

王思敬 主编
易善锋

90年代的地质科学

海洋出版社

序

80年代曾是地质科学繁荣的10年,我们可以预期90年代将是地质科学又一个昌盛的10年。地质科学面临着严重的挑战,同时也将会再逢良机。

人类社会的发展极大地依赖着自然资源和环境,反映着人地关系的协调。现代工农业生产所需求的地质资源占自然资源总量的70%,而地壳能源则占90%以上。可以毫不夸张地说地质资源和地壳能源为现代工农业生产提供了必不可少的条件,是人类社会经济建设的重要物质基础。另一方面,人类社会的发展又受到自然环境和自然灾害的影响和制约。一场严重的自然灾害有时竟会影响一个民族或地区的社会经济发展进程。地质环境的保护和地质灾害的防治也是人类社会经济发展的至为重要的因素,并日益受到人们的重视。

人类社会不得不正视一个事实,即随着社会经济的发达和工农业生产的发展,人地关系往往得不到和谐的协调,在有些地区甚至出现严重的失调。严重的是这种失调的趋势,有增无减,愈演愈烈。人类社会对矿产资源与地壳能源的需求正在呈指数曲线加速上升。已查明的地面地质资源、能源正日趋枯竭,在许多地区有限的资源遭到掠夺性开采,多种矿产资源得不到合理的综合利用,紧缺矿产的类型日益增长。地质资源和能源同工农业生产需求的关系存在着明显的危机。同时,随着人口的增长、都市人口的急速聚集、城建的扩展,环境恶化、水土污染日趋严重。在能源、资源开发过程中,地质环境的平衡遭到破坏,加速着地质动力作用,影响到地区的环境质量,而矿区尤为严重。大规模的地下水和油气开采,地层压力的重新调整,地壳流体运动梯度的变化,带来地面的变形。大面积农垦、采伐,或是造成水土流失、农田沙化,或是缩小水域、河道淤滞、降低抗旱和防洪涝的能力。所有这些无疑出自人类社会生产力的增长和改变自然面貌的能力的巨大上升,同时,也无疑来自人类社会对自然认识的不足,缺乏人地关系协调的概念和行为。资源、环境问题已成为人类社会生存、发展的迫切问题,作为研究地球的地质学家应当义不容辞地承担解决这些问题的艰巨任务,在保证资源、保护环境、改造自然、防治灾害方面作出新的贡献。地质科学能否有进一步的突破,是否有能力和兄弟学科合作,去迎刃解决这些迫切而重大的问题呢?这就是地质学家所面临的挑战。

国内外地质学家们普遍满怀信心地预测到未来的10年将是地质科学获得重大发展的10年,因为这是社会的巨大需求,而且现代科学技术和地球科学本身的发展也为此有了充分的储备。固体地球科学经过最近三十多年来从地壳上地幔、地球动力学和岩石圈研究的长期探索道路上取得了巨大的科学积累,已有可能使全球构造系统理论建树起来,以指导全球资源的开发和环境的保护。地球深部探测的层析技术和空间定位测量技术已为人们认识地球内部结构和地球物质运动提供了崭新的强有力的手段。现在需要的是地球理论研究和技術应用的结合。从地球系统科学的观点出发,地球表层圈的大气、水、生物和岩石圈的相互作用研究正在蓬勃地开展,探索着地球面貌的演变。大气、海洋、地理和地质各有关地球科学的进步,使地球的系统科学研究走向新的台阶。遥感技术的发展和應用日新月异,为地球环境的科学研究提供了又一强大武器。“上天、入地、下海”出现了实施的现实条件,为地球科学开辟了新的前景。随着全球宏观研究的进展,地质科

学的各分支学科也出现了若干新的生长点,数理化和生命科学最新成就的引进、各学科的交叉、渗透,将使现代地质学得以长足的进步。地质科学向广度和深度进军必将带来科学水平的显著提高,并大大增强其解决实际问题的能力。

中国科学院地质研究所顺应地球科学的当今发展趋势,以岩石圈与资源环境作为综合研究的主攻目标,致力发展现代地质学的分支学科和新兴领域。在岩石圈研究方面重点抓住造山带的解析,进行构造地质学、地层学、岩石学、沉积学等多学科交叉综合,研究中国大陆岩石圈的组成、结构和演化,并进行高压变质作用、深源地球物质及深部作用和地球动力学的探索。在资源方面侧重于金属矿产的成矿作用和远景预测,开辟生物成矿的新兴领域,并将开展有关油气、地热和非金属矿物材料的利用等方面研究。在环境方面将大力加强第四纪全球变化与环境,以及环境工程地质和环境水文地质的研究,发展新的学科领域。地质研究所的同仁们在本文集中归纳了80年代的进展,探讨了90年代的奋斗目标,大家有志于同国内及海外的同行们密切合作,为地质科学的新进展而作出脚踏实地的努力,并满怀信心地去迎接新世纪的到来。

王 思 敬

中国科学院地质研究所所长
国际发展地球科学家协会理事长

1992年3月

目 录

序	王思敬 (i)
对固体地球科学发展的思考	叶连俊 (1)
资源环境科学发展的若干问题	黄鼎成 (3)
构造地层学及其在我国的应用前景	吴浩若 (9)
建设中国现代区域地层学	张守信 (16)
全方位深入研究和发 展我国的古地磁学	刘 椿 (23)
华南二叠-三叠系磁性地层剖面与国际对比	陈海泓 孙 枢 李继亮等 (27)
华南晚前寒武纪地质研究的新认识	郝 杰 李曰俊 胡文虎 (32)
朝(层序)地层学与定量地层学的兴盛	张启锐 (39)
我国生物礁研究的发展及其现实意义	范嘉松 (44)
二叠纪造礁生物研究现状及未来	吴亚生 (49)
钙质海绵的古生物学与古生态学	张 维 (54)
90 年代是前寒武纪古生物学蓬勃发展的时代	陈孟莪 (59)
中国古生代放射虫研究将大有可为	李红生 (63)
晚元古代冰川地质研究在困难中前进	张启锐 (65)
中国古季风的演化轮廓	陈明扬 (68)
地球化学相分析及发展前景	李任伟 (75)
我国煤层瓦斯地质地球化学研究	吴 俊 (82)
生物沉积岩石学的发展与展望	戴永定 (90)
90 年代沉积水动力学发展动向	单家增 (98)
近代矿物学的方向和任务	应育浦 (106)
粘土矿物学与应用研究	夏 净 陈开惠 姬素荣 (115)
粘土矿物与环境	张乃纲 (124)
矿物薄膜复合的进展	普荣树 孙淑华 刘加琳等 (128)
天然沸石应用	张铨昌 韩 成 (134)
花岗岩类研究方向评述	金成伟 (142)
造山带镁铁-超镁铁岩的研究	张 旗 (147)
流体包裹体在金矿评价中的作用	谢奕汉 范宏瑞 王英兰 (153)
冀东麻粒岩带的演化	王凯怡 李继亮 (158)
华北麻粒岩及早期地壳演化	阎月华 翟明国 郭敬辉 (164)
90 年代大地构造学面临的挑战	吴根耀 (172)
岩石圈构造演化和构造地质学若干趋向	赵中岩 (179)
板块构造与火山学研究	吴利仁 (186)
板内构造及其火成岩组合	邓万明 (195)
地壳与上地幔构造研究的进展与未来	赵永贵 (200)
秦岭碰撞造山带嵩县-神农架地壳构造平衡剖面	柴育成 王思敬 李继亮等 (207)
成矿构造学在成长	边千韬 (213)
论造山带的含油性	谢鸣谦 (219)
重力逼近法在预测油气资源中的应用	余振华 邱秀文 (226)

工程地质学的前沿及其拓展	王思敬 (234)
90 年代工程地质力学发展方向的探讨	杨志法 (240)
90 年代矿山边坡的主攻方向——高陡边坡稳定性	许兵 牟会宠 (243)
自然边坡研究的现状与方向	张佳川 (248)
地质灾害学	徐卫亚 孙广忠 (253)
地质灾害年代学研究及其应用	李兴唐 (258)
位移反分析在过去、现在和将来	杨志法 (261)
研究岩体在露天开挖条件下移动和变形规律的一些结论及问题	徐嘉谟 (266)
中国核电站区域地壳稳定性研究及能动断层鉴定标准探讨	李兴唐 王存玉 (272)
中国石质文物保护的环境工程地质问题	牟会宠 曲永新 (276)
中国东部膨胀岩研究的新进展	曲永新 徐晓岚 吴芝兰等 (281)
地质物体的观赏特性研究	陈诗才 (289)
损伤力学理论在岩体数值分析中的应用	韩贝传 G. Swoboda (293)
岩石流变研究现状及展望	周瑞光 (300)
信息技术在地质工程中的应用	梁金火 (305)
水文地质学发展的新阶段	蔡祖煌 (310)
构造水文地质学基本问题	张寿全 黄巍 (316)
地热学——80 年代回顾与 90 年代展望	汪集旸 (321)
数学地质的回顾和展望	刘承祚 (329)
分形理论在地质学上的应用及其意义	沈步明 王思敬 (336)
大别山地区推覆构造形成和演化的数学模拟	王思敬 韩贝传 孙惠文 (340)
陆地过程遥感——一种研究陆地演化的方法	张雯华 (347)
文峪岩体外围含金石英脉硫同位素研究的地质意义	赵瑞 姚御元 霍卫国 (350)
稳定同位素交换反应的动力学研究	储雪蕾 (355)
水的环境同位素研究	赵树森 (360)
铀系定年方法国家一级标准物质及其均匀性和稳定性检验	马志邦 (365)
岩石矿物中稀土元素分析	伊丽莹 (373)
矿物微观物理与微观化学	李家驹 (379)
扫描电镜与微观地质学	张汝藩 黄峥嵘 (384)
发展我国地质科学的几点战略思考	易善锋 (388)
编后语	(401)

对固体地球科学发展的思考

叶 连 俊

关键词：固体地球科学、能源、资源、环境、灾害

摘要：由于社会经济发展的需要，基础理论研究工作与工农业开发之间的界限已愈来愈靠近，研究课题的定向性愈来愈明显。固体地球科学因此而出现了一系列新概念、新思潮和新的地球观。当前固体地球科学的主要任务应集中在能源、资源、环境和灾害诸方面。

本世纪 60 年代以来，固体地球科学从概念、假说、工作重点到工作方式都发生了重大变化。新的突破和新的领域层出不穷。90 年代是固体地球科学的跃进时代，一场新的变革已初露曙光。

固体地球科学在其二百多年的发展历程中大致经历了从认识自然、利用自然到改造自然的三个阶段。目前国内外的研究重点都集中在利用能源和各种资源、保护环境、预防灾害等几个方面。

现在，由于社会经济发展的需要，基础理论研究工作与工农业开发之间的界限已愈来愈靠近，研究课题的定向性愈来愈明显。固体地球科学因此而出现了一系列新概念、新思潮和新的地球观：

1. 海底扩张、板块学说的问世，活跃了地球科学思维，产生了新的地球观；
2. 固定论让位于活动论，使人们对地球的空间变异，以及时间对空间制约的认识更深刻；

事件地质学的兴起，打破了“均变论”一统天下的局面。在大量事实的佐证下，人们重新估价了“突变论”（也就是灾变论）的重要性，即地球的历史不但有“演化”，也有“变革”，不但有“渐变”和“量变”，也有“突变”和“质变”；

3. 岩石圈组成物质再循环。近年来，地质地球化学工作者，特别是我国科学工作者，以大量数据和事实证明了地壳中物质再循环的具体存在，对传统的矿床成因说是一个大的冲击与促进。

4. 地质学家反思地质背景，呼吁“回到自然”。人们在认识地球的过程中所采用的基础单元，已由以岩层或岩体为起点，发展为以矿物为起点，现在是以元素或同位素为起点。起点单元越来越细微，使人们对地壳物质的认识日趋深入。

5. 工作方式集体化、系统工程化。近年来，新领域的开拓、新的突破都是有关学科互相渗透、新技术不断引入的结果。

当前我国固体地球科学的研究水平与世界先进水平相比，在不少方面还存在不同程度的差距。我们的目标是明确的：第一，满足国家现代化建设的需要；第二，追赶世界先进水平，为将来的发展作好科学储备。在这两个总的目标下，我们应当明确具体任

务, 研究制订具体课题。

我认为, 当前固体地球科学的主要任务应集中在能源、资源、环境和灾害诸方面。对能源和资源来说, 重要的问题是弄清各类矿床的生成过程和时空展布规律。具体课题的安排, 我认为应包括以下八个方面:

(1) 石油和天然气的研究。目前我国东部大部分油气田日趋老年, 西部塔里木盆地和海上油气田则捷报频传。新的油区共同特点是气多油少。因此, 我国石油工业将来很可能以天然气为主, 当前石油地质研究课题似应首先研究与天然气特别是煤成气有关的地质、地球化学问题。其次, 对海相碳酸岩中油气的生、运、聚、保的研究也应提上日程。原因是过去我国地质工作主要与陆相碎屑岩系打交道, 而塔里木等新油区生油的古生代与部分新生代地层都是海相的, 且多半以碳酸岩为主。

(2) 对金矿床类型的研究。各种主要类型的金矿多半出现在外陆架区域的浊积岩、弗理士沉积区, 属于层控或破碎带矿床, 而另外一种重要的“超大型”金矿类型出现在滨海线海带, 最近的研究说明, 其形成与藻丛的繁殖有关。目前我国还未找到这类矿床。

(3) 对矿床集中展布规律的研究。大部分矿床多集中分布于古大陆边缘, 且各种类型的矿床随沉积相带的分带而展布。对这些问题的实质现在并不清楚, 需尽早立题专攻。

(4) 应当重视与农牧业有关的地质研究工作。发展农牧业最根本的是水、肥、土、种, 前三者都与地质学有关。

(5) 加强浅海地带固体地球科学研究, 进一步深入开展大洋盆地深海区域的研究。我国具有宽广的陆架浅海区, 在浅海已找到了极富远景的工业油气田, 浅海养殖业、海洋农牧业发展较快。因此, 加强浅海地带的固体地球科学研究是急需的、可能的。同时, 大洋盆地深海区域是海洋的主体, 海底资源, 如大洋锰结核及多金属矿化发现日多, 这方面的研究工作必不可少。

(6) 环境地质。对自然环境与灾害的认识、预测、防治和改造是当代地球科学的新起点。过去这方面的工作多是集中在水圈与气圈, 而对浅层岩石圈注意较少。环境地质方面的研究应及早起步, 加强工作。

(7) 干旱、半干旱地区水文地质研究。我国西部的开发, 水是关键, 不仅是水量与水质的问题, 而且还必需注意保水、储水以及地下水库的工程地质条件问题。

(8) 与扩大、充实我国矿物储量有关的课题。从找矿、勘探到开采, 没有长时间的准备是不行的。以找矿为例, 现在露头矿已很少, 更多的是地下的隐伏矿, 这就需要依靠新的成矿理论来判断与预测, 需要开发新的勘探技术。成矿理论的研究要先走一步。其中, 生物成矿作用、成矿过程和背景以及成矿物理作用的研究是薄弱环节, 应大力加强。

资源环境科学发展的若干问题

黄 鼎 成

关键词：资源环境科学、发展战略、重点发展领域

摘要：经济、社会的发展必须同资源和环境的保护相适应。对资源环境科学的发展作出符合国情的战略部署，十分必要。本文通过“八五”立项的调研，分析了资源环境科学面临的形势和自身发展的特点，提出了资源环境科学的发展目标，说明了应该重点发展的领域。

90年代是人类社会发展史上一个巨大变革的时期。科学技术的飞跃发展及其广泛应用，将成为这一时期中影响最深刻的因素。针对我国社会主义现代化建设的实际需要和资源环境的态势与潜力，考虑国际科技发展的趋势，对资源环境科学的发展，作出符合国情的战略部署，推进实施，是十分必要的。本文综合了作者参加“八五”立项调研的工作体会，并参考和吸收了各方面专家的研究资料和深刻的见解，试图从科学工作者历史责任出发，对90年代我院资源环境科学发展的若干问题进行讨论。

一、形势与抉择

大自然，它为人类的生存和发展提供了丰富的物质基础和环境条件。但是，随着科学技术的进步、生产力的发展、人口的激增，人类对自然的破坏力像它的创造力一样迅猛发展，造成自然界的一系列变化。几个世纪以来，人类无度地向大自然“索取”和“征服”，已经领略到了大自然桀骜不驯的另一个侧面，人类活动也收到了与自己意愿相反的后果，大自然迫使人类面临着一系列严峻的挑战，面临着它的残酷报复。今天，已经到了这样一个时刻，人类必须作出认真的抉择，或是自毁家园（人类赖以生存的唯一场所）——地球；或是把经济、环境和资源协调起来，与大自然重修旧好，建立人类同大自然的和谐关系，求得社会的持续发展。

70年代初，以人口、资源、环境为主要内容，讨论人类前途为中心议题的“罗马俱乐部”成立，研究指出：人类社会的增长由五种相互影响、相互制约的发展趋势构成，这五种趋势是“加速发展的工业化、人口剧增、粮食短缺、不可再生资源枯竭以及生态环境日益恶化”；出路何在？人类应该采取自我限制增长，或者说协调发展这一最可取的方式。1984年5月召开的“地球的未来”会议号召：“经济、社会的发展必须同资源和环境的保护相协调，在满足当代人需要的同时，不危及后代人满足其需要的能力”。

“持续发展”是一种与资源、环境相协调的、新型的发展战略。有关研究指出，为了实现持续发展与环境保护，传统的发展战略将产生以下转变：

其一，由片面追求国民生产总值增长的单一目标模式，向经济、社会与环境协调发

展的多目标模式转变;

其二,由速度型发展向效益型发展转变;

其三,由倾斜式发展工业,向高度重视农业,特别是重视农业基础设施建设和解决亿万农民的生存条件转变;

其四,由国家直接控制和管理极为广泛的环境和自然资源的模式,向国家直接控制与众多主体分解、界定保护责任相结合的模式转变。

90年代,我国将面临许多长期不容忽视的制约因素:

1. 数量庞大,持续增长的人口群不断地促使各种资源、能源、环境、粮食、经济、社会等原有矛盾趋于尖锐化。

2. 人口持续增长、耕地不断减少、供水能力不足、能源供应紧张、各类人均资源占有量不断下降,是我国人口与资源、经济增长与资源供应矛盾的基本格局。资源紧缺是一方面,然而资源的不合理利用、大量浪费和破坏亦是十分突出的问题。

3. 生态破坏程度加剧,环境污染更加严重(局部有所改善,整体仍继续恶化),正以空前的规模破坏我们民族生存的空间和基础。

4. 自然灾害发生的强度和频度,随人类活动强度的增加和生态恶化而迅速递增,对经济发展和社会安定产生重大影响。

5. 大量生物物种面临不同程度的灭绝危险,特别是一些具有重要经济价值和重大科学意义的野生物种濒临消亡。

6. 粮食需求将长期大于供给,其最突出的问题是能否使粮食增产赶上或接近人口不断增长的需要。

总之,愈来愈多的迹象表明,在今后相当一段时期内,我国历史长期积累下来的上述限制因素,与社会经济间的矛盾将更加突出,将构成我国现代化进程中最大的障碍。因此,在人口不断增长、工业化进程迅速、资源日趋减损、灾害发生强度和频度不断增加、环境继续遭受破坏、生态恶化的历史条件下,对资源的合理开发、对环境的保护和改善、减轻灾害损失以及为这些问题的解决所必需的基础研究,当是90年代资源环境科学发展的中心任务和时代所赋予的历史责任。

二、发展的特点

90年代资源环境科学的发展具有下列特点:

1. 资源环境科学的研究必须从地球系统的整体行为过程、各圈层间的相互作用及其合理的时空关系,尤其强调人类与大自然相互作用这个基本点出发。

2. 树立保护与改善人类生存环境,保证人类社会、经济持续、稳定、协调发展的战略思想。

3. 由于解决问题的现实和长远利益的需要,由于社会经济发展的需要,以及现代技术发展和队伍成就的可能,在研究发展中有必要加强基础性的研究和建设以及组织管理的系统化。

4. 诸学科领域研究问题的多层次性,包括,全球性、全国性、区域性和专题性。

5. 研究时间尺度的双向延伸,既要重视对资源环境现状的客观分析,又要了解和把

握历史演化规律,更强调对未来变化趋势的预测。

6. 一方面学科分化依然继续,同时围绕重大和困难问题的解决,学科间的渗透、交融在不断加强,并逐步形成新的边缘领域;另一方面研究工作分别向微观、宏观二个方向深入,同时又紧密结合,去解决重大的和困难的问题。

7. 人类所面临的这些问题解决,已不是地学学科所能单独完成的,它需要生物科学、数学、物理、化学、天文、工程技术科学以及社会科学的研究,协同攻关;需要提供现代技术,不断创新研究方法和技术,提高研究水平。

8. 研究工作需要大量的、长期的基础数据的积累。因此,必须重视基础数据的采集、存储、显示和方法的研究;还应重视规范、标准和软件系统的研究开发,建设与完善资源信息系统以提供支持。

9. 这些全球性问题的解决,不同程度地需要国际间的合作和一致性行动。

10. 我国独特的自然资源和环境条件,都将给我国资源环境科学研究带来特色。

三、发展的目标

应该说,资源环境科学的发展,一方面面临着一系列与国民经济建设密切相关的重大问题;另一方面世界范围内,为解决人类所面临的全球性问题,各国际组织和研究计划相继产生,形成了一系列国际热点。因此,从我国国情和资源、环境的特色出发,以整体效益为中心,重点突破,以深邃的历史责任感去把握学科研究发展的未来,才有可能实现科学技术引导人类社会经济持续、稳定,协调发展,赋予学科发展新的生命力。

笔者认为,资源环境科学的发展战略应该是:保护与改善人类生存环境,保证人类生存与持续发展。这一发展战略的核心含义是:

1. (资源)靠自然资源的“增殖”为主,而不是单纯索取耗竭资源;有限度地向占地球70%的海洋提取资源;继续寻找大型、超大型和新类型矿床,以及矿产资源的综合利用,代用材料和非金属矿物材料的开发。

2. (能源)研究生产洁净、高效率能源,提高能源利用率;加速水电开发,加快石油、天然气的勘探开发,并广泛开发可再生能源技术。

3. (环境)改革资源利用方式,协调生产力布局,控制污染,三废资源化,抑制生态破坏,重视培植自然支持系统。

4. (灾害)掌握成灾规律,提高预测、预报水平,建立和完善以防为主防治结合为主体的防、抗、救体系,实现减灾效益。

5. 促使(经济)向持续、稳定、协调发展,向资源节约型高效益方向转变。

在这一发展战略思想的指导下,资源环境科学90年代发展目标(无疑是一个多目标体系)可以描述为:要解决国民经济建设、社会发展和高技术产业中所提出的重大科学技术问题,作出若干高水平、高效益、有重大影响的成果;要在若干领域建立独创的、有重大影响的理论,跻身于世界先进行列;有选择地在一定领域内创新,为科学研究提供先进的高技术手段;深化改革,完善科研体制,造就一批优秀的学术带头人、管理人员,不断优化科研组合。

四、重点发展领域

重点领域的研究与发展,对人类生存环境变化与改善这一基本问题的解决和整个学科研究水平的提高,均起着骨架的作用。

1. 全球变化研究

全球变化研究是近年来国科联发动和组织的重大国际计划。其目标是描述和理解控制整个地球系统关键性相互作用的物理、化学、生物学过程和支持生命的独特环境的变化,以及人类活动对上述基本过程及其变化的影响,从整体上了解地球系统的变化原因及其变化规律,并预测其变化趋势。其研究重点为:我国生存环境历史演变规律和现状评价;陆地、海洋生态系统的生物地球化学过程与气候物理过程的相互作用及其对气候变化的影响;气候变化对陆地生态系统的影响;生态环境变化的模拟研究;对我国未来生存环境变化趋势预测与对策的研究。

2. 岩石圈动力学与成矿理论

国际岩石圈计划的主题是:岩石圈动力学和演化,地球的资源 and 灾害减轻的格架。基本目标是研究大洋下岩石圈和地球更深处的构造、成分和作用,尤其阐明大陆下的岩石圈成因、结构、演化和动力学问题,并期望对了解资源体系和自然灾害的地质现象提供科学基础。中国大陆岩石圈的特殊性,决定了它在国际岩石圈研究中的地位。这一领域的研究重点大体包括:我国特提斯构造演化和大陆碰撞造山作用;我国东部岩石圈、南海大陆边缘与大洋过渡带的岩石圈构造、演化;喜马拉雅造山带碰撞的深部过程以及青藏高原的形成演化;现代的地球动态及岩石圈板块运动和形变测量;地球深部研究等。

在成矿理论方面将侧重于超大型矿床寻找的理论与方法;生物成矿作用;岩石与流体的相互作用等。

3. 国土开发整治与人-地系统

(1) 区域治理。开展经济、社会发展的合理空间结构和生态系统结构的优化;区域开发政策;区域管理与调控;特别是山地和生态环境脆弱区的综合治理;其二是大江大河(尤其黄河、长江)及其流域的综合开发与治理;其三,是我国经济发展战略地区的资源开发、生产力布局与环境整治的总体协调。

(2) 可再生资源的综合评价、合理开发利用、保护和开发利用、培养途径;在国民经济发展不同时期资源的承载能力与保证程度的研究;土地资源的合理开发利用与保护,土地退化与防治;水资源合理开发利用和节水型经济;特定海领生态系统结构、功能及其资源合理开发利用;人地关系地域系统的结构、发展及其利用与调控。

(3) 我国主要类型生态系统结构、功能和提高生产力的研究。发展区域开发治理与大农业持续发展、生态系统管理以及生态环境发展预测和治理保护有关的理论与方法。

4. 遥感技术应用与资源环境信息系统

(1) 发展重点新型遥感器及其配套技术,跟踪世界遥感技术;研究建立一个具有快速、准确、机动和集成特点的主要农作物长势监测与估产、重大自然灾害适时监测与评估的应用系统,为国家宏观决策提供科学依据,为实际应用提供技术支持;遥感信息机理、信息传输和成像规律研究。

(2) 建立和完善资源环境信息系统是时代发展的必然,它是提高整体研究水平的基础和手段。其主要内容为:建立和完善资源环境信息系统;标准化、规范化、信息共享;软件系统的研究开发,显示与输出;服务于不同层次的信息系统、智能系统的开发与应用。

5. 洁净能源

能源技术应向生产和使用高效率、低或无污染以及更多地依靠可再生能源转变。研究开展适合我国国情的能源新技术,减少能源生产过程中对环境的污染。研究重点为煤炭能源燃烧气化及其综合利用;煤的间接液化及化工合成;煤炭资源深部开采和在复杂条件下的安全、高效开采;能源生物工程;水能、风能、太阳能和核能的利用;节能技术等。

6. 污染控制与生态环境建设

(1) 环境系统稳定性。污染物在环境中的行为、效应与环境系统稳定性;天然和人为释放的化学物质的迁移转化与环境质量;有毒物质的生态效应。

(2) 污染控制。控制煤烟污染,燃煤新技术;污水天然净化与资源化技术;固体废弃物资源化与综合利用;以及有毒有害废弃物的安全处理与处置;环境污染的生态效应、生物净化与生物监测评价。

(3) 生态环境建设。不同类型区污染综合控制与生态环境建设;生态环境工程及其设计与实施、生态环境预警系统;以及系统生态。

7. 重大自然灾害的基本规律与减灾

(1) 提高对自然灾害观测、监测数据的准确性,提高重大自然灾害的预测、预报和预警的理论与方法。

(2) 重大自然灾害的灾情评估理论、方法、与辅助决策系统;

(3) 自然灾害发生发展规律、危险区划及其防御体系,人类活动与自然灾害的相互作用规律;

(4) 减灾工程建设的理论、方法和技术。

8. 地球流体动力学若干基本理论及其数值模拟

(1) 地球流体动力学若干基本理论及其数值模拟。重点研究:地球流体中行星波形成、传播与异常;重力波激发机制及海洋中尺度涡的形成机制;中层大气环流与动力学;海-气与地-气的耦合模式;大气与海洋环流;气候形成与异常的数值模拟;水-沙和风-沙动力学;地球流体计算方法和理论。

(2) 海洋环流结构与变异研究。源地黑潮变异和整体黑潮流系与 El Nino 的关系；中国近海环流结构及其变异规律；中国近海环流变异与西太平洋环流关系；海-气作用、海洋环流对气候和海洋生物的影响。

9. 紧缺矿产资源与非金属矿物材料

(1) 石油、天然气勘探评价的地质理论与新技术。重点研究油气形成、运聚特征及分布规律；油气盆地动态模拟与油气形成；油原、生烃机理；油气勘探评价新技术、新方法；薄互层油储地球物理。

(2) 我国重要金、铜、银、铂矿的成矿机理、成矿模式和找矿方向。

(3) 新型非金属矿物材料及其资源研究。如，粘土和高分散矿物材料；固体废物的资源化及环境矿物净化工程；高熔点和高硬度矿物材料；特殊功能矿物材料；新型陶瓷矿物原料与制品；宝石及人工晶体材料的研究。

10. 极地考察与南沙海域考察

(1) 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究，主要包括：青藏高原岩石圈结构、演化和地球动力化研究；青藏高原晚新生代以来环境变化研究；青藏高原近代气候变化及其对地理环境影响的监测和趋势预测；青藏高原生态系统结构、功能和演化分异研究等。

(2) 南极科学研究。主要内容为：南极岩石圈结构、演化及其成矿作用与矿产资源分布；南极生态结构、功能以及重点海域磷虾资源与开发；古气候古环境演变，现代环境背景以及南极与全球气候环境的相互作用与影响；日地系统整体行为研究。

(3) 南沙群岛及其邻近海区的测绘、资源开发、海洋环境综合考察。近期研究重点为：南沙国土资源调查与开发前景的研究；南沙形成、演化与油气开发前景；南沙生物资源调查与开发前景；南沙动力热量、海水资源与开发前景；南沙及其邻近海区环境调查与灾害性天气预测。

11. 高技术跟踪

在一定领域内发展具有综合性、配套性、知识密集的先进的应用于资源环境科学的技术手段，为资源开发、环境保护、灾害预测监测以及科学考察服务。如，海洋高技术、深钻技术、地球物理与动力大地测量以及前述的遥感技术等。

应该指出，除上述 11 个重点领域外，在今后工作中还应对以下重要的科学问题予以足够重视，诸如：(1) 地球历史中生物的演化及人类的起源和发展；(2) 比较行星学；(3) 深海和地球深部研究；(4) 低温地球化学；(5) 矿物和成矿中的微观物理化学问题；(6) 冰冻圈动态变化研究等。

参 考 文 献

- 全国基础性研究状况调研组，1990，中国自然科学的现状与未来，重庆出版社。
中国科学院国情研究小组，1989，生存与发展，科学出版社。
胡鞍钢，1991，中国：走向 21 世纪，中国环境科学出版社。

构造地层学及其在我国的应用前景

吴 浩 若

关键词：构造地层学、板块构造、中国造山带

摘要：板块构造学说的发展影响到地层学，产生了地层学的一个新分支——构造地层学。以西准噶尔和滇西为例，说明构造地层学对中国造山带地质研究的重要意义。

早在 1669 年，Steno 即提出了地层的叠覆原理，即地层在未因构造变动导致倒转的情况下，总是下者形成先于上者。19 世纪初，Smith 又提出了化石鉴别地层的原理，即每个地层具有自己特征的化石组合。从那时起到本世纪 60 年代以前，利用化石建立年代地层系统，并在全球各地互相对比。这种生物地层学的研究一直是地层学的主流。为了建立年代地层系统，人们总是尽量寻找地质构造简单，岩石未变质，层序完整连续，化石丰富的剖面进行工作。时至今日，国际地科联地层委员会的重要目标仍是建立各个系的界线层型。为此，建立了许多国际工作组，严格挑选跨越各个系界线的这类理想剖面进行非常详细的工作。

众所周知，经过二个世纪的努力，比较完善的全球性年代地层系统和许多地方性地层序列已经建立，这是地层学长期发展的成果，也是现代地质学研究的一项重要基础。

然而，构造简单，化石丰富的剖面通常分布在稳定的地台区。要把在这种地区建立的地层系统应用于构造强烈变动的“地槽区”或“造山带”，就会遇到很大的困难。在这样的地区，地层叠覆原理的前提被打破了，地层因构造变动而倒转，新的地层逆冲到老的地层之上，原来形成于不同地区的地层现在拼合在一起。总之，构造作用强烈地影响了地层的分布，研究地层必须考虑构造控制的因素。相反地，不把这些复杂的地层关系研究清楚，也无法恢复构造演化的历史。构造学和地层学的密切结合是不可避免的，从而产生了构造地层学。

一、构造地层学的产生

“构造地层学”(tectonostratigraphy)一词的出现还是最近的事。美国地质研究所(American Geological Institute) 1980 年出版的《地质学词典》(Glossary of Geology)第二版中尚无此词，到 1987 年的第三版中才收入该词。

但地层发育和大地构造之间的密切联系，早就为地质学家所重视。正如王鸿祯教授(1989)指出，“地层和构造学者一向注意地层类型及其所处构造位置的关系和意义”。苏联地质学家早就使用的“建造”这一术语，就是代表各种与大地构造背景密切相关的岩石组合。

王鸿祯教授(1989)指出,“构造地层一词最初见于 Wheeler 的构造地层格局(tectonostratigraphic pattern)一词”,即1960年 Wheeler 提交第21届国际地质大会的文章“美国早古生代构造地层格局”,但 Wheeler 对这一名词并未作具体解释。

“构造地层”术语开始广泛使用,是在70年代后期“地体”说提出之后。由于不同地体各以不同的地层序列为特征,并以此区分和识别,地体(terrane)常又被称为“构造地层地体”(Jones et al.,1982)。

80年代中期,构造地层学一词开始出现于美国及其他一些国家的文献。在美国,主要是在西部科迪勒拉造山带,利用地层学分析方法(包括古生物、岩相、地层连续性、沉积环境、构造环境、古地磁等)和构造形变分析方法来恢复某一个或某些构造单元的地层序列和构造关系,并推断其古地理和大地构造演化。如 Babaie (1987)对内华达戈尔康达异地体(Golconda Allochthon)的构造地层学工作。该异地体位于古北美大陆西缘,由一系列逆冲岩片组成,主要为晚古生代地层,也有早古生代和早三叠世地层,包括远洋、半远洋、火山成因和陆源碎屑沉积。作者通过构造地层学的研究,提出了一个弧前盆地形成、发展、收缩和侵位增生于北美大陆缘的演化模式。

1987年美国《地质学词典》第三版中对构造地层学的简单定义是,研究大的岩石地层单位关系,并强调大地构造作用对地层记录的影响。

在日本,近十多年来的研究证实,日本岛弧是由许多形状不规则,甚至不连续的移置地体拼合而成。它们遭受了强烈的构造形变,混杂堆积极其发育。构造地层学在地体的研究中起着重要的作用。最近的例子如 Kanmera 等(1990)对 Akiyoshi 地体的研究。该地体位于西南日本内带,包括许多大小不一的石炭-二叠纪灰岩块体,火山岩(已变为绿岩)块体,硅质岩块体和陆源碎屑岩块体。彼此大都以断层接触,构造形变强烈,劈理极其发育,常破坏了原来的沉积构造。作者们详细研究了这些组分的岩性特征,地层和构造关系,鉴定了硅质岩和泥岩中的放射虫化石,从而再造了它们的沉积环境和演化模式。灰岩和火山岩形成于远洋环境的海岭,周围是硅质远洋沉积,板块运动使它们接近陆缘时上覆以砂、泥质陆源碎屑沉积。至二叠纪晚期,俯冲消减作用使海岭解体,随后的碰撞拼合使其残余和共生的远洋沉积及上覆的海沟浊积岩构造混杂在一起,形成今日所见的 Akiyoshi 地体。

因此,构造地层学的产生是地质学发展到新一阶段的产物。由于板块构造学说的兴起,地壳运动的过程有了比较深刻的认识,对地层形成的过程和原因及其复杂性也有了新的认识。许多地层序列已经过复杂的构造变动和运移,其组成部分可能原来形成于不同的地点和不同的沉积环境。必须用各种可能的手段来恢复原始的地层记录并追溯其后的演变过程。野外工作将是极其重要的,尽可能地观察和收集古生物、沉积学、岩相、构造和接触关系等各方面材料,重要的地带测制各种比例尺的剖面,进行追索和填图。室内工作包括必要的古生物、岩矿鉴定、地球化学、同位素、古地磁的测试,沉积环境分析和构造解释。构造地层学实际上是多个地质学科的综合,尤其是大地构造学和地层学的结合。用各个地质学科的最新成果,特别是用最先进的大地构造理论为指导,阐明地层的成因。在此基础上,又自然地研究有关地区的大地构造演化、古地理变迁、矿产资源分布提供坚实的基础。近年来许多研究造山带地质的文章,虽不一定冠以构造地层学之名,大都采用了这样的研究途径。

二、我国开展构造地层学研究的意义

构造地层学对我国地质学发展有着特殊的重要性。各种资料表明,中国大陆是由众多大小不同的块体和块体间的活动带拼合而成。阐明这些块体的拼合历史和其活动带的演化历史已成为近年来我国基础地质研究的一个重要方向。如70年代以来对青藏高原地质演化的研究,80年代以来对滇、川西三江古特提斯演化的研究,对秦岭造山带的研究,对东南沿海大地构造的研究,等。对这些项目,我国许多研究单位、高等院校和有关地质部门投入了大量人力物力,也取得了不少成就。但许多难题仍未解决,要全面地恢复我国地质演化的历史,工作还仅仅开始。其中的许多难点或薄弱环节便是地层问题。

我国的地层工作长期以来集中于东部的华北地台和扬子地台,并以生物地层工作为主。地层工作往往由古生物学家兼任,地层工作总是和古生物学联系在一起。中国地质学会下属的有关专业委员会称为地层古生物专业委员会。广大的西部褶皱造山带内,构造变动强烈,岩层不同程度遭受变质,厚度大而化石稀少,专业的古生物工作者很少涉足。在不同比例尺的区域地质填图中,广大地质工作者作了巨大的努力,划分了不少岩石地层单位或各种填图地层单位,取得不少宝贵的资料。但总的说来,地层研究程度大大低于东部的稳定地台区。这里当前的任务,并非如东部一些地区那样,进行越来越详细的地层划分或争取被选为国际性的界线层型。首要的是进行构造地层学的研究。下面根据我们近年的实际工作举例说明。

1. 新疆西准噶尔古生代构造地层学研究

介于阿尔泰山和天山之间的西准噶尔地区,分布有多条不同时代,不同延伸方向的蛇绿岩带,并有丰富的矿产资源。50年代以来,即进行了大量地质勘探工作。80年代又针对蛇绿岩进行过多次专题研究。但这里广泛分布的古生代地层,各个时代都以火山碎屑岩为主,岩性不易区分,加之构造变形强烈,化石不多。用传统的地层工作方法,很难得到满意的结果。相邻地质图幅的地层单位和地质界线,存在不少矛盾之处。

近年来,我们在本区开展了构造地层学研究,运用各个地质学科的新思想,在大量野外观察和室内分析鉴定的基础上,得到了不少新认识(吴浩若、潘正蕾,1991、1992)。如用构造地层地体分析方法,我们把西准噶尔以白杨河-和什托洛盖谷地为界,分成南北两个块体。北部包括西面的谢米斯台地体和东面的沙尔布尔提地体,二者在中泥盆世前的海相地层组合差别很大,之后共同发育了中晚泥盆世的陆相火山岩和磨拉石沉积,晚泥盆-早石炭世也接受了相同的浅海沉积。说明这两个地体在中泥盆世时拼合。而南部则是更复杂的合成地体,直到晚石炭世仍有深海沉积。

过去在这里未注意原地沉积和异地沉积的区分,把一些灰岩块体或砾石中的大化石,不加分析地来确定所在地层的年代。如克拉玛依以西广泛分布的石炭系三个组,过去根据其中找到的这类化石确定的顺序,自下而上为希贝库拉斯组、包古图组、太勒古拉组,粒度由粗而细,认为是一个海进序列。但北疆广大区域石炭纪后海水基本撤出,构成很大的矛盾。我们在详细研究了命名地点的剖面后,认为其顺序恰恰相反。这套地层并非原先认为的浅海沉积,而是发育完整的一套海底浊积扇沉积,由整覆于枕状熔岩之上的

远洋-半远洋沉积,经过下扇、中扇至上扇的海退序列(吴浩若、潘正藩,1991)。最新得到的牙形刺化石研究结果¹⁾也证实了这个顺序的正确性。

类似地,这里过去把混杂堆积也和正常的岩石地层单位同样处理。如把达拉布特蛇绿岩中的沉积组分称为达拉布特组。因找到中泥盆世珊瑚化石,即将其时代确定为中泥盆世,由此也影响到达拉布特蛇绿岩的时代。我们将这类混杂堆积划为专门一类地层单位——杂岩,并分别研究杂岩中不同岩石组分的成因类型、形成环境和时代。达拉布特杂岩中有少量浅水碳酸盐组分和钙质生物化石,其中也有石炭纪的珊瑚化石。但大量的还是蛇绿岩组分和深水的火山碎屑浊积岩组分,其中我们找到了石炭纪的放射虫化石。这类构造混杂的杂岩,可以含有不同时代的化石,而其最后形成的时代,应接近于其中所含最新化石的年代。因此,达拉布特杂岩的时代应是石炭纪而非中泥盆世。

对于西准噶尔古生代古地理和构造演化,因该区域分别有奥陶纪-石炭纪各时代蛇绿岩的存在,有人认为存在多次海盆的闭合和重新拉开。我们研究了西准噶尔古生代各时期地层的沉积构造、岩石成分、岩相和地球化学特征以及相互地质关系。认为它们都是与火山弧相关的远洋-半远洋沉积,缺乏与陆块或再旋回造山带有关的沉积。蛇绿杂岩(除最晚的石炭纪蛇绿杂岩)为洋内消减带产物。西准噶尔在古生代始终维持远洋环境,但其中复杂的弧盆体系也有消减和增生过程,并逐渐由未切割弧到过渡型弧向切割弧演化,到石炭纪晚期或二叠纪早期才最终闭合。

2. 滇西三江流域的构造地层学研究

滇西横断山区,高山巨川南北向平行排列,东西向横切不长距离即跨越多个构造带,大地构造的特殊性和丰富的矿产资源引人注目。80年代中,国家自然科学基金委员会,地质矿产部和中国科学院都将其作为基础地质研究的重点,取得不少重要进展。如在腾冲、保山地区发现石炭纪冈瓦纳型的沉积地层(王义昭,1983),在云县铜厂街发现蛇绿混杂堆积(张旗等,1985),在孟连地区发现石炭-二叠纪含放射虫远洋硅质沉积(吴浩若、李红生,1989;Wu et Zhang, 1989),在滇西南沧源、镇康、永德一带发现了早三叠世沉积(云南省地质矿产局第三地质大队区调四分队,1989),在哀牢山浅变质岩系中发现了早石炭世的牙形刺和瓣化石(李光勋等,1989),在哀牢山带西侧的墨江地区发现了早石炭世玄武岩和晚二叠-早三叠世的玄武质-英安质火山岩系(周德进等,1992),保山地区的古地磁资料证明保山地块古生代时接近冈瓦纳大陆(张正坤、张景鑫,1986;Wu Fang et al., 1989),对哀牢山群、大勐龙群等深变质岩系的同位素年代学也取得了系统的数据(翟明国等,1989),以及一些大型走滑断层、韧性剪切带的发现(吴海威等,1989),等。但仍有许多问题未获解决,特别是地层问题。从而也导致一些基本地质问题悬而未决,如古特提斯的发育时限和性质及冈瓦纳北界的位置等。

滇西地质和上述西准噶尔以至新疆北部地质的重大差别在于后者主要由古生代的构造活动带组成,古老变质岩很少出露,而前者则是构造活动带和稳定块体交互,有许多可能是古老的变质杂岩。这些变质杂岩的时代和性质对滇西大地构造性质的确定是很关键的。现在一种意见是把绝大多数深变质岩,包括哀牢山群、苍山群、石鼓群、澜沧群、

1)廖卓庭等,1991,新疆北部石炭系的两个地层古生物问题,中国科学院南京地质古生物研究所“七五”攻关项目地质科技重要成果论文摘要。