

PDA-5500S 直读光谱仪分析炼钢生铁中主要元素

PDA-035

摘要：炼钢生铁是高炉冶炼的主要产物，主要用于转炉或电炉炼钢。我国是钢铁产销大国，钢铁产量常年占据世界第一，炼钢生铁快速检测的需求很大。本文使用岛津 PDA-5500S 直读光谱仪，建立了炼钢生铁的分析方法，分析了炼钢生铁中 C、Si、Mn、P、S 等主要元素，并评价了该方法的精密度。

关键词：炼钢生铁 快速检测 直读光谱 PDA

技术特点：

- ❖ 脉冲分布时间分解测光法，缩短了分析时间。
- ❖ 选用杯型砂轮磨样机制样，大大降低了制样成本。

生铁一般指含碳量在 2% 以上的铁碳合金，按照化学成分进行分类，主要可以分为炼钢生铁、铸造生铁和合金生铁。炼钢生铁是高炉冶炼的主要产物，主要用于转炉或电炉炼钢，其成分需严格控制，以确保炼钢过程的稳定性和最终产品的性能。

我国是钢铁产销大国，钢铁产量常年占据世界第一，经典的化学检测方法费时费力已经不能满足日益增长的检测需求。直读光谱作为金属材料化学成分常规的检测手段，具有分析速度快，准确度高特点，

非常适用于高炉炉前等对时效性要求较高的场合。PDA-5500S 直读光谱仪作为岛津系列直读光谱的经典产品，采用了脉冲分布时间分解测光法，缩短了分析时间，测光部分全部采用了光电倍增管（PMT），保证了分析数据的稳定性，该型号仪器在国内生产，兼具价格优势，是炉前炼钢生铁快速检测的理想选择。

本文使用岛津 PDA-5500S 直读光谱仪，建立了生铁工作曲线，分析了炼钢生铁中 C、Si、Mn、P、S 等主要元素，并评价了该方法的精密度。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津 PDA-5500S 光电直读光谱仪
杯型砂轮磨样机



1.2 分析条件

氩气纯度：≥99.999 %	放电频率：333 Hz
分析流量：10 L/min	待机流量：0.1 L/min
冲洗时间：3 s	预燃时间：1500 脉冲
内标元素：Fe 287.2 nm	积分时间：1200 脉冲

■ 样品前处理

炼钢生铁碳含量比较高，由铁水自然冷却成铁块时会析出石墨碳，此时样品的断口呈深灰色，被称为“灰口铁”。灰口铁由于石墨碳的存在，使用直读光谱分析时会引起异常放电，造成分析数据异常。为解决该问题，一般使用专用模具取样，使铁水急速冷却，形成“白口铁”，此过程称为“白口化”，白口铁可以使用直读光谱正常分析，但白口化程度直接影响了分析数据的稳定性。为此，我们优化了白口化模具，在保证白口化效果的同时，提高了取样的成功率。

白口铁中含有大量的硬而脆的渗碳体，其硬度非常高，耐磨性非常好，给样品制备带来了非常大的挑战。使用普通的砂带磨样机制样，砂带消耗量很大；若使用自动铣样机制样，铣刀的材质极为关键，制样成本很高。综合制样效果和制样成本，本文使用杯型砂轮磨样机制样。

■ 结果与讨论

3.1 标准样品

本文选用市售的标样建立工作曲线，工作曲线范围涵盖了常见的炼钢生铁牌号。精密度验证样品选用的市售的K022 炼钢生铁控样。

3.2 工作曲线

以选定标样按分析条件建立工作曲线，工作曲线线性良好。主要元素的工作曲线如下：

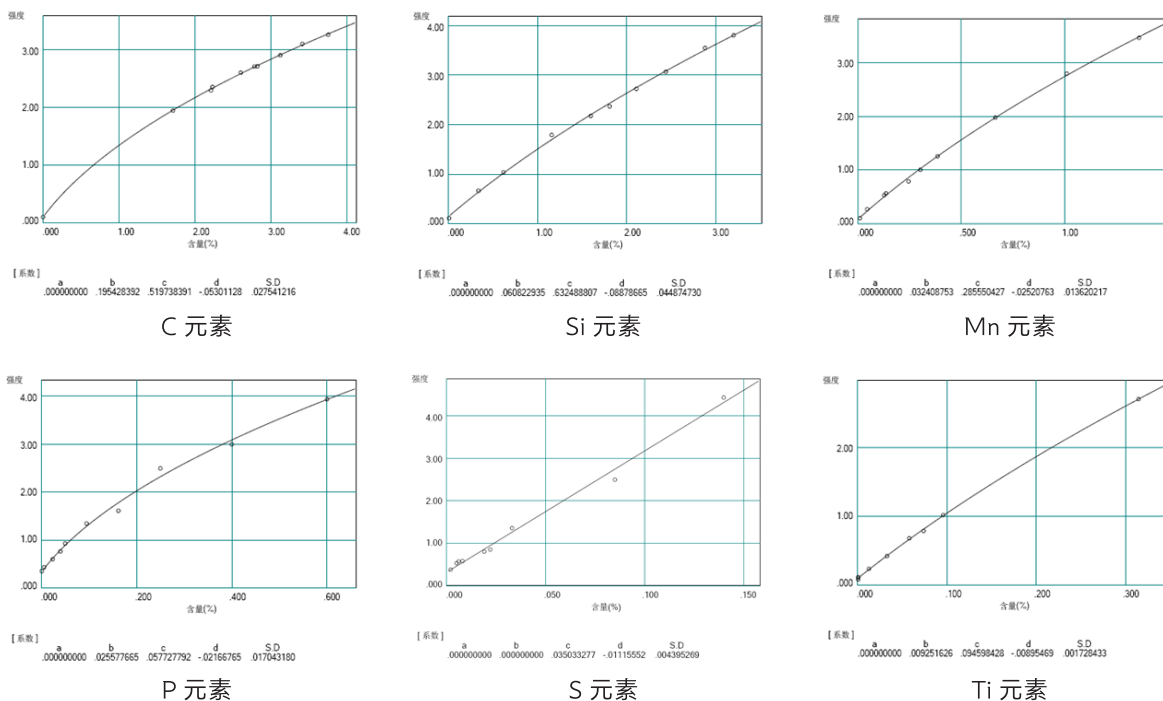


图 1 主要元素工作曲线

3.3 精密度实验

用 K022 炼钢生铁控样，连续测量 10 次，统计标准偏差 SD，炼钢生铁主要关注元素 Si、Mn、P、S 的 SD 值均小于 GB/T 43899—2024《生铁 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）》中规定的重复性限 r 的 0.52 倍，此方法精度良好，测定结果见表 1。

表 1 精密度实验结果 (%)

序号	C	Si	Mn	P	S	Ti
N=1	3.59	0.36	0.217	0.074	0.048	0.014
N=2	3.59	0.35	0.215	0.073	0.048	0.013
N=3	3.56	0.35	0.216	0.075	0.047	0.014
N=4	3.61	0.35	0.218	0.074	0.047	0.014
N=5	3.61	0.35	0.218	0.076	0.048	0.014
N=6	3.61	0.35	0.217	0.073	0.046	0.013
N=7	3.61	0.36	0.219	0.074	0.046	0.014
N=8	3.71	0.36	0.219	0.074	0.047	0.014
N=9	3.71	0.35	0.218	0.075	0.048	0.014
N=10	3.67	0.35	0.215	0.073	0.047	0.013
AVE	3.63	0.35	0.217	0.074	0.047	0.014
R	0.15	0.01	0.004	0.003	0.002	0.001
SD	0.052	0.005	0.0015	0.0010	0.0008	0.0005
RSD (%)	1.42	1.37	0.68	1.34	1.67	3.53

■ 结论

岛津 PDA-5500S 直读光谱仪采用了脉冲分布、时间分解测光法，缩短了分析时间，使用光电倍增管作为光电转换元件，保证了分析数据的稳定性，是炉前炼钢生铁快速检测的理想选择。本文使用 PDA-5500S 直读光谱仪，分析了炼钢生铁中 C、Si、Mn、P、S 等主要元素，工作曲线线性良好，短期精密度高，分析速度快，完全满足日常分析的需求。

岛津应用云

