

SDTGA6000型全自动工业分析仪在煤质分析中的应用

应凯

新疆天隆希望能源有限公司，新疆 昌吉 831700

DOI:10.61369/ERA.2025110035

摘要：介绍了 SDTGA6000 型全自动工业分析仪的工作原理和试验流程。通过对仪器的精密度和准确度测试分析可知，试验结果精密度高、误差均在标准物质不确定度内。并通过与传统国家标准方法间比较分析，仪器法测试结果与国家标准方法测定结果之间无显著性差异。

关键词：全自动工业分析仪；工业分析；测试流程

SDTGA6000 Fully Automatic Industrial Analyzer Application in Coal Quality Analysis

Ying Kai

Xinjiang Tianlong Hope Energy Co., Ltd., Changji, Xinjiang 831700

Abstract : This paper introduces the working principle and experimental procedures of the SDTGA6000 fully automatic industrial analyzer. Precision and accuracy tests demonstrate that the instrument delivers highly reproducible results, with all measurement errors falling within the certified uncertainty ranges of reference materials. Comparative analysis with the conventional national standard method shows no statistically significant difference between the results obtained by the instrumental method and those obtained by the national standard method.

Keywords : fully automatic industrial analyzer; proximate analysis; testing procedure

概述

煤的工业分析是煤炭质量检测的基础项目，通过特定仪器设备在规定时间条件下检测分析煤的主要组成成分，包括水分、灰分、挥发分和固定碳四项指标。煤的工业分析是煤炭检测的核心环节，其结果直接影响煤炭的利用价值、经济效益、环保合规性，是煤炭生产、贸易、燃烧和深加工的重要依据，对煤炭的运输、储存、加工和使用均有着指导性作用。在煤炭的勘探、生产加工、科研、供销、利用、质检等行业都离不开工业分析数据资料^[1]。

煤的工业分析主要有国家标准法和仪器分析法两种。国家标准法主要是使用电子天平、鼓风干燥箱、智能马弗炉等设备按照《GB/T 212 – 2008 煤的工业分析方法》^[2]，在规定的试验条件测定和计算出煤炭中的水分、灰分、挥发分和固定碳的含量。该方法属于经典方法，主要依靠人工操作，检测时间长，容易出现人为错误。而仪器分析法主要是按照《GB/T 30732 – 2014 煤的工业分析方法 仪器法》^[3] 使用全自动工业分析仪，按照设定的测试程序检测煤炭中的水分、灰分、挥发分和固定碳的含量。该方法采用高度自动化的测量流程，不仅有效规避了人工操作带来的主观误差和效率限制，也显著提高了结果的可靠性与重复性，适用于批量样品的检测^[4]。SDTGA6000型全自动工业分析仪是一种按照国家标准设计生产的煤质分析仪器。可最快在2h 内同时完成20个的水分、灰分样品测定和26个挥发分的样品的测定。仪器可按照国家标准方法和美国 ASTM 标准方法实现水分、慢灰、快灰、挥发分的单项测试以及多种组合测试。测试完成后，仪器可自动开盖散热、达到快速冷却。仪器的送样机构能保证样品平稳可靠的送入炉膛内，避免样品出现翻倒下滑。该仪器配备的电子天平集成有外置显示屏，可实时监测称量数据。此设计便于实验人员精准称量样品，从而优化了工作流程，显著提升了工作效率。

一、工作原理

SDTGA6000型全自动工业分析仪的测量原理为热重分析法。仪器主要由水灰测试仪、挥发分测试仪、供气设备、计算机

(含显示器) 及打印机组成。其工作原理是采用双控联机模式，用一台计算机控制水灰测试仪和挥发分测试仪。根据仪器提示完成参数设置和称量后，仪器自动远红外加热开始升温，在标准规定的温度、时间和特定试验气氛下进行试验。当全部加热完成后在

恒温腔内冷却、称量并计算，从而计算出煤样的工业分析指标。

二、试验流程

(一) 试验前准备

提前准备好事先经灼烧至质量恒重的干净水灰分坩埚、挥发分坩埚，检查坩埚外观完好，不允许使用破损或有缝隙坩埚。检查挥发分坩埚与坩埚盖匹配密封性完好。准备好试验所需煤样、有效期内的有证煤标准物质和干净的称样勺。煤样称量前，需要充分摇匀至少1分钟。每次更换煤样称量时，需将称样勺擦拭干净。仪器主机要提前开机通电至少应预热30分钟，保证电子天平称量准确。检查仪器控制线路、气路、和电源线路是否紧固完好。

(二) 启动电脑及测控程序

启动电脑进入电脑桌面后，双击电脑桌面上的“成分分析仪”快捷图标，即可打开测控软件。进入登陆界面选择相应的用户后输入密码，登陆成功后进入主试验界面。

(三) 参数设置

点击主试验界面的“设置”菜单栏，进入参数设置窗口。在“水灰参数设置”中对测试方法、样重范围、称量模式、测试模式、通气方式、煤种和允许空白样进行设置。在“挥发分参数设置”中对测试方法、样重范围、升温时间、进样温度、冷却时

间进行设置。在“高级设置”中对热偶系数、电子天平参数进行设置。

(四) 试验测试

单击菜单栏的“水灰称量”或“挥发分称量”快捷键，弹出样品称量窗口。输入“试样个数”“试样编号”，核对“称量项目”是否错误。确认无误后点击“开始”，仪器自动进入称量。检测人员只需根据仪器提示，按照试验编号顺序称量样品。称量结束后，点击“进入试验”，仪器按照参数设定自动开始试验。试验结束后，仪器自动旋转逐个称量加热灼烧后的样品，计算分析试验结果。称量结束后，仪器进入降温冷却。

(五) 数据打印

在测控软件界面上单击“数据管理”菜单或快捷栏“数据管理”按钮即可进入数据管理界面，系统会自动对试验数据进行计算修约。根据实际需要对报表完成设置后点击“打印”。

三、测试结果

(一) 精密度测试

使用 SDTGA6000型全自动工业分析仪对新疆准东五彩湾煤田不同个矿区煤进行水分、灰分和挥发分的重复试验，以此检查仪器的精密度。精密度测定的结果见表1、2和3。

表 1 水分精密度测定结果

样品名称	水分 Mad / %							
	测值1	测值2	测值3	测值4	测值5	平均值	极差	重复性限
大井矿区 A 矿	7.75	7.77	7.75	7.74	7.76	7.75	0.03	± 0.20
五彩湾矿区 B 矿	12.65	12.60	12.64	12.64	12.63	12.63	0.05	± 0.20
西黑山矿区 C 矿	2.34	2.34	2.33	2.34	2.33	2.34	0.01	± 0.20
将军庙矿区 D 矿	9.89	9.94	9.90	9.89	9.91	9.91	0.05	± 0.20
老君庙矿区 E 矿	4.34	4.32	4.32	4.34	4.33	4.33	0.02	± 0.20

表 2 灰分精密度测定结果

样品名称	灰分 Aad / %							
	测值1	测值2	测值3	测值4	测值5	平均值	极差	重复性限
大井矿区 A 矿	10.30	10.33	10.31	10.29	10.33	10.31	0.04	± 0.20
五彩湾矿区 B 矿	4.32	4.28	4.28	4.30	4.29	4.29	0.04	± 0.20
西黑山矿区 C 矿	5.55	5.58	5.58	5.57	5.55	5.57	0.03	± 0.20
将军庙矿区 D 矿	8.62	8.59	8.60	8.62	8.62	8.61	0.03	± 0.20
老君庙矿区 E 矿	16.31	16.35	16.36	16.37	16.37	16.35	0.06	± 0.30

表 3 挥发分精密度测定结果

样品名称	挥发分 Vad / %							
	测值1	测值2	测值3	测值4	测值5	平均值	极差	重复性限
大井矿区 A 矿	32.45	32.38	32.44	32.41	32.43	32.42	0.07	± 0.50
五彩湾矿区 B 矿	29.32	29.24	29.22	29.24	29.26	29.26	0.10	± 0.50
西黑山矿区 C 矿	33.30	33.35	33.24	33.28	33.37	33.31	0.13	± 0.50
将军庙矿区 D 矿	27.82	27.90	27.92	27.80	27.78	27.84	0.14	± 0.50
老君庙矿区 E 矿	37.88	37.92	37.89	37.95	37.94	37.92	0.07	± 0.50

从表1、2、3可知，对新疆准东五彩湾不同矿区煤样的水分、灰分及挥发分测试结果表明，其极差均在标准方法的重复性限内，证明该仪器精密度良好，符合测试要求。

(二) 准确度测试

使用 SDTGA6000型全自动工业分析仪分别对5种煤物理

特性和化学成分分析标准物质 GBW11101x、GBW11102i、GBW11107t、GBW11109f烟煤、GBW11126h无烟煤进行灰分、挥发分重复测定5次，测定结果见表4，误差均在标准物质的不确定度范围内。

表4 标准物质准确度测定和t检验结果

实验次数	GBW11101x		GBW11102i		GBW11107t		GBW11109f		GBW11126h	
	灰分 Ad/%	挥发分 Vd/%	灰分 Ad/%	挥发分 Vd/%	灰分 Ad/%	挥发分 Vd/%	灰分 Ad/%	挥发分 Vd/%	灰分 Ad/%	挥发分 Vd/%
标准值	11.75±0.14	23.39±0.32	9.51±0.16	33.84±0.39	13.37±0.14	18.93±0.33	18.25±0.25	29.33±0.36	24.11±0.17	5.14±0.20
1	11.73	23.40	9.53	33.78	13.38	18.90	18.27	29.29	24.05	5.20
2	11.72	23.38	9.55	33.82	13.40	18.88	18.22	29.28	24.06	5.18
3	11.76	23.35	9.62	33.81	13.44	18.96	18.18	29.35	24.09	5.22
4	11.77	23.34	9.55	33.78	13.45	18.95	18.26	29.33	24.06	5.16
5	11.79	23.30	9.58	33.86	13.37	18.88	18.26	29.36	24.07	5.18
平均值	11.75	23.35	9.57	33.81	13.41	18.91	18.24	29.32	24.07	5.19

四、与国标方法对比

通过新疆准东五彩湾煤田10个不同矿区煤样分别用国标方法

《GB/T 212 – 2008煤的工业分析方法》与 SDTGA6000型全自动工业分析仪的方法，按照灰分、挥发分进行2次重复平行试验，测试结果见表5和表6。

表5 国标法与仪器法按照灰分比较

样品	仪器法 Aad /%				国标法 Aad /%				两方法均值差
	测试1	测试2	平均值	平行样之差	测试1	测试2	平均值	平行样之差	
1	10.38	10.32	10.35	0.06	10.22	10.26	10.24	-0.04	0.11
2	4.38	4.36	4.37	0.02	4.26	4.28	4.27	-0.02	0.10
3	5.60	5.55	5.58	0.05	5.57	5.54	5.56	0.03	0.02
4	8.66	8.60	8.63	0.06	8.59	8.63	8.61	-0.04	0.02
5	16.36	16.27	16.32	0.09	16.20	16.30	16.25	-0.10	0.06
6	9.32	9.36	9.34	-0.04	9.36	9.38	9.37	-0.02	-0.03
7	3.85	3.91	3.88	-0.06	3.94	3.88	3.91	0.06	-0.03
8	12.25	12.21	12.23	0.04	12.30	12.28	12.29	0.02	-0.06
9	6.02	6.00	6.01	0.02	6.10	6.05	6.08	0.05	-0.06
10	7.33	7.41	7.37	-0.08	7.40	7.36	7.38	0.04	-0.01
	仪器法标准差 s ²			0.0025	国标法标准差 s ²			0.0023	
	差值均值 \bar{d}			0.0016	差值标准差 S _d			0.0610	
	F			1.087	t			0.829	

表6 国标法与仪器法按照挥发分比较

样品	仪器法 Vad /%				国标法 Vad /%				两方法均值差
	测试1	测试2	平均值	平行样之差	测试1	测试2	平均值	平行样	
1	27.22	27.26	27.24	-0.04	27.24	27.18	27.21	0.06	0.03
2	33.40	33.33	33.37	0.07	33.28	33.34	33.31	-0.06	0.05
3	29.25	29.21	29.23	0.04	29.24	29.26	29.25	-0.02	-0.02
4	37.43	37.50	37.47	-0.07	37.40	37.46	37.43	-0.06	0.04
5	28.06	27.90	27.98	0.16	27.88	27.94	27.91	-0.06	0.07
6	31.45	31.42	31.44	0.03	31.45	31.39	31.42	0.06	0.02
7	32.08	32.02	32.05	0.06	31.98	32.05	32.02	-0.07	0.03

8	28.46	28.47	28.47	-0.01	28.45	28.41	28.43	0.04	0.04
9	30.62	30.67	30.65	-0.05	30.66	30.70	30.68	-0.04	-0.03
10	29.27	29.29	29.28	-0.02	29.28	29.26	29.27	0.02	0.01
仪器法标准差 s^2			0.0022	国标法标准差 s^2			0.0013		
差值均值 \bar{d}			0.0023	差值标准差 S_d			0.033		
F			1.692	t			2.21		

由表5、表6可知，灰分、挥发分2个项目的 $F < F_{0.024(9)}$, $t_{(0.025,9)} = 4.03$, $t < t_{(0.025,9)} = 2.262$ 。说明这2种方法测试精密度较好，且无显著性差异。

方法中存在的操作流程繁琐、耗时较长以及易产生操作误差和计算偏差等问题。仪器操作界面简洁直观，分析速度快、测试准确度高和自动化性能优越等显著特点。在煤质工业分析中的实际应用表明，其不仅大幅度缩短了单次分析时间、提高测试效率，而且精密度、准确度与国家标准方法相比无显著性差异，保证检测结果的可靠性和准确性。

五、结束语

SDTGA6000型全自动工业分析仪有效解决了煤质传统分析

参考文献

- [1] 贾淑洁, 吕鑫磊, 贾军萍. SDLA718型全自动分析仪在煤炭工业分析中的应用 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2018(07):64–67, 9.
- [2] GB/T 212–2008, 煤的工业分析方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [3] GB/T 30732–2008, 煤的工业分析方法仪器法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [4] 伍秀玲. 煤质工业分析指标传统法与全自动工业分析仪方法的比较 [J]. 煤质技术, 2008, 23(4):35–37.