

煤炭资源开发利用问题研究

郑庆荣 著



煤炭工业出版社

煤炭资源开发利用问题研究

郑庆荣 著



煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤炭资源开发利用问题研究 / 郑庆荣著. -- 北京:
煤炭工业出版社, 2011

ISBN 978-7-5020-3963-9

I. ①煤… II. ①郑… III. ①煤炭资源-资源开发-
研究 ②煤炭资源-资源利用-研究 IV. ①F407.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 260773 号

煤炭工业出版社 出版

(北京) 芍药居 35 号 100029)

www.cciph.com.cn

版社印刷厂 印刷

京发行所 发行

*

787mm¹/32 印张 5¹/₄

字数 135 千字 印数 1—700

2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

社内编号 6788 定价 16.00 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

本书围绕煤炭资源开发利用的相关问题，重点对炼焦用煤进行实验研究，从炼焦用煤组成结构特征、热解动力学特征和热解产物析出规律 3 个方面进行实验分析，总结出炼焦用煤热解机理，为煤炭的焦化、气化提供科学依据，为煤烟型污染的防治提供参考。本书还对煤炭资源开发利用的社会问题进行了研究，对煤炭资源合理利用途径、市场化问题，以及部分地区的地质环境问题、污染问题、环境经济学问题等进行了分析。

本书可供煤炭资源相关的大专院校学生、研究生和教师阅读，也可作为相关专业研究人员和管理人员的参考书。

前 言

煤炭是我国的主要能源，在当前和今后很长的一段时间里，煤炭仍然会作为我国经济发展的主要能源，在社会可持续发展中起重要作用。

对煤炭资源的研究，前人已做了大量的工作，基本上可以分为两个方面。一方面侧重于自然科学方面，对煤炭的自然属性进行研究；另一方面侧重于社会科学方面，对煤炭的社会属性进行研究。长期以来，由于从事煤炭相关的工作，笔者一直在关注煤炭资源的开发利用问题，并参与了煤炭热解的部分研究工作。特别是2002年以来，在从事煤炭资源相关的教学、科研和学习过程中，先后撰写发表了十几篇有关煤炭资源的学术论文，本书即是相关系列论文的总结。本书围绕煤炭资源开发利用的相关问题，重点对炼焦用煤进行实验研究，从炼焦用煤组成结构特征、热解动力学特征和热解产物析出规律3个方面进行实验分析，总结出炼焦用煤热解机理，为煤炭的焦化、气化提供科学依据，为煤烟型污染的防治提供参考。本书还对煤炭资源开发利用的社会问题进行研究，对煤炭资源合理利用途径、市场化问题、地质环境问题、污染问题和环境经济学问题等多个方面进行分析。研究时间从2002年起，选择对象为当时社会关注的热点问题。令人欣喜的是当时文章中提出的一些问题，有的已经引起了社会和政府的关注，有的已经得到了改善，如煤炭资源市场化问题。现今煤炭开发已形成了多元化的市场格局，地质环境问题和污染问题也已经引起了广泛的社会关注。

本书在研究过程中得到了许多人的帮助和支持。煤炭热解的研究是在导师曾凡桂教授的悉心指导下完成的，师妹张卫、张妮、降文萍、李美芬、孙蓓蕾等给予很大帮助。煤炭资源开发利用的社会问题也得到了许多人的帮助和支持，特别感谢忻州师范学院地理系李小军、郭丽君、乔利、崔艳芳等给予的帮助。

本书的研究得到了国家自然科学基金资助项目（41072116、40772097）和山西高校人文社会科学研究资助项目（200631026）的支持，在此表示衷心的感谢！

由于笔者水平有限，研究的深度和广度还很不够，全书成稿仓促，书中不妥之处，敬请广大读者批评指正。

郑庆荣

2011年7月

目 次

1 煤炭资源合理利用和深加工途径	1
1.1 我国煤炭资源的现状	1
1.2 可持续发展对煤炭资源的要求	6
1.3 煤炭资源的深加工途径	7
2 煤炭资源开发利用的市场化问题	11
2.1 对煤炭资源价值属性的认识	12
2.2 我国煤炭资源市场化不完善的现状分析	13
2.3 我国煤炭资源管理与国外发达国家的主要 差距	15
2.4 对策与建议	17
3 炼焦用煤的组成结构特征分析	19
3.1 煤的红外光谱谱峰归属	19
3.2 煤的结构分析与谱峰拟合	20
3.3 炼焦用煤结构特征的认识	43
4 煤炭焦化热解动力学分析	45
4.1 模型的选择	45
4.2 煤样及煤质分析	47
4.3 热解动力学参数	47
4.4 煤炭热解动力学的认识	53
5 煤炭焦化热解产物析出规律	55
5.1 氢气的析出规律	55
5.2 水分及二氧化碳的析出规律	55
5.3 甲烷的析出规律	59
5.4 其他脂肪烃类气体的析出规律	61

5.5	芳香烃类的析出规律	64
5.6	热解产物析出规律的认识	69
6	煤炭焦化过程中的环境保护问题	71
6.1	焦化行业涉及的污染问题	71
6.2	焦化行业的资源浪费问题	75
6.3	焦化企业常见的污染防治技术和 方法	77
6.4	整治对策及建议	79
7	煤炭资源开发的地质环境问题	82
7.1	保德县煤炭资源开发的地质环境问题	82
7.2	左权县煤炭资源开发的地质环境问题	88
7.3	地质环境问题综合防治对策与措施	95
8	燃煤城市的大气污染问题	98
8.1	忻州市区大气污染特征及防治措施	98
8.2	临汾市区大气污染特征及防治措施	108
9	煤炭资源开发利用的环境经济学分析	119
9.1	山西省煤炭资源开发利用概况	119
9.2	煤炭资源的环境经济学分析	122
9.3	建议与对策	126
10	煤炭资源开发对山西水资源的影响	127
10.1	山西省水资源概况	127
10.2	山西省煤炭资源开发利用现状	130
10.3	采煤对山西地下水和地表水的影响	131
10.4	保护措施	139
11	山西煤炭产业集群展望	142
11.1	产业集群化发展背景	142
11.2	煤炭产业集群的概述	143
11.3	山西煤炭产业集群化发展的优势	150
11.4	实现煤炭产业集群化须注意的问题	153

附录.....	155
参考文献.....	156

1 煤炭资源合理利用和深加工途径

煤炭是我国的主要能源,在当前和今后很长的一段时间里,煤炭仍然会作为我国经济社会发展的主要能源,在社会可持续发展中起重要作用。充分发挥煤炭资源优势,立足煤炭、立足国内,是我国能源工业发展的现实和必然选择。党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标。全面建设小康社会,构建和谐社会,要求国民经济保持较高的发展速度,可持续发展能力不断增强,生态环境得到改善,资源利用效率显著提高。为国民经济的高速发展和我国可持续发展战略的实施提供资源保障,促进全面建设小康社会奋斗目标的早日实现,是所有煤炭工作者现实的、艰巨的和长期的战略任务。如何客观认识我国煤炭资源的保障程度,合理开发利用煤炭资源,选择科学合理的深加工途径,是我国政府和社会各界有识之士普遍关心并应引起关注的问题。

1.1 我国煤炭资源的现状

我国煤炭资源丰富,煤炭作为优势矿产,是我国主体能源的重要物资基础。但是我国煤炭资源现状不容乐观,勘探程度低,经济可采储量和人均占有量少,资源浪费严重,生态环境和水资源严重制约着煤炭资源的开发,必须科学地、客观地认识我国煤炭资源优势和资源现状。总的来说我国煤炭资源的现状有以下一些特点。

1.1.1 煤炭资源丰富、优势突出

第一,煤炭资源分布广泛,总量丰富。我国煤炭资源分布面积 60 多万平方公里,保有资源量 $10202 \times 10^8 \text{ t}$; 根据第三次煤炭

资源预测与评价, 全国煤炭资源总量 $55700 \times 10^8 \text{ t}$, 煤炭资源潜力巨大。

第二, 煤类齐全、煤质优良。煤类从褐煤到无烟煤均有分布, 以低变质烟煤为主, 占查明资源量的 33%; 其次为中变质烟煤、贫煤、无烟煤和褐煤。我国煤炭以特低硫、低硫煤为主, 占 56%; 低中硫、中硫煤占 33%。灰分中等, 以低中灰、中灰煤为主, 占 76%; 特低灰、低灰煤也比较丰富, 占 22%。发热量高、中高热值煤占 92%, 中低热值煤很少。我国北方中西部地区分布着丰富的优质动力用煤, 其中特低灰煤占 36%, 集中分布在陕北和内蒙古东胜地区, 是全球少有的优质动力用煤。

第三, 资源优势突出。我国煤炭资源在全球煤炭资源中占据举足轻重的地位, 煤炭资源总量位居世界第一, 可采储量为 $2040 \times 10^8 \text{ t}$, 位居世界第二。煤炭具有其他能源无可比拟的优势, 约占我国化石能源总量的 95%, 储量的 90%。

第四, 煤系共伴生矿产资源丰富。煤系地层中赋存煤层气、锗、铀、高岭土等多种矿产, 根据中国煤炭地质总局组织编写的《全国煤层气评价》表明, 2000 m 以浅煤层气资源量近 $15 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 内蒙古胜利煤田查明锗资源量 1600 t, 占全国查明资源量的近 1/3。新疆、内蒙古等省区煤田中含有丰富的铀矿。

1.1.2 煤炭资源现状不容乐观

第一, 煤炭资源勘探程度低。已查明资源中精查资源量仅占 25%, 详查资源量仅占 17%, 绝大部分为普查资源量。普查资源量中, 地质工作程度极低、可靠性差的找煤和远景调查资源量达 4000 多亿吨, 找煤资源量是一种勘探程度很低的资源量, 不确定性很大, 不能作为规划的依据。

第二, 经济可采储量少, 人均占有量低。根据 2002 年国土资源部《全国矿产资源储量通报》公布的煤炭资源储量数据, 储量为 $1891 \times 10^8 \text{ t}$, 基础储量 $3341 \times 10^8 \text{ t}$, 资源量 $6861 \times 10^8 \text{ t}$ 。

储量仅占查明资源量的 18%，人均占有量仅 145 t，低于世界平均水平。由于我国生产矿井绝大部分是在计划经济时代建设的，可行性研究十分薄弱，在市场经济条件下，有很多矿井“储量”可能不经济。

第三，煤矿点多面广，产业集中度低，资源配置不合理，资源浪费严重。我国已利用煤炭资源量 3469×10^8 t，大型矿井占用资源量约 680×10^8 t，中型矿井利用资源量 300 多亿吨，而小型矿井利用资源量达 2500 多亿吨，其中，乡镇小煤矿占用资源达 2200 多亿吨，而且很多是优质资源。小型煤矿采出率仅 10% ~ 15%，乡镇煤矿资源采出率仅 10%，大中型矿井资源采出率也不高，资源浪费严重，触目惊心。

第四，尚未利用资源中可供建井的可采储量严重不足。我国尚未利用资源量 6563×10^8 t，其中，精查资源量 617×10^8 t，详查资源量 1086×10^8 t，普查资源量 1500 多亿吨，找煤 3400 多亿吨，找煤资源量占 50%。根据煤炭资源综合评价，可供大中型矿井利用的精查资源量仅 300×10^8 t 左右，优等详查资源量约 420×10^8 t，精查勘探选择的余地不大，相应的普查资源也不足，资源外部开发条件差。

第五，焦煤、肥煤、瘦煤等主要炼焦配煤稀缺，全国肥煤 373×10^8 t，焦煤 695×10^8 t，瘦煤 445×10^8 t，三者仅占查明煤炭资源量的 14%，而优质炼焦用煤则更少。

第六，我国煤炭资源开采条件比较复杂；资源分布与区域经济发展水平、消费需求不相适应；与水资源呈逆向分布；生态环境在一定程度上制约着煤炭资源的开发，不合理开发将可能导致北方干旱地区水资源破坏，不合理的开发将可能导致生态环境的进一步恶化。

1.1.3 需求与供给保障程度矛盾突出

按照党的十六届三中全会提出的统筹城乡发展、统筹区域发展、统筹经济社会发展、统筹人与自然和谐发展、统筹国内发展

和对外开放的“五个统筹”要求，全面建设小康社会，国民经济将继续保持快速增长势头，对煤炭的需求将进一步加大，现有煤矿生产能力难以为继，煤炭资源保证程度低，不能满足日益增长的资源需求。煤质和矿区生态环境评价严重滞后，煤炭开发和利用的环境问题日益突出。

第一，国民经济快速增长，国内煤炭需求旺盛。能源是国民经济发展的动力，能源安全是经济安全 and 国家安全的重要组成部分。在未来社会经济发展中，经济总量仍将以较高的速度增长，城市化水平迅速提高，居民能源消费结构将发生巨大变化，必将进一步拉动能源的需求。20 世纪 80 年代以来，我国煤炭消费持续快速增长，2002 年我国煤炭消费达到 13.69×10^8 t。随着我国国民经济的快速增长，对煤炭的需求量将呈快速增长态势，对煤炭品种的需求呈多元化，对煤炭的质量要求将会更高。燃煤发电是煤炭消费的主要方面，我国发电用煤快速增长，年增长超过 2000 多万吨，电力用煤的比例已从 1990 年的 25% 上升为 2002 年的 54%，成为煤炭需求的主要增长因素，2000 年美国发电用煤占 90%，比我国同期高出 43 个百分点，说明我国发电用煤还有很大的发展空间；炼焦用煤稳中有升，市场对优质炼焦用煤的需求旺盛；煤炭加工转化市场前景看好，煤炭液化、气化和水煤浆制作逐步工业化，煤炭作为化工原料的主要来源之一，具有广阔的市场前景。

第二，世界煤炭需求稳中有升，我国煤炭出口量增大。随着世界经济的发展，能源需求将不断增加，能源供需矛盾越来越突出。据国际能源机构发表的《1998 世界能源展望》预测，煤炭消费量年均增长 2.2%，亚洲将呈较强增长势头，年均增长 3.8% 左右。世界煤炭进口量最大的是亚洲，这为我国煤炭出口创造了良好的环境。我国煤炭出口持续增长，2001 年达到 8390×10^4 t，在世界煤炭贸易市场中的份额由 11% 提高到 25% 左右；煤炭出口近期将稳定在 1×10^8 t 左右，未来 20 ~ 30 年内将达到

1.5×10^8 t。根据有关专家预测,综合国内煤炭需求和煤炭出口,2020 年煤炭需求将达到 22×10^8 t。

第三,煤炭供给能力不足,煤炭资源保证程度有待提高。我国煤矿是由国有煤矿和乡镇煤矿组成的。现有煤矿年生产能力为 $13 \times 10^8 \sim 14 \times 10^8$ t,煤矿剩余可采储量 1038×10^8 t,其中,国有煤矿年生产能力约 8×10^8 t,剩余可采储量约 700×10^8 t,乡镇煤矿年生产能力为 $5 \times 10^8 \sim 7 \times 10^8$ t,但生产能力波动很大,剩余可采储量 340×10^8 t。从煤炭的规模看,大中型煤矿年生产能力约 6×10^8 t,而小型煤矿年生产能力 $7 \times 10^8 \sim 8 \times 10^8$ t,显然我国煤炭供给是建立在小型煤矿的基础上的。国有煤矿可采储量有限,在不建新井的前提下,生产能力将呈明显的下降趋势。乡镇煤矿资源采出率极低,可采储量消耗快,矿井报废频繁,生产能力和煤炭产量波动很大。而且小煤矿资源浪费严重,安全隐患大,生态环境破坏严重,煤炭工业可持续发展要求逐步取代小煤矿。即使乡镇煤矿年产量仍然保持在 $3 \times 10^8 \sim 4 \times 10^8$ t,我国现有煤矿生产能力和剩余可采储量也不能满足日益增长的煤炭需求,煤矿生产能力和煤炭需求之间存在很大的缺口。无论从保障我国煤炭供应安全还是从煤炭工业可持续发展战略看,都必须建设大型高产高效集约化矿井,增加我国煤炭总体生产能力,同时,需要取代小煤矿,弥补乡镇煤矿退出后的供需缺口。建设高产高效集约化矿井,需要优质、经济、环保并具有一定规模的精查储量作保证,需要普、详查储量、资源量作基础。按煤炭精查勘查期 2~3 年,煤矿建井期 4~5 年计算,则 2005、2010、2020 年分别需精查储量 $500 \times 10^8 \sim 600 \times 10^8$ t, $1000 \times 10^8 \sim 1200 \times 10^8$ t 和 $1500 \times 10^8 \sim 1700 \times 10^8$ t。目前,尚未利用可供高产高效矿井建设利用的精查储量仅 $250 \times 10^8 \sim 300 \times 10^8$ t,精查储量缺口很大。根据煤炭工业可持续发展对资源的需求,精、详、普查资源量的比例为 1:2:5 是比较适宜的,由此可见普、详查资源量也存在较大的缺口。要对小煤矿进行重组、改造,必须加大勘探和

可行性研究力度,提高可采储量比例,才能保持现有小煤矿的生产能力和煤炭产量,同样需要做大量的地质勘探工作。

同时,我国矿区水资源勘查和生态环境评价欠账很多,与煤炭工业可持续发展要求相差甚远。因此,我国煤炭供给能力不足、资源保证程度偏低的矛盾日益突出,与煤炭资源开发利用相关的开采技术条件评价、煤质评价、资源经济评价、水资源评价和生态环境评价及信息化工作滞后,严重制约着煤炭工业乃至整个能源工业的可持续发展。

1.2 可持续发展对煤炭资源的要求

根据我国煤炭资源现状和资源保证程度可知,要保证国民经济快速发展所需的煤炭资源,解决好煤炭资源浪费和煤炭开发利用所引起的环境问题,就必须走可持续发展的煤炭工业之路,大力发展洁净煤技术,实施大集团集约化开发战略,加强煤炭资源管理,合理开发利用煤炭资源。可持续发展战略是煤炭工业基本发展战略。我国煤炭生产结构极不合理,小煤矿点多面广,资源占有量大,资源浪费严重,并严重破坏生态环境;西部生态环境脆弱,煤炭的开发将可能导致生态环境的进一步恶化;煤炭生产和利用过程中产生大量固体废物、废水和有害气体,环境污染十分严重等。所有这些都促使煤炭工业必须走可持续发展之路。煤炭工业要走可持续发展之路,必须实施大公司、大集团战略,逐步取代小煤矿,减少煤炭资源浪费;大力发展洁净煤技术,推进洁净煤技术产业化,提高资源利用率,解决由于煤炭开采和利用所引起的环境问题。

矿业权制度的实施有力地促进了商业性地质市场的形成,但同时也带来一些不容忽视的问题,如很多完整的适宜大型矿井开采的矿区被肢解,甚至将国家明令要求实行保护性开采的稀缺焦煤资源化整为零,分割成小块资源招标挂牌拍卖。恶意抢注探矿权和抢占煤炭资源的现象时有发生,致使优质资源不能得到合理

利用,国家大型煤炭企业后备资源短缺,发展乏力。煤炭资源管理工作薄弱,煤炭资源勘查和开发秩序比较混乱,煤炭采出率低,焦煤、肥煤、瘦煤等稀缺煤种得不到有效保护,资源浪费触目惊心。

要加强我国煤炭资源开发规划,建立国家级煤炭基地,明确划定煤炭国家规划区、重要经济价值矿区,确定特殊煤种,建立稀缺煤种资源储备制度,实施统一规划和保护性开采;完善国家煤炭资源管理体制,建立煤炭勘探、开发准入制度,改革资源税和资源补偿费征收办法;制定煤炭资源开发和利用管理条例。通过一系列措施,促进我国煤炭资源的合理开发利用。

1.3 煤炭资源的深加工途径

深加工是煤炭资源合理利用的必然选择,针对不同的用途,采取合适的深加工途径也是提高煤炭利用率、走可持续发展之路的要求。

1.3.1 煤炭的初级加工

煤炭的初级加工可以分为筛分、洗选和成型。由于煤炭用途的不同,对煤质的要求也不同。针对用户的不同,通过初级加工分别使用,可以提高利用率,减少浪费。煤炭经过筛选,分成各种块度和粒度,供给不同的用户使用,如玻璃厂等造气要用大块煤,而电厂用煤则用面煤即可。因此经初级加工筛分可以提高煤炭的利用率,减少浪费。洗选也是很好的初级加工途径,特别是在坑口进行洗选,减少了矸石的运输,洗选后的煤炭,其灰分降低、发热量增加,深受用户的欢迎。同时,经过洗选的煤炭用于深加工是非常必要的手段。对于筛分和洗选过程中产生的煤泥和煤粉,则可以加工成型煤,进行综合利用。民用型煤有蜂窝煤和煤球,工业用型煤则加入一些黏合剂加工成各种要求的煤球,可以广泛用于化肥厂、锅炉及机车等。煤炭经初级加工后可以大大提高利用率,目前已被工业、民用广泛地使用。

1.3.2 以生产焦炭为主的深加工途径

炼焦是有着悠久历史的传统煤炭转化技术。以高炉炼铁为主要工艺技术的钢铁生产，对焦炭的需求是不可替代的，但对焦炭的质量也有更高的要求。山西省是我国最大的炼焦煤产地，也是我国主要的焦炭生产基地，在全国焦炭行业占举足轻重的地位。但是，目前土焦、改良焦的大量存在，对资源的浪费是十分明显的。因此，以炼焦为主的煤炭深加工必须注意以下三方面的问题。

第一，取缔土焦、改良焦，发展大机焦。土焦生产，资源浪费大，煤耗高。土焦生产以黏结性强的炼焦煤单独炼制而成，成焦率低，每吨土焦耗煤 1.7 ~ 2.0 t，比机焦多耗煤 0.3 ~ 0.6 t。同时土焦无法回收，使焦油、煤气等化工产品付之一炬，既浪费资源又对环境造成污染，土法炼焦的不合理性是显而易见的，因此，必须下大决心取缔土焦。改良焦炉作为取代土法炼焦的炉型曾经起到过积极的作用。改良焦是将炼焦煤夯实捣固在密闭的炉膛内，并将产生的煤气回收到下行烟道集中在炉体底部燃烧，向炉膛提供热源，燃烧后的烟气由烟囱集中排放，无化工产品的回收。这种方法可以提高成焦率，也可以提高焦炭质量，但生产周期长，无化工产品回收，同样造成资源的浪费。因而对于不可再生的资源利用同样产生不良影响，必须下决心将其取缔。现代化大机焦炉是发达国家广泛使用的炼焦技术。这种焦炉的特点是大型化，增加炭化室长度和高度，扩大焦炉的容积，焦炉的有效容积从 22 m³ 发展到 79 m³，炭化室高度由 2.8 m 发展到 7.9 m。由于焦炉容积的增加，减少了推焦炉数和清扫炉门的次数，改善了操作条件，提高了劳动生产率，大大降低了对环境的污染，其先进性和优越性十分明显。

第二，改进炼焦工艺，发展多用气煤的炼焦技术。我国炼焦煤储量中高挥发分的气煤和 1/3 焦煤占 1/2 以上，而肥煤、焦煤中还有相当数量的高灰、高硫难选煤。气煤及 1/3 焦煤中多为易