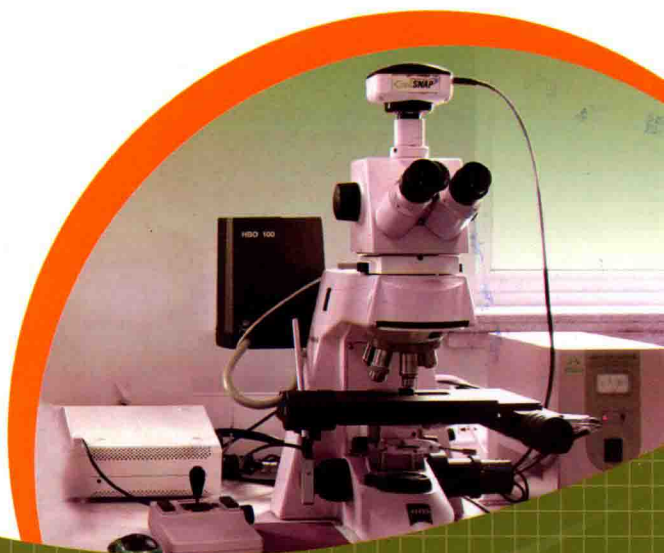


煤炭洁净利用与煤化工技术丛书

现代 煤质技术

白向飞
丁华
主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

煤质技术

● 煤炭洁净利用与煤化工技术丛书

现代煤质技术

主 编 ● 白向飞 丁 华

中国石化出版社



内 容 提 要

本书简明论述了现代煤质技术研究在煤炭转化和利用中的地位,介绍了煤炭转化工艺对煤质的要求、现代煤化工项目设计煤种和校核煤种的确定方法,以及煤化工项目的煤质均质化举措等内容。同时依据中国煤炭资源分布及目前煤化工项目用煤特点,对低阶煤洗选加工技术以及分质利用技术现状等进行了初步介绍。

本书可供从事煤炭生产及利用的技术人员和煤质管理人员参考,也可供相关专业的院校师生和科研机构的技术人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

现代煤质技术 / 白向飞, 丁华主编.
—北京: 中国石化出版社, 2016. 9
(煤炭洁净利用与煤化工技术丛书)
ISBN 978-7-5114-4200-0

I. ①现… II. ①白… ②丁… III. ①煤质-研究
IV. ①TQ531

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 153373 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。
版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门内大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84274850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 大 32 开本 3.625 印张 87 千字
2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷
定价: 18.00 元



编 委 会

主 编：白向飞 丁 华

审 定：陈文敏

编写人员：曲思建 陈亚飞 梁大明

陈贵峰 王利斌 刘立麟

涂 华 邵 徇 王东升

刘明锐 连进京 张凝凝

张 景 邢荔波 蔡志丹

杨晓毓 麻 栋



前言 Preface

中国是一个煤炭生产和消费大国，2015 年中国原煤产量约 $37 \times 10^8 \text{ t}$ ，进口约 $2 \times 10^8 \text{ t}$ 。在今后相当长的时期内，中国以煤炭为主体的能源结构不会改变。现代煤化工是指以煤为原料，采用新型、先进的化学加工技术，使煤转化为气体、液体或中间产品的过程，主要包括以煤气化、液化为龙头生产合成天然气、合成油、化工产品等的能源化工产业。煤质是现代煤化工技术应用的一个重要的前置约束条件，煤的性质与质量对煤炭转化过程中系统设备能否安全、高效运转至关重要，项目用煤品质是煤炭能否洁净利用、煤化工项目能否实现预期社会和经济效益的决定性因素。

为规范现代煤化工建设项目环境管理，指导煤化工行业优化选址布局，促进行业污染防治水平提升，环保部发布了关于印发《现代煤化工建设项目环境准入条件(试行)》的通知(环办[2015]111号)，通知明确强调现代煤化工项目要确保煤质稳定，严格限制将加工工艺、污染防治技术或综合利用技术尚不成熟的高含铝、砷、氟、油及其他稀有元素的煤种作为原料煤和燃料煤。

现代煤质技术是随现代煤化工技术发展，而从传统煤质研究领域发展起来的。与传统的煤质研究对比，在煤炭产品品种的标准化、新型气化条件下煤转化工艺性能的象征，以及煤的均质化管理、项目用煤煤质预测等方面均提出了新的研究内容。

本书简明介绍了中国的煤炭资源概况及不同煤炭转化工艺对煤质的要求，从目前现代煤化工项目集中出现的煤质相关问题出发，初步阐述了现代煤质技术在项目前期资源选择、均质化管理等方面需要注意的问题；同时对现代煤化工项目设计煤种和校核煤种的确定途径与方法进行了针对性的论述，本书旨在将本项工作的意义及工作方法介绍给读者，为现代煤化工产业健康发展服务。

《现代煤质技术》是一本与实际工作联系紧密的通俗读物，可服务于煤质技术知识的普及以及煤化工项目煤质管理等工作。

由于作者水平有限，书中有疏漏和不妥之处在所难免，恳请读者不吝指正。



目 录 Contents

1 中国煤炭资源概况	(1)
1.1 中国煤炭资源分布特征	(1)
1.1.1 煤炭查明资源储量概况	(1)
1.1.2 不同成煤时代煤炭资源的分布特征	(1)
1.1.3 分大区煤炭查明资源储量分布特征	(2)
1.1.4 各省(直辖市、自治区)煤炭查明资源 储量的分布特征	(2)
1.1.5 分煤类的查明资源储量分布情况	(3)
1.2 中国煤炭总体煤质特征	(5)
1.2.1 中国不同成煤时代煤质特征	(8)
1.2.2 中国不同类别煤的基本特性	(10)
1.3 煤质对生态环境和工农业的影响	(13)
1.3.1 煤的灰分对生态和工农业的影响	(14)
1.3.2 煤中硫分对生态和工农业的影响	(15)
1.3.3 水分对工农业的影响	(17)
1.3.4 煤中磷对生态及工农业影响	(18)
1.3.5 氟、氯、砷、汞等微量有害元素对生态和 工农业的影响	(19)
2 煤炭转化工艺对煤质的要求	(23)
2.1 气化工艺对煤质的要求	(23)

2.1.1	移动床气化炉对煤质的要求	(23)
2.1.2	流化床气化炉对煤质的要求	(25)
2.1.3	气流床气化炉对煤质的要求	(25)
2.2	炼焦工艺对煤质的要求	(29)
2.2.1	炼焦煤的类别划分	(29)
2.2.2	各类炼焦煤在 200kg 小焦炉试验中的 焦炭强度特征	(31)
2.2.3	对炼焦用煤的质量要求	(32)
2.3	液化工艺对煤质的要求	(34)
3	现代煤化工项目设计煤种和校核煤种	(37)
3.1	设计煤种和校核煤种定义	(37)
3.2	矿区煤炭产品代表性煤质数据研究	(40)
3.2.1	代表性煤质数据的确定原则	(40)
3.2.2	代表性煤质数据的研究方法	(41)
3.2.3	代表性样品采集	(42)
3.2.4	小结	(43)
3.3	现代煤化工煤灰化学研究	(43)
3.3.1	煤灰熔融性的测定	(43)
3.3.2	煤灰黏度的测定	(44)
3.3.3	Factsage 软件在煤灰化学中的应用	(47)
3.3.4	煤灰特性预测方法	(48)
3.4	小结	(53)
4	煤化工项目煤质的均质化举措	(54)
4.1	煤炭的合理配采	(54)
4.1.1	煤炭合理配采的内涵及其范畴	(54)
4.1.2	我国实施配采的若干典型矿井实例	(56)
4.2	原料煤合理配合	(60)
4.2.1	煤化工项目配煤的目的	(60)

4.2.2	原料配煤的技术指标	(62)
4.2.3	煤化工项目配煤应用	(65)
4.3	煤炭气化过程煤质均质化	(66)
4.4	小结	(68)
5	现代煤化工煤质标准化	(69)
5.1	现代煤化工用煤标准体系建设	(69)
5.2	煤炭质量评价	(77)
5.3	现代煤化工气化性能评价表征方法探讨	(80)
5.3.1	煤的热稳定性	(81)
5.3.2	煤的结渣性	(82)
5.3.3	煤对二氧化碳反应性	(86)
5.3.4	煤的黏结性	(87)
5.3.5	展望	(90)
6	新型煤炭加工提质技术	(91)
6.1	低阶煤洗选加工	(91)
6.1.1	洗选加工现状	(91)
6.1.2	干法分选技术	(92)
6.1.3	湿法分选技术	(93)
6.2	低阶煤脱水提质技术	(94)
6.2.1	煤蒸发脱水提质技术	(94)
6.2.2	非蒸发脱水提质技术	(96)
6.2.3	脱水提质技术应用瓶颈	(97)
6.3	低阶煤分质梯级利用技术	(99)
6.3.1	煤热解分质利用技术	(99)
6.3.2	气化分质利用技术	(101)
6.3.3	液化分质利用技术	(102)



1 中国煤炭资源概况

1.1 中国煤炭资源分布特征

中国的煤炭资源仅次于美、俄两国而居世界第三，但原煤产量却占世界第一，2014 年为 $38.7 \times 10^8 \text{t}$ 。中国的煤炭消费量占世界第一，如 2013 年和 2014 年全国消费商品煤量分别达到 $36.1 \times 10^8 \text{t}$ 和 $35.1 \times 10^8 \text{t}$ 。

1.1.1 煤炭查明资源储量概况

到 2009 年年底，中国的“煤炭查明资源储量”（相当于以前的“A+B+C”级已探明的保有储量）已达 $13092.9 \times 10^8 \text{t}$ ，2013 年年底已达 $1.48 \times 10^{12} \text{t}$ ，到 2015 年年底的预计查明资源储量至少将达 $1.5 \times 10^{12} \text{t}$ 以上，且逐年还有增加的趋势，即每年新的查明资源储量均大于因开采而减少的储量。按 2015 年原煤产量 $37 \times 10^8 \text{t}$ 、资源回收率按 60% 推算，则现有的煤炭查明资源量至少还可开采 200 多年。

1.1.2 不同成煤时代煤炭资源的分布特征

由表 1-1 可看出，从目前已探明的煤炭查明资源储量来看，以侏罗纪煤最多，至少占全国查明资源储量的 50% 以上，而以全国煤炭预测资源量看，侏罗纪煤占全国的 65.5%，其所占比例高于全国查明资源储量。这是因为在全国“煤炭预测资源量”中，以经济欠发达、勘探程度较低的西北地区为主，其中尤以交通相对较滞后的新疆自治区的煤炭预测资源量最多，其预测资源量达 $18037.3 \times 10^8 \text{t}$ ，占全国总预测资源量（ $45521.04 \times 10^8 \text{t}$ ）的 39.62%，陕西、

宁夏和甘肃的预测资源量也分别占全国的 4.46%、3.78% 和 3.14%，青海煤炭预测资源量占全国的 0.83%。今后随着西北地区大开发的不断深入，我国侏罗纪煤的查明资源储量的比例还将会有较大幅度的提高。

表 1-1 中国按成煤时代的煤炭资源分布

成煤时代	石炭纪	二叠纪 山西组	二叠纪石 盒子组	南方晚 二叠世	三叠纪	侏罗纪	第三纪	白垩纪
占全国查明资源储量/%	21.7	13.8	2.4	7.7	0.30	51.4	2.70	与侏罗纪煤划分不清
	(合计 37.9)							
占全国预测资源量/%	22.45			5.89	0.28	65.5	0.35	5.53

1.1.3 分大区煤炭查明资源储量分布特征

由表 1-2 可看出，在各大区中，煤炭查明资源储量最多的为华北区，达 $6300 \times 10^8 \text{t}$ 以上，占全国查明资源储量的 48.15%，其次为西北地区，其查明资源量也达 $4500 \times 10^8 \text{t}$ ，占全国查明资源储量的 1/3 以上，查明资源储量最少的分别是东北区和中南区，均不到全国查明资源储量的 3%。西南区和华东区的查明资源储量相对稍多，但也只分别占全国查明资源储量的 7.72% 和 4.65%。由此可见中国的煤炭资源地区分布极不平衡，从而长期造成北煤南运的局面。

表 1-2 中国各大区煤炭查明资源储量分布特征 (2009 年年底)

地 区	东北	华北	华东	中南	西南	西北
查明资源储量/ 10^8t	318.2	6304.3	608.2	350.6	1011.4	4500.2
占全国/%	2.43	48.15	4.65	2.68	7.72	34.37

1.1.4 各省(直辖市、自治区)煤炭查明资源储量的分布特征

中国煤炭资源的分布不仅各大区之间有很大的差异，即使



是在同一大区内各省(市、区)间的分布也有很大差异,如中南区的河南省,其煤炭查明资源储量即占全区六省、区的80%以上,而海南省的煤炭查明资源储量不足全区的0.5%。此外,由表1-3看出,在中国10多个主要产煤省(市、自治区)中以内蒙和山西两省(区)的煤炭查明资源储量最多,分别占全国的1/4和1/5以上,居第三位的新疆自治区的查明资源储量亦占全国的17.53%。查明资源储量居全国第四位的陕西省亦占全国的1/8以上,而查明资源储量居第五位的贵州省其所占比例已不到全国的5%。宁夏、安徽等其他各省、市、区的查明资源储量均不到全国的2.50%,居全国第13位的甘肃省的查明资源储量则只占全国的1.07%。此外,查明资源储量相对较多的四川和重庆两省、市合计亦只占全国的1.14%。而目前产煤量较多的辽宁省其查明资源储量亦只有 $74.4 \times 10^8 \text{t}$,只占全国的0.57%。至于青海、江苏、湖南、北京、吉林、广西、福建等省、区的查明资源储量均只占全国的0.50%以下。

表 1-3 我国主要产煤省(市、区)的煤炭查明资源储量(2009年年底)

省(区) 名称	内蒙	山西	新疆	陕西	贵州	宁夏	安徽	云南	河南	山东	黑龙江	河北	甘肃
查明资源 储量/ 10^4t	3465.90	2161.60	2295.30	1683.50	572.10	325.40	290.50	289.80	280.90	256.10	216.90	152.20	140.50
占全国/%	26.47	20.33	17.53	12.86	4.37	2.49	2.22	2.21	2.15	1.95	1.66	1.16	1.07

1.1.5 分煤类的查明资源储量分布情况

由表1-4看出,在中国的煤炭资源中,非冶炼用煤(即“动力用煤”)的比例最多,占全国查明资源储量70%以上,炼焦用煤的比例只占26%以上,另有分类不明的查明资源储量占1.31%。

在非冶炼用煤中,查明资源储量最多的依次为不黏煤、长焰煤、褐煤和无烟煤,分别占全国查明资源储量的16.32%、14.81%、13.07%和11.18%,另有未分类的亦占9.70%(主要

是长焰煤和不黏煤之间没有明确划分以及长焰煤和褐煤之间的没有明确划分)。贫煤和弱黏煤的比例均较少,各占 5.73% 和 1.48%。

在炼焦煤的查明资源储量中,以气煤和 1/3 焦煤的合计比例最多,分别占全国查明资源储量的 12% 和全国炼焦煤查明资源储量的 45.73% (由于 20 世纪 80 年代以前的煤田地质勘探报告中对炼焦煤的类别划分只有 V_{daf} 和 Y 值两个指标,而现在的 1/3 焦煤在当时系属气煤中的一部分,因而在统计全国几十年间炼焦煤的查明资源储量时,也就无法把气煤和 1/3 焦煤明确划分出来。但对生产矿井来说则两者完全可以区分开来)。焦煤的查明资源储量分别占全国查明资源储量的 6.20% 和炼焦煤查明资源的 23.61%。肥煤和气肥煤的合计查明资源储量,则分别占全国查明资源储量的 3.36% 和炼焦煤查明资源储量的 12.81%,炼焦煤中变质程度最高的瘦煤和贫瘦煤在地质报告的储量统计中往往也无法分开,它们分别占全国查明资源储量的 4.11% 和炼焦煤查明资源储量的 15.89%。此外,还有未划分出煤种的少量炼焦煤查明资源储量。同时,还有分类不明的查明资源储量占 1.31%。

表 1-4 中国不同类别煤的查明资源储量占比

%

煤的类别		占查明资源储量	
炼焦用煤	占全国小计	26.25	占炼焦用煤
	气煤及 1/3 焦煤	12.00	45.73
	肥煤及气肥煤	3.36	12.81
	焦煤	6.20	23.61
	瘦煤及贫瘦煤	4.17	15.89
	未分类	0.51	1.96
非炼焦用煤	占全国小计	72.44	占非炼焦用煤
	贫煤	5.73	7.91



续表

煤的类别		占查明资源储量	
非炼焦用煤	无烟煤	11.18	15.43
	弱黏煤	1.48	2.04
	不黏煤	16.32	22.52
	长焰煤	14.81	20.45
	褐煤	13.07	18.05
	天然焦	0.16	0.22
	未分类	9.70	13.38

1.2 中国煤炭总体煤质特征

从总的趋势来看,中国西北地区煤质较好,灰分和硫分普遍较低,煤层平均灰分(A_d)在15%以下,硫分($S_{t,d}$)在1%以下,东北地区煤中的硫分也多在1%以下,且越是往北煤中硫分越低,由北往南则硫分有逐渐增高的趋势,依据生产矿井的煤层数据库资料统计表明,最北部的黑龙江省煤中的平均硫分($S_{t,d}$)仅0.20%,至中部的吉林省煤中的平均硫分($S_{t,d}$)即增至0.51%,而到南端的辽宁省煤中的平均硫分($S_{t,d}$)更增至0.76%。但东北地区煤层的平均灰分则明显高于西北地区。据数据库资料统计表明,东北地区生产矿区煤层的平均灰分(A_d)高达23.59%,它也有从北往南增高的趋势,如黑龙江、吉林和辽宁三省煤层的平均灰分(A_d)分别为21.73%、25.07%和25.41%。而西北地区煤层的平均灰分(A_d)低至17.75%,其中以侏罗纪煤为主的新疆和甘肃的煤层平均灰分(A_d)更低至6.28%和9.05%,青海省煤层平均灰分(A_d)也只有10.91%,而陕西和宁夏除有较多的早、中侏罗世煤以外,还有不少石炭、二叠纪煤,故该两省区煤层的平均灰分(A_d)分别为18.07%和22.45%。西北地区的青海、新疆和甘肃三省生产矿井煤层的平均硫分($S_{t,d}$)分别低至0.24%、0.35%和0.43%,

均属特低硫分煤, 陕西和宁夏煤层的平均硫分($S_{t,d}$)均超过 1%, 硫分($S_{t,d}$)分别为 1.05% 和 1.50% 左右。

华北地区煤层的灰分和硫分变化较大, 其中也以动力煤为主的蒙西地区的煤层灰分和硫分与西北地区的相近, 其煤层的硫分一般多在 1% 以下。但灰分的高低在不同矿区间则有较大的差异, 如扎赉诺尔褐煤矿区煤层的平均灰分低至 9.24%, 而平庄矿区煤的平均灰分高至 28.44%, 大雁、霍林河与伊敏、宝日希勒等矿区的煤层平均灰分(A_d) 在 17%~19% 左右。这些矿区煤层的平均硫分($S_{t,d}$) 则多在 0.50% 以下, 仅平庄矿区的硫分为 1.26%。山西、河北是我国主要炼焦煤产区, 一般上部煤层的硫分低而灰分相对较高, 下部煤层则硫分较高而灰分相对较低一些, 其可选性则优于上部煤层, 通常陆相沉积的上部二叠纪煤层的平均硫分($S_{t,d}$) 多在 1% 以下, 下部海陆交互相沉积的石炭纪煤层的硫分多在 2%~4% 左右, 但山西省煤层的平均灰分为 16.24%, 比河北的平均灰分(A_d) 18.23% 低 2 个百分点, 而煤层硫分河北省略低于山西, 硫分($S_{t,d}$) 分别为 0.92% 和 1.18%, 但煤的储量山西省远大于河北, 2009 年年底山西的查明资源储量达 $2661.6 \times 10^8 \text{t}$, 而河北则只有 $152.2 \times 10^8 \text{t}$, 前者约为后者的 17.5 倍。

华东地区的主要产煤矿区是山东和安徽两省, 江苏和江西以及福建的煤炭储量和产量均较小, 而浙江的主要矿区仅有长广矿区的高灰、高硫、高挥发分、强黏结性的气肥煤和气煤。不仅不能用于炼焦, 连供动力用时也需采用烟气脱硫装置才能满足环保的需要。

山东省煤炭资源的特点是上部山西组煤层的硫分低, 下部太原组煤层的硫分高, 而安徽省占全省储量 99% 以上的两淮煤田由于下部地层没有太原组煤, 只有上部的二叠纪石盒子组和山西组煤层, 以致全省煤层的平均含硫量远低于山东省, 两者生产矿井的煤层平均硫分($S_{t,d}$) 分别为 0.42% 和 1.32%。山东



省煤层的平均灰分(A_d)则低于安徽省,两者分别为 16.43% 和 19.20%,安徽省煤变质程度平均高于山东省煤,两者平均挥发分(V_{daf})分别为 30.77% 和 37.21%,山东省煤以气煤、1/3 焦煤和气肥煤为主,而安徽省则既有气煤、1/3 焦煤,又有肥煤、焦煤、瘦煤、贫瘦煤和贫煤以及无烟煤。

江苏省以石炭二叠纪的气煤、1/3 焦煤等高挥发分煤为主,江西省则以 1/3 焦煤、焦、瘦、贫、无烟煤等中低挥发分煤为主,两者的平均挥发分(V_{daf})分别为 37.10% 和 22.09%。江西省煤以陆相沉积的三叠纪煤为主,平均灰分远高于江苏煤,两者平均灰分(A_d)分别为 23.42% 和 14.37%,硫分也是江西煤较高,硫分($S_{t,d}$)分别为 1.03% 和 0.68%,煤的可选性江苏煤优于江西煤。福建省的煤炭资源以年老无烟煤为主,仅有少量贫煤和贫瘦煤,煤中硫分从 <0.5% 到 >2% 的均有,如龙岩矿区煤层平均硫分($S_{t,d}$) <1%, 平均灰分(A_d) <15%, H_{daf} 均 <2.50%, 属年老无烟煤(WY_1),而邵武煤矿煤层的灰分有的高达 30% 以上,但平均硫分 <1.50%, 氢含量 H_{daf} <2.50%, 也为 WY_1 。永安矿区煤层平均灰分(A_d) 达 23% 左右,硫分($S_{t,d}$) 平均低于 1.30%, 其氢含量(H_{daf}) 不超过 2%, 更属年老无烟煤。

中南区的最主要产煤区为河南省,其他依次为湖南、广西、广东、湖北和海南五省(区)。其中生产矿井煤层灰分以广东和河南两省最低,灰分(A_d)分别为 16.56% 和 16.96%。其次为湖北和湖南,灰分(A_d)分别为 19.89% 和 22.45%,煤层灰分最高的为广西平均灰分 A_d 达 30.97%。煤层硫分以河南省最低,平均硫分($S_{t,d}$) 仅 0.74%, 硫分最高的为湖北,平均硫分($S_{t,d}$) 达 4.63%, 广西煤层硫分的平均硫分($S_{t,d}$) 也达 3.29%, 广东和湖南煤的硫分居中,硫分($S_{t,d}$) 分别为 0.93% 和 1.07%。海南省仅有长坡和长昌两处第三纪年轻褐煤,前者查明资源储量为 $>8900 \times 10^4 t$, 其平均灰分 A_d 达 30% 以上,而平均硫分($S_{t,d}$) 又超过 4%, 后者查明资源储量仅 $>1100 \times 10^4 t$, 且平均 A_d

超过 50%，硫分($S_{t,d}$)也超过 1%，因而海南的褐煤无多大经济价值。

西南区以贵州的煤炭资源最丰富，其查明资源储量 $>570\times 10^8\text{t}$ ，占全西南区的 56.6%，云南省煤炭资源占全区的 28.6%，四川和重庆的煤炭资源合占全区的 14.7%，而西藏的煤炭资源已查明的仅为 $0.5\times 10^8\text{t}$ ，为高灰、高硫无烟煤，仅有小窑开采。川、渝、黔、滇四省、市的煤层平均灰分差异不大，灰分 3%~26%之间变化。但煤层平均硫分则各省(市)之间差异甚大。如云南煤层的平均硫分($S_{t,d}$)仅为 0.54%，贵州的平均硫分($S_{t,d}$)为 1.72%，四川和重庆的平均硫分($S_{t,d}$)均在 3%以上。

西北地区的煤炭查明资源储量超过 $4500\times 10^8\text{t}$ ，其中以新疆和陕西占绝对多数，分别占全地区的 51%和 37.41%，居第三位的宁夏的查明资源储量只占全地区的 7.23%，甘肃和青海只分别占全区的 3.12%和 1.23%。本区煤层的平均灰分(A_d)以新疆和甘肃最低，分别为 6.28%和 9.05%，陕西和青海煤层平均灰分(A_d)均在 15%左右，硫分则以青海、新疆和甘肃三省(区)最低，平均硫分($S_{t,d}$)都 $<0.50\%$ ，其中青海的更 $<0.30\%$ ，但宁夏和陕西由于同时开采侏罗纪和石炭、二叠纪煤系，故其目前生产矿井煤层平均硫分($S_{t,d}$)均超过 1%。

1.2.1 中国不同成煤时代煤质特征

据研究，我国早在元古代的震旦纪及早古生代的寒武纪、奥陶纪和志留纪均已赋存有大量的石煤资源，但石煤的特点是灰分和硫分都很高，灰分(A_d)普遍在 50%~60%以上，硫分 $S_{t,d}$ 也大都 3%以上，因而其经济价值不大，但早寒武世时期形成的石煤灰分相对较低而具有一定的经济价值。但石煤资源基本都是一些由腐泥形成的高灰年老无烟煤，不仅热值低，而且燃点很高。目前，在湘、赣、浙和广西等地的石煤已很少开采利用。而真正以高等植物形成的腐植煤始于晚古生代的泥盆