

·学科进展·

进入 21 世纪的沉积学

王成善* 覃建雄

(成都理工学院沉积学研究所, 成都 610059)

[摘要] 随着地球科学的环境化和社会化, 沉积学也处于重大转折时期。预计到 21 世纪, 沉积学除将在大陆动力学和全球变化方面进一步深入发展外, 还将与资源和环境密切结合, 形成新的学科领域, 为人类的生存与发展作出重大的贡献。

[关键词] 沉积学, 沉积地质学

沉积岩(物)构成地球表面的沉积圈, 其中蕴藏着占总储量 75% 以上的全球自然资源, 它不但构成地球与大气圈乃至其它星系之间相互联系的重要枢纽和理想桥梁, 而且作为一种巨大而复杂的天然地质实验室和特殊资料库, 记载着从地圈、水圈、生物圈、大气圈乃至其他行星形成到生命演化的连续变化史, 并与人类生存及社会发展息息相关。在进入 21 世纪时, 社会的发展面临着人口、资源和环境等方面的严峻挑战, 同时“在地质科学的发展进入建立新一代知识体系的重大转折时期”的前夕, 以蕴藏有大量能源和生命演化史的沉积圈为研究对象的沉积学日益显示出其巨大的优越性和强大的生命力。

1 沉积学的发展

沉积学的概念源于 19 世纪初, 其发展与地层学的发展密不可分。19—20 世纪沉积学的发展大致经历了三个阶段:

(1) 沉积岩石学阶段。自 19 世纪初至 20 世纪 40 年代, 沉积学研究主要是结合地层学进行的, 主要研究“沉积岩”, 野外研究处于主要地位。

(2) 沉积学阶段。本世纪 50—80 年代, 在石油工业发展的推动下, 广泛开展了现代沉积的研究。新技术新方法的应用, 相关学科新成就的引进和渗透, 以及大量的水槽实验工作, 使沉积学得到全面、飞速发展。该阶段沉积学研究内容主要包括: 沉积岩成因、沉积环境分析、沉积作用机理、沉积模式及其与环境、矿产、水文、工程等之间的关系。

(3) 沉积地质学阶段。从 80 年代至本世纪末, 由于高新技术的发展和应用以及各学科间的相互渗透, 使沉积学家们逐渐认识到地质记录中存在各种规模不一, 在纵向上呈现规律分布, 侧向上可进行大陆内、大陆间或全球范围追踪或对比的沉积旋回或韵律事件。对它们的研究通常要超越专业的或学科的界线, 要跨越一个或多个国家的范围, 于是形成了全球沉

* 1996 年度国家杰出青年科学基金获得者。

本文于 1997 年 2 月 3 日收到。

积地质计划(GSGP)及专门性的学术组织“全球沉积地质委员会(GSGC)”。同时,通过这个计划的两个试点项目的实施,相继建立了全球沉积岩、全球沉积相、全球地层、全球古地理、全球事件、全球矿产资源等的全球性概念^[1],从而使沉积学的发展出现根本性变化,进入了“沉积地质学”的发展阶段。研究的主要特点是:强调古气候在沉积记录中的意义;注重沉积记录的全球同时性研究;强调各种事件在沉积作用中的意义;注重矿产资源分布的全球同时性或全球成因特征的研究;研究兴趣从地球本身转向地球外部世界;强调全球海平面变化在沉积记录中的作用;注重多学科相互渗透和综合研究。

2 进入21世纪的沉积学

长期以来,地球科学在社会中的作用主要是通过研究地球指导寻找矿产、能源和地下水等自然资源,以保证人类和社会发展的需求,即所谓的地球科学发展过程中的矿产型时代。由于工业文明和社会经济的巨大发展,人口、资源、环境等的全球性问题^[2],直接威胁着人类生存和社会进步。在进入21世纪时,面对这些严峻挑战,地球科学除发挥原有作用外,尚需帮助解决社会发展中面临的诸如资源短缺、环境恶化及全球变化等重大问题^[3]。沉积学作为地球科学的主要基础学科之一,其重点和前沿将围绕资源、环境、灾害和全球变化四个主题展开^[4],这对沉积学的要求无论从深度或广度上均大大超过了现有沉积学,也超越了沉积地质学的知识体系。预期到21世纪,除了层序地层学、储层沉积学、事件沉积学、全球旋回地层学、盆地分析、定量沉积学等的不断发展和完善外^[1],更重要的是如下分支学科的诞生和飞速发展。

2.1 资源沉积学

面对全球资源的恶性损耗和社会对自然资源需求的与日剧增,资源和发展问题成为全球研究热点,作为资源学与沉积学之间交叉渗透产物的资源沉积学,将以崭新的姿态展现在现代科学的舞台上,并可能处于高速发展时期。按研究内容、范围及重点,资源沉积学可进一步分为传统资源沉积学和现代资源沉积学^[1]。传统资源沉积学是指对各种地质矿产、能源矿产及地下水资源等的矿源层(或烃源岩)、含矿岩系(或储层)和含水层等进行沉积学研究,并了解成矿地质背景、成矿条件、成矿过程及其与古地理、沉积相和成岩作用之间的关系,进而对矿产的时空分布规律进行预测的一个沉积学分支,它是沉积学在找矿、煤田及油气勘探活动中应用的必然产物,属“矿产型”资源沉积学;现代资源沉积学的研究重点主要包括资源与环境生态之间的关系,研究内容涉及资源、环境、生态、社会以及它们之间的相互关系,其目的是为资源生态、资源经济、资源管理以及区域资源开发战略等提供背景资料和科学依据^[5]。可见,现代资源沉积学比传统资源沉积学更为社会化、环境化和实用化,并更具使命性和现实性。

2.2 环境沉积学

随着国际地圈生物圈计划(ICBP)、国际减灾十年计划(IDDR)和全球环境变化中的人类因素计划(HDP)等重大国际计划的提出和实施,环境沉积学应运而生并得到迅速发展,研究内容几乎涉及人类生活和工农业发展的各个领域。目前,环境沉积学主要通过生物学、生态学、土壤学、第四纪地质学、环境科学和社会科学的交叉综合,围绕人地作用、人口、经济、资源、环境的协调持续发展开展研究^[6]。环境沉积学以现代沉积物或现代沉积环境(如海洋、湖泊、河流、冰川、沙漠、水库等)中沉积物来源、搬运、沉积、压实、胶结

及成岩作用为研究基础,按环境不同可分为河流沉积学、湖泊沉积学、冰川沉积学和海洋沉积学等;按研究领域可分为灾害沉积学(人为灾害和自然灾害沉积学)^[6]、水动力沉积学、生态沉积学和气候沉积学等;在21世纪,其研究重点和目标亦将发生转变,主要表现在^[7]:(1)环境沉积学研究已经从环境地质背景的调查分析,发展到为解决实际规划和设计决策提供定量和最优化评价科学依据的新阶段,重视对各种环境沉积过程和环境效应的定量预测;(2)地下水资源和水环境作为环境沉积学研究的核心问题之一,其研究重点将由水资源勘查为主转入注重地下水与大气降水的相互关系,并重视水质和污染研究;(3)地质灾害作为环境地质学尤其是环境沉积学研究的又一项重要内容,研究重点将由地质灾害发生的地质背景、过程及机理研究,转向预测、防治和减灾,重视自然灾害系统的规律和防治研究。可见,未来的环境沉积学必将围绕着环境保护、遏止日趋严重的环境恶化方面发展。

2.3 大陆动力沉积学

80年代中期以来,由于板块构造理论在解决大陆内部地质问题中面临越来越多的挑战,在此种背景下,大陆动力学应运而生,并成为当代地质研究的主要前沿之一^[8]。其研究核心是把造山带和沉积盆地作为独立的统一系统来研究,通过对大陆演化历史、构造和物理机制等进行研究,阐明大陆岩石圈动力学及其与整个地球系统各圈层之间的相互作用。造山带和相邻的沉积盆地作为大陆构造的两个基本构造单元,它们在空间上相互依存、在物质上相互补偿、在演化上相互转化、在动力上相互转换。盆地系统是陆块相互作用、岩石圈相互耦合的复杂系统,是大陆动力学研究的重要内容^[9]。

大陆动力沉积学正是在大陆动力学计划提出和不断实施背景下产生的,作为大陆动力学和沉积学相互渗透综合的产物,它以大陆动力学和沉积学理论为基础,探讨与造山带相关的沉积盆地的形成机理和发展演化。由于与造山带相邻的沉积盆地是伴随造山带的形成与演化过程而生成、发展的,因而它是造山事件全过程的重要历史见证和物质记录,沉积盆地中的沉积充填型式、沉积序列、沉积体系记载着造山带形成发展的动力学信息。因此,详细研究相关沉积盆地中的物质记录和变形历史,可恢复造山演化过程中古动力条件和古构造环境,阐述沉积盆地的形成发展与大陆动力学之间的对应关系,协助建立大陆形成演化的动力学模型,并借以了解岩石圈、地幔、生物圈、大气圈和水圈之间的相互关系^[9]。

大陆动力沉积学研究的主要内容和任务包括^[9]:(1)造山带与盆地的同步演化史研究;(2)造山带与相关盆地岩石圈的圈层结构及其相互作用研究;(3)流体作用与盆山系统形成演化的耦合关系研究;(4)造山带升降和沉积盆地沉降的定量研究;(5)造山带的揭顶作用与相邻盆地层序地层格架和充填序列研究;(6)协助研究大陆组成、特征、形成及演化;(7)地震及板块边界相互作用以及岩浆-火山系统与沉积盆地演化的关系;(8)定量确定并模拟巨厚的大陆边缘沉积堆积的过程;(9)陆壳变形与陆内沉积物充填及变形的关系;(10)岩石圈变形和地内过程对全球气候变化的影响;(11)沉积盆地形成过程的动力学模拟;(12)了解地壳与水圈和大气圈之间的物理化学过程;(13)大型沉积盆地内热和水动力演化;(14)深部过程对浅部构造、成矿、沉积过程的控制。

2.4 全球变化沉积学

全球变化沉积学为全球变化地质学的重要分支,系以现代沉积学理论为基础,结合气候学、第四纪地质学、环境沉积学、灾害沉积学、资源沉积学、生态学、生物学、水文学、物

理化学等自然及工程学科,对沉积记录中近2Ma来有关气候、环境等全球事件的成因、过程及后果进行研究,并为预测未来可能的全球变化提供科学依据的横断交叉边缘学科^[10]。由于沉积记录中蕴含着过去全球变化的信息,因而通过全球变化沉积学的研究,可再造过去全球变化历史及其对生物圈的影响,并借以验证其它研究方法所提出的区域性或全球性预测模型,从而提高人类预测未来全球变化的能力。近几年来,通过深海沉积、冰芯、黄土、古土壤、湖泊及河流沉积等研究,进一步验证了近2Ma来地球气候主要受轨道参数控制的米兰科维奇理论,并把这一理论推向前第四纪的全球变化研究,并发现了越来越多的非轨道力驱动的气候变化旋回,使得全球变化再造研究越来越重视地表变化、海陆分布、地壳隆起、火山活动、大气环流和洋流等多种因素对地球气候和环境的影响^[10]。到21世纪,全球变化沉积学的研究范围将不断扩大,主要表现在:(1)地球气候历史的高精度再造;(2)近2Ma来古气候和古环境再造;(3)非轨道力驱动旋回研究;(4)全球水文循环与气候旋回的相互作用及其效应;(5)古大气圈、生物圈及水圈演化及其动态模拟;(6)米兰科维奇气候旋回过程的动态模拟;(7)温室-冰室气候作为全球碳物质循环变化响应的检验;(8)可能的全球变化预测。

目前,随着GSGP(全球沉积地质计划)、GCP(全球变化计划)、WCRP(世界气候研究计划)、HDP(全球环境变化中的人类因素计划)和IGAC(国际全球大气化学计划)等重大国际地学计划的不断实施,沉积学有可能再次进入繁盛时期。

参 考 文 献

- [1] 覃建雄等. 现代沉积学理论的重大进展. 地质科技情报, 1995, 14(3): 5—16.
- [2] 科兹洛夫斯基 E. A. 地质与环境. 地质科技信息(中国地质矿产信息研究院), 1994, 14(1): 12—19.
- [3] 刘树臣. 全球变化与地质科学. 中国地质, 1994, (10): 25—27.
- [4] 封志明. 资源科学研究的五大趋向. 地球科学进展, 1992, 7(6): 46—49.
- [5] Wyllie P. J. 地球科学与社会: 全球综述. 地学前缘, 1994, (1—2): 1—6.
- [6] Fyfe W. S. Towards the wise use of planet earth: the challenge to world society. J. Geol. Soc. Japan, 1993, 9(1): 173—190.
- [7] Seibold E. Five Trends in Earth Science. Episodes, 1988, 11(2): 120—142.
- [8] Keith M. L. Geodynamics and mantle flow: an alternative earth model. Earth Sci. Rev., 1993, 33(3—4): 141—147.
- [9] Oliver J. Solid Earth Science During the 21st Century. EOS, 1991, 72(11): 172—190.
- [10] Brakenridge G. R. Geology and global change. Geotimes, 1992, (5): 45—60.

SEDIMENTOLOGY IN THE 21TH CENTURY

Wang Chengshan Qin Jianxiang

(Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

Abstract With the environmentization and socialization of geoscience, sedimentology advanced rapidly. It is predicted that the development of sedimentology in 21st century will mainly integrate with resource sedimentology, environmental sedimentology, geodynamics sedimentology, global-change and sedimentology.

Key words sedimentology, sedimentary geology