

主 编 施玉英

副主编 赵永瑞 谢恩情 段云龙

煤炭分析试验仪器设备的使用与维修

MEITANFENXISHIYANYIQISHEBEIDESHUYONGYUWEIXIU

煤 炭 工 业 出 版 社

中国书画函授大学肇庆分校
肇庆分校建校二十周年纪念册

肇庆分校建校二十周年纪念册



煤炭分析试验仪器设备的 使用与维修

主 编 施玉英

副主编 赵永瑞 谢恩情 段云龙

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤炭分析试验仪器设备的使用与维修/施玉英主编. —北京: 煤炭工业出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-5020-3024-7

I. 煤… II. 施… III. ①煤炭-分析仪器-使用②煤炭-分析仪器-维修 IV. TH83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 012389 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 31³/₄ 插页 1
字数 754 千字 印数 1—5,500
2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷
社内编号 5823 定价 95.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书分基础理论篇、通用仪器设备篇、煤炭机械化采样和制样设备篇以及煤炭化验专用仪器设备篇。它详细讲述了煤炭采样、制样和分析试验中使用的通用和专用仪器设备，包括称量、加热、温度测量和控制仪器设备，采样和制样机械与设备，工业分析、元素分析和发热量测定仪器，煤炭机械、气化、燃烧和焦化特性测定仪器设备等的结构、原理、特性参数、使用方法、维护和常见故障排除方法。

编委会名单

主 编 施玉英

副主编 赵永瑞 谢恩情 段云龙

编 者 (以姓氏笔画排序)

丁宝旺	文 胜	方全国	毛振国	孔峥坤	王瑞华
田 杰	厉 达	龙晓英	刘金国	朱永生	朱成栋
朱芝蕾	朱志强	朱辉君	衣宏昌	闫国基	李 刚
李召弟	李取宝	李宗贤	李继林	李新林	陈广庆
吴荣坤	吴柏桐	林 谦	周积文	张志强	张志康
张振华	杨连喜	赵 岩	赵永瑞	施玉英	段云龙
徐玉山	贾 延	梁漫春	曹余勤	谢恩情	穆 纲

前 言

自 1996 年《煤质化验仪器的使用与维修》出版以来,我国煤炭分析仪器设备又有了新的发展。多数仪器设备已更新换代,煤炭采样和制样联合机械,煤炭灰分在线分析仪,发热量、硫和碳氢全自动测定仪,水分、灰分和挥发分连续、自动测定仪以及煤灰熔融性自动测定仪等相继出现并逐渐成熟,多数已在煤炭生产和加工利用过程的质量控制中使用,有的还被纳入相应的煤炭分析方法国家标准。因此,需要一本内容更新、更广泛的该类书籍,来指导广大的煤炭采样、制样、化验人员及仪器维修人员正确地使用、维护和维修各种煤炭分析试验通用和专用仪器设备。同时,这些仪器设备的设计思想、仪器结构和运行程序对仪器研制人员也有很好的参考和借鉴作用。因此,我们重新组织编写了这本《煤炭分析试验仪器设备的使用与维修》一书。

本书由各仪器设备的研制或生产单位供稿。参加本书编写的单位(按书中仪器设备出现先后排列)为:煤炭科学研究总院煤炭分析实验室、中国石油大学(华东)机电工程学院、山东科技大学机械电子工程学院、镇江市科瑞制样设备有限公司、南昌光明化验设备有限公司、江苏赛摩集团有限公司、长沙通发高新技术开发有限公司、煤炭科学研究总院检测分院、镇江市丰泰制样设备有限公司、长沙三德实业有限公司、鹤壁天键电子科技有限公司、北京华创亿源科技开发有限公司、清华大学工程物理系、长沙开元仪器有限公司、徐州分析仪器有限公司、鹤壁市天龙煤质仪器有限公司、江苏江堰市科盛分析仪器厂、江苏江分电分析仪器有限公司、辽宁凤城分析仪器厂。

在此,对编写过程中为此书提供帮助的人士表示诚挚的谢意!

编委会

2007 年 4 月

目 录

第一篇 基础理论篇

第一章 温度测量仪表	3
第一节 测温元件	3
第二节 显示仪表	6
第二章 流量及压力测量	24
第一节 流量测量	24
第二节 压力测量	28
第三章 调节控制仪表	32
第一节 电动 PID 调节器	32
第二节 可控硅脉冲调压器	38
第四章 电脑控温仪	47
第一节 电脑控温仪的原理	47
第二节 电脑控温仪常见故障的分析	52

第二篇 通用仪器设备篇

第五章 电热设备	59
第一节 干燥箱	59
第二节 马弗炉	64
第三节 电热水浴器	69
第四节 电热板	71
第六章 天平	73
第一节 机械天平	73
第二节 电子天平	84
第七章 破碎、缩分和筛分设备	97
第一节 颚式破碎机	97
第二节 锤式破碎机	101
第三节 对辊破碎机	106
第四节 密封气流内循环破碎机	111
第五节 密封式粉碎机	114
第六节 微型破碎机	117
第七节 振筛机	119

第八节 缩分器.....	124
--------------	-----

第三篇 煤炭机械化采样和制样设备篇

第八章 机械化采样和制样设备的基本要求和检验.....	137
第一节 机械化采样和制样设备的基本要求.....	137
第二节 机械化采样和制样设备的检验.....	140
第九章 机械化采样(制样)系统	150
第一节 赛摩机械化采样系统.....	150
第二节 通发机械化采制样设备.....	164
第三节 SMS2000 型移动煤流采样机.....	177
第十章 破碎缩分联合制样机.....	185
第一节 EPS-1/8 破碎缩分联合制样机	185
第二节 GMPC-1/8 锤式破碎缩分联合制样机	188
第三节 GMP ϕ 和 GMPC-AZS 破碎缩分联合制样机	192
第四节 KERS 和 KER 型破碎缩分机	200
第五节 FTPS 和 FTA 型破碎缩分机	207
第六节 PS-110/3A 型破碎缩分机	211

第四篇 煤炭化验专用仪器设备篇

第十一章 水分测定仪.....	217
第一节 SDTGA300 水分测定仪	217
第二节 WBSC 型水分测定仪	224
第三节 最高内在水分测定仪.....	231
第四节 充氮干燥箱.....	235
第十二章 灰分测定仪.....	239
第一节 HCHKS-3B 型灰分快速测定仪	239
第二节 ZZ-89 系列 γ 煤灰分检测仪	241
第三节 5E-HCYIV 便携式(热值)快灰仪	254
第十三章 工业分析仪.....	257
第一节 SDTGA5000 型工业分析仪	257
第二节 5E-MAC/GⅢ全自动工业分析仪	262
第十四章 发热量测定仪.....	268
第一节 5E-KCⅢ快速量热仪	268
第二节 SDACM5000 量热仪	275
第三节 LY300 型全自动量热仪.....	283
第四节 ZDHW-1000 型智能(半自动)量热仪	286
第五节 恒温式量热仪.....	290
第六节 绝热式量热仪.....	295

第十五章 全硫测定仪	302
第一节 DL-1 型双管定硫仪	302
第二节 库仑测硫仪的测定原理和基本结构	304
第三节 ZCL 型自动测硫仪和 ZCS-1 型智能测硫仪	307
第四节 CLS 型库仑测硫仪	312
第五节 SDSM2000 定硫仪	324
第六节 DL400 型测硫仪	336
第七节 KZDL-2003 系列智能测硫仪	339
第八节 5E-IRS II 红外测硫仪	349
第十六章 碳氢测定仪	356
第一节 TQ 系列碳氢测定仪	356
第二节 半自动碳氢测定仪的测定原理和基本结构	359
第三节 KS-1B 型碳氢分析仪	361
第四节 BCH-1 型半自动碳氢测定仪	368
第五节 KS-1 型全自动碳氢测定仪	373
第六节 CLCH-1 型全自动碳氢测定仪	381
第七节 5E-IRH 红外测氢仪	386
第十七章 氟氯测定仪	391
第十八章 黏结指数测定仪	400
第十九章 胶质层测定仪	405
第二十章 奥阿膨胀计	411
第二十一章 格金低温干馏仪	418
第一节 GJ-2 型格金低温干馏仪	418
第二节 GDL-1 型格金低温干馏仪	421
第二十二章 坩埚膨胀序数测定仪	426
第一节 GPX-2 型坩埚膨胀序数测定仪	426
第二节 ZP-1 型坩埚膨胀序数测定仪	429
第二十三章 哈氏可磨性指数测定仪	432
第二十四章 磨损指数测定仪	435
第二十五章 煤灰熔融性测定仪	439
第一节 HR 系列煤灰熔融性测定仪	439
第二节 5E-AF III 灰熔融性测定仪	443
第三节 SDAF2000b 灰熔融性测定仪	446
第二十六章 反应性测定仪 结渣性测定仪	460
第一节 反应性测定仪	460
第二节 结渣性测定仪	463
第二十七章 着火温度测定仪	466
第二十八章 苯萃取物产率测定仪	474
附录一 常用计量单位与符号	479

附录二	实验室常用标准筛筛号及孔径对照表·····	482
附录三	各种高压气瓶颜色标记·····	484
附录四	煤质化验室常用热电偶型号及性能表·····	485
附录五	煤炭化验室常用热电偶温度——热电动势对照表·····	486
附录六	煤质化验室仪器设备检修常用工具·····	496

第一篇 基础理论篇

第一章 温度测量仪表

第一节 测 温 元 件

温度是表征物体冷热程度的物理量。几乎所有的煤炭分析项目都与温度有关。温度的测量通过温度测量仪表来实现。它通常由测温元件和显示仪表两部分组成。

测温元件的作用是把被测温度转换成容易显示的物理量，如电压、电阻、位移等。

在煤炭分析仪器中，常用到的测温元件有金属管感温器、热电偶、热电阻等。

一、金属管感温器

金属管感温器又称为杆式温度计，其感温部分结构如图 1-1 所示。

测量管 1 是用膨胀系数大的金属（如青铜、黄铜、铝等）制成，其上端固定在仪器的壳体上；传递杆 2 是用膨胀系数小的材料（钢或石英）制成，其下端固定在测量管上，上端可上、下自由移动。当温度变化时，测量管膨胀或收缩，带动传递杆一起上、下移动，再经过传递机构和指针就可以指示出温度的数值。有些干燥箱、水浴等设备上的控温装置中的一部分就采用这种测温元件，其测温上限可达 250℃。

二、热电偶

热电偶是煤炭分析仪器中广泛应用的一种测温元件。其工作原理是热电效应，即通过热电偶可以把温度信号转换为电压信号。

1. 热电偶的结构

热电偶的结构如图 1-2 所示。

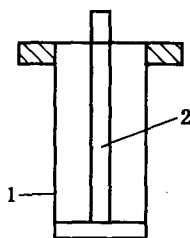


图 1-1 杆式温度计感温部分

1—测量管；2—传递杆

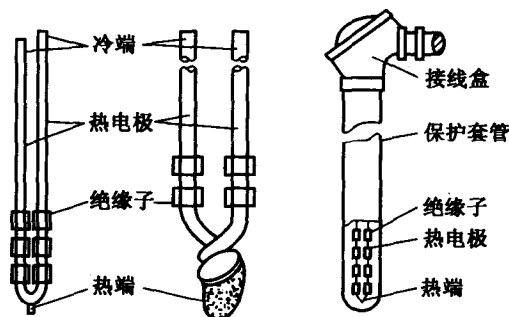


图 1-2 热电偶的结构

它由热电极、绝缘子、保护套管和接线盒等部分组成。热电极是两根不同材料的热偶丝，它们的一端焊在一起，称为热端或工作端，另一端不焊在一起，称为冷端或自由端；

绝缘子在两根热偶丝之间起绝缘作用；保护套管则保护热偶丝免受机械损伤和化学腐蚀。在煤炭分析仪器中最常用的保护管是瓷管。

2. 热电偶的分类

在煤炭分析仪器中，常用的热电偶有：

(1) 铂铑—铂热电偶。在铂铑—铂（分度号为 S）热电偶中，铂铑丝为正极，纯铂丝为负极；测量范围为 $-20 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，在良好的使用环境下可短期测量 1600°C ，适用于氧化性或中性介质。它的优点是耐高温，不易氧化，有较好的化学稳定性，具有较高测量精度；可用于精密温度测量和作基准热电偶。它的缺点是热电势较小，且热电势与温度之间的关系是非线性的，价格较贵。

(2) 镍铬—镍硅热电偶。该热电偶（分度号为 K）中镍铬为正极，镍硅为负极；测量范围为 $-50 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，短期可测量 1200°C ，在氧化性和中性介质中使用，在 500°C 以下低温范围内，也可用于还原性介质中测量。此种热电偶的热电势大，线性好，测温范围较宽，价格低，因而应用很广。它的缺点是镍硅材料材质较脆，焊接性能与抗辐射性能较差。

(3) 铂铑₃₀—铂铑₆热电偶（也称双铂铑热电偶）。此种热电偶（分度号为 B）以铂铑₃₀丝（铂 70%，铑 30%）为正极，铂铑₆丝（铂 94%，铑 6%）为负极；其测温范围为 $300 \sim 1600^{\circ}\text{C}$ ，短期可测 1800°C 。其优点同铂铑—铂热电偶。

此外，从结构上讲还有一种较特殊的热电偶，这就是应用较广泛的套管热电偶。它是为满足小型化、长寿命、结构牢固的要求而研制的。这种热电偶采用“金属套管，陶瓷绝缘”的结构，由热电极、绝缘材料和金属套管 3 者组合加工而成。电偶丝被周围致密的氧化物粉末所绝缘，并有着对称的间距。在煤炭分析仪器中，常用测温 1100°C 以下的镍铬—镍硅套管热电偶，其主要优点是反应速度快，高度的可挠性，适应性强和寿命长。

3. 热电偶使用注意事项

为保证测量精度，热电偶在使用过程中，应注意如下问题：

1) 热电偶的校正

不同的热电偶由不同的温度—电势关系。校正的目的就是求出此关系曲线，以将热电偶的热电势（mV）转换成温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。此外，热电偶在长期使用过程中，由于受氧化、腐蚀等，使热电偶的热电特性发生变化，测量误差越来越大。为了使温度的测量能保证一定的精度，必须定期校正热电偶。当其变化超过规定的误差范围时，可以更换热电偶丝或把原来热电偶的热端剪去一段，重新焊接后再使用，但使用前必须重新进行校正。

热电偶的校正是一项比较重要的工作。根据国家规定的技术条件，各种热电偶必须在表 1-1 规定的温度点进行校正。各温度点的最大误差不能超过允许的误差范围，否则不能使用。具体校验过程和方法可参考有关资料。

2) 热电偶的冷端温度补偿

在测温过程中，只有当热电偶的冷端温度保持不变时，热电偶的输出信号才反映被测温度的变化。在应用中，由于热电偶的热端与冷端相距很近，冷端又暴露于大气中，容易受到周围环境（温度波动）的影响；因此，冷端温度难以保持恒定。为此，必须采取冷端温度补偿措施。常用的处理方法有下列几种：

表 1-1 常用热电偶校正允许误差

分度号	热电偶材料	校验温度点/℃	热 电 偶 允 许 偏 差			
			温度/℃	偏差/℃	温度/℃	偏 差/℃
S	铂铑—铂	600, 800, 1000, 1200	0 ~ 600	± 2.4	> 600	占所测热电势的 $\pm 0.4\%$
K	镍铬—镍硅 (镍铝)	400, 600, 800, 1000	0 ~ 400	± 4	> 400	占所测热电势的 $\pm 0.75\%$
E	镍铬—铜镍	300, 400, 600	0 ~ 300	± 4	> 300	占所测热电势的 $\pm 1\%$

(1) 补偿导线法。为了使热电偶的冷端处于温度固定或波动较小的环境中,当然可以把热电偶做得很长,连同测量仪表一起置于恒温或波动较小的环境中。但存在两方面的问题,其一,安装使用不方便;其二,有些热电偶是贵金属,如果做长了会很浪费。这样,一般是用一种补偿导线将热电偶的冷端延伸出来。这种导线在一定范围内 ($0 \sim 100^\circ\text{C}$) 具有和所配用的热电偶相同的热电性能,其材料又是廉价金属。对一些廉价金属制成的热电偶则可用本身作为补偿导线。

必须强调指出,只有当延伸的冷端温度恒定或配用冷端温度自动补偿装置时,补偿导线才有意义。此外,热电偶和补偿导线连接处的温度不应超过 100°C , 否则也会由于热电特性不同而带来新的误差。

(2) 冷端温度校正方法。热电偶的热电势——温度曲线是在冷端保持为 0°C 的情况下标定的。如果热电偶的冷端温度虽已恒定,但只要不等于 0°C , 就必须对仪表的指示值加以修正。在要求不高的情况下,可把显示仪表的机械零点直接调到冷端温度。

(3) 冰浴法。为避免经常校正的麻烦,可采用冰浴法使冷端温度恒定在 0°C , 此法对实验室更适用。通常是把冷端放在盛有绝缘油的试管中,再将试管放入装有冰水混合物的容器中。

(4) 其他方法:在实际中,还有其他一些冷端补偿的方法,这些方法的共同点是在热电偶和显示仪表中间插入一个补偿装置。该补偿装置产生一个与冷端温度有关的电信号,此信号与热电偶的输出信号相叠加,再输入到显示仪表上。使输入信号不随冷端温度发生变化,从而起到补偿作用。

3) 热电偶的插入深度

热电偶在使用中,必须要保证足够的插入深度,否则也会产生测温误差。一般情况下,热电偶插入被测对象的深度应在 $150 \sim 300\text{mm}$ 之间。

三、热电阻

测温元件除热电偶外,还有热电阻。它是把温度信号转化为电阻信号,然后再通过显示仪表把电阻信号显示出来,从而实现温度测量。在煤炭分析仪器中,常用的热电阻有如下几种:

1. 铂电阻

铂电阻的特点是精度高,稳定性好,性能可靠。这是因为铂在氧化性介质中,甚至在高温下的物理、化学性质都非常稳定。铂电阻温度计还是基准温度计。但铂在还原性介质中,特别是在高温下,很容易被从氧化剂中还原出来的蒸汽所玷污,使铂丝变脆,并改变

它的电阻—温度间的关系。

铂电阻体是用很细的铂丝绕在云母、石英或陶瓷支架上制成的。常用的 WZB 型铂电阻体是用直径为 $0.03 \sim 0.07\text{mm}$ 的铂丝绕在云母片制成的平行板支架上，云母片的边缘为锯齿形，铂丝绕在齿缝内以防短路，铂丝绕组两面盖以云母片绝缘。此外，为了改善热电阻的动态特性和增加机械强度，再在其两侧用金属薄片制成的夹持件与它们铆合在一起。铂丝绕组的线端与银丝引出线相焊，并穿以陶瓷管加以绝缘和保护。目前，我国常用的铂电阻的分度号为 Pt100，在 0°C 时的电阻为 100Ω 。此外，还常用微型铂电阻，其特点是体积小，热惯性小，气密性好。在煤炭分析仪器中，常用测温范围为 $-200 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 的铂电阻，它的支架和保护套管均由特殊玻璃制成。微型铂热电阻是在刻有螺纹的圆柱形玻璃棒上绕上直径为 $0.04 \sim 0.05\text{mm}$ 的铂丝，用直径 0.5mm 的铂丝引出线做，外面套以直径为 4.5mm 的特殊玻璃管作为保护套管（图 1-3）。

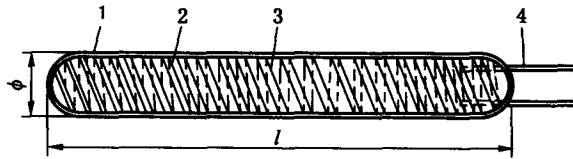


图 1-3 微型铂电阻的结构

1—套管；2—感温铂丝；3—玻璃棒；4—引出线

2. 铜电阻

除铂热电阻外，还有铜热电阻，这种热电阻只能测 $-50 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 的温度。

第二节 显 示 仪 表

一、动圈式温度指示调节仪

动圈式温度指示调节仪仍然是目前各煤炭化验室常用的温度指示和控制仪表。它与热电偶或热电阻相配合，可以显示和控制各种加热装置或其他设备的温度，具有结构简单，操作方便等优点。它由测量和控制两大部分组成。

动圈式温度指示调节仪的型号以 XCT - $\times \times \times$ 表示，其表示意义如下：

X——显示仪表；

C——磁电式；

T——指示调节仪。

半字线后各阿拉伯数字，从左至右其意义如下：

第一位表示设计序列或种类；

第二位表示调节规律：

0——双位调节；

1, 2——3 位调节；