



中国地质调查成果
CGS 2015—046

中国变质岩大地构造

ZHONGGUO BIANZHIYAN DADI GOUZAO

陆松年 郝国杰 等著



地质出版社

非外借



中国地质调查“全国重要矿产成矿地质背景研究(1212010733802, 1212011121036)”
“成矿地质背景成果集成及服务产品开发(12120114001301)”项目资助

中国变质岩大地构造

陆松年 郝国杰 王惠初 牛广华 王明镇 等著
李怀坤 相振群 康健丽 郝爽

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是国土资源部中国地质调查局实施的“全国矿产资源潜力评价”计划项目“全国变质岩区成矿地质背景研究”专题的成果。作者在已出版的“中国变质岩大地构造图(1:2 500 000)及说明书”的基础上,分析和研究了国际地质学界对“板块运动何时启动?”的动向和趋势,提出了板块构造单元划分的标志,探索了我国华北、扬子和塔里木陆块区变质基底的大地构造相、分区和主要地质特征。将造山系中的地层分为洋盆形成前的“地块地层系统”、“同洋盆演化地层系统”和洋盆闭合后的“上叠盆地系统”三类,重点阐述了同洋盆地层系统在造山带研究中的重要性和复杂性,界定了古老地块的构造属性和鉴别标志,以及具指示大地构造相意义的榴辉岩带和蓝片岩带的分布、时代及地质特征。本书还对当前一些有广泛影响或疑难或争议较大的地质问题及观点进行了讨论。

本书可供地质院校高年级学生、研究生和从事前寒武纪地质及大地构造研究的地质调查工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国变质岩大地构造 / 陆松年等著. — 北京: 地质出版社, 2017.6

ISBN 978-7-116-10023-7

I. ①中… II. ①陆… III. ①变质岩—大地构造—中国 IV. ①P588.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 240165 号

Zhongguo Bianzhiyan Dadi Gouzao

责任编辑: 郑长胜 程 静 肖莹莹

责任校对: 王洪强

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 66554528 (发行部); (010) 66554576 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真: (010) 66554576

印 刷: 北京地大彩印有限公司

开 本: 889mm × 1194mm $\frac{1}{16}$

印 张: 22.5

字 数: 650 千字

审图号: GS (2016) 1383号

版 次: 2017年6月北京第1版

印 次: 2017年6月北京第1次印刷

定 价: 280.00元

书 号: ISBN 978-7-116-10023-7



(如对本书有意见或建议, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

序 一

中国大地构造系列研究成果是国土资源部中国地质调查局实施的全国矿产资源潜力评价计划项目的重要成果，历经 10 年的研究，终于问世了。该研究成果从头至尾向读者展示了一个运用板块构造学说和大陆动力学理念，通过大地构造相分析方法揭示的千姿百态的中国大地构造世界。用大地构造相分析方法把中国大陆划分出一级构造单元由 6 个造山系、3 个陆块区、5 个对接带以及东部陆缘弧盆系构成的划分方案。作者试图说明，中国大地构造并非单纯是一套理论，而是一种解决中国地质难题，服务于地质找矿预测的锐利武器。

这一新的中国大地构造系列研究成果及其新的观点突然之间脱颖而出，给中国沉寂多年的大地构造学科带来了新的篇章，输入了新鲜的血液，是中国大地构造认识之路上的崭新进步。虽然是在全国重要矿产成矿地质背景研究决定性的几年间出现的，但该成果的问世，仍将会使中国大地构造研究继续向前加速发展与迈进。

中国大地构造图系列成果颇有创新，对中国大陆形成演化中的某些深层问题提出了挑战，其最大创新与价值在于：

(1) 突出和强调了从全球洋陆演化和洋陆转换论的视角恢复研究中国大陆在全球洋陆演化过程中的特殊地位，提出了现今中国大陆形成及其由 3 大陆块及 6 大造山系复杂镶嵌与叠合结构特征的成因。

通过编制中国大地构造图及 10 个断代图，发现中国大陆主体是由显生宙以来由大洋中漂移的华北、扬子、塔里木古老大陆块（即克拉通）以及可能是从这些陆块裂离出来的地块，及它们之间分支洋、边缘海盆，经弧陆碰撞拼贴成的大陆。在中国大地构造单元划分时要考虑中国大陆是怎样由大陆漂移、洋陆转换的历史。作者提出，追寻和识别大陆中不同时期形成的蛇绿混杂岩带或俯冲增生杂岩带（对接带、结合带），是理解大陆地壳形成演化的关键，是构建区域大地构造格架之纲。为此，他们编图和研究的思想采用多岛弧盆系构造观，其核心理念就是要在大陆中探寻已消亡的、消减的大洋，大陆边缘，边缘海盆及其弧后洋盆等就不难理解了。中国大地构造编图和研究，从 60 多条蛇绿混杂岩带中识别出已消亡的 5 条对接带代表的主大洋，以及分支洋盆、边缘海盆、大陆边缘及其弧后洋盆消减的 36 条结合带，3 大陆块和一系列卷入造山系中的裂离地块等就成了他们编图和研究的重点和焦点。

(2) 突出和强调了多学科综合研究划分大地构造单元的核心理念。其核心内容是应用大地构造相方法理论分析各级构造单元的地质构造环境和成矿地质背景。

为提高恢复确定大地构造环境可信度，在板块构造学理论指导下，在同一构造区以地层、沉积、岩浆、变质、变形等五要素地质记录为基础，编制以沉积、火山、侵入、变质、变形等五要素大地构造图，同

时多学科大地构造相综合分析研究恢复同一构造区不同要素,凝练出统一的大地构造环境,提高了对特定区域主构造事件形成的优势大地构造相可信度。五要素大地构造图地质记录不仅表达了不同成矿地质要素如中国侵入岩的基本地质构造背景特征,表征了与成矿有关的建造构造和岩石构造组合的基本特征。因此,还可提供全国沉积岩区、火山岩区、侵入岩区、变质岩区、大型变形构造专业成矿预测图的专题底图。五要素大地构造图突出和解决基础地质研究如何服务于成矿预测问题,是本次工作的特色之一;五要素大地构造图地质记录不仅揭示表达了中国大地构造新的系列研究成果,为解决许多中国重大地学难题和找矿预测提供了技术支撑和指导思维。

我们的时代是以多种概念和方法相互融合和汇聚为特征的时代,不同学科的概念和方法在经历各自分离发展道路后,在中国大地构造新的综合研究时打破学科壁垒,汇聚在一起互相引用了各自学科所取得的成就,使地球科学各学科之间的距离缩小了。岩浆岩石学与沉积岩石学相互渗透,岩石大地构造与地球物理学合流,大地构造学与成矿学的融合,从岩石构造组合恢复构造相环境,过去以为自己在研究着某一特殊问题的所有不同学科的专家,大家都在研究着一个共同的课题——中国大地构造学,因此,这种合流、渗透和融合的集成作用,汇成了一支大地构造及资源环境地质背景研究大军。虽然各学科具有特殊性,但是都追求同一个目标:揭示中国大地构造物质组成系统、时空结构及其运动规律和演化过程。

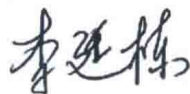
(3) 突出和强调了从区域地质演化特点切入编制中国大地构造图。

地壳的不均一性造成一个区域尺度地域的地壳物质组成、岩石构造组合,以及地球物理和地球化学场明显不同于相邻地域,这样的—个地域就是一个大地构造单元。为此,中国大地构造研究突出区域性地质构造研究,如果不将研究区置于更大范围内,这个地区显示的机制和构造对中国整个地区构造并不具有指示意义。对—种地质现象的认识,往往从区域地质调查才能得出典型地区的概念,再从典型区发展到全球。基于—认识,作者在研究和编制中国大地构造图时,突出和强调了从区域地质构造基本特征和演化特点作为切入点。中国大地构造图系列成果是强调在综合集成全国1:5万、1:20万、1:25万区域地质调查、地质矿产调查、物化遥等专题科学研究成果海量数据资料基础上,按建造、岩石组合、大地构造相逐级编制而成。首先,按国际分幅编制1:25万实际材料图,再分幅编制1:25万建造构造图。然后,分析成矿的区域大地构造环境与演化过程,逐级编制形成省级1:50万岩石构造组合图,省级1:50万沉积、火山、侵入、变质、大型变形构造五要素图与大地构造相图;大区1:150万五要素图与大地构造图和中国1:250万沉积大地构造图、侵入岩大地构造图、火山岩大地构造图、变质岩大地构造图、大型变形构造图和中国10个断代演化阶段大地构造图,同时进行全国范围内的关键地区关键问题野外综合考察以及各级大地构造相综合分析研究基础上,最后编制出中国1:250万大地构造图及说明书,汇总出版大地构造专著,为我国成矿地质背景、成矿地质条件、成矿规律与矿产预测和资源预测勘查评价提供了从成矿作用与地质作用的关系,各种成矿地质体特征,成矿地质构造环境与构造演化阶段等方面的全新的区域地质构造背景。

中国大地构造图及其系列成果,以新的研究思路与方法为我国成矿地质背景、成矿地质条件、成矿规律与矿产预测和资源预测勘查评价提供了从全球到中国区域的系统的地质构造环境与构造演化阶段的成矿背景,再按建造、岩石组合、大地构造相逐级分析,研究我国成矿地质背景研究思维以及编图方面突破了长期传统认识。特别是探讨了利用岩石构造组合确定构造环境大地构造相的分析理论方法体系,获得了一批重大原创性成果。这些成果不仅在全国矿产资源潜力评价工作中发挥了重要的指导作用,同时对我国今后开展矿产资源调查评价及其工作部署、矿产勘查等均具有十分重要的奠基意义。

希望中国大地构造图系列成果为今后工作中要在这一个有突破前景的大地构造研究领域进一步拓宽研究区,从中国大陆,拓宽到大陆外海区,对大地构造相分析理论方法体系这一研究方法和思路进行全面、系统深入总结,建立起适用于我国大陆形成演化理论和方法体系,尽快占领这一领域的学术高地。

我衷心祝贺本系列成果的出版,祝贺作者们多年来艰辛劳动所取得的成就。



2015年12月

序 二

中国大地构造系列研究成果是国土资源部中国地质调查局历时 10 年的全国矿产资源潜力评价项目重大科研成果,是地学界一项以板块构造理论和大陆动力学思路为指导,采用大地构造相研究方法研究编制中国大地构造图及其专著成果,凝聚了潘桂棠、肖庆辉等数百位研究者的多年心血和大家的智慧,提出了中国大陆形成与洋-陆板块相互作用及其转换作用过程有关的认识,服务于成矿背景、成矿规律与矿产预测研究。

中国大地构造系列研究成果采用和发展了许靖华(1990)大地构造相研究方法,把许靖华(1990)、孙枢等(1998)研究碰撞造山的大地构造相研究方法发展成为大地构造相分析理论方法体系,为研究大陆板块构造环境提供了全新思维与方法技术支撑,大大扩大了大地构造相分析理论方法体系在地学界的应用价值和影响。

首先正式提出“大地构造相(tectonic facies)”这一术语是 Sander(1923),他用“大地构造相(tectonic facies)”这一术语表示构造运动形成的岩石特征。许靖华(1990)在对阿尔卑斯造山带系统研究的基础上,认为造山带并非杂乱无序,是依一定形式或四维“蓝图”叠加构成的……其“蓝图”就是可推知的大地构造相(1991)。他正式提出碰撞造山带主要由仰冲陆块、俯冲陆块和一个位于其间的大洋岩石圈的残余遗迹 3 种大地构造相叠加组成,分别称作雷特相(Raetide facies)、凯尔特相(Celtide facies)、阿尔曼相(Alemanide facies)。许靖华等(1998)根据上述大地构造相概念编制出版了 1:400 万中国大地构造相图。

自从上述许靖华等大地构造相概念提出以来,国内许多学者根据对不同造山带的研究尝试性运用了大地构造相概念,也各自提出对大地构造相的含义的理解与划分方案:1996~2002 年,殷鸿福、张克信等在青海、甘肃、四川、云南开展造山带非史密斯地质填图典型示范,并引进 Robertson 大地构造相划分方案,完成了 7 幅 1:25 万区调填图,在此基础上对大地构造相划分方案进行了一定的修改和补充,总结了大地构造相在造山带区调中应用。1999~2002 年,冯益民等以区调成果为基础,尝试性综合运用了许靖华、孙枢、Robertson 的大地构造相划分方案,编制了《西秦岭造山带及邻区大地构造图》(冯益民,1999),2004 年,叶天竺、潘桂棠等在三江造山带开展区域矿产预测(国家“863”课题)时,也应用了大地构造相进行区域矿产预测,证明以大地构造相研究方法分析成矿地质背景、以建造构造分析方法研究成矿地质构造特征、进行区域矿产预测是可行的。

中国大地构造系列研究成果是以板块构造理论和大陆动力学思路为指导,综合运用了许靖华、孙枢、Robertson 的大地构造相研究方法,研究中国大陆形成演化过程中洋-陆板块相互作用和转化过程及其成

矿背景,服务于成矿规律与矿产预测研究。在编图过程中,在前人的大地构造相分析方法基础上,明确提出了不是按当前流行的岩石化学、地球化学参数,而是按当前流行的板块构造俯冲、碰撞、转换、伸展等地球动力学背景的具有标型特征的沉积、火山、侵入、变质、大型变形构造五要素的岩石-构造组合及其识别标志和研究方法,确定板块构造形成环境。从而建立了我国以建造-岩石构造组合为切入点和五要素综合分析研究为基础的大地构造相分析方法体系,发展和完善了大地构造相研究内容和方法。提供了用重要的五要素构造-岩石组合及其识别标志和研究方法识别大地构造形成环境或大地构造相研究方法,并把大地构造相定义为是板块构造形成演化过程中的特定构造环境和构造部位,是大地构造环境形成的岩石构造组合的物质表现,是反映陆块区和造山系(带)大陆岩石圈板块形成演变过程中离散、聚合、碰撞、造山等动力学过程而形成的地质构造作用的综合产物。这一定义在前人认识的基础又进一步丰富了大地构造相的研究方法和内容。在研究空间尺度上,把大地构造相从在碰撞造山带的研究范围,扩展到增生造山带,特别是扩展到陆块区新太古代岩浆弧等的大地构造相划分上,具有恢复与揭示陆块区和造山系(带)两种板块构造单元组成、结构、演化与成矿地质背景形成的构造环境的功能。为此,如何从中国已认识的不同时代蛇绿岩、蛇绿混杂带和俯冲增生杂岩带中根据五要素的岩石构造组合、时空结构和展布,以及与超大陆裂解和聚合的时空关系识别出消亡的大洋及其大陆边缘就成了我们编图的任务。对于每一个研究地区,无论大地构造形成环境和历史复杂还是简单,都可以确定出某一特定时段为优势大地构造相。然后分别对优势相本身、优势相以前的“基底”、优势相以后的“盖层”分别进行大地构造相方面的研究。研究的内容及成果以栅状剖面表示,并可作为辅图放在大地构造图的一侧。总之,中国大地构造系列研究成果关于大地构造相的定义和划分方案继承了前人提出的岩石构造组合的理念,同时在前人认识的基础上进一步丰富了大地构造相的内容:第一,强调了大陆岩石圈板块形成演变和发展过程的大地构造形成环境作为大地构造相划分基础;第二,不只在造山带中用大地构造相分析,也强调在大陆块中进行大地构造相的鉴别和厘定,具有恢复与揭示陆块区和造山系(带)组成、结构及演化与成矿地质背景的大地构造形成环境的功能;第三,强调了不同的大地构造相控制着不同成矿作用和成矿类型。当代地质找矿勘查、资源评价和预测,以及成矿作用理论研究中均离不开大地构造相的判别以及厘定。

中国地质构造的特殊性在于多个大陆边缘分布着面积广大的造山系,认识古大陆边缘与造山系分布、发育、形成、变形、演化与矿产形成,乃是了解中国大地构造的关键。如果认真地阅读东南亚地区的地质图,人们又会发现,澳洲大陆与欧亚大陆在帝汶岛正在发生碰撞作用,而在印度尼西亚群岛这一欧亚大陆前缘弧之后,则为由一系列岛弧与弧后盆地构成的多岛弧盆系构造。如果碰撞作用持续下去,这些多岛弧盆系构造弧后盆地终将衰缩,而弧地质体则发生碰撞作用形成大陆。因此,中国大地构造的实质就是由不同时代的一系列岛弧与弧后盆地构成的多岛弧盆系构成的。为此,本次使用的大地构造单元划分方案中,一级构造单元的陆块区(稳定大陆)对应于陆块区相系、对接带对应于对接消减带相系、造山系(洋

- 陆转换带或活动大陆边缘) 对应于多岛弧盆相系; 二级构造单元的结合带、弧盆系、地块, 分别对应于结合带大相、弧盆系大相和地块大相; 三级构造单元的俯冲增生杂岩带、蛇绿混杂岩带、洋内岛弧或洋岛、岛弧或陆缘弧、弧后盆地、弧间盆地、弧前盆地、弧后前陆盆地、走滑拉分盆地、陆缘裂陷盆地或裂谷盆地等, 分别与各大地构造相(亚相) 相一致。构造单元划分是在对中国大地构造研究的基础上, 结合特定构造部位和构造时期所发生的主要地质事件, 并将在这一事件中所形成特定的岩石-构造组合厘定为优势大地构造相(亚相), 分析其与相邻构造部位优势大地构造相之间的时空联系和动力学背景, 并综合地球物理及地球化学等信息而厘定各级大地构造单元。

中国大地构造系列研究成果以全新的大地构造相研究思路与方法为我国大地构造、成矿地质背景、成矿地质条件、成矿规律与矿产预测和资源预测勘查评价提供了思路, 希望今后在这一个有突破前景的大地构造研究领域, 进一步使大地构造这门地质学上层建筑的学科走向基层, 还应进一步使更多、更富有实践勇于探索地学调查研究者共同参与。在地质调查中, 在造山带的研究中, 在稳定陆块区的基底及盖层的划分及其盆地分析中, 在成矿条件、成矿地质背景的认知中, 使得大地构造相研究思路与方法能够建立在可观察、可鉴别、可测量的岩石构造组合的基础之上。希望进一步总结、理解中国大地构造形成演化中的大地构造相基本特征、演化规律, 进一步深入系统细致地研究大地构造相, 不仅对大洋岩石圈与大陆岩石圈构造体制的转换, 陆块区和造山系的结构组成和演化具有重要意义, 而且是构造成矿带的划分, 认识资源形成的地质背景、成矿作用、成矿远景预测及资源潜力评价的有力工具。

徐 松

2016 年 3 月

序 三

《中国变质岩大地构造》专著及中国变质岩大地构造图(1:250万)历经十年,终于公开出版,这是地球科学正经历着一个理论变革时期的重要成果。

当今的中国大陆主体自太古宙以来经历了多个阶段大洋岩石圈构造体制向大陆岩石圈构造体制的转换、增生、碰撞聚集的不可逆演化历程,形成了以华北、塔里木、扬子三大陆块区为核心、五条大洋俯冲消减形成的对接带和六大造山系镶嵌组成的复式大陆,在全球构造中独具特色。古大洋和弧后洋盆消亡的地质遗迹之多、陆块和卷入多岛弧盆系(造山系)的裂离移置地块组构之复杂,在全球构造中独一无二。中国大陆三大陆块区形成之后,大陆演化以地处古亚洲、特提斯和西太平洋构造域的交接部位为特色。它既与全球构造演化密切相关,也有其独特的地质构造演化特征。中国地质及大地构造研究将对全球构造理念的发展和理解大陆地壳生长及变形占举足轻重的地位。

作者对中国变质岩大地构造形成演化研究,是在板块构造和大陆动力学理念指导下,通过变质岩石学、变质建造、岩石构造组合研究和分析,结合地球物理和地球化学特征,探索它们形成时与板块构造有关的大地构造背景,同时探索了主要变质地质单元的同位素年代学、地球化学、重大地质事件及陆块区和造山系变质地质单元的演化特点。不言而喻,它不是传统变质地质学的综合性成果,而是更注重岩石大地构造学领域的探索。

本书分析和研究了国际地学界对“板块运动何时启动”的动向和趋势,结合中国已有的研究成果,倾向新太古代已出现以水平运动为优势的板块运动。通过分析华北陆块区早期地壳演化过程中的板块构造环境,确定了早期板块运动与新元古代以来的板块运动存在明显的差异,指出了科马提岩、BIF、蛇绿岩套、蓝片岩、榴辉岩等在新元古代前、后存在的不同,应用“原板块机制”和“现代板块机制”予以区分。以此为基础,提出华北陆块区在新太古代曾存在5个独立的新太古代陆块,并通过两个古元古代造山带,经历俯冲、碰撞后,完成了华北陆块区的最终汇聚。

通过对前寒武纪板块构造研究、分析和总结,提出了板块构造单元划分的8条标志,包括前新太古代基底特点、新太古代/古元古代的地质记录、具弧盆性质的岩石构造组合(划分早前寒武纪陆块边界)、变质和变形作用特点及条件($P-T-t$ 轨迹)的差异、特殊变质作用、关键地质事件(Key events)的性质、特点、序列、时代和空间分布特征、沉积盖层的时代及组成、区域地球物理场特征,这8条标志比较全面地考虑了划分构造单元应考虑的细节,具有实用性。

作者探索了我国华北、扬子和塔里木陆块区变质基底的大地构造相、分区和主要地质特征,总结了

它们之间的异同点。在此基础上,探讨了中国前寒武纪大陆形成的阶段性和主要轨迹。指出太古宙陆壳主要是通过洋壳的不断俯冲形成微型陆壳,并逐步生长为小型陆块,嗣后通过陆块的焊接(俯冲-碰撞),形成陆块区。但三个陆块区的最终汇聚时间是非等时的,华北陆块形成于约 1800Ma 前,而塔里木和扬子陆块形成于约 820Ma,比华北陆块晚了近 1000Ma。综合了我国三个陆块区前南华纪构造演化的共性和差异性,将陆块区前南华纪划分为 6 个构造演化阶段。综合研究成果表明,中国陆块区中的华北是全球最古老克拉通之一,保存了 3800Ma 至 2800Ma 的古老陆核的地质记录,新太古代大规模地壳增生及古元古代洋/陆边界的遗迹,为探索地球早期构造演化和动力学机制提供了宝贵的地质记录。扬子和塔里木陆块区虽然罕见早前寒武纪岩层,但广布的中元古代-新元古代早期地层揭示了从被动陆缘向活动陆缘的转变,特别是扬子陆块区周边新元古代早期活动大陆边缘及嗣后裂谷盆地的发育,为全球 Rodinia 超大陆的汇聚与裂解提供了新的地球科学研究窗口。

通过大量的野外现场考察以及和地质界同行的切磋,作者将造山系地层以洋盆形成-封闭时间为坐标系,分为三种类型:第一种是早期的属于“地块地层系统”,是洋盆形成前属于某个克拉通边缘的裂离地质体,其最重要的特征是形成时代老于洋盆的启动,且在洋盆演化过程中受到不同程度的改造;第二种是其后的洋盆封闭后上叠盆地中的地层系统,其性质与陆块区盖层近似;第三种是同洋盆演化地层系统,它们是洋壳系统,其原始形成环境包括洋中脊、深海-半深海碎屑岩、洋岛、海山、洋底高原等,由于“传送带式”的俯冲,会形成高压-超高压榴辉岩及高压蓝片岩、浅变质的弧前增生楔,包括密度低的老地块及深海-半深海沉积物,以及不同类型的“混杂岩”。

书中明确界定了地块的构造属性和鉴别标志,指出“地块(Massif)”一词系指卷入造山带中的前寒武纪地质块体,其主体的形成时代早于造山作用形成的时代,但其整体或边缘受到造山作用的强烈改造。尤其在编制变质地质图过程中,强调了古老地块在造山系演化过程中的重要作用。汇总了陆块区和造山系岩石构造组合、变质作用特征的差异,指出陆块区中高压麻粒岩、超高温变质岩和孔兹岩系的重要性及造山系中大量出现的高压-超高压榴辉岩带和蓝片岩带的特殊“指示大地构造相”的重要地质意义。根据大量研究成果,综合分析了我国造山系中高压-超高压榴辉岩带和蓝片岩带的变质矿物组合、变质条件、时代、空间分布及大地构造意义;阐述了华北陆块区孔兹岩带、高压麻粒岩带和超高温变质带的新成果,探索性地提出华北陆块区北缘同时代高压麻粒岩带和超高温变质带组成“双变质带”的可能性。

值得强调的是,作者充分吸收国际板块构造最新研究成果,依据现代变质地质学、岩石学、地球化学、同位素年代学和洋板块地层的研究发展趋势,提出了变质岩大地构造相分析方法和大地构造单元划分标志,开创了变质地质学与大地构造及成矿规律研究相结合的新模式,是前寒武纪地质研究重大理论创新与突破,对推动全球大地构造理论发展,支撑保障国家矿产资源和生态环境评价有重要意义。可

以预期，该书将对发展具有我国特色的、在国际学术界有重大影响和高水平的地球系统科学理论，对带动我国变质地质学、同位素年代学、变质岩成矿预测等固体地球科学整体研究水平的提高都将产生不可估量的影响和作用。

我衷心祝贺本系列研究专著的出版，祝贺作者们多年来的艰辛劳动所取得的成就。

劉寶珺

2016年3月

前 言

《中国变质岩大地构造》一书是在“全国变质岩区成矿地质背景研究”专题成果基础上于2015年10月编写完成的。

2006年夏启动的国土资源部全国矿产资源潜力评价项目中,作者等承担了中国地质调查局发展研究中心负责的“全国重要矿产成矿地质背景研究”课题中“全国变质岩区成矿地质背景研究”专题研究工作。前5年(2006~2010年)主要是参与制定技术要求,与省级研究课题的同行共同磋商编制各类图件,如1:25万实际材料图、1:25万建造构造图、1:5万至1:25万的成矿预测图等。后3年(2011~2013年)在继续编制省级1:50万大地构造图和大区1:150万大地构造图的同时,着手编制1:250万全国大地构造及“五要素图(沉积岩、火山岩、侵入岩、变质岩及大型变形构造)”,我们的任务则是编制1:250万五要素图中变质岩大地构造图和参与全国大地构造图的编制工作。

《中国变质岩大地构造图(1:250万)》是“全国重要矿产成矿地质背景研究”计划项目(编码:1212011121036)中《中国大地构造图》五要素图之一,项目负责单位为中国地质调查局发展研究中心,2011~2012年课题承担单位为山东科技大学,2013年承担单位改为中国地质调查局发展研究中心,课题负责人为王明镇、陆松年。“全国重要矿产成矿地质背景研究”课题结束后,作者等又承担了中国地质调查局发展研究中心外协课题(2014~2015年8月),主要任务是在前期工作基础上,完善《中国变质岩大地构造图(1:250万)》和相关文字报告。承担单位为天津地质调查中心,课题负责人为陆松年、郝国杰、郝爽。参加人员有牛广华、李怀坤、相振群、康健丽等。

编制《中国变质岩大地构造图(1:250万)》及说明书是“全国变质岩区成矿地质背景研究”专题研究工作主要任务之一。变质岩大地构造图主要研究对象是全国变质岩分布区内主要的岩石构造组合,而其基础是各省(区、市)编制的1:25万实际材料图、1:25万建造构造图和1:50万变质岩大地构造图及中国地质调查局6个大区地调中心编制的1:150万变质岩大地构造图。在变质岩岩石构造组合研究的基础上,根据它们在不同时代和不同板块构造环境中形成的地质背景,上升或归并为大地构造亚相、相、大相和相系。编图过程中尽可能搜集和反映了近20余年来全国区域地质调查和专题研究中有关变质地质方面的新成果和新进展,并在此基础上力求反映变质地质作用和变质成矿作用二者之间的时、空结构和成因联系(此项任务已延后)。《中国变质岩大地构造图(1:250万)》及说明书已于2015年8月送交地质出版社出版。

“全国变质岩区成矿地质背景研究”成果报告于2003年底完成后,2014年至2015年9月在完成《中国变质岩大地构造图(1:250万)》及说明书的同时,对“全国变质岩区成矿地质背景研究”成果报告

进行了再加工,并以《中国变质岩大地构造》专著形式公开出版。

《中国变质岩大地构造》专著包括8个部分,是集体的研究成果,但执笔人有所分工。其中除前言和结语由陆松年、王明镇执笔外,第一章“中国变质岩区成矿地质背景研究的主要思路”主要由陆松年执笔;第二章“中国变质岩区成矿地质背景研究的表达方式”主要由郝国杰、牛广华执笔;第三章“陆块区变质地质构造单元主要特征”由陆松年、王惠初执笔;第四章“造山系中变质岩区大地构造相特征”由陆松年、李怀坤、相振群执笔;第五章“变质地质作用与成矿作用研究补遗”由陆松年、王惠初执笔;第六章“几个问题的讨论”由陆松年执笔;全书由陆松年、郝国杰、相振群统编。牛广华、康健丽、郝爽等参与了部分文字和图件的编制。

中国的变质岩主要出露于陆块区的前长城纪(华北)或前南华纪(扬子及塔里木)变质基底,以及造山系中古老地块和同造山作用形成的变质地质体中。在对陆块区变质基底研究时,面临前寒武纪地质演化阶段性划分和重大地质事件的特征,以及动力学体制最基本问题之一:“板块运动何时启动?”。因此,在第一章分析国内、外研究进展的基础上,结合我国的现状,提出地史中三阶段动力学机制的演化过程,即前新太古代“陆核”形成与发展阶段、新太古代至中元古代末的“原板块(proto-plate tectonic style)”发展阶段和新元古代以来的“现代板块(modern plate tectonic style)”发展阶段。这既是编制变质岩大地构造图的指导思想,又是必要的前提。

第二章在阐述变质地质单元划分原则和方案的基础上,介绍了变质岩大地构造图的图面内容、图例、表达方法和编图范围及投影等内容。阐述了我国变质岩区主要的岩石构造组合类型、变质岩区大地构造相分析方法及编图工作过程。

在此前提下,第三章首先对我国陆块区中最老的华北陆块区的早前寒武纪变质基底进行了大地构造相和大地构造单元的划分。然而我国3个陆块区中的扬子和塔里木陆块区与华北陆块区变质基底的组合、时代、特征存在明显差异,并由此影响到盖层的演化。因此,在本章中对我国3个陆块区变质基底最重要的特征和形成的构造环境进行了阐述和对比。

造山系中的变质岩主要包括两种类型,一是从古大陆边缘裂离的地块;二是同造山作用形成的岩石。它们一般呈带状分布,变质相和相系差异极大,从含金刚石、柯石英的超高压榴辉岩到低级变质的低绿片岩。这类岩石的组成、时代、构造背景在第四章中进行了概述,除高压-超高压榴辉岩带和蓝片岩带等特殊变质岩带外,着重介绍了每个造山系中地块的组成、年代及后期改造的特征。

由于课题任务的调整,上级决定暂时不再进行成矿地质背景与成矿作用关系的研究,故第五章仅对华北陆块区变质基底中的BIF成矿作用特征进行了概述。

第六章针对编图工作中疑难和争议较大问题的处理进行了说明,分别是:中国大陆形成与演化过程中的变质作用特征、“阿拉善陆块大地构造属性”的再讨论、扬子陆块区西边界——哀牢山群的新进展、华南大陆地质演化过程中扬子与华夏的关系及中国前南华纪洋/陆转换的证据及特点。

《中国变质岩大地构造》和《中国变质岩大地构造图(1:250万)》及说明书是不可分割的研究成果,前者是后者的扩充和深化,后者是前者的研究基础。由于专题任务的要求,中国变质岩大地构造是在板块构造理念的指导下,主要通过变质岩的岩石构造组合,探索它们形成时与板块构造有关的大地构造背景,同时探索主要变质地质单位的同位素年代学、地球化学、重大地质事件及陆块区和造山系变质地质单元的演化特点。不言而喻,它不是传统变质地质学的综合性成果,而是更注重岩石大地构造学领域的探索。

对我国变质岩区进行全国范围内从太古宙到中—新生代变质岩石构造组合的划分,通过变质岩岩石学、地球化学、年代学和变质作用特征的研究,运用板块构造的理念研究它们形成的大地构造环境,对我们来说是一次探索性的尝试。本书第一作者在2006年应当时项目负责人叶天竺的邀请,与几位年轻的同事共同承担了包括编制《中国变质岩大地构造图(1:250万)》在内的中国变质岩区成矿地质背景研究任务。我们虽然长期从事我国前寒武纪地质研究,但偏重于传统和基础性研究工作,如地层划分和对比、同位素年代格架、区域地质及变质、变形特点等,对于前寒武纪成矿作用则涉足很少,而应用板块构造观点指导变质岩区构造环境的鉴别和进行构造单元的划分则几乎是门外汉。10年的研究历程,特别是后5年的经历让我们经常感到束手无策,难以完成既定任务。所幸在全国成矿背景研究课题组内有一群学术造诣高和志同道合的同事们不断帮助和指点,也有众多省级和大区地质调查中心的研究者与我们经常切磋,使我们不断克服一道又一道难题,从知之甚少到有了一定积累,从而对我国变质岩区重大地质问题有了进一步了解。此外,在浩如烟海的地质调查和科学研究资料中,如何去粗取精,抽取最有价值的资料,总结出与地质事实最接近的规律性的认识,无疑是对我们一次严峻的考验。尽管我们这一群体在几年工作过程中力求尽心尽力,但由于我们的水平和精力所限,难免差强人意。我们衷心希望得到变质岩图和文字总结的各省(区、市)地质同行、研究院所和大学的专家、教授,乃至院士们对我们的成果不吝指正和批评,以帮助我们进一步提高。

在编图和文字总结过程中,得到计划项目负责人叶天竺、张智勇、肖庆辉、潘桂棠、冯艳芳等不断的指导与帮助;与邓晋福、冯益民、张克信、李锦轶、邢光福、张进等多次进行过讨论,从中得到许多启迪;与沈其韩院士、耿元生、丁孝忠、高林志等共同讨论和研究过变质岩区重大基础地质问题;与王永和、张长捷、尹福光、高天山、赵小明、张开明等通过现场考察研究,商讨过黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、河北、北京、天津、山东、河南、陕西、青海、新疆、宁夏、安徽、浙江、福建、江西、湖北、湖南、贵州、云南、四川、广西、广东和海南等省(区、市)重大疑难地质问题及处理意见,并得到上述各省(区、市)地质调查机构的领导和同行的支持与帮助,他们的人数超过百人以上,恕我们不能一一列举,在此谨表我们衷心和诚挚的谢意!

需要特别强调的是国土资源部汪民副部长、彭齐鸣总工程师、于海峰司长,中国地质调查局发展研究中心严光生主任、齐亚彬副主任,中国地质调查局王全明、伍光英,山东科技大学王春阳校长,天津

地质矿产研究所金若时所长等对本项目给予了极大的关注和支持，使本项目得以正常开展，并取得一定进展，对此我们深表谢意。

我们还要深深感谢项目专家组李廷栋院士、莫宣学院士、陈克强教授对我们的指导和鼓励，深深感谢游振东教授、刘福来研究员对 2013 年底成果报告中的文图提出十分中肯的修改意见。

最后，我们借《中国变质岩大地构造》专著出版之际，感谢上文未提及但对我们工作给予关心、支持和帮助的所有单位、领导和同行，对他们表示深深的谢意。

目 录

序 一

序 二

序 三

前 言

第一章 中国变质岩区成矿地质背景研究的主要思路	1
第一节 概 述	1
第二节 前寒武纪三大地史阶段的重大地质事件	3
一、概 述	3
二、冥古宙 (4567 ~ 4030Ma) 碎屑锆石的地质意义	4
三、太古宙 (4030 ~ 2420Ma) 重大地质事件	6
四、元古宙 (2420 ~ 541Ma) 重大地质事件	7
五、中国前寒武纪重大地质事件	10
第三节 板块运动何时启动	23
一、超大陆研究进展	23
二、板块运动的地质学标志	26
三、热动力学模拟的最新进展	32
四、地球早期和后期板块作用的差异性	34
五、本书采纳的观点	35
第四节 太古宙主要岩石组合类型及其大地构造意义	36
一、TTG 组合的界定	36
二、TTG 组合形成的构造背景	39
三、洋内弧岩石组合信息	40
第二章 中国变质岩区成矿地质背景研究的表达方式	43
第一节 中国变质岩大地构造图编图指导思想与原则	44
一、编图指导思想	44
二、编图原则	44