



山东省优势大地构造相划分初步方案

李洪奎, 耿科, 糕传源, 王峰, 刘继梅

(山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013)

摘要: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。根据优势大地构造相的划分原则与沉积岩、火山岩、侵入岩和变质岩建造构造等特征,山东大地构造相可划分为3个相系(I级)、4个大相(II级)、17个相(III级)和51个亚相(IV级)。

关键词:大地构造相;相系;建造与构造;岩性岩相;相划分;初步方案;山东省

中图分类号:P544

文献标识码:A

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^[1,2],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,揭示大陆与大洋相互作用、层圈相互作用以及大陆形成过程和演化历史。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

1.1 基本概念

大地构造相(tectonic facies)这一术语1991年由许靖华正式提出,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,具有类似的岩石-构造组合^[3],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沉积特征、岩浆活动、古地理古构造格局、变形样式和变质程度等来划分。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。

Robertson(1994)则定义为:大地构造相具有一套岩石-构造组成^[4],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的划分基础,并分出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^[5]。

该文所指大地构造相的定义是:反映陆块区和造山系(带)形成演变过程中,在特定演化阶段、特定大地构造环境中,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]。

1.2 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、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,地学家们已经在自觉

* 收稿日期:2010-02-02;修订日期:2010-05-15;编辑:陶卫卫

作者简介:李洪奎(1962—),男,山东昌乐人,研究员,主要从事区域地质调查、矿产资源勘查评价和管理工作的管理;E-mail:lhk126@126.com。

或不自觉地运用大地构造相的观点来研究大地构造了。

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,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^[3]。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)和阿尔曼相(Alemanide facies)(许靖华等, 1994)。许靖华和孙枢等按照该模式编制的《中国大地构造相图》起到了为大地构造相奠基性的作用^[6]。但许氏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划分基础。

李继亮(1992)对碰撞造山带的大地构造相进行了研究,划分并阐述了 6 类 15 种大地构造相的特征及就位时代与环境^[5]。李氏的大地构造相对许氏大地构造相的细化,同样局限于碰撞造山带,而且他强调构造变形样式是作为大地构造相类划分的基础。

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^[7]。他建立了 5 类构造地层组合(tectonostratigraphic elements): 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。他的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^[4]。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地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^[8-10]。

Dickinson(1971)把岩石构造组合(petrotectonic assemblage)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^[11],后来进一步提出了砂岩成分与板块构造的关系^[12,13]。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岩浆岩岩石构造组合的概念^[14,15]。

1.3 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^[16,17]。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^[18]。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其盆地分析中,在成矿条件、成矿地质背景的认知中,使得构造环境的复原能够建立在可观察、可鉴别、可测量的岩石构造组合的基础之上。

前人的这些理念使笔者认识到岩石构造组合是大地构造相的基础,同时在前人认识的基础上又进一步丰富了大地构造相的内容。第一,强调大陆岩石圈板块演变和发展过程的特定大地构造环境中的岩石构造组合,作为大地构造相划分基础,前人只强调构造变形样式不足以构成大地构造相分类的基础;第二,不只在造山带中用大地构造相分析,也强调在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功能;第三,强调不同的大地构造相控制着不同成矿作用和成矿类型。当今地质找矿勘查、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研究。

深入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,而且是进行构造成矿带划分,认识资源形成地质背景、成矿作用,进行成矿远景预测及资源潜力评价的有力工具。

2 大地构造相的表达形式

山东大地构造相图是各地史时期不同大地构造相的现今空间表达,即研究和表达不同时期大陆动力学过程形成的地质作用产物——地质建造和地质构造,因此建造和构造是研究大地构造相的关键。

2.1 建造与构造

建造与构造是各种地质作用形成的岩石或地质体在地质演化历史中遭受后期地质事件改造的产物与过程^[1]。人们习惯于把前一阶段形成的岩石或地质体称之为建造,后一阶段的改造称之为构造。一般地质意义的地质构造包括建造与构造两方面,即反映物质形成与变形改造,它们分别反映了地质体生成时期和形成以后的环境和变化。

在研究建造与构造过程中,可分别按3个层次进行研究和表达。即:构造的成岩(控岩)构造、区域构造和大地构造;建造的岩性或岩石组合、岩石建造和岩石构造组合。

(1)岩性或岩石组合:对应于成岩(控岩)的构造,指单一岩石或几种岩石的自然组合,一般在地质填图中可识别和可填图的。对其划分主要取决于填图精度。

(2)岩石建造(建造):对应于区域的构造,指表征形成环境的岩石组合,分为沉积岩建造、火山岩建造、侵入岩建造和变质岩建造4类,是成矿地质背景研究中建造构造图及其地质构造专题底图的基本编图单元。

(3)岩石构造组合:对应于大地构造,指表征大地构造环境的岩石组合,是成矿地质背景研究中大地构造相图的基本编图单元。

建造构造图中的建造是指物质建造,是同一时代、同一地质作用(沉积、侵入、火山、变质)形成的,一种岩石或几种岩石的自然组合。故建造划分应符合下列条件:①岩性、岩相、变质程度一致;②内部结构一致或相近;③界线明显;④一定的规模和分布范围。

因此,将沉积岩建造、火山岩建造、侵入岩建造、变质岩建造的含义统一厘定如下:

沉积岩建造:同一时代、同一沉积作用下形成的、同一沉积亚相(或微相)的一种或几种岩石的组合。

火山岩建造:同一火山作用形成的一种或几种岩石的组合。按照岩性、岩相双重填图法的要求表示。多种岩相无法区分的,选择优势岩相表示,对于潜火山岩和沉积夹层则单独表示。

侵入岩建造:是指同一时代、同一侵入作用形成的侵入体(不是深成岩体),在建造构造图中必须表达深成岩体解体以后的侵入体。在分析构造环境时,一般利用侵入岩岩石组合判断其构造环境,因此在侵入岩建造综合柱状图中要表示反映构造环境的侵入岩岩石构造组合。

变质岩建造:是沉积岩、火山岩、侵入岩等在同一期变质作用形成的,具有成因联系的一种岩石或几种岩石组合。原则上,同一变质建造的岩石及变质程度应基本一致;在区域上有着一定规模和分布范围,可以在图面上合理表达;地质体结构类型和产状显示出一系列的共生特征,属于同一原岩系列;与其他变质建造之间应具有较清晰的边界,具有可分性。变质岩建造划分应注意以下几个方面。第一,应正确区分变质表壳岩和变质深成侵入体,在变质岩建造综合柱状图上一一起表示;第二,变质岩建造一般是(岩)组级单位的进一步细分,变质深成侵入体应按岩性划分,各类片麻岩代号按国际标准表示,变质侵入体遵照侵入岩的规定;第三,变质岩建造划分尺度应适当,一般以原岩建造为基础,结合变质作用类型,原岩建造不同而变质作用类型相同时,应分为2个变质岩建造。

该次工作中,建造构造图不同于地质图,建造不同于岩石地层单位的组,建造是对组级地层单位的进一步细分,这是该次建造构造图编图的核心。

2.2 大地构造相图编制

在1:25万实际材料图基础上,通过建造与构造的综合分析与研究,按国际标准分幅编制形成1:25万建造构造图。根据地质作用特征,分别按沉积作用、火山作用、侵入作用、变质作用、构造作用进行研究,并在建造构造图上分别表达为沉积建造构造、火山岩性岩相构造、侵入岩浆构造、变质建造构造及大型变形构造等。

(1)山东省大地构造相图的编制是建立在实际材料和综合分析研究的基础上。大地构造相研究与编图工作在1:25万建造构造图编制基础上开展。即强调1:25万建造构造图是1:50万大地构造相图的实际材料,大地构造相图编图工作必须以1:25万

建造构造图为基础。

(2) 山东省大地构造相研究与编图是一项综合研究工作,应以大地构造相分析为主线,分别开展沉积作用、岩浆作用(火山、侵入)、变质作用和构造作用(包括大型变形构造)等专题研究工作,并充分利用物化遥推断地质构造内容,综合分析划分全省大地构造相。

(3) 在建造构造图的基础上编制大地构造相图。大地构造相图是反映大地构造环境及其演化的综合性图件。大地构造相图的内容包括:大地构造相单元、沉积建造、火山岩、侵入岩、变质建造、地质界线、断裂、大型变形构造等。

综合地质构造及与大地构造有关成矿地质背景预测要素的研究是通过编制大地构造相图来实现的,大地构造相图数据库是以多个图层的方式表达了大地构造相、大地构造分区、建造等内容。

大地构造相图与建造构造图的图形基本一致,最主要的不同点是编图比例尺不同,存在一个缩编的过程;除 4 大岩类的建造内容外,需将不同类型建造进行分析归并出不同级别的大地构造相单元;通过相单位的分析总结出构造分区。因此,大地构造相图是地质构造综合研究成果的一个集成表达,是该次工作的纲。

3 山东优势大地构造相划分初步方案

3.1 构造相划分

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组合和叠覆。

山东经早期陆核形成,新太古代—元古宙的洋陆转换、增生、碰撞聚集形成稳定陆块^[19](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^[20]。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。基于以上原因,该次研究采用优势大地构造相原则为相划分的依据。

3.1.1 陆块区构造相划分

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胶辽陆块大相,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。

3.1.2 造山系构造相划分

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。

3.1.3 叠覆区构造相划分

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。

3.2 构造相命名

各级大地构造相单元命名原则为:一级:大区域地理名称+一级构造属性名词,如华北陆块区相系,秦祁昆造山系相系;二级:区域地理名称+二级构造属性名词,如鲁西陆块大相、胶辽陆块大相;三级:地理名称+三级构造属性名词+(地质时代),如泰山古弧盆相(Ar₃)、济南—临沂陆表海盆地相(Є-O);四级:地理名称+四级构造属性名词+(地质时代),如威海高压—超高压变质亚相(T₂₋₃);五级:地理名称+五级构造属性名词+(地质时代),如栖霞 TTG 系列建造组合(Ar₃)。

3.3 构造相划分初步方案

根据上述划分方案与命名原则,山东大地构造相可初步划为 3 个相系(I 级)、4 个大相(II 级)、17 个相(III 级)、51 个亚相(IV 级)和 173 个建造组合(V 级)。对于 V 级构造相的划分,此不详述。I—IV 级构造相划分结果见表 1。

山东地质构造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,而优势大地构造相是对多种复杂构造演化的

一种基础物质成分的体现。因此上述大地构造相的划分方案是初步的,还存在许多考虑不周之处甚至

是有误的,尚需进一步厘定和完善,因为在此之前山东尚没有优势大地构造相的划分方案及表达方式。

表 1 山东省优势大地构造相初步划分方案

I 级(相系)	II 级(大相)	III 级(相)	IV 级(亚相)	I 级(相系)	II 级(大相)	III 级(相)	IV 级(亚相)		
华北陆块区相系	鲁西陆块大相	沂水变质基底杂岩相(A _{R2})	沂水陆核亚相(A _{R2})	秦祁崑崙山系相系	大别—苏鲁结合带大相	胶南—威海陆缘岩浆弧相(P _{T2} —P _{T3})	海阳所陆缘裂谷杂岩亚相(P _{T2})		
		泰山古弧盆相(A _{R3})	泰安古岛弧亚相(A _{R3})				荣成同碰撞岩浆杂岩亚相(P _{T3})		
			泰山古俯冲岩浆杂岩亚相(A _{R3})				日照后碰撞岩浆杂岩亚相(P _{T3})		
			蒙古古俯冲岩浆弧亚相(A _{R3})			莒南陆内裂谷亚相(P _{T3})			
		微徕山古后碰撞岩浆杂岩亚相(A _{R3})	济宁古弧间裂谷盆地亚相(A _{R3})?			苏鲁高压—超高压变质相(T ₂₋₃)	威海高压—超高压变质亚相(T ₂₋₃)		
		平邑陆内裂谷相(P _{T1})	红门初始裂谷亚相(P _{T1})				胶南高压—超高压变质亚相(T ₂₋₃)		
	蒙阴陆内裂谷相(P _{T2})	牛岚陆内裂谷亚相(P _{T2})	胶南后碰撞岩浆杂岩亚相(T ₃)						
	胶辽陆块大相	沂沭陆缘裂谷相(P _{T3})	昌乐陆缘裂谷边缘亚相(P _{T3})	中国东部叠加造山—裂谷相系	山东岩浆弧大相	鲁东俯冲岩浆弧/陆内断陷盆地相(J—Q)	玲珑造山早期侵入岩亚相(J ₃)	郭家岭造山中后期侵入岩亚相(J ₃ —K ₁)	
			浮来山陆缘裂谷中央亚相(P _{T3})					莱阳陆内火山—沉积断陷盆地亚相(K ₁)	
			济南—临沂陆表海盆地相(C—O)					临沂碎屑岩陆表海亚相(C ₁₋₂)	即墨造山晚期伸展火山岩亚相(K ₁)
		长清碳酸盐陆表海亚相(C ₂ —O)	常马陆内裂谷相(O ₃)					常马陆内初始裂谷亚相(O ₃)	伟德山造山晚期侵入岩亚相(K ₁)
		常马陆内裂谷相(O ₃)	常马陆内初始裂谷亚相(O ₃)					兖州海陆交互陆表海亚相(C ₂ —P ₁)	崂山后造山碱性侵入岩亚相(K ₁)
济宁陆表海盆地相(C ₂ —P ₂)		兖州海陆交互陆表海亚相(C ₂ —P ₁)	淄博陆内盆地相(P ₁ —T ₂)					周村陆内拗陷盆地亚相(P ₁ —T ₂)	高密陆内火山—沉积断陷盆地相(K ₂ —E ₁)
胶辽陆块大相	莱西变质基底杂岩相(A _{R2})	唐家庄陆核亚相(A _{R2})	中国东部叠加造山—裂谷相系	山东岩浆弧大相	鲁西俯冲岩浆弧/陆内断陷盆地相(J—Q)	龙口断陷盆地亚相(E ₂)	红山陆内裂谷亚相(N ₂ —Q)		
		栖霞古弧盆相(A _{R3})					胶东古岛弧亚相(A _{R3})	淄博陆内拗陷盆地亚相(J ₁₋₂)	
							栖霞古俯冲岩浆杂岩亚相(A _{R3})	平邑铜石造山早期侵入岩亚相(J ₂)	
	平度古岛弧亚相(P _{T1})						粉子山弧后盆地亚相(P _{T1})	荆山弧后盆地亚相(P _{T1})	芝罘古岛弧滨海亚相(P _{T1})
	莱州古弧盆相(P _{T1})	荆山弧后盆地亚相(P _{T1})					芝罘古岛弧滨海亚相(P _{T1})	夏邱古岩浆弧杂岩亚相(P _{T1})	莱西—莱芜造山中期中基性侵入岩亚相(K ₁)
		芝罘古岛弧滨海亚相(P _{T1})					夏邱古岩浆弧杂岩亚相(P _{T1})	莱西—莱芜造山中期中基性侵入岩亚相(K ₁)	邹平—临朐造山晚期浅成—超浅成侵入岩亚相(K ₁)
夏邱古岩浆弧杂岩亚相(P _{T1})		莱西—莱芜造山中期中基性侵入岩亚相(K ₁)	邹平—临朐造山晚期浅成—超浅成侵入岩亚相(K ₁)	莒县拉分盆地亚相(K ₁)					
蓬莱陆内裂谷相(P _{T3})	亭口陆内裂谷滨海亚相(P _{T3})	莱西—莱芜造山中期中基性侵入岩亚相(K ₁)	邹平—临朐造山晚期浅成—超浅成侵入岩亚相(K ₁)	莒县拉分盆地亚相(K ₁)					
	莱西—莱芜造山中期中基性侵入岩亚相(K ₁)	邹平—临朐造山晚期浅成—超浅成侵入岩亚相(K ₁)	莒县拉分盆地亚相(K ₁)	费县—邹平造山晚期伸展火山岩亚相(K ₁)					
	邹平—临朐造山晚期浅成—超浅成侵入岩亚相(K ₁)	莒县拉分盆地亚相(K ₁)	费县—邹平造山晚期伸展火山岩亚相(K ₁)	官庄断陷盆地亚相(E ₁₋₂)					
官庄断陷盆地亚相(E ₁₋₂)	昌乐断陷盆地亚相(E ₂)	临朐天折裂谷火山杂岩亚相(N—Q)	东营陆内拗陷—断陷叠覆盆地(Q)						

4 结论

(1) 山东优势大地构造相是反映山东陆块区、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,是表达山东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) 该次山东大地构造相的划分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。

(3) 山东优势大地构造相可划分为 3 个相系(I 级)、4 个大相(II 级)、17 个相(III 级)、51 个亚相(IV 级)和 173 个建造组合(V 级)。

参考文献:

[1] 地球科学大辞典编委会. 地球科学大辞典(基础学科卷)[M]. 北京:地质出版社,2006.

[2] 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等. 大地构造相的定义、划分、特征及鉴别标志[J]. 地质通报,2008,27(10):33—57.

[3] Kernth J. Hsu. The concept of tectonic facies, Bull. Tech [J]. Univ. Istanbul,1991,44(1—2):25—42.

[4] Robertson, A. H. F. Role of the tectonic facies concept in orogenic analysis and its application to Tethys in the Eastern Mediterranean region[J]. Earth—Science Reviews,1994, 37: 139—213.

[5] 李继亮. 碰撞造山带大地构造相[A]//现代地质研究文集(上)[C]. 南京:南京大学出版社,1992:9—21.

[6] 许靖华,孙极,王清晨,等. 中国大地构造相图(1:400 万)[M]. 北京:科学出版社,1998:1—155.

[7] Burchfiel B. C. Tectonostratigraphic map of the Cordilleran Orogenic Belt conteminois United States[M]. Published by : The Geol. Soc. Amer. Inc,1993.

[8] 冯益民,曹宣铎,张二朋,等. 西秦岭造山带结构造山过程及动力学[M]. 西安:西安地图出版社,2002:264.

[9] 殷鸿福,张克信,王国灿,等. 非威尔逊旋回与非史密斯方法——中国造山带研究的理论与方法[J]. 中国区域地质,

- 1998,(增刊):1-9.
- [10] 张克信,朱云海,殷鸿福,等. 大地构造相在东昆仑造山带地质填图中的应用[J]. 地球科学,2004,29(6):661-666.
- [11] Dickinson W R. Plate tectonics in geologic history[M]. Science,1971:107-113.
- [12] Dickinson W. R. Compositions of sandstones in Circum-Pacific subduction complexes and fore-arc basins[J]. AAPG Bulletin,1982,66(2):121-137.
- [13] Dickinson WR. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones[M]. In: Zuffa GG, editor. Provenance of Arenites. Dordrecht D. Reidel Publishing Company; 1985:33-61.
- [14] 邓晋福,赵海玲,莫宣学,等. 中国大陆根-柱构造——大陆动力学的钥匙[M]. 北京:地质出版社,1996:110.
- [15] 邓晋福. 岩石成因、构造环境与成矿作用[M]. 北京:地质出版社,2004:381.
- [16] Reading H. G.. Sedimentary Environments and Facies[M]. Blackwell Scientific Publications,1978.
- [17] 刘宝珺,曾允孚. 岩石相古地理基础和工作方法[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [18] Condie K C. Plate tectonics and crustal evolution (2nd edition) [M]. Pergamon Press, 1982.
- [19] 陆松年,于海峰,李怀坤,等. 中国前寒武纪重大地质问题研究——中国西部前寒武纪重大地质事件群及其全球构造意义[M]. 北京:地质出版社,2005:206.
- [20] 宋明春,徐军祥,王沛成,等. 山东省大地构造格局和地质构造深化演化[M]. 北京:地质出版社,2009:206.

Primary Scheme on Division of Geotectonic Phases in Shandong Province

LI Hongkui, GENG Ke, ZHUO Chuanyuan, WANG Feng, LIU Jimei

(Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Tectonic phase is a combination of rock structure which can reflect the formation and evolution process of land mass area, orogenic system and superimposed orogeny system. It is an integrated production formed by dynamics and geological tectonism of the continental lithospheric plate, such as discrete, aggregation, collision and orogeny. According to the division rule of superior tectonic facies and characteristics of sedimentary rocks, volcanic rocks, intrusive rocks and metamorphic rocks, tectonic phases in Shandong province can be divided into three phase systems (I level), four major phases (II level), 17 phases (III level) and 51 sub-phases (IV level).

Key words: Tectonic phases; phase system; foundation and construction; lithologic facies; phase division; primary scheme; Shandong province