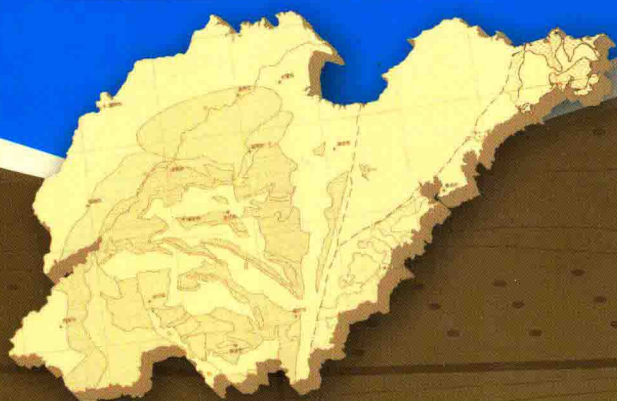


山东省大地构造相研究

于学峰 等著



地质出版社

Fe

山东省大地构造相研究

李洪奎 于学峰 糕传源 耿 科 梁太涛
宋双喜 倪振平 张增奇 田秀林 郭宝奎
单 伟 杨永波 王海芹 陈 莉 刘继梅 等著
汤启云 张玉波 陈国栋 刘福魁 胡 戈
潘兆科 刘 瑄 张俊波 王 峰 张春法

技术指导：肖庆辉 陆松年 邓晋福 潘桂棠

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是在系统收集研究区内不同比例尺区调资料基础上,对山东省大地构造相编图研究成果的总结和升华,揭示了山东陆块形成过程和演化历史的大地构造相特征,将山东省大地构造相划分为3大相系、6个大相、19个相、60个亚相和135个岩石构造组合,进而对大地构造相与成矿作用过程的关系进行了系统总结,探讨了不同矿床与大地构造相的成因联系,认为不同级别大地构造相单元制约了相应级次的成矿区带,大地构造相(亚相)单元即是成矿系统、成矿作用的构造环境,也是成矿系统的载体。

本书可供从事区域地质调查、矿产勘查、地质科研及有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

山东省大地构造相研究/李洪奎等著. —北京:地质出版社, 2012. 1

ISBN 978-7-116-07523-8

I. ①山… II. ①李… III. ①大地构造-研究-山东省 IV. ①P548.252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 277887 号

SHANDONGSHENG DADI GOUZAOXIANG YANJIU

责任编辑:祁向雷 宫月萱

责任校对:杜悦

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)82324519(办公室) (010)82324577(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:24.25

字 数:590千字

版 次:2012年1月北京第1版

印 次:2012年1月北京第1次印刷

定 价:80.00元

书 号:ISBN 978-7-116-07523-8

(如对本书有建议或意见,请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

山东省地质科学实验研究院
山东省金属矿产成矿地质过程与资源利用重点实验室

科技成果出版指导委员会

主 任 翟裕生

副主任 陈毓川 李廷栋 赵鹏大 孙传尧 裴荣富

委 员 (以姓氏笔画为序)

于学峰 邓 军 孔庆友 叶天竺 乔恩光

孙传尧 李宏骥 李廷栋 宋明春 张天祯

张增奇 陈毓川 赵鹏大 洪 飞 韩作振

裴荣富 翟裕生

科技成果出版编辑委员会

主 任 于学峰

副主任 张增奇 田秀林 洪 飞 毛美桥 回寒星

委 员 (以姓氏笔画为序)

于学峰 毛美桥 田秀林 回寒星 刘书才

刘瑜燕 刘耀华 许庆福 寿冀平 杨德平

李光明 李洪奎 沈 昆 张广隆 张义江

张天祯 张英明 张连峰 张尚坤 张增奇

孟舞平 洪 飞 曹丽丽

总 序

山东省居于中国东部沿海的中北段；在地质构造位置上，处于华北板块东南缘与秦祁昆造山系相接部位上，并叠加了中生代造山－裂谷体系，地壳演化历程较为复杂。这里记录着 30 亿年以来发生的沉积作用、火山活动、岩浆侵入、变质变形等复杂的地质事件，由此形成了丰富的岩石构造组合等地质景观和能源、金属、非金属和水气矿产资源，历来为世人所瞩目。

山东近代地质工作起步较早，地质工作程度较高。新中国成立后的 60 余年来，已在地层、岩浆岩、变质岩、构造等基础地质研究方面取得了全面的和重要的成果；发现各类矿产 150 种，资源储量列全国前 10 位的有 58 种，前 5 位的有 32 种，前 3 位的矿产有 24 种。国民经济赖以发展的 15 种支柱性重要矿产在山东均查明了储量，其中石油、铁、金、铝土矿、钾盐、矿盐等矿产保有储量居全国前 10 位。山东这些丰富的地质矿产资源，在山东经济社会发展中发挥了极为重要的作用。

成立于 1958 年的山东省地质科学实验研究院，是以承担国家和山东省基础性、公益性、战略性地学研究任务为主的多专业、多学科、综合性研究单位。建院 50 余年来，在地质调查、矿产勘查和地质科研等方面取得许多成果；近十年来，又在地质找矿、区域成矿和基础地质研究等方面取得新的重要的进展，积累了丰富的地质成果资料，并出版了《山东矿床》等地质专著。取得了较好的社会效益和经济效益。

2010 年在翟裕生、陈毓川、李廷栋、赵鹏大、裴荣富、孙传尧院士等教授、专家的关心和指导下，山东省地质科学实验研究院和山东省金属矿产成矿过程和资源利用重点实验室规划了当前和近十年的地质科研工作目标和工作方向，把地质调查和地质科研成果进行综合集成、形成地质科学文献出版交流作为地质科研链条的组成部分纳入了地质科研工作序列。

地质勘查和科研成果出版对资料积累、学术交流具有重要价值，对促进我院地质工作进展将起到推动作用。山东地科院鼓励本院科技人员和受聘客

座研究人员在从事地质调查和科研工作中，注重论文和专著的写作交流，为其发表和出版创造条件；将有计划对近年来完成的基础地质、矿产勘查、地层与古生物、资源利用等方面的调查和研究成果进行进一步总结提升，编辑出版，在总结中进一步提升成果水平；对具有资料积累和交流价值的待完成的地质调查和地质科研项目，在提交成果报告的同时，创造条件编辑出版。促进我院地质科研工作不断取得新的进展，为我省和我国地质调查和地质找矿作出新的贡献。

对山东这样一个地质构造背景复杂、矿产资源丰富的陆块的认识，是一个不断深化、不断完善的过程。出版有关山东地质专著，把它留给当今及今后关心或从事地质调查、矿产勘查、科学研究和教学的广大地学工作者，并在此基础上继续探讨和总结，促进和发展我省地质学研究水平，寻找出更多的矿产资源，更好地为山东经济社会可持续发展服务，这是山东地科院广大职工共同心愿。对出版的成果中存在的某些不足和问题，还需要作者和读者共同研究探讨，以求提高。

多年来，山东地科院有关地质文献编辑出版一直得到上级领导关心和支持；受到我国老一辈地质学家的关注、鼓励和指导。裴荣富院士、翟裕生院士、李廷栋院士、陈毓川院士、赵鹏大院士、刘宝珺院士、孙传尧院士、张宗祜院士及叶天竺教授、邓军教授等专家学者给予很多具体指导和帮助；山东省国土资源厅、山东省地质矿产勘查开发局、胜利石油管理局、山东省煤田地质局、中国冶金地质勘查工程总局山东局、山东黄金集团等系统对山东地科院地质调查及出版工作给予很大帮助和支持，表示由衷地感谢！

山东省地质科学实验研究院
山东省金属矿产成矿地质过程与资源利用重点实验室

科技成果出版编辑委员会

2011年11月

序 一

山东是一个地质大省，也是一个矿产资源大省。有些矿产资源在全国占有举足轻重的地位，一些地质现象是其他地区所罕见的。因此，无论在矿产资源勘查开发上还是在地质科学研究上，山东省都具有很大的潜力。

山东是我国开展地质调查研究工作最早的省份之一，也是我国地质矿产调查研究程度最高的省份之一。经过一代又一代山东地质人前仆后继、艰苦奋斗，在矿产资源勘查和地质调查研究等方面，创造了奇迹，铸造了辉煌，满足了山东省和国家经济建设对矿产资源和地质资料的需求，对我国地质事业的发展和地质科学技术进步立下了不朽的历史功绩。

社会在发展，科学技术在进步。经济社会的蓬勃发展对地质工作提出了更广、更高的要求。为了贯彻落实《国务院关于加强地质工作的决定》中提出的“积极开展矿产远景调查和综合研究，科学评估区域矿产资源潜力，为科学部署矿产资源勘查提供依据”的要求，国家决定立项开展全国矿产资源潜力评价工作。

历史的经验证明，矿产资源勘查和潜力资源评价能否取得成效以及成效大小，在很大程度上取决于从事这项工作的人们对调查区地质规律、特点及成矿地质背景认识的程度和深度。山东省从事矿产资源潜力评价的同仁们开展山东省大地构造相的研究，编制大地构造相图，正体现了深化成矿地质背景认识，高质量完成全省矿产资源潜力评价的一种努力。

山东陆块经历了漫长的地质演化和多种构造体制转换的历程，保留了各地质历史时期的地质记录，具有独特的地球动力学背景和丰富的大地构造相和相组合。以李洪奎同志为首的科研群体运用板块构造和大陆动力学理论，在丰富实际资料综合研究基础上，编制了1:50万山东省大地构造相图，撰写了《山东省大地构造相研究》专著。

专著分析论述了山东大陆的物质组成与状态、时空结构与格局、动态行为与深部过程、力学体系与动力机制等基本科学问题，揭示了大陆与大洋相

互作用、岩石圈层相互作用以及大陆形成演化历史的大地构造相问题。作者对山东所涉及的陆块区、造山系及叠覆区构造相采用不同研究方法和划分标准,把山东省大地构造相划分为3大相系(I级)、6个大相(II级)、19个相(III级)、60个亚相(IV级)和135个岩石构造组合(V级),系统总结了大地构造相与成矿作用的关系,探讨了各种矿床与大地构造相的成因联系。

这些研究成果不但为丰富和发展大地动力学理论提供了范例,而且为研究、阐明成矿规律奠定了理论基础。因为成矿作用也是一种地质作用,各种矿床都是在地质演化过程中某种特定构造环境下形成的。不同级别的大地构造相单元制约了相应级次的成矿区(带),大地构造相(亚相)单元既是成矿系统、成矿作用的构造环境,又是成矿系统的载体。例如,山东金矿成矿动力学背景是中生代构造体制转折、岩石圈的减薄和软流圈物质上涌引发现剧烈的岩浆活动。在鲁东地区,中生代造山运动产生四期构造-岩浆组合:①与金矿有关的造山早期玲珑片麻状花岗岩组合;②与金矿有关的造山中期郭家岭花岗闪长岩-花岗岩组合(主成矿期);③与多金属成矿作用有关的造山晚期伟德山闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合;④后造山A型崂山晶洞过碱性碱长花岗岩-正长花岗岩组合。

本书不但是对山东省大地构造相研究成果的系统总结和升华,实际上也是对山东省构造-地层、构造古地理、区域岩浆岩及变质地质的全面总结。它的出版不但有助于深化认识山东省的地质规律和特点,而且对全国大地构造相的研究和编图将起推动作用。

在本书行将出版之际,谨向李洪奎同志为首的科研集体的辛勤劳作和在大地构造相研究上作出的贡献表示敬意,对本书的出版表示热烈的祝贺!

读专著有感,是为序。

李延栋
2011年11月11日

序 二

大陆动力学是研究大陆块体离散、汇聚、碰撞、造山等动力学过程及机制的学说，采用大地构造相编图作为大陆动力学研究的主要方法，针对大陆内部及其大陆边缘的物质组成与状态、时空结构与格局、动态行为与深层过程、力学体系与动力机制等大陆基本科学问题开展研究，揭示大陆与大洋相互作用、层圈相互作用以及大陆形成过程和演化历史。

作者在系统收集山东 1:5 万、1:20 万和 1:25 万区调资料的基础上，进行了大量的资料研究和详实的 1:25 万建造构造图的编制工作，进而编制成 1:50 万山东省大地构造相图。该图是研究山东大陆块体离散、汇聚、碰撞、造山的大陆动力学过程的主要载体和具体表达形式，本书是对山东省大地构造相编图研究成果的总结和升华，也是作者们心血和劳动的结晶。

山东陆块区是一个镶嵌、叠覆保存了几乎所有地质时期形成的地质记录的块体，其形成演化涉及多个动力学体制，具有独特的地球动力学背景，因而具有丰富多彩的大地构造相及其相的组合和叠覆。

山东经过中太古代陆核形成，新太古代—元古宙的洋陆转换、增生、碰撞聚集形成稳定陆块（即基底形成阶段），其后产生碰撞后裂谷事件，尔后经碎屑岩“填平补齐”进入陆架碳酸盐岩台地稳定的地壳构造单元。中三叠世末的构造运动改变了山东乃至中国的大地构造格局，由特提斯构造域向滨太平洋构造域转化是其改变的大陆动力学基础。山东大地构造相的划分是以优势大地构造相为主线，以建立在对沉积建造构造、火山岩性岩相构造、侵入岩浆构造、变质建造构造和变形构造等分析研究为基础，以一种岩石或几种岩石的自然组合而划为建造或建造组合的系统研究工程。山东大地构造相的形成与演化历史具有稳定陆块区、造山系和叠加造山—裂谷的多重特点，且有很大差别，而大地构造相是对多种复杂构造演化的一种基础的物质成分的体现。

在陆块区构造相划分中，华北陆块区大相基本与传统中国大地构造单元划分中Ⅰ级构造单元相对应。山东陆块区的中太古代—古元古代的地质记录保存该时期基底陆壳物质的组成、物质来源和形成环境，特别是由侵入岩构成的岩浆弧为标志：TTG 和 GMS 组合以及表壳岩的火山—沉积记录。按优势大地构造相的划分原则，可分为鲁西陆块大相与渤海陆块大相，与Ⅱ级构造单元相对应，其下为Ⅲ级构造相单元，涵盖了基底与盖层两部分。

造山系构造相划分为秦祁昆造山系相系（Ⅰ级），可进一步分为大别—苏鲁结合带大相（Ⅱ级）、胶南—威海陆缘岩浆弧相和苏鲁高压—超高压变质相（Ⅲ级）构造相单元。以及后期叠覆的岩浆弧、陆缘弧、走滑拉分盆地、陆缘裂陷盆地或裂谷盆地等。

叠覆区构造相划分是晚三叠世—早白垩世形成交叉叠加在早期构造形迹之上的陆内造山带、构造岩浆岩带和火山—沉积盆地，使中国东部大陆岩石圈拆沉、岩浆底侵、地壳减薄和裂谷作用发育。新生代岩浆作用、裂谷盆地、断陷盆地具有继承性，作为Ⅳ级构造亚相的划分依据。根据上述划分方案，山东大地构造相可划为 3 大相系（Ⅰ级）、6 个大相（Ⅱ级）、19 个相（Ⅲ级）、60 个亚相（Ⅳ级）和 135 个岩石构造组合（Ⅴ级）。

各种矿床都是在大地构造演化过程中在特定大地构造相环境下形成的特殊地质体，成矿作用过程与大地构造演化密切相关，不同级别大地构造相单元制约了相应级次的成矿区带，大地构造相（亚相）单元即是成矿系统、成矿作用的构造环境，也是成矿系统的载体，本书对大地构造相与成矿的关系进行了系统总结。古弧盆相是一个重要的成矿相系，其内产有与 BIF 含铁建造有关的铁矿床，与花岗—绿岩带有关的金矿床，与古岛弧亚相有关的沉积变质铁矿、与古弧后盆地亚相有关的滑石、菱镁矿、石墨矿等；与陆表海相有关的石灰岩、铝土矿、煤、油页岩等矿床；与岩浆弧大相金矿、铁矿、铜铅锌钼多金属矿是中生代俯冲岩浆岩相成矿的显著特点。鲁东地区中生代有两次重大的碰撞造山事件，印支造山作用主要表现为扬子板块向华北板块俯冲，形成苏鲁高压—超高压变质带及同造山花岗岩及后造山高碱正长岩；燕山造山作用的大陆动力学环境起源于中亚—特提斯构造域向滨太平洋构造域转化和太平洋板块的俯冲，在鲁东地区表现为三次造山和三次伸展，可进一步分

为与金矿有关的造山早期玲珑片麻状花岗岩组合、与金矿有关的造山中期郭家岭花岗闪长岩-花岗岩组合（主成矿期）、与多金属矿有关的造山晚期伟德山闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合和后造山 A 型崂山晶洞过碱性碱长花岗岩-正长花岗岩组合。所有这些构造相的认识，都将影响着人们今后对金矿形成和理论探讨。

虽然由于涉及面广、信息量多，课题深度和广度较大，对大地构造相的研究尚处于探讨阶段等，但毋庸置疑的是本书的出版将对山东省大地构造相的研究工作起着推动和促进作用，在矿产资源勘查等应用领域亦将产生有意义的影响。

在本书即将出版之际，谨向李洪奎同志为首的付出辛勤劳动并作出贡献的作者们表示衷心的感谢。

叶天竺

2011.7.11

前 言

为了贯彻落实《国务院关于加强地质工作的决定》中提出的“积极开展矿产远景调查和综合研究，科学评估区域矿产资源潜力，为科学部署矿产资源勘查提供依据”的要求和精神，国土资源部于2007年正式下发了《关于开展全国矿产资源潜力评价工作的通知》（国土资发〔2007〕6号）文件，部署了全国矿产资源潜力评价工作。2009年国土资源部办公厅下发了《关于进一步加强全国矿产资源潜力评价与储量利用调查管理工作的通知》（国土资厅发〔2009〕40号），该项工作纳入了政府为主导的行政推进管理模式，是一种以重大项目落实重点工作的管理模式，中国地质调查局及相关单位负责业务日常管理工作和提供技术支撑。

山东省矿产资源潜力评价是山东矿产资源潜力的一次重要的省情调查。项目以大陆动力学理论为指导，全面总结基础地质调查和矿产勘查工作的成果和资料，应用现代矿产资源预测评价的理论与方法，充分利用GIS评价技术，完成了全省煤、油页岩、铁、铜、铅、锌、铝、金、银、钼、稀土、硫、萤石、重晶石、菱镁矿、钾、磷、金刚石、石膏、石墨、滑石及水泥用灰岩等22种矿产的成矿规律，预测研究工作及相关的地质构造和物探、化探、遥感和自然重砂等综合信息研究等基础研究工作，圈定出成矿远景区和找矿靶区，并逐个评价其资源潜力，基本摸清了山东省矿产资源潜力及其空间分布，为研究制定矿产资源战略与国民经济中长期规划提供了科学依据，意义十分重大。

成矿地质背景研究是矿产预测的基础工作，主要目的是研究成矿作用和地质作用的关系。按照矿床模型综合地质信息预测总体思路，将成矿作用视为地质作用的重要组成部分，全面收集整理区域地质调查与研究资料，深入分析控制区域成矿的地质建造和构造要素（地质构造预测要素），系统解析和精细研究沉积岩区、火山岩区、侵入岩区和变质岩区的地质构造特征、大型变形构造（区域断裂带）和综合地质构造特征。通过编制专题图件，对矿床

类型模型区与预测区进行成矿地质背景的区域关联，为建立区域成矿预测模型，实施矿产预测提供基础地质资料依据和工作底图。

不同矿产及不同的矿床类型具有不同的成矿地质背景，针对成矿规律研究与矿产预测的主要任务，成矿地质背景研究的目的，一是为矿产预测研究提供工作底图，比例尺大于 1:5 万；二是编制实际材料图和建造构造图，比例尺为 1:25 万，此图亦是编制大地构造相图的基础资料；三是大地构造相图和各种成果图件，比例尺为 1:50 万。

编制 1:50 万大地构造相图是山东省成矿地质背景研究的重要载体和主要表达形式，其技术思路是：以板块构造学说为指导，以研究大陆块体离散、会聚、碰撞、造山的大陆动力学过程为主线，采用大地构造相图为主要表达形式。

大陆动力学是研究大陆块体离散、汇聚、碰撞、造山等动力学过程及机制的学说，采用大地构造相作为大陆动力学研究的具体形式之一，针对大陆内部及大陆边缘的物质组成与状态、时空结构与格局、动态行为与深层过程、力学体系与动力机制等大陆基本科学问题开展研究，揭示大陆与大洋的相互作用、层圈相互作用以及大陆形成的过程和演化历史。

在板块构造理论指导下，运用将今论古的比较构造地质方法论和大地构造相时空结构分析方法，依据 1:25 万建造构造图所表现的各种地质构造建造实际，精细划分特定构造阶段和大地构造环境中形成的、各个不同尺度、不同岩石构造组合的构造单元；厘定构成地壳表层构造的存在状态、结构组成和组合系统，揭示在空间上形成于不同部位和不同深度的构造单元彼此间的相互关系及其演化过程，以服务于成矿地质背景、成矿地质条件和资源预测勘查评价的需求。将成矿作用视为地质作用的重要组成部分，全面收集整理区域地质调查与研究资料，深入分析控制区域成矿的地质建造和构造要素（地质构造预测要素），系统解析和精细研究沉积岩区、火山岩区、侵入岩区及变质岩区的地质构造特征，以及大型变形构造、区域断裂带和综合地质构造特征。通过编制专题图件，对矿床类型模型区与预测区进行成矿地质背景的区域关联，为建立区域成矿预测模型，实施矿产预测提供基础地质资料依据和工作底图。

《山东省重要矿产资源潜力预测评价》工作项目隶属于《全国矿产资源潜力评价》计划项目,而《山东省成矿地质背景研究》是《山东省重要矿产资源潜力预测评价》的一个子课题,山东省大地构造相编图是《山东省成矿地质背景研究》的一项重要内容,是成矿地质背景研究的最终表达形式。

大地构造相是反映陆块区、造山系和叠加造山-裂谷相系形成演变过程中的一套岩石构造组合,是表达大陆岩石圈板块经历离散、聚合、碰撞、造山等动力学和地质构造作用过程而形成的综合产物。大陆动力学是研究大陆块体离散、汇聚、碰撞、造山等动力学过程及机制的学说(地球科学大辞典编委会,2006;潘桂荣等,2008),采用大地构造相编图作为大陆动力学研究的主要方法,针对大陆内部及大陆边缘的物质组成与状态、时空结构与格局、动态行为与深层过程、力学体系与动力机制等大陆基本科学问题开展研究,揭示大陆与大洋的相互作用、层圈相互作用以及大陆形成的过程和演化历史。编制1:50万山东省大地构造相图,是研究山东大陆块体离散、会聚、碰撞、造山的大陆动力学过程的主要载体和具体表达形式。

1. 大地构造相概念与研究历史

(1) 基本概念

大地构造相(tectonic facies)概念最初由许靖华(1991)正式提出,其后在应用和使用过程中存在不同的理解和划分。

《地球科学大辞典》(2006)释义:大地构造相,许靖华提出的碰撞造山带的大地构造单元概念,指造山带因形成于相似的构造环境,经历了相似的变形与就位作用,故具有类似的岩石-构造组合。即一个造山带必定由代表不同大地构造相的构造单元所组成。各类大地构造相的厘定主要是依据地层、沉积特点、岩浆活动、古地理古构造格局、变形样式和变质程度等。大地构造相的分析不仅可以解释碰撞造山带中所展示的地质现象,而且能够为已经失去或未能见到的地质记录提供补充。

许靖华(1991)提出的大地构造相这一术语的含义,认为大地构造相是山脉形成的基本要素,其定义以地层学、古地理古构造框架、变形方式及变形程度为基础,主要是通过对阿尔卑斯造山带系统的研究认为:造山带并非杂乱无序,而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。他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)。

Robertson (1994) 则定义为: 大地构造相具有一套岩石-构造组成, 其特征足以系统地确认造山带地史时期的一定大地构造环境 (如海山), 强调大地构造环境作为大地构造相类划分的基础, 分出 4 种基本构造环境 (离散、汇聚、碰撞、走滑)。

李继亮在“碰撞造山带的大地构造相”(1992) 一文中, 将大地构造相定义为: 在相似环境中形成, 经历了相似的变形和就位作用, 并具有类似的内部构造的岩石构造组合。

张克信等 (2004) 通过造山带地质填图的实际应用, 认为许靖华的大地构造相划分较为粗略, 操作较为困难, 主要采用了 Robertson 的概念与划分, 并作了完善和补充。对造山带地质填图中大地构造相的应用提出了以下 4 项原则:

1) 中比例尺 1:25 万地质填图中, 原则上可采纳 Robertson 的划分方案, 但应具体造山带具体对待, 不可全盘照搬。

2) 在划分中, 应以造山带演化不同阶段、不同部位出现的构造古地理单元和物质建造为主线, 改造应予适当考虑。如扩张洋脊、弧前盆地、前陆盆地等大地构造相强调了构造古地理单元, 但消减杂岩大地构造相则包含了物质的改造与重组。

3) 时间演化是另一重要主线, 要区分不同演化阶段的大地构造相, 如同是扩张洋脊的蛇绿岩岩片, 突出的问题是何时形成扩张洋脊, 在地质填图中要给予回答。在划分中, 应进行不同造山旋回期离散、汇聚、碰撞和走滑等大地构造背景的鉴别, 即一定的大地构造相出现在一定的大地构造背景中。

4) 在划分中, 大地构造相要与非史密斯地层单位 (岩片、超岩片等) 划分相匹配。

本书所指大地构造相的定义: 此次研究以大地构造相作为大陆动力学研究的具体形式, 使用的大地构造相含义, 指大陆块体在离散、会聚、碰撞、造山等大陆动力学过程中形成的地质作用产物——地质建造和地质构造的现

今表达。

大地构造相是反映陆块区和造山系（带）形成演变过程中，在特定的演化阶段、特定的大地构造环境下，形成的一套岩石-构造组合，是表达大陆岩石圈板块经历离散、聚合、碰撞、造山等动力学和地质构造作用过程而形成的综合产物。

（2）研究历史

自从有了大地构造研究，就产生了大地构造相的雏形。槽台说的地槽和地台，优地槽、冒地槽、准地台等可以说都是初始的大地构造相。20 世纪 60 年代，板块构造学说的问世，将大地构造研究推向一个全新的阶段。经典的板块构造模式中的洋中脊、岛弧、弧前盆地、弧后盆地、前陆盆地、岩浆弧、俯冲带、海山和洋岛等实际上也是一些大地构造相。在大地构造相未曾正式提出之前，地质学家们已经在自觉或不自觉地运用大地构造相的观点来研究大地构造。

许靖华（Kernth J. Hsu, 1991）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，而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。他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、凯尔特相和阿尔曼相（许靖华等，1994）。许靖华和孙枢等按照该模式编制了《中国大地构造相图》，起到了为大地构造相奠基性的作用（许靖华等，1998）。但许靖华提出的大地构造相仅是一种碰撞造山带构造相，对碰撞造山带以外的陆块区等大地构造单元没有涉及，尚没有明确大地构造相的定义，并未形成完整的大地构造相分类体系，较多强调造山带的构造变形样式作为大地构造相类型划分的基础。

李继亮（1992）对碰撞造山带的大地构造相进行了研究，划分出并阐述了 6 类 15 种大地构造相的特征及就位时代与环境。同样，李继念提出的大地构造相对许靖华提出大地构造相的细化，也是局限于碰撞造山带，而且他强调构造变形样式作为大地构造相类型划分的基础。

Burchfiel（1993）将构造地层学的概念应用于美国西部科迪勒拉造山带的大地构造编图，称作科迪勒拉造山带构造地层学图。他建立了 5 类构造地层组

合：汇聚环境构造地层、伸展环境构造地层、板内环境构造地层、转换环境构造地层及混合环境构造地层，每种构造环境下又分若干个构造地层单元。他对科迪勒拉造山带构造单元的详细解剖对于造山带的大地构造研究和造山带编图具有重要的指导意义，而且将编图范围从造山带扩展到北美克拉通（地台）。

Robertson (1994) 把大地构造环境作为大地构造相类的划分基础，对造山作用全过程按板块不同演变阶段（离散、汇聚、碰撞、走滑）进行细分，每种相以一定大地构造环境中的物质建造为基础，试图反映造山带的组成、结构与演化。但 Robertson 划分的一些相是根据对现代全球大地构造环境的观察而识别出来的，某些大地构造相对古大陆造山带可能不适用，而且对于构造变形及变质作用基本上没有涉及，其划分的大地构造相类在研究大陆造山带的过程中还有待完善和补充。

自从上述 Robertson 的大地构造相提出以来，国内许多学者在对不同造山带的研究中尝试性运用了他的大地构造相概念，也各自提出对大地构造相含义的理解与划分方案（冯益民等，2002；殷鸿福等，2003；张克信等，2004）。

Dickinson (1971) 把岩石构造组合定义为表示板块边界或特定的板块内部环境特征的岩石组合，后来进一步提出了砂岩成分与板块构造的关系（Dickinson 等，1979；Dickinson，1985）。Condie (1982) 按现在构造环境划分出 5 种岩石-构造组合：大洋组合、消减带相关组合、克拉通裂谷组合、克拉通组合和碰撞相关组合。Hyndman (1985) 也提出了类似的 5 种岩石构造组合。莫宣学和邓晋福等进一步发展了火成岩岩石-构造组合的概念（Mo 等，1991，莫宣学等，1993；邓晋福等，1996，1999；邓晋福，2004）。

(3) 发展趋势

经典地质学研究中，相是环境的物质表现，如沉积相是沉积环境的物质表现（Reading，1978；刘宝珺等，1985）。根据岩石-构造组合的理念，大地构造相应该是大地构造环境的物质表现。各种大地构造环境均赋存有相含义，即特定的岩石构造组合（Condie，1982；Robertson，1994）。大地构造相在造山带研究中，在稳定陆块区基底及盖层的划分及盆地分析中，在成矿条件、