

煤质分析结果的 定性定量审查

陈文敏 著



煤炭工业出版社

煤质分析结果的定性与定量审查

陈 文 敏 著

煤 炭 工 业 出 版 社

(京)新登字042号

图书在版编目(CIP)数据

煤质分析结果的定性与定量审查/陈文敏著. —北京:
煤炭工业出版社, 1994
ISBN 7-5020-1033-5

I. 煤… II. 陈… III. ①煤-工业分析-定性分析②煤-
工业分析-定量分析 IV. TQ533

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第09007号

煤质分析结果的定性与定量审查

陈文敏 著

责任编辑: 李振林

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

北京市冠中印刷厂印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092mm¹/₃₂ 印张8³/₄

字数187千字 印数1—4,120

1994年12月第1版 1994年12月第1次印刷

书号 3801 G0305 定价9.00元



前 言

煤炭是我国的主要能源，且品种繁多，资源丰富，煤质变化复杂，因而如何准确判断和审核煤质分析结果不仅是广大煤炭化验人员和煤质管理人员十分关注的问题，而且还直接与煤炭的合理利用，综合利用以及煤炭的合理计价有关。作者以专业基础理论和40年来积累的实践经验为依据，提出了一整套较为系统全面地审核和计算煤质分析结果的科学方法，可供煤炭化验人员和有关使用煤质分析结果的科研、工程技术以及管理人员参考使用。

本书有关多元回归式的推导得到了姜宁高级工程师的大力协助，在此深表感谢。本书的出版得到了煤炭科学研究总院北京煤化学研究所领导的大力支持和关怀，并由北京煤化学研究所所长吴春来教授亲自作序。在此深表衷心的感谢。

由于作者水平所限，错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者

1994年5月

序 言

众所周知，能源和环境是人类面临的永恒课题。我国是世界上以煤为主要能源的人口众多的大国。到1992年底，全国煤炭已探明的保有储量近10000亿吨，但人均占有量仅为世界煤炭资源人均占有量的三分之二。煤炭的高效、清洁和综合利用是关系我国国民经济健康发展的重要课题，煤质工作是其基础。能源决策部门、煤炭工业和用煤企业，只有了解和掌握中国的煤质特征，才能充分利用能源资源并保护人类赖以生存的环境；煤质分析工作者，熟悉中国的煤质特征及其变化规律，了解各项煤质指标间的相互关系，可对煤质分析结果的准确与否迅速作出判断。

我国的煤炭种类和品种繁多，既有年轻的褐煤，又有不同变质程度的烟煤，还有年老的无烟煤。同一煤种，因产地甚至煤层不同，其组成和性质就可能相差甚远。煤质分析结果的准确与否对煤炭的生产、供销，尤其是对用户至关重要。

作为煤炭化验室的技术负责人，必须对报出的结果事先进行严格审查。

本书作者陈文敏教授是我国著名的煤质专家，他以多年积累的丰富的中国煤质特征资料和审查煤质化验结果的丰富经验，深入浅出地介绍我国不同地质时代煤的基本特征煤质、不同类别煤的基本特征、各种煤质指标间的相互关系、煤质分析结果的概略审定和详细审查方法等。

煤炭化验室的技术负责人在对化验结果进行审查时可以

从本书得到帮助，煤质工作者以及从事煤的燃烧与转化、煤化工与综合利用等方面工作的科技人员和师生都可以从本书得到教益。

吴春来

1994年4月

目 录

第一篇 中国煤炭资源与煤质特征

第一章 中国煤炭资源与生产、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	7
第一节 不同类别煤的煤质特征	7
第二节 不同时代煤的煤质特征	21
第三节 不同矿区煤的基本特性	52
第四节 高硫煤的基本特性	55

第二篇 煤质指标间的关系与化验结果审查

第三章 各项煤质指标间的相互关系	57
第一节 煤的工业分析各指标间的关系	57
第二节 煤的工业分析与元素分析的关系	66
第三节 煤的真密度与其它指标的关系	72
第四节 煤的挥发分与其它指标间的关系	79
第五节 煤的各种粘结性指标间的关系	87
第六节 不同煤岩显微组分与煤质指标间的关系	104
第七节 年轻煤的透光率与其它指标的关系	107
第八节 $Q_{gr,maf}$ 与 $Q_{gr,daf}$ 的相互关系	112
第九节 褐煤苯抽取物与其它指标的关系	114

第十节	煤灰成分与煤灰熔融性的关系	121
第十一节	煤灰成分与煤中硫分及碳酸盐的关系	126
第十二节	浮煤工业分析与原煤工业分析的关系	134
第十三节	浮煤元素分析与原煤元素分析的关系	140
第四章	煤质分析结果的判断	146
第一节	工业分析结果的判断	146
第二节	元素分析结果的判断	152
第三节	不同煤类的工业分析和元素分析变化范围	156
第四节	葛金试验中总水分结果的判断	156
第五节	煤炭筛分、浮沉试验结果的判断	156
第五章	煤炭发热量测值的计算与审查	164
第一节	利用元素分析结果计算和审查煤的发热量	164
第二节	利用工业分析结果计算和审查煤的发热量	174
第六章	煤的元素分析结果的计算与审查	195
第一节	煤中碳含量的计算与审查	195
第二节	煤中氢含量的计算与审查	201
第三节	煤中氧含量的计算与审查	206
第四节	煤中氮含量的计算与审查	207
第七章	煤的真(相对)密度的计算与审核	219
第一节	利用元素分析结果及 A_d 值计算和 审核 TRD_d 值	219
第二节	利用工业分析结果计算和审核 TRD_d 值	220
第八章	煤的葛-金低温干馏焦油产率的计算 与审核	226
第一节	褐煤葛-金焦油产率的计算与审核	226
第二节	烟煤葛-金焦油产率的计算与审核	228
第三节	固定矿区煤的葛-金焦油产率的计算与审核	230
第四节	各种烟煤和褐煤低温焦油产率计算与审核	233
第九章	烟煤粘结性指标的计算与审核	234

第一节	胶质层最大厚度Y值与 $G_{R,1}$ 值间的 计算与审核	234
第二节	Y值与奥亚膨胀度b值间的计算与审核	238
第三节	Y值与坩埚膨胀指数CSN间的计算与审核	237
第四节	Y值与葛金焦型间的计算与审核	238
第五节	Y值与焦渣特征CRC间的相互关系与审核	239
第六节	粘结指数与罗加指数间的计算与审核	239
第七节	粘结指数与b值间的计算与审核	240
第八节	粘结指数与焦渣特征间互相审核	240
第九节	坩埚膨胀指数CSN与焦渣特征CRC间 互相审核	241
第十章	低煤阶煤腐植酸产率的计算与审核	242
第一节	褐煤中腐植酸产率的计算和审核	242
第二节	固定矿区煤腐植酸产率的计算与审核	244
第十一章	利用煤灰成分计算煤灰熔融性温度	246
第一节	中国煤灰的组成成分	247
第二节	中国不同牌号煤的灰熔融性温度变化	248
第三节	利用煤灰成分计算煤灰ST和FT的多元 回归方程	252
第四节	不同牌号煤灰熔融性温度的计算	258
第五节	不同矿区煤灰熔融性温度的计算	260
第六节	按省计算和审核煤灰ST及FT的回归式	264
	参考文献	267

第一篇 中国煤炭资源与煤质特征

第一章 中国煤炭资源与生产、 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，中国的原煤产量已跃居世界第一，到1993年，原煤产量已接近1.15Gt，同年的煤炭探明储量也接近1000Gt。

中国的煤炭资源虽十分丰富，但分布不均匀。从表1-1中可以看出，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%以上。即“两北”地区的煤炭储量几乎占全国的80%。工业发达的东北和中南两区的储量各占全国的3%左右。

表 1-1 中国各大区的煤炭储量分布(1992年)

大区名称	华北	东北	华东	中南	西南	西北
占全国储量(%)	49.93	2.93	3.54	2.93	8.58	30.04

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25.87%和22.24%（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150Gt以上。占全国储量较多的依次有新疆、贵州、宁夏、安徽、云南、山东和河南等省(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,在内蒙古自治区,其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,后者则以肥煤和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、中侏罗纪,故也是以低煤化度的不粘煤、长焰煤等动力用煤为主。

表 1-2 中国各主要产煤省(区)的煤炭资源分布(1932年)

省 (区)	山西	内蒙古	陕西	新疆	贵州	宁夏	安徽	云南	山东	河南
占全国储量(%)	25.87	22.24	15.49	9.58	5.17	3.17	2.5	2.4	2.34	2.33

从全国的原煤生产看,国有重点煤矿只占44%强,而地方矿则超过55%,其中乡镇以下的集体煤矿的原煤产量几乎占全国的1/3。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。

从我国各大区原煤生产情况看,也是华北区最多,约占全国原煤总产量的40%强,西北区原煤产量比最小,只占全国的8%左右,其它各大区的原煤产量均较为接近,均在12%~15%左右。从而表明,今后西北区应加大开发强度,使其产量比和储量比逐渐接近。

从各省、自治区的原煤生产情况看,以山西省的比例最大,约占全国原煤产量的1/4强。产量较大的还有河南、黑龙江、四川、河北、山东等省,但这些省、区的原煤产量比均在5%~9%之间。

从矿区产煤情况看，以大同矿务局产量最大，近几年均超过30Mt，年产原煤超过15Mt的还有开滦、平顶山、西山、阳泉、鸡西、鹤岗等矿区，淮北、徐州、峰峰、阜新等矿区也都年产原煤超10Mt，对国民经济具有巨大的影响。如大同矿区的优质动力用煤就远销至国内20多个省、市、自治区，并有相当数量的煤炭出口。

由统计表明，在国有重点煤矿中年产15~30Mt以上的7个矿务局的煤炭总产量已占全部国有重点矿原煤总产量的1/4以上，尤其是大同矿务局的原煤产量已占国有重点煤矿产量的6%以上，开滦、平顶山、阳泉、西山、鸡西和鹤岗等矿务局的原煤产量也均占国有重点煤矿总产量的3%以上，足见这些特大型矿区在国民经济中具有举足轻重的作用。

第二节 中国各牌号煤的储量和产量分布

70年代后期，中国煤田地质勘探力量逐步转向于动力用煤。90年代以来，探明的非炼焦煤储量约占已探明保有储量的72%左右，炼焦用煤约占28%。在非炼焦煤中，无烟煤和褐煤储量各占12%强和13%弱，其它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，约占炼焦煤资源的一半。主焦煤占炼焦煤资源的20%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的比例最少，约占1/8弱。

从1992年全国各牌号原煤生产情况看，非炼焦煤占52%强，炼焦煤占48%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10%强，占炼焦煤产量的1/5以上；主焦煤产量居炼焦煤的第二

位，约占全国总产量的9%弱和炼焦煤产量18%以上。在非炼焦煤产量中，无烟煤产量最多，约占全国原煤总产量的20%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1%强；褐煤产量约占4%；长焰煤占8%弱；弱粘煤占7%强。在商品煤中，以混煤和末煤比例最多，均占全国煤产量的6%以上。

第三节 中国不同时代煤的储量分布

由表1-3看出，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39%弱，晚古生代石炭纪太原统煤的储量约占全国的27%强，二叠纪煤的储量约占全国的30%，第三纪等其它时代煤的储量只占4%弱，各大区含煤分布详见表1-3。

第四节 中国煤的分配使用情况

中国煤炭资源地区分布不平衡，除山西省每年有上亿吨煤炭调往外省、市、自治区以外，还有河南、内蒙、黑龙江、贵州、宁夏、陕西和新疆等少数省(区)，且年调出量除河南省接近19Mt以外，其余的多在10~20Mt左右。

从煤炭使用情况来看，年生产建设用煤达800Mt以上，其中发电用煤近300Mt，炼焦用煤约80Mt，民用煤150Mt，机车用煤逐年降低，90年仅22Mt，全国400000台锅炉的年耗煤300Mt多，160000台工业窑炉耗煤120Mt。另外，年产20Mt的土焦也将耗煤40Mt。生产化肥用无烟煤亦近35Mt，出口煤近15Mt。总之，全国有80%左右的煤炭作为动力或民用燃料使用。每年经过洗选的煤炭近200Mt，其中有2/3作为炼焦精煤分选，1/3左右作为动力用煤分选。所以，我国煤炭的入选

表 1-3 我国各大区不同成煤时代的含煤分布情况

地 区	占全国聚 煤量(%)	各地质 时期聚 煤量 (%)		晚古生代				晚 古 生 代				中 生 代		新生代
				石 炭 纪				二 叠 纪						
		各地质 时期聚 煤量占 本地区(%)	各地质 时期聚 煤量占 本地区(%)	早石 炭世	中石 炭世	晚石 炭世	早二 叠世	早二 叠世	早二 叠世	晚二 叠世	三叠纪	侏罗纪	白垩纪	
				寺门测 水组	羊虎 沟组	太原组	山西组	石盒 子组	梁山 组	乐平组				
全国合计	100.00			0.19	0.006	27.28	17.17	3.17	0.07	9.94	0.47	38.84	0.07	2.80
东北区	2.97	占本区		0	0	1.53	2.10	0	0	0	0	87.00	0	9.37
华北区	49.25	占本区		0	0	39.89	21.46	0	0	0	0	38.41	0.12	0.12
华东区	5.70	占本区		0.02	0	18.02	29.66	14.97	0.03	4.59	1.24	0.31	0	1.16
中南区	3.06	占本区		4.94	0.04	26.26	36.29	5.19	1.45	16.92	1.79	4.00	0	2.62
西北区	30.39	占本区		0.001	0.05	9.79	8.06	0.07	0	0	1.51	80.53	0	0
西南区	8.64	占本区		0.05	0	0	0	0	0.13	80.31	1.64	2.42	0.003	15.45

说明：成煤时代“世”下面的××组为与该时代相当的煤系名称。

比例还不到全国煤炭产量的20%，远远落后于工业发达国家的入选比例。如德、英、美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、脱灰是我国煤炭工业今后发展的战略方向。

第二章 中国煤的煤质特征

第一节 不同类别煤的煤质特征

一、褐煤的煤质特征

中国的褐煤资源主要分布在华北及西南地区,前者大多是煤化度较高的年老褐煤,云南省的褐煤则是以年轻褐煤为主

褐煤的主要特征之一是水分大, M_{ad} 一般在10%~25%以上,全水分 M_t 含量更高,大多在15%~40%左右,而年轻褐煤(如云南的昭通矿区)的全水分有的高达50%~60%。褐煤的煤层灰分 A_d 除内蒙的扎赉诺尔、辽源局的梅河、海拉尔市郊的宝日希勒和云南的小龙潭、先锋等少数矿区多在15%(甚至10%)以下外,其余大多数褐煤的灰分多在20%~30%左右。褐煤的挥发分较高,但北方年老褐煤的 V_{daf} 值多在50%以下,云南褐煤的 V_{daf} 值则多在50%~60%以上,其中又以含蒙旦蜡较高的寻甸和濠浒等矿区的 V_{daf} 最高,可达62%~63%以上,但一般 V_{daf} 不超过65%(高灰分褐煤除外)。“两广”褐煤的挥发分 V_{daf} 多在40%~48%左右。

中国北方褐煤的硫分较低,如舒兰、沈阳等地的褐煤的 S_{td} 普遍低至1%以下,且有不少低至0.5%以下。南方褐煤的硫分高低不一,如海南岛的长坡和长昌褐煤,有的硫分高达3%~5%左右。云南省的褐煤硫分虽多数在2%以下,但少数也有高至4%~5%以上的。褐煤的硫分高低大多与煤系的沉积环境有关。

褐煤的发热量普遍较低, $Q_{gr,daf}$ 一般不超过 30.5 MJ/kg , 而收到基低位发热量则一般在 $12.5 \sim 18.5 \text{ MJ/kg}$ 之间, 且有低至 10.5 MJ/kg 左右的。

褐煤的灰熔融性温度以沈阳、舒兰、龙口等少数矿区较高, ST 可达 1400°C 以上, FT 大于 1500°C , 其余大部分褐煤矿区的 ST 温度普遍低于 1400°C , 云南褐煤的 ST 温度多在 1250°C 以下, 北方褐煤的 ST 温度在 $1250 \sim 1400^\circ\text{C}$ 之间, 但扎赉诺尔和平庄褐煤的灰熔融性温度 ST 多在 1250°C 以下, FT 大多不超过 1300°C 。

褐煤灰成分中 Al_2O_3 含量一般不超过 25% , 且大部在 20% 以下, CaO 含量则较高, 从 $10\% \sim 50\%$ 以上的均有, 一般在 $20\% \sim 30\%$ 左右。 Al_2O_3 含量低和 CaO 高是褐煤灰熔融性温度低的根本原因。

褐煤中腐植酸含量随煤化度的增高而减少, 以云南褐煤的腐植酸含量最高, 其 $\text{HA}_{t,d}$ 一般在 $20\% \sim 40\%$ 以上, 干基总腐植酸 $\text{HA}_{t,d}$ 含量最高的寻甸褐煤达 55% 以上, 含蒙旦蜡高的濠浒褐煤的 $\text{HA}_{t,d}$ 也达 50% 以上。由此看来, 褐煤中蒙旦蜡高者, 其腐植酸含量也必然较高, 但腐植酸高的褐煤, 则蒙旦蜡不一定很高。我国华北及东北地区褐煤中的腐植酸一般较低, $\text{HA}_{t,d}$ 从 $5\% \sim 30\%$ 左右的均有, 有些浅部煤层的 $\text{HA}_{t,d}$ 甚至高达 40% 以上。

云南省的褐煤中蒙旦蜡含量普遍较高, $\text{E}_{B,d}$ 含量一般都超过 1.5% , 最高的(如玉溪右所矿的褐煤) $\text{E}_{B,d}$ 值高达 9.5% 以上, 而目前已建厂生产的寻甸和濠浒褐煤的 $\text{E}_{B,d}$ 不少在 $8\% \sim 9\%$ 左右。北方除舒兰褐煤个别煤层 $\text{E}_{B,d}$ 含量稍高(但不超过 5%) 已建厂提取蒙旦蜡外, 其余各处褐煤的 $\text{E}_{B,d}$ 值几乎很少超过 2% 的。据作者研究, 褐煤中的 $\text{E}_{B,d}$ 含量与煤中