

高等学校教学参考书

构造控煤概论

黄克兴 夏玉成 编著

煤炭工业出版社

P661.6
H-66

高等学校教学参考书

构造控煤概论

黄克兴 夏玉成 编著

煤炭工业出版社

739165

内 容 提 要

本书从构造作用控制观点系统阐述了煤的聚积、改造和赋存的全过程。第一、二章介绍了研究构造控煤所必需的基础知识；第三、四、五、六章从构造作用塑造的气候环境、沉积环境和构造环境讨论了聚煤作用；第七、八、九、十章提出了煤系、煤层的构造变动特点和促使煤变质的构造控制因素，并在此基础上分析了煤受内、外力地质作用综合改造后的赋存状态。此外，附录提供了目前开展构造控煤研究的一些工作方法。

本书可作为煤田地质勘查专业及矿井地质专业高年级本科生和研究生的专题补充教材，亦可供从事科研、教学、生产等专业技术人员参考。

An Introduction to Tectonic Control of Coal

Huang Kexing Xia Yucheng

Abstract

With the viewpoint of tectonism-control this book makes a systematic exposition of the whole process of the accumulation, reformation and existence of coal. It consists of ten chapters. Chapter 1 and 2 introduces the basic knowledge of tectonic control of coal; Chapter 3 to 6 discusses coal accumulation from climatic, sedimentary and tectonic environments affected by tectonism; Chapter 7 to 10 analyses the existing state of coal reformed by interior and exterior geological Processes on the basis of summarizing the characteristics of tectonic variation of coal serieses and coal seams as well as the control factors of coal metamorphism. Furthermore, the appendix introduces some research methods of tectonic control of coal.

The book can be used as a supplementary text of the senior students and postgraduates of coal geology and prospecting. It serves also as a reference book for professionals engaged in scientific research, teaching and the actual work. It will be published by the Coal Industrial Publishing House of P. R. C. in 1990.

责任编辑 宋德淑

高等学校教学参考书 构造控煤概论

黄克兴 夏玉成 编著

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街 21 号)

北京京辉印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 15¹/₄

字数 368 千字 印数 1—1,565

1991 年 5 月第 1 版 1991 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 7-5020-0505-6/TD·461

书号 3282 定价 3.95 元

前 言

当代地质学观的特点之一是分析思维的立体化,它要求多方面学科互相渗透,以便建立更全面的科学概念。煤田地质学是建立在许多学科基础上的专门学科,尤其与古气候学、古沉积学、构造地质学等关系更为密切。煤田地质学的发展不仅需要这些学科的独立支持,而且更需要它们与煤田地质学作具体结合,这样才能把有关煤的地质作用放在地球总动态系统中进行分析,得出更完整的动态概念。

正如本书所强调的,起源于地球内部物质运动的构造作用是控制一切地质过程的根本因素,因而煤的聚积过程、改造过程和煤的赋存状态等也都受构造作用控制,构造控煤概念正是基于这一基本认识而扩展开的。

但是,由于构造控煤概念现仍处于完善过程中,它还缺乏完整的理论体系。因此,本书目前的阐述并不能认为是完整的,仅仅是搭起一个框架,企图将某些构造地质理论与煤田地质学作出具体的结合,以期为读者拓宽一些思路。正因为是一个开端,起步显然艰难,而且最后可能并不成功,至少作者在回顾全书后尚有余憾。但是目前如果能够得到同行们确认,从构造(作用)观点探索煤田地质规律也是一条可循的途径,那么本书写作的基本任务就已完成,至于有关这种理论体系的最终完善,还有赖于广大煤田地质工作者的共同努力。

本书是为大学煤田地质勘查专业及矿井地质专业高年级学生和研究生提供专题教材用,也可供煤田地质工作者参考。它既是专题阐述,在内容上就要维持构造控煤主题的需要,力求结合新成果扩展领域,其中也必然有作者的构思和倾向,使其带有一定的专题性。但它同时又是教材,就必须结合服务对象组织内容,兼顾其教学性的特点,因而不少章节都与已授课作了一些重复,在举例和图示方面也尽量从学生已熟习过的教材和文献中选用,以起在已有知识基础上继续深化的作用。

本书由西安矿业学院黄克兴(绪论、第一、二、三、七、八、十章)、夏玉成(第四、五、六、九章,以及附录)编写。全书由黄克兴主编。

在编写过程中,西安矿业学院的侯恩科参与了前四章的文稿校核,并与谭勇杰参与了部分文献的收集;张弼斌、李子岩、侯恩科、谭勇杰、王晓刚、胡金友、徐凤银,以及在读的研究生王贵荣、彭文祥等,都提供了他们的研究成果或在具体工作上给予了协助;黄辉璧负责全书稿的清抄和整理,为此书付出了多方面的劳动;阎文英、龙荣生也给予了很多帮助。

中国矿业大学高文泰教授和韩德馨教授给予了热情的鼓励,作者的某些构思有的也可溯源于他们的影响;许多同行和同事都给予了热情支持。

由于编写内容的需要,书中引用了个别尚未公开发表(除译文以外)的内刊文献和资料,得到有关单位和作者的理解。

对以上同志这里统表衷心感谢!并厚望读者提出修正意见。

编 著 者

1990年9月

目 录

绪 论	1
第一章 构造作用	9
第一节 地球结构模式	9
第二节 构造作用表现特征	14
第三节 当代的各种构造学新见解	19
第四节 构造作用的控煤意义	23
第二章 气候学与古气候学基础	26
第一节 气候学基本概念	26
第二节 古气候学的基本问题	31
第三章 聚煤古气候的构造控制	37
第一节 造煤植物与气候条件	37
第二节 古气候的构造控制	39
第三节 聚煤期古气候的构造背景	47
第四章 聚煤沉积环境的构造控制	60
第一节 含煤岩系的沉积环境概述	60
第二节 沉积环境的构造控制	63
第三节 煤系和煤层沉积特征的构造控制	70
第五章 聚煤盆地的沉降动力	76
第一节 岩石圈层块的相对运动	76
第二节 重力均衡调整	83
第三节 热运动在大陆岩石圈中的表现	86
第四节 引起聚煤盆地沉降的其它构造作用	87
第五节 聚煤盆地沉降机制的综合分析	89
第六章 聚煤构造环境及其对聚煤特征的控制	92
第一节 基础构造格架的形成及其控煤意义	92
第二节 聚煤期构造运动的主要形式及其控煤意义	97
第三节 聚煤特征的构造控制	106
第七章 煤系岩层*的构造变动	111
第一节 煤系岩层的构造变位	111
第二节 煤系岩层的构造变形	124
第八章 煤层的构造变动	145
第一节 煤层的构造变形	149
第二节 煤系、煤层中的岩浆岩侵入体	164
第九章 煤变质作用的构造控制	170
第一节 煤变质作用的实质及其影响因素	170
第二节 古地热系统、古地温场及其构造控制	177

第三节 煤变质作用特点、变质带及其构造控制	184
第十章 赋煤状态的构造控制	187
第一节 决定赋煤状态的外动力地质作用	187
第二节 决定赋煤状态的构造变动	196
附录 构造控煤分析的某些研究方法	208
第一节 主要控煤因素的定量判别	208
第二节 煤系基底古地形和古构造的恢复	217
第三节 同期构造运动的定量分析	220
第四节 古构造应力场分析	223
第五节 其它方法	229
参考文献	232

CONTENTS

Introduction

Chapter 1. Tectonism

1. Model of the earth's structure
2. Characteristics of tectonism
3. New Views of tectonics
4. Control significance of tectonism to coal

Chapter 2. Fundamentals of climatology and paleo-climatology

1. Basic concepts of climatology
2. Basic problems of paleo-climatology

Chapter 3. Tectonic control of paleo-climates during the period of coal accumulation

1. Coal-forming plants and climatic conditions
2. Tectonic control of paleo-climates
3. Tectonic settings of paleo-climates during the period of coal accumulation

Chapter 4. Tectonic control of sedimentary environments of coal accumulation

1. Outline of sedimentary environments of coal serieses
2. Tectonic control of sedimentary environments
3. Tectonic control of sedimentary characteristics of coal serieses and coal seams

Chapter 5. Subsidence mechanism of coal-accumulation basins

1. Relative movement of lithospheric blocks
2. Isostatic adjustment of gravity
3. Characteristics of thermal movement in continental lithosphere
4. Other tectonism causing subsidence of coal-accumulation basins
5. Comprehensive analysis of subsidence mechanism of coal-accumulation basins

Chapter 6. Tectonic environment and coal-accumulation characteristics

1. Formation and coal-controlling significance of structural framework before coal accumulation
2. Main forms and coal-controlling significance of tectonic movements during the period of coal accumulation
3. Tectonic control of coal-accumulation characteristics

Chapter 7. Tectonic variation of rock beds in coal serieses

1. Tectonic shift of rock beds in coal serieses
2. Structural deformation of rock beds in coal serieses

Chapter 8. Tectonic variation of coal seams

1. Structural deformation of coal seams
2. Igneous intrusive masses in coal serieses and coal seams

Chapter 9. Tectonic control of coal metamorphism

1. Substance and control factors of coal metamorphism
2. Tectonic control of paleo-geothermal systems and paleo-geothermal fields
3. Tectonic control of the characteristics of metamorphism and metamorphic zones of coal

Chapter 10. Tectonic control of existing state of coal

1. Exterior geological processes controlling existing state of coal
2. Tectonic variation controlling existing state of coal

Appendix

1. Quantitative judgement of dominant coal-controlling factors
2. Reconstruction of paleo-landform and paleo-structure of the basements of coal series
3. Quantitative analyses of syndepositional tectonic movements
4. Analyses of paleotectonic stress fields and strain fields
5. Other methods

References

绪 论

地球是个高度活动的动态系统，地球内、外无时不在变动之中。各种有用物质的聚集、分散、迁移和赋存都是在地球的统一动态系统中演化和发展着，它们都有一定的规律。如何认识和掌握这种规律，历来都是地质工作者致力寻求的目标。人们曾从不同的角度创立了各种理论和学说，以期通过各种途径来实现所要探索的目的。但是，由于地球体十分庞大，结构又非常复杂，又一直处于活动之中，因而全面、客观地掌握这种规律是很困难的，现有的认识水平仍然有限。

一般认为，由于地球内部物质运动所导生的构造作用应是促成地球演变的基础；虽然地球作为宇宙的一员也必然会受其它天体的影响，但与前者相较，后者仍然属于第二位。因此，构造作用应是控制一切地质过程的根本因素，地球物质的各种演变程式都是在它的支配下衍生和发展着，这一认识已为很多地质学家所接受。因而，从地球动力学观点——构造作用观点，从动态系统的更高层次来探索矿产形成和分布的规律，将会更接近于事物的本质。作为沉积矿产之一的煤，也毫无例外地受制于这个总体规律，故从构造作用角度分析煤田地质规律也是另一种探索途径。

构造控煤是运用构造控制观点和构造分析方法解析煤田地质规律的专项理论研究，也是构造地质学与煤田地质学的具体结合。虽然目前它还没有形成一套完整的理论体系，但作为一项应用知识却已在实际工作中广为流传。

一、构造控煤概念的形成

构造控煤概念是构造控矿概念的引伸。矿体受地质构造制约的观念早在科学地质学形成以前就已产生，随着地质学的进展，这种观念又进一步得到了增强。

19世纪后半叶，由于J. Hall (1857)，J. D. Dana (1873) 和 E. Suess (1885) 等人所作的贡献，地质学已被推向一个新的高度，使人们有可能从宏观的角度，从区域构造演化分析中探求矿产形成和分布的规律。在其后的日子里，特别是本世纪以来，地质学显然在朝着两个方向发展：一方面更加着眼于全球性的宏观构造分析，即后来为苏联地质学家所强调独立的大地构造学；另一方面则分化为多种独立学科，并互相渗透以产生边缘学科，从而更注重微观和定量的地质研究。但是，无论是宏观分析还是微观研究，探索地质构造条件与矿产资源间的关系却始终始终是地质学的中心任务，矿体受控于地质构造条件的概念也就不断地有所发展。

第二次世界大战后，特别是50年代以来，由于工程数学、计算机应用及机器自动化技术的日愈推广，“控制”（control）的术语已被带进日常生活中来。地质学家们借用了控制这个术语，用以强调某种自然因素的主导作用，从而在60年代以后，大量的控制术语便流行于地质文献中，构造控矿的概念也在这个时期应运而生。

煤是层状同生沉积矿体，煤层的延展常与上、下岩层产状相一致，受岩层构造变形的控制远比其它矿体直观，故构造控制煤层产状的概念也比构造控制其它任何矿体的观念都产生得早。直到目前，人们还常把构造控煤简单地直观理解为构造形态对煤层和煤系赋存状态的控制。

煤田地质学应是一门古老的科学知识，人们在煤的长期开发历史中积累起来的经验不断地充实着地质学；而反过来，一些已经科学化了的地质学基本原理又指导着对煤的进一步开发和利用。但直到本世纪初，由于欧美地质学家对阿巴拉契亚山区西部和伊利诺斯盆地、英国的南威尔士煤田、德国的鲁尔煤田和法国的巴黎盆地等地区的地质工作，还有苏俄学者Л.И.Лутугин (1898、1911) 和М.И.Степанов (1919) 等人对顿涅茨煤田的系统研究，煤田地质学才逐渐成为一门独立的学科。从那时起，构造沉降作用便作为聚煤的基本条件之一被正式列入教科书，人们对构造沉降因素与煤形成和分布关系的认识，也随着煤田地质学的发展而不断深化。

本世纪内（特别是30年代以来），迅猛发展的石油地质事业对有机质成矿理论研究和沉积学的发展都有很大的促进作用；同时，也有力地推动了煤田地质学的发展。煤、油、气经常作为统一的有机质演化系列而被综合研究，它们都以能源结构的组成部分共同吸引着人们的关注。石油地质学家们，如I.C.White (1885)，A.W.Mckoy和W.R.Keyte (1934)等，早就注意到了构造形态对油气圈闭的控制作用，提出过背斜储油和构造储油等学说；而对大地构造部位与盆地基础构造格架对有机质演化和油气运移、储集等的意义，也较早地受到了重视。40~50年代，石油地质界已经开展了关于古构造的编图和研究，如A.I.Levorsen (1931, 1951)，B.Е.Хайн (1954, 1964)，B.К.Гавриш (1965) 等人的工作。同时，石油地质学家和构造地质学家又先后推出了同沉积褶皱 (Syn depositional fold)、同沉积断层 (生长断层: growth fault) 等概念，进一步肯定了构造变形发展过程对沉积作用的控制关系。这些有益的概念几乎同时或稍后，都被陆续引用到煤田地质学研究中来。

此外，有关大地构造理论中“槽、台”理论的发展，进一步促进了地质学各个领域的发展。在这个阶段内，以大地构造条件和大地构造环境为基础的各种矿床类型研究取得了相应的进展，对煤矿床的各种分类也都充分考虑到大地构造部位对其产生的控制作用。特别要指出，50年代以后，早期煤炭工业发达的西欧国家和美国，由于能源结构转向以油、气应用为主，相应地削弱了对煤田地质理论的研究；而煤炭资源丰富的苏联、联邦德国等国家，却在发展煤田地质学方面继续作出贡献。特别是在苏联，出现了一大批专门从事煤田地质学研究的学者，如Ю.А.Жемчужников、Г.Ф.Крашенинников、А.А.Тимофеев 等人，他们都从不同的角度强调了地质构造基础、特别是大地构造作用对煤的沉积建造乃至煤岩、煤质变化的重要影响。苏联的煤田地质学理论在50~60年代，对中国煤田地质界的影响是深远的。

在国内，早在20~30年代就有翁文灏、丁文江、王竹泉、谢家荣等老一辈地质学家在煤炭资源地质调查和煤田地质理论分析方面作出了开拓性的贡献。李四光在30年代后期，曾用其创立的构造体系概念和构造型式规律对英国的南威尔士煤田找煤问题阐述过见解。

40~50年代以后，我国陆续形成了以中国地质构造特征为基础的各种大地构造学派，其杰出代表者如：李四光、黄汲清、张文佑、陈国达、张伯声、李春昱、朱夏、马杏垣等人，都在各自的论著中着重阐述了构造对矿产（也包括煤）形成和分布规律的控制作用，特别是李四光教授，在其代表作《地质力学概论》(1962)中，即明确提出了构造体系分级控矿的理论；在其以后的著述中，又反复强调地质学中建造和改造的辩证关系，并提出建造反映改造、改造（构造）控制建造的主张。他的这种观点和思考方法，在60年代和70年代中，由他本人和后继者们继续给予了发扬和深化。

70年代末至80年代初,在我国煤田地质界先后出版了两部颇有影响的专著和教科书——《中国煤田地质学》(煤炭工业出版社,1979~1980)和《煤田地质学》(地质出版社,1979~1981)。这两本书都进一步运用了李四光倡导的构造体系分级控矿思想,并将其具体运用于阐述对煤的聚集和赋存规律的全面控制,使构造控煤概念得到了较完整地阐明,这也是我国煤田地质学家对构造控煤研究所作的贡献。与此同时,广大煤田地质工作者在构造控煤的思想指导下又做了许多工作,取得不少成果;构造学家们又以各种构造学说和理论进一步丰富了构造领域的理论基础,从而使构造控制的思想日益深化,有关构造控煤的概念也日趋日渐走向成熟。

二、构造控煤研究现状

构造控煤研究是建立在构造地质学与煤田地质学两个学科的发展基础之上的。

在构造地质学领域中,由于60年代后期兴起的活动论新全球构造观,极大地推动了地学发展,使得一些传统的地质观念都在不同程度上经受了检验,煤田地质学也不例外。由于煤田地质学主要依赖于三大支柱——古气候学、沉积-古地理学和构造地质学的发展,其中处于主导地位的构造地质学(特别是大地构造学观)已经发生了重要变革,故必然影响到以地质构造为基础的沉积-古地理研究;而古气候学历来对活动论思潮就有天然的敏感性,这是由于很多古气候、古生物方面的重大问题用活动论观点能得到较合理的解释,这样一来,煤田地质学也就必然随之发生较大的变化。

近20年内,由于构造地质学的突破性进展,事实上已经逐渐涉及到煤田地质学中的一些根本性问题,如聚煤盆地的成因机制和构造演化、聚煤作用沉积环境的构造控制和区域构造背景、区域性聚煤带的分布和迁移规律及其控制因素、煤变质的热-构造环境等,它们在新的构造学观面前都受到了严重地挑战。70年代开展的国际合作研究“地球动力学计划”(I.G.P.)和80年代的“岩石圈动力学计划”(I.L.P.),把很多地质学家和地球物理学家的注意力又重新吸引到大陆地质方面来。由于采用了新的观点和综合性技术手段对大陆岩石圈构造进行深入研究,构造地质学中又推出了许多新的观念。它们不仅极其活跃地充实着人们对岩石圈构造变形机制的新认识,同时也往往重新修正了区域或局部地区的构造变形史,从而使煤田地质工作者能够将其正确应用于煤田构造分析,进一步掌握已有煤田或勘探区的构造变形规律,使评价和预测的工作得以顺利进行。这些都可看成是构造控煤研究的新进展。

但是按照惯例,煤田地质学过去一直侧重于聚煤作用研究。聚煤作用的发展变化主要取决于古地理和古构造因素,而就这两方面在煤田地质领域中的进展来看,前者显然优于后者。煤田地质学家历来十分注重聚煤的岩相古地理研究,特别是聚煤沉积环境分析。近20年来,由于沉积学的迅速进展,有力地推动了含煤岩系沉积环境分析和聚煤规律研究,使聚煤古地理研究不断地取得成果。但是与此相比较,煤田地质学研究的另一支柱——古构造(泛指聚煤作用完成以前的构造)研究却显得薄弱,因而使煤田地质学仍然侧重于沉积分析。板块构造理论的发展,虽然也触动了一些煤田地质学中的根本问题,但与其它学科相比较,煤田地质学在新构造观指导下的变革仍是较迟缓的。

上述障碍都对构造控煤研究造成了相应的困难,但从总的发展趋势看,构造作用的控制地位仍然日益突出。现在,地质学家们比任何时候都更加明确了大地构造在地学领域内的主导作用。确认构造作用不仅与岩浆活动、变质作用融为一体,控制着内生矿产的形成和分布,而且也影响地表气候环境和沉积作用的变迁,控制着表生矿产的形成和分布。因此,有关

大地构造成矿作用的专门论述日渐增多, 各国学者不断推出的各类、各种比例尺的地质构造图件也都与成矿规律作了紧密地联系, 构造控矿的观点得到了突出体现。在这种情况下, 有关构造控煤的文献也日渐增多, 构造控煤研究已受到普遍重视。

再从构造控煤概念的形成过程来看, 过去的构造控煤研究主要注重于构造形态或构造部位对煤的聚集和赋存的控制(后期扩展到古构造形态或部位对聚煤作用的控制), 严格来说, 这只是一种静态的构造控煤观。

众所周知, 构造形态只是构造作用造成的变形结果, 构造作用过程(构造运动)才是主导一切地质作用的实质性因素。随着构造控煤概念的深化, 对构造控煤研究也逐渐向构造运动控制方面扩展, 从构造运动的特征中寻求与聚煤作用之间的关系。例如, 苏联煤田地质学家Прокопченко(1977), 在对顿涅茨煤田东部煤层结构分带中就曾充分注意到构造沉降速度与造煤植物堆积速度之间的补偿关系, 并以此解释了煤体形态分带的成因; J.C. Horne, J.C. Ferm 等人(1978)在对阿巴拉契亚地区宾夕法尼亚系的研究中, 也曾指出区域性沉降速度差异对沉积环境和聚煤作用的影响; 作者(1987)在分析鄂尔多斯南部侏罗纪煤田聚煤作用时也曾明确指出, 构造控制聚煤作用的实质是构造沉降速度与造煤植物堆积速度之间的平衡关系。当然, 分析构造运动控制要比构造形态控制的难度大得多, 但它是一种动态构造控煤观, 也是更深层次的控制关系。

纵观与构造控煤关系最为密切的两个学科——构造地质学和沉积学中研究观念上的变化, 也可看到如下特点。在构造地质学中, 由注重单个构造体的变形机制研究, 演变到对构造体系或构造群体的整体分析, 最后强调区域构造变形规律和大地构造演化的全面研究; 从对构造体的单纯几何形态描述, 演变到对构造组合规律的分析, 最后进行构造作用的成因机制探索。在沉积学中, 由建立相标志特征、相序组合到建立相模式和进行沉积环境分析; 由单个的沉积体研究到沉积体系和整个沉积盆地分析, 由单纯侧重沉积作用机制到强调联系区域构造背景和突出构造格架的控制作用。所有这一切都反映出人们的分析思路日益拓宽, 基本出发点更加宏观, 概念更加立体化, 学科之间的渗透日益紧密, 分析层次也日益加深。从这个整体的发展趋向中可以看出, 构造作用控制——这个实质性问题已越来越为人们重视。因此, 构造控煤研究与总的科学发展趋向是一致的, 它有必然存在和发展的意义。

三、构造控煤术语辨析

专用术语是基本概念的衍生物, 是人们基于对某些概念的理解而在实际应用中创造的词汇, 一般都起规范和深化概念的作用。但是, 每个人对概念的理解难免各有不同, 产生具有各种内涵的术语也是自然的。但这种状况的延续会给使用者造成混乱, 同时也限制他们的思考范围, 故有必要对已出现的某些术语加以考究、遴选和使其规范化。

1. 构造控煤、控煤构造

构造控煤和控煤构造同属反映构造对煤的控制关系, 但涵义各有不同。一般而言, 构造控煤的涵义较广, 是泛指构造作用对煤的聚集和赋存的控制关系, 也可看成是“构造作用控煤”的省略语。构造作用包括过程(构造运动)和结果(构造形态或形迹)两方面涵义, 故构造控煤也就有构造作用过程控煤和构造作用结果控煤的双重涵义。控煤构造则是一种构造实体, 是专指那些对煤的聚积或赋存起直接控制作用的构造形体或形迹而言的, 故它的涵义较窄。

但在实际应用中, 二者经常被混同。造成混乱的关键是对汉语的“构造”(structure 或

tectonics) 这个词的理解不同所致, 它既可作静态理解为构造实体, 又可作动态理解为构造运动或构造过程。现在作构造控煤分析, 已把“构造”这个省略词上升成控制因素, 在这种情况下即需严格限定其使用范围, 把构造控煤和控煤构造区分对待。

2. 构造运动、地壳运动、构造作用

构造运动是构造作用的动力学表现, 也是影响一切地质过程的基本因素。过去, 人们习惯于把由地球内部原因所造成的一切动力现象统称为地壳运动, 而把构造运动只作为地壳运动的一种激进形式。这是因为“构造运动”源出于地质学家对造山成因的认识, 地槽论者更将其与造山运动 (orogeny) 相联系, 将其视为地槽发展成褶皱山系的主要作用。法国的 M. Bertrand (1886) 在研究阿尔卑斯山区时, 首先用分析地层不整合的方法确立了地槽内部的褶皱运动旋回性。德国著名大地构造学家 H. Stille (1940) 又将其推广于全球对比和概括为地史发展阶段, 突出了构造运动旋回的概念。但是, 尽管构造运动的传统概念有着上述发展过程, 时至今日, 不同的大地构造学派对于构造运动仍持不同的理解: 即有时把构造运动作为专有名词使用 (冠以特指的形容词, 如加里东运动、印支运动等), 有时又把构造运动作为地壳运动的同义语使用。不过, 过去一般理解, 地壳运动涵义较泛, 构造运动往往只指一定时空范围内的地壳运动。

众所周知, 地壳运动的概念建立得很早, 并且一直沿用至今, 它是和早期地质学家所建立的地球观的局限性——只限于地球表层研究有关。但是近30年来, 地质学的研究领域已向地球内、外都扩展了许多。现代地质学家对发生于地表和地球表层中的各种地质事件, 无不与地球内、外更深、更远的层次和空间的作用相联系, 故仅就地壳本身特点已不能充分阐明地质过程的发生和演变机制, 而真正改变地球状况的基本动力也并不仅限于地球表层的地壳中, 故“地壳运动”这一术语已不能满足当前地学发展的需要。

一些大地构造学家, 如 J. H. Tastch (1975), B. B. Белоусов (1978) 等都正式使用了“地球构造圈” (The Earth's tectonosphere) 这个名称, 泛指地下一定深度 (Белоусов: 400~600km; Tastch: 700~1000km) 以上的地壳和上地幔部分, 认为这个区间才是构造活动的主要领域。此外, 最早由美国地质学家 J. Barrell (1914) 提出的软流圈概念, 经过半个多世纪的大量地球物理和地质资料的证实, 现已得到较普遍的公认。确认在地下 50~70km (大洋区)、170~250km (大陆区) 深处起, 显著增多的低波速层可大致相当于软流圈的位置, 尽管其纵向和横向方面的变化都较大, 甚至在古老的大陆地盾区竟很难觅其踪影, 但位于其上的岩石圈却仍不失为一个基本统一的壳层。板块构造学家最初建立的板块运动模式, 即是以刚性岩石圈板块和地幔对流为基础的。虽然十余年来就大陆岩石圈的构造研究又提出了许多修正概念, 但却把人们的注意力更向地下深处引深, 故单纯的地壳或岩石圈已再不是地质学家的主要议题。

为此, 作者提倡采用一些学者 (特别是地球物理学家) 在论述地球构造中已经使用过的“构造作用” (tectonism) 这个术语, 用以反映由于地球内部物质运动所产生的各种地质过程。作者对其涵义作了如下规范: 构造作用是地球内部物质运动的总体反映, 也是地球内部能量的转换过程; 它既有运动学方面的意义, 产生构造变动, 又包括地球物理和地球化学方面的意义, 使其产生岩浆活动和变质作用; 它的最活跃领域是整个构造圈, 但也包括更深层次的作用。这样, 就把发生在地球内部的一切物质变位、变形、变质等各种过程都统一到构造作用这个总范畴中来。

基于上述认识,构造运动自然可以看成是构造作用的动力学表现过程,而不必再另外附加任何时空条件限制。至于在本书后续各章中可能仍然出现特指的构造运动,那只是遵从前人已有的习惯。从根本上说,构造运动已不必再与造山作用相联系了。

3. 改造作用、赋煤作用

我国煤田地质学家习惯于严格遵照对立统一原则建立与煤有关的各种概念。在煤田地质研究中,多按聚煤过程和煤形成以后的改造过程两个相互对立而又相互联系的方面来分别进行分析,然后又将其叠加起来综合考虑其产生的效果。这种分析思考方法无疑是正确的,对全面分析与煤有关的各种地质因素及其相互关系也是非常有益的。但是,由于各个人所依据的基本概念不同,各自创用的术语也不一样。

一般认为,煤的聚积作用(accumulation)是指煤的形成过程,即由造煤植物聚积转化成泥炭、到发生煤化作用,这个阶段都属于聚煤过程。与此同时或稍后,已形成的煤层又遭受一系列地质作用的影响,既包括内动力地质作用使其发生变位、变形和变质,又包括外动力地质作用使其遭受剥蚀、破坏或埋伏、保存等改造作用,它们也在某种程度上加剧着煤的原形、原质、原貌的改变,故这一阶段可统称为对煤的改造作用(reformation)。

改造作用的涵义较广,可使研究者注意更多的改造因素。与其相对照,已在国内文献中出现过的“煤的改造变形”或“煤的形变”、“煤的构造作用”、“赋煤作用”等对应术语的涵义都较窄,或不准确。

赋煤作用有其独特的涵义,它是由煤的赋存概念衍生的术语。它是我国地质学家按照矿体保存或存在的原意,再经汉语修辞而创用起来的。按汉语词义,“赋”是税赋,具有交付、提供的涵意。因此,煤的赋存是指自然界按照一定条件提供给人们可用的煤,以其与泛指天然存在的煤相区别。众所周知,限于技术、经济条件,天然存在的煤并非全能为我所用,目前对于埋深在2000m以下的煤层虽有存在意义,但却不便直接利用。从这一角度理解,“赋存”这个词则有其特指存在条件的涵义;而对赋煤作用则可理解为专指造就煤层赋存条件的地质过程。

四、构造控煤研究的主要内容与任务

顾名思义,构造控煤研究的内容主要应涉及构造地质学和煤田地质学两方面的问题,但并不是二者的机械叠加,而是以构造作用为主导的煤田地质学研究。

一般理解,构造地质学通常包括两大方面,即:构造运动和构造变形。煤田地质学也包括两大方面,即:聚煤作用和改造作用。以上四种要素的相互组合,便构成了构造控煤研究的基本内容。

(一) 构造控煤系统

煤从聚积造煤物质开始,到经受改造和达到现存的状态,全部过程都受构造作用控制,也即受构造作用表现的过程和结果的双重控制,它们组成了以构造作用为主导的控制系统。

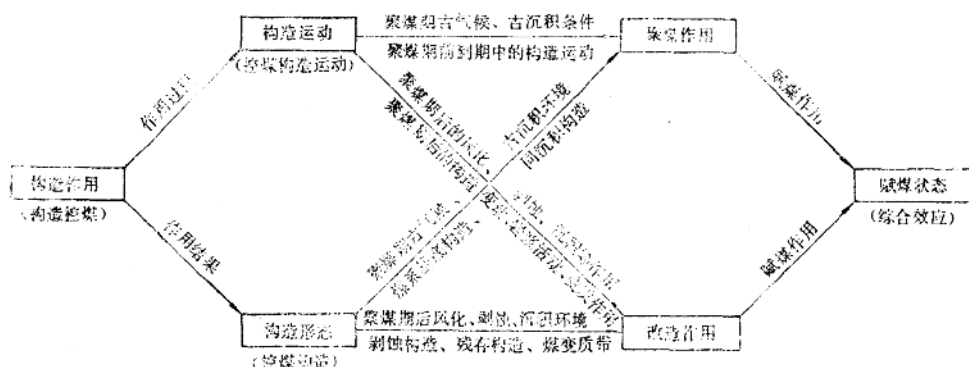
构造作用对煤的控制关系有直接和间接之分。间接控制中的主导构造因素常不易被发现,但它却正是构造控煤研究所要追寻的目标。对于聚煤作用,古构造因素可直接提供聚积场所和沉降条件,自然是一种直接的构造控制关系;而古气候直接决定造煤植物的繁衍和聚积,古地理则能提供泥炭沼泽化的沉积环境,显然在这两方面构造因素对聚煤作用都只能是一种间接控制关系。这是因为局部气候环境变化主要取决于构造变动(海陆变迁、山脉形成、地势地貌等变化),全球性气候变化也往往有其大地构造事件背景;而沉积环境变化则

主要受沉积盆地构造格架和区域构造背景的控制,故在这两方面构造因素则以间接方式施加影响于聚煤作用。

对煤的改造作用的构造控制也有直接和间接之分。煤系、煤层的构造变动乃是构造控制的直接表现,而外动力地质作用对煤的剥蚀破坏和沉积、埋伏等改造作用虽都与相应的构造基础有关,但构造作用却仍是一种间接控制因素。煤的变质也主要是由构造作用通过构造-古地温场而间接控制的。

现将构造控煤系统中的各项地质因素归纳成简表(表0-1),以示其相互关系。

表 0-1 构造控煤系统



(二) 构造控煤研究的主要内容

据表0-1所示,构造控煤研究的主要内容应包括以下三个方面:

1. 聚煤作用的构造控制

研究控制聚煤条件的一切构造因素,包括直接和间接为其提供聚煤空间和聚煤条件的一切构造作用过程和结果。如对聚煤古气候的构造控制,对聚煤沉积环境的构造控制,聚煤盆地的形成及其区域构造背景,聚煤盆地的构造演化及构造沉降作用对聚煤作用的控制等。

2. 改造作用的构造控制

研究煤形成后构造作用对其施加的改造影响,包括直接或间接使煤发生变位、变形、变质等一切动力过程的构造控制因素,如构造变位对煤系和煤层的改造作用、构造变形对煤系和煤层的改造作用、煤变质的构造控制等。

3. 赋煤状态的构造控制

赋煤状态是聚煤作用和改造作用叠加后的现在表现,也是在聚煤作用基本前提下改造作用发展的最后结果。这方面的研究内容包括:在构造作用基础上的各种外动力地质作用对煤的改造效应、构造变动直接造成的赋煤效应以及各期构造变动所造成的综合叠加赋煤效应、区域赋煤规律的形成及其分布等项研究。

(三) 构造控煤研究的主要任务

目前的主要研究任务有以下两方面:

(1) 以构造地质学理论为基础,运用构造控制观点,加深对煤田地质学各个领域的系统研究,以揭示其间的构造控制关系;同时,也为建立完整的构造控煤理论系统和提供较成熟

的分析研究方法开辟有效的途径。

（2）在进行系统理论分析的基础上，以所掌握的赋煤规律为基础，为进行煤炭资源的预测、勘探、开发等实际工作提供分析依据。

煤系、煤层在岩石和矿产中都具有一定的特殊性，针对含煤岩系和煤层的特点，开展以煤为中心的构造控制规律研究，乃是煤田地质学家和煤田构造学家的共同任务。

第一章 构造作用

构造作用是地球内部物质运动的总体反映,其活动领域集中反映于地球的构造圈,如进一步追索其动力来源,还有可能涉及到更深的层次。树立这一概念,主要是为了适应当前地质学发展的需要,因为许多浅层地质事件都有其相应的深层背景,把地球整体作为剖析对象已是当代地质学观的突出特征。

为了加深对构造作用的认识,也为了按照构造控煤观展述后续各章,本章将提前对构造作用的有关基本问题作必要的阐明。

第一节 地球结构模式

地球结构现状是地内物质运动长期演化的结果,也是产生新构造作用的物质基础,故了解地内物质组成及其结构状况是研究构造作用的基本前提。

由于地球演化历史漫长,体积庞大而结构复杂,尽管通过人们的长期努力已获取了大量地内资料,但目前对地球内部状况的了解仍是肤浅的,各种探索工作仍在向更深层次发展。

人们的地球结构观是决定构造观的基础。长期以来,各种地球结构观的建立都受当时的科学技术水平制约,故不同历史时期的地球结构观念各有不同,由此导生的构造观也大有差异。

地球结构观的形成常以各种地球形成假说为基础。例如早期提出的康德-拉普拉斯假说便是影响深远的,它使得地质学家几乎一致地接受了地球是在灼热星云基础上冷凝而成的观点;并由此认为,地球已由熔融状态的星体演化成具有薄的岩石外壳——地壳,受其包裹的地内高温物质运动便是引起地壳变形和其它地质作用的基本原因。后来,通过地球平均密度大于地面岩石密度的推算,认为地内不可能或不完全可能是熔融物质,至少它应有一个较重的固体核(可能为重金属或高密度物质)——地核,而位于地壳和地核之间的过渡物质则称作地幔。这样,就逐步形成了地球由地壳、地幔、地核构成的三层结构概念。这种地球结构观一直沿用至今,并为建立现代地球结构模式奠定了认识基础。

比较公认的现代地球结构模型是由澳大利亚的K.E.Bullen于1955年首先提出来的,通常被称作布伦模型。后来,又陆续提出了一些地球结构模型,但大都参照布伦模型作些细节的修正,在大的层次划分方面基本上无大变动。

Bullen根据地球密度变化和其它特点,将地球由外向内共分为A、B、C、D、E、F、G等七层(图1-1)^[1]。A层是以莫氏面为下界面,深度为5~70km,即一般所谓的地壳。B层是一个可能呈现塑性层的区间,正如早被B.Gutenberg所注意到的那样,存在有低速层,它的下界面位于250km深处。但是,后来的资料又都将其逐渐下延至400km深。C层是一个震波传速的转换过渡带,也有不少人称作过渡层,下界深及600km。但也是一个争议较多的层带,按照F.P.Birch据化学成分的推算,其造成的不连续界面应位于900km深处^[2];后来,又有人(如J.H.Tastch)将其向下延至1000km^[3]。B层和C层共同组成了上地幔。D层的下界面位于2900km深处,即古登堡面,也是地幔和地核的分界,故D层即相当于下地