梁柱、钢结构框架、楼梯平台、HVAC 电气电缆桥架等的布置, 均可在 PDMS平台下进行协同工作。

2.2 项目管理

PDMS不仅是设计阶段的得力工具, 而且可以应用于选煤厂 (包括各种生产化工厂) 的现场安装施工指导, 以及选煤厂的生产运行检修与维护, 甚至到选煤厂改造及退役拆除, 可以说 PDMS设计系统是全面控制管理系统。

2.3 专业设计模块

2.3.1 工艺专业

工艺方面的设计主要以设备选型布置和管道连接为主, PDMS配有管道模块 (Pipework)、设备模块 (Equipment)、支吊架模块 (Hanger & Support)。通过这些模块, 可建立选煤厂中各种设备的几款常用型号的设备模型 (如破碎机、旋流器、弧形筛、压滤机等), 建立相应管道的元件库和等级库。

2.3.2 土建专业

PDMS配有土建用到的结构模块 (Structures)

场的实际条件合理选择放射源的强度和调整电路参数, 比传统的双能量 γ 射线灰分仪更适合在厚煤层、大流量的钢丝强力皮带上使用。SCL-2000C

煤灰分仪在金能煤业公司洗配煤中心的原煤和精煤钢丝强力皮带上的应用, 有效地指导了选煤生产和配煤装车, 取得了良好的效果。