

关于中国大陆动力学与造山带研究的几点思考

张国伟 董云鹏 姚安平

(西北大学地质学系, 陕西 西安 710069)

提要 根据人类社会和我国发展的新需求和当代地学的新发展,就我国大陆动力学与造山带研究的学术思路、起点、科学目标和关键科学问题与主要研究内容及方法进行了分析讨论,提出了几点思考建议。面对地学发展的挑战与机遇,制定地学前沿领域研究战略,面向全球,从我国大陆地质实际出发,充分发挥地域优势与特色,突出中国大陆动力学关键科学问题,建立持续研究基地,重点解剖,重点突破。以大陆动力学研究为突破口,源头创新,参与国际地学发展与竞争,进入世界地学先进行列,为我国从地学大国走向地学强国而努力,作出中国应有的贡献。

关键词 大陆动力学;造山带;创新;关键科学问题;突破;贡献

中图分类号 :P541 ;P542+.2 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-3657(2002)01-0007-07

当代地球科学面对人类社会发展的新需求和地学理论重大发展的新孕育与地球系统科学的探索建立,正处在一个重要的发展时期。对于我国地学发展来说更是面临着新的严峻挑战和难得的发展机遇。随着我国改革开放,社会与经济快速发展,科学技术第一生产力的作用更为重要,需求更为迫切。其中地球科学如何回答资源、能源、灾害与环境等一系列重大社会问题和我国如何抓住机遇,参与当代国际地学发展与竞争,作出源头创新与中国应有的贡献,从地学大国走向地学强调,已是我国地学发展的紧迫任务。

1 地学发展的挑战与机遇

上一世纪后半叶,世界各国已意识到人类社会的发展面临着一系列可持续发展的重大问题:人口膨胀,粮食危机,资源、能源短缺,生态环境恶化,灾害频发,等等,严重威胁着人类社会生存发展^[1-4],突出了人类活动与自然发展之间的相互作用与关系。人类活动已成为一种巨大地质营力作用于地球,并以前所未有的方式改变着地球自身的自然变化的动态进程。现在人类社会正面临着重大抉择,重新认识调整自身许多现在和未来的活动,以便能够治理、

维护自己赖以生存的地球,使之能够继续成为人类可居住、生息繁衍发展的宇宙处所,保障社会可持续发展。这一切都要求人们要重新认识了解地球,首先是了解整体地球所发生的事情与过程,因此促使当代地球科学进入到一个关键发展时期,要求它拓宽研究领域,调整转换其故有轨道,增强其参与社会重大决策的功能,确定其适应人类社会发展的重大需求的新的目标与方向,以地球系统科学整体观探索新领域,突出人类生存尺度的全球变化研究,建立新理论与新方法。显然,这是当代地球科学发展面临的重大问题和严峻挑战!

作为20世纪地球科学重大成果的板块构造理论,在带动整个地学,尤其是地质科学发生革命性的变革过程中,使之也得到巨大发展,今天它仍是国际地学界公认的占主导的学术理论思想,并仍在深化发展之中。但是它在经过应用于大陆的验证过程中,逐渐发现大陆地质远比大洋复杂,简单地用经典板块模式解释认识大陆遇到了很多疑难,显示出板块构造理论的局限性。因此,国际地学界在深入发展、广泛应用板块构造的进程中,在新的研究层次上提出了新的地学思维与探索,全球动力学和大陆动力

收稿日期 2001-07-30

基金项目 国家自然科学基金(49732080)资助项目。

作者简介 张国伟,男,1939年生,中国科学院院士,教授,主要从事构造地质、造山带地质、前寒武纪地质研究。

学、大洋动力学便成为最瞩目的前沿探索领域,尤其大陆动力学被许多国家列为最优先发展的前沿研究领域^[5-6],标志着地球科学又进入到一个理论与观念的重大飞跃发展时期,这不是否定和摒弃板块构造,而恰恰正是在它的理论基础上,在更高层次上的深入发展。而且人类社会与科技的发展,以及地学自身的发展与其研究的对象已要求建立地球系统科学,进行整体全方位的综合研究,建立新的知识体系^[7-8]。显然,这也是地球科学在人类认识未知世界中的一次重要理论与实践的探索发展。

我国地球科学经过长期实践与研究,取得长足发展,为国家社会经济发展作出了重大贡献。特别是改革开放以来,经济大发展,西部大开发等社会经济的迅速发展,对能源、资源、灾害、环境等方面提出了重大需求,对地学发展也提出了新的挑战,但这也成为我国地学新发展的良好国内机遇。如果说过去我们失去了很多参与国际地学发展竞争的关键时期的机遇,则现在已如上述,正是难得的机遇,参与全球变化、大陆动力学等当代地学理论重大发展的国际研究之中,作出中国的贡献。基于此,近年来,我国地学界面对当代社会与科学技术的发展,尤其在世纪之交回顾与瞻望地学发展中,形成了两个重要共识:(1)在一个时期中,我国地学研究模仿多了,而创新少了,必需改变这一状况;(2)我国地域广阔,在全球地质构造中具有突出的地域特色与优势。我国现在是地学大国而不是地学强国,应该从地学大国走向地学强国,作出中国应有的贡献。这将成为我国地学新的研究的重要出发点与目标。

综合上述可以看出,当代地球科学正面临人类社会发展新重大需求与地学理论重大发展的双重挑战和发展机遇,无疑,21世纪将会有重大的发展。对于我国地学来说是挑战与机遇并存,尤其面临着难得的发展机遇,如何抓住机遇求得良好发展,保障国家重大需求,跻身国际地学先进行列,是大家共同关心与思考的问题。这里依据国内外地学发展现状与动态和国家的重大需求,重点对我国大陆动力学与造山带研究作如下思考与建议,供讨论。

2 研究思路、起点与科学目标

如上所述,大陆动力学研究是当代地球科学发展的主要前沿领域之一,造山带则是大陆动力学研究的重要内容^[6]。它们关系到当代地球科学重大基

础理论与基本观念的发展,意义重大深远。如何参与到这一重大地学理论研究之中,综合考虑,有以下思考:新的研究应以什么学术思路为指导?以什么起点为基础?确定什么样的前沿领域和近期、中长期研究科学目标?选定什么关键科学问题与主要研究内容及方法?如何实现目标?

2.1 研究思路与起点

面对当代地学国内外新发展与需求,并基于中国地学研究的现实,新的研究(1)首先应在充分掌握、认识、理解与思考分析当代地学发展前沿态势基础上,将中国大陆地质实际与已有研究放在全球背景中认真重新加以总结、审视、分析,形成中国大陆动力学研究的新的学术观念与思路,以此作为新的研究起点。从中国地质实际出发,面对全球,提出中国大陆动力学研究关键科学问题和前沿领域研究战略及近期与中长期研究科学目标。(2)地学是随着人类社会、经济和科学技术的发展而逐步发展的。在现今,地学新的发展与创造,包括大陆动力学的研究,应放在科学技术最新发展层次上,用人类最新知识与技术,全方位地观察与研究宇宙与地球,构筑当代地学发展前沿研究领域,进行大陆动力学研究。中国大陆动力学研究,要从中国大陆地质实际出发,突出中国大陆地质在全球共性中的特异性。从全球概括中国大陆地质与动力学,从共性中研究个性,又从中国个性中探索、发现未知的具全球性的大陆的和地学的普遍规律,获得新发现、新认识,进行新概括、新创造,出原创性理论,出人材,跻身于世界地学发展前列,作为突破口之一,逐步实现从地学大国走向地学强国。这应是我们研究大陆动力学的指导思想。

大陆动力学研究属地球科学的基础理论研究,是在当代地学占主导地位的板块构造理论基础上的新的理论与实践探索,是以地球组成中的子体系,即把大陆作为相对独立的系统进行多学科综合研究,属当代地学发展的主要前沿研究领域。现在世界各国,尤其发达国家都把大陆动力学作为重大优先领域开展研究,力求新的突破,占领制高点,带动整个地球科学向更高层次发展,因此也是国际地学发展与竞争的主要领域。我国应该抓住这一机遇,规划、组织和开展研究,争取源头创新,提出新的理论、观念、认识,发展固体地球科学,进入国际地学研究先进行列,并为满足和解决我国社会经济发展重大需求提供坚实理论基础与支撑。这应是我们研究的基

本目的。

为此 ,我们应从全球考虑 ,从中国大陆地质实际出发 ,充分发挥地域优势与特点 ,在已有研究积累基础上 ,针对大陆动力学要探索解决的关键问题突出中国大陆动力学主要科学问题 ,选择典型代表性地区地带 ,建立研究基地与天然实验室 ,持续研究 ,精细解剖 ,重点突破 ,参与国际地学发展与竞争 ,获得源头创新与突破。我国的地质条件是得天独厚的 ,并且已经有了雄厚的科学积累 ,抓住机遇把“大陆动力学”研究作为我国地学发展跻身于世界先进行列的突破口是完全必要的。

大陆动力学研究是全球性的 ,但大陆是非均一的 ,是历经长期发展演变的拼合体 ,只有从具体的有代表性的各类大陆个性的解剖研究中 ,才能揭示大陆的本质、特性、行为与成因 ,从而建立全球大陆动力学的理论与方法 ,加深人类对于地球与宇宙的认识 ,步入新的知识层次。中国大陆是全球大陆的一个组成部分 ,无疑有着与全球大陆一致的基本属性特征 ,但中国大陆又是一个在全球共性中具有突出个性的大陆 ,因而它也就成为一个大陆动力学研究具典型代表性的大陆。那么中国大陆在全球共性中的主要特异性是什么呢 ?

地学的长期实践与研究证明 ,中国大陆与世界对比 ,确有全球共性中的特殊性^[9-13] ,诸如中国大陆多造山带 ,多级盆山组合 ,多块体的拼合 ,陆块多而小且破碎 ,具长期多期活动性。中国还出现世界上少有或独一无二的现象 ,如青藏高原地壳加厚与急剧隆升 ,中国东部岩石圈的减薄 ,大范围面积性超高压岩石剥露地表 ,世界上最广阔弥散的构造变形域 ,密集分布的蛇绿混杂岩带 ,即板块缝合带 ,广泛发育的火山弧与岩浆弧 ,丰富而特殊的古生物群落和地壳、地幔化学组成与演变中的区域性过渡特征等。中国还是世界上强烈的地震区与新构造活动区 ,从全球最高的珠穆朗玛峰到马利亚纳深海沟 ,有限距离内巨大差异升降与地表形态分异等等。这些都反映中国大陆地壳组成与构造复杂特异 ,长期处于非稳定演化状态。总之 ,可以概括中国大陆在全球共性中的特异性主要如下。

2.1.1 多块体中小洋陆拼合大陆与相应地幔动力学

中国大陆的形成与演化 ,先后长期与劳亚、冈瓦纳两大古陆 ,与古亚洲、特提斯和太平洋三大构造动力学体系 ,包括与现今欧亚板块(含欧亚板内中新生

代环西伯利亚构造) 、太平洋板块与印度-澳大利亚板块相互作用的构造动力学系统息息相关。研究证明 :古亚洲或特提斯 ,尤其东古特提斯洋域 ,都不是如现今太平洋那样浩瀚广阔的大洋 ,而是包含众多陆块及其分支交错组合的窄洋盆、小洋盆与洋陆过渡海盆等所构成的洋陆间列、复杂组合的洋陆兼杂混生的构造域^[14-16]。它们以非开阔、多类型有限洋盆与规模不一、多陆块兼列并存为基本特征 ,并长期发展演化 ,形成区别于单一开阔大洋型巨大板块的分离拼合及其形成标准与判别标志 ,从而有其相应的地幔动力学特征及其过程。

2.1.2 长期多期构造活动性及其演化

中国大陆 ,无论是克拉通地块 ,还是不同时期形成的造山带与盆地 ,与世界其他大陆相对比 ,从早前寒武纪直到现今 ,明显具有不同强度的强烈构造活动性 ,长期多期次构造变动、变形和岩浆活动。

2.1.3 中国多块体拼合大陆长期处于全球构造的特殊部位

构成中国大陆的多拼合块体 ,从早期 ,至少从元古宙中晚期以来 ,曾长期处于地球表层巨型超大陆之间 ,或独立 ,或从其边缘裂离。块体间虽有复杂离合、漂移、变动、变位 ,但总体上常常构成动态的相关陆壳块体群 ,游离于超级大陆之间 ,成为全球古大陆间的中小块体群 ,即有人所称的“超级华夏大陆群”等^[16,17]。

同时 ,中国拼合大陆曾长期处于地球上部巨型岩石圈板块和地壳的分离与拼合带 ,超大陆或联合大陆聚散的交错地带 ,全球巨型构造动力学体系的交汇区 ,从而构成一个洋陆壳混生的复杂地壳构造区。从全球大地构造与地壳属性而言 ,它似乎是洋、陆两种地壳类型之外而又非过去概念中的过渡壳的另一独特的洋陆兼列混生的地壳类型。

2.1.4 独特复杂的陆壳构造区与大陆的非稳定状态长期保存与演化

正是上述中国大陆从表层到深部所具有的独特性 ,使中国大陆成为与全球其他大陆对比是一独特复杂的陆壳构造区^[6,14] ,并长期处于非稳定状态 ,而诸如西伯利亚、北美、俄罗斯、北欧波罗的海、澳大利亚以及非洲等大陆则长期为稳定状态下的发展演化 ,差异明显突出。

尽管还有不同认识与争论 ,但中国大陆确有特殊性 ,却是多数学者的共识。那么为什么在大陆动力

学研究中突出地强调这一点?一是中国大陆赋存有大量大陆动力学研究探索的大量丰富的关于大陆特性、行为、增生、消减、保存、演化、成因的信息,因而成为研究探索大陆动力学基本问题的世界地学界所瞩目的热点地区,例如青藏高原乃至整个中国大陆长期复杂的分裂、拼合演化历史等等。二是面对当代地学前沿研究与发展和国际竞争,我们必需充分发挥我国得天独厚的地域的特色与优势,抓住中国大陆关键实质科学问题,重点精细持续研究,争取突破,提出原创性的理论观点与认识。

强调从中国实际出发和研究其特殊性,决非是闭关自守,坐井观天,而恰恰是要从全球出发,既掌握全球大陆动力学探索研究的关键问题、实质及其意义,又认真从中国与全球的对比分析中深入地、系统地认识中国大陆的真正特殊性是什么,从而从全球的观点研究中国大陆的特殊性,进而又从中国大陆的解剖研究中认识概括全球的共性与本质,推动地学发展。地球是宇宙中的一个天体,是一个动力学系统,是一个整体,所以需以地球系统科学整体观从事研究。从地球深部,包括地核、地幔到外层空间,从各圈层相互作用中认识、理解大陆动力学,而且在研究大陆时,还应同时关注大洋的研究进展,从大陆认识大洋,又从大洋了解大陆,洋陆可以说是地壳统一体的两个端元,密切相关,故从研究思路而言,需要以地球系统科学观作为指导思想。

现代自然科学的发展与研究,愈益重视物质的复杂系统运动规律。现代自然科学正向着更深层次、更广泛和更为基础的研究方向发展。客观世界大多数是复杂系统。所谓复杂系统,一般理解为是由诸多子系统所组成,子系统的行为与规律不等于或不能理解为整体的行为与规律。复杂系统是科学中难于研究和认识的问题,常是久攻不克的科学难题,但随着科学研究的深入和社会发展的需求,它又是人类认识客观世界所必需探索和逐步解决的问题,而且它可能会更新人类对于客观世界的基本认识^[18],是21世纪科学的主要前沿领域。数理化天地生等各自然学科与工程技术领域都在向复杂系统研究进军,21世纪将会在这一方面有意想不到的重大进展。地学研究的科学问题与对象,显然绝大多数都是复杂系统问题,属多子体系复杂综合课题,往往是物理、化学、生物的综合复杂系统。已如前述,中国地质,尤其是中国大陆地质,是全球复杂地质系统中极端条

件下的大陆地质问题,应当像其他自然科学一样,用以物质复杂系统和极端条件下复杂系统的行为与规律研究的观念、思维与方法,从事新的研究,并力求通过地学复杂系统的研究,不但解决地学问题,而且还能和其他学科共同推动物质复杂系统与极端条件下复杂系统运动规律的研究。在大陆动力学与造山带研究中强调这一点是至关重要的,因为有无这一观念、思路去指导和思考问题,是会大不一样的。所以新的研究应作为重要新起点和思路之一考虑。

2.2 科学目标

综合以上,中国大陆动力学与造山带研究规划,思考应以中国大陆的长期形成演化与现今从深部到上部陆壳组成、结构、演化与趋势及其动力学,以及与全球典型大陆的对比为主要研究对象,以研究中国大陆在全球演化中,长期处于特殊构造动力学背景下,中小多块体的拼合、增生、分裂、保存、演化与相应的中小洋陆、壳幔相互作用及其所造成的复杂陆壳组成、结构与特性和地幔动力学,以及陆内构造过程为核心,通过中国的解剖研究,探索大陆动力学核心基本问题:大陆与陆下地幔的特性、行为、成因及其在全球演化中的作用与意义。分步骤,按战略上长期需10~15年或更长,近期5年,选择基地、关键课题,持续研究,重点突破,逐步提出原创基础性新的理论观念、认识,发展固体地球科学,为建立大陆动力学理论与方法,进而为当代地学理论重大发展做出中国应有贡献,为我国从地学大国走向地学强国做出努力和重要贡献。

3 关键科学问题和主要研究内容与方法

3.1 关键科学问题与主要研究内容的思考

针对大陆动力学要探索解决的关键实质问题和据中国大陆特性应能做出的特有贡献,思考提出以下关键科学问题和主要研究内容,供参考、讨论。

3.1.1 全球复杂地质系统中极端条件下中国大陆地质问题及其系统化、理论化的全球对比分析研究

以新的学术观念,把中国大陆及邻区作为全球系统中的一个特殊问题和子系统,放在全球中加以对比分析,概括总结中国大陆迄今已有的各地球学科的研究成果与认识,并系统理论化地概括其在全球共性中的真正特性和独特特征,及其在全球中的

地位、作用、意义,重新认识、审视、把握中国大陆地质与深部地质,作为中国大陆动力学研究的重要起点和基础。

3.1.2 中国大陆多块体中小洋陆构造体制与地幔动力学及地壳响应和判别标志研究

通过中国大陆的特有中小洋陆多块体拼合大陆的形成演化与深部地幔动力学,包括南北古大陆和古特提斯、古亚洲及古太平洋等构造系统在中国大陆拼合历史中的复合演化研究,及其所提供的关于大陆壳与陆下地幔的特有信息,探索解决大陆的组成、结构、特性、行为、分裂、增生、演化方式、途径,深部与浅层物理、化学过程及地幔动力学,探索认识大陆的本质、行为和成因。

3.1.3 中国大陆非稳定状态的保存、生长、演化及其机制研究

重点通过对中国大陆多块体拼合所形成的大陆的长期非稳定状态、多活动性的保存演化研究,探索大陆长期不回返地幔、漂浮演化、增生保存的方式、途径及动力学机制,揭示大陆的特有性状,侧向垂向增生保存、演化及意义。

3.1.4 中国大陆的陆内构造过程与动力学及其资源、环境效应

主要通过中国大陆中生代以来大陆内(板内)构造与深部调整过程,包括广阔弥散型变形、陆内造山作用、盆山结构、从深部到上部的大陆的流变作用与流变结构、圈层相互作用与壳幔交换、陆内岩浆活动、陆壳的增厚与减薄、岩石圈拆沉与底侵作用等的研究,探索了解、认识大陆在非洋陆板块相互作用下的自身变动演化为主的特性、规律及动力学,从中国大陆现状与演化趋势角度认识大陆的本质、行为、成因。同时人类社会发展新需求的能源、资源与生态环境、灾害变化,虽都是(尤其能源与资源)长期演化产物,但晚近时期才是其主要定位的时期,并决定了其现状,所以固然不可忽视先期形成研究,但研究其最后中生代陆内过程的效应,显然是重要的,尤其是人类生存尺度下的效应,而这正是重要的前沿研究课题。如何通过中国大陆晚近期大陆演化的资源环境效应研究,探索建立人类生存尺度的动态的地质理论体系与方法,也正是我们研究的重要目标。

从以上关于中国大陆动力学关键科学问题所赋存的当代地学发展前沿的特有信息的研究,探索认识大陆在地球形成演化与动力学整体中的作用与意

义,建立大陆动力学理论与方法,发展地学理论,提出原始创新观念、新理论,作出中国应有贡献应是可行的,可达到的。

3.2 关于研究课题分析讨论

关于具体研究课题,应服务于研究总规划与总目标,并作为战略中长期研究计划的主要组成部分,应是近期启动的研究项目。基于此,思考应从中国大陆动力学关键科学问题出发,选择研究课题和研究基地,确定近期主攻目标。这里仅在国家重点基础研究发展规划(973)和国家基金委有关“大陆动力学”优先资助领域研究等有关计划和已开展与正要开展的研究课题及项目基础上,就有关一些课题研究作一些进一步思考分析与新的建议。

(1)关于青藏地壳增厚、高原隆升及其机理与动力学和其资源环境效应的研究,作为大陆动力学研究的典型特有基地,应持续加强研究。目前关键是应在长期研究和已取得的重要成果基础上,突出加强从地表到深部的新技术的广度与深度的积累研究与探测和新的高度理论概括,进一步提出为世界认可接受的中国地质学家的理论和见解。

(2)中国东部中生代岩石圈演化与深部过程研究。这是一项有特色,可以创新的研究课题,包括洋陆相互作用、陆内构造作用、岩石圈增厚与减薄,壳幔交换与岩浆活动、盆山耦合关系以及能源资源效应等研究内容。

(3)中国中央造山系秦、祁、昆、松潘等造山带关系、岩石圈组成、结构、演化与动力学及其大陆动力学研究。这同样是一项富有特色,能够源头创新的研究课题。中央造山系东西向横亘中国大陆中央,分隔南北,连结东西,是中国大陆完成其主体拼合的主要结合带,是古特提斯与古亚洲构造的交接转换带,也是中国大陆东、西深部与地壳差异演化的连接沟通纽带与桥梁,是中国大陆高压与超高压大陆深俯冲与折返的特有大陆构造带,是除青藏外直接分割与控制我国地质、地理、生态、气候、资源、环境乃至人文发展的天然分界,因此是中国大陆动力学研究的得天独厚的研究基地与天然实验室。中央造山系目前研究的一个主要症结之一即是秦、祁、昆、松潘交接转换关系,地壳结构与深部过程,它是了解并认识中国大陆地质和大陆动力学的一个关键科学问题,可以作为一个切入点展开研究,必会有新的创造。

(4) 中国大陆及邻区中生代东西地表系统倒转变换过程、机制及其资源生态环境效应研究。这是一个既包容大陆动力学又是全球变化的重要研究课题^[8]。从中生代中国大陆地形东西高低变换导致地表系统调整变化,以青藏隆升为标志,引起生态环境气候演化,具有重要生态环境效应。同时,地表形态与表层系统变化必然是地球深部过程的反映,无疑这又是大陆动力学研究的重要内容。因此,很有意义和必要开展这一课题研究。

(5) 中国西北地区盆山结构、转换演变与大陆动力学及其资源环境效应研究。显然,这是一个具浓烈地域特色、科学代表性的研究课题。我国西北盆山形成演化是中国大陆地质长期演化与青藏高原隆升的深部与表层综合作用的结果,是陆下地幔动力学过程与表层响应特定环境下的产物,直接造成和控制影响着我国西北现今地表系统的现状与发展趋势,具有全球变化与大陆动力学研究的重要意义,并为西部大开发所需求。

(6) 中国大陆及邻区深部结构状态与地幔动力学研究。我国虽仍需要加强地球深部探测研究,但已积累了不少探测的地球物理成果,并有一定的深部地质与地球化学成果相配合,需要和应该把已有的资料、成果从国家利益、国家目标出发,全国一盘棋,知识共享,加以认真综合开发利用。至少可以获得我国境内深部基本结构、状态框架和演化趋势的新认识、新成果,并与全球加以对比,提出新的科学问题和见解,为我国地学发展,包括大陆动力学研究源头创新,进入国际地学先进行列,作出和提供不可替代的、前所未有的深部基础依据和创新成果。

关于大陆动力学研究探索的课题还有很多^[19-20],这里不再一一列举。应当说,从中国大陆实际和关键科学问题出发,服从于总目标选题,是丰富多样的。研究的天地宽广,进行创造可以大有作为。我们期望着出高水平成果,出人材,参与当代地学发展与竞争。

3.3 地学思维与方法

由于地球科学研究的对象与科学内容,决定了从事地学研究者,往往需要逻辑思维与形象思维的结合、交融,构成地学思维。当然不同具体学科有轻重之别,但对于新的研究强调重视唯物主义与辩证法和地学思维与方法是必要和重要的。关于思维与

研究方法,相对于上述的研究战略、思路、起点、科学目标和关键科学问题与主要研究内容,必然需要相应配套的先进正确的思维、管理方法和最先进的新的技术方法,特别是从总体指导研究的思维、管理方法到具体的学术研究的技术方法都是至关重要的。诸如:①地球系统科学的整体观思维和地质、地球化学、地球物理、数理模拟、新技术新方法(包括高新技术等)等多学科的综合研究方法;②实践的第一性和理论概括的创造性问题;③从中国地质实际出发与全球全局思考,对比分析、概括、国际合作与交流问题;④选择建立野外实验室与基地,持续精细解剖与扎实立典式研究和高度综合理论概括的思维与方法问题;⑤长期持续精确从定性到量化的观测调查、探测试验、模拟的积累,时空多尺度、多学科交叉渗透的高度综合理论概括的思维与方法问题;⑥看准前沿,抓住关键问题,持之以恒,重点研究,重点突破,争取源头创新的思维与方法,等等。

4 结 语

在制定了研究战略,确定了研究指导思想与起点和科学目标,选定了关键科学问题和主要研究内容与方法后,关键在于组织实施如何去实现。创造一种能够充分发挥研究者的最大聪明才智,全心投入,潜心钻研的环境条件,持续稳定地探索研究。中国人的智商是高的,中华民族是有志气的,我们相信,在21世纪振兴中华的进程中,地球科学会如同其他科学一样,创造出优异科学理论成果,出优秀人才,处于国际前沿,由地学大国成为地学强国,为人类社会进步、发展作出重要贡献。让我们为此而共同努力拼搏。

参考文献:

- [1] National Research Council (NRC). Solid-Earth Sciences and Society[M]. Nation. Acad. Press. Washington, D.C. 1993.
- [2] 刘东生, 郭正堂, 韩家懋, 等. 当前国际古全球变化研究的主要科学问题和任务——极地—赤道—极地大断面[J]. 地学前缘, 1997, 4(1): 53~69.
- [3] 中国21世纪议程专题组. 中国21世纪议程——中国21世纪人口环境与发展白皮书[M]. 北京: 中国环境出版社, 1994.
- [4] 陈泮勤, 孙成权. 国际全球变化研究核心计划(一)、(二)[M]. 北京: 气象出版社, 1992.
- [5] 李晓波, 等. 译. 美国大陆动力学研究的国家计划[R]. JCD/2020 中国地质矿产信息研究院, 1993, 1~73.

- [6] 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]北京: 科学出版社, 2001.1~855.
- [7] Ernst W G (ed). Earth System: Processes and Issues[M] Cambridge: Cambridge University Press. 2000, 1~552.
- [8] 汪品先. 深海研究与新世纪的地球科学[A]百年科技回顾与展望[C]上海: 上海教育出版社, 2000.
- [9] 黄汲清. 中国地质构造基本特征的初步总结[J]地质学报. 1960, 40(1): 1~37.
- [10] Wang Hongzhen, Mo Xuanxue. An outline of the tectonic evolution of China[J]Episodes. 1995, 18(1-2): 6~16.
- [11] Sengor A M C. East Asia Tectonic Collage[J] Nature. 1985, 318: 16~17.
- [12] Yin An et al. The Tectonic Evolution of Asia[M] Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- [13] Jahn B M. Continental growth in the Phanerozoic: Evidence from the East-Central Asia orogenic belt[A]In: Abstract of IGCP-420 First workshop. Urumqi, Xinjiang, China[C] 1998, 1~2.
- [14] 李继亮, 等. “造山带研究”笔谈会[J]地学前缘, 1999, 4(3): 1~19.
- [15] 殷鸿福, 吴顺宝, 杜远生, 等. 华南是特提斯多岛洋体系的一部分[J]地球科学. 1999, 24(1): 1~12.
- [16] 潘桂棠, 陈智梁, 李兴振, 等. 东特提斯地质构造形成演化[M]北京: 地质出版社, 1997.1~218.
- [17] 王鸿祯. 地球的节律与大陆动力学的思考[J]地学前缘. 1997, 4(3-4): 1~12.
- [18] 路甬祥. 百年科技回顾与展望[M]上海: 上海教育出版社, 2000.
- [19] 陈毓川, 赵逊, 张之一, 等. 世纪之交的地球科学[M]北京: 地质出版社, 2000.1~210.
- [20] 走向21世纪的中国地球科学调研组. 走向21世纪的中国地球科学[M]郑州: 河南科学技术出版社. 1995.1~435.

Some thoughts on the study of continental dynamics and orogenic belts

ZHANG Guo-wei, DONG Yun-peng, YAO An-ping

(Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract According to the demands of the human society and China's economic development, as well as the new development of contemporaneous geoscience, the authors analyze and discuss the academic concepts, starting point, scientific aim and key issues, as well as the main research content and methods about the study of the continental dynamics and orogenic belts of China, and put forward some suggestions. To face the opportunity and challenge of geoscience, the authors consider that we should formulate the strategy of the study of geoscience. In addition, according to the fact of China's continental geology, we should put emphasis on the study of the key scientific problems of China's continental dynamics, establish sustained research bases and analyze typical examples and make breakthroughs of key issues. With the study of continental dynamics as a breakthrough point, we should renovate the study of geoscience, participate in the development and competition of international geoscience and strive to enter the advanced rank of geoscience study in the world and become a strong power in geoscience, so as to make China's due contribution.

Key words continental dynamics; orogenic belt; innovation; key issues; breakthrough; contribution