

教育部“卓越工程师教育培养计划”专业教材
教育部、财政部首批特色专业建设(TS2307)教材
教育部高校地质类专业教学指导委员会推荐教材
中国地质大学(武汉)“十二五”重点规划教材

聚煤盆地沉积学

版
汉
西

Sedimentology of Coal-bearing Basins

主 编 焦养泉

副主编 吴立群 荣 辉



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

获

教育部、财政部煤及煤层气工程特色专业建设项目
矿产(能源)资源勘查工程国家级教学团队建设基金
中国地质大学(武汉)“本科教育质量工程”建设经费
中国地质大学(武汉)“十二五”重点教材建设项目
中国地质大学(武汉)资源学院教材出版基金

联合资助

聚煤盆地沉积学

西 汉 启

Sedimentology of Coal-bearing Basins

主 编 焦养泉

副主编 吴立群 荣 辉

参与编撰的教师及历届研究生

王小明 汪小妹 谢惠丽 马小东 刘 阳 夏飞勇
宋 霁 吕 琳 季晨汝 崔 滔 王乙宇 朱 强
万璐璐 王志华 万 盾 王瑞辉 张 帆 晏泽夫
熊 清 瞿冬冬 吴 斌 鄢 朝



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目 (CIP) 数据

聚煤盆地沉积学 / 焦养泉主编. 吴立群, 荣辉副主编.

—武汉: 中国地质大学出版社, 2015.7

ISBN 978-7-5625-3661-1

I. ①聚…

II. ①焦… ②吴… ③荣…

III. ①煤盆地 - 沉积学 - 高等学校 - 教材

IV. P618.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 129777 号

聚煤盆地沉积学

◎ 焦养泉 主编.
吴立群 荣辉 副主编.

出版发行: 中国地质大学出版社

选题策划: 毕克成

责任编辑: 陈琪 张晓红

责任校对: 周旭

地址: 武汉市洪山区鲁磨路388号

电话: (027)67883511

邮政编码: 430074

制版: 武汉浩艺图文设计工作室

印刷: 武汉中远印务有限公司

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 28.25

字数: 720千字

版次: 2015年7月第1版

印次: 2015年7月第1次印刷

定价: 50.00元

序

以焦养泉教授为主编,吴立群副教授、荣辉博士为副主编完成的《聚煤盆地沉积学》是一部内容丰富、系统,具有鲜明特色的专业教材。

此书在基本构思上采取了基础与专业并重,涵盖了沉积岩石学的基础知识,体现了当代沉积学的核心内容——即以聚煤盆地中的沉积相和沉积体系为主体,并详细介绍了野外和实验室的基本研究方法。在此基础上,分析了各种沉积体系与聚煤作用的关系,阐明了煤聚集的规律性和制约因素,体现了煤地质专业知识的核心内容。此种教材内容上的安排,还基于当今煤田地质相关专业课程设置上存在的问题,弥补了沉积学这一重要基础在相关专业课程设置的学时安排上的不足。

在教材内容上,编著者全面介绍了国内外相关领域的进展,如介绍了层序地层学的概念体系和方法,使读者理解和学会在层序地层格架中研究成因相和沉积体系的三维配置关系,以及按沉积体系域做高精度的岩相古地理图并进行含煤性预测。

此书的一个重要特色是图件精美且丰富,特别是其中有大量编著者们自身实践和同行专家基于科学研究完成的野外典型沉积剖面写实,既给学生以形象的概念也提高了本书的科学性,可供广大奋斗在一线从事煤及沉积盆地中相关矿产资源勘查的工作者参阅和实地考察。

煤炭资源始终在我国能源构成中占有重要地位,还包括有重要发展前景的煤层气、含煤岩系中的页岩气和沉积型铀矿床,因此国家十分重视相关领域的人才培养。在全世界的高等学校中,我国是设置煤田地质相关专业最多的国家,编制高质量的教材和教学参考书成为十分重要的任务。

在本书出版之际,特祝贺此书已被列入“教育部、财政部首批特色专业建设教材”、“教育部卓越工程师教育培养计划专业教材”和“教育部高校地质类专业教学指导委员会推荐教材”。期待出版后作者们能根据教学实践应用情况对教材进一步精练和提高。

李思田

于 2014 年新春

<<<< 前言

煤是人类最为熟悉的一种赋存于沉积盆地中的能源矿产。人们为了更多地寻找和更好地利用煤炭及其伴生资源,煤地质学理论便应运而生。随着研究和认识的深入,煤的沉积学属性更为引人注目,这不仅仅是由于煤是一种有机沉积物,同时它也是一些沉积体系的固有组成部分,煤的物理化学性质及其空间分布规律主要取决于沉积体系的特征与类型,于是煤和含煤岩系沉积环境(沉积学)便逐渐从煤地质学中分离出来,并由此形成了一套完整的理论概念和方法体系。考虑到含煤岩系沉积环境和沉积盆地分析已经为人们所熟知,而初学者需要站在沉积盆地的角度整体而全面地认识和了解煤的成因,所以《聚煤盆地沉积学》就成为最贴切的选题。

沉积学是一门古老而又充满着活力的学科,人类赖以生存的环境问题、能源问题无不与其息息相关。我国独特的地理位置和地质结构,决定了煤、石油、天然气和铀等能源矿产的结构配额。人们普遍认为,无论是现在还是在未来相当长的一段时期内,煤在我国的能源结构配额中将占有绝对重要的比例。近年来,人们对由采煤而引发的安全问题日益关注,煤层气的开发和利用不仅成为消除安全隐患的重要途径,而且煤层气也成为清洁能源的理想替代产品。实际上,煤层气(瓦斯)是煤系地层演化过程中的产物,煤的物理化学性质直接决定了煤的生烃潜力和煤层气的储藏与开发。近几年,人们还逐渐认识到多能源矿产同盆共存富集的普遍规律,国家要求各行业勘探家要兼顾对盆地能源矿产的协同勘查。由此看来,对煤、石油、天然气(煤层气)及铀的综合勘查和研究将成为沉积学家的重要历史使命,因为这些能源矿产均产出于沉积盆地而且往往共存富集,沉积学家需要给出科学的成因解释并总结共存富集规律。因此,《聚煤盆地沉积学》的编撰同时还兼顾为煤层气工程以及与含煤岩系相关的多种沉积矿产协同勘查与研究提供必要的知识储备。

在《聚煤盆地沉积学》的编撰过程中,编著者特别强调了学科理论的系统性和科研实例的典型性相结合,兼顾了沉积学基础知识和煤聚集专业知识的有机融合,同时也体现了图文并茂的行文风格。这种编撰思想,既体现了“编”和“著”的基本平衡,同时也有将其打造成类似“词典”的奢望,希冀从事沉积学、煤地质学及其相关领域研究的读者在需要时可从中获取借鉴。

《聚煤盆地沉积学》主要从探讨沉积物(岩)成因的角度系统论述了沉积盆地中煤的成因机理与富集规律,为使系列知识循序渐进和前后衔接,在简要的“基本概念和历史回顾”介绍基础上,特别将教材设置为七篇共二十一章。第一篇为“聚煤盆地沉积学基础——沉积物(岩)形成演化过程”,重点从沉积物的来源、搬运作用与沉积过程、成岩作用等方面,介绍了沉积物(岩)的形成机理和主要的制约因素。第二篇为“聚煤盆地沉积学基础——沉积物(岩)基本特征”,从沉积

物(岩)结构、沉积构造、沉积物成分和类型划分的角度介绍了若干特征沉积标志及其成因机理,以达到恢复沉积与成岩环境、判别沉积体系类型的作用。第三篇为“沉积体系与古水流分析原理”,重点从沉积环境与沉积作用过程、成因联系、层次结构和三维空间配置的角度,介绍了沉积体系分析的基本原理和方法体系,同时纳入了古水流分析以期在沉积体系内部识别、描述和解释地质历史时期的水流形式。第四篇为“聚煤作用与制约机理”,重点从泥炭沼泽类型、植物遗体堆积方式、泥炭形成与保存条件,以及影响煤层发育和煤质的若干地质因素分析的角度,阐述了聚煤作用与制约机理。第五篇为“聚煤盆地沉积体系分析——聚煤作用活跃的沉积体系”,从沉积体系级别的尺度出发,系统总结了几种常见沉积体系的基本特征,重点阐明了不同沉积体系中泥炭沼泽的发育规律及其与其他成因相的空间配置关系。第六篇为“聚煤盆地沉积体系分析——弱(无)聚煤的沉积体系”,从聚煤盆地整体分析的角度,介绍了几种与聚煤沉积体系共生的弱(无)聚煤的沉积体系,了解它们是为了更好地认识聚煤沉积体系中那些优质泥炭发育所需要的环境地质条件以及为含煤岩系的其他伴生矿产勘查和研究奠定必要基础。第七篇为“层序地层与聚煤作用”,以层序地层学的新颖视角和分析思路,阐明了含煤岩系沉积旋回的成因和级序,揭示了泥炭堆积速率变化与层序形成演化的相关性及其时空分布规律。

本书由中国地质大学(武汉)焦养泉教授制订了结构和体例,在吴立群副教授和荣辉博士的协助下组织实施编写。各章编著者分工如下:第一章(焦养泉、吴立群、王小明)、第二章(焦养泉)、第三章(吴立群、焦养泉、马小东)、第四章(焦养泉)、第五章(荣辉、吴立群)、第六章(吴立群、焦养泉、马小东)、第七章(吴立群、刘阳)、第八章(焦养泉、吴立群)、第九章(焦养泉、马小东、季晨汝)、第十章(焦养泉、谢惠丽)、第十一章(焦养泉、谢惠丽)、第十二章(吴立群、焦养泉)、第十三章(焦养泉、吴立群)、第十四章(焦养泉、吴立群)、第十五章(焦养泉、吴立群)、第十六章(吴立群、荣辉)、第十七章(吴立群、荣辉)、第十八章(吴立群、荣辉)、第十九章(焦养泉、马小东)、第二十章(荣辉、焦养泉)、第二十一章(荣辉、焦养泉)。历届研究生吕琳、宋霁、夏飞勇、崔滔、王乙宇、朱强、万璐璐、王志华、万盾、王瑞辉、鄢朝等参与了部分章节的资料汇编、图件清绘和文献汇总,汪小妹、张帆、晏泽夫、熊清、瞿冬冬和吴斌等对全书进行了系统校对和订正。全书最终由焦养泉、吴立群和荣辉完成修改、统稿和定稿工作。

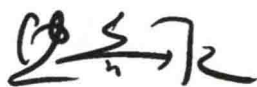
《聚煤盆地沉积学》是编著者在多年知识积累、长期组织策划和精心编撰的基础上付梓印刷的。在曾经编著的《应用沉积学》(校内教材 A-2006-28)、《沉积盆地分析基础与应用》(2004,年高等教育出版社)和《聚煤盆地沉积学》(校内教材 A-2011-6)中可以找到本书的雏形和影子。特别值得一提的是,本书在聚煤作用原理和沉积体系聚煤作用方面,继承了已故著名煤田地质学家陈钟惠教授的思想。在《含煤岩系沉积环境分析》(1984年)校内教材和随后公开出版的《煤和含煤岩系的沉积环境》(1988年)教材中,陈钟惠教授对20世纪60—80年代国内外经典的聚煤作用和模式进行了系统总结和归纳,其成果和认识极具代表性,是煤地质学基础教材的典范,因此编著者将其精髓纳入本教材。

在《聚煤盆地沉积学》成稿过程中,先后得到了教育部、财政部煤及煤层气工程特色专业建设项目(TS2307),矿产(能源)资源勘查工程国家级教学团队建设基金,中国地质大学(武汉)

“十二五”重点教材建设项目,中国地质大学(武汉)“本科教学质量工程”建设经费,中国地质大学(武汉)资源学院教材出版基金的联合资助,被列为教育部“卓越工程师教育培养计划”专业教材,被教育部高校地质类专业教学指导委员会指定为推荐教材,著名沉积学家李思田教授为完善教材给予了建设性的指导并为教材作序,《西安晚报》著名书法家殷汉西欣然为教材题名,编著者在此一并致以衷心感谢!

教材的封面和封底照片,分别为鄂尔多斯盆地东北部考考乌苏沟富县组吉尔伯特型三角洲顶积层沉积剖面和第四系古湖泊滨岸带的泥炭沼泽沉积记录(焦养泉摄于2010年)。

编著者曾寄望本教材能做到高水准和经典性,并为此付出了不懈的努力,但是鉴于精力和知识所限,未必能够达到如此高度。所以,书中的错误和不足之处,祈望同行专家和读者批评指正。



2014年1月2日

目录

第一章 基本概念与历史回顾

- 第一节 若干基本概念 1
- 第二节 学科起源与历史回顾 5
- 第三节 学科前沿与热点 12

第一篇 聚煤盆地沉积学基础

沉积物（岩）形成演化过程

第二章 沉积物的来源

- 第一节 陆源碎屑物质 25
- 第二节 生物来源物质 35
- 第三节 火山碎屑物质 41
- 第四节 宇宙源物质 44

第三章 搬运作用与沉积过程

- 第一节 机械搬运和沉积作用 46
- 第二节 化学搬运与沉积作用 60
- 第三节 生物搬运与沉积作用 70



第四章 成岩作用

- 第一节 成岩作用阶段····· 81
- 第二节 成岩作用类型····· 90
- 第三节 有机质的成岩作用····· 102
- 第四节 成岩作用对沉积物(岩)的影响····· 106

第二篇 聚煤盆地沉积学基础

沉积物(岩)基本特征

第五章 碎屑沉积物的结构

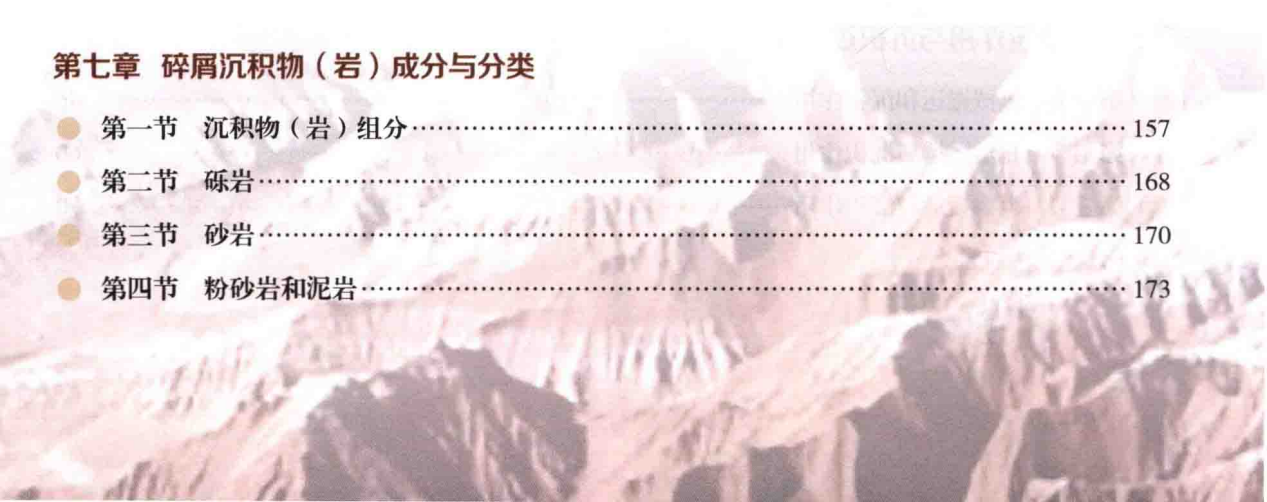
- 第一节 沉积物粒度····· 110
- 第二节 粒度分析····· 112
- 第三节 沉积物分选性和磨圆度····· 123
- 第四节 沉积物组构····· 125
- 第五节 结构成熟度与结构的定性解释····· 127

第六章 沉积构造

- 第一节 原生无机沉积构造····· 132
- 第二节 机械次生无机沉积构造····· 141
- 第三节 化学无机沉积构造····· 148
- 第四节 生物成因构造····· 150

第七章 碎屑沉积物(岩)成分与分类

- 第一节 沉积物(岩)组分····· 157
- 第二节 砾岩····· 168
- 第三节 砂岩····· 170
- 第四节 粉砂岩和泥岩····· 173



第三篇 沉积体系与古水流分析原理

第八章 沉积体系分析

- 第一节 沉积体系基本概念····· 179
- 第二节 沉积体系分析的基本方法····· 182
- 第三节 沉积体系常规编图方法····· 193

第九章 古水流分析

- 第一节 指向构造和组构与古流方向····· 203
- 第二节 非定向标志与古流方向····· 211
- 第三节 物源与古水流系统····· 213
- 第四节 古水流的测量与应用····· 215

第四篇 聚煤作用与制约机理

第十章 泥炭形成与堆积机理

- 第一节 泥炭沼泽类型····· 219
- 第二节 泥炭沼泽化与气候····· 225
- 第三节 植物遗体堆积方式····· 227
- 第四节 泥炭堆积速度与压实作用····· 229
- 第五节 泥炭沼泽环境恢复····· 233

第十一章 聚煤作用制约因素

- 第一节 水位与水深变化····· 238
- 第二节 古地貌与差异压实····· 240
- 第三节 溢岸沉积作用与水系改道····· 242

● 第四节 海侵作用·····	247
● 第五节 综合影响分析·····	251

第五篇 聚煤盆地沉积体系分析

聚煤作用活跃的沉积体系

第十二章 冲积扇沉积体系

● 第一节 沉积作用过程及其沉积物类型·····	254
● 第二节 现代和古代冲积扇实例·····	256
● 第三节 冲积扇沉积物特征和垂向序列·····	259
● 第四节 冲积扇与聚煤作用关系·····	261

第十三章 河流沉积体系

● 第一节 河道型式与河道类型·····	268
● 第二节 沉积作用类型与过程·····	269
● 第三节 高弯度曲流河·····	271
● 第四节 低弯度辫状河·····	281
● 第五节 网结河·····	286
● 第六节 几种河流特征的比较·····	289

第十四章 湖泊沉积体系

● 第一节 湖泊沉积作用·····	291
● 第二节 湖泊体系的内部构成特征·····	293
● 第三节 湖泊沉积垂向序列·····	304
● 第四节 湖泊的聚煤作用·····	306

第十五章 三角洲沉积体系

● 第一节 三角洲沉积作用类型·····	310
● 第二节 三角洲体系的分类·····	311

● 第三节	河控三角洲体系·····	314
● 第四节	浪控和潮控三角洲体系·····	324
● 第五节	扇三角洲和辫状河三角洲体系·····	327
● 第六节	几种三角洲特征的比较·····	330

第十六章 碎屑滨岸沉积体系

● 第一节	沉积作用类型·····	332
● 第二节	海滩面沉积体系·····	333
● 第三节	潮坪沉积体系·····	335
● 第四节	障壁岛-泻湖沉积体系·····	337

第六篇 聚煤盆地沉积体系分析

弱（无）聚煤的沉积体系

第十七章 陆源陆架-盆地沉积体系

● 第一节	沉积作用类型·····	348
● 第二节	陆架体系沉积构成特征·····	351
● 第三节	陆坡和盆地体系沉积构成特征·····	355

第十八章 碳酸盐岩沉积体系

● 第一节	碳酸盐岩矿物·····	360
● 第二节	碳酸盐岩分类·····	361
● 第三节	碳酸盐岩沉积体系·····	365
● 第四节	碳酸盐岩体系聚煤作用·····	377

第十九章 风成沉积体系

● 第一节	沉积作用与特征沉积构造·····	380
● 第二节	沉积体系内部构成特征·····	383
● 第三节	垂向序列·····	391

第七篇 层序地层与聚煤作用

第二十章 层序地层学原理

- 第一节 层序地层学起源····· 393
- 第二节 层序地层单元级别····· 394
- 第三节 层序地层学概念体系····· 396
- 第四节 层序地层学的内涵与外延····· 400

第二十一章 层序格架中的聚煤规律

- 第一节 近海型含煤岩系层序格架下的聚煤规律····· 405
- 第二节 内陆湖盆层序格架下的聚煤规律····· 410

- 主要参考文献····· 415

第一章 基本概念与历史回顾

聚煤盆地沉积学(sedimentology of coal-bearing basins)是研究沉积盆地形成演化过程中成煤环境、聚煤作用、含煤岩系的基本特征,并揭示聚煤机理和总结聚煤规律的一门学科。聚煤盆地沉积学是在沉积学、煤地质学和盆地分析基础上的重要发展。在漫长的发展过程中,相关学科的融合便形成了一套完整的概念体系。了解学科历史,把握学科前沿和热点,是为了更好地预测学科发展方向和拓展学科的应用领域。

第一节 若干基本概念

一、沉积学

沉积学(sedimentology)这一概念最早由 Wadell 于 1932 年提出,他将其简单定义为研究沉积物的科学。Gary 等(1973)在 *Glossary of Geology* 中将沉积学定义为“对沉积物的来源、沉积岩的描述和分类以及沉积物形成过程进行研究的科学”。1978 年, Friedman 和 Sanders 将沉积学又进一步定义为“研究沉积物、沉积过程、沉积岩和沉积环境的科学”。由此可见,沉积学研究的对象十分广泛,既要研究沉积作用过程,包括沉积物的来源、搬运作用、沉积作用和沉积后的改造作用,又要研究沉积物的横向和纵向分布及其与现代和古代的地理环境、气候环境的关系(图 1-1)。所以, Lewis (1984)认为对沉积物历史的解释是沉积学家的使命。

二、煤

煤(coal)是一种沉积岩。像其他沉积岩一样,煤原始物质呈层状沉积,具有横向和垂向变化(反映植被类型、水位、碎屑注入物等的变化)。在埋藏以后,它又经受了压实和成岩作用(煤化作用)。唯一的区别是,煤主要由有机化合物组成而不是由矿物组成(图 1-2)。所以,煤的性质是它的沉积作用和成岩作用历史的结果(McCabe, 1984)。煤作为沉积盆地中的一种沉积物,它隶属于沉积体系。虽然具有明显的特殊性,但其形成、分布乃至品质等,依然遵循沉积学原理。



图 1-1 现代沉积环境与古代沉积物(岩)

- a. 巴丹吉林沙漠及其盐水湖(据 Stefano Brambilla, 2009); b. 现代曲流河及其牛轭湖(据舒良树, 2010); c. 四子王旗乌兰胡秀第三系干旱湖泊沉积(焦养泉摄, 2012)

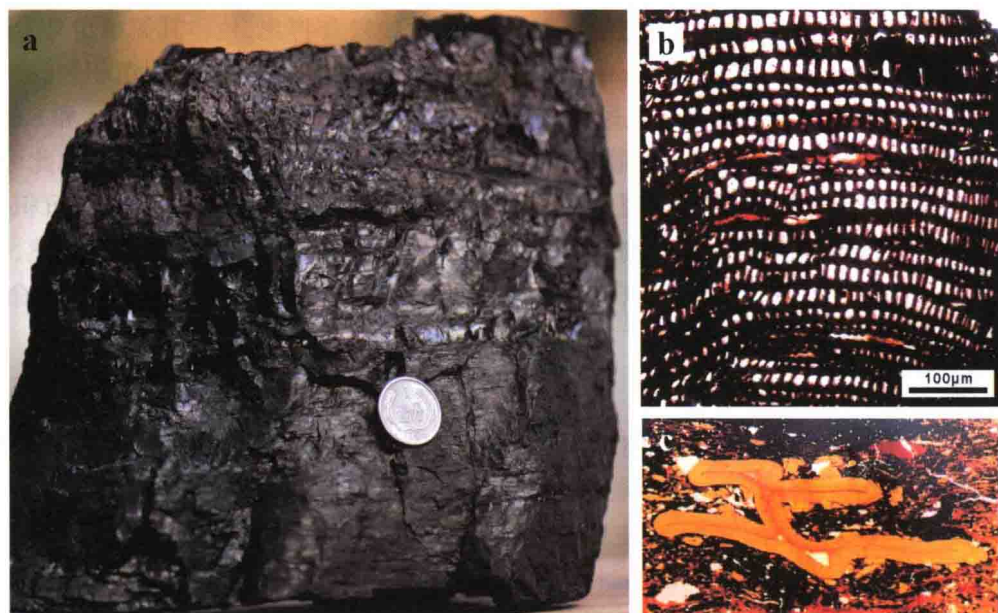


图 1-2 煤的典型宏观与微观照片

- a. 煤的手标本; b. 镜煤碎屑中的植物细胞显微结构; c. 煤中孢子体的显微结构

三、含煤岩系

含煤岩系 (coal-bearing strata) 指一套含有煤层或煤线的沉积岩系, 又称煤系、含煤沉积或含煤建造。构成含煤岩系的沉积岩大多数呈灰、灰绿、灰黑和黑色, 主要由各种粒度的砂岩以及粉砂岩、泥岩和煤组成, 砾岩、粘土岩和石灰岩也常见, 有时也见到铝质岩、油页岩、硅质岩和火山碎屑岩等。含煤岩系一般富含动、植物化石。有时还可见到多种碳酸盐结核、硫铁矿结核以及硅质结核等 (图 1-3)。

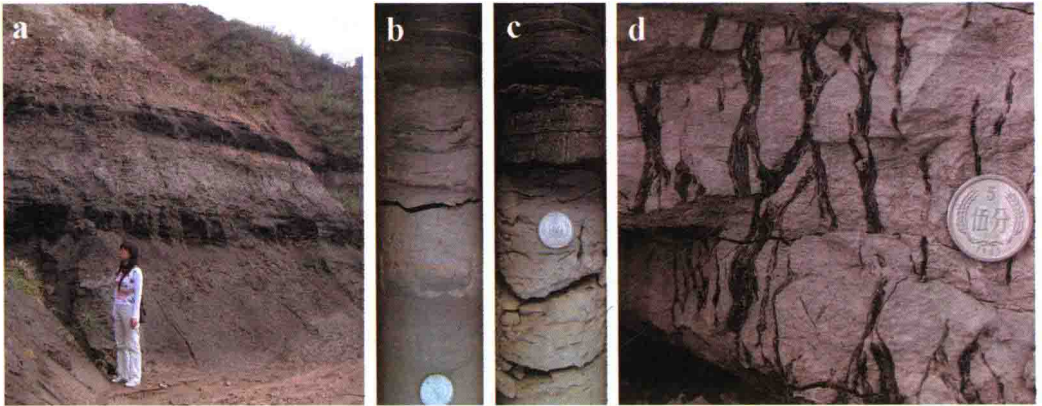


图 1-3 侏罗纪含煤岩系基本特征 (据焦养泉等, 2006)

a. 鄂尔多斯盆地东胜地区直罗组底部煤线; b、c. 吐哈盆地西山窑组煤及底板根土岩; d. 鄂尔多斯盆地东胜地区延安组工业煤层底板根土岩

四、聚煤作用和聚煤规律

聚煤作用 (coal-accumulating process) 是指古代植物在古气候、古地理和古构造等有利条件下聚集而成为煤炭资源的作用。聚煤作用存在于一定的地壳空间和地质时间中, 可以通过聚煤带、聚煤中心或富煤单元等概念来表征。在聚煤盆地中, 聚煤作用往往出现于沉积盆地的一定演化阶段和特定部位, 随着古植物、古气候、古地理和古构造等因素演变 (有可能是其中的某一种因素起到了关键作用), 聚煤作用也随之发生变迁, 并在时空上表现出一定的规律性 (图 1-4)。因此, 聚煤规律 (coal-accumulating regulation) 就是指煤在地壳中聚集的时间和空间分布规律。

五、聚煤盆地

聚煤盆地 (coal basin) 是指在地质历史时期沉积了含煤岩系的盆地, 即发生了聚煤作用的沉积盆地。聚煤盆地有多种类型, 其性质特征各异, 而且大多数聚煤盆地由于后期构造作用的影响而受到了不同程度的剥蚀和破坏。

李思田 (1979) 按照聚煤盆地的成因将其分为构造成因聚煤盆地和非构造成因聚煤盆地。

构造成因的聚煤盆地是岩石圈形变的产物, 通常分为拗陷型盆地和断陷型盆地两种基本类型: ①拗陷型盆地。其底面呈波状起伏, 故又称波状拗陷型聚煤盆地。盆地中含煤岩系和煤层的厚度、岩性是渐变的。根据盆地横断面的形态可分为对称的和不对称的, 这取决于盆地拗陷轴的位置。世界上煤储量的绝大部分形成于拗陷型盆地。②断陷型盆地。它的形成

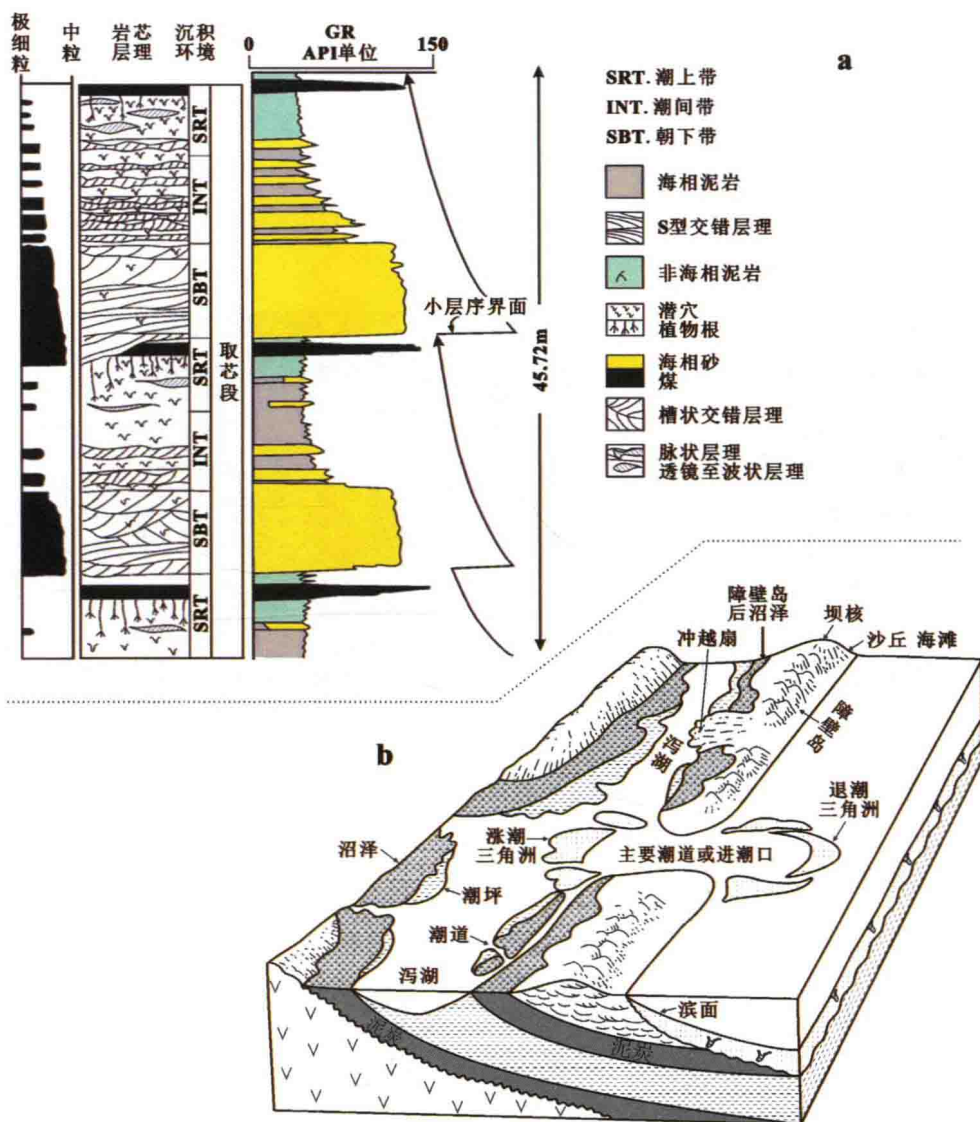


图 1-4 碎屑滨岸带的聚煤作用与演化模式

a. 潮坪沉积体系中聚煤作用演化规律(据 Van Wagoner 等, 1988); b. 障壁岛-泻湖沉积体系中泥炭沼泽发育与迁移模式(据 Reinson, 1992)

与裂陷作用有关,盆地的底界面是不连贯的,基底常由一系列镶嵌状的断块构成,断块交界处呈阶梯状突变。断块相互间的差异运动,引起盆地内部的沉积分异,通常较之于拗陷盆地具有更大的沉降分异,使煤系厚度、岩性、岩相以及含煤性等的变化显著,煤层对比困难。盆地常有两种亚型:一种是单侧有控制性断裂,使盆地呈箕状;另一种是双侧有控制性断裂,属于地堑式断陷。在断块沉降速度适宜于植物遗体堆积速度地带常形成数十米到百米以上的巨厚煤层(图 1-5)。聚煤作用发生于断陷盆地发育的早中期和中晚期。富煤带总体分布于盆地中部,并与盆地总体展布方向一致。从盆地边缘向盆地中心,煤的富集特征先由急剧分岔带逐渐过渡为稳定厚煤层带,进而再过渡为分岔带。

盆地演化过程中的基本类型和形态常发生转化,从而形成复杂类型的盆地。在地质记录中,断陷转化为拗陷是较普遍的现象,因此人们通常将拗陷解释为裂后热沉降。

试读结束: 需要全本请在线购买: www.ertongbook.com