

煤炭化验手册

(1998 年版)

杨金和 陈文敏 段云龙 主编 吴春来 审定

煤炭工业出版社

煤炭化验手册

（供煤质化验用）

主编 孙德福 副主编 王德成 王德成

煤炭工业出版社

煤 炭 化 验 手 册

(1998 年 版)

杨金和 陈文敏 段云龙 主编

吴 春 来 审定

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

《煤炭化验手册》是以煤炭采样、制样和化验国家标准方法为基础,结合有关国际标准(ISO)方法和有关采样、制样、化验方法的基本原理和基础理论而编写的。

《手册》中系统地阐述了煤炭化验室必须配置的仪器、设备和材料,详细地介绍了有关煤炭测试项目的各种分析方法、煤的岩相鉴定、煤炭分类、各种工业用煤技术要求及煤的筛分、浮沉、泥化试验方法等十分广泛的内容。

本书是煤炭、电力、建材、冶金、燃料、化工、机械、轻工和外贸出口等行业的广大煤质检验人员、管理人员的必备工具书,亦可供有关煤炭高等院校、科研、设计等单位的工程技术人员、教学人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

煤炭化验手册/杨金和等主编. —北京:煤炭工业出版社, 1997
ISBN 7-5020-1412-8

I. 煤… I. 杨… III. 煤炭-化学实验-手册
IV. TD82-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 00572 号

煤 炭 化 验 手 册

(1998 年版)

杨金和 陈文敏 段云龙 主编

吴 春 来 审定

责任编辑:李振祥 袁筠 施文华

煤炭工业出版社 出版

(北京朝阳区曙光里 8 号 100016)

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 787×1092mm^{1/16} 印张 45

字数 1078 千字 印数 1—3,300

1998 年 11 月第 1 版 1998 年 11 月第 1 次印刷

书号 4181 定价 90.00 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

《煤炭化验手册》编委会

主 编	杨金和	陈文敏	段云龙			
编著者	邓秀敏	仝钊爱	刘良骧	陈 鹏	陈文敏	陈怀珍
	陈丽珠	李文华	李英华	吴宽鸿	杨金和	罗颖都
	张传智	张自劭	张克芮	孟宪英	段云龙	施玉英
	姚恩题	姜 宁	贾 延	高干亮	韩立庭	
审 定	吴春来					

1998 年版说明

《煤炭化验手册》的初版始于 1965 年，至今已有 30 余年的历史。当时由张炳辰、唐熙玉、陈祚生、杨金和及陈文敏 5 人编著，书名为《煤炭化验实用手册》。到 1976 年，由于广大煤质和煤炭检验人员的需要，即以“煤炭科学研究院北京煤化学研究所编著”的名义再版发行，并把书名改为《煤炭化验手册》。本书于 1980 年又进行了修订再版，并分别于 1981 年和 1983 年进行几次印刷发行，受到了煤炭、电力、建材、冶金、化工、外贸、燃料等部门广大煤质检验人员的欢迎。鉴于近 10 余年来，大量现代化分析技术引入煤炭分析领域，煤炭分析新方法、新仪器的不断涌现，国际标准（ISO）和其他先进标准被我国采用，我国的煤炭采、制、化标准在数量上和技术水平上的显著增加和提高，对 10 余年前的《煤炭化验手册》的修订再版确已刻不容缓。有鉴于斯，我们组织了煤炭科学研究总院北京煤化学所从事工作的专家、教授多名，对《煤炭化验手册》重新进行了编写。

本手册所引用的各级标准均为至 1997 年的最新标本，收入的其他非标准方法也都是经典的或国内外最新水平的。

本书是国内各行各业广大从事煤炭采、制、化人员最新、最全的必备工具书，也是本专业广大科技工作者、教学人员和管理干部的重要参考资料。

目 录

第一篇 煤炭化验室常用仪器设备

第一章 煤炭化验室及煤质分析	3
第一节 煤炭化验室类型和任务	3
第二节 对煤炭化验室的基本要求	4
第三节 煤质分析概述	5
第四节 煤质分析的一般规定	6
第二章 煤炭化验室设计与固定设备	12
第一节 煤炭化验室设计	12
第二节 煤炭化验室固定设备	16
第三章 煤质分析通用仪器仪表	19
第一节 制样设备	19
第二节 筛分设备	26
第三节 电热设备	30
第四节 测温仪表	36
第五节 天平和砝码	48
第四章 煤质分析常用的器皿和用具	70
第一节 玻璃器皿及玻璃仪器	70
第二节 塑料器具及乳胶、橡胶制品	92
第三节 耐火器皿	94
第四节 金属器具及其维护	102
第五节 煤炭化验室常用的其他用具	105

第二篇 煤炭化验室仪器分析

第五章 分光光度法	115
第六章 原子吸收分光光度法	123
第一节 基本原理	123
第二节 仪器结构	137
第三节 干扰及干扰的抑制	139
第四节 仪器工作条件和测定技术	146
第五节 仪器的安装与调试	150
第六节 仪器的维护	153
第七章 发射光谱	157
第八章 其他仪器分析法	167
第一节 X 射线荧光分析法	167
第二节 放射化学分析方法	176

第三篇 煤样的采取与制备

第九章 煤层煤样采取方法	193
第一节 打孔取芯采样法	193
第二节 钻取煤屑采样法	193
第三节 开槽采样法	194
第四节 煤柱采样法	194
第五节 刻宽槽采样法	194
第六节 刻窄槽采样法	194
第七节 机械采取煤层煤样	199
第十章 商品煤样的采取方法	203
第一节 有关术语	203
第二节 采样精密度	204
第三节 采样工具	207
第四节 采样单元	207
第五节 不同采样地点的例常商品煤样的采取	207
第六节 几种专用煤样的采取	211
第十一章 煤心煤样和煤岩煤样的采取方法	213
第一节 煤心煤样的采取方法	213
第二节 煤岩煤样的采取方法	214
第十二章 生产煤样的采取方法	217
第十三章 生产检查煤样的采取方法	219
第十四章 煤样的制备方法	221
第一节 有关术语	221
第二节 制样工序	222
第三节 各种煤样的制备	233
第四节 煤样的减灰	234
第五节 煤样的接收、送检、包装和保存	235

第四篇 煤炭测试方法

第十五章 煤炭的筛分、浮沉、泥化、含矸率和限下率测试	239
第一节 煤炭筛分试验方法	239
第二节 煤炭浮沉试验	244
第三节 煤和矸石的泥化试验	251
第四节 煤炭含矸率和块煤限下率的测定	258
第十六章 煤的工业分析	261
第一节 煤的水分及其测定	261
第二节 煤中灰分的测定	267
第三节 煤的挥发分测定	270
第四节 固定碳含量的计算	274
第十七章 煤中全硫与形态硫的测定	275

第一节	煤中全硫的测定	277
第二节	煤中硫酸盐硫的测定	285
第三节	煤中硫铁矿硫的测定	286
第四节	煤中全硫和各种形态硫的相互关系	291
第十八章	煤中碳酸盐二氧化碳含量的测定	292
第十九章	煤的发热量测定	296
第一节	现代氧弹法原理	296
第二节	定义和单位	297
第三节	仪器设备、试剂及材料	298
第四节	发热量的测定	304
第五节	低位发热量的计算和各种基准间的换算	319
第六节	其他注意事项	320
第二十章	煤的元素分析	321
第一节	煤中碳氢的测定	321
第二节	煤中氮的测定	339
第三节	煤中氧的计算与测定	345
第四节	元素分析结果的表示方法	347
第二十一章	煤中微量元素测定	349
第一节	煤中锗的测定	349
第二节	煤中镓的测定	353
第三节	煤中铈的测定	356
第四节	煤中钒的测定	359
第五节	煤中磷的测定	361
第六节	煤中砷的测定	363
第七节	煤中氯的测定	366
第八节	煤中氟的测定	368
第二十二章	煤灰成分分析	372
第一节	灰样的制备及灰成分测定的主要仪器设备	372
第二节	分析方法	373
第二十三章	煤灰熔融性及煤灰粘度的测定	400
第一节	煤灰熔融性的测定	400
第二节	煤灰粘度的测定	410
第二十四章	各项煤质指标间的相互关系	417
第一节	煤的工业分析各指标间的相互关系	417
第二节	原煤、浮煤样工业分析结果间的相互关系	420
第三节	煤的工业分析和元素分析结果间的关系	424
第四节	煤的元素分析各指标间的关系	429
第五节	原煤和浮煤样的各元素成分的关系	431
第六节	煤的真相对密度和其他指标的关系	433
第七节	煤的挥发分和其他指标的关系	435
第八节	煤的各种粘结性（或结焦性）指标间的关系	439
第九节	低煤阶煤各指标间的关系	443

第十节 煤灰成分与煤灰熔融性的关系	445
第二十五章 气化指标的测定	448
第一节 煤的抗碎强度的测定 (GB/T154959)	448
第二节 煤的热稳定性测定 (GB1573)	449
第三节 煤对二氧化碳化学反应性的测定 (GB220)	451
第四节 煤的结渣性测定 (GB1572)	461
第二十六章 煤炭物理化学性质及机械性质的测定	466
第一节 煤的可磨性测定	466
第二节 煤的磨损指数测定	475
第三节 煤炭着火点试验	480
第四节 煤的真相对密度测定	483
第五节 煤的视相对密度测定	486
第六节 煤的散密度测定	489
第七节 煤的硬度测定	490
第八节 煤的比表面积测定	492
第二十七章 煤的结焦性与低温干馏试验	497
第一节 煤的塑性、粘结性和结焦性	497
第二节 吉泽勒流动度	500
第三节 烟煤胶质层指数测定	506
第四节 罗加指数测定	520
第五节 粘结指数测定	525
第六节 烟煤坩埚膨胀序数测定	535
第七节 煤的格—金低温干馏试验	538
第八节 铝甕低温干馏试验	544
第九节 奥—阿膨胀度测定	549
第十节 达姆指数测定	561
第二十八章 低煤阶煤的特性指标	565
第一节 低煤阶煤的透光率测定	565
第二节 煤的最高内在水分测定	574
第三节 煤的腐植酸测定	581
第四节 褐煤的苯(甲苯)萃取物及萃取物中丙酮可溶物的测定	589
第二十九章 煤岩鉴定	596
第一节 煤岩分析样品的制备方法	596
第二节 煤的显微组分组和矿物的测定方法	600
第三节 煤的镜质组反射率测定方法	602
第四节 煤的显微硬度测定方法	611
第五节 显微煤岩类型测定方法	620

第五篇 煤质与分类

第三十章 煤的分类	625
第一节 中国煤炭分类	625
第二节 国际煤炭分类	634

第三十一章 煤质分析结果的审查	647
第一节 明显错误数据的检查	647
第二节 煤的工业分析和元素分析结果的审核	658
第三节 烟煤粘结性指标的审核	665
第四节 格—金低温干馏焦油产率结果的审核	666
第五节 低阶煤腐植酸产率的审核	667
第六节 利用煤灰成分分析结果审核煤灰熔融性	667
第七节 煤质分析结果的审查示例	671
第三十二章 工业用煤与煤质分级	676
第一节 各种工业用煤的技术要求	676
第二节 煤炭的分级	686
第三十三章 数理统计学在煤质分析中的应用	691
第一节 数理统计基础知识	691
第二节 统计推断	692
第三节 实验误差	700
 附录 I 主要煤质分析项目新、旧名称对照	703
附录 II 煤质分析项目新旧符号对照	705
附录 III 煤质分析项目详细划分新旧符号对照	707
附录 IV 煤质分析项目详细划分新旧基准名称对照	708
主要参考文献	709

第一篇 煤炭化验室常用仪器设备

第一章 煤炭化验室及煤质分析

第一节 煤炭化验室类型和任务

煤炭化验室是煤矿、地质勘探部门和以煤为燃料或原料的工厂（如火力发电厂、炼焦厂、水泥厂、化工厂）以及与煤有关的商品流通部门（如燃料储运、销售等企业）进行质量监督管理，保证产品质量，考核企业经济效益和生产技术水平的专职机构。煤炭化验室按其工作性质和任务，可分为几种类型，在煤炭生产企业中有矿务局中心化验室、矿井（或选煤厂）化验室、煤田地质勘探部门的中心化验室；在煤炭使用企业中煤炭化验室一般都建在工厂中心化验室中，其工作任务和类型虽有一定差异，但其工作内容、职责和要求基本一致。

一、矿务局（或地质局）中心化验室

煤炭生产和煤田地质勘探部门通常都设有综合性的中心化验室，负责全局各种煤炭分析化验工作。它除负责本局煤的分析化验工作，如煤的工业分析、元素分析、发热量测定、各种粘结性和结焦性试验、气化指标试验、煤灰成分分析、煤灰熔融性测定以及部分煤的物理性质（如煤的粒度分析、可磨性等）外，还要进行一些矿井化验室所不能进行的其他项目的分析工作，如水质分析、油品分析、材料试验和分析、瓦斯煤层爆炸试验和矿井瓦斯含量测定等。煤田地质局化验室还要做一些煤层对比、煤岩鉴定等工作，为煤炭生产建设提供必要的技术资料。

矿务局中心化验室的主要任务是：

（1）在地质勘探、煤炭开采、选煤、分级、分类和煤炭销售过程中，确定煤的牌号、品种、等级，检查煤炭质量，协助生产和煤炭销售部门及时掌握煤质情况，为经济管理部门和用煤单位提供必要的煤质资料，以使煤炭资源得到合理开发和利用。

（2）为矿井进行煤尘、瓦斯和水质的分析鉴定，以保证煤矿安全生产和提供必要的水文资料。

（3）对煤矿所用的各种原材料如金属、油脂、炸药等材料进行分析鉴定，为煤矿生产建设提供技术资料。

（4）在技术上指导所属各矿井、地质队和选煤厂的分析化验工作。

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生产的重要单位，一般都设在生产矿井附近或选煤厂内，专作日常的煤质检查和选煤过程中的技术检查工作，在煤田地质队中有时也设有简单的化验室。这类化验室通常只进行煤的工业分析，较大的矿井化验室也可做煤的发热量测定和煤中硫分分析。由于生产过程经常需要了解煤质情况和各种化验结果，在这类化验室中常采用快速分析方法。

矿井（或选煤厂）化验室的任务是：

（1）负责本矿各种煤样的日常分析化验工作。其中商品煤样要做煤的全水分、工业分

析；大型矿井和条件较好的矿化验室应积极创造条件做发热量和硫分分析；生产检查只对煤的水分和灰分进行检查；煤层煤样做煤的工业分析和硫分分析，必要时还要测定煤的视密度。选煤厂化验室除做日常生产检查煤样和商品煤样的分析外，还要做月综合煤样分析。

(2) 定期向矿务局化验室报送煤层煤样报表和提供做煤层分析的具有代表性的煤层可采煤样。

(3) 向有关领导和管理部门提供本矿（厂）的煤质化验资料。

三、工厂化验室

煤是工业的主要燃料和原料，在以煤为燃料和原料的生产企业和流通领域的煤炭供应部门中，常设有以煤炭分析为主要内容的化验室，开展煤炭化验工作，及时了解煤炭在销售和使用中的煤炭质量，计算煤的消耗指标，为煤的合理定价、合理使用提供技术资料。由于用煤部门很多，在这类综合性化验室中应根据企业的特点，有针对性地开展一些煤质分析项目。

第二节 对煤炭化验室的基本要求

煤炭化验室是一个专业性较强，涉及面较广的技术部门。它为煤炭生产和利用提供准确技术数据，是煤炭质量检验部门，在保证煤炭产品质量，满足用户对煤质要求和提高生产效率、节约能耗等方面都起重要的作用。要建立一个符合生产需要的、合格的、有较高技术和管理水平的煤炭化验室，应具备下列基本要求。

一、仪器、设备和设施完备，试验条件符合国家标准

煤炭化验室为完成日常的煤炭分析检验任务和其它分析试验工作，必须具备一定的物质基础。其中，首先是必不可少的煤质分析仪器、设备和设施等试验条件，使煤炭化验室能具备相当的化学分析和物理检验的能力，满足生产过程和质量管理的需要。

二、管理机构健全，人员配备合理

煤炭化验室一般都应在局（矿、厂）长或总工程师领导下开展工作，以取得有关领导的支持，便于开展工作。在化验室内部，为做好技术管理和质量管理工作，化验室都应配备经过专业培训，熟悉煤质化验国家标准，并有一定实践经验的业务领导和技术领导，化验任务较大的煤炭化验室还应配备统计人员负责化验结果的整理，报出等工作，在机构设置和人员配备上，应视化验室承担的任务、职责等具体情况设置不同的业务室或组，并配备相应的技术人员和化验工人。在煤炭化验室中煤样的制备是保证化验结果是否准确可靠的重要环节，必须配备有一定实践经验和责任心较强的专职制样工人，煤炭化验人员都应经过培训取得合格证后持证上岗，各种类型的煤炭化验室的人员配备应本着少而精的原则，合理配备、一专多能。在矿务局级的煤炭化验室，还应配备一名仪表维修人员。

三、建立必要的管理制度

煤炭化验室为贯彻执行局、矿、厂等领导部门的有关质量计划，保证企业完成产品质量和能耗目标，正常地开展产品质量检验和生产管理与控制等工作，必须建立一系列的管理制度以指导生产，保证化验任务的完成。

煤炭化验室应制定的制度有：①贯彻执行煤质分析或其他分析国标或行业标准制度；②各级职责范围的岗位责任制和抽查对比制度；③重要仪器设备的使用、检查、校验和维修

制度；④分析试验结果的审查、整理和报表的上报制度；⑤易燃、易爆和有毒药品的管理和使用制度。

此外，化验室还可根据工作需要和生产条件制定一些制度，如化学分析部分可制定标准溶液的标定和复标制度、考勤制度等。

四、化验项目齐全，试验方法符合国家标准或行业标准，试验结果准确、及时、可靠

各化验室可根据业务的需要，设置必要的分析检验项目，试验方法必须严格按国家标准或行业标准进行，以保证化验结果准确、可靠。

五、原始记录、试验台帐完整清晰，符合统一标准格式

在煤炭化验室中，由于煤炭化验与煤样状态有关，煤质化验结果常以煤的不同状态（基）报出，计算比较复杂，稍不注意，即可能出现差错，因而从分析工作开始就要保证每一步骤的原始试验记录的完整清晰，绝不允许随意涂改原始记录，试验台帐要及时整理，化验结果应按统一格式报出，上报的报表要准确、及时，不出差错。

第三节 煤质分析概述

煤是一种性质十分复杂的固体可燃矿物。由于形成煤的原始物质和沉积环境的不同，煤的性质和成分也各不相同。煤的用途广泛，各种煤炭利用方式、工艺和用煤设备对煤的性质又有专门的技术要求。因此，煤的分析试验方法与金属分析、化工产品分析、石油组成分析和其他矿物原料分析相比，既有共同性，又有其特殊性。

煤质分析试验方法应具有共同的要求是：①能正确地反映出试验对象的性质；②能将不同性质的样品明显地区分；③方法准确度和精密度高，重复性再现性好；④试验方法和设备简单易行，利于标准化。

煤炭化验方法也必须达到以上基本要求。但由于煤的性质复杂易变，煤质分析试验方法又有许多特定的要求和特点。主要有：①试验方法规范性强；②样品不均一性大；③样品组成和性质变化范围大；④测试项目和试验方法多且不易统一。

现代化分析仪器和技术在煤质分析和煤炭加工产品测试中已得到广泛的应用。一是为了深入研究煤的组成结构，以便全面了解煤的本性和煤质变化规律；二是为了测定煤炭加工产品的成分和性质；三是为适应煤炭生产和加工利用的需要而建立起来的快速分析和在线分析，以便达到迅速而准确地控制煤和加工产品的品质。在煤炭化验室和煤质研究中应用的现代分析技术主要有：

（1）气相色谱。它是仪器分析中较早发展起来的成熟技术，早已在石油分析和煤气分析中得到应用。近年来毛细管气体色谱的发展，使从甲烷到 200℃馏分中任一化合物及 200℃以后的正构烷烃含量都可用气体色谱测出，煤质分析中的二氧化碳反应性测定、矿井瓦斯测定和煤炭气化、液化技术的发展，气相色谱已成为常规的仪器分析工具。

（2）液相色谱。它适用于高沸点物质的测定，与气体色谱互为补充，可测得煤炭加工产品中的饱和烃和芳烃环数，并可为其他有机物结构分析技术如质谱分析、核磁共振技术分离出单一的物质，因此它是深入研究煤的性质和测定煤炭液化产品成分的重要分析工具。

（3）质谱。可对煤炭萃取物和煤的液化产品中的重质馏分按不同环数分析出不同族的组成并得出定量结果，现代发展起来的色谱—质谱联用仪，即用色谱分离、质谱定性定量，

可为详细研究煤的组成、性质和测定煤炭液化产品提供更方便的条件。

(4) 红外光谱。可应用其对不同波长的吸收测定煤的萃取物和煤的液化产品中的链烷烃、环烷烃和芳烃的数量,因红外光谱对煤炭氧化后生成的羰基及羧基灵敏度很高,因此是研究煤炭氧化和自燃的重要仪器。

(5) 核磁共振。它是研究物质组成结构的重要仪器,用来测定煤或煤炭液化产品中高沸点物质的组成,如每个分子中的芳碳百分数、芳环环数、芳环上的烷链、芳碳原子数以及稠环芳烃上碳原子百分数等,对研究煤的组成结构、性质及煤液化产品组成结构起重要作用。

(6) 放射分析。它是利用同位素放射源射入煤样,通过煤样对射线的吸收或散射作用来分析煤样的组成和灰分(矿物质)的快速分析方法,该方法已广泛用于选煤厂的产品质量和工艺流程的控制和煤炭贮运中的质量控制。

(7) 电量分析。利用微库仑原理,使煤样在空气或氧气流中,在高温和催化剂作用下燃烧分解,煤中硫生成二氧化硫以电解碘化钾和溴化钾溶液所产生的碘和溴进行库仑滴定;煤中氢生成水与五氧化二磷反应生成偏磷酸后,经电解生成氢、氧和五氧化二磷,根据电解中所消耗的电量,通过库仑积分仪计算出煤中硫和氢的含量。该法已在测定煤中全硫和氢含量中得到应用。

(8) X 射线荧光分析。它是利用 X 射线激发被分析元素的原子,从而产生该元素的特征 X 射线,由 Si (Li) 探测器接收此特征 X 射线而产生电流脉冲,经过放大,转换变成微机可以接收的数字量,而被多道谱仪所采集。由计算机将所获得的特征 X 射线的强度数据,经一系列的数学处理,加以标定,拟合和校正,最后可以得到样品中各元素的含量。由于该分析方法是一种快速、无损和多元素同时分析的方法,可以对固体、液体试样进行精确的测定,对于测定煤中多种无机元素是很有前途的方法。

第四节 煤质分析的一般规定

煤质分析与一般原材料分析基本相似,但因煤炭的复杂性、易变性和多种用途的不同要求,煤质分析又有与一般原材料分析方法不同的特点。因此,必须对煤质分析作出一些专门的规定,使其在各个领域中使用时,有共同的规范,使人们对各种煤质分析的结果和数据有共同的认识,而不致产生误解。为此,各国煤质分析试验中都作了统一的规定。我国则制定了煤质分析试验方法一般规定国家标准,该项国家标准从煤样、测定方法、试剂、溶液配制、分析结果的计算和表达、精密度、符号、分析值及报告值的取位和各种“基”的换算等都作了统一的规定。

一、煤样

从大量煤炭产品中取出少量具有代表性的样品进行分析化验以得到该批煤的平均质量,必须按规定进行采样、制样和分析化验,才能得到各种分析化验的具体指标。煤质分析中,因煤本身的特殊性和不同指标对煤样有不同的技术要求,要得到具有代表性和准确的分析结果,在煤样的采取和制备上都规定有严格的操作方法。由于煤是一种多孔结构的吸湿性物质,空气和环境中的水分对试样的实际质量影响较大。煤质分析中所用的煤样,除有特殊要求(如需用大粒度煤为试样)外,一般都应是经过破碎和缩分处理后的空气干燥煤样。即:使煤样制备至规定的粒度后,摊成薄层,在室温下于空气中连续放置 1h,直到