

中国工程院咨询研究报告

中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究

谢克昌 / 主编

第 1 卷

煤炭资源与水资源

彭苏萍 张 博 王 佟 孟召平等 / 编著



科学出版社

中国工程院咨询研究报告

中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究

谢克昌 / 主编

第 1 卷

煤炭资源与水资源

彭苏萍 张 博 王 佟 孟召平等 / 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是《中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究》丛书之一。

本书从中国含煤盆地的地质特征入手,提出了中国含煤盆地和煤炭资源呈“井”字形分布格局的区划认识;系统分析了中国煤炭资源和水资源的分布特征以及煤炭资源与水资源条件对煤炭资源开发的影响,突出研究了煤炭资源开发对中国生态环境和社会经济的影响;同时注重借鉴美国煤炭资源开发西移的历史经验,并结合中国煤炭资源勘查发展趋势,最终明确了中国煤炭资源开发向西转移的战略布局与实施路径,提出了相应的政策建议。

本书可为煤田地质与勘探、煤炭资源开发、能源经济与管理等领域的科技人员、大专院校师生以及国家相关管理部门提供信息支持和决策参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

煤炭资源与水资源 / 彭苏萍等编著. —北京: 科学出版社, 2014. 10

(中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究/谢克昌主编; 1)

“十二五”国家重点图书出版规划项目 中国工程院咨询研究报告

ISBN 978-7-03-040332-2

I. 煤… II. 彭… III. ①煤炭资源-研究-中国 ②水资源-研究-中国
IV. ①TD82 ②TV211

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 068059 号

责任编辑: 李 敏 张 菊 张 震 / 责任校对: 宋玲玲

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http://www. sciencep. com

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 10 月第一次印刷 印张: 11 1/2

字数: 300 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



中国工程院重大咨询项目

中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究 项目顾问及负责人

项目顾问

- 徐匡迪 中国工程院 十届全国政协副主席、中国工程院主席团名誉主席、原院长、院士
- 周 济 中国工程院 院长、院士
- 潘云鹤 中国工程院 常务副院长、院士
- 杜祥琬 中国工程院 原副院长、院士

项目负责人

- 谢克昌 中国工程院 副院长、院士

课题负责人

- | | | |
|-------|---------------------|-----|
| 第1课题 | 煤炭资源与水资源 | 彭苏萍 |
| 第2课题 | 煤炭安全、高效、绿色开采技术与战略研究 | 谢和平 |
| 第3课题 | 煤炭提质技术与输配方案的战略研究 | 刘炯天 |
| 第4课题 | 煤利用中的污染控制和净化技术 | 郝吉明 |
| 第5课题 | 先进清洁煤燃烧与气化技术 | 岑可法 |
| 第6课题 | 先进燃煤发电技术 | 黄其励 |
| 第7课题 | 先进输电技术与煤炭清洁高效利用 | 李立涅 |
| 第8课题 | 煤洁净高效转化 | 谢克昌 |
| 第9课题 | 煤基多联产技术 | 倪维斗 |
| 第10课题 | 煤利用过程中的节能技术 | 金 涌 |
| 第11课题 | 中美煤炭清洁高效利用技术对比 | 谢克昌 |
| 综合组 | 中国煤炭清洁高效可持续开发利用 | 谢克昌 |

本卷研究组成员

顾 问

钱鸣高	中国矿业大学	院士
周世宁	中国矿业大学	院士
洪伯潜	中国煤炭科工集团有限公司	院士
谢克昌	中国工程院	副院长、院士
谢和平	四川大学	院士
张铁岗	河南省中平能化集团	院士
袁 亮	淮南矿业(集团)有限责任公司	院士
王 安	中国中煤能源集团有限公司	院士
张玉卓	神华集团有限责任公司	院士、董事长
李晓红	武汉大学	院士

组 长

彭苏萍	中国矿业大学(北京)	院士
-----	------------	----

副组长

王 佟	中国煤炭地质总局	副总工、教授级高工
王双明	陕西省地质调查院	院长、教授级高工
顾大钊	神华集团有限责任公司	总经理助理、教授级高工

成 员

张 博	中国矿业大学(北京)	副教授
孟召平	中国矿业大学(北京)	教授
张 群	中国煤炭科工集团有限公司西安研究院	副院长、研究员
秦 勇	中国矿业大学	副校长、教授
武 强	中国矿业大学(北京)	教授
汪秋菊	北京联合大学	副教授
周 强	中国矿业大学(北京)	高工
李全生	神华集团有限责任公司	教授级高工

彭北桦	神华集团有限责任公司	经济师
江涛	中国煤炭地质总局	工程师
宁建宏	中国煤炭科工集团有限公司西安研究院	所长、教授级高工
孙文洁	中国矿业大学(北京)	讲师
范立民	陕西省地质环境监测总站	站长、教授级高工
巫健平	中国煤炭科工集团有限公司西安研究院	工程师
马国东	中国煤炭地质总局	教授级高工

序 一

近年来，能源开发利用必须与经济、社会、环境全面协调和可持续发展已成为世界各国的普遍共识，我国以煤炭为主的能源结构面临严峻挑战。煤炭清洁、高效、可持续开发利用不仅关系我国能源的安全和稳定供应，而且是构建我国社会主义生态文明和美丽中国的基础与保障。2012年，我国煤炭产量占世界煤炭总产量的50%左右，消费量占我国一次能源消费量的70%左右，煤炭在满足经济社会发展对能源的需求的同时，也给我国环境治理和温室气体减排带来巨大的压力。推动煤炭清洁、高效、可持续开发利用，促进能源生产和消费革命，成为新时期煤炭发展必须面对和要解决的问题。

中国工程院作为我国工程技术界最高的荣誉性、咨询性学术机构，立足我国经济社会发展需求和能源发展战略，及时地组织开展了“中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究”重大咨询项目和“中美煤炭清洁高效利用技术对比”专题研究，体现了中国工程院和院士们对国家发展的责任感和使命感，经过近两年的调查研究，形成了我国煤炭发展的战略思路和措施建议，这对指导我国煤炭清洁、高效、可持续开发利用和加快煤炭国际合作具有重要意义。项目研究成果凝聚了众多院士和专家的集体智慧，部分研究成果和观点已经在政府相关规划、政策和重大决策中得到体现。

对院士和专家们严谨的学术作风和付出的辛勤劳动表示衷心的感谢。

徐匡迪

2013年11月6日

序 二

煤炭是我国的主体能源，我国正处于工业化、城镇化快速推进阶段，今后较长一段时期，能源需求仍将较快增长，煤炭消费总量也将持续增加。我国面临着以高碳能源为主的能源结构与发展绿色、低碳经济的迫切需求之间的矛盾，煤炭大规模开发利用带来了安全、生态、温室气体排放等一系列严峻问题，迫切需要开辟出一条清洁、高效、可持续开发利用煤炭的新道路。

2010年8月，谢克昌院士根据其长期对洁净煤技术的认识和实践，在《新一代煤化工和洁净煤技术利用现状分析与对策建议》（《中国工程科学》2003年第6期）、《洁净煤战略与循环经济》（《中国洁净煤战略研讨会大会报告》，2004年第6期）等先期研究的基础上，根据上述问题和挑战，提出了《中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究》实施方案，得到了具有共识的中国工程院主要领导和众多院士、专家的大力支持。

2011年2月，中国工程院启动了“中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究”重大咨询项目，国内煤炭及相关领域的30位院士、400多位专家和95家单位共同参与，经过近两年的研究，形成了一系列重大研究成果。徐匡迪、周济、潘云鹤、杜祥琬等同志作为项目顾问，提出了大量的指导性意见；各位院士、专家深入现场调研上百次，取得了宝贵的第一手资料；神华集团、陕西煤业化工集团等企业在人力、物力上给予了大力支持，为项目顺利完成奠定了坚实的基础。

“中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究”重大咨询项目涵盖了煤炭开发利用的全产业链，分为综合组、10个课题组和1个专题组，以国内外已工业化和近工业化的技术为案例，以先进的分析、比较、评价方法为手段，通过对有关煤的清洁高效利用的全局性、系统性、基础性问题的深入研究，提出了科学性、时效性和操作性强的煤炭清洁、高效、可持续开发利用战略方案。

《中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究》丛书是在10项课题研究、1项专题研究和项目综合研究成果基础上整理编著而成的，共有12卷，对煤炭的开发、输配、转化、利用全过程和中美煤炭清洁高效利用技术等进行了系统的调研和分析研究。

综合卷《中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究》包括项目综合报告及10个课题、1个专题的简要报告，由中国工程院谢克昌院士牵头，分析了我国煤炭清洁、高效、可持续开发利用面临的形势，针对煤炭开发利用过

程中的一系列重大问题进行了分析研究，给出了清洁、高效、可持续的量化指标，提出了符合我国国情的煤炭清洁、高效、可持续开发利用战略和政策措施建议。

第1卷《煤炭资源与水资源》，由中国矿业大学（北京）彭苏萍院士牵头，系统地研究了我国煤炭资源分布特点、开发现状、发展趋势，以及煤炭资源与水资源的关系，提出了煤炭资源可持续发展的战略思路、开发现状和政策建议。

第2卷《煤炭安全、高效、绿色开采技术与战略研究》，由四川大学谢和平院士牵头，分析了我国煤炭开采现状与存在的主要问题，创造性地提出了以安全、高效、绿色开采为目标的“科学产能”评价体系，提出了科学规划我国五大产煤区的发展战略与政策导向。

第3卷《煤炭提质技术与输配方案的战略研究》，由中国矿业大学刘炯天院士牵头，分析了煤炭提质技术与产业相关问题和煤炭输配现状，提出了“洁配度”评价体系，提出了煤炭整体提质和输配优化的战略思路与实施方案。

第4卷《煤利用中的污染控制和净化技术》，由清华大学郝吉明院士牵头，系统研究了我国重点领域煤炭利用污染物排放控制和碳减排技术，提出了推进重点区域煤炭消费总量控制和煤炭清洁化利用的战略思路和政策建议。

第5卷《先进清洁煤燃烧与气化技术》，由浙江大学岑可法院士牵头，系统分析了各种燃烧与气化技术，提出了先进、低碳、清洁、高效的煤燃烧与气化发展路线图和战略思路，重点提出发展煤分级转化综合利用技术的建议。

第6卷《先进燃煤发电技术》，由东北电网有限公司黄其励院士牵头，分析评估了我国燃煤发电技术及其存在的问题，提出了燃煤发电技术近期、中期和远期发展战略思路、技术路线图和电煤稳定供应策略。

第7卷《先进输电技术与煤炭清洁高效利用》，由中国南方电网公司李立浃院士牵头，分析了煤炭、电力流向和国内外各种电力传输技术，通过对输电和输煤进行比较研究，提出了电煤输运构想和电网发展模式。

第8卷《煤洁净高效转化》，由中国工程院谢克昌院士牵头，调研分析了主要煤基产品所对应的煤转化技术和产业状况，提出了我国煤转化产业布局、产品结构、产品规模、发展路线图和政策措施建议。

第9卷《煤基多联产技术》，由清华大学倪维斗院士牵头，分析了我国煤基多联产技术发展的现状和问题，提出了我国多联产系统发展的规模、布局、发展战略和路线图，对多联产技术发展的政策和保障体系建设提出了建议。

第10卷《煤炭利用过程中的节能技术》，由清华大学金涌院士牵头，调研分析了我国重点耗煤行业的技术状况和节能问题，提出了技术、结构和管理三方面的节能潜力与各行业的主要节能技术发展方向。

第11卷《中美煤炭清洁高效利用技术对比》，由中国工程院谢克昌院士牵头，对中美两国在煤炭清洁高效利用技术和发展路线方面的同异、优劣进行了深入的对比分析，为中国煤炭清洁、高效、可持续开发利用战略研究提供了支撑。

《中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究》丛书是中国工程院和煤炭及相关行业专家集体智慧的结晶，体现了我国煤炭及相关行业对我国煤炭发展的最新认识和总体思路，对我国煤炭清洁、高效、可持续开发利用的战略方向选择和产业布局具有一定的借鉴作用，对广大的科技工作者、行业管理人员、企业管理人员都具有很好的参考价值。

受煤炭发展复杂性和编写人员水平的限制，书中难免存在疏漏、偏颇之处，请有关专家和读者批评、指正。



2013年11月

前 言

能源是国民经济和社会发展的基础，能源安全是中国政府和社会普遍关注的重大问题。中国的能源问题首先必须立足于煤炭——这一我国最经济、最可靠、最稳定、最可调和最安全的主体能源。煤炭资源的保障是煤炭工业发展的基础，是煤炭资源开发利用的前提条件，也是实现中国煤炭清洁、高效、可持续开发利用的立足点。

从煤炭资源的角度审视，实现中国煤炭资源的可持续开发，必须着力解决至少三个层面的问题。

第一，煤炭资源的可持续开发。煤炭资源开发的可持续性主要表现为煤炭资源供给在未来较长一段时间内的可接续性。煤炭资源属于耗竭性资源，一旦被开采利用，其实物形态将会永远消失。然而，国民经济的发展必须依赖于煤炭资源的开发利用，因而煤炭资源的实物消耗具有必然性。可持续的煤炭资源开发要求尽可能谨慎地对待煤炭资源的耗用，以便其在被“后续资源”所替代之前，仍能保持资源的持续供给。因此，可持续的煤炭资源开发要求煤炭资源在开发过程中尽可能地减少浪费，提高资源回收率，同时减少对其他资源（如煤层气、土地、水）的连带破坏和浪费，并通过技术进步，充分挖掘既定的煤炭资源中的“附加价值”。

第二，煤炭资源开发在生态系统的可持续承载能力之内。煤炭资源开发受开采地质条件和水资源的约束，同时也会对生态环境产生影响甚至破坏。煤炭资源的可持续开发意味着在资源开发的过程中，尽可能少地威胁到区域生态承载能力，实现环境友好和生态协调的资源开发，使得煤炭资源开发对环境的影响在生态系统的可持续承载范围之内。因此，煤炭资源的可持续开发应将生态承载力视为基本的约束，最大限度地减少煤炭资源勘探开发对水资源和生态环境的影响和破坏。

第三，煤炭资源开发促进社会经济的可持续发展。煤炭资源得到开发的同时，促进地区社会经济发展是实现区域可持续发展的必然要求。然而，一旦政策失当，或机制上存在缺陷，则完全有可能使得煤炭资源开发并不能充分融入地区经济，甚至影响当地的社会稳定。实现煤炭资源开发与当地社会经济持续、稳定而又协调的发展，要求依据区域煤炭资源赋存特点、生态环境现状、区域社会经济发展的不同阶段和地区特点等基本特征，通过调整和改革与可持续发展要求不相符合的政策，建立适应区域社会经济发展的煤炭

资源开发模式。

因此,探讨煤炭资源的可持续发展问题,不仅需要考虑煤炭资源的可持续性,还应评估煤炭资源开发对水资源、生态环境、社会经济的影响及后者对前者的约束,使上述各方协调可持续发展。

改革开放以来,中国经济快速发展的同时,对煤炭资源的需求也日益增加。“十五”以来,中国煤炭产量快速增长,开发强度大幅提升。全国煤炭产量由2001年的11.1亿t,快速增加到2010年的32.4亿t,年均增加超过2.0亿t。2011年全国煤炭产量达到35.2亿t的历史新高。资源开发规模和开发强度的不断加大给中国煤炭资源的保障带来了巨大压力。一方面,煤炭资源地理分布不均且勘探程度较低,资源开发又受到复杂地质构造、瓦斯、水害等的严重制约;另一方面,煤炭资源的分布还与区域经济发展水平不相适应,与水资源呈逆向分布,广大富煤区生态环境又十分脆弱。煤炭资源保障能力受到开采技术条件、水资源、生态环境要素、区域地理经济条件等多重因素的制约。

“煤炭资源与水资源”课题研究根据项目组的总体要求和课题任务,以科学发展观为指导,全面贯彻以人为本,全面、协调、可持续发展的煤炭工业发展方针,采取国内和国外相结合、整体分析和重点区域分析相结合、子课题和综合组研究相结合的研究方法,以最新的地质勘探成果作为研究的基本依据,并广泛开展实地调研工作。

在历时近两年的研究过程中,课题研究从中国含煤盆地的地质特征入手,提出了中国含煤盆地和煤炭资源呈“井”字形分布格局的区划认识,系统分析了中国煤炭资源分布特征、水资源分布特征以及煤炭资源与水资源条件对煤炭资源开发的影响,同时突出研究了煤炭资源开发对中国生态环境和社会经济的影响,并注重借鉴美国煤炭资源开发西移的历史经验,最终根据中国煤炭资源勘查发展趋势,明确了中国煤炭资源开发向西转移的战略布局与实施路径,提出了相应的政策建议。

本书是集体智慧的结晶。“煤炭资源和水资源”课题的研究,始终得到中国矿业大学(北京)、中国煤炭地质总局、神华集团、煤炭资源与安全开采国家重点实验室、陕西省地质调查院、中国煤炭工业协会、中国煤炭科工集团西安研究院、中国矿业大学、中国工程院、北京联合大学等(恕不一一列出)单位的领导和专家的大力支持和协助,在此一并致谢!由于本课题的研究时间较短,研究任务较重,研究内容上很难做到完全充分,敬请批评指正!

彭苏萍

2013年12月

目 录

第 1 章 中国含煤盆地的地质特征	(1)
1.1 含煤盆地的分布特点	(1)
1.2 主要含煤盆地沉积类型及特点	(2)
1.3 含煤盆地构造类型及特点	(8)
第 2 章 中国煤炭资源的分布特征	(9)
2.1 煤炭资源“井”字形分布格局	(9)
2.2 煤炭资源地质条件	(11)
2.3 煤炭资源分布特征	(26)
2.4 煤炭资源储量分布特征	(34)
2.5 煤层气资源分布特征	(36)
第 3 章 中国水资源的分布特征	(42)
3.1 水资源总体分布	(42)
3.2 水资源分布规律	(43)
3.3 煤矿区地下水资源分布特征	(53)
第 4 章 中国煤炭资源与水资源条件对煤炭资源开发的影响	(69)
4.1 煤炭资源条件对煤炭资源开发的影响	(69)
4.2 煤炭资源开发的水资源条件	(80)
第 5 章 中国煤炭资源开发对生态环境的影响	(89)
5.1 煤炭资源开发对生态环境的影响	(89)
5.2 中国生态环境总体特征	(93)
5.3 煤矿区生态环境现状	(97)
5.4 煤炭资源开发的生态环境约束	(106)
第 6 章 中国煤炭资源开发对社会经济发展的影响	(111)
6.1 中国经济发展总体格局	(111)
6.2 东部煤炭资源开发与区域经济发展	(113)
6.3 中部煤炭资源开发与区域经济发展	(116)
6.4 西部煤炭资源开发与区域经济发展	(120)
6.5 煤炭资源开发重心西移对区域社会、经济发展的影响	(122)
第 7 章 国外煤炭资源开发对中国煤炭工业发展的启示	(127)
7.1 世界煤炭资源概况	(127)
7.2 美国煤炭资源分布与开发概况	(129)
7.3 美国煤炭资源开发的西移进程	(138)
7.4 煤炭资源开发与美国西部地区社会经济发展	(142)

7.5 美国煤炭资源开发西迁的原因探析及对中国的启示	(145)
第8章 中国煤炭资源勘查发展趋势与关键技术方向	(152)
8.1 中国煤炭地质勘查发展背景	(152)
8.2 煤炭资源勘查技术方向	(153)
8.3 煤炭资源勘查关键技术与发展重点	(154)
第9章 中国煤炭资源可持续发展战略与对策	(157)
9.1 战略内涵	(157)
9.2 战略布局	(157)
9.3 战略重点和实施路径	(160)
9.4 政策建议	(163)
参考文献	(166)

1.1 含煤盆地的分布特点

中国大陆主体是由塔里木、扬子、华北 3 个规模较大、构造活动相对稳定的古板块及夹杂其中的众多小规模微陆块经历一系列复杂构造运动逐渐拼合而成的。同时，伴随大陆形成和造山带崛起，在盆-山耦合构造格局下发育了一系列分布广泛、数量众多、规模不一的各类型盆地。其中，部分盆地在其形成演化过程中，于适当的古气候、古构造、古沉积环境等多因素耦合作用下，形成了丰富的煤炭资源而与其他盆地相区别，成为含煤盆地。中国的煤炭资源赋存于不同地质时期的不同类型的含煤盆地中，以其巨大的资源量著称于世。

据统计，我国含煤盆地数量达 300 个以上（莽东鸿等，1994；金世雄和牟相欣，1997）。我国含煤盆地虽然数量众多，但其具有规模和分布上的不均一性。从图 1-1 可

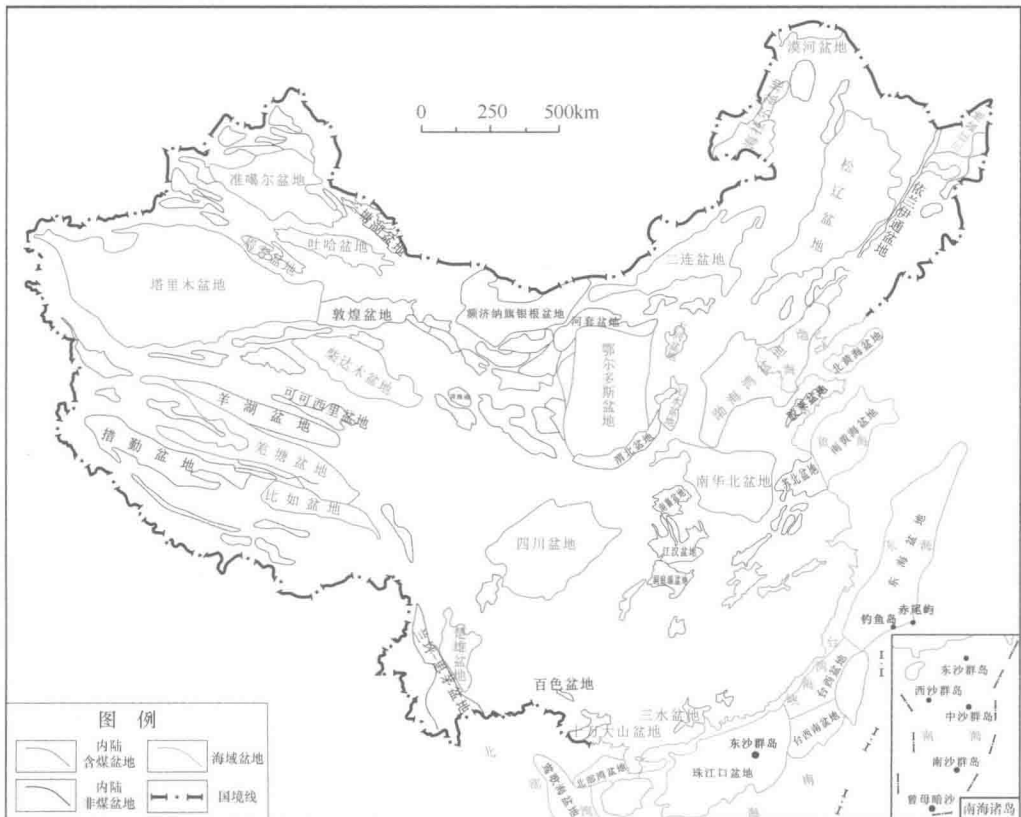


图 1-1 中国大陆地区含煤盆地分布图

可以看出,我国含煤盆地在大陆各区域均有分布,不仅有准噶尔、塔里木、鄂尔多斯、二连、松辽、四川盆地等大型含煤盆地,还有吐鲁番-哈密(吐哈)、焉耆、大同、沁水、海拉尔、漠河、楚雄、十万大山等中小型含煤盆地。

石炭-二叠纪的含煤盆地主要分布在中国东部,其中,以晚石炭世、早二叠世为主的华北盆地和以晚二叠世为主的华南盆地,是中国最重要的晚古生代巨型含煤盆地。

晚三叠世含煤盆地多分布于中国南部,即川、滇、赣、湘、粤等省,其次有鄂尔多斯东北部、西藏昌都、羌塘和新疆的塔里木北缘等地。

早、中侏罗世含煤盆地的总面积仅次于华北、华南盆地,除准噶尔盆地和鄂尔多斯盆地外,其他盆地面积都不大并较分散,但其煤炭资源量却很大。例如,吐鲁番-哈密盆地和塔里木盆地北缘地区都很著名;另外,华北北部、东北地区以及大同、京西、辽西、大青山、大兴安岭、大杨树和西部的河西走廊等地都有煤分布。其中,鄂尔多斯盆地的煤约占一半。

早白垩世含煤盆地多为分散而成群出现的小盆地,最大的有海拉尔-二连盆地群。此外,东到鸡西-鹤岗,西到北山地区西部,也有零星的含煤盆地分布。此类盆地的展布面积很大,约有45万 km^2 。其中包括了上百个大小不等的盆地,各盆地含煤性有明显的差异,大者,单个盆地内即有煤炭100亿t以上。

古近纪和新近纪的含煤盆地分布在中国东部滨太平洋沿海地区,少数隐伏于东海、南海水域之下,另外还分布于横断山脉南部。其分布有的以成群出现为特点,小而分散,如滇西、滇东地区新近纪的盆地即是,以中新世成煤较好。北方(以东北为主)地区则是以古近纪成煤盆地为特点,一般为褐煤。

在规模上,含煤盆地有明显的区域分布不均衡性,总体上以秦岭-大别山构造带为界,呈现“北多南少”、不均一性的分布格局。秦岭-大别山以北除中小型含煤盆地以外,还包括众多大型含煤盆地,且主要集中于东北、华北以及西北的阿尔金山以西地区;而秦岭-大别山以南除四川盆地这一大型含煤盆地之外,其余均为中小型含煤盆地,且分散于赣中、闽北、闽西、滇西南以及两广南部近海地区。

从聚煤量来看,华北盆地、鄂尔多斯盆地均超过15000亿t;华南、准噶尔、吐鲁番-哈密、塔里木北缘和海拉尔-二连盆地(群)可达1000亿~8000亿t;其他含煤盆地绝大多数为几十亿吨、几亿吨和更小的类型。

按面积划分,巨型(大于100万 km^2)含煤盆地有华北、华南两个晚古生代盆地;大型(10万~100万 km^2)含煤盆地主要是早、中侏罗世盆地,包括鄂尔多斯和塔里木北缘盆地,晚三叠世的四川盆地也属此型;其他中型(1万~10万 km^2)和小型(小于1万 km^2)的含煤盆地在数量上占多数,都是中、新生代的产物,前述各地的盆地群均属此类型(莽东鸿等,1994)。

1.2 主要含煤盆地沉积类型及特点

1.2.1 沉积类型

根据构造稳定程度、主要沉积环境及沉积组合,中国含煤盆地的沉积类型主要可划分

为4种,即地台区海陆交互相含煤沉积、过渡区海陆交互相含煤沉积、内陆拗陷盆地含煤沉积和断陷盆地含煤沉积(莽东鸿等,1994)。前两种均属近海型沉积,宏观上都具有下细上粗的反向韵律结构,沉积相带的展布以单边式结构为主。地台区海陆交互相含煤沉积的最大特点为厚度薄、含煤系数高、岩性简单稳定;过渡区海陆交互相含煤沉积则以厚度大、韵律性强、岩性复杂多变、含煤性差、煤层层数多而薄为其特点。内陆拗陷、断陷盆地含煤沉积属陆相沉积,两者垂向沉积序列均具粗—细—粗完整的韵律结构,沉积相带的平面展布多为封闭式的环状或半环状,边缘冲积扇发育,岩性、厚度、含煤性变化大,所不同的是后者受同沉积断裂作用控制,分割性大,活动性较强,前者沉积一般较为稳定。

含煤沉积类型在时间上有明显的变化规律:晚古生代以地台区海陆交互相沉积为主;晚三叠世以过渡区海陆交互相沉积为主,其次为内陆拗陷盆地沉积;早、中侏罗世主要为内陆拗陷盆地沉积;早白垩世、古近纪和新近纪主要为内陆断陷及拗陷盆地沉积。这种演变反映了成煤环境由海向陆变迁的过程。这种变迁过程的出现还与成煤植物由海生演化为近海和陆生的过程密切相关。

内陆断陷盆地,较多地出现于晚中生代、古近纪和新近纪。盆地演化中有5套沉积组合:①盆地初始充填期的底部粗碎屑冲积物段,主要为冲积扇砂砾岩沉积,总体向上变粗,局部含薄煤层,横向变化大,盆缘断裂处厚度最大,向盆地中心变薄。②明显分化期的含煤碎屑岩段和湖相段,垂向上明显表现出水进序列特征,横向上含煤碎屑岩分布于盆地的周缘,向盆地中心过渡为湖相沉积。③最大水进和湖泊快速充填期的湖相细碎屑岩段,由巨厚的浅湖与深湖细碎屑岩组成。④全面淤浅期的含煤碎屑岩段,湖泊快速充填和全面淤浅形成的河流、冲积扇、三角洲、浅水湖泊和沼泽的含煤碎屑沉积,巨厚煤层和大面积分布的煤层多赋存于此段,可采煤层累计厚度大于50 m者常见。⑤结束充填期的顶部粗碎屑冲积物段,主要为冲积扇沉积,夹薄煤,在许多盆地充填序列中缺少本段。

古近纪和新近纪盆地的沉积类型,基本上可划分为5种。

第一类型,总体为一水进序列,由冲洪积相—湖泊相含煤细碎屑组成,如昭通组、小龙潭组。当这种序列稳定单一时,含煤性较好,复杂多变时,含煤性变差,如合浦营盘等地。以昭通盆地昭通组为例:该组由下部砾岩段、中部含煤段和上部砂质黏土段组成,在含煤段中赋存特厚煤层(最厚达193.77 m),煤层结构由简单至复杂,含煤沉积具有明显的三段式结构。

第二类型,总体为湖相细碎屑岩与含煤细碎屑岩相交替的序列,古近纪和新近纪许多含煤盆地发育这类序列,在南方这类序列中的煤层以薄而多为其特征,且常与油页岩共生。以广西百色盆地为例:含煤地层主要为那读组,其次为上覆的百岗组。那读组自下而上划分为3段,下段由淡水湖相灰岩、泥灰岩夹少量细碎屑岩组成,含煤多达16层,煤层总厚8.44 m;中段为主要含煤段,为一套湖相细碎屑岩夹煤层组成,含煤多达66层,基本上以薄煤层为主;上段为深湖相泥岩段。百岗组整合于那读组之上,为一套浅湖相细碎屑岩夹煤层与油页岩层、含油砂岩,含煤多达33层,可采11层。

第三类型,为粗、细碎屑岩的重复叠加,表现出环境不太稳定的特点,所以煤层发育不太好,如黑龙江的宝泉岭、达连河盆地,但云南景东大街盆地却有较厚的煤层。

第四类型,为火山岩及火山碎屑岩沉积与含煤细碎屑岩沉积的一种组合。由于聚煤期火山活动频繁,聚煤条件被破坏,所以形成的煤层厚度较小,如浙江宁海盆地嵎县群