

煤炭化验结果的 审核与计算

陈亚飞 姜英 陈文敏 编著
陈文敏 审定



煤炭工业出版社

煤炭化验结果的

审核与计算

陈建芳 编著 陈文强 编著

煤炭部 煤炭



煤炭工业出版社

煤炭化验结果的审核与计算

陈亚飞 姜英 陈文敏 编著
陈文敏 审定

煤炭工业出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

煤炭化验结果的审核与计算/陈亚飞, 姜英, 陈文敏
编著. —北京: 煤炭工业出版社, 2003

ISBN 7-5020-2297-X

I. 煤… II. ①陈…②姜…③陈… III. 煤质—测定 N. TQ531

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 028495 号

煤炭化验结果的审核与计算

陈亚飞 姜英 陈文敏 编著

陈文敏 审定

责任编辑: 李振祥 李小波

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

北京密云云春雷印刷厂 印刷

*

开本 850mm×1168mm¹/₃₂ 印张 11⁵/₈

字数 302 千字 印数 1—1,500

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

社内编号 5069 定价 38.00 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

本书以作者及国内有关煤质化验工作者的长期实践经验和专业理论为基础,系统地阐述了煤质指标间的内在联系。在此基础上,又进一步利用数理统计原理和多元回归分析方法,把煤质指标间的关系进一步定量化,既可作为审核煤质分析结果的技术依据,又可为需要的单位用来推算煤的发热量、元素分析、低温干馏焦油产率和灰熔融性温度等煤质分析结果,从而为简易的煤质分析化验室获得多项煤质分析结果提供了可能性。

本书可供煤炭、电力、燃料、建材、化肥、冶金和锅炉设计和运行等单位化验室的技术负责人和煤炭分析、化验、煤质管理以及营销人员参考使用,也可有关煤炭高等院校、中等专业学校以及科研、设计、环保等单位的师生及专业技术人员参考使用。

序

我国煤炭资源丰富，煤的产量已处于世界的最前列，煤炭是我国最主要的能源，其中动力煤用量占煤炭消费总量的80%以上，炼焦及化工等其他用煤总数不足20%。从经济上看，煤炭是廉价的能源，按同等热值计算，燃用天然气、石油的运行成本约为燃煤的3倍以上，而且今后煤炭消费量仍将会有明显增加。

当前我国能源的发展首先应重视发挥资源优势、优化能源结构、减少环境污染、提高能源效率。为此，必须大力发展洁净煤技术，提高煤的综合利用水平，搞好商品煤的合理加工，不断提高煤炭利用效率，控制和减少燃煤污染。

目前，我国煤炭行业正在优化产业结构、煤炭生产企业更加重视提高煤炭质量。而加强煤炭分析化验工作是煤质工作中的重要基础，是判断煤质好坏的主要手段，特别是在线检测技术更是指导生产、保证产品质量的重要措施。为此，不断提高煤炭化验的检测水平，不仅可以科学地搞清勘探区和生产矿井的煤炭资源特征，为勘探区的开发决策提供依据，也可对煤炭的供需双方合理定价提供可靠的保证。尤其是在煤炭贸易中更需要有正确可靠的煤质化验结果，才能与用户制订合理的供货合同，以最大限度地避免和减少由于煤质化验结果的不准确而产生的煤质争议，使煤矿蒙受重大经济损失。

此外，根据大量准确可靠的工业分析数据，还可以利用回归分析原理，推导出计算煤的发热量、元素分析、焦油产率和粘结性指标等一系列重要特性指标，从而可为煤矿节约大量测试费用。

本书总结了煤质分析各项指标间的内在规律，并系统地摸索

出了一套审核煤炭化验结果的科学方法，对煤质化验人员、煤炭勘探、生产、加工、营销和管理人员等都有重要的参考使用价值。

中国煤炭学会理事长

濮洪九

2003 年 3 月 26 日

前 言

煤炭是我国的主要能源，到 2002 年底已探明的保有储量达 1 万多亿 t，全国预测储量更高至 4 万多亿 t。2002 年的全国煤炭产量已接近 14 亿 t，创近几年来新高。

中国不仅煤炭资源量丰富，而且煤种齐全，品种繁多，但煤质变化复杂，因而如何准确判断和审核煤炭化验结果的正确性将是广大煤炭生产企业和全国各用煤企业所十分关注的问题。特别是煤炭化验室的主任、技术负责人和化验人员，都需要有正确判断和审核其测试和报出结果的能力。同样，对局、矿煤质人员和营销工作者以及广大用户的煤炭采购人员等也都需要掌握这方面的知识，以便为采购优质煤炭提供可靠的技术保证。煤炭化验结果的准确与否，还直接关系到煤炭的正确定价、减少供需纠纷和提高煤的合理利用、综合利用和洁净利用的水平。

作者等根据数十年来的专业基础理论和长期的实验经验，并利用科学的数理统计原理和现代计算机技术，推导出了一系列精度较高的可用来计算和审核各种煤质分析结果的回归式。与此同时，本书还收集了国内外杂志上发表的有关论文，一并介绍给读者。

本书主要可供煤矿和广大用煤企业的化验、煤质及营销人员参考使用，也可供有关高等院校及科研单位的专业人员参考。

由于作者水平所限，书中错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

目 录

第一章 中国煤炭资源的分布与使用情况	1
第一节 中国煤炭资源分布特征	1
第二节 中国各牌号煤的储量和产量分布	3
第三节 中国不同时代煤的储量分布	4
第四节 中国煤的分配使用情况	4
第二章 中国煤的煤质特征	6
第一节 不同类别煤的煤质特征	6
第二节 不同时代煤的煤质特征	20
第三节 不同矿区煤的基本特性	46
第四节 高硫煤的基本特性	49
第三章 各项煤质指标间的相互关系	51
第一节 煤的工业分析各指标间的关系	51
第二节 煤的工业分析与元素分析的关系	59
第三节 煤的真相对密度与其他指标的关系	64
第四节 煤的挥发分与其他指标间的关系	72
第五节 煤的各种粘结性指标间的关系	80
第六节 不同煤岩显微组分与煤质指标间的 关系	99
第七节 低价煤的透光率与其他指标的关系	102
第八节 $Q_{gr,maf}$ 与 $Q_{gr,daf}$ 的相互关系	108
第九节 褐煤苯抽取物 ($E_{B,d}$) 与其他指标 的关系	110

第十节	煤灰成分与煤灰熔融性的关系·····	116
第十一节	煤灰成分与煤中硫分及碳酸盐的关系·····	121
第十二节	浮煤工业分析与原煤工业分析的关系·····	128
第十三节	浮煤元素分析与原煤元素分析的关系·····	134
第四章	煤质分析结果的判断·····	138
第一节	工业分析结果的判断·····	138
第二节	元素分析结果的判断·····	144
第三节	不同煤类的工业分析和元素分析变化范围·····	146
第四节	格金试验中总水分结果的判断·····	147
第五节	煤炭筛分、浮沉试验结果的判断·····	148
第五章	煤炭发热量的计算与审查·····	154
第一节	利用元素分析结果计算和审查煤的发热量·····	154
第二节	利用工业分析结果计算和审查各类煤的发热量·····	163
第三节	计算各种煤低位发热量 ($Q_{\text{net},\text{ad}}$) 的其他公式·····	182
第四节	计算商品煤发热量的其他公式·····	193
第五节	利用工业分析计算 $Q_{\text{net},\text{ad}}$ 的国标公式·····	202
第六节	煤炭发热量的各种“位”和基准的换算·····	210
第六章	煤的元素分析结果的计算与审查·····	223
第一节	煤中碳含量的计算与审查·····	223
第二节	煤中氢含量的计算与审核·····	234
第三节	煤中氧含量的计算与审查·····	246
第四节	煤中氮 (N_{daf}) 含量的计算与审查·····	250

第五节	煤中元素成分的互相计算.....	263
第六节	煤中元素成分表示方法.....	266
第七节	利用 V_{daf} 和 CRC 计算大同地区煤的碳、 氢、氧含量.....	271
第七章	煤的真相对密度的计算与审核.....	275
第一节	利用元素分析结果及 A_d 值计算和审核 TRD _d 值	276
第二节	利用工业分析结果计算和审核 TRD _d 值	277
第八章	煤的格-金低温干馏焦油产率的计算与审核	283
第一节	褐煤格-金焦油产率的计算与审核	283
第二节	烟煤格-金焦油产率的计算与审核	285
第三节	固定矿区煤的格-金焦油产率的计算 与审核	287
第四节	各种烟煤和褐煤格-金低温焦油产率的 计算与审核	289
第九章	烟煤粘结性指标的计算与审核.....	291
第一节	胶质层最大厚度 Y 值与 $G_{R.L}$ 值间的 计算与审核	291
第二节	Y 值与奥亚膨胀度 b 值间的计算与 审核	293
第三节	Y 值与坩埚膨胀指数 CSN 间的计算 与审核	295
第四节	Y 值与格-金焦型间的计算与审核	295
第五节	Y 值与焦渣特征 CRC 间的相互关系 与审核	296
第六节	粘结指数与罗加指数间的计算与审核	297
第七节	粘结指数与 b 值间的计算与审核	297

第八节	粘结指数 $G_{R.I}$ 与焦渣特征 CRC 间 互相审核	298
第九节	坩埚膨胀指数 CSN 与焦渣特征 CRC 间 互相审核	298
第十章	低煤阶煤腐植酸产率的计算与审核	300
第一节	褐煤中腐植酸产率的计算和审核	300
第二节	固定矿区煤腐植酸产率的计算与审核	302
第十一章	利用煤灰成分计算煤灰熔融性温度	304
第一节	中国煤灰的组成成分	305
第二节	中国不同牌号煤灰熔融性温度变化	306
第三节	利用煤灰成分计算煤灰 ST 和 FT 的 多元回归方程	309
第四节	不同类别煤灰熔融性温度的计算	315
第五节	不同矿区煤灰熔融性温度的计算	318
第六节	按省计算和审核煤灰 ST 及 FT 的 回归式	322
第七节	由煤灰成分计算灰熔融性的其他多元 线性回归式	324
第八节	美国对煤灰熔融性温度的预测	339
附录一	我国不同类别煤的主要煤质指标变化范围	355
附录二	常用能源换算表	357
参考文献		359

第一章 中国煤炭资源的分布与使用情况

第一节 中国煤炭资源分布特征

中国是世界主要产煤大国之一,从1988年开始原煤产量已跃居世界第一。到2001年,原煤产量据公布为11亿t,但实际产量已达12.5亿t,2002年的原煤产量又达到了13.93多亿t。我国已探明的煤炭保有储量也超过1万亿t。

中国的煤炭资源虽十分丰富,但地区分布很不均匀。从表1-1可以看出,华北地区的煤炭储量几乎占全国的一半,西北区的储量也高达30%,即“两北”地区的煤炭储量已占全国的80%;而工业发达的东北和中南两区的储量只各占全国的3%左右。

表 1-1 中国各大区的煤炭储量分布
(2000 年)

大区名称	华北	东北	华东	中南	西南	西北
占全国储量/%	49.71	3.07	5.25	2.90	8.77	30.30

从各省(自治区)的煤炭资源分布情况来看,以山西省和内蒙古自治区的储量最大,分别占全国煤炭总储量的25.53%和22.48%(见表1-2)。陕西省的储量占全国第三位,其探明保有储量也达1600亿t以上。全国储量较多的依次还有新疆、贵州、宁夏、安徽、云南、河南和山东等省(自治区)。在储量较多的省

(自治区)中,煤炭类别常相差较远,如山西省的煤炭资源以炼焦煤为主,内蒙古自治区的煤的类别多以褐煤和不粘煤等低煤化度煤为主。这是由于这两个省、自治区的煤炭资源的形成时代不同所产生的。又如储量相差不多的云南和山东两省的主要煤类也有很大差异,前者以褐煤为主,后者则以气煤和 1/3 焦煤等炼焦煤为主。这同样也是由于前者多生成于第三纪,后者则以石炭、二叠纪煤为主。至于西北地区储量最大的陕西省,因其煤系多形成于中生代的早、中侏罗世,故也是以低煤化度的不粘煤、长焰煤等动力用煤为主,部分为石炭、二叠纪的焦、瘦、贫煤。

表 1-2 中国各主要产煤省(区)的煤炭资源分布
(2000 年)

省(区)	山西	内蒙古	陕西	新疆	贵州	宁夏	安徽	云南	河南	山东
占全国储量 /%	25.53	22.48	16.23	9.67	5.27	3.07	2.42	2.40	2.29	2.20

从全国的原煤生产看,2000 年国有重点煤矿的产量占 53%以上,地方矿为 46%强,其中乡镇以下的集体煤矿的原煤产量占全国的 27%弱。但地方煤矿的资源回采率低,使大量宝贵的煤炭资源丢失在井下。

从 2001 年我国各大区原煤生产情况看,也是华北区最多,占全国原煤总产量的 39%强,西北区原煤产量最小,只占全国的 9%,华东区占 17%以上,其他各大区的原煤产量均在 11.5%左右。

从各省、自治区的原煤生产情况看,以山西省的比例最大,几乎占全国原煤产量的 1/4。产量居 2~8 位的依次为内蒙古、山东、河南、黑龙江、河北、安徽、辽宁、四川等省(区)。

表 1-3 中国主要产煤矿区的 2001 年原煤产量

单位：万 t

集团公司名称	平朔	开滦	大同	西山	铁法	淮南	淮北
产 量	1707	2234	3502	1913	1555	1800	2001
主要煤种	气煤	肥煤、 1/3 焦煤	弱粘、 不粘煤	肥、焦、 瘦、贫	长焰煤	气煤、 1/3 焦煤	气、1/3 焦、 肥、焦、瘦
集团公司名称	兖州	平顶山	神东	阳泉	晋城	徐州	潞安
产 量	3609	2099	3787	1399	1370	1312	1259
主要煤种	气煤	1/3 焦、 肥、焦煤	不粘、 长焰煤	无烟煤	无烟煤	气煤、肥 煤、1/3 焦	贫、瘦、 焦煤

从矿区的原煤生产情况看,以神华集团的神东公司产量最大,2001 年原煤产量达 3787 万 t;兖州和大同也均超过了 3500 万 t;开滦、平顶山及淮北则也在 2000 万 t 以上;产量在 1500~2000 万 t 之间的则有西山、淮南、平朔和铁法等矿区;至于产量超过 1000 万 t 的则有河北的峰峰 (1015 万 t)、山西的阳泉 (1399)、潞安 (1259)、晋城 (1370)、黑龙江的鹤岗 (1236)、七台河 (1100)、江苏的徐州 (1312)、山东的新汶 (1138) 等矿区 (详见表 1-3)。以上年产原煤 1000 万 t 以上的特大型矿区,是我国最主要的煤产地,对国民经济的发展具有巨大的影响。如神东、兖州和大同 3 矿区,是我国的主要动力煤矿区,均属低灰、低硫、高热值的中、高挥发分煤,华东及中南地区的一些大型燃煤电厂的煤源主要由这些矿区供给,同时还大量出口韩、日、台及东南亚地区。

第二节 中国各牌号煤的储量和产量分布

20 世纪 70 年代后期,中国煤田地质勘探的重点已由炼焦煤逐步转向于动力用煤。2000 年以来,已探明的非炼焦煤储量约占已探明保有储量的 72% 强,炼焦用煤约占 27%。在非炼焦煤中,

无烟煤和褐煤储量各占 11% 强和 13% 以上,其他动力用烟煤约占全国煤炭总储量的 47%。在炼焦煤中,以气煤和 1/3 焦煤的比例最大,约占炼焦煤资源的 45%;主焦煤占炼焦煤资源的 24% 弱;瘦煤占炼焦煤资源的 1/7 弱;肥煤和气肥煤的储量在炼焦煤中比例最少,约占 1/8。

从 2000 年全国各牌号原煤生产情况看,非炼焦煤占 52.5% 强,炼焦煤占 47.5% 弱。按我国的煤炭资源分布情况看,炼焦煤的开发强度仍然过大,每年约有 1/3 的炼焦煤作为燃料使用。在产出的炼焦煤中,气煤比例最大,占全国总产量的 11% 强,占炼焦煤产量的 24% 弱;1/3 焦煤产量居炼焦煤的第二位,约占全国总产量的 8% 强和炼焦煤产量的 17% 以上。在非炼焦煤中,无烟煤产量最多,约占全国原煤总产量的 17.5% 弱;近几年探明储量较多的不粘煤类的产量最少,只占全国原煤产量的 4% 弱;褐煤产量占 4% 强;长焰煤占 9% 弱;弱粘煤占 6% 弱。在商品煤中,以混煤和末煤比例最多,块煤产量较少,炼焦精煤产量也只有原煤产量的 10% 左右。

第三节 中国不同时代煤的储量分布

在我国不同时代形成的煤炭资源中,中生代侏罗纪煤的储量比例最大,占全国已探明保有储量的 51% 以上,北方晚古生代石炭纪太原统及二叠纪煤的储量约占全国的 36%,南方晚二叠世煤的储量约占全国的 7.7%,第三纪和三叠纪等其他时代煤的合计储量不足 5%。

第四节 中国煤的分配使用情况

中国煤炭资源和生产的地区分布很不平衡,除山西省每年有 200Mt 以上的煤炭调往外省、市、自治区以外,内蒙、陕西、安徽、黑龙江、贵州等少数省(区)也有不同数量的煤炭外调,且

年调出量除内蒙超过 25Mt 以外，其余的多在 10~18Mt 左右。

从煤炭使用情况来看，年生产建设用煤达 1000Mt 以上，其中 2000 年发电、供热用煤 588Mt；炼焦用煤约 160Mt；民用煤 80Mt；机车用煤逐年降低，2000 年又降至 10Mt 以下；全国现有 49 万多台锅炉年耗煤 300Mt 以上，17 万台工业窑炉耗煤 130Mt；年产 20Mt 的土焦耗原煤 40Mt；生产化肥用无烟煤亦近 35Mt；2001 年出口煤达 85.9Mt。总之，全国有 80% 以上的煤炭作为动力或民用燃料使用。每年经过洗选的煤炭约 240Mt，其中有 55% 作为炼焦精煤分选，45% 作为动力用煤分选。所以，我国煤炭的入选比例只占全国煤炭产量的 24% 左右，远远落后于工业发达国家的入选比例。如德、英等工业发达国家的煤炭入选比重均在 90%~100% 之间，前苏联的煤炭入选比重也在 80% 以上。增大入选煤的比重，不仅每年可以节省大量铁路、公路的运力，而且可以大大降低煤中硫及汞、铅、氟等有害物质对大气的污染，延长锅炉和磨煤机的寿命，降低工业生产成本，减少城市的排灰运量和电厂等用煤大户的堆煤场地。所以，加强洗选脱硫、降灰，大力发展洁净煤技术，是我国煤炭工业今后发展的战略方向。