

快速分析技术在煤质检测中的应用

魏帼鹰（晋能控股煤业公司煤质管理监测中心，山西 大同 037003）

摘要：煤炭是一种燃烧价值极高的固体资源，它的组成成分相对复杂，并且在不同的形成条件中会呈现出不同的性质。对煤的组成结构和成分进行细致分析，有助于了解煤炭的形成规律和性质变化，从而能够更加精准的控制煤炭品质。煤化工企业若想完成对煤产品的深加工，就必须要对煤样进行深入分析，快速分析技术在煤质检测中有着十分重要的应用价值。

关键词：快速分析技术；煤质检测；具体应用

在对煤的品质进行检测时，灰分检测是一种常规的检测项目，现如今在化工企业中，快速灰化法和缓慢灰化法是最常用的两种灰分检测方法，但是无论哪一种方法的检测时间都相对较长，极大程度的影响了检测结果的时效性。基于此背景，本文主要对煤质检测中的快速分析方法与技术进行了研究，通过与缓慢灰化法结果进行对比，具体验证方法的可行性，并在此基础上对现有的快速分析技术应用现状进行了简要描述。

1 快速分析方法的实验论证

1.1 影响灰分测定的因素分析

煤在燃烧后所形成的残留物就是煤炭的灰分含量，能够影响灰分测定结果的因素有很多，例如黄铁矿氧化程度、灰中的硫含量以及碳酸盐的分解程度等。这也就说明只有煤炭中的碳酸盐完全分解、黄铁矿进行了充分氧化，同时最大程度的降低氧化钙与二氧化硫之间的反应，如此才可以确保灰分测定结果的准确性，如果上述三种因素任何一项存在着不达标的问题，都会影响最终的灰分测定结果，降低结果的准确性。在本文中，我们主要利用 XL-1 型马弗炉，并在微电脑时温程控仪的辅助下精准测定煤炭灰分含量。微电脑时温程控仪兼容多种测定功能，可以实现慢灰与快灰的精准测定，同时能结合测量需求智能调整马弗炉温度。下面我们将根据影响灰分测定结果的因素，设计了三种不同的快速灰分检测方法，并将检测结果与慢灰法进行详细比较。

1.2 测定原理和测定方法

1.2.1 测定原理

将放置在马弗炉中的灰皿进行彻底灰化，然后将温度提升至 815℃ 左右，直到灰皿中的质量没有任何变化反应为止，然后将煤样质量与残留物质量的比重进行分析，以此来确定煤炭中的灰分含量。

1.2.2 测定方法

方法一：取煤炭粒径小于 0.2mm 的煤样 0.5g，并将其均匀铺至于灰皿中，确保每平方厘米的煤样质量在 0.05g 左右；当马弗炉的炉内温度达到 500℃ 时，将灰皿放入炉内，同时保证炉门留有 15mm 的缝隙，也就是不

需要完全闭合炉门，这样做的目的是保证在加热过程中炉内的硫氧化物可以顺利排出炉外；最后将马弗炉的温度提高至 815℃ 左右，并且充分灼烧 15min。

方法二：取煤炭粒径小于 0.2mm 的煤样 0.5g，并将其均匀铺至于灰皿中，确保每平方厘米的煤样质量在 0.05g 左右；直接将马弗炉的温度调至 815℃，放入灰皿充分灼烧 5min，在煤样灰化后将灰皿移至马弗炉的最热区域，然后彻底关闭炉门，20min 后取出。

方法三：取煤炭粒径小于 0.2mm 的煤样 0.5g，将其分成相等的两份，分别放置于两个相同的灰皿中，并保证每平方厘米的煤样质量为 0.025g；余下步骤与方法二相同。

1.2.3 检验结果分析

通过对上述三种测定方法的结果进行细致分析，发现只有方法二的结果与缓慢灰化法存在较大差距，方法一与方法三的结果与缓慢灰化结果并没有明显差异，但是以方法一的精密度更高，误差范围更小，但是由于上述三种结果的误差范围标准与重复限均相对接近，因此都可以应用在实际生产中。详细测定结果如下表所示。

表 1 三种不同方法的煤质灰分含量测定结果

测定项目	测定数据		
	方法一	方法二	方法三
烧前灰皿 + 样 g	16.4182	16.4192	16.4239
灰皿重 g	15.4182	15.4192	15.4239
样重 g	1.0000	1.0000	1.0000
烧后灰皿 + 样 g	15.5331	15.6183	15.5398
结果 g	12.37	12.48	12.39
平均 g	12.41		

1.3 影响灰分测定结果准确性的关键要素

首先，在放置灰皿时一定要缓慢推入，方法一要保证炉门不能完全闭合，确保硫氧化物气体能够顺利排出，防止氧化钙在二氧化硫的作用下生成硫化钙；采用方法二和方法三最多可以放入三排灰皿，每排放置三对试样，待第一排的煤样灰化后，需要快速将另外两台灰皿移至炉内最热区域，如果出现煤样爆燃，需要重新实验。

其次，在煤样燃烧时，煤灰会在一定程度上吸收空

气中的水分,并且水分的吸收量与停留时间成正比,因此会在一定程度上影响检测值的准确性。所以在马弗炉中拿出灰皿后,需要放置在干燥的容器中静置 5min 然后再进行称重,如此才可保证测量值的准确性。

最后,因为煤样的质量和粒度并不均匀,所以技术人员在制备煤样时必须严格按照标准,否则会影响结果的准确性。一般情况来说,如果煤样的粒径不符合标准,其所产生的结果误差会远高于重复性限,导致检测结果不可用。

2 快速分析技术在煤质检测中的具体应用

2.1 核分析技术

现如今随着科学技术的不断进步,核分析技术已经广泛应用在煤炭灰分检测中。利用核技术的灰分检测方法主要有:双能射线穿透法、中子活化分析法、射线反射法以及电子对法。TN-200 型测灰仪是我国核分析技术的主要代表仪器,在应用过程中采用双能透射法对煤质灰分进行具体测量,国外测灰仪主要有澳大利亚生产的 COALSCAN3500 型与德国生产的 LB420 型等。

双能射线快速测灰仪,通常采用 Am^{241} 为低能放射源, Cs^{237} 为高能放射源,煤单位面积重量是影响高能射线吸收率的唯一因素,低能射线在穿透物质时其强度会逐渐递减,并且递减程度与物质的原子序数成正比,也就是原子序数越大,减弱程度越高。

中子活化分析法利用中子对分析物料进行辐照,在热中子激发下,分析物料中的各个元素会发生不同的核反应,在核反应过程中发射出的射线能谱详细包含了物料元素成分的组成信息,因此利用恰当的解谱算法就可分析出物料中的元素成分。常用的快热中子煤质检测系统如下图所示。

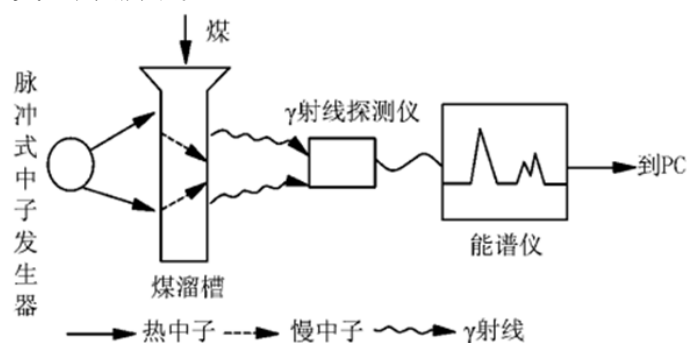


图 1 快热中子煤质检测系统

2.2 热重分析技术

国际相关组织对热重分析技术作进行了如下阐述:是在程控温度下,对物质和温度的关系进行测量的一种技术。通俗的说就是研究物质在热态条件下发生的化学变化和物理变化。利用热重技术测量煤炭灰分,整个测量过程都在高温中完成,省略了传统分析方法中的降温恒重过程,不仅节省了测定时间同时也优化了测定流程,进一步提高了测定的实效性。

2.3 红外分析技术

红外分析技术的应用原理是利用红外线穿透分析物料,经过物质内组成元素分子的吸收,进而产生含有物质组成结构和元素信息的红外光谱,由于不同分子所吸收的波长范围和强度不同,红外技术利用波长在 780~2526nm 的电磁波,在这一波长范围内,原子的吸收特征符合 Lambert-Bee 定律,因此技术人员可以通过吸光速度与原子浓度之间的关系精准计算出原子含量并解析光谱,就可以得到带测物料的定量和定性分析结果。

现如今红外分析技术已经广泛应用在煤质检测中,例如日本生产的 EMIA-8200 型高频红外碳/硫分析仪为例,仪器的应用原理为:煤样会在充满氧气的高频炉内进行充分燃烧,煤样中的碳被转化为大量的 CO_2 和一小部分 CO ,硫元素则全部转化为 SO_2 ,水分则被 $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ 吸收,所产生的 CO_2 、 CO 、 SO_2 则会在特定流率的限制下被导入一个无分散的红外检测器,如此就可以根据红外检测器对红外线能量吸收的大小进行检测,并通过解谱计算得出煤炭中的硫和碳含量。但是利用红外分析技术检测煤炭中的灰分和挥发分,仍然处于理论可行阶段,尚未应用在工业领域。

2.4 微波技术

微波技术主要用来测定煤炭中的水分含量,微波测水法又包括微波反散射法和微波透射法两种。微波反散射法的应用原理为:不同含水量的物料对微波反射会产生不同的影响;微波透射法的原理为:微波在穿透物质时,会使得物料中的自由水分子进行旋转,这会在一定程度上降低微波的速度和强度,在一定范围内,微波的相位移量和衰减程度与水分存在着线性关系,所以通过测量微波的相位仪或者衰减度,就可以精准计算出煤炭中的水分含量。

综上所述,随着科学技术的高速发展,我国的煤质快速分析技术也有了突飞猛进的进步,国内有关部门已经自主研发成功了一系列的煤质快速分析仪器,为我国煤炭行业的发展提供了重要动力。但是不可否认的是,现如今我国的煤质快速分析技术仍旧不能满足社会的高速发展需求,这需要技术人员在工作过程中必须对技术进行不断创新,进一步扩大煤质快速分析技术的应用范围、提高技术的应用效率,确保所有涉煤企业都能在技术的支持下实现快速发展。

参考文献:

- [1] 陈刚.煤质快速分析仪的设计与研究[D].湘潭:湘潭大学,2006.
- [2] 王鑫.脉冲中子煤质快速分析装置慢化屏蔽体设计的计算机模拟[D].沈阳:东北师范大学,2007.
- [3] 王瑗.煤质在线检测的光学调整架振动分析及优化设计[D].济南:山东建筑大学,2019.