

文章编号: 0254-5357(2010)04-0414-05

煤炭标准物质研制

刘 妹, 顾铁新, 程志中, 黄宏库, 鄢卫东, 鄢明才

(中国地质科学院地球化学地球物理勘探研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要: 根据我国煤炭资源的总体分布和煤产品的实际需要, 研制了16种煤炭标准物质。定值分析方法为国家标准方法, 定值项目包括常规指标和部分微量元素。针对煤炭标准物质稳定性差的缺点, 研制过程中采取了多种措施, 力求改善稳定性, 延长有效期。

关键词: 煤炭标准物质; 稳定性; 定值

中图分类号: TQ421.31; TQ530 文献标识码: A

Preparation of Coal Standard Reference Materials

LIU Mei, GU Tie-xin, CHENG Zhi-zhong, HUANG Hong-ku, YAN Wei-dong, YAN Ming-cai

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Chinese Academy of Geological Sciences, Langfang 065000, China)

Abstract: 16 coal standard reference materials have been prepared, which approximately represented the typical coal resources and coal products in China. Standard analytical methods were used in certification. Common components and some trace elements were certified. More attention was paid to stability of the coal standard reference materials and some effective measures were taken to improve the stability and to extend the validity period of the coal standard reference materials.

Key words: coal standard reference material; stability; certification

煤在我国能源资源生产和消费结构中一直居于主导地位, 它既是工农业和人民生活的主要燃料, 也是冶金、化工、医药的重要原料^[1]。特别在石油紧缺的情况下, 有效合理地利用煤矿资源关系我国国民经济的大局。为全国煤矿地质调查、评价与综合利用提供技术支撑, 准确掌握煤的各种化学成分和物理特性, 中国地质科学院地球物理地球化学勘探研究所新近研制了16种煤炭系列标准物质(GSC-1~GSC-16), 定值项目包括常规指标和部分有害元素共计12项。

1 候选物的采集

本系列标准物质统筹了全国煤炭资源的总体分布和煤产品评价与综合利用的实际需要, 挑选具有代表性和储量较大的烟煤和无烟煤共计16种, 主要指标形成系列, 如灰分含量范围为5%~50%, 全硫的含量范围为0.3%~3%等, 使之具有良好的代表性和适用性。由于褐煤水分和挥发分含量相对较高, 稳定性差, 未选作本系列煤炭标准物质的候选物。本次煤炭标准物质研制工作选采的16种候选物的概况列于表1。

收稿日期: 2009-10-28; 修订日期: 2010-03-01

基金项目: 中国地质科学院地球化学地球物理勘探研究所基本科研业务费项目资助(AS2007J03)

作者简介: 刘妹(1979-), 女, 辽宁瓦房店人, 硕士, 工程师, 从事地球化学标准物质研究。

E-mail: liumei1009@163.com。

表1 16种候选物基本概况

Table 1 The characteristics of 16 candidate materials of coal

样品编号	采样地点	类型	w _{估计值} /%	
			灰分	全硫
GSC-1	河北唐山范各庄煤矿	肥煤	31	0.8
GSC-2	河北唐山林南仓煤矿	气煤	50	0.5
GSC-3	河北邢台东庞煤矿	1/3焦煤	11	0.3
GSC-4	山西大同晋华宫煤矿	弱黏煤	5	1.1
GSC-5	山西孝义水峪煤矿	焦煤	11	2.5
GSC-6	山西孝义高阳煤矿	焦煤	13	2.7
GSC-7	山西太原西山官地煤矿	贫瘦煤	27	1.5
GSC-8	山西阳泉三矿	无烟煤	21	2.2
GSC-9	内蒙古鄂尔多斯准格尔煤矿	长焰煤	23	2
GSC-10	淮北祁南矿	气煤	21	1.5
GSC-11	山西晋城成庄矿	无烟煤	17	0.3
GSC-12	新汶潘西矿	气肥煤	18	3
GSC-13	新汶汶南矿	气肥煤	34	1.1
GSC-14	山东兖州北宿矿	气煤	21	3
GSC-15	淮北临涣矿	肥煤	19	0.5
GSC-16	淮北朱仙庄矿	1/3焦煤	27	0.3

2 样品制备

样品制备流程图见图1。将煤炭标准物质候选物置于通风的烘箱中80℃烘12h,去除水分。用鄂式破碎机粗碎,再用中碎机破碎至粒径小于0.450mm(40目),置于球磨机中,轻度球磨至粒径小于0.180mm(80目)占98%左右,球磨时间13~24h不等。出料,用带密封圈的聚乙烯塑料桶包装储存,桶装过程中,向桶内充氩气,装满后再于上部充满氩气,封盖,密封圈密封,置于冷藏室避光保存。从出料的全过程中随机抽取部分样品分装成最小包装单元(50g/瓶),用于均匀性检验、定值分析和稳定性试验研究。

3 均匀性检验

煤是由成煤区内以高等植物为主的多种生物体被掩埋后在一定温压条件下变质形成,是一种固体不均相的有机矿岩^[2]。均匀性检验选择有代表性的灰分和全硫作为检验指标^[3],主要原因如下:①两者都是煤标准物质最重要的定值成分,灰分是煤中无机矿物质的总和,对煤基体组成的均匀性评价有代表性,硫是煤质评价的主要元素;②两者测试方法的精度高,都是经典分析方法;③硫是煤中相对不易均匀的成分,在煤中含量较低,反映不均匀性较敏感。

按照国家一级标准物质技术规范^[4]要求,从出料全过程中随机抽取25瓶子样,双份测试。采用国家标准方法测试全硫(库仑滴定法)^[5]和灰分(重量法)^[6]的均匀性。测试样品称样量全硫为0.05g,灰

分为1.0g。GSC-1~GSC-16的均匀性检验各相关参数见表2。由检验结果可见测试精密度良好,相对标准偏差(RSD)很小,绝大部分方差分析的统计量F值小于F列表临界值,表明该系列样品的均匀性良好。个别项目(GSC-1的灰分)统计量F值稍大,但检验结果的RSD明显小于定值结果的相对不确定度,可认为样品的均匀性符合要求。

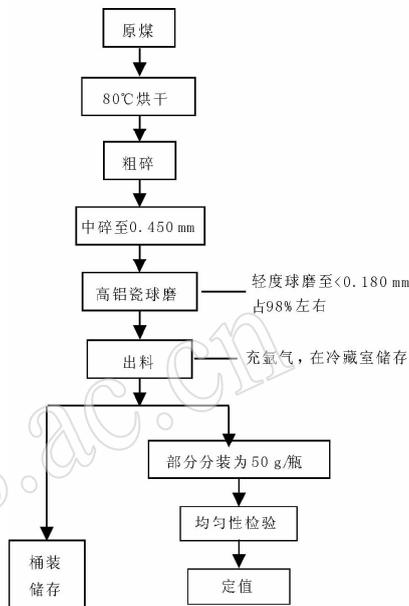


图1 煤炭标准物质制备流程

Fig.1 The preparation flow chart of coal reference materials

表2 均匀性检验^①

Table 2 Homogeneity test for GSC-1 ~ GSC-16

样品编号	w(灰分)/%					w(全硫)/%						
	\bar{x}	Min	Max	s	RSD/% <i>F</i> _{灰分}	\bar{x}	Min	Max	s	RSD/% <i>F</i> _{全硫}		
GSC-1	31.38	30.77	31.65	0.167	0.53	1.97	0.58	0.52	0.62	0.022	3.9	1.64
GSC-2	50.68	50.50	50.88	0.099	0.19	1.67	0.51	0.47	0.55	0.017	3.3	0.69
GSC-3	11.12	10.97	11.21	0.047	0.42	1.85	0.30	0.27	0.31	0.008	2.7	1.59
GSC-4	5.24	5.16	5.40	0.047	0.90	1.04	1.14	1.08	1.23	0.029	2.6	1.88
GSC-5	11.17	10.96	11.36	0.092	0.82	1.66	2.51	2.46	2.57	0.027	1.1	0.43
GSC-6	13.22	13.05	13.34	0.051	0.38	1.85	2.72	2.64	2.81	0.037	1.4	1.22
GSC-7	27.14	26.79	27.38	0.145	0.53	1.41	1.48	1.44	1.54	0.023	1.5	1.32
GSC-8	21.41	21.27	21.61	0.065	0.30	1.34	2.16	2.07	2.29	0.046	2.1	1.84
GSC-9	23.91	23.67	24.11	0.086	0.36	0.96	1.96	1.86	2.06	0.045	2.3	1.71
GSC-10	20.65	20.52	20.83	0.073	0.35	1.34	1.51	1.45	1.58	0.035	2.4	1.45
GSC-11	17.25	17.17	17.36	0.046	0.27	0.15	0.34	0.33	0.36	0.0065	1.9	0.66
GSC-12	17.74	17.59	17.88	0.075	0.42	1.56	3.17	3.08	3.28	0.046	1.4	1.92
GSC-13	33.96	33.77	34.11	0.079	0.23	1.71	1.12	1.08	1.17	0.022	2.0	1.95
GSC-14	20.49	20.25	20.62	0.088	0.43	1.85	3.24	3.18	3.32	0.038	1.2	0.83
GSC-15	19.75	19.54	19.96	0.085	0.43	1.69	0.46	0.45	0.49	0.0101	2.2	0.75
GSC-16	26.92	26.79	27.04	0.051	0.19	1.40	0.32	0.3	0.36	0.014	4.2	0.36

① \bar{x} 为测试数据平均值,Min 为最小值,Max 为最大值,s 为标准偏差,RSD 为相对标准偏差,F 为方差分析统计量 F 值;F 列表临界值 $F_{0.05}(24,25) = 1.96$ 。

4 稳定性研究与检验

标准物质的稳定性是指在规定的的时间间隔和环境条件下,标准物质的特性量值保持在规定范围内的性质。这个时间间隔被称为标准物质的有效期^[7]。现有的煤炭标准物质有效期一般为一年,每年均需重新定值,这给标准物质的使用带来诸多不便。为此,本系列标准物质研制从制备工艺、包装方式和保存条件等方面采取适当技术措施,以期改善煤炭标准物质的稳定性。采取的具体措施如下。

(1) 样品 80℃ 烘干,以去除水分及杀菌、灭活。

(2) 制样粒度兼顾均匀性和稳定性的要求,不能太粗和过细。太粗会影响标准物质的均匀性和定值精度,太细则易发生氧化变质影响稳定性。制样粒度小于 0.180 mm 占 98% 左右。

(3) 采用聚乙烯塑料桶作储存包装。有研究表明用桶装比瓶装标准物质的特性量值的变化小^[8]。本系列煤标准物质主要采用具密封圈的聚乙烯塑料桶储存。发行包装用密封良好的玻璃瓶,以白蜡封口。

(4) 包装过程中向聚乙烯桶内持续充氩气,排除空气,减少氧化作用造成的量值改变。

(5) 改善保存条件,样品存放于冷藏室,环境温度 4℃ 左右,相对湿度小于 60%。

稳定性检验选择煤质分析中的常规成分发热量、灰分、挥发分和全硫 4 项指标进行检验,其中发热量和挥发分属不稳定成分^[3]。采用国家标准方法进行分析测试,每次检验每一项目做 4 次重复分析。现已于 2009 年 4 月、2009 年 8 月、2010 年 1 月检验 3 次,由表 3 检验结果可见,测试数据的平均值均在分析方法正常测试误差范围内,测试误差均在标准值的不确定度范围内,未见方向性变化,表明在检验期间标准物质的特性量值没有发生统计学意义的变化。根据已有煤炭标准物质多年使用的经验和相关资料的研究结果^[8],本系列标准物质的有效期暂定为一年。拟在使用期间每半年进行一次稳定性跟踪检验,以及时发现并通知用户。

5 测试与定值

标准物质的定值是对标准物质特性量值赋值的全过程。本系列煤炭标准物质定值项目为煤炭常规测试的化学成分和物理特性指标及部分有害元素:包括发热量(热值表示)、灰分、挥发分、全硫、

表 3 稳定性检验^①

Table 3 Stability test for GSC-1 ~ GSC-16

样品 编号	热值/(MJ·kg ⁻¹)				w(全硫)/%			
	$\mu \pm U$	2009-04	2009-08	2010-01	$\mu \pm U$	2009-04	2009-08	2010-01
GSC-1	22.83±0.10	22.83	22.79	22.81	0.60±0.02	0.61	0.61	0.59
GSC-2	13.90±0.14	13.82	13.81	13.90	0.48±0.02	0.49	0.50	0.48
GSC-3	30.52±0.10	30.59	30.51	30.50	0.30±0.02	0.29	0.31	0.31
GSC-4	32.22±0.08	32.15	32.19	32.21	1.17±0.04	1.21	1.21	1.17
GSC-5	31.41±0.11	31.49	31.41	31.46	2.55±0.05	2.56	2.56	2.55
GSC-6	30.51±0.11	30.47	30.45	30.53	2.62±0.06	2.65	2.68	2.63
GSC-7	25.01±0.09	25.10	25.10	25.04	1.47±0.03	1.48	1.48	1.48
GSC-8	27.19±0.13	27.22	27.20	27.23	2.12±0.03	2.11	2.14	2.10
GSC-9	23.25±0.09	23.34	23.26	23.27	2.01±0.03	2.03	2.02	2.01
GSC-10	27.27±0.12	27.16	27.09	27.21	1.51±0.04	1.52	1.52	1.52
GSC-11	28.65±0.11	28.76	28.69	28.73	0.35±0.02	0.35	0.36	0.35
GSC-12	29.06±0.15	28.92	28.94	29.02	3.06±0.06	3.10	3.12	3.08
GSC-13	22.16±0.10	22.21	22.13	22.13	1.18±0.03	1.20	1.20	1.20
GSC-14	26.09±0.10	26.08	26.06	26.11	3.25±0.08	3.28	3.29	3.23
GSC-15	28.38±0.12	28.37	28.29	28.32	0.45±0.02	0.45	0.46	0.46
GSC-16	24.21±0.12	24.25	24.21	24.21	0.32±0.02	0.33	0.33	0.33

样品 编号	w(灰分)/%				w(挥发分)/%			
	$\mu \pm U$	2009-04	2009-08	2010-01	$\mu \pm U$	2009-04	2009-08	2010-01
GSC-2	51.68±0.12	51.72	51.70	51.65	23.20±0.20	23.11	23.05	23.02
GSC-3	11.37±0.10	11.44	11.47	11.44	33.45±0.20	33.25	33.28	33.36
GSC-4	5.39±0.06	5.39	5.41	5.41	25.50±0.28	25.22	25.34	25.30
GSC-5	11.35±0.08	11.41	11.47	11.39	18.88±0.20	18.97	18.86	18.90
GSC-6	13.33±0.07	13.40	13.49	13.36	16.60±0.22	16.82	16.57	16.69
GSC-7	27.50±0.15	27.47	27.39	27.57	12.48±0.06	12.54	12.43	12.45
GSC-8	21.73±0.11	21.67	21.67	21.64	8.25±0.20	8.05	8.05	8.18
GSC-9	24.67±0.12	24.67	24.65	24.59	29.50±0.15	29.44	29.53	29.45
GSC-10	20.87±0.10	20.91	20.79	20.80	31.80±0.17	31.88	31.63	31.69
GSC-11	17.63±0.11	17.67	17.62	17.63	7.13±0.26	6.87	7.08	7.22
GSC-12	17.87±0.11	17.85	17.98	17.93	27.39±0.24	27.41	27.38	27.20
GSC-13	34.24±0.07	34.19	34.27	34.29	24.46±0.20	24.43	24.59	24.55
GSC-14	20.90±0.14	20.93	20.90	20.92	35.29±0.27	35.02	35.21	35.27
GSC-15	19.93±0.10	19.83	19.90	19.97	14.65±0.29	14.56	14.64	16.65
GSC-16	27.30±0.07	27.23	27.32	27.33	24.96±0.23	24.98	24.96	24.88

① μ 为标准值, U 为不确定度; 测试结果为 4 次重复分析的平均值。

碳、氢、氮、真相对密度、磷、氯、氟、砷共计 12 项。分析方法均采用国家标准方法(见表 4)。本项研制按照 JJG 1006—94《一级标准物质技术规范》^[4] 的规定,采用多家实验室协作定值,参加本系列煤炭标准物质定值测试的实验室共计 9 家:国家煤炭质量监督检验中心、东北煤田地质局沈阳测试中心、新汶矿业集团煤研中心、新疆煤炭科学研究所煤炭检测实验室、国土资源部太原矿产资源监督检测中心、山西省煤炭工业局综合测试中心、广东省物料实验检测中心、新疆矿产实验研究所、内蒙古矿产实验研究所。

对 9 家实验室报出的原始数据进行汇总,剔除粗大误差数据后,按统计学方法进行数据处理。首先用 Grubbs 准则剔除离群值,然后用夏皮罗-威尔克(Shapiro - Wilk)法进行正态性检验,当

数据集呈正态或近似正态分布时,用算术平均值作为标准值;当数据集呈偏态分布时,用中位值作为标准值。本次研制的16个标准物质的定值数据均呈正态或近似正态分布,采用算术平均值作为标准值。数据组数少于6组、但不少于3组或定值精度不满足要求者定为参考值,以带括号数据表示。不确定度估算采用鄢明才^[17](2001年)的方法,由于本系列煤炭标准物质定值方法单一,采用A类不确定度——实验室平均值间的标准偏差作为总不确定度,伸展不确定度采用的扩展因子为3。

本系列16个煤炭标准物质特性量值的标准值与不确定度见表5。

表5 标准值与不确定度^①

Table 5 Certified values and uncertainties for GSC-1 ~ GSC-16

元素	热值/ (MJ·kg ⁻¹)	$w_B/\%$						真相对密度 (20℃)	$w_B/\%$				$w_B/(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$	备注
		灰分	挥发分	全硫	碳	氢	氮		磷	氯	氟	砷		
GSC-1	22.83±0.10	31.80±0.16	20.45±0.43	0.60±0.02	57.20±0.73	3.39±0.04	1.01±0.04	1.61±0.01	0.078±0.008	0.040±0.004	0.023±0.003	(1.7)	烟煤	
GSC-2	13.90±0.14	51.68±0.12	23.20±0.20	0.48±0.02	35.16±0.20	2.75±0.13	0.64±0.03	1.87±0.02	0.070±0.005	(0.007)	0.027±0.001	(2.3)	烟煤	
GSC-3	30.52±0.10	11.37±0.10	33.45±0.20	0.30±0.02	74.60±0.24	4.55±0.14	1.33±0.04	1.40±0.02	0.009±0.001	(0.038)	(0.009)		烟煤	
GSC-4	32.22±0.08	5.39±0.06	25.50±0.28	1.17±0.04	80.52±0.60	4.11±0.13	0.76±0.04	1.39±0.02	0.017±0.002	(0.022)	(0.008)	(2.6)	烟煤	
GSC-5	31.41±0.11	11.35±0.08	18.88±0.20	2.55±0.05	77.46±0.35	4.04±0.12	1.18±0.06	1.40±0.02	0.016±0.003	0.080±0.017	(0.010)	(1.0)	烟煤	
GSC-6	30.51±0.11	13.33±0.07	16.60±0.22	2.62±0.06	75.80±0.51	3.81±0.10	1.18±0.05	1.44±0.02	0.015±0.003	(0.063)	(0.009)	(2.2)	烟煤	
GSC-7	25.01±0.09	27.50±0.15	12.48±0.06	1.47±0.03	63.32±0.25	3.11±0.09	0.93±0.04	1.59±0.02	0.016±0.003	0.039±0.008	0.018±0.003	(3.9)	烟煤	
GSC-8	27.19±0.13	21.73±0.11	8.25±0.20	2.12±0.03	69.80±0.29	2.89±0.09	1.00±0.02	1.56±0.01	0.020±0.001	(0.019)	0.020±0.004	(3.9)	无烟煤	
GSC-9	23.25±0.09	24.67±0.12	29.30±0.15	2.01±0.03	58.00±0.33	3.69±0.11	0.86±0.04	1.60±0.02	0.043±0.004	(0.021)	0.018±0.004	(2.6)	烟煤	
GSC-10	27.27±0.12	20.87±0.10	31.80±0.17	1.51±0.04	65.58±0.29	4.36±0.12	1.06±0.04	1.47±0.02	(0.006)	(0.009)	(0.010)	12.0±1.5	烟煤	
GSC-11	28.65±0.11	17.63±0.11	7.13±0.26	0.35±0.02	75.53±0.39	2.60±0.14	1.04±0.03	1.60±0.02	0.028±0.002	(0.013)	0.013±0.004		无烟煤	
GSC-12	29.06±0.15	17.87±0.11	27.39±0.24	3.06±0.06	69.80±0.30	4.28±0.11	1.16±0.04	1.45±0.02	0.019±0.002	(0.040)	0.013±0.003	5.1±1.0	烟煤	
GSC-13	22.16±0.10	34.24±0.07	24.46±0.20	1.18±0.03	54.00±0.56	3.56±0.13	0.99±0.04	1.61±0.02	0.011±0.002	(0.018)	0.024±0.003	6.8±1.0	烟煤	
GSC-14	26.09±0.10	20.90±0.14	35.29±0.27	3.25±0.08	62.60±0.55	4.24±0.14	1.03±0.05	1.50±0.02	0.007±0.002	(0.023)	0.017±0.004	(1.4)	烟煤	
GSC-15	28.38±0.12	19.93±0.10	14.65±0.29	0.45±0.02	71.37±0.25	3.53±0.12	1.13±0.06	1.49±0.02	0.007±0.002	(0.015)	0.012±0.003	(0.7)	烟煤	
GSC-16	24.21±0.12	27.30±0.07	24.96±0.23	0.32±0.02	60.34±0.20	3.64±0.14	1.04±0.04	1.57±0.02	0.022±0.004	(0.009)	0.016±0.003	(2.3)	烟煤	

①表中结果均为干基,热值为干基高位。

6 溯源性和可比性

作为测量标准,标准物质的特性量值应是可溯源的。煤炭标准物质的各项指标均采用国家标准方法进行定值分析,主要指标定值采用的国家标准方法包括称量法、库仑法和滴定法,都是公认准确可靠的方法。发热量用基准量热物苯甲酸标定热容量,可溯源到国家基准量热标准物质;全硫采用重量法和滴定法,可溯源到基本计量单位;灰分和

表4 定值分析方法

Table 4 Analytical methods used in the certification of GSC-1 ~ GSC-16

项目	国家标准方法	
热值	GB/T 213—2008	煤的发热量测定方法 ^[9]
灰分和挥发分	GB/T 212—2008	煤的工业分析方法 ^[6]
全硫	GB/T 214—2008	煤中全硫的测定方法 ^[5]
碳、氢	GB/T 476—2008	煤的碳和氢的测定方法 ^[10]
氮	GB/T 19227—2008	煤中氮的测定方法 ^[11]
真相对密度	GB/T 217—2008	煤的真相对密度测定方法 ^[12]
磷	GB/T 216—2003	煤中磷的测定方法 ^[13]
氯	GB/T 3558—1996	煤中氯的测定方法 ^[14]
氟	GB/T 4633—1997	煤中氟的测定方法 ^[15]
砷	GB/T 3058—1996	煤中砷的测定方法 ^[16]

挥发分采用重量法;碳、氢、氮元素分析采用国标法(碳、氢为重量法,氮为滴定法)为目前公认的煤的最佳测试方法。为保证测试的精密度和准确度,本系列标准物质的定值测试采取了如下具体措施。

严格按照国家标准方法规定的试验条件、试剂和材料、仪器设备、测定步骤、测定结果的计算等具体要求进行定值测试。

参加协作分析定值的实验室均具备煤炭分析资质,在煤炭分析方面经验丰富,技术力量强,设备

优良。包括煤炭部门5家单位、国土资源部4家单位,该9家实验室均通过计量认证和实验室认可,仪器设备、计量器具等状态良好,并定期检测,保证了定值分析的质量。

在测试中采用国家一级标准物质进行对比和监控,实测结果与标准值的误差均在标准值的不确定度范围内,表明与已有标准物质质量值有良好的可比性。

7 结语

本系列煤炭标准物质为煤炭资源的勘查、开发与评价中煤炭化学成分分析和物理特性测量提供量值比对和质量监控的标准,对改善煤炭标准物质的效能和提高煤炭样品分析质量提供技术支撑。标准物质的稳定性仍需继续进行跟踪检验,以验证本系列标准物质研制所采取的系列措施能否有效改善稳定性,显著延长有效期。今后本项目组将进一步研究与探索因燃煤产生环境污染的难测元素的定值,如汞、硒等元素。

致谢:对参加本系列标准物质定值测试的单位和个人表示衷心的感谢。特别感谢国家煤炭质量监督检验中心和国土资源部太原矿产资源监督检测中心对本系列标准物质的研制所给予的支持和帮助!

8 参考文献

- [1] 朱训. 中国矿情(第一卷 总论·能源矿产)[M]. 北京:科学出版社,1999:27.
- [2] 尹世安,夏自平. 标准煤样均匀、稳定和准确性的研究[J]. 华中电力,1998,11(1):20-22.
- [3] 尹世安,胡幸林,曲方梧,戴国云. 煤标准物质的研制及其质量保证[J]. 电力标准化与计量,2004,13(2):23-28.
- [4] JJG 1006—94,一级标准物质技术规范[S].
- [5] GB/T 214—2008,煤中全硫的测定方法[S].
- [6] GB/T 212—2008,煤的工业分析方法[S].
- [7] 全浩,韩永志. 标准物质及其应用技术[M]. 北京:中国标准出版社,2003:34.
- [8] 王雪莹,孙红彦. 煤、焦炭标准物质的稳定性考察及评价[J]. 化学分析计量,2002,4(11):1-3.
- [9] GB/T 213—2008,煤的发热量测定方法[S].
- [10] GB/T 476—2008,煤的碳和氢的测定方法[S].
- [11] GB/T 19227—2008,煤中氮的测定方法[S].
- [12] GB/T 217—2008,煤的真相对密度测定方法[S].
- [13] GB/T 216—2003,煤中磷的测定方法[S].
- [14] GB/T 3558—1996,煤中氯的测定方法[S].
- [15] GB/T 4633—1997,煤中氟的测定方法[S].
- [16] GB/T 3058—1996,煤中砷的测定方法[S].
- [17] 鄢明才. 地球化学标准物质标准值不确定度估算探讨[J]. 岩矿测试,2001,20(4):287-293.

《岩矿测试》远程稿件采编系统

http://www.ykcs.ac.cn

《岩矿测试》来稿全部通过远程稿件采编系统(http://www.ykcs.ac.cn)投稿,率先实施作者网上投稿/查稿、专家网上审稿的办刊模式,主要特色是动态、实时、互动,具备读者和审稿专家信息检索、查询等众多功能,有助于提高论文引用率和显示度。采编系统月平均访问量约3万次。

当前,在采编系统“文献浏览”中可以免费下载2009年第3期以来的全文文献。2011年将实现免费下载1982年创刊以来的全文文献,在行业内初步实现科技期刊从纸质版向纯网络化期刊出版的过渡。