在线元素分析仪

——烧结行业

丹东东方测控技术股份有限公司
DanDong DongFang Measurement&Control Technology Co.,Ltd.

公司简介
Company Profile

东方测控成立于1996年，是为冶金、矿山、水泥、煤炭、电力、石化等行业提供生产智能化解决方案的专业公司，是国家重点高新技术企业、国家数字矿山863科技攻关项目领军企业、国家重大科学仪器设备开发专项领衔承担单位、中矿协两化融合委员会理事长单位，辽宁省十二家智能制造标杆企业之一。

东方测控汇聚了来自国内高等学府的大学生1300余名，其中，教授级高工35人，博士12人，硕士197人，本科及以上学历员工占公司总人数的90%以上。多年来，公司先后承担了30多项国家重大科研攻关及产业化示范项目，获得国家、省、市科技奖项100余项。

东方测控瞄准世界前沿科技，以智能制造和人工智能作为技术创新导向，围绕自动化验、在线检测、自动控制、应用软件、通信导航、智能矿山、智慧城市等领域的核心技术，自主开发了一系列具有世界先进水平的智能测控产品。

东方测控的选矿智能控制系统已应用于各大钢铁集团和有色金属集团，在国内冶金矿山领域，市场占有率达到90%以上；露天矿GPS/北斗车辆智能调度系统已在国内外50余座大型矿山成功应用，拥有80%以上的市场份额；中子活化智能装备已在国内前20强的水泥集团普遍应用，占有60%以上的市场份额。公司多款高新技术产品已在全球30余个国家成功应用。

东方测控将秉持“至诚服务、成就客户、追求卓越、锐意创新”的发展宗旨，为民族工业的振兴做出更大的贡献。

产品概述

在线元素分析仪（图1–1）是用于对烧结混合料及烧结成品矿中的元素含量进行实时检测的在线测量仪表，能够同时分析物料中钙、硅、铁、硫等多种元素含量，可实现按照物料的化学成分进行烧结自动配矿。

在线元素分析仪采用模块化结构，安装维护方便，实现与现场皮带机有机结合。整个测量过程采用非接触式的测量原理，设备的关键部件与物料没有任何接触，从而保证了整个装置能够长期、安全、稳定运行。在分析仪运行时，物料输送皮带从测量装置内的托槽上滑过，实现对流经分析仪的物料进行全料流、全元素检测，从而保证检测结果的准确性和代表性。

分析仪通过每分钟给出的元素含量及质量控制参数，优化整个烧结配矿工艺，进而提高产品质量，达到减小烧结矿指标波动的目标，为企业降低成本，提高效益。

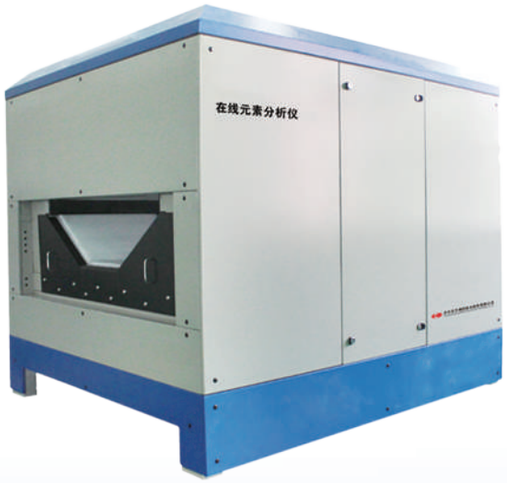

图1–1 在线元素分析仪––*烧结行业*

产品结构

在线分析仪由检测装置、中子源、探测器、信号处理柜、主机等五部分构成。（图2–1）

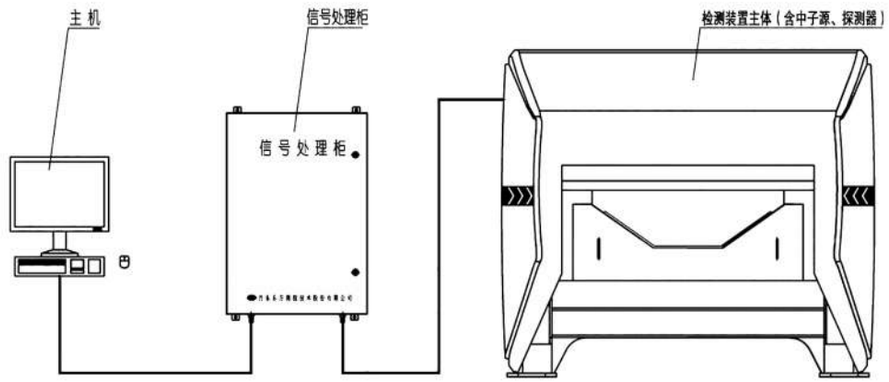

图2–1 分析仪结构图

1. 检测装置

检测装置采用模块式框架结构。包含支持测量过程中核相互作用的关键部件，同时对射线进行辐射防护，使装置周围剂量率达到国家安全标准，保证工作人员安全、健康。

2. 中子源

采用 ^{252}Cf 自发裂变中子源为激发源。源物质完全密封在双层不锈钢外壳内，放射源从装置侧面伸入到密封的源室内，并在外面加装安全锁以保证放射源的安全。^{252}Cf 中子源的半衰期为2.6年，放射源活度随着放射源的持续衰变而减小，约二年半时间，需要对放射源进行补充，达到初始源活度。

3. 探测器

探测器用于接收来自物料的特征γ射线并将其转变为电信号。探测器信号通过电缆传输至信号处理柜。

4. 信号处理柜

信号处理柜为不锈钢密封结构，以保护内部设备，起到防尘、防潮和防水的作用。密封的热交互单元可以调节内部温度，内部电子单元包括：信号处理电子元件、用于射线探测器的支撑设备、电源、电源端子、通信端子和控制线路。

信号处理柜可以安装在墙或金属支架上，与探测器连接的电缆标准长度为25米。

5. 主机

主机由硬件和软件组成，主要采集来自电子信号处理单元的数字信号，并对这些数字信号进行解析，计算出成分含量及相关的质量控制参数，以指导和控制烧结生产。

硬件包括计算机、调制解调器和网卡。计算机内配有数据传输接口，与自动控制系统连接，还可通过互联网实现远程故障诊断功能。

软件利用优化分析算法，对复杂的伽马能谱进行分析，每分钟给出一次分析结果，实时显示并提供多种方式的报表查询。

工作原理

在线分析仪采用中子活化瞬发γ分析（PGNAA）技术。由中子源放出平均能量为2.35MeV的快中子，快中子被测量装置慢化为热中子，热中子照射被测物料并与物料中各元素原子核发生中子俘获反应，放射出不同能量及强度的特征γ射线，通过检测特征γ射线的能量，辨识物料中元素种类，通过检测特定能量γ射线的强度，得出元素含量。

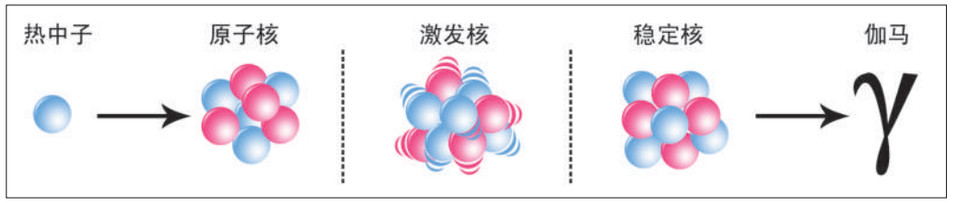

图3-1 PGNAA原理图

每种元素对中子活化过程的反应不尽相同，这表现在两个方面。一方面是一些元素的活化性比另一些元素要高，例如，铁非常活跃，而碳和氧的惰性很高，表现为与中子作用后放出的射线强度不同。各元素间的另一个关键不同在于每种元素发生活化反应后会放射出一组特定能量的γ射线，称为特征γ射线，例如，钙元素会放射出能量不同的γ射线，最明显的是4.42MeV和6.42MeV。

探测器接收到γ射线时会产生光脉冲，光脉冲进入光电倍增管后生成电脉冲，电脉冲经过电子信号处理部件放大和ADC 转换，进而生成复合γ射线能谱。对复合γ射线能谱进行解谱运算进而得到各元素含量。

技术参数

表4-1 技术参数

应用皮带宽度	650mm	800mm	1000mm	1200mm	1400mm	1600mm
长	3815mm	3815mm	3815mm	3815mm	3815mm	3815mm
宽	2050mm	2050mm	2050mm	2250mm	2250mm	2450mm
高	1850mm	1850mm	1850mm	1850mm	1850mm	1850mm
托槽角度	35°					
中子源	30～60μg ^{252}Cf					
正常运行温度	－40℃～60℃					
电源	220VAC±10%,50HZ±5%,30A,3线(L、N、GND))					
通讯方式	采用光纤通讯					
测量原理	中子活化瞬发γ分析(PGNAA)技术					
分析时间	1分钟,用户可设定					
标准分析元素	硅、钙、铁、锰、钛、硫、镁、铝等					
计算质量参数	碱度					

产品应用

1、堆料管理

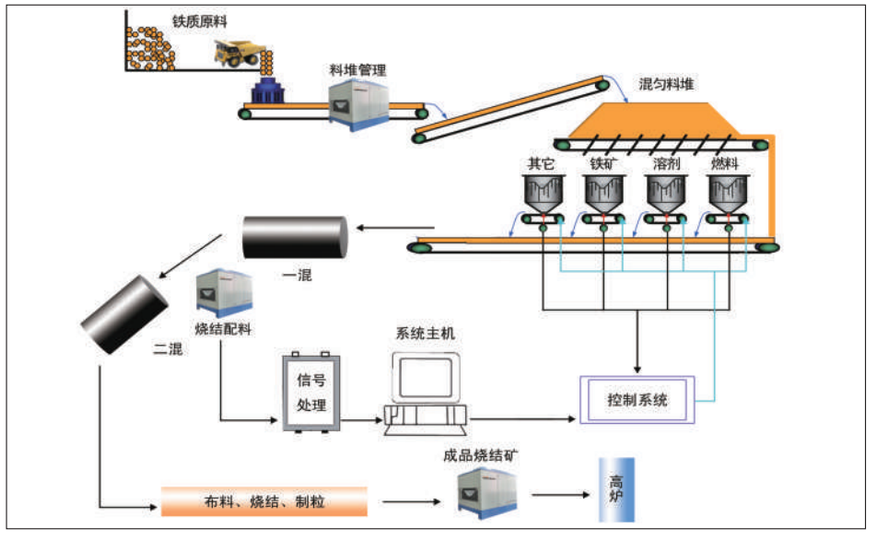

图 5–1 分析仪应用工艺点

在线监测入场铁矿石等原料的化学成分，实时了解混匀料堆的整体化学成分，为烧结生产的正常进行提供可靠保障。

作用：

- 实时在线监测，降低取样、化验成本投入；
- 减少料堆化学成分波动；
- 为后续配料提供可靠参考数据。

2、按照化学成分配料

分析仪安装在 1 混或 2 混后，依据分析仪对混合料元素含量的检测结果，结合线性规划等配料优化算法，实现真正意义上的烧结配料自动控制。

系统根据预置的各个原料的成分和设定碱度，利用线性规划算法，自动计算配料配比，通过自控系统下达控制指令；利用在线分析仪在线检测混合料中 Tfe、CaO、SiO_2等成分的含量并计算出碱度，根据该碱度值与预设的碱度目标值的差值，对配料生产进行调整，从而实现配料的自动控制。

作用：

- 消除原料成分波动对配料结果的影响；
- 稳定成品烧结矿的质量波动；
- 多种原料合理配比，降低企业成本。

3. 成品烧结矿质量监测

分析仪安装在烧结矿成品输运皮带上，实时在线监测成品矿质量波动，为烧结生产控制提供有效指导。

作用：

- 提高烧结成品矿合格率；
- 稳定炉矿、提高生铁产量。

典型应用

图6-1 分析仪现场应用图片

鞍钢东鞍山烧结厂是360m²烧结机，分析仪安装于二混后工艺点，用于实时检测烧结混合料中的Tfe、CaO、SiO_2含量。检测值实时传送到配料工作站，指导现场配料工程师进行优化配料。应用分析仪检测烧结混合料的碱度与化验室化验结果对比曲线见图6-2。

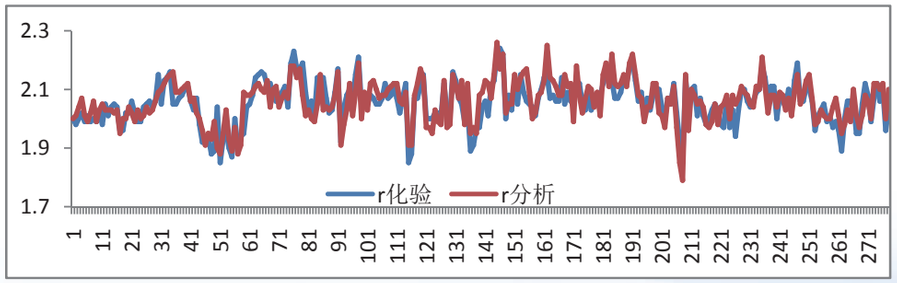

图6-2 东鞍山烧结厂碱度对比曲线

现场2017年1-7月份的平均碱度稳定率为84.33%（按照±0.07统计），应用分析仪指导配料后8-11月的平均碱度稳定率为88.31%，碱度稳定率提升3.98%，每年为烧结厂和高炉带来经济效益1000余万元。

分析仪使用前后现场数据对比见下表：

表6-3 现场数据表

日期	TFe	R_2	FeO	SiO_2	CaO	一级品率(%)	碱度稳定率(%)
1-7月平均值	54.19	2.10	8.83	6.62	13.90	84.38	84.33
8月	54.35	2.058	8.98	6.57	13.5	89.26	89.01
9月	54.58	2.065	9.05	6.54	13.47	86.41	87.25
10月	54.24	2.093	9.04	6.54	13.69	89.06	87.77
11月	54.12	2.075	9.20	6.70	13.90	91.36	89.19
使用后均值	54.32	2.07	9.07	6.59	13.64	89.02	88.305
提高数值						4.64	3.98

备注：现场8月开始参照分析仪数据配料，数据来自鞍钢质量控制网。

产品特点

全面：检测通过的所有物料，代表性强；

快速：每分钟给出一次分析数据；

有效：为生产提供关键参数数据，方便进行有效控制；

稳定：双环控温、自动稳谱，长期稳定运行；

安全：更为有效的屏蔽体，使装置周围辐射剂量低于国外同类产品。

烧结矿关键指标的检测与控制对高炉的生产有着极其重要的意义，以往的人工化验分析需要4个小时左右，不仅取样代表性差，而且反馈控制严重滞后。在线元素分析仪的成功应用彻底解决了这一难题，它可实时在线检测烧结混合料的碱度指标，根据实时碱度检测值实时控制石灰石的下料配比，形成全自动闭环控制，从而实现降低烧结成品矿碱度波动的目的，有效的提升了烧结成品矿的品质和保证了高炉的稳顺，提高了炼铁厂的产能和经济效益。

丹东东方测控技术股份有限公司
DanDong DongFang Measurement & Control Technology Co.,Ltd.

地址：辽宁省丹东市沿江开发区滨江中路136号
电话：0415-3860888
传真：0415-3860611
邮箱：scb@dfmc.cc
网址：www.dfmc.cc

售后服务
电话：0415-3860999
传真：0415-3860999
邮箱：service@dfmc.cc

2019C