



中华人民共和国国家标准

GB/T 29161—2012

中子活化型煤炭在线分析仪

Specifications of on-line analyzer for coal based on neutron activation analysis

2012-12-31 发布

2013-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国煤炭工业协会提出。

本标准由全国煤炭标准化技术委员会(SAC/TC 42)归口。

本标准起草单位:煤炭科学研究总院煤炭分析实验室(国家煤炭质量监督检验中心)、江苏广兆科技有限责任公司、煤炭科学研究总院煤化工研究分院、煤炭科学研究总院检测研究分院、南京国晟科技有限公司。

本标准主要起草人:皮中原、宋兆龙、李英华、姜英、方全国、徐爱国、崔国圣。

引 言

中子活化型煤炭在线分析仪采用中子感生瞬发 γ 射线活化分析技术,实时在线提供煤炭的元素分析和品质特性指标。

本标准仅对中子活化型煤炭在线分析仪的在线检测主系统进行了规定,未对附属的皮带秤和煤炭水分仪(可选件)提出具体技术要求。皮带秤和水分仪的输出信号由在线分析主系统的控制柜采集并进行数据处理。

中子活化型煤炭在线分析仪

1 范围

本标准规定了中子活化型煤炭在线分析仪的组成、分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、随行文件、运输及贮存等。

本标准适用于中子活化型煤炭在线分析仪。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB 474 煤样的制备方法

GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求

GB 5172 粒子加速器辐射防护规定

GB 5226.1—2002 机械电器安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件

GB/T 6543 运输包装用单瓦楞纸和双瓦楞纸箱

GB 11806—2004 放射性物质安全运输规程

GB/T 12464 普通木箱

GB 14052 安装在设备上的同位素仪表的辐射安全性能要求

GB 15479 工业自动化仪表绝缘电阻 绝缘强度技术要求和试验方法

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 19494.2 煤炭机械化采样 第2部分:煤样的制备

GB/T 19952—2005 煤炭在线分析仪测量性能评价方法

3 术语和定义

GB/T 19952—2005 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

瞬发 γ 射线中子活化分析 prompt gamma neutron activation analysis(PGNAA)

利用热中子束轰击靶样品中各种元素的原子核,使之俘获热中子后受激生成激发态复合核,在 $<10^{-14}$ s时间内,退激释放出特征 γ 射线。根据特征 γ 射线峰的位置(能量)和强度(峰面积)对元素进行定性和定量分析,可测量煤炭中除碳、氧以外的所有主要元素。

3.2

脉冲快热中子活化分析 pulse fast and thermal neutron activation analysis(PFTNA)

利用脉冲快热中子打在靶材料上,热中子与靶核发生热中子俘获反应产生的瞬发特征 γ 射线和快中子与靶核发生非弹性散射反应时放出的瞬发特征 γ 射线。根据特征 γ 射线峰的位置(能量)和强度(峰面积)对元素进行定性和定量分析,可测量煤炭中包括碳、氧在内的全部主要元素。

3.3

中子活化型煤炭在线分析仪 on-line analyzer for coal based on neutron activation analysis

采用PGNAA和PFTNA技术,利用中子活化分析原理,对处理和输送过程中的煤炭的多个指标

进行实时连续测量的检测系统。

3.4

辐射控制区 radiation controlled area

在辐射工作场所划分的一种区域,在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施,以便:

- a) 在正常工作条件下控制正常照射或防止污染扩展;
- b) 防止潜在照射或限制其程度。

【GB 18871—2002,定义 6.4.1】

3.5

辐射监督区 radiation supervised area

未被确定为控制区,通常不需要采取专门防护手段和安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

【GB 18871—2002,定义 6.4.2】

3.6

静态测量准确度 static test accuracy

仪器对参比样进行静态重复测量结果的平均值与参比值之间的一致程度。

3.7

静态测量精密度 static test precision

仪器对参比样进行静态重复测量结果间的一致程度。

3.8

分析仪示值 analyzer value

用分析仪对试验单元进行试验得到的特定的测量值。

【GB/T 19952—2005,定义 3.7】

3.9

分析仪试验方法 analyzer test method

用分析仪得出被探测的煤炭质量指标的试验方法,所得测定值是被测量真值的估计值。

【GB/T 19952—2005,定义 3.8】

3.10

分析仪动态精密度 analyzer dynamic precision

动态条件下,分析仪示值与比对试验方法(消除了参比试验方法随机误差)测定值之间的一致程度。

【GB/T 19952—2005,定义 3.9】

3.11

参比值 reference value

用参比试验方法对一个试验单元进行试验得到的一个特定的测量值,该值作为参比用于与分析仪示值进行比对。

【GB/T 19952—2005,定义 3.22】

3.12

静态重复性 static repeatability

对置于分析仪探测区下的参比标准样进行重复测定所得到的分析仪示值相互间的一致程度。

【GB/T 19952—2005,定义 3.23】

4 测量原理

利用中子束轰击被测样品,中子与被测样品中各种元素的原子核发生热中子俘获和快中子非弹核

反应,极短时间内释放出特征 γ 射线,利用 γ 能谱仪探测这些特征 γ 射线。预先对分析仪进行能量和强度刻度标定,根据各特征峰的位置(能量)和强度(峰面积)对元素进行定性和定量分析。用参比煤样对分析仪的煤质特征参数示值进行标定,根据标定曲线,以及通过的煤量(由皮带秤提供)给出灰分、热值、灰成分等煤质特征结果。

5 分析仪组成和分类

5.1 分析仪组成

分析仪由测量及防护单元和煤质分析单元组成。测量及防护单元包括中子源、 γ 射线探测器、防护体及慢化体等。按照中子源及 γ 射线探测器的不同布置,分析仪分为透射式和反射式两种。以透射式为例,分析仪组成示意图见图1。

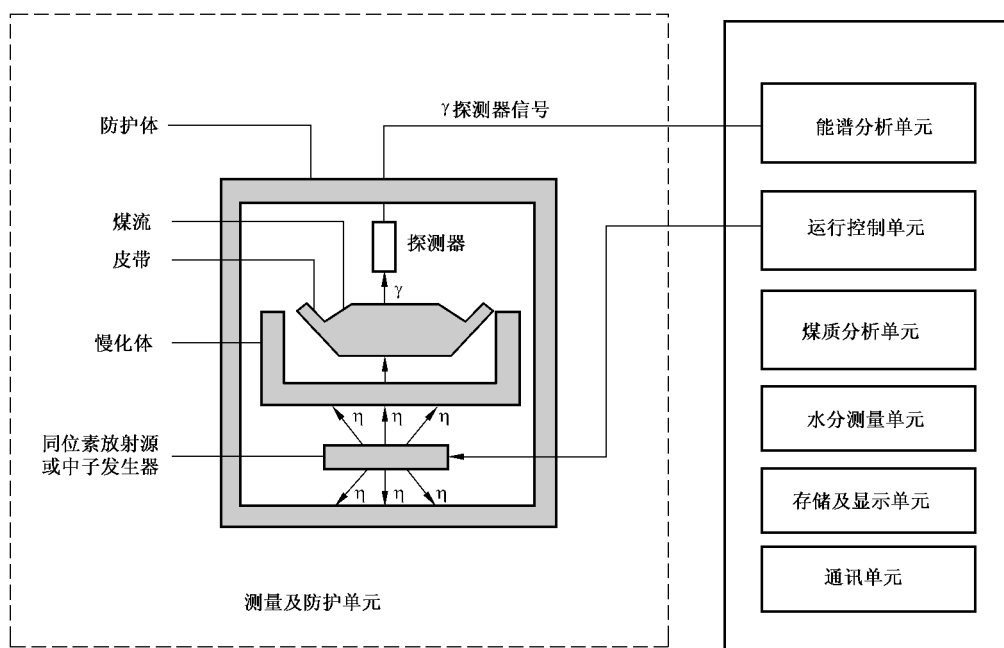


图1 分析仪组成示意图

5.1.1 测量及防护单元

该单元包括中子源、 γ 射线探测器、防护体等主要设备。主要实现中子发生、 γ 射线探测及辐射防护功能。

5.1.2 煤质分析单元

该单元的基本组成和应实现的功能如下:

- 利用数据采集模块、能谱分析模块等,进行 γ 射线能谱分析,实现元素分析的测定和输出。
- 利用模型分析、参比样标定等方法,实现煤质特征参数的测定和输出。
- 利用输入、输出模块,实现系统与外界的输入、输出等功能。
- 利用存储及显示模块,实现运行数据存储、检测结果的记录、显示、输出等功能。

5.1.3 水分测量单元(可选件)

如需提供水分测定结果,可配置水分测量单元。该单元利用水分检测及控制、输出模块等,实现水分的检测及输出。

5.2 测量及防护单元布置方式

中子活化型煤炭在线分析仪分成透射式布置方式和反射式布置方式。透射式布置方式(图2)中,中子源或中子发生器与 γ 射线探测器布置在输煤皮带的上下两侧。反射式布置方式(图3)中,中子源或中子发生器与 γ 射线探测器布置在输煤皮带的同一侧。

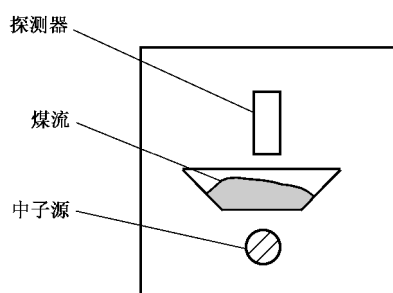


图2 透射式布置系统

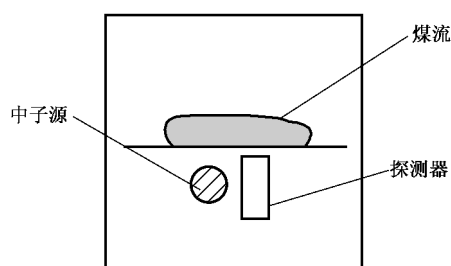


图3 反射式布置系统

5.3 分析仪分类

5.3.1 按照中子源类型分类

- a) 可控中子管式检测分析仪:包括采用氘-氚(D-T)14 MeV 人工可控中子发生器和采用氘-氘(D-D) 2.5 MeV 人工可控中子发生器对煤炭进行在线检测的仪器;
- b) 同位素放射源式检测分析仪:采用 ^{252}Cf 或 $^{241}\text{Am} - \text{Be}$ 中子源及其他同位素放射源对煤炭进行在线检测的仪器。

5.3.2 按照结构分类

- a) 固定式检测分析仪;
- b) 移动式检测分析仪,包括车载移动式和组合移动式检测分析仪。

6 技术要求

6.1 结构与外观

- 6.1.1 分析仪的设计及运行程序应便于操作和维护,并有安全的防辐射措施。
- 6.1.2 所有控制柜、控制箱、控制台及附属部件应安装正确、外观良好;分析仪各部分表面应无明显的凹痕、划伤、变形和污染;所有控制面板和显示面板上的标记和字迹应清晰可辨。
- 6.1.3 所有分析仪的外盖板应便于安装和拆卸。框架应具有足够的强度和刚度,在正常搬运中不应产生变形。
- 6.1.4 主机箱、控制柜应满足通风、散热要求,控制柜应满足防尘、防水要求,防护等级不低于 IP54。
- 6.1.5 控制柜应采取必要的防静电及电磁辐射干扰的防护措施。

6.2 测量性能

6.2.1 测量参数和范围

分析仪应能提供直接测定的元素分析结果及通过转换计算得到的灰分、发热量和煤灰成分等煤质分析结果。分析仪直接测定的元素含量和通过转换计算得到的煤质分析结果的范围见表1和表2的推荐值。

表1 元素分析和范围

测定元素		测量范围/%
中子管式检测系统	放射源式检测系统	
C		40.0~85.0
H	H	0.5~12.0
O		5.0~35.0
N	N	0.3~1.5
S	S	0.2~5.0
Al	Al	0.6~8.0
Si	Si	1.0~12.0
Fe	Fe	0.6~6.0
Ca	Ca	0.3~4.0
Ti	Ti	0.2~1.0
Na	Na	0.2~3.0
K	K	0.2~3.0

表2 煤质特征参数和范围

煤质参数	测量范围
灰分 A_d / %	7.0~65.0
发热量 $Q_{\text{net,ar}}$ / (MJ/kg)	12.0~29.0
SiO_2 (灰中) / %	35.0~60.0
Fe_2O_3 (灰中) / %	2.0~17.0
Al_2O_3 (灰中) / %	18.0~34.0
CaO (灰中) / %	0.5~13.0
TiO_2 (灰中) / %	1.0~4.0
Na_2O (灰中) / %	0.5~2.0
K_2O (灰中) / %	0.5~4.0
如配置水分测定单元	
水分 M_{ar} / %	1.0~40.0
水分 M_{ad} / %	0.5~10.0

6.2.2 分析仪的稳定性

分析仪在间隔一定时间(至少 72 h)后对参比样煤质参数的静态测量重复性和示值没有显著性变化。

6.2.3 静态测量精密度与准确度

以 2 min 为一个周期的静态测量精密度 P_j 和静态测量准确度 A_j 应符合表 3 和表 4 中推荐值的要求。

表 3 元素分析静态测量性能基本要求

分析指标	测量范围/%	静态测量精密度/%	静态测量准确度/%
C	40.0~85.0	≤ 1.2	≤ 1.5
	45.0~65.0	≤ 1.0	≤ 1.2
H	0.5~12.0	≤ 0.4	≤ 0.5
	5.0~8.0	≤ 0.3	≤ 0.4
O	5.0~35.0	≤ 1.5	≤ 1.8
N	0.3~1.5	≤ 0.4	≤ 0.5
S	0.2~5.0	≤ 0.3	≤ 0.3
Al	0.6~8.0	≤ 0.7	≤ 0.7
Si	1.0~12.0	≤ 0.7	≤ 0.7
Fe	0.6~6.0	≤ 0.3	≤ 0.4
Ca	0.3~4.0	≤ 0.5	≤ 0.5
Ti	0.2~1.0	≤ 0.2	≤ 0.2
Na	0.3~3.0	≤ 0.4	≤ 0.4
K	0.3~3.0	≤ 0.4	≤ 0.4

表 4 煤质特征分析静态测量性能基本要求

分析指标	测量范围	静态测量精密度	静态测量准确度
灰分 $A_{ar}/\%$	<15.0	≤ 1.0	≤ 1.2
	15.0~30.0	≤ 1.2	≤ 1.6
	>30.0	≤ 1.5	≤ 2.0
发热量 $Q_{net,ar}/(MJ/kg)$	>12.0	≤ 0.45	≤ 0.65
如果配置水分测量单元			
水分 $M_{ar}/\%$	<10	≤ 0.5	≤ 1.0
	≥ 10	≤ 1.0	≤ 1.6

6.2.4 分析仪动态精密度

以 3 min 为一个周期的分析仪动态精密度 P_A 应符合表 5 推荐值的要求。

表 5 煤质特征分析动态精密度基本要求

分析指标	测量范围	分析仪动态精密度(95%置信概率)
灰分 $A_{ar}/\%$	<15.0	≤ 1.8
	$15.00 \sim 30.0$	≤ 2.3
	>30.0	≤ 2.8
发热量 $Q_{net,ar}/(MJ/kg)$	>12.00	≤ 0.8
如果配置水分测量单元		
水分 $M_{ar}/\%$	<10	≤ 1.6
	≥ 10	≤ 2.0

6.3 分析仪功能

分析仪应具备以下基本功能:

- 具有对分析仪测量参数进行校正和存储等功能;
- 分析周期可调整;
- 能够对处理和输送过程中的煤炭的主要指标进行实时在线检测;
- 煤质指标实时趋势显示,并可查询历史趋势数据,历史趋势数据保存时间应不少于 6 个月;
- 具备通讯接口,所有煤质检测数据可远程传输给相关系统;
- 应具备故障自诊断功能,且能提供远程诊断和远程维护。

6.4 适应性

6.4.1 工作环境条件

- 温度: $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (控制柜); $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (测量及防护单元);
- 相对湿度: $5\% \sim 95\%$;
- 大气压力: 0.1 MPa (1 大气压)左右。

6.4.2 皮带输送机条件

用于检测运输皮带上煤炭的分析仪,应适用以下皮带输送机条件:

- 皮带宽度:通常 $800\text{ mm} \sim 1\,800\text{ mm}$,超过 $1\,800\text{ mm}$ 可单独定制;
- 皮带速度:不限制。

6.4.3 煤流条件

- 原煤粒度不限制;
- 皮带煤流厚度 $\geq 60\text{ mm}$ 。

6.5 防护性能

分析仪的辐射防护性能应符合 GB 5172 或 GB 14052 或 GB 18871—2002 中的相应要求。

6.6 电气安全

6.6.1 设备保护接地

分析仪应设有保护接地,其设备金属表面或任意接地点与接地端子间的电阻应不大于 $0.1\ \Omega$ 。

6.6.2 绝缘性能

分析仪的外引带电回路部分和外露非带电金属部分及外壳之间,以及电气上无联系的各回路之间,电压小于 $60\ \text{V}$,绝缘电阻不小于 $5\ \text{M}\Omega$,电压 $60\ \text{V}\sim 130\ \text{V}$,绝缘电阻应不小于 $7\ \text{M}\Omega$,电压 $60\ \text{V}\sim 650\ \text{V}$,绝缘电阻应不小于 $10\ \text{M}\Omega$,电压 $650\ \text{V}\sim 2\ 000\ \text{V}$,绝缘电阻应不小于 $20\ \text{M}\Omega$ 。

6.6.3 介电强度

分析仪应能承受 $1\ \text{min}$ 工频下耐压试验,不出现击穿和元器件损坏现象。

6.7 连续运行要求

对于可控中子发生器式煤炭在线分析仪,中子发生器每 $24\ \text{h}$ 启动测试一次,连续运行时间不少于 $1\ \text{h}$,其余部分连续运行 $72\ \text{h}$ 应工作正常,不应有元件、卡件损坏或其他异常情况发生,软件应运行正常。

对于放射源式煤炭在线分析仪,连续运行 $72\ \text{h}$,应工作正常,不应有元件、卡件损坏或其他异常情况发生,软件应运行正常。

7 试验方法

警示:

- a) 中子活化型煤炭在线分析仪在正常设计和使用时,不会对环境 and 周围介质产生可观测到的活化现象;
- b) 测量及防护单元内含中子源,试验人员严禁拆卸测量及防护单元,以避免辐射损伤;
- c) 试验时,工作人员应尽量在安全区或辐射监督区操作;
- d) 试验时,工作人员必须进入辐射控制区操作时,应有安全措施并采取专门的防护手段。

7.1 试验条件

- a) 供电电压(交流): $(1\pm 10\%)\times 220\ \text{V}$;
- b) 供电频率(交流): $50\ \text{Hz}\sim 60\ \text{Hz}$ 。

7.2 试验用仪器设备

试验用仪器设备见表 6。

表 6 试验用仪器设备

试验项目	仪器设备名称	精度等级要求
测量性能	煤炭采制化标准规定设备	符合相关标准要求
接地电阻	接地电阻测试仪	毫欧($\text{m}\Omega$)级,测量误差不超过 $\pm 3\%$
绝缘电阻	绝缘电阻表(兆欧表)	不低于 $500\ \text{V}$,测量误差不超过 $\pm 10\%$
介电强度	交直流耐电压测试仪	$5\ 000\ \text{V}$, $150\ \text{mA}$ 以上,测量误差不超过 $\pm 5\%$

7.3 结构与外观检查

采用目测及手动等方法检查,应符合 6.1 的要求。

7.4 测量性能试验

7.4.1 静态参比煤样的制备

按照 GB 474 或 GB/T 19494.2 规定,将选取的煤样(其质量应能覆盖探测区,一般可为 100 kg)破碎到粒度小于 3 mm,从中缩分和制备出 2 份 100 g 的分析样品,用相关国家标准方法测定有关参数的量值,作为静态参比样品的参比值;其余试样置于合适的容器或包装中,作为静态测量参比样。

7.4.2 测量参数和范围

选取 5 个煤样,其灰分、发热量的量值应包括表 1 中的大部分测量范围,至少有两个煤样接近范围的上限和下限。按照 7.4.1 将每个煤样制备成静态参比样品。将静态参比样品置于合适的容器中,放到分析仪探测区下进行测量,分析仪能显示和打印出表 1 和表 2 给出的各种参数的测定结果。

7.4.3 分析仪的稳定性

分析仪的稳定性通过在不同时间内对同一参比样品的静态重复测量值变化的显著性进行评定。选择两个合适的静态参比样,其被测量值接近于测量范围的两个端点,按照 GB/T 19952—2005 中 7.3 和 7.4 给出的方法,分别在时间 0 和时间 τ 时对两个参比样进行静态重复测量,按照 GB/T 19952—2005 中 B.2.1~B.2.3 中给出的方法对静态重复测量结果进行统计分析,系统在时间 0 和时间 τ 时对两个参比样的静态测量重复性和示值应无显著性差异。

7.4.4 分析仪静态测量精密度和准确度

7.4.4.1 分析仪的静态标定

进行分析仪的静态测量精密度和准确度测量之前,应使用至少 5 个涵盖被测量范围的、按 7.4.1 制备的静态参比煤样对分析仪进行静态标定:

将静态测量参比样放到分析仪探测区下进行测量。记录各参数的分析仪示值。

输入用相关国家标准方法测得的各参数的参比值,仪器自动生成各参数的静态测量标定曲线。

7.4.4.2 静态测量精密度和准确度测量

另外选取 5 个煤样,其主要参数如灰分、发热量的量值应包括高、中、低测量范围。按 7.4.1 中的方法分别将每个煤样制备成具有参比值的静态测量参比样。启动分析仪测量系统 20 min 后,将每个参比样置于在线检测系统的探测区中,以 2 min 为一个周期进行测量,至少连续进行 15 个周期的测量。记录每一周期各参数的分析仪示值。

按式(1)计算分析仪对参比样每一参数测定的重复性标准差 S_j :

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

j —— 某一参数;

n —— 分析仪对某一参数重复测定次数(周期数);

x_{ji} ——分析仪对某一参数的第 i 个周期的测量值；

$\bar{x}_j$ ——分析仪对某一参数重复测定平均值。

按式(2)计算分析仪对参比样某一参数测定的静态测量精密度 P_j ：

$$P_j = t_{0.05, n-1} \times S_j \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$t_{0.05, n-1}$ —— t 分布中的临界值(95%置信概率,双尾)。

按式(3)计算分析仪对参比样某一参数测定的静态测量准确度 A_j ：

$$A_j = |\bar{x}_j - R_j| \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

A_j ——分析仪对参比样某一参数的静态测量准确度；

R_j ——用标准方法测得的参比样某一参数的参比值；

$\bar{x}_j$ ——分析仪对某一参数重复测定平均值。

所得 5 个煤样的各参数的静态测量精密度和静态测量准确度都应符合表 3 和表 4 的要求。

7.4.5 分析仪动态精密度

7.4.5.1 分析仪的动态测量标定

在进行分析仪动态测量精密度试验前,按 GB/T 19952—2005 中 8.3 或 8.4 的方法进行分析仪的动态标定,生成各参数的动态测量标定曲线。

7.4.5.2 分析仪动态精密度试验

在分析仪安装现场,于探测煤流过程中,按照 GB/T 19952—2005 中 9.2 的方法进行分析仪动态精密度测定。所得分析仪动态精密度 P_A 应满足 6.2.4 中表 5 的要求。

7.5 分析仪功能试验

启动分析仪运行,观察验证系统是否具备 6.3 规定的功能。

7.6 防护性能测试试验

分析仪防护性能测试按照 GB 14052 规定的方法进行,测试结果应符合 6.5 规定的要求。

7.7 电气安全试验

7.7.1 设备保护接地测试

根据 GB 5226.1—2002 中 19.2,测试电气设备外壳与接地端子的电阻,应符合 6.6.1 的要求。

7.7.2 绝缘性能测量

按照 GB 15479 规定的方法,测量绝缘性能,应满足 6.6.2 的要求。

7.7.3 介电强度试验

按照 GB 4793.1—2007 中 6.8 介电强度试验程序,进行介电强度试验,应满足 6.6.3 的要求,试验电压采用该标准中表 9 电压,允许采用试验电压的内插值法。

7.8 连续运行试验

在试验环境条件下,将测试煤样置入分析仪检测系统内,启动分析仪,连续运行 72 h,连续运行性

能应符合 6.7 规定的要求。对于采用可控中子发生器式煤炭在线分析仪,中子发生器每 24 h 启动测试一次,连续运行时间不少于 1 h。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分型式检验和出厂检验。

8.2 检验项目

检验项目见表 7。

表 7 检验项目分类表

序号	名称	出厂检验	型式检验
1	静态精密度和准确度试验	√	√
2	分析仪动态精密度		√
3	防护性能试验	√	√
4	设备接地电阻	√	√
5	绝缘性能试验	√	√
6	介质强度试验		√
7	结构、外观检查	√	√
8	连续运行试验	√	√

8.3 检验

应按照表 7 中所列检验项目对产品进行出厂检验或型式检验。

8.3.1 出厂检验

出厂检验应逐套进行,产品经检验合格后,方可出厂。

8.3.2 型式检验

8.3.2.1 型式检验条件规定

凡遇下列情况之一,应进行型式检验:

- 新产品定型鉴定前;
- 产品转厂生产定型前;
- 连续批量生产的系统每四年一次;
- 正式投产后,如设计、工艺材料、元器件有重大改变,可能影响产品性能时;
- 产品停产一年以上又重新恢复生产时;
- 合同规定时;
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

8.3.2.2 抽样

型式检验从出厂检验合格的一批产品中任意抽取一套作为样品。

8.4 合格判定

表 7 中任何一项检验不合格,则该分析仪质量不合格。

9 标志、包装、随行文件、运输及贮存

9.1 标志

每套检测系统必须在显著位置设置字迹清楚的永久性标志或标牌,其内容应包括:

- a) 制造厂名称;
- b) 分析仪及分系统名称;
- c) 分析仪及分系统型号;
- d) 制造日期及出厂号;
- e) 警示标志或警示说明(警示标志应符合 GB 11806 中规定的放射性符号及标志);
- f) 产品标准编号;
- g) 注册商标。

9.2 包装

9.2.1 对分系统尽量采用整体独立包装;功能部件采用整体包装;对各组件及零部件应采用内、外分别包装,并应在包装箱内固定,外包装应采用箱装。

9.2.2 分系统或独立功能部件的包装应采用符合 GB/T 12464 中规定的木箱;组件和零部件的包装应采用符合 GB/T 6543 规定的瓦楞纸箱。

9.2.3 放射源的包装应符合 GB 11806 的要求。

9.2.4 分析仪及组件的外包装上应标明运输条件、温湿度要求、堆码高度、负重强度及起吊位置等图示标志。标志的图形、颜色、尺寸及使用方法应符合 GB/T 191 中的相关要求。

9.3 随行文件

产品的包装箱内应装有以下随行文件:

- a) 使用说明书,应包含以下内容:
 - 技术说明书:产品特点,主要用途及适用范围,简要结构组成及工作原理,主要性能及参数,辐射安全保护措施,产品的工作条件,使用环境条件等;
 - 操作手册:操作及使用中的安全、辐射安全防护说明及注意事项,操作程序、方法、防范措施及误操作的防止等,运行中的操作记录等要求;
 - 维护手册:故障现象、原因分析及排除方法。日常运行时的维护、保养,正常维修程序,周期检修程序、方法,长期存放时的维护及保养等。
- b) 产品合格证,应包含所执行的产品标准号、检验结果及结论、产品编号及生产日期、检验员或检验部门的签章等内容。
- c) 备品备件清单。
- d) 包装箱目录及装箱单。

9.4 运输和贮存

9.4.1 经包装的分系统或部件应适用于所需的运输方式。车载移动式检查系统还应适用于公路自运。

9.4.2 应严格按照分系统或部件包装箱上标明的运输条件进行装运。

9.4.3 放射源和含放射源系统的运输除应符合上述要求外,还应符合 GB 11806—2004 中第 6 章的相关规定。

9.4.4 包装完好的系统应满足国家标准规定的贮存运输要求,长期不用的系统应保留原包装,在相对湿度不大于 85% 的库房内贮存,室内无酸、碱、盐及腐蚀性气体和灰尘、雨、雪侵害。

9.4.5 放射源的贮存:放射源应单独存放,不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放,并指定专人负责保管。对放射源贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏,防放射线泄漏的安全措施。
