

现代地质科学前沿

我国今后值得重视的前沿研究领域

肖庆辉等著

地质矿产部软科学研究项目
地质行业科学技术发展基金资助项目



地质大学出版社

专家咨询名单

丁建民	万天丰	万国江	万渝生	于在平	马永生
马杏垣	马宗晋	马福臣	马志红	王 岫	王 强
王小凤	王五力	王绍伟	王绍雄	王学孟	王孔海
王成善	王文颖	王东方	王安健	王正荣	王正邦
王东坡	王福兴	王新平	王正键	王广平	王有爵
王宜生	王继兴	王家枢	王世环	王燮培	方大钧
方永安	方念乔	从柏林	尹国栋	韦永福	韦朝阳
车自成	邓起东	邓晋福	邓自强	邓汉雄	邓振球
兰玉琦	石礼炎	叶 荣	叶 瑛	叶尔康	叶德胜
叶锦华	叶宝衡	卢一伦	卢华复	卢良兆	田明中
田世澄	田兴有	田永清	白 瑾	白志强	白顺良
冯本志	冯庆来	冯钟广	冯祖均	冯益民	艾惠珍
艾宪森	丘东洲	安太庠	伍家善	李 勇	李 成
李 铨	李 镛	李文汉	李兆麟	李光岑	李廷栋
李振五	李凤林	李曙光	李思田	李兴柱	李和祥
李茂松	李之彤	李福佩	李龙吟	李文元	李跃蓀
李志忠	李从先	李裕伟	李朝阳	吕英杰	吕洪波
朱三光	朱志澄	朱爰玉	朱远峰	朱德浩	朱岳年
朱克明	朱自尊	朱明玉	朱熙道	朱光明	刘文钧
刘有民	刘和甫	刘长春	刘本培	刘若新	刘燕山
刘德良	刘德权	刘鹏生	任启江	任纪舜	任有祥
任福弘	许志琴	孙 叶	孙 勇	孙大中	孙永明
孙永传	孙智峰	孙肇才	华仁民	关德师	乔 僖
毕孔章	汤良杰	汤中立	汤耀庆	张 军	张 超
张 均	张 昀	张 胸	张一均	张祥生	张建中
张志强	张志良	张之一	张文堂	张治洮	张国伟
张荣华	张自超	张忠英	张长厚	张本仁	张寿广
张惠民	张锦泉	陈 功	陈 德	陈 琦	陈 骏
陈广浩	陈从云	陈焕疆	陈飞鹏	陈安泽	陈思松
陈江峰	陈国达	陈华慧	陈源仁	陈俊明	陈衍景
陈晋鏊	陈振楼	陈殿芬	吴丰昌	吴正文	吴汉泉
吴传璧	吴昌功	吴昌华	吴冲龙	吴向农	吴良士
吴锡浩	吴淦国	吴悦斌	沈其韩	沈保丰	沈照理
沈渭洲	沈镛立	邵济安	邵慧芝	何向阳	何科昭
何浩生	何培元	何永明	祁思敬	肖劲东	肖序常
应思淮	佟永贺	陆松年	陆春榕	陆曦初	宋 杰

宋鸿林	孟良义	劳秋元	余光明	余钦范	芦德捷
汪一鹏	汪新文	苏养正	杜乐天	邱小平	邹申清
杨星	杨士恭	杨敏之	杨芳林	杨树锋	杨守仁
杨忠芳	杨明桂	杨超群	罗永国	罗志立	罗年华
罗宝信	罗照华	林 舸	林 强	林玉石	林宝钦
林建平	林培英	苗培森	茅燕石	金性春	金庆焕
周 堃	周裕文	周翌立	周鼎武	周群辉	弥建勇
郑仁城	郑剑东	郑懋功	肖瑞钧	范蔚茗	柳淮之
柳益群	赵 逊	赵文津	赵不亿	赵志中	赵伦山
赵元洪	赵如海	赵春荆	赵剑昆	赵海玲	赵崇贺
俞受壘	俞鸿年	胡 克	胡广韬	胡书敏	施 煊
姚书振	贺高品	贺同兴	洪大卫	洪作民	殷伟德
殷培龄	耿辉安	钱 方	钱祥麟	徐士进	徐学纯
徐宝慈	徐怀大	徐和聆	徐启明	高万里	高天钧
姜春发	姜春潮	唐克东	唐德贵	陶奎元	耿元生
郭永志	郭福祥	郭胜哲	袁文光	袁学诚	袁道先
秦蕴珊	贾 东	梁乃杰	梁云海	梁志荣	梁德华
翁金桃	戚厚发	崔军文	崔作丹	曹 昆	曹从周
曹景轩	谢崇裕	龚一鸣	龚羽飞	章礼明	黄玉昆
黄汉锋	黄荣贵	蒋九余	蒋明媚	蒋忠惕	朝仲文
焦荣昌	程 捷	程守田	普 勇	曾允孚	曾作勋
葛志田	董树文	董熙平	覃嘉铭	彭礼贵	彭齐鸣
富 勤	路春榕	赖兴运	赖绍聪	解习衣	蔡学林
熊兰生	裴荣富	翟裕生	潘 廓	解万筹	冀树楷
戴金星	魏洲龄				

序

建设有中国特色的社会主义，一靠政策，二靠科学技术。而从长远看，加强基础科学研究，尤其是加强基础性科学前沿研究，又是促进我国经济和科学技术持续稳定发展的必要保证。因此，“当代地质科学前沿及我国对策研究”课题的开展与完成，对于促进我国今后地质科技以及有关经济建设的进一步发展的意义，是不言而喻的。

该课题组同志们能够从当代地质科学发展的大视野及其前沿研究的高层次论述《当代地质科学前沿：我国今后值得重视的前沿领域》，不仅表明他们所具有的敏锐眼光和远见，还反映了他们勇于追求和探索的精神。经过数年研究，在广泛征求了我国地质界 300 多位决策、管理和从事实际科技工作的专家意见的基础上，以他们为主并约请众多不同学科和领域的专家、学者写成这部专著，是可喜可贺的。全书由两大部分构成共 60 余万字。第一部分为优先研究的重大前沿领域，几乎包括了当代地质科学发展的各主要方面。所涉及问题的讨论，充分体现了研究者们对地质科学现状了解的深度和勇于预测前景的可贵精神，如关于大陆岩石圈的结构与动力学、第四纪全球变化地质学、成矿作用与地球动力学、地壳中的流体作用、早期地壳的构成与演化、全球变化的地质再造、化学地球动力学等，不仅立意新颖、见解独到、论证有据，而且对于广大地质工作者开阔思路、增加知识、更新观念更具重要意义；第二部分则从地质科学一些重要分支学科或技术领域等方面，系统阐述了围绕重大前沿领域并需要重点发展的相关学科前沿或生长点，内容丰富，其中有相当一部分问题，在国内尚属首次提出和介绍，其参考利用价值也是显而易见的。

在人类即将跨入新的世纪和新的千年的转折关头，世界地质科学在岩石圈研究和全球变化研究二大主题下，也正进入一个新的发展阶段。一方面，国家经济建设和社会发展对地质科学提出了越来越高的要求，当代地质科学面对着比以往任何时候都更为艰巨的责任；另一方面，国际范围的地质科学竞争日趋激烈，前沿研究正成为各国竞相追逐的战略制高点。在这种新的形势下，如何开展我国地质科学前沿研究，并以此带动和促进我国地质科学乃至整个地质事业的全面发展，已成为一个紧迫的战略问题，也是我国广大地质科技决策、组织管理和研究者们关注的焦点。现在，课题组同志们将他们在这方面研究的一些成果发表出来供大家参考，肯定会有助于增进对这一问题的了解和讨论。作为对这个问题的积极思考，我也很乐意就发展我国地质科学前沿研究及有关对策问题，谈谈自己的几点想法，既是表示我对这项工作的关心和支持，同时也是期望通过这一课题的研究和本书的出版，对我国地质科学前沿研究起到推动的作用！

* * * *

科学前沿研究是基础研究的十分重要环节和组成部分。就我个人理解，地质科学基础研究大致包括两方面内容。第一是大量主要与资源和环境问题有关的基础性工作，涉及人类对气圈、水圈、生物圈、岩石圈及地球更深部位、宇宙空间，乃至

人类本身活动场所及其引起的效应等的系统调查研究(考察)或观测(探查)记录,从事积累基础资料、测制和编绘有关图件,及相关的科学技术工作,当然也包括发展高新技术研究所做的一些基础工作等。这些工作既是开展基础科学理论研究工作的基础,又与国民经济和社会发展的有关工作关系密切,因而一直比较受到重视。第二是它的基础学科及有关学科的理论研究,特别是地质科学前沿的理论研究,主要涉及上述地球系统几个圈层的形成演化,各自的组成、结构与动力学,以及各个圈层间的相互耦合和作用。由于当代地质科学前沿研究是一种开拓性和探索性很强的科学活动,其主要宗旨在于发现新现象、揭示新规律、提出新概念、建立新模型、发展新原理等,所以这一层次的基础研究,对于争取实现科学突破、拓宽开辟研究领域、培养造就高层次科技人才以及参与开展国际科学竞争合作等,都起着不可替代的作用,同时也是带动和保证基础地质工作水平不断提升乃至整个地质科技持续发展的源头和先导。可见,发展我国地质科学,前沿研究与基础工作具有同等的重要性,应使二者合理配置、协调发展。鉴于以往我国基础研究中,对地质科学前沿的开拓探索,没有给予足够的重视,目前把它放在应有的重要位置是有充分理由的。

从社会需求和科学发展的角度考察,开展和加强我国地质科学前沿研究也是很必要和紧迫的。首先,矿产、环境、灾害、水资源等当今世界面对的各种重大社会问题在我国均极为突出,参与研究和解决由此提出的一系列复杂科学问题,尤其是矿产资源(包括地下水)的探寻和评价、地质灾害的预防和减轻,以及未来全球环境变化的溯源和预测等首当其冲的复杂或疑难问题,是我国广大地质科技工作者义不容辞的责任。但这些问题无论是深度还是广度都远远超出了地质科学现有的知识水平和认识能力,它们是一些需要新的知识层次上努力攻关的科学前沿,也是当今许多国家重点研究和争夺的战略领域。为了满足和适应社会-经济发展的迫切需要,我国地质科学只能不断扩充研究范围并力争通过在当代某些前沿领域的探索中求得发展。其次,我国地质科学历经近一个世纪的发展已进入到一个新的转折时期,如何使我国地质科学水平跃上一个新台阶,关键也就在于必须有一定的前沿研究作为导向。我个人认为,我国开展地质科学前沿研究包含着相辅相承的双重任务:一是应大力发展前沿研究本身,以此迎头赶上世界地质科学发展的潮流,增强我国的国际学术地位和竞争能力;二是应通过前沿领域的开拓研究,推进传统地质学科的改造及其研究方向和课题结构的调整,这是我国地质科学乃至整个地质事业发展战略的核心问题,是实现我国地质科学由传统地质向现代地质根本转变的必由之路。也可以说,本世纪末至下世纪初中国地质科学的全面发展,是一个在前沿研究背景下的现代化问题,必须切实地以发展前沿研究作为最富有活力的牵动力量。

需要指出的是,我国开展地质科学前沿研究,应在充分了解世界地质科学发展规律和趋势的基础上,从现实国情出发,制定出切实可行的发展规划和计划。鉴于当代一些重大的地质科学前沿均属知识、技术、资金和人才密集型领域,需要庞大的经济技术投入与支撑体系支持,当今世界上已没有一个国家能够在所有前沿领域研究上全线出击、全面领先。即使一些发达国家(如美国等)也都非常注重选择若干优先领域加强研究,以保持和扩展它们的某些优势。我国是一个发展中国家,在今后一定时期内,人才、资金、技术和发展水平等都将是比较严重的限制因素。因此,我国地质科学前沿研究更应实行“重点突出、有限目标”的发展战略。要根据

我国具体的自然和其他条件，从我国实际情况（如机构、人力、设备、水平、已有工作基础等）出发，缜密地选择那些对相关领域发展起带动作用并提供知识、技术和人才基础的关键性课题，作为优先领域强化投入，争取尽快形成气候，取得突破。当然优先领域也不等于全方位发展，还需根据轻重缓急和预期成果等情况，在总体目标下提出不同级别的项目、课题的攻关顺序，及其配套、反馈的科学体系：选准作为突破口的主攻方向和重点课题逐步推进，在有限目标下持续、稳定、协调地发展。

前沿研究属于创新性研究，其成果应立足于达到或超过世界先进水平，这就要求有比较高的立足点和着眼点。但前沿研究的难度亦比较大，我们在立足于赶超的同时，还应善于吸取国外的经验教训，少走弯路，以便在规划的实施中，争取在科学上有较多的突破，有可能取得事半功倍的效果。鉴于我国基础研究的某些领域和课题，存在着赶时髦、一哄而起、甚至低水平重复的现象，因而前沿研究的规划工作中着力避免类似情况的发生，要作为一条戒律来掌握。

殺以具
42714

前 言

本书是地质矿产部软科学研究项目和地质行业科学技术发展基金项目“当代地质科学前沿及我国对策研究”之二，该项目是为制订我国地质科学今后的发展规划、计划与学科发展方向而确立的。

前不久内部出版的《当代地质科学前沿及我国对策研究》之一，即《地质科学的机会与挑战》一书，重点介绍了国外各主要发达国家以及重要的国际地学组织正在实施的重大地学计划，或优先发展的前沿研究领域及其提出的背景。通过它，向读者介绍了当代国外地质科学前沿研究的基本态势以及各主要国家的对策。而本书重点介绍通过我们软科学研究而提出的我国今后值得重视的前沿研究领域，希望它能成为有关部门制定今后地质科学发展规划、学科方向和制定“九五”计划的依据，使我国地质科学在 90 年代有一种新的走向；也希望它成为一个开端，使我国地质科学前沿研究意识在科技人员中逐步树立起来；还希望它能为我国地质科学以及各分支学科在瞄准当代地质科学前沿和发展地质科学理论提供有启发意义的角度和方向。由于当代不同学科都发展非常快，并分别分化出自成系统的分支学科、边缘学科，以致出现了各学科之间往往不能相互沟通的新危机。因此，本书的出版，还希望它能为沟通不同学科专家对其他学科、乃至整个地质科学前沿态势的了解。

对地质科学，甚至对其他任一自然科学的前沿作系统的调查研究和分析，并根据国情提出我国今后值得重视的前沿研究领域和学科发展方向，不仅是一项难度颇大的新的研究课题，而且这在我国地质科学、乃至其他自然科学中尚属首次，我们深感力不从心。但这是国内外同行以及科学决策者共同关注和思考的热点，也是推动我国地质科学更好地为经济、社会发展服务的一项重要研究工作。为此，我们研究组怀着一种大胆尝试和探索的心情，抱着抛砖引玉的宗旨去完成这一研究工作。

本书提出的前沿研究领域，是在我们广泛搜集、研究国内外文献，对“七五”成果和“八五”立项报告进行了调查研究和分析，并征询了 362 位我国在国外的留学生、进修生、访问学者以及国内专家、学者意见基础上确定的。本书由研究组和特邀的 102 位专家共同撰写完成。在选题和撰写过程中，我们还在地矿部天津地矿所、地质力学所以及国家自然科学基金委地球科学部召开过座谈会。书中许多选题、观点和论述来自我们征询过的专家、学者、留学生、访问学者和进修生。因此，它集中反映了我国广大地质专家、学者的智慧和他们对当代地质科学前沿的认识水平。我们的工作犹如把散落的珍珠发掘出来，串接起来，做成闪烁着我国专家、学者智慧之光的项链，再奉送给我国的专家、学者和决策者们。

当代地质科学从来也没有像今天这样对人类有如此巨大的影响，地质科学的进展和突破在解决人类面临的诸多社会问题中正日益发挥着巨大的作用。未来地质科学技术的发展仍将迅速空前，对人类未来的生存和社会发展的影响也将更加日益广泛和深刻。为此，世界一些主要发达国家的地质学界、乃至政府对地质科学的前沿和未来尤为关注。自 80 年代开始，国外地质界特别是美国相继投入大量人力和物力，探索未来地质科学发展方向，提出了不少以建立新的地学知识体系为目的的优先发

展的前沿研究领域。我国地质科学经过数十年的重大发展之后，正处在一个以建立中国大陆地质科学理论体系为战略目标的新起点上。要实现这一战略目标，迫切要求我国地质学家抓住机会，瞄准当代地质科学前沿进行创新研究，参与国际竞争。当代地质科学前沿研究最基本的特点是属知识、资金、人才和技术密集型研究领域。当代不少重大前沿研究领域超出我国当前国力所及，因此，在这个世纪之交的90年代，提出一个怎样的前沿研究体系框架才既能解决我国重大地质问题，又能使我国地质科学以瞄准当代地质科学前沿为转机，向更高层次进入全面发展的新时期，已成为我国地质界同行以及有关决策人思考和关注的问题，也是我们研究的主题。

从国际上看，当代地质科学仍然在向宇宙、地球深部以及深海发展，并形成了以建立新的地学知识体系为目标的庞大的完整的“上天、入地、下海”的前沿研究领域体系，预计21世纪初，这些前沿研究态势仍不会有根本转变。我国国情与世界先进国家不同，还处在“发展中国家”阶段，特别是我国技术水平与国际先进水平相比还有不少差距。世界先进国家开展前沿研究已经成为当前参与国际激烈竞争的迫切需要。但我国90年代还主要是为实现2020年在我国建立大陆地质科学理论体系而进行理论、技术和人才储备阶段、奠基阶段，因此，我们还没有必要不顾实际去盲目全面追赶国外前沿研究。今后10年，应根据我国国情并立足于未来，首先建立起前沿研究领域体系框架，把我们的人力和财力从以往过多地放在传统课题研究上，或放在瞄准国外热点上，真正转移到前沿研究领域体系上，进行创新研究，建立起立足于中国地质特点的新的地质科学知识体系。我们就是本着这种精神，提出我国今后值得重视的前沿领域框架体系。这个体系框架的核心是以使我国对大陆岩石圈构造、组成、动力学和演化历史以及过去全球变化历史的了解达到一个新的水平为目标的，即重点放在大陆岩石圈和其边缘以及全球变化两个主题上，这是我们选题的基点。

在项目研究过程中，我们曾较系统地研究了我国地学不同部门的“七五”成果以及“八五”的立项报告，发现“瞄准当代科学前沿”已成为共识。但对科学前沿涵义的理解却大有商榷之处。相当一部分人把当代科学前沿理解为科学热点。虽然科学热点与科学前沿有部分叠复关系，但前者往往是科学前沿研究取得突破性进展以后，迫使人们对某一科学问题重新进行认识或“反思”研究而掀起的学术思潮，或研究热点。瞄准热点一般不能创造新的知识，而只能起到“反思”作用，而且这两者之间有明显的时间差，这是它们最根本的差别。

本书所指的当代地质科学前沿既不是指现在已经形成学术思潮或已普遍为世人所接受的一些科学热点、新概念、新理论、新技术方法，也不是指不知何时才能突破的科学之谜，而是指那些现在正在国际地学界中进行探索并正要显现其科学意义或可能有突破(还未突破)的以建立新的地质科学知识为目的的开拓性研究领域，或科学问题，或学科方向。因此，从某种意义上来说，它是仍处于探索的但一旦有突破又可能领导地质科学走向未来的重大研究领域，或学科方向和研究课题。由于它还未突破，处于探索研究之中，因此，地质文献中不可能有大量报导，或者是以争论形式出现，或者只能在大型国际地学计划以及一些国家研究计划中找到它们的立项依据。本书提出的前沿研究领域就是基于这种认识，并根据下列准则选择的：

(1) 该研究领域是否将为建立新的地质科学知识体系填补重要空白？

(2) 根据技术和地质知识现状, 该研究领域能否进行?

(3) 在基础和应用方面是否有明显可见的前景?

我们认为, 当代地质科学正面临着整合性飞跃, 并进入了一个非同寻常的大综合、大协调的大科学时代。为此, 要使一个国家科学研究水平总体上有所提高, 关键在于要把地质科学研究的各个部分纳入到当代前沿研究框架中, 形成前沿研究体系框架, 并使其协调发展。只有这样才能实现整合性发展和飞跃。为此, 我们在提出我国值得重视的前沿研究领域时, 除考虑上述准则外, 还考虑了它们之间的协调发展的关系。我们从立足于 90 年代建立起我国前沿研究体系框架思路出发, 把我国值得重视的前沿研究领域体系框架划分为相互补充、相连而构成一个完整体系的两部分, 即优先研究的重大前沿领域和重点发展的相关学科前沿或生长点, 通过这两部分, 基本上把我国地质科学研究从整体上纳入当代前沿研究体系框架中。

本书第一部分是应优先发展的、代表当代地质科学大综合、大协调的 11 个重大前沿研究领域。它们是从国外当代 19 个重大前沿研究领域中挑选出来的。从国际上来说, 这 11 个重大前沿研究领域是带动当代地质科学发展的当采重大前沿领域, 即它们是带领地质科学走向 21 世纪的重大前沿研究领域, 也是当代国际地学和发达国家研究计划的主体或核心。它们是以创造和建立未来地质科学新的知识体系为目标的前沿, 或所谓的高级前沿。对它们的研究, 不仅可以把地质科学各分支学科重新紧密联系起来, 而且使地质科学与地学的其他领域, 如大气、海洋、地理、环境科学以及自然科学中的生物学、数学、化学及材料科学等学科的一部分在新的基础上相互交叉, 因此, 它们具明显的跨学科、大综合、大协调的大科学性质。这些重大前沿研究领域对地质科学乃至整个地质事业今后的发展将起到决定性的导向作用, 它们的研究和进展在很大程度上将决定地质科学与地质事业未来的整体走向和水平。从国内来看, 它们是促使我国地质科学在未来 10 年产生整体飞跃发展的重大基础性前沿研究领域。通过对这 11 个研究领域的研究, 不仅可以把我国地质科学基本上置于国际地质科学前沿的体系框架中, 而且对我国地质科学未来发展的总体取向具有重大的决定性意义, 并可望在未来不长时间有所突破的研究领域。

现代科学已经形成具有多层次结构的、内部有序的庞大知识体系, 作为起支撑作用的科学前沿研究领域, 其内部也形成了多层次结构。不同层次和不同性质的前沿对学科的推动功能不尽相同。但是, 目前国内多数研究者以及科学决策人往往把科学前沿只作为一个整体来考虑, 缺乏对科学前沿领域内部层次的具体考察研究。我们认为, 这是不够的, 一方面它不能使研究人员抓住前沿领域中的关键问题进行目标创新研究, 另一方面它也不能使领导科技工作的决策者更有针对性地制订相应的科学政策和把前沿研究领域转化成科学问题进行立项研究。通过我们的研究发现, 前沿研究领域确定以后, 能否在前沿研究中取得突破或重大进展, 关键在于是否抓住了前沿研究领域中的关键科学问题强行突破。本项目研究过程中, 我们曾对我国一些地学“八五”立项报告进行分析研究, 发现不少项目从大的研究领域上看的确属当代地质科学前沿, 但是否抓住了这一领域中具战略较量意义的关键问题或前沿阵地的制高点, 却还有商量的余地。为此, 在本书中, 我们不但提出了 11 个重大前沿研究领域, 而且还对每一个前沿研究领域中的关键科学问题作了探讨和研究。

本书的第二部分是重点发展的相关学科的前沿或生长点。我们重点研究了构造

地质学（广义的）、地层学、古生物学、矿物学、岩石学、地球化学、前寒武纪地质学、沉积学、环境地质和灾害地质基础研究领域以及与这些学科和领域的发展紧密相关的一些前沿技术。它们主要是地质科学古老基础学科的前沿或学科生长点。这些基础学科已有相当的研究深度和广度，要在原有的“世袭”领地上，或所谓传统课题上进一步继续向前发展或深化，已有相当大的困难，其根本的出路在于同边缘学科结合寻求突破。对此，我们在选题上强调边缘学科和新的学科研究领域。正是根据这个原则，在我们提出的学科前沿领域或学科生长点中，除一些领域是学科本身研究的深化以外，大部分是新近出现的新兴学科或新的学科研究领域。虽然它们还未形成一个像成熟学科所具有的那种典型的稳定的研究主题，但它已成了当代地质科学学科赖以发展的生长领域或核心研究内容，并可能是带动未来地质科学以及这些基础学科向高层次突破的重大学科方向和研究领域。

本书是在地质矿产部科技司司长张良弼高级工程师直接指导下完成的。研究组由中国地质矿产信息研究院基础地质研究室主任肖庆辉研究员、李晓波助理研究员、刘树臣助理研究员，副主任贾跃明助理研究员、宋力生副研究员、陈华助理研究员以及白星碧硕士等组成。在撰写过程中，我们聘请了102位国内专家、学者，我国在国外的留学生、高级进修生以及高级访问学者共同编写，他们是：郑永飞、金振民、洪汉净、索书田、郑剑东、张国伟、周鼎武、于在平、邵济安、卢华夏、张庆龙、贾东、施央申、王小凤、宋鸿林、林传勇、何永年、史兰斌、马宝林、刘若新、王治顺、石耀霖、张守信、杨守仁、王绍芳、马学平、杨群、茅绍智、徐钰林、王大锐、秦正永、白志强、舒德干、陈琴、陈丰、卢良兆、徐学纯、翟明国、贺同兴、邓晋福、赵海玲、罗照华、路凤香、洪大卫、莫宣学、马洪文、刘昌实、任启江、林传仙、赵振华、徐士进、周会群、韩吟文、陈奇文、李曙光、朱士兴、赵凤清、孙大中、白瑾、颜耀阳、杨振升、陈晋镛、杜汝霖、吴昌华、李惠民、张惠民、王官福、王魁元、李思田、林畅松、邵磊、徐怀大、孟祥化、葛铭、陈荣坤、梅冥相、马永生、叶德胜、洪天求、吴亚生、孟庆任、赵重远、周立发、林晋炎、任战利、李明诚、赵孟为、陈荷立、梁传茂、吴锡浩、陈德生、王绍全、赵勇胜、罗宝信、王毓钊、王洪涛、叶洪、曲国胜、潘别桐、张伟、林传易、程国良等。

虽然我们对撰写形式曾有规定，但不同作者研究所涉及的范围和内容不一，故本书存在各研究领域繁简不一，且有一定的重复和交叉等缺点。我们在定稿过程中虽作了很大努力，但结果仍不令人满意。对于书中不足之处，请读者批评指正。

在本成果立项和编写过程中，曾得到著名地质学家、学部委员程裕淇教授的支持和关怀，且在繁忙工作中抽空为本书作了序。还得到地矿部科学技术司袁润广副司长、阎立本处长的关怀和刘壮志高级工程师、地矿部科学技术发展基金李光岑研究员、中国地质矿产信息研究院院长李裕伟研究员、副院长吴传璧研究员、副院长王家枢研究员、原科技处处长马谦研究员的支持和指导。张尔平、赵秀兰工程师清绘了有关图件。借本书出版之际，对上述提到的单位和个人，以及未提到但书中引用过文献、资料的作者，在此一并致谢，并真诚希望他们今后与我们进一步合作！

肖庆辉

1992年7月

目 录

第一部分 优先研究的重大前沿领域

概述	肖庆辉 李晓波 刘树臣 贾跃明 宋力生 (3)
大陆岩石圈的结构与动力学	肖庆辉 (7)
盆地分析与动力学	刘树臣 (17)
造山带的结构、过程和动力学	李晓波 (26)
第四纪全球变化地质学	刘树臣 (39)
成矿作用与地球动力学	李晓波 (49)
地壳中的流体作用	贾跃明 (54)
早期地壳的构成与演化	贾跃明 (66)
全球变化的地质再造	宋力生 (78)
活动构造的作用过程及其预测	刘树臣 (87)
大陆边缘形成和演化的地质作用过程	李晓波 (94)
化学地球动力学	郑永飞 (100)

第二部分 重点发展的相关学科前沿或生长点

概述	肖庆辉 白星碧 (109)
一、构造地质学	
构造地质学概述	李晓波 (110)
上地幔流变学	金振民 (112)
上地幔相变动力学	金振民 (121)
地幔对流与全球动力学	洪汉净 (130)
大陆岩石圈的流动特征	索书田 (135)
板内构造研究	郑剑东 (141)
大陆造山带成因研究	张国伟 周鼎武 于在平 (145)
伸展构造与造山过程	邵济安 李晓波 (154)
滨太平洋构造-岩浆-成矿-地震带研究	肖庆辉 (161)
地体构造研究	卢华复 张庆龙 贾东 施央申 (171)
构造矿物学	王小凤 (174)
构造动力学中的显微构造研究	宋鸿林 (178)
岩石的韧性剪切和脆-韧性转换变形	林传勇 何永年 史兰斌 (183)
地壳不同层次的结晶岩及其变形行为	马宝林 刘若新 (190)
构造动力学中的流体包裹体研究	王治顺 (194)
地热构造学	石耀霖 (198)
二、地层学和古生物学	
地层学和古生物学概述	宋力生 (203)
中国年代地层“阶”的研究	张守信 (205)
化石生物学	舒德干 陈菱 (211)

分子古生物学	宋力生 (216)
古生态学研究	王绍芳 (219)
软躯体化石库的研究	舒德干 陈蓉 (223)
全新世以来全球气候变化研究	杨守仁 宋力生 (227)
古生物地理学研究	马学平 (237)
构造地层地体中的古生物研究	杨群 宋力生 (242)
高分辨率磁性生物地层系统的建立	茅绍智 徐钰林 (247)
稳定同位素地层学研究	王大锐 (250)
化学地层学	秦正永 (255)
事件地层学	白志强 (259)
三、矿物学、岩石学和地球化学	
矿物学、岩石学和地球化学概述	贾跃明 (264)
矿物物理学	陈丰 (266)
岩浆熔体结构研究	莫宣学 (270)
现代火成岩岩石学	邓晋福 赵海玲 罗照华 (274)
矿物材料研究	陈 丰 (279)
同位素地质学研究	郑永飞 (282)
上地幔成分不均一性研究	韩吟文 (287)
上地幔的不均一性与岩浆源区	路凤香 (296)
铍同位素示踪板块构造	郑永飞 (299)
沉积岩铍同位素模式年龄及陆壳增生	李曙光 (301)
花岗岩 Nd 同位素模式年龄研究	李曙光 (307)
Ar 热年代学研究	陈文奇 (314)
花岗岩地球动力学	洪大卫 王式洸 (322)
变质作用的 pTt 演化与地质动力学	卢良兆 (326)
碰撞造山变质作用	霍明国 (331)
埋藏变质作用	贺同兴 (334)
低温地球化学	林传仙 (337)
生物成矿作用	朱士兴 (340)
变质流体研究	徐学纯 (343)
地球化学自组织与反应-输送-反馈	徐士进 周会群 (348)
成矿地球化学体系中自组织现象研究	任启江 (351)
蛇绿岩构造背景及成因研究	马鸿文 (355)
S 型火山岩研究	刘昌实 (361)
斑岩铜矿成因研究	任启江 (367)
超大型矿床的地球化学背景	赵振华 (371)
四、前寒武纪地质	
前寒武纪地质概述	贾跃明 (379)
大陆地壳生长及其模式	赵凤清 孙大中 (381)
前寒武纪沉积学研究	陈晋懿 (386)

前寒武纪大地构造机制	口瑾	颜耀阳 (388)
前寒武纪古地磁研究	张惠民	王官福 (393)
大陆下地壳研究		吴昌华 (396)
高级变质区的构造解析		杨振升 (402)
前寒武纪同位素地质年代学	李惠民	孙大中 (408)
前寒武纪古气候		杜汝霖 (412)
元古宙超大型铅锌矿床		王魁元 (416)
五、沉积学与油气地质学		
✓沉积学与油气地质学概述		刘树臣 (420)
✓沉积盆地分析	李思田	林畅松 (422)
✓沉积盆地沉降分析		邵磊 (426)
层序地层学		徐怀大 (429)
✓古海平面变化与层序地层学研究	孟祥化 葛铭 陈荣坤	梅冥相 (434)
✓沉积旋回及等时性研究	马永生	刘树臣 (436)
✓碳酸盐岩埋藏成岩作用		叶德胜 (440)
碳酸盐岩微相研究		洪天求 (443)
生物礁研究		吴亚生 (445)
海底扇研究	孟庆任	张国伟 (447)
✓含油气盆地地质学	赵重远 周立发 林晋炎	任战利 (450)
✓油气运移研究		李明诚 (454)
✓盆地地热史研究		赵孟为 (458)
油气运移中的压实研究		陈荷立 (462)
✓油气采收效率的提高及潜在油气藏的发现		梁传茂 (466)
六、环境地质和灾害地质基础研究		
环境地质和灾害地质概述		刘树臣 (468)
过去全球变化研究		吴锡浩 (470)
环境地球化学研究		陈德兴 (474)
地质生态研究		王绍全 (480)
城市固体废物环境污染及防治		赵勇胜 (482)
古气候研究	罗宝信	王毓钊 (485)
地下水系统分析理论和方法研究		王洪涛 (487)
活动构造的运动学和动力学	叶洪	曲国胜 (493)
工程地质学		潘别桐 (497)
七、一些前沿技术领域		
一些前沿技术领域概述		肖庆辉 (501)
大陆科学超深钻技术		张伟 (503)
地球物质研究的几个新的技术		顾赤峰 (507)
新的微束分析技术在地学中的应用研究		陈华 (511)
矿物固体高分辨核磁共振研究		林传易 (519)
古地磁数据的判据		程国良 (523)

FRONTIERS OF GEOLOGICAL SCIENCES IN 1990's:

RESEARCH PRIORITIES FOR CHINA

CONTENTS

PART ONE: HIGHEST PRIORITIES

Overview	Xiao Qinghui Li Xiaobo & Liu Shuchen <i>et al.</i> (3)
Structure and Dynamics of Continental Lithosphere	Xiao Qinghui (7)
Basin Analysis and Dynamics	Liu Shuchen (17)
Structure, Processes and Dynamics of the Orogenic belt	Li Xiaobo (26)
Quaternary Period Global Change Geology	Liu Shuchen (39)
Metallogeny and Geodynamics	Li Xiaobo (49)
Fluid Flow and Processes in the Earth's Crust	Jia Yueming (54)
Origin, Growth and Tectonic Evolution of the Early Crust ...	Jia Yueming (66)
Geological Reconstruction of Global Change	Song Lisheng (78)
Processes of Active Tectonics and Its Prediction	Liu shuchen (87)
Geological Processes in the Formation and Evolution of the Continental Margin	Li Xiaobo (94)
Chemica Geodynamics	Zheng Yongfei (100)

PART TWO: RESEARCH THEMES LINKED TO HIGHEST PRIORITIES

Overview	Xiao Qinghui, Bai Xingbi (109)
----------------	--------------------------------

STRUCTURAL GEOLOGY AND TECTONICS

Overview of Structural Geology and Tectonics	Li Xiaobo (110)
Rheology of the Upper Mantle	Jin Zhenming (112)
Phase Transformation and Dynamics of the Upper Mantle	Jin Zhenming (121)
Mantle Convection and Global Dynamics	Hong Hanjing (130)
Flow Properties of Continental Lithosphere	Suo Shutian (135)
Intraplate Tectonics	Zheng Jiandong (141)
Origin of Continental Orogenic (Belts)	Zhou Dingwu, <i>et. al.</i> , (145)
Extension in Orogenic Belts	Shao Jian, Li Xiaobo (154)
Circum-Pacific Ocean Tectonic-magmatic-metallogenic-seismic Zone	Xiao Qinghui (161)
Terrane Tectonics	Lu Huaifu, <i>et al.</i> (171)
Structural Mineralogy	Wang Xiaofeng (174)
Microstructural Analysis in Dynamics	Song Honglin (178)
Ductile Shearing and the Brittle-Ductile Transition in Rocks	Lin Chuanyong, <i>et al.</i> (183)

The Rock and Its Deformation in the Different Levels of the Crust	Ma Baolin, Liu Ruoxin (190)
Fluid Inclusion Analysis Applied in Dynamic Structural Geology	Wang Zhishun (194)
Thermotectonics	Shi Yaolin (198)

PALEONTOLOGY AND STRATIGRAPHY

Overview of Palontology and stratigraphy	Song Lisheng (203)
Research of Chinese Chronostratigraphic Stages	Zhang Shouxin (205)
Paleobiology	Shu Degan, Chen Ling (211)
Biomolecular Paleontology	Song Lisheng (216)
Paleoecology	Wang Shaofang (219)
On Soft-Bodied Fossil Lagerstätten	Shu Degan, Chen Ling (223)
On Global Climate Changes since Holocene	Yang Shouren, Song Lisheng (227)
Paleogeography	Ma Xueping (237)
Paleontological Research in Tectonostratigraphic Terranes	Yang Qun, Song Lisheng (242)
On Establishment of High-Resolution Magnetobiostratigraphic System	Mao Shaozhi, Xu Yulin (247)
Stable Isotopic Stratigraphy	Wang Darui (250)
Chemostratigraphy	Qin Zhengyong (255)
Event Stratigraphy	Bai Zhiqiang (259)

MINERALOGY, PETROLOGY & GEOCHEMISTRY

Overview of Mineralogy, Petrology and Geochemistry	Jia Yueming (264)
Mineral Physics	Chen Feng (266)
On Melt Structures of Magmas	Mo Xuanxue (270)
Current Igneous Petrology	Deng Jinfu, <i>et al.</i> (274)
On Mineral Materials	Chen Feng (279)
Isotopic Geology	Zheng Yongfei (282)
Heterogeneity of the Upper Mantle Compositions	Han Yinwen (287)
Heterogeneity of The Upper Mantle and Sources of Magmas	Lu Fengxiang (290)
Tracing Plate Subduction with Be Isotope.	Zheng Yongfei (299)
Nd Isotopic Model Ages in Sedimentary Rocks and Growth of the Continental Crust	Li Shuguang (301)
Nd Isotopic Model Ages in Granites	Li Shuguang (307)
Ar Thermal Chronology	Chen Jiwen (314)
Geodynamics of Granites	Hong Dawei, Wang Shiguang (322)
<i>p</i> <i>T</i> <i>t</i> Evolution During Metamorphisms and Geodynamics ...	Lu Liangzhao (326)
Metamorphisms during Collision Orogeny	Zhai Mingguo (331)

Burial Metamorphism	He Tongxing (334)
Epithermal Geochemistry	Ling Chuanxian (337)
Biomineralization	Zhu Shixing (340)
Metamorphic Fluid Processes	Xu Xuechun (343)
Geochemical Self-organization and Reaction-Transport-Feedback	
..... Xu shijin & Zhou Huiqun (348)	
Self-organization Phenomenon in Mineralizing Geochemical Systems	
..... Ren Qijang (351)	
Tectonic Setting and Origin of Ophiolite	Ma Hongwen (355)
S-type Volcanics	Liu Changshi (361)
Origin of Prophyty Copper Deposits.	Ren Qijang (367)
Geochemical Settings of Superlarge Deposits	Zhao Zhenhua (371)

PRECAMBRIAN GEOLOGY

Overview of Precambrian Geology	Jia Yueming (379)
On Mechanisms of Continental Growth	Zhao Fengqing, Sun Dazhong (381)
Precambrian Sedimentology	Chen Jinbiao (386)
On Mechanisms of Precambrian Tectonics	Bai Jin & Yan Yaoyang (388)
Precambrian Palaeomagnetism	Zhang Huimin & Wang Guanfu (393)
On Lower Continental Crust	Wu Changhua (396)
Structural Analysis of High-grade Terranes	Yang Zhensheng (402)
Precambrian Isotopic Geochronology	Li Huimin & Sun Dazhong (408)
Precambrian Palaeoclimate	Du Ruling (412)
Proterozoic Superlarge Pb-Zn Deposits	Wang Kuiyuan (416)

SEDIMENTOLOGY AND PETROLEUM GEOLOGY

Overview of Sedimentology and Petroleum Geology	Liu Shuchen (420)
Sedimentary Basin Analysis	Li Sitian & Lin Changsong (422)
On Subsidence of Sedimentary Basin	Shao Lei (426)
Sequence Stratigraphy	Xu Huaida (429)
Palaeo-Sea Level Changes and Sequence Stratigraphy	
..... Meng Xianghua <i>et al.</i> (434)	
Sedimentary Cycles and Isochron	Ma Yongsheng & Liu Shuchen (436)
Burial Diagenesis of Carbonate Rocks	Ye Desheng (440)
Microfacies of Carbonate Rocks	Hong Tianqiu (443)
On Bioreef	Wu Yasheng (445)
On Submarine Fans	Meng Qingren & Zhang Guowei (447)
Petroleum Basin Geology	Zhao Chongyuan <i>et al.</i> (450)
Hydrocarbon Migration	Li Mingcheng (454)
Geothermal History in Sedimentary Basin	Zhao Mengwei (458)
On Compaction in Hydrocarbon Migration	Chen Heli (462)

Improvement of Oil Recovery and Discovery of Potential Oil Fields	Liang Chuanmao (466)
---	----------------------

ENVIRONMENTAL GEOLOGY

Overview of Environmental Geology	Liu Shuchen (468)
Global Changes of the Past	Wu Xihao (470)
Environmental Geochemistry	Chen Desheng (474)
Geocology	Wang Shaoquan (480)
Environmental Pollution Problems of Municipal Solid Wastes and Its Remediation Strategies	Zhao Yongsheng (482)
Palaeoclimate	Luo Baoxin & Wang Yuzhao (485)
Theories and Research Methods of Underground Water Systems	Wang Hongtao (487)
Kinematics and Dynamics of Active Tectonics	Ye Hong & Qu Guosheng (493)
Engineering Geology	Pan Bietong (497)

SOME NEW TECHNIQUES IN GEOLOGY

Overview of Some New Techniques in Geology	Xiao Qinghui (501)
Continental Super-Drilling Technology	Zhang Wei (503)
Some New Technologies in Earth Material Research	Gu Chifeng (507)
Applications of New Microbeam Analysis Technology in Earth Science.	Chen Hua (511)
Nuclear Magnetic Resonance in Mineral Solids	Lin Chuanyi (519)
The Criteria of Palaeomagnetic Data	Cheng Guoliang (523)