

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

81.62/2073
368

煤炭化验手册

修订本

煤炭科学研究院北京煤化学研究所编著

煤炭工业出版社

17004/c1

煤炭化验手册

修订本

煤炭科学研究院北京煤化学研究所编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

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787×1092¹/₃₂ 印张27⁵/₈ 插页1

字数813千字

印数22,301—37,325

1981年6月第2版

1983年6月第3次印刷

书号15035·2567 定价4.50元

修订本第三次印刷说明

随着我国国民经济的迅速发展,煤炭已成为我国第一能源。勘查煤炭资源,提高煤炭质量,合理利用煤炭以及发展煤炭的综合利用,都须加强煤质分析化验工作。

根据广大煤质化验人员的迫切要求,我们在1976年出版了《煤炭化验手册》。随着时间的推移,煤质分析方法不断改进,《国家标准》也在更新。为了适应这种新的形势,满足我国煤炭工业高速度、现代化发展的需要,我们组织煤炭科学研究院煤化学研究所,参照1973年以来颁发的煤质化验《国家标准》,将1976年版《煤炭化验手册》进行了修改和补充。

这本书主要介绍煤质分析化验的方法,对各测试项目的目的、原理、专用仪器设备的规格、性能和试剂的制备方法、测定步骤、允许误差、计算方法、注意事项以及测试结果的综合审查等,做了较系统的介绍。此外,对煤矿化验室的装备和主要仪器设备的性能、规格和使用方法,对与煤质分析化验有密切关系的分析化学基础知识,及与煤质研究有关的煤炭分类方法等,也做了适当的阐述。

编入手册的分析化验方法,在这次重印中,根据1982年上半年现行有关《国家标准》的规定进行修改。对尚未定为《国家标准》的项目,则选录一些实用可靠的通用方法。

本书由罗颖都、陈祚生、陈文敏、段云龙和鲍世齐同志补充和修改,罗颖都同志审订。

煤炭工业出版社

1982年8月

37662

目 录

前言

第 一 章 绪论	1
第一节 煤矿化验室的任务.....	1
第二节 煤矿化验室的类型.....	1
第三节 煤质分析概述.....	2
第 二 章 煤质分析常用的主要仪器设备	6
第一节 煤矿化验室的固定设备.....	6
第二节 破碎设备.....	12
第三节 筛分设备.....	19
第四节 电热设备.....	23
第五节 测温仪表.....	36
第六节 天平和砝码.....	49
第 三 章 煤质分析用一般仪器和用具	81
第一节 玻璃仪器.....	81
第二节 瓷制器皿.....	111
第三节 石英玻璃制品.....	118
第四节 铂制品及其使用和维护.....	119
第五节 镍、铁、铅、银等金属制品.....	124
第六节 煤矿化验室常用的其它用具.....	125
第 四 章 仪器分析概述	134
第一节 比色分析法.....	134
第二节 荧光分析法.....	151
第三节 火焰光度法.....	156
第 五 章 玻璃量器的校准和各类溶液的配制	161
第一节 玻璃量器的校准.....	161
第二节 试剂溶液的配制.....	166

目 录

第三节	标准溶液的配制和标定	168
第四节	常用酸碱指示剂及配制方法	183
第六章	煤矿化验室煤质测试工作总则	190
第七章	煤样的采取和制备	193
第一节	概述	193
第二节	各种煤样的采取方法	195
第三节	煤样的缩制	212
第四节	煤样的洗选	217
第五节	各种化验用煤样的制备	222
第六节	煤样的包装和保存	223
第八章	煤的筛分试验和浮沉试验	226
第一节	煤炭筛分试验方法	226
第二节	煤炭浮沉试验方法	232
附录 1		237
附录 2		238
附录 3		240
附录 4		240
第九章	煤炭含矸率和块煤限下率的测定	243
第一节	煤炭含矸率的测定	243
第二节	块煤限下率的测定	246
第十章	煤的工业分析	247
第一节	煤中水分的测定	247
第二节	煤中灰分的测定	256
第三节	煤炭挥发分产率的测定	259
第十一章	煤炭发热量的测定	266
第一节	现代氧弹法原理	267
第二节	定义和单位	268
第三节	仪器、设备、试剂及材料	269
第四节	发热量的测定	279
第五节	几种常用的热量计	306
第六节	利用工业分析和元素分析结果计算煤的发热量	311
第十二章	煤中全硫及各种形态硫的测定	326
第一节	煤中全硫的测定	329
第二节	煤中硫酸盐硫的测定	343
第三节	煤中硫铁矿硫的测定	344

目 录

第四节	煤中全硫和各种形态硫的相互关系	354
第十三章	煤的元素分析	356
第一节	煤中碳、氢的测定	356
第二节	煤中氮的测定	373
第三节	氧的测定与计算	385
第四节	元素分析结果的表示方法	389
第十四章	煤中碳酸盐二氧化碳含量的测定	391
第十五章	煤中主要稀散元素的测定	397
第一节	锗的测定	397
第二节	镓的测定	410
第三节	铈的测定	414
第四节	钍的测定	423
第五节	铀的测定	426
第十六章	煤中磷、氯、砷的测定	430
第一节	磷的测定	430
第二节	氯的测定	438
第三节	砷的测定	441
第十七章	年轻煤的腐植酸含量及其它特性的测定	449
第一节	腐植酸含量的测定	449
第二节	褐煤苯抽取物(粗褐煤蜡)及抽取物中树脂含量的测定	455
第三节	氧化腐植酸含量的测定方法	461
第四节	年轻煤透光率的测定	464
第十八章	煤灰成分分析方法	471
第一节	灰样的制备	471
第二节	主要仪器设备	471
第三节	分析方法	472
第四节	我国煤灰主要成分的一般范围	505
第十九章	煤灰熔融性及煤灰粘度的测定	506
第一节	概述	506
第二节	煤灰熔融性的测定	507
第三节	煤灰粘度的测定	519

第二十章 煤炭气化指标的测定	532
第一节 煤炭机械强度的测定	533
第二节 煤炭热稳定性试验	535
第三节 煤炭结渣性的测定	538
第四节 煤炭反应性的测定	545
第二十一章 煤炭物理化学性质及机械性质的测定	550
第一节 煤炭比重的测定	550
第二节 煤炭堆积密度的测定	556
第三节 煤炭可磨性的测定	559
第四节 煤炭着火点试验	572
第二十二章 煤的结焦性测定和低温干馏试验	578
第一节 煤的结焦性测定概述	578
第二节 胶质层指数的测定	579
第三节 罗加指数的测定	598
第四节 奥亚氏膨胀度试验	608
第五节 自由膨胀序数的测定	619
第六节 基氏塑性计测定煤的可塑性	626
第七节 管式低温干馏试验	634
第八节 铝甌低温干馏试验	646
第二十三章 误差理论和实验结果处理	658
第一节 数理统计基础知识	658
第二节 实验误差	688
第三节 有效数字和计算法则	703
第二十四章 煤质分析各项化验指标间的关系	715
第一节 煤的工业分析各项指标间的关系	715
第二节 煤的元素成分各项指标间的关系	719
第三节 煤的工业分析、元素分析和发热量等指标间的关系	721
第四节 煤的结焦性和粘结性指标间的关系	727
第五节 煤的工业分析、元素分析等指标与结焦性的关系	729
第六节 煤的其他指标间的关系	733
第七节 煤的氧化对各项指标的影响	734
第八节 煤的各项指标的综合审查	735

目 录

第二十五章 煤的分类	744
第一节 中国煤的分类	744
第二节 硬煤的国际分类	755
第三节 各国煤分类简介	759
第四节 中国煤分类与各国煤分类的对比	768
第五节 我国煤分类的若干新指标	769
附录	809
I 煤样制备和称重的注意事项	809
II 化验室常用物品的回收和制备	809
III 离子交换法制纯水	817
IV 化验室常用数据表	824
V 药品、仪器和设备的保管、使用及安全制度	856

第一章 绪 论

第一节 煤矿化验室的任务

煤矿化验室的主要任务是：

(1) 在采煤、选煤、分级、分类和销煤过程中，确定煤的牌号、等级，检查煤的质量，协助生产和分配部门及时掌握煤质情况，为用煤单位提供必要的煤质资料，以使煤炭资源得到合理的利用；

(2) 配合矿井地质部门，了解本矿煤质情况及变化规律，以利于资源的合理开发；

(3) 进行煤尘、瓦斯和水质检定，以保证煤矿安全生产，为矿井提供必要的水文资料；

(4) 对煤矿所用的各种原材料，如油脂、金属、木材、炸药等，进行分析鉴定，为煤矿生产建设提供必要的技术资料。

第二节 煤矿化验室的类型

一、矿务局中心化验室

矿务局通常都设有综合性的中心化验室，负责全局各种分析化验工作。它除经常进行煤的全面系统的分析化验工作（如工业分析、元素分析、发热量测定、各种结焦性试验、气化指标测定以及煤灰成分分析和煤灰熔点测定等）外，还进行一些矿井化验室所不能进行的其它杂项分析，如水质分析、油质分析、材料分析和试验、瓦斯煤尘爆炸试验和矿井瓦斯含量鉴定等煤炭生产过程中所需要的分析化验工作。

矿务局中心化验室还应在技术上指导所属各矿井和附属工厂的化验室。

二、矿井（或选煤厂）化验室

矿井或选煤厂化验室是直接配合煤炭生产或选煤厂工作的重要单位，一般都设于各生产矿井附近或选煤厂内，专做日常的煤质检查和选煤过程中的技术检查工作。这类化验室通常只做煤的水分、灰分等简单的工业分析，较大的化验室也可做挥发分、硫分和发热量测定。由于生产上经常需要较快地知道煤质情况，因而这类化验室常广泛采用快速分析方法。

除上述两类化验室外，有的煤矿也常设有独立的煤矿化验室。这类化验室的主要任务是按该矿一个或几个矿井的不同煤种进行基础分析检验工作，如煤的工业分析、元素分析、硫分和发热量测定，以及煤的结焦性或气化指标的试验等。

第三节 煤质分析概述

目前煤炭仍是燃料的一个重要组成部分，即或在大量使用石油的国家，煤炭也还占有相当重要地位。除作燃料外，煤炭还是些工业的原料，如用煤造气后，可供合成化肥、人造石油及其它很多化工产品的原料。有些煤中还有极为珍贵的伴生元素，如锗、镓、铀等。当这些元素含量达到一定限度后，煤即将不做为燃料而做为提取这些元素的原料了。

工业产品的质量，要通过分析化验进行了解，以便指导生产和使用。煤炭由勘探阶段开始，就要进行一系列的质量检查和鉴定，以便决定开发计划。生产矿井须对煤层进行例行的质量标定，预测产煤的质量。其它如选煤厂工艺过程的控制、商品煤价格的确定等等，都必须进行煤质分析化验工作。

从用煤的角度来考虑，那就更须确切地了解煤炭的质量和工艺性能。煤做燃料时，首先要知道煤的发热量，其次还要了解燃烧过程中灰渣的情况，以便估计燃烧是否能正常进行。以煤为炼焦原料时，除了煤的基本性质如灰分、硫分外，还要了解煤的结焦性，了解煤在成焦过程中的动态，判断是否会产生损坏焦炉的膨胀压力。用煤部门也要对煤炭

的质量和性能进行了解。在煤炭的科学研究中，不论是加工利用新方法的研究，还是基础理论研究，都离不开煤质分析化验工作。

煤是含有矿物杂质（含量波动很大，在5~50%左右）的有机物，但它比其它已知结构的有机化合物复杂得多。煤不仅是多种分子结构的聚合物的混合体，而且它的分子还是结构复杂的大分子。这就给煤质分析化验方法造成很大的困难。煤质分析化验方法大体可分为两大类：一类是测定煤所固有的成分——有机物和无机物的元素成分，如碳、氢、氧、氮、硫、硅、铝、铁等，以及煤所固有的性质，如比重等；另一类是在人为规定的条件下测定煤经转化生成的物质或呈现的性质，如灰分、挥发分、结焦性等。后一类通常称为规范性试验，它所测定的对象，不是煤所固有的，而是在一定试验条件（主要为加热）下所产生的物质或性能，测定结果是随试验条件，比如加热温度、时间以及其它有关条件改变的。这些人为规定的条件，虽有一定的道理或依据，但并非绝对的。举例来说，灰分和挥发分并不是煤中固有的，而是在一定的加热条件下，由煤中固有的物质转化形成的。例如灰分是由煤中的矿物质经氧化、分解所形成；挥发分是由有机物经热分解所形成。这些产物的产率不是固定的，而是随加热温度、加热时间和通风条件等而改变。因此，所有这类分析检验方法，都必须按照人为规定的条件进行，才能得出可以互相对比的结果。这些条件在各国的分析化验方法中尚未统一。对煤中固有成分的测定，则不论用什么方法，都必须得出符合客观实际的结果。换言之，只有能得出同客观实际一致的结果的方法，才是正确的方法。这些方法也有其不同的操作步骤和条件。这些步骤和条件一经确定也必须遵守。例如煤的碳、氢测定，可在1350°C下燃烧（高温法），也可在800°C下燃烧（利比西法）。在允许误差范围内，两种方法所得结果是一致的。

上述两类方法，都应有操作规程，明确规定各项化验条件。有些经常大量进行的分析化验项目的操作方法，还订为标准，共同遵照执行，解决可能遇到的分歧和争议。

煤由三种不同的成分组成：有机物、矿物质和水分（见图1-1）。有机物由多种分子结构的聚合物构成，已如前述；矿物质的成分也很复

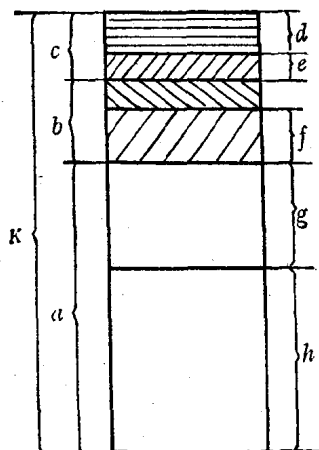


图 1—1 煤的组成示意图

K—煤；a—有机物；b—矿物质；c—总水分；d—外在水分；e—内在水分；f—灰分；g—挥发分；h—固定碳

杂；煤中的水分除矿物质中的结晶水外，又可分为两部分——外在水分（煤暴露在空气中水分达到平衡时失去的水分）和内在水分（失去外在水分后残留的水分）。这两部分水分合称为总水分。各项煤质分析化验，多用空气干燥试样（即放在空气中水分达到平衡的试样）进行。在实际使用煤炭时，又常需要了解煤炭在原来状态时（也就是含有总水分时，通常称为原煤）所含某些成分的数量。在煤质研究工作中，有时又需要了解干煤（即不含水分的煤）或纯煤●（即煤中的有机物）中所含某些成分的数量。但各种状态的煤，如原煤、干煤、纯煤等，或者由于不便当作分析样品直接拿来分析化验（例如原煤和干煤，前者在制样过程中水分容易损失，

后者不易准确称量），或者由于根本无法取得这种状态的煤（例如纯煤）供做分析化验，因而通常都用空气干燥试样进行分析化验，然后通过换算来求得所需的各种成分在各种状态的煤中的含量。由图 1—1 煤的组成示意图可以很容易推导出上述各种换算方法。这些换算公式将在以后的有关分析化验方法中分别叙述。

煤质分析化验所用的样品，数量有时不足 1 克，最多也不过几百克。这样少的样品却是由十吨以至百吨千吨的大量煤炭中抽取得来的。显然，如果抽取的样品质量不能代表这批煤的平均质量，则无论随后的分析化验结果如何准确，都将成为意义不大的数据。因此，由采取样品

● 纯煤含量 (%) = 100 - (水分 + 矿物质含量)，在要求不太严格的计算中，常用可燃物代替纯煤。可燃物含量 (%) = 100 - (水分 + 灰分)。

到制成分析化验用的样品的一系列步骤是否正确，是关系煤质分析工作质量的首要问题。对采取和制备煤样的工作，必须给予足够的重视。

综上所述，煤质分析是一项包括由采样到报出结果一系列步骤的较复杂的工作。只有遵照有关规程的规定，才能保证取得可靠的分析化验结果。但另一方面又应看到，已有的规程也应不断改进提高，采用一些切合实用的先进技术和仪器设备，达到提高效率、保证质量、节约人力物力的目的。本手册就是以煤质分析的有关操作方法为主要内容的。

第二章 煤质分析常用的主要仪器设备

第一节 煤矿化验室的固定设备

煤矿化验室常用的固定设备有木制试验台，水泥试验台，天平台，药品柜和药瓶架，通风橱，存样架等。这些固定设备是在修建和改建化验室时自行设计制造，是根据房间和试验要求的具体情况来确定，要经济耐用，使用方便。至于对化验室房间的布置，通风、照明、水池和供水、排水、保温、采暖设备等的要求，很难作出统一的规定，可由设计和施工部门确定。

一、试验台和药瓶架

试验台一般是木制的（也有用水泥建造，瓷砖砌面或用钢铁制成）。一种是四人用试验台（图 2—1），总长 240 厘米，宽 120 厘米，高（不连药瓶架）90 厘米，台板厚 3.5 厘米；台上附有药瓶架（如图 2—2，架高 60 厘米，宽 24 厘米）；供水和洗盆装在试验台两端，也可装在台的中部。试验台两端还应有供电插座，以便在试验台上使用万能电炉及其他电器，试验台两边各有器材贮柜五个和抽屉五个。

另一种是二人用试验台，可以成对地安置在试验室中或单独靠墙设置，图 2—3 是一种合适的规格，总长 240 厘米、宽 60 厘米（相当四人试验台的一半），高（不连药瓶架）90 厘米，台面厚 3.5 厘米。所附抽屉和贮柜各八个，容积有多种规格，可以分类贮装不同尺寸的仪器和杂物。

图 2—4 是另一种二人试验台，总长 250~300 厘米，宽 75 厘米，高 96 厘米，附有四个抽屉、两个贮柜和一个可以放较大件设备的板台。图 2—5 是这种试验台上放的台架，可以贮放药品等。这种试验台的供水和洗盆常常设置在试验台一端或两端。台端还装有供电插座。

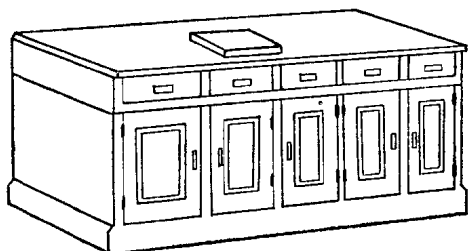


图 2—1
四人用试验台

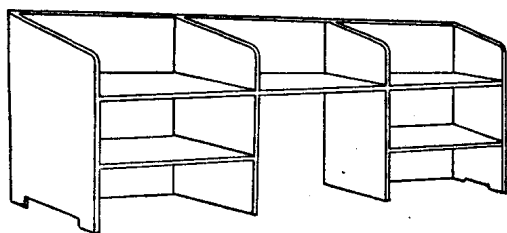


图 2—2 药瓶架

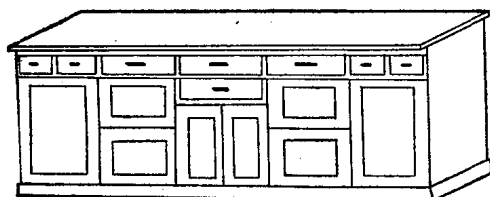


图 2—3
二人用试验台

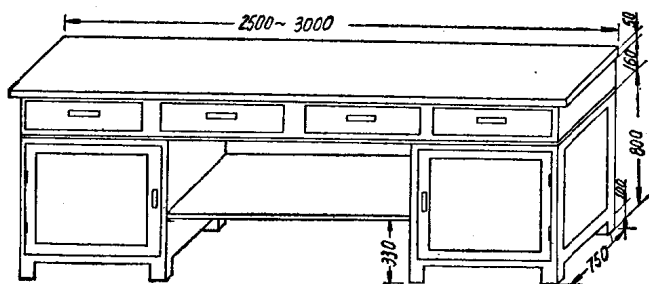


图 2—4 二人用试验台