

中子测水法在煤炭行业中应用的讨论

曲方梧

(三能电力设备有限公司, 青岛 266101)

摘要 介绍中子测水法的原理、应用现状及其优、缺点, 讨论了该法在煤炭行业应用的可行性, 经分析认为, 中子测水法不适合在煤炭行业应用。

关键词 中子测水法 煤炭 水分 氢

随着煤炭生产的管理日趋严格, 煤炭中全水分的快速测定变得尤为重要。在工业应用领域中, 煤炭中水分含量的测定常用的方法有微波法、红外线法、中子法等, 这些方法具有各自的优缺点。由于中子测水法是大家目前较为关注的一种方法, 笔者就中子测水法在煤炭中水分含量测定方面的应用进行讨论。

1 中子测水法的原理及应用现状

中子测水法的原理是利用中子源发射中子的活化分析。从中子源发射出的快中子被含氢介质俘获并慢化为慢中子后, 再由只对慢中子敏感的慢中子探测器记录。被探测器记录下来的慢中子数目与物质中的含氢原子数量成正比例且有很高的相关系数, 形成特定的能谱表达, 经过输出并由计算机处理后, 直接反映出被测物中的含氢量。氢原子个数被测得后便可直接推算出水分子个数, 再计算求得水含量, 从而实现快速测水。总之“测水”即为“测氢”。由于中子测水法测量快速, 在工业、农业、土建、水文地质、冶金等领域有着广泛的作用, 在煤炭、化学、造纸等工业部门中起到重要的作用, 许多煤矿和火力发电厂已经应用该设备。而人们对于该方法测量结果的准确性看法不一。主要表现为: 中子测定的水分含量与实际标定值的误差极不稳定。经理论分析, 笔者认为在理论和应用模型的建立上, 中子测水法的合理性值得探讨。

2 中子法直接测水的合理性分析

2.1 从煤的成分方面的分析

煤炭中除了含有组成灰分的各元素外, 主要有C H O N S等元素成分, 其中氢元素分布在两种化合物里, 一种是H与O的化合物H₂O, 另一种是C与H的化合物即工业分析中的挥发分。根据中子测水的原理, 首先需对煤中氢元素的存在形态和分布进行分析。

煤中水分分为外在水分和内在水分(结晶水), 这些水分中的氢元素利用中子测水法都可以测得。一般情况下, 煤中的全水分在5%~25%左右, 随着煤化程度的加深而逐渐降低。原始植物中的水分含量约50%以上; 无烟煤和贫瘦煤因其煤化程度深、地质年代长而水分含量较低; 焦煤、肥煤、褐煤等煤化程度浅、地质年代短, 水分含量稍多, 可达20%以上, 有的达30%; 泥炭则达45%。不同类型的煤其含水情况如表1所示。

表1 不同类型煤的含水情况

煤类别	泥煤	褐煤	烟煤	无烟煤
水分/%	12~45	5~25.4	微量~8.7	0.1~4.0

煤中尚存在另外一类含氢物质——碳氢化合物, 在煤的工业分析中被定义为挥发分, 其含量随煤化程度、地质年代长短而变化。煤化程度越深, 地质年代越长, 其炭化程度越高, 则挥发分含量越低, 如无烟煤、贫煤; 反之其炭化程度越低, 挥发分含量越高, 如长焰煤、褐煤等。

经过上述分析可总结出, 煤中的氢元素有两个来源: (1)煤的水分; (2)煤的挥发分。这两种物质在煤中的含量都与煤的炭化程度成反比, 即炭化程度越高, 水和挥发分含量越低。

通常所说的煤的全水分即指第一个来源中的水分, 这个水分的多少直接关系到商品煤的定价以及燃料热值预算, 是一个非常重要的指标。尽管在分子结构上水分和挥发分属于不同的物质, 但它们各自所含的氢元素对中子的反应却是一致的。中子仪测得煤中的氢含量为水分中氢与挥发分中氢含量的总和。用氢元素含量的总和去推算煤中的水分, 显然是不合理的。

鉴于以上原因, 有人提出, 将挥发分的含量设定

为一个常数 K , 对其变化予以忽略不计, 不同煤种分别用 $K_1 K_2 K_3 \dots K_n$ 等来表示, 以期能在中子测水得出的结果中对水分值进行修正, 即用总氢含量减去挥发分中的氢含量, 得出修正后的结果, 即煤的水分含量。

这种提议从理论上分析看似可行, 但是, 由于煤是一种分布极不均匀的固体物料, 它不像液体或溶液, 取样时取一个样即可代表整体的性质。煤的这种不均匀、不稳定特性, 加上成煤过程中许多外界条件的影响, 使得即使同一矿种的煤, 其挥发分的含量也是千变万化的, 无法根据矿种具体确定常数 K 的值。挥发分随着煤在地下的炭化而减少, 煤在地下年代越长, 炭化程度越高, 挥发分越少。烟煤的组成大体为 $C_{15}H_{14}O$, 无烟煤的组成大体为 $C_{13}H_{14}$, 氢元素的个数由 14 降至 4, 发生 3 倍多的变化。从表 2 我国煤炭的分类则可以看出不同煤种中挥发分变化的连续性^[1]。

表 2 我国煤炭的分类及挥发分

类别	挥发分/%
无烟煤	≤10.0
贫煤	> 10.0~20.0
贫瘦煤	> 10.0~20.0
瘦煤	> 10.0~20.0
焦煤	> 10.0~28.0
肥煤	> 10.0~37.0
褐煤	> 37.0
其它	> 37.0

即使是同一类别同一矿区的煤, 挥发分也是变化很大的。况且, 通常情况下, 同一种煤的挥发分产率要比水分含量大很多。利用数学模型舍大取小进行修正, 忽略挥发分对氢元素含量的影响, 必将导致测量结果的失真。因此, 用数理统计方法给出的关于挥发分含量的常数值, 参与相应数学模型的建立和输出结果, 其可靠性有待于商讨。

2.2 从中子测水法的优缺点方面分析

中子测水法的优点是反应简单、测量快速、灵敏度高, 在大多数情况下只需考虑中子俘获反应, 因为被照射元素的化学性质不发生变化。此法可以节约时间, 因此被许多厂家所采用。但中子测水也有其不足的一面。

(1) 在中子活化分析^[2]中测量结果的精密度和准确度不够理想。这是由于大多数情况下中子活化分析只适于痕量测定, 往往只需知道杂质含量的数量级就够了。另外, 因痕量分析缺乏标准, 使得测量结果的准确度无法确定。在痕量级时, 许多元素的分布可

能很不规则, 根据若干次分析得到的标准偏差所反映的是该材料的均匀性。因此中子活化分析从本质上讲是得不到精密结果的。尤其是煤的均匀性极差, 各种元素的分布很不均匀, 因此用中子法测定煤中的水分, 测量误差较大。

(2) 中子测水难以测定含量很低的水分。氢核太少时, 中子不能被有效减速, 计数器所记录的慢中子数目太少, 由于各方面的误差, 如样品误差、人为操作误差等而导致计数不准确和测量失真^[3]。

(3) 中子测氢只是一种元素测量, 不能将自由水、结晶水或其它含氢物质中的氢加以区别。因为煤中的水分和挥发分随煤炭化程度的变化具有一致性, 中子对煤中氢元素发生作用时, 对水和挥发分中氢元素的能谱表达是一致的, 所测得的氢原子数是两种成分中的总氢原子数, 所以很难区别挥发分中的氢元素与水中的氢元素, 这样测得的水分值显然比煤中真实的水分值大许多。

综上所述, 在电厂煤质检验中, 利用中子法所测氢元素的含量并不仅仅代表水分中的氢含量, 因此这样得到的结果不准确, 这是众多厂家反映此法测水不准的一大原因。

通过以上分析可知, 中子测水法应用在电力、煤炭行业测定煤的水分是不合理的, 以目前的水平, 这一技术尚不能满足电力、煤炭行业对水分测量精密度的要求, 只有应用在沙土、混凝土等组成物质中仅水分含氢的物料测量中才能体现出其测水快、准的优势。

因此, 建议国家有关职能机构、科研机构、企业慎重考虑中子测水法在煤炭中的应用, 同时也希望有开发能力的科研单位不断创新, 开发出适用于电力、煤炭行业的在线测水仪。

据悉, 近期西北某大学和沿海某厂家正在联合研究利用中子加速器对被测物体进行全元素快速分析, 如对煤的碳、氢、氧、氮、硫元素分析后, 建立相应的理论分析组合模型, 可得出更为准确的数据, 其中包括水分和挥发分。

参 考 文 献

- 尹世安. 电厂燃料. 北京: 中国电力出版社, 1991.
- (比) 德·索埃特. 中子活化分析. 伍任译. 北京: 北京原子能出版社, 1975. 7
- 陈常茂. 中子流量、中子谱与比释动能. 北京: 北京原子能出版社, 1978.

(下转第 78 页)

上有较高的权威, 美国 FDA 认证在数据管理方面提出了“安全性”、“完整性”、“事态追踪”的要求, 尤其强调分析数据要保证在实验室信息管理系统(LIMS)中调用的可靠性与不可篡改的数据结构。在此基础上

提出了有关计算机有效性的电子记录和电子签名方面的要求。可喜的是我国的电子签名法案即将出台, 规范化的发展是色谱数据处理系统的必然方向。

参 考 文 献

1 冯可荣. 数据处理在色谱检定中的影响. 计量技术, 2001(2): 42

RESEARCH OF THE CHROMATOGRAPH DATA PROCESSING SYSTEM

Feng Kerong

(Guangxi Institute of Measurement and Testing Technology, Nanning 530022, China)

ABSTRACT The factors influencing the chromatograph data processing system were analyzed. The methods to calibrate the chromatograph data and the standardization of the system were put forward.

KEYWORDS chromatograph data processing system, data acquisition, software test, calibration, measurement, filtered technology

(上接第 72 页)

PREPARATION AND CONCOCTION TECHNIQUE OF STANDARD GAS

Jiang Suxia, Han Zhongshu

(Safety Instrument Testing Center of Petroleum and Chemistry Industry, Qingdao 266071, China)

Xia Chun

(Qingdao Institute of Measurement and Testing, Qingdao 266071, China)

ABSTRACT The preparation and impurity purging methods were introduced. The methods for preparation single component and mixed gas were related, as well as the special standard gas preparation method.

KEYWORDS standard gas, volumetric method, infiltrating tube, traceability

(上接第 74 页)

DISCUSSION ON THE REASONABLENESS OF THE APPLICATION OF NEUTRON MOISTURE MEASUREMENT IN COAL TRADE

Qu Fangwu

(Sanneng Electric Power Equipment Ltd., Qingdao 266101, China)

ABSTRACT The principle, application present, advantage and disadvantage of neutron moisture measurement were introduced. The application of the method in coal and coke was discussed. It is concluded that the method of neutron moisture measurement is not applicable in coal trade.

KEYWORDS neutron moisture measurement, coal and coke, moisture, hydrogen

河北省实验得出快速检测农产品办法

不久前, 从河北省农业厅获释, 为探索快速、简捷、准确的农产品农药残留检测方法, 河北省农业厅组织科技人员进行了试验和筛选, 初步探索出两种快速检测方法: (1) 依托国家 948 项目, 改进原有定量检测方法, 实现了定量快速检测。利用气相色谱仪、液相色谱仪, 按照 NY/T 761—2004 标准, 可一次检测 10 个样品, 检测项目可由原来的 3~4 种增加到 10~20 种, 检测时间由原来的 10 h 缩短到 6 h; (2) 秦皇岛海洋蔬菜批发市场引进台湾的“绿盾大量样品快速检测仪”, 一次可检测 88 个蔬菜样品, 耗时 1 h, 每个样品的费用为 0.1 元, 比目前市场上使用紫外分光光度计检测的准确率高 20%, 费用也大大降低。较为适合蔬菜批发市场用于监控进场蔬菜质量。

(石巍)

我国 10 个城市污染最严重

不久前, 环保总局公布了 2003 年度国家环境保护重点城市环境管理和综合整治年度报告。报告显示, 一些城市的空气污染仍然很严重。2003 年, 113 个城市中空气污染最严重的 10 个城市分别是: 临汾、阳泉、大同、石嘴山、三门峡、金昌、石家庄、咸阳、株洲和洛阳。环境质量较好的城市有: 海口、珠海、湛江、桂林、北海等; 污染控制完成较好的城市有: 南通、连云港、沈阳等; 环境建设方面较好的城市有: 大连、烟台、深圳等。据了解, 环保总局 1989 年开始在全国重点城市实施“城考”制度, 截至目前, 参与“城考”的城市已达 608 个。占全国城市总数的 91%。(新)