**《铁矿石 多元素含量的测定 激光诱导击穿光谱在线分析方法》团体标准编制说明**

**一、任务来源**

贯彻落实中共中央、国务院印发的《国家标准化发展纲要》中大力发展团体标准的有关要求，制定满足市场和创新需要的团体标准，落实国家关于钢铁行业高质量发展的政策导向，满足铁矿石多元素含量测定的实际需求，提出《铁矿石 多元素含量的测定 激光诱导击穿光谱在线分析方法》团体标准制定项目。

本标准由中国特钢企业协会提出并归口。由爱迪特测控技术工程（苏州）有限公司、冶金工业规划研究院等起草，并共同参与前期研究、调研和标准的编制、修改、技术数据验证以及标准推广等工作。

**二、制定本标准的目的和意义**

激光诱导击穿光谱技术，是通过高能短脉冲激光聚焦于样品表面，激发形成等离子体，其中处于激发态的原子、离子或分子向低能级或基态跃迁时向外发射特定能级的光子，形成特征光谱进而分析以确定样品的物质成分及含量的一项技术。激光诱导击穿光谱技术以其无须样品预处理，快速、无损、可进行多形态分析以及无辐射危害等特点成为近年来研究的热点，可应用于冶金、采矿、煤炭、环境、土壤、食品、考古、深空探测等各行各业。

当前在铁矿石元素成分在线分析领域，已有商品化的基于激光诱导击穿光谱技术的在线分析仪器在销售。国内外厂商陆续推出LIBS在线分析仪器，如LDS公司的MAYA在线分析仪、EDIT公司的SPLIBSB-AC-S、合肥金星智控的GS-LIBS2500，这些仪器都是基于LIBS方法专门针对传送带输送物料的在线分析仪器。这些产品陆续在铁矿石领域应用，为工业现场智能制造提供必要的元素在线成分信息，但是没有相关的标准，来进行参考和约束。可能导致厂商与用户之间的验收判断依据不统一，进而容易引发纠纷。所以亟需制定一个在线测量性能评价方法的标准化文件，用统一的标准来对在线分析仪器进行性能指标评价。

目前国内关于铁矿石元素含量测定的标准有国标GB/T6730.62-2005，采用波长色散X射线荧光光谱法测定多元素含量；国标GB/T6730.63-2006，采用电感耦合等离子体发射光谱法测定多元素含量；国标GB/T6730.52-60，采用火焰原子吸收光谱法测定多元素含量；国标GB/T6730.61-2022，采用高频燃烧红外吸收法测定碳和硫的含量；国标GB/T6730.5-2022，采用三氯化钛还原后滴定法测定全铁含量；国标GB/T6730.13-2007，采用EGTA-CyDTA滴定法测定钙和镁含量等；关于LIBS的国标有GB/T38257-2019，侧重对激光诱导击穿光谱法的定义、术语解释和技术原理解释。

因此现有标准尚未覆盖基于LIBS技术的铁矿石多元素含量测定方法，需要有明确的评价方法标准，为铁矿石在线分析仪的验收、评价提供参考。

**三、标准编制过程**

爱迪特测控技术工程（苏州）有限公司与冶金工业规划研究院等单位共同承担了《铁矿石 多元素含量的测定 激光诱导击穿光谱在线分析方法》团体标准的编制工作，共同组建了该团体标准起草小组，明确各自的责任和分工，并开展工作。在《铁矿石 多元素含量的测定 激光诱导击穿光谱在线分析方法》标准制定过程中，起草小组认真查阅有关资料、收集相关数据信息，结合国内外生产情况，以及产品下游用户提出的性能要求，以及相关产品标准等，进行本团体标准的编制工作。

主要编制过程如下：

2024年2月，中国特钢企业协会团体标准化工作委员会（以下简称团标委）秘书处给各位委员发出团体标准立项函审单。到立项函审截止日期，没有委员提出不同意见。

2024年3月，团标委正式下达《铁矿石 多元素含量的测定 激光诱导击穿光谱在线分析方法》团体标准立项计划（2024年第二批）。由爱迪特测控技术工程（苏州）有限公司、冶金工业规划研究院相关人员组成了标准起草组，提出了标准编制计划和任务分工，并开始标准编制工作。

2024年4月：进行了起草标准的调研、问题分析和相关资料收集等准备工作。

2024年4月：完成了标准制定提纲、标准草案，并进行了工作组内征求意见和讨论。

2024年4~7月：召开标准视频启动会，围绕标准草案进行讨论，并按照与会意见和建议作进一步修改，形成征求意见稿，发出征求意见。

2024年 月：完成征求意见处理、形成标准送审稿。

2024年 月：完成标准审定会和标准报批稿，上报中国特钢企业协会审批。

2024年 月：计划完成该标准发布、实施。

**四、标准编制原则**

本标准的制定一是坚持先进性与实用性相结合、统一性与灵活性相结合、可靠性与经济性相结合的原则，尽可能使标准满足多目标要求；二是充分考虑铁矿石多元素含量检测的实际需求，在充分调研交流基础上开展标准编制工作，尽可能使该标准符合实际现状和满足未来发展要求；三是技术创新的原则，在与国家标准体系协调一致的基础上，在标准结构、内容及主要技术指标等方面进行技术创新，在标准中充分体现激光诱导击穿光谱在线检测的特点。

**五、主要技术内容**

（一）标准编写格式

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件规定了采用激光诱导击穿光谱分析方法对固态粉末铁矿石原料进行多元素含量在线测定的性能评价方法。

（二）适用范围

本文件适用于均匀的粉状或颗粒状铁矿石，在动态输运过程中采用激光诱导击穿光谱在线分析仪（以下简称分析仪）进行铁、硅、钙、镁、铝含量的原位测定方案。各元素测定范围和精密度见表1。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测定元素 | 测量范围（质量分数）% | 静态精密度 %（95%置信概率） | 动态准确度 %（95%置信概率） |
| Fe | 30~68 | 0.70 | 1.48 |
| Si | 1~8 | 0.30 | 0.68 |
| Ca | 0.5~12 | 0.45 | 0.95 |
| Mg | 0.1~5 | 0.15 | 0.31 |
| Al | 0.1~5 | 0.14 | 0.29 |

（三）术语和定义

GB/T 3358.1《统计学词汇及符号 第一部分：一般统计术语与用于概率的术语》、GB/T 38257《激光诱导击穿光谱法》界定术语和定义适用于本文件，此外本文件补充了15项术语和定义。

（四）数学符号

本章节给出了本文件中使用的数学符号及含义。

（五）测量原理及结构

给出了采用激光诱导击穿光谱法进行铁矿石中多元素含量测定的原理，以及分析仪的结构组成、示意图。

激光诱导击穿光谱技术基本原理是一束高能量的脉冲激光聚焦到样品表面，产生高温高密度的等离子体，等离子体在冷却过程中辐射出能代表元素特征波长的谱线，通过光谱仪将等离子体谱线转换成波长—强度的光谱图，根据各特征峰的位置和强度对元素进行定性和定量分析。用参比铁矿石样对分析仪进行标定，根据标定曲线，对在线通过的铁矿石样品（由运输皮带提供）实时给出各元素浓度值。激光诱导击穿光谱在线分析仪由激光光源系统、激光聚焦系统、光学耦合系统、等离子体辐射收集系统、光谱仪、控制电路及数据处理系统、机柜防护系统及支架系统组成。

（六）在线分析仪的安装

由于本文件规定的是一种在线分析方法，与工业生产流程的现场实际情况紧密相关，因此规范了在线分析仪的安装，保证在线分析结果的准确性和可靠性。

分析仪需架设在运输皮带上方，底部与皮带物料之间具有一定距离，能适应物料高度的变化。架设分析仪的支架应具备将分析仪拉出皮带上方的功能和空间，以便分析仪的检修、维护、以及静态重复测量和动态精密度分析。分析仪前端需要安装一个限高板，用于限制物料高度，防止物料过高时碰撞分析仪。

（七）分析仪的标定

本章节给出了分析仪的标定方法，具体包括取样、制样、化验、测量、标定等步骤。通过与其他可靠方法得到的量值进行标定，建立和保持正确的标定曲线，对于保证在线分析仪的测量准确十分重要。

（八）静态精密度和稳定性测定

本章节给出了在线分析仪静态精密度和稳定性测定方法，具体包括试验程序、数据分析、结果和解释等步骤。通过规范稳定性测定方法，为以后检验仪器的稳定性建立比对基础数据（基准性能），能够测量和监测仪器响应值的随机变化对分析仪总的测量误差的影响，监测仪器响应值的系统性变化，分析它对标定的影响，便于必要时的校正。

（九）动态准确度测定

本章节给出了动态准确度测定方法，具体包括试验方法、试验程序、数据分析、结果和解释等步骤。通过规范的动态精密度测定，能够更好了解分析仪的基本测量性能，便于与分析仪制造商对于仪器性能保证值进行比较。

（十）指标要求

本章节规范了测量实时性、测量参数与范围的内容。

（十一）应用

本章节规定了在线分析仪初始试验（验收试验）、常规试验的方法和要求。

**六、与国内其它法律、法规的关系**

制定本标准时依据并引用了国内有关现行有效的标准，也不违背国内其它行业标准、法律、法规及强制性标准的有关规定。

**七、标准属性**

本标准属于中国特钢企业协会团体标准。

**八、标准水平及预期效果**

该标准的制定能有效规范采用激光诱导击穿光谱在线分析仪对铁矿石中多元素含量的测定方法，有利于钢铁行业深入了解铁矿石多元素含量在线检测新方法，促进新型检测技术在钢铁行业的推广应用，体现团体标准的引领作用。

**九、贯彻要求及建议**

本标准归口单位为中国特钢企业协会，经过审定报批后，由中国特钢企业协会发布。建议在铁矿石开采、贸易以及钢铁行业宣贯执行。