

# 大地构造相的定义、划分、特征及其鉴别标志

潘桂棠<sup>1</sup>, 肖庆辉<sup>2</sup>, 陆松年<sup>3</sup>, 邓晋福<sup>4</sup>, 冯益民<sup>5</sup>, 张克信<sup>6</sup>,  
张智勇<sup>2</sup>, 王方国<sup>1</sup>, 邢光福<sup>7</sup>, 郝国杰<sup>3</sup>, 冯艳芳<sup>2</sup>

PAN Gui-tang<sup>1</sup>, XIAO Qing-hui<sup>2</sup>, LU Song-nian<sup>3</sup>, DENG Jin-fu<sup>4</sup>,  
FENG Yi-min<sup>5</sup>, ZHANG Ke-xin<sup>6</sup>, ZHANG Zhi-yong<sup>2</sup>, WANG Fang-guo<sup>1</sup>,  
XING Guang-fu<sup>7</sup>, HAO Guo-jie<sup>3</sup>, FENG Yan-fang<sup>2</sup>

1. 中国地质调查局成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082;

2. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037;

3. 中国地质调查局天津地质矿产研究所, 天津 300170;

4. 中国地质大学(北京), 北京 100083;

5. 中国地质调查局西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054;

6. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北 武汉 430074;

7. 中国地质调查局南京地质矿产研究所, 江苏 南京 210016

1. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China;*

2. *Development and Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China;*

3. *Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170, China;*

4. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China;*

5. *Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, Shaanxi, China;*

6. *State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, Wuhan 430074, Hubei, China;*

7. *Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016, Jiangsu, China*

**摘要:**大地构造相是反映陆块区和造山系(带)形成演变过程中,在特定演化阶段、特定构造部位的大地构造环境中,形成的一套岩石-构造组合,是表达大陆岩石圈板块经过离散、聚合、碰撞、旋扭等动力学过程而形成的地质构造作用的综合产物,具有恢复与揭示陆块区和造山系(带)的组成、结构、演化与成矿地质背景的功能。根据板块构造理论的基本原理和长期研究中国大陆构造的实践经验,在前人大地构造研究的基础上提出了一个比较系统和详细的大地构造相划分方案。总结了这些大地构造相的基本特征及其鉴别标志,不仅丰富了大陆板块构造研究的内容,而且为区域成矿地质背景和资源预测的研究提供了新的思维和工作方法。大地构造相的鉴别也是厘定大地构造单元属性、划分大地构造演化阶段的重要标志。

**关键词:**大地构造相;划分方案;构造相的特征;鉴别标志

**中图分类号:**P54      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-2552(2008)10-1613-25

Pan G T, Xiao Q H, Lu S N, Deng J F, Feng Y M, Zhang K X, Zhang Z Y, Wang F G, Xing G F, Hao G J, Feng Y F. Definition, classification, characteristics and diagnostic indications of tectonic facies. *Geological Bulletin of China*, 2008, 27(10): 1613-1637

**Abstract:** Tectonic facies is a rock-tectonic association formed in a tectonic setting of a specific tectonic site in a specific evolutionary stage during the formation and evolution of a continental block and a orogenic system (belt) as well as an integrated product of dy-

收稿日期:2008-06-01; 修订日期:2008-09-24

调项目:国土资源部《全国重要矿产预测评价》项目二级课题《全国重要矿产成矿地质背景研究》(编号:1212010733802)资助。

作者简介:潘桂棠(1941- ),男,研究员,博士生导师,从事大地构造与区域地质研究。E-mail:cdpguitang@cgs.gov.cn

dynamic processes of divergence, convergence, collision and rotation—shear of continental lithosphere plates. It has the function of restoring and revealing the composition, structure, evolution and metallogenic geological setting of continental block regions and orogenic systems (belts). According to the basic principle of the plate tectonic theory and practical experience got in the long-term study of the tectonics of continental China, a relatively systematic and detailed scheme of tectonic facies classification was presented on the basis of the previous tectonic study. The paper summarizes the basic characteristics and diagnostic indications of these tectonic facies. The study not only enriches the content of continental plate tectonic research but also provides a new idea and a new work method for the prediction and study of the regional metallogenic geological setting and resources. Tectonic facies is also an important indication of defining the attributes of tectonic units and determining the phases of tectonic evolution.

**Key words:** tectonic facies; classification scheme; characteristics of tectonic facies; diagnostic indication

根据《地球科学大辞典》<sup>[1]</sup>提出的定义,大地构造学是研究大陆、大洋或其某一区域地壳或岩石圈的组成、结构和演化历史的学科,目的是为了了解海洋、大陆、山脉和盆地的成因和发展过程,认识地壳或岩石圈的演化规律。它包括了研究造山带、陆块的组成、结构、发展、区域构造岩石组合、分布规律、相互关系及其历史演化和动力学机制<sup>[1]</sup>。然而用什么样的理论概念和方法综合区域地质、岩石学、地球化学、地球物理等各分支学科的观察和研究成果来进行大地构造研究和服务于资源预测,虽然各学派的思想体系和学术观点存在很大差异,但是对大洋、大陆和造山带、盆地等地壳结构单元组成和演化的复杂性、规律性的认识,仍然以板块构造观作为讨论问题的“共同语言”。

本文是在全国矿产资源潜力评价项目《地质构造研究工作技术要求》的基础上,倡导运用大地构造相分析的方法开展大地构造研究,为此提出了大地构造相的概念、分类体系和鉴别标志的初步方案,并将在实践中不断修改、完善。

## 1 大地构造相定义的演变和发展过程

自从地学有了大地构造研究,实际上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本初的大地构造相。到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,大家所熟知的经典的板块构造模式中所列举的洋中脊、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,只是未曾系统化和冠名而已。实际上在大地构造相未曾正式提出来之前,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了。

首先正式提出“大地构造相(tectonic facies)”这

一术语的是许靖华<sup>[2]</sup>。许氏主要是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<sup>[2]</sup>。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三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)<sup>[3]</sup>,许靖华等<sup>[4]</sup>按照该模式编制了《中国大地构造相图》。实际上,许氏的大地构造相仅仅是一种碰撞造山带大地构造相而已,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的分类体系,较多地强调造山带的构造变形样式作为大地构造相的划分基础。

李继亮<sup>[4]</sup>在《碰撞造山带的大地构造相》中将大地构造相定义为:在相似的环境中形成的,经历了相似的变形与就位作用并具有类似的内部构造的岩石构造组合。他共划分并阐述了6类15种大地构造相的特征、就位时代与环境。同样,李氏的大地构造相仅仅是对许氏大地构造相的细化,同样局限于碰撞造山带,而且他同样强调构造变形样式作为大地构造相的划分基础。

Burchfiel<sup>[5]</sup>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(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、转换环境构造地层和混合环境构造地层,每种构造环境下又分若干个构造地层单元<sup>[6]</sup>。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)。

其后,Robertson<sup>[6]</sup>将大地构造相定义为:具有一

套岩石构造组合,其组合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。他强调大地构造环境作为大地构造相的划分基础,并依 4 种基本的构造环境(离散、汇聚、碰撞、走滑)共划分出 29 种大地构造相<sup>[6]</sup>。该划分方案是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)进行的细分,每种相以一定的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在研究大陆造山带的过程中还有待完善和补充。

自从上述大地构造相的概念提出以来,国内许多学者在对不同造山带的研究中尝试性地运用了 Robertson 的大地构造相概念,也各自提出对大地构造相的含义的理解与划分方案<sup>[7-9]</sup>。

Dickinson<sup>[10]</sup>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,后来进一步提出了砂岩成分与板块构造的关系<sup>[11-12]</sup>。Condie<sup>[13]</sup>按现在的构造环境划分出 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<sup>[14]</sup>也提出了类似的 5 种岩石构造组合。莫宣学等<sup>[15-16]</sup>和邓晋福等<sup>[17-19]</sup>进一步发展了火成岩岩石构造组合的概念。

前人的这些理念使我们认识到岩石构造组合是大地构造相的根基。结合上述大地构造相的认识,笔者提出大地构造相的定义: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过离散、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。

笔者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又进一步丰富了大地构造相的内容。第一,我们强调将大陆岩石圈板块演变和发展过程中的大地构造环境作为大地构造相划分的基础,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,我们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)的组成、结构、

演化与成矿地质背景的功能;第三,我们强调不同的大地构造相控制着不同的成矿作用和成矿类型。当代地质找矿勘查、资源评价预测和成矿作用理论研究均离不开大地构造相的判别及厘定。

在经典地质学研究中,相(facies)是环境的物质表现<sup>[20-21]</sup>。如沉积相(facies)是沉积环境的物质表现。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的含义,即特定的岩石构造组合<sup>[6,13]</sup>。在地质调查中,在对造山带的研究中,在对稳定陆块区的基底、盖层的划分和盆地分析中,在对成矿条件、成矿地质背景的认知中,应使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。

深入系统细致地研究大地构造相,不仅对探讨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、演化具有重要意义,而且是构造成矿带的划分和认识资源形成的地质背景、成矿作用、成矿远景预测、资源潜力评价的有力工具。

## 2 大地构造相的划分

通过对大地构造相进行细致的鉴别、厘定和划分,可以揭示中国陆块和造山带的结构、组成、演变和发展规律。中国的三大陆块,均经早期陆核形成→新太古代一元古宙的洋陆转换、增生、碰撞聚集形成稳定的陆块(即基底形成阶段),其后发生碰撞后的裂谷事件(华北长城纪裂谷事件,扬子、塔里木南华纪裂谷事件),而后经碎屑岩“填平补齐”进入陆架碳酸盐台地稳定的地壳构造单元,为陆块区地壳三大阶段发展演化的基本规律。绝大多数造山带则均由洋陆转换中的弧盆系及其被卷入的基底残块(地块)组成,而且主要由多岛弧盆系中的弧后盆地(弧后洋盆)俯冲消减、弧-弧、弧-陆或陆-陆碰撞造山形成<sup>[22]</sup>,因而产生各种不同的大地构造相。如果造山带由不止一个弧后盆地(弧后洋盆)的消减碰撞造山形成,则可产生多个大地构造相及构造相的转化。一般来说,陆块和造山带的结构是由不同大地构造相相互叠加构成的,它们相互间是按一定序次和级别分布的。因此我们依据中国陆块区和造山系的地质构造形成演化规律和基本特征划分出三大相系,即多岛弧盆相系、陆块区相系和叠加造山带相系(对应

表 1 推荐的大地构造相划分方案简表

Table 1 Simplified classification scheme of recommended tectonic facies

相系 (facies series)	大相 (facies group)	相 (facies)	亚相 (subfacies)
多岛弧盆 相系 (composed arc-basin system facies series)	结合带大相 suture facies group	1) 蛇绿混杂岩相 (ophiolite mélange)	(1) 蛇绿岩亚相(ophiolite) (2) 远洋沉积亚相(pelagic sediments) (3) 洋内弧亚相(intra-oceanic arc) (4) 洋岛-海山亚相(oceanic island & seamount)
		2) 陆壳残片相 (continental fragment)	(5) 基底残块亚相(remnant basement) (6) 外来岩块亚相(exotic block)
		3) 俯冲增生杂岩相 (subduction accretionary complex)	(7) 无蛇绿岩碎片的浊积岩亚相 (turbidite without ophiolite) (8) 含有蛇绿岩碎片的浊积岩亚相 (turbidite with ophiolite) (9) 洋岛海山增生亚相 (accretionary oceanic island & seamount)
		4) 残余盆地相 (remnant oceanic basin)	
		5) 高压—超高压变质相 (HP-UHP metamorphic)	(10) 高压变质亚相(high-pressure metamorphic) (11) 超高压变质亚相(ultrahigh pressure metamorphic)
	弧盆系大相 arc-basin system facies group	6) 弧前盆地相 (forearc basin)	(12) 弧前陆坡盆地亚相(forearc slope basin) (13) 弧前构造高地亚相(forearc highland basin) (14) 弧前增生楔亚相(forearc accretionary wedge)
		7) 岩浆弧(岛弧、陆缘弧、洋内弧)相 (magmatic arc)	(15) 火山弧亚相(volcanic arc) (16) 弧间裂谷盆地亚相(inter-arc rift basin) (17) 弧背盆地亚相(retroarc basin)
		8) 深成岩浆岩相 (plutonic rock)	(18) 同碰撞岩浆杂岩亚相 (syn-collision magmatic complex) (19) 后碰撞岩浆杂岩亚相 (post-collision magmatic complex) (20) 后造山岩浆杂岩亚相 (post-orogenic magmatic complex)
		9) 弧后盆地相 (backarc basin)	(21) 近陆弧后盆地亚相(inner backarc basin) (22) 弧后裂谷盆地亚相 (backarc rift basin) (23) 近弧弧后盆地亚相(outer backarc basin)
		10) 弧后前陆盆地相 (retroarc foreland basin)	(24) 楔顶盆地亚相(wedge-tope basin) (25) 前渊盆地亚相(foredeep basin) (26) 前陆隆起亚相(forebulge basin) (27) 降后盆地亚相(back-bulge basin)
		11) 弧弧或弧陆碰撞带相 (arc-arc or arc-continent collision zone)	亚相划分参照结合带划分
		12) 碰撞后裂谷相 (post-collision rift)	
	地块大相 block facies group	相与亚相划分参照陆块划分	

续表 1

相 系 (facies series)	大 相 (facies group)	相 (facies)	亚 相 (subfacies)
陆块区相系 (cratonic facies series)	陆块大相 cratonic facies group	13) 基底杂岩相 (basement complex)	(28) 陆核亚相(continental nuclear) (29) 基底杂岩残块亚相(basement complex)
		14) 古岩浆弧相 (ancient magmatic arc)	(30) 岩浆内弧亚相(inner magmatic arc) (31) 岩浆外弧亚相 (outer magmatic arc)
		15) 古弧盆相 (ancient arc basin)	(32) 岩浆弧亚相(magmatic arc) (33) 岛弧亚相(island arc) (34) 弧后盆地亚相(backarc basin) (35) 弧间盆地亚相(inter-arc basin)
		16) 古裂谷相 (ancient rift)	(36) 古裂谷边缘亚相(ancient rift marginal) (37) 古裂谷中心亚相(ancient rift central)
		17) 被动陆缘相 (passive continental margin)	(38) 陆棚碎屑岩亚相(continental shelf clastic rock) (39) 外陆棚亚相(outer continental shelf clastic rock) (40) 陆缘斜坡亚相(continental slope)
		18) 陆表海盆地相 (epicontinental sea basin)	(41) 碳酸盐岩陆表海亚相(carbonite) (42) 碎屑岩陆表海亚相(clastic rock)
		19) 碳酸盐岩台地相 (carbonatite platform)	(43) 台地亚相(platform) (44) 台地斜坡亚相(platform slope)
		20) 周缘(B 型)前陆盆地相 (peripheral foreland basin)	亚相划分参照 10)
		21) A 型前陆盆地相 ( A-type foreland basin)	亚相划分参照 10)
		22) 陆内裂谷(初始裂谷)相	(45) 裂谷边缘亚相(rift marginal) (46) 裂谷中心亚相(rift central)
		23) 陆缘裂谷相	亚相划分参照 22)
		24) 夭折裂谷(拗拉谷)相 failed rift (aulacogen)	亚相划分参照 23)
		25) 坳陷盆地相 (depression basin)	
		26) 断陷盆地相 (fault-subsiding basin)	
		27) 坳陷(凹陷)盆地相 (depression basin)	
		28) 走滑盆地相 (strike-slip basin)	
叠加造山 带相系	(superimposed orogenic facies series)另文表述		

一级构造单元);在多岛弧盆相系中划分出三大相:结合带大相、弧盆系大相及地块大相;进而将三大相依据造山带洋-陆构造体制和盆山构造体制时空结构转换过程中的特定大地构造环境,划分为大地构造相及其亚相。上述的三级大地构造相的划分构成了笔者推荐的大地构造相分类体系(表 1)。

3 大地构造相的特征及其鉴别标志

3.1 结合带大相

结合带指保存在会聚带中的由洋壳俯冲消减、碰撞及其经过后来的地质作用改造形成的不同时代、不同构造环境、不同变质程度和不同变形样式的

各类岩石组成的岩石组合体及构造地层。通常由洋壳残片、洋岛-海山、远洋沉积物、深水浊积扇等组成。构造地层结构局部有序、总体无序<sup>[8,23-29]</sup>。它们经历了强烈的动力变质作用,低绿片岩相至高压蓝闪石岩相等变质相均可出现,相内普遍有被肢解的蛇绿岩和巨大的韧性剪切带。

结合带大相可分为:蛇绿混杂岩相(含蛇绿岩亚相、远洋沉积亚相、洋内弧亚相、海山-洋岛亚相)、陆壳残片相(含基底残块亚相、外来沉积岩块亚相)和俯冲增生杂岩相(包括复理石增生杂岩亚相、高压-超高压变质岩相)。

3.1.1 蛇绿混杂岩相

指被肢解的洋壳残片,主要由远洋沉积物、洋壳残块和地幔岩组成。它可划分为不同的大地构造亚相。

(1)蛇绿岩亚相

蛇绿岩指产于扩张脊的洋壳和地幔序列的岩石

组合,是洋壳残片的一种典型代表,因构造侵位而进入大陆造山带中,与围岩呈断层接触。发育完整的蛇绿岩及其鉴别标志见表 2。

蛇绿岩在以后的俯冲碰撞造山过程中已卷入到构造混杂岩带中,是复原扩张洋盆的主要组成和标志。由于构造负载埋藏的历史不同,可产生不同程度的变质,在俯冲碰撞造山过程中也发生变质变形。

蛇绿岩的分类多种多样<sup>[9]</sup>,本文采用的是 Pearce 的分类,蛇绿岩分为洋脊型(MORS)和洋壳俯冲上盘仰冲型蛇绿岩(SSZ)<sup>[9]</sup>,分别代表洋中脊扩张和俯冲消减带上的弧盆系环境,2 种蛇绿岩的鉴别特征见表 3。玻安岩的存在是鉴别 SSZ 型蛇绿岩的重要标志。

根据物质来源的不同,洋脊玄武岩又分为正常型(N-MORB)、富集型(E-MORB)和过渡型(T-MORB)3 种类型,其判别标志见表 4。

(2)远洋沉积亚相

是指洋壳上的沉积物,为一套覆盖于洋壳之上

表 2 蛇绿岩的岩石组合及其判别标志

Table 2 Rock association and diagnostic indications of ophiolites

	判 别 标 志
环境	蛇绿岩套是洋壳残片的一种典型代表,因构造侵位而进入大陆造山带中
岩石序列	从下至上为:超镁铁质岩(变形橄榄岩)→具堆晶结构的超镁铁-镁铁质岩→均质辉长岩→低钾拉斑玄武岩质辉绿岩岩墙群→枕状或块状拉斑玄武岩
变质橄榄岩	变质橄榄岩单元主要由方辉橄榄岩、二辉橄榄岩和少量的纯橄榄岩组成。斜长石相或尖晶石相,以变质结构区别于堆晶形成的橄榄岩。常有纯橄榄岩、异剥橄榄岩、辉石岩、辉长岩、辉绿岩、异剥钙榴岩及闪长岩等岩脉贯入
斜长花岗岩	斜长花岗岩以低 K <sub>2</sub> O (SiO <sub>2</sub> -K <sub>2</sub> O 图中的 LKCA),无实际矿物 Or, th 系列 (SiO <sub>2</sub> -FeO*/MgO 图),AC (碱钙性)和 A (碱性) (Peacock 碱钙指数),以及 Peace 图解 (Nb-Y 图, 10 <sup>-6</sup> ) 位于 ORG (洋中脊花岗岩)区,区别于俯冲环境有关的岛弧和大陆边缘弧中的 TTG 类 (因为 ORG 与 TTG 中的 TT 均位于 QAP 分类中的英云闪长岩区 (QAP 图中的 5 区))
堆晶岩	堆晶单元主要为辉长岩、镁铁质及超镁铁质岩,组合为纯橄榄岩+橄榄岩+辉长岩±斜长花岗岩
席状岩墙群	由苦橄岩、辉长岩、辉长辉绿岩组成,有时有斜长花岗岩、高镁安山岩、辉绿岩岩墙和岩席,以及均质辉长岩,以低 K <sub>2</sub> O、橄榄拉斑玄武质为特征。具对称和不对称冷边岩墙构成
玄武岩	典型的洋中脊玄武岩 (MORB) 特性: MORB 为低 K <sub>2</sub> O (≤0.2wt%) 的橄榄拉斑玄武岩 (按玄武岩 CIPW 四面体分类),为 Ol-norm + Hy-norm; 斑晶组合为 Ol (Fo=73~91)±镁铬尖晶石 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 12~30wt%, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 25~45wt%), 或 Pl (An=88~40)+Ol±镁铬尖晶石,或 Pl+Ol+普通辉石 (Wo=35~40, En=50, Fs=10~15); 岩相学上普通辉石是唯一的辉石 (即无斜方辉石),和 2 个世代的 Ol (即斑晶与基质中均有 Ol); 演化趋势为 th (SiO <sub>2</sub> -FeO*/MgO 图, FeO* (为全铁) = FeO+0.8998xFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) MORB 为低 K <sub>2</sub> O、斑晶组合中普通辉石为唯一的辉石和 2 个世代的 Ol,区别于岛弧 th、洋岛 th、大陆 th 在以球粒陨石为标准的稀土元素分配图中为轻稀土元素亏损模式,在蛛网图中为大离子亲石元素 (包括 LREE) 亏损模式 同位素: <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr 初始值为 0.70229~0.70316, <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd 初始值为 0.5130~0.5133

注:参考资料为文后参考文献[26-33]

表 3 MORB 型蛇绿岩和 SSZ 型蛇绿岩对比

Table 3 Comparison between MORB type ophiolite and SSZ type ophiolite

	MORB 型 蛇 绿 岩	SSZ 型 蛇 绿 岩
环境	大洋中脊	洋壳俯冲上盘
源区	亏损地幔	亏损地幔+陆壳+洋壳流体
洋盆	开阔洋盆	弧后、弧间盆地、边缘海
蛇绿岩组合	完整,厚度大。从下至上为:超镁铁质岩(变形橄辉岩)→具堆晶结构的超镁铁-铁铁质岩→均质辉长岩→低钾拉斑玄武岩质辉绿岩岩墙群→枕状或块状拉斑玄武岩	不完整,厚度小。从下至上为:超镁铁质岩(变形橄辉岩)→具堆晶结构的超镁铁-铁铁质岩→均质辉长岩→低钾拉斑玄武岩质辉绿岩岩墙群→枕状或块状拉斑玄武岩
地幔橄辉岩	主要为二辉橄辉岩,富 Al、Ca;加弱亏损的二辉橄辉岩,斜长石相或尖晶石相,以变质结构区别于堆晶形成的橄辉岩	多为方辉橄辉岩,通常贫 Al、Ca;为明显交代作用记录的变质橄辉岩类(俯冲带上面的地幔楔的标本)
堆晶岩	与之相关的堆晶岩为斜长石型,为橄长岩+辉长岩组合(PTG组合)	与之相关的堆晶岩为单斜辉石型,为辉石岩+辉长岩组合(PPG组合)
斜长花岗岩类	AC 和 A 特征的洋中脊斜长花岗岩,TTG 组合	为 C 特征的洋中脊斜长花岗岩,还出现 TTG 组合
	辉绿岩岩墙、岩席和均质辉长岩,以低 K <sub>2</sub> O、Ol-th 质为特征	
玄武岩	N-MORB 拉斑玄武岩	钙碱性玄武岩+岛弧火山岩,HMA(δ)为其特征岩类
Peace 的 Cr-Y 图和 Th/Yb-Nb/Yb 图	特定区域	特定区域
稀土元素	HREE 富集型或平坦型	LREE 略富集或平坦型
大离子亲石元素	相对亏损	相对富集
高场强元素	相对富集	相对亏损
Nb、Ta 含量	无 Nb、Ta 异常或不明显	Nb、Ta 显著负异常
同位素特征	同 N-MORB	N-MORB+地壳特征
沉积岩	深海沉积物	深沟—浅沟相沉积岩

注:参考资料为文献[27,29-31,33,35-37]

的硅灰泥岩系,也可为海底扩张前的深海火山沉积岩系,也有碳酸盐补偿深度之上的深海石灰岩沉积。当洋脊靠近大陆边缘时,陆源碎屑浊积岩可直接堆积在枕状玄武岩之上。在洋壳俯冲消减的过程中,常被强烈剪切带剪切破碎,成为蛇绿混杂带的重要组成部分。岩块横径几米到几千米,是判别原扩张洋盆形成时代的最重要的标志。其鉴别标志见表 5。

(3)洋内弧亚相

是指洋内俯冲作用形成的一套以岛弧拉斑玄武岩为主、有少量钙碱性系列及高镁安山岩的火山弧产物。主要为拉斑玄武岩、玄武安山岩、安山岩及浅海碳酸盐岩-深海相硅泥质复理石的一套火山沉积岩组合。如金沙江结合带内竹巴龙-羊拉-贡卡一带的弧火山岩。其鉴别标志见表 6。

(4)洋岛-海山亚相

海山或洋岛的类型和成因多种多样,主要指原

扩张洋盆内受热点制约形成的一套产物,以洋岛拉斑玄武岩系列为主,晚期为碱性玄武岩系列的组合,并伴有碳酸盐岩(礁、滩)建造、硅泥质岩建造,无陆源沉积夹层。通常位于俯冲洋壳一侧,也可发育于增生楔构造脊上(弧前构造高地)。洋岛-海山常被卷入俯冲增生杂岩带内,使消减带的几何形态发生剧烈变化,以致可能导致俯冲极性的变化。鉴别标志见表 7、表 8。

3.1.2 陆壳残片相

指在蛇绿混杂岩带中的陆壳残块,包括原弧后扩张裂离的基底残块,外来的浅水沉积岩块,还可见从仰冲板块上逆冲过来的盖层外来体。它们由于受构造负荷下埋藏的历史和深度不一,变质程度也有差异。

(5)基底残块亚相

指结合带中存在的古老的(一般为前寒武纪)、强烈变质变形的基底岩系。岩石组合主要为各类麻

表 4 洋脊玄武岩分类的判别标志  
Table 4 Diagnostic indications for MORB classification

	N-MORB	E-MORB	T-MORB
源区	亏损地幔 (DM)	地幔深部地幔柱源区	亏损地幔和深部地幔源的混合产物
典型岩石类型	拉斑玄武岩	碱性玄武岩	拉斑玄武系列、碱性系列等多种岩石类型
微量元素判别指标	亏损不相容元素和 REE。 (La/Yb) <sub>N</sub> <1, Th/Yb、Ta/Yb、Ba/Nb、Ba/Th、Ba/La 等较低, Zr/Nb 较高>30, K/Ba 通常>100	富集不相容元素和 REE。 (La/Yb) <sub>N</sub> >>1 (6.6~13.6), Ti? Ta: Th/Yb、Ta/Yb、Ba/Nb、Ba/Th、Ba/La 等偏高, Zr/Nb 偏低, ≤10, K/Ba≈30	不相容元素和 REE 为平坦型。 Th/Yb、Ta/Yb、Ba/Nb、Ba/Th、Ba/La、Zr/Nb 比值介于两者之间
ε <sub>Nd</sub> (0)	现代值 ε <sub>Nd</sub> (0)介于+8 ~ +12	ε <sub>Nd</sub> (0)介于+10~-2	ε <sub>Nd</sub> (0)值变化较大, 大致介于两者之间。注: 岛弧玄武岩的 ε <sub>Nd</sub> (0)介于+8~-2
<sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd	0.5130~0.5131	0.51299~0.5130	数值变化大致介于两者之间
<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr	0.70274~0.70311(印度洋)	0.70280~0.70334	数值变化大致介于两者之间
<sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb	17.31~18.5 (印度洋)	18.50~19.69	数值变化大致介于两者之间
<sup>207</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb	15.43~15.56 (印度洋)	15.50~15.60	数值变化大致介于两者之间
<sup>208</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb	37.1~38.7 (印度洋)	38.0~39.3	数值变化大致介于两者之间

注: 参考资料为文献[38~43]

粒岩-片麻岩、斜长角闪岩-变粒岩、各类片岩、石英岩、大理岩等。变质程度差异较大, 一般为绿片岩相-角闪岩相, 多遭受多期变质作用改造。构造变形十分复杂, 受多期构造变形叠加和置换。

(6) 外来岩块亚相

指结合带中的外来岩块, 其岩性可以是陆源碎屑岩、灰岩, 也可以是弧火山岩等。

3.1.3 俯冲增生杂岩相

指弧前斜坡的增生楔, 主体是由俯冲带上盘刮削下来的后来经拼贴形成的浊流沉积物, 并有一些上覆板片的外来碎块, 也有俯冲消减的洋壳或弧后洋盆上的海山或洋岛混杂其中, 而后在俯冲带浅部遭受强烈剪切和变质、变形, 形成叠瓦状楔形体型的俯冲增生楔体系。

(7) 无蛇绿岩碎片的浊积岩亚相

主体是由俯冲带上盘刮削下来的后来经拼贴形成的浊积岩, 含零星外来岩块, 但无蛇绿岩碎片。在俯冲带浅部遭受强烈剪切和变质、变形, 形成叠瓦状楔形体。其鉴别标志见表 9。

(8) 有蛇绿岩碎片的浊积岩亚相

主体是由俯冲带上盘被刮下来的物质移到俯冲

表 5 远洋沉积亚相特征简表  
Table 5 Features of pelagic sediment subfacies

	主 要 特 征
环境	大洋海盆沉积环境
沉积建造	红泥微晶碳酸盐岩建造、放射虫-硅质骨针岩建造、远洋软泥沉积建造、有机质泥岩建造。主要是硅泥质沉积, 也有碳酸盐补偿深度之上的深海石灰岩沉积。侧向连续的远洋硅、泥质沉积物质, 放射虫岩, 硅质骨针岩等, 是在 CCD 之下的产物
火山建造	拉斑玄武岩、细碧角斑岩等。当洋脊靠近大陆边缘时, 陆源碎屑浊积岩可能直接堆积在枕状玄武岩(拉斑玄武岩)或细碧-角斑岩建造之上
其他	在洋壳俯冲消减的过程中, 常被强烈剪切带剪切破碎, 成为蛇绿混杂带的重要组成部分。岩块横径几米到几十米

注: 参考资料为文献[29, 44~46]

带附近的浊积岩, 并有一些上覆板片的外来碎块, 也有俯冲消减的洋壳或海山或洋岛混杂其中, 有较多的蛇绿岩碎片, 而后在俯冲带浅部遭受强烈剪切和变质、变形, 形成叠瓦状楔形体。其鉴别标志见表 10。

(9) 洋岛海山增生亚相

其特点和鉴别标志同(4)。

3.1.4 残余盆地相

在洋陆转换时期, 位于结合带靠陆一侧并与前陆盆地同步发育的以浊积岩建造为主的盆地。往往



受不规则状大陆边缘所控制,部分接点部位已转化为早期复理石前陆盆地,而部分海湾部位仍为残留洋(海)盆所占据。并发育大型海底浊积扇,沉积相序通常是盆地底部为深水相,向上变浅,充填消亡。其鉴别标志见表 11。

3.1.5 高压—超高压变质相

指洋壳/陆壳深俯冲至壳幔过渡带,或至地幔深处形成的以蓝片岩、榴辉岩等为代表的高压—超高压变质岩带。主要鉴别标志如下。

岩石组合及产状:有两种代表性的岩石组合及产出状态。①榴辉岩类岩石组合,主要呈大小不等的包体、透镜体、层状、似层状、条带状等产于超基性岩、片麻岩、表壳岩及蛇绿混杂岩中。主要岩石类型为榴辉岩、多硅白云母榴辉岩、蓝晶石榴辉岩、角闪石榴辉岩、褐帘石榴辉岩等。以含柯石英、金刚石等超高压变质矿物为典型标志。②蓝闪片岩类岩石组合,一般都分布于不同时代、不同陆块间的结合带内,是在低温高压条件下变质作用的产物。蓝闪片岩类主要有蓝闪片岩、硬柱石蓝闪片岩、黑硬绿泥石片岩、青铝闪石片岩、多硅白云母片岩、含蓝闪石滑石片岩等。

变质建造:含榴辉岩的石英岩—云母片岩—大理岩(斜长角闪岩)变质建造、绿片岩—蓝片岩建造和

表 6 洋内弧亚相特征简表

Table 6 Features of intraoceanic arc subfacies

主 要 特 征	
构造环境	洋内俯冲环境
沉积建造	主要为放射虫-硅质骨针岩建造、远洋软泥沉积建造、红泥微晶碳酸盐岩建造,以及浅海碳酸盐岩-深海相硅泥质复理石的一套火山沉积岩组合
火山建造	岛弧拉斑玄武岩建造、岛弧钙碱性建造、高镁安山岩建造。以低钾拉斑玄武岩建造和高镁安山岩建造为主。多粒级喷出岩和火山碎屑岩、凝灰岩,局部被快速下降的碳酸盐台地单元所覆盖,边缘为坡麓堆积

注:参考资料为文献[47—50]

其他相关的变质建造。  
原岩建造:基性火山岩建造,碎屑岩—细碧角斑岩—碳酸盐岩建造,也有卷入其中的其他建造。主要依据上述岩石组合及地球化学特征判别其原岩为洋壳或陆壳。  
变质作用:变质相常为榴辉岩相、蓝闪石片岩相,有时可形成双变质带,变质作用类型为区域低温动力变质作用。 $pT$  轨迹常为顺时针,在峰期阶段后可出现温度变化不大而压力明显降低的近等温减压(ITD)过程。变质时代多为显生宙,中—新元古代也有发现。  
变形构造特征:以强烈的韧性剪切变形为特征。  
高压—超高压变质相可划分为不同的亚相。

表 7 洋岛—海山亚相的鉴别标志

Table 7 Diagnostic indications of oceanic island—seamount subfacies

鉴 别 标 志	
构造环境	扩张洋盆内,受热点制约,通常位于俯冲洋壳一侧,也可见于增生楔构造脊上(弧前构造高地)
岩石组合	以洋岛拉斑玄武岩系列为主、晚期为碱性玄武岩系列的组合
洋岛拉斑玄武岩	在矿物学上,橄榄石只作为斑晶出现(基质中无橄榄石),有 2 种辉石(Cpx+Opx),有高的 Hy-norm, $K_2O>0.2wt\%$ , 该特征区别于 MORB 的橄榄拉斑玄武岩, $TiO_2$ 含量较高,一般大于 1.8%, REE 含量高,富集不相容元素和 REE。富集大离子亲石元素(LILE),相对亏损高场强元素(HFS)。同位素特点类似于 E-MORB
洋岛碱性玄武岩	包括碱性橄榄玄武岩、碧玄岩、霞石岩(玄武岩四面体分类),在矿物学上有 2 个世代的橄榄石(斑晶和基质),只有一种辉石(Cpx),这种岩相学特征类似洋中脊橄榄拉斑玄武岩,与洋中脊的橄榄拉斑玄武岩的区别是:有 Ne-norm、Alk ( $K_2O+Na_2O$ ) 高、 $K_2O>0.2wt\%$ 、位于 TAS 分类图中 $S_1$ 区和 $U_1$ 区
中性岩	以缺失或极少量中性岩为特征的双峰式岩浆岩组合区别于岛弧和大陆边缘弧岩浆岩组合
岩石化学判别图	在 $SiO_2-FeO^*/MgO$ 图上为拉斑玄武岩演化趋势,在 $SiO_2-Alk$ 图上碱性亚碱性系列均发育
痕量元素	痕量元素球粒陨石标准化图上,REE 为 LREE 富集型;蛛网图上 LIL 和 LREE 富集型,并以明显的 K 谷(相对于 Nb 和 La)、Nb、Ta 峰(相对于 K 和 La)和 Zr 谷(相对于 Sm 和 Ti)区别于 MORB
同位素	$^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始值为 0.70272~0.70651, $^{143}Nd/^{144}Nd$ 初始值为 0.5130~0.5123
沉积建造	红泥微晶碳酸盐岩建造、礁碳酸盐岩建造、远洋软泥沉积建造或与硅泥质岩互层,无陆源沉积夹层

注:参考资料为文献[39—41]

表 8 洋岛玄武岩与其他类型玄武岩主要特征对比

Table 8 Comparison of main features of oceanic-island basalt and other types of basalt

	洋岛玄武岩(OIB)	洋脊玄武岩(MORB)	大陆裂谷玄武岩(CRB)
共性	蛛网图单峰降起型, Ti/V、Ti/Y、Zr/Y 比值高, Th≈Ta		
不同点	Nb、Ta 正异常, TiO <sub>2</sub> >2.5%, 共生沟相沉积序列	Nb、Ta 正异常 共生沟相沉积序列	Nb、Ta 负异常 陆相沉积序列

注:参考资料为文献[40,51]

表 9 无蛇绿岩碎片的浊积岩亚相鉴别标志

Table 9 Diagnostic indications of turbidite subfacies without ophiolite fragments

	鉴 别 标 志
构造环境	弧前斜坡
沉积建造	主体是俯冲带上盘被刮削下来的后来经拼贴形成的浊积岩,夹滑混岩建造。含零星外来岩块,包括沉积岩(如台地相碳酸盐岩块体)、火山岩、变质岩等碎块
构造变形	在俯冲带浅部常遭受强烈剪切和变质、变形,形成叠瓦状楔形体

表 10 有蛇绿岩碎片的浊积岩亚相鉴别标志

Table 10 Diagnostic indications of turbidite subfacies with ophiolite fragments

	鉴 别 标 志
环境	海沟—斜坡盆地
沉积建造	主体是俯冲带上盘被刮下来的物质移到俯冲带附近的浊积岩,并有一些上覆板片的外来碎块,也有俯冲消减的洋壳或海山或洋岛混杂其中。特征为含蛇绿岩碎片的浊积岩建造、细碧角斑岩建造
火山建造	含蛇绿岩碎片
构造	在俯冲带浅部常遭受强烈剪切和变质、变形,形成叠瓦状楔形体

表 11 残余盆地相的鉴别标志

Table 11 Diagnostic indications of remnant basin facies

	鉴 别 标 志
构造环境	为洋陆转换阶段的挤压构造环境
沉积特征	盆地内发育向上变浅的沉积序列,下部发育深水浊流和重力滑塌沉积物,上部逐渐变为滨浅海碎屑岩和碳酸盐岩建造,最后被海陆过渡相和陆相建造填满。发育大型海底浊积扇,沉积相序通常是底部为深水相,与前陆盆地的区别是在盆地中存在构造挤入的洋壳碎片,如玄武岩、超基性岩、辉长岩等
沉积建造	复成分砂砾岩建造、铁质岩建造、锰质岩建造、生物屑亮晶碳酸盐岩建造、生物屑泥晶碳酸盐岩建造、生物滩碳酸盐岩建造、礁碳酸盐岩建造、藻纹层—藻团粒碳酸盐岩建造、沥青质碳酸盐岩建造、硅质灰岩建造、砾屑灰岩建造、硅质泥岩—硅质岩建造、火山碎屑沉积建造、白云质灰岩—白云岩建造、蒸发岩建造

注:参考资料为文献[52-54]

(10)高压变质亚相  
指岩石圈板块俯冲碰撞造山过程形成的以蓝闪石类变质岩石组合为代表的高压变质岩带。

(11)超高压变质亚相  
指洋壳/陆壳深俯冲至壳幔过渡带,或至地幔深处形成的以榴辉岩类岩石组合为代表的超高压变质岩带。

3.2 弧盆系大相  
指位于洋陆过渡地带由大洋岩石圈俯冲而形成

的大地构造相组合体,由一系列岛弧,弧前、弧后、弧间盆地和地块等组成,具有特定的时空结构演化并通常构成造山带的主体。

弧盆系大相包含弧前盆地相、岩浆弧相、弧后盆地相、弧后前陆盆地相、弧弧或弧陆碰撞带、深成岩浆杂岩相、碰撞后裂谷相 7 个构造相。

3.2.1 弧前盆地相  
指位于岛弧与俯冲带过渡地带内的盆地,基底一般为陆壳或过渡壳,有的是因俯冲增生而圈闭的

残留洋壳,或直接跨覆在岩浆弧和俯冲杂岩、残留洋壳之上。其鉴别标志见表 12。

(12)弧前陆坡盆地亚相

指俯冲早期形成于岛弧与俯冲带过渡地带内的弧前陆坡的盆地,由于俯冲消减杂岩不断增生、构造高地上隆逐步演化为弧前盆地。蛇绿岩中出现高镁安山岩,可标定该蛇绿岩产于弧前环境。受盆地基底差异沉积的控制,盆地内早期沉积单元可发生平缓褶皱或倾斜,造成后期沉积与下伏沉积层的不整合。弧前盆地的层序:底部为不连续的海底扇,向上过渡为薄层浊积岩,上部为浊积岩和浅水砂岩互层。弧前盆地具有重要的油气资源。在造山带内表现出岩石组合相当复杂,早期发育浊积岩,也有少量弧火山岩夹层,常见海底峡谷浊积扇,岩相及厚度变化较大,地层序列较难恢复。

(13)弧前构造高地亚相

指位于岛弧与俯冲带过渡地带内的构造上隆高地。是随着洋壳持续俯冲过程发育的,当弧前构造高地将弧前盆地和残余的弧前斜坡盆地分隔时,弧前盆地常发育侵蚀切割式海底扇砾岩和披盖式复理石砂页岩、粉砂岩、泥页岩夹灰岩、中酸性火山岩。沉积作用伴随岛弧升降或扩展而发生沉积相的纵横向快速变化。在弧前构造高地中常发育碳酸盐海台。

(14)弧前增生楔亚相

指主要由洋壳俯冲作用造成的弧前沉积-构造加积增生楔。碰撞造山期形成的常含高压变质岩的冲断席常被卷入俯冲带中成为构造混杂岩带的组成部分。总之,弧前盆地的位态、结构组成、沉积层序等受控于洋壳俯冲带消减的后退、前进或定态的动力学演化过程。

3.2.2 岩浆弧相

指位于洋陆过渡地带由大洋岩石圈俯冲而形成

的火山-侵入-沉积岩组成的弧形上隆高地,通常呈弧形岛链状,规模可达几十、几百或上千千米。主要由拉斑玄武质-钙碱性火山岩和深成岩及其相关的火山-沉积岩组成。按构造背景分类,主要有陆缘上形成的陆缘火山弧、大洋岩石圈俯冲形成的前锋弧及弧后扩张近陆一侧的残余弧。根据岛弧基底的类型,可分为以陆壳为基底的陆基弧、以增生楔为基底的增生弧和以洋壳为基底的洋内弧。依据动力学状态可分为张性弧、中性弧和压性弧。岛弧上的火山沉积物或岛弧上的沉积盖层和边缘沉积物是一套活动边缘的沉积层序,沉积物一般很少发生强烈的变质作用,沉积盖层和边缘沉积物出现逆冲构造,也可见大的位移与平缓的飞来峰,有一些推覆体延到前陆。

岩浆弧相包括火山弧(岛弧/陆缘弧)、弧间裂谷盆地、和弧背(弧内)盆地 3 个亚相。

(15)火山弧(岛弧/陆缘弧)亚相

指位于洋陆过渡地带由大洋岩石圈俯冲而形成的弧形火山高地。随着岛弧演化,火山岩的平均成分逐渐向长英质和高钾方向演化,火山岩逐渐由拉斑系列为主演化为钙碱系列为主。随着岛弧的进一步演化,花岗质岩石开始产出并成比例地增加。侧向上火山碎屑浊积岩建造发育,上覆滨浅海相碎屑岩、碳酸盐岩和海陆过渡相、陆相沉积建造。

变质程度为绿片岩相—低角闪岩相;发育变质变形构造和多期强烈变形作用;不同构造部位变形强度不同,褶皱构造主要发育于绿泥片岩和变质碎屑岩中,变基性火山岩变形较弱,褶皱少见。

根据不同的环境和不同的岩浆岩组合,火山弧分成岛弧和陆缘弧 2 类。

岛弧环境的岩浆岩组合:岛弧环境的岩浆岩组合只适用于表征岛弧的总环境,难以识别弧、弧前和弧后环境,它们需要结合大地构造、沉积建造、变质

表 12 弧前盆地亚相的鉴别标志

Table 12 Diagnostic indications of forearc basin subfacies

鉴 别 标 志	
环境	位于岛弧与俯冲带过渡地带内的盆地,基底一般为陆壳或过渡壳,有的是因俯冲增生而圈闭的残留洋壳,或直接跨覆在岩浆弧和俯冲杂岩、残留洋壳之上
沉积建造	火山碎屑浊积岩建造、火山碎屑沉积建造、礁碳酸盐岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造,也有少量弧火山岩夹层
沉积特征	常见海底峡谷浊积扇,岩相及厚度变化较大。弧前盆地的层序:底部为不连续的海底扇,向上过渡为薄层浊积岩,上部为浊积岩和浅水砂岩互层。弧前构造高地中常发育碳酸盐海台
火山建造	火山碎屑浊积岩建造、火山碎屑沉积建造、细碧角斑岩建造、低钾拉斑玄武岩建造

注:参考文献为文献[11,55-60]

建造等综合分析才能鉴别。判别依据如下。

①岩浆岩组合中的火山岩以安山岩(A)为主的玄武岩(b)+安山岩(A)+英安岩(D)±流纹岩(R)组合。

②高镁安山岩(HMA)和高镁闪长岩(HMδ)是识别岛弧环境的一种特征岩类,发育于弧、弧前和弧后;洋中脊和洋岛环境中是没有这一岩类的。

③不成熟的岛弧,常称为拉斑玄武岩岛弧,以玄武岩(b)+玄武安山岩(bA)为主,th 系列( $\text{SiO}_2\text{--FeO}^*/\text{MgO}$ )>50%;以  $\text{TiO}_2<1.2\text{wt}\%$  区别于洋中脊与洋岛玄武岩类。

④成熟的岛弧,常称为钙碱岛弧,以安山岩(A)为主,CA 系列( $\text{SiO}_2\text{--FeO}^*/\text{MgO}$ )>50%。

⑤堆晶岩,以纯橄榄岩+辉石岩+辉长岩组合区别于 MORB 的堆晶岩。

⑥QAP 分类中位于 5 区(即英云闪长岩区)的花岗岩类:在不成熟岛弧中常为洋中脊斜长花岗岩、低钾钙碱(LKCA)系列( $\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O}$  图)、拉斑系列( $\text{SiO}_2\text{--FeO}^*/\text{MgO}$  图)、钙性(C)系列(Peacock 碱钙指数),它以钙性(C)区别于洋中脊斜长花岗岩的碱钙性(AC)和碱性(A)。在成熟岛弧中常为 TTG 组合,中钾钙碱(MKCA)为主( $\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O}$  图)、碱钙(CA)系列( $\text{SiO}_2\text{--FeO}^*/\text{MgO}$ )。

⑦痕量元素判别图解:对玄武岩、玄武安山岩及相应的侵入岩,在  $\text{Hf/3--Th--Ta}$  图上位于 VBA 区,与大陆边缘弧一样,但区别于其他环境<sup>[6]</sup>。对  $\text{SiO}_2\geq 56\%$  的侵入岩类(及相应的火山岩类)在  $\text{Rb--Y--Nb--Ta}$  系列图中位于 VAG 区,与大陆边缘弧一样,但区别于其他环境<sup>[6]</sup>。在 MORB 标准化的痕量元素蛛网图上,岛弧拉斑玄武岩表现为 LIL 富集和 HFSE (Nb、Ta、Zr、Hf、Ti)、REE 的亏损;岛弧 CA 玄武岩则在表现为 LIL 富集的同时,总体上表现出高场强元素、重稀土元素的亏损(为谷)和轻稀土元素

(Ce)、中稀土元素(Sm)、磷(P)的富集(为峰)。

⑧从近俯冲带的岛弧拉斑玄武岩亚系列→狭义钙碱性亚系列→橄榄安粗岩亚系列, $\text{K}_2\text{O}$  的含量增大, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比值减少,REE 的分配模式从富集型→亏损型→平缓型。洋壳俯冲形成的岛弧火山岩常与 I 型花岗岩伴生。

陆缘弧环境的岩浆岩组合:指发育于大陆边缘与俯冲作用有关的岩浆弧的组合。火山岩为以安山岩、英安岩和流纹岩为主的组合(少量玄武岩);侵入岩以 TTG 和花岗岩为主,少量石英闪长岩、闪长岩和辉长岩。判别依据如下:①CA 系列( $\text{SiO}_2\text{--FeO}^*/\text{MgO}$  图)占绝对优势,>80%,以 HKCA 为主( $\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O}$  图),无负 Eu 异常的石英闪长岩、石英二长岩、二长岩、闪长岩及其相应的火山岩类广泛发育,微晶闪长岩质包体广泛发育。②TTG 组合发育于靠海沟一侧,花岗闪长岩-闪长岩组合发育于靠内陆一侧。③以 MORB 标准化的痕量元素蛛网图上,除 Y 和 Yb 亏损外,其他均富集,LIL 为强富集,高场强元素和轻、中稀土元素总体上弱富集,在弱富集背景之上,Nb、Ta 和 Zr、Hf 常显示“谷”形。岛弧玄武岩的分类及其判别依据见表 13。

与俯冲作用有关的岩浆弧的组成极性:随着远离海沟,岩浆岩在相同  $\text{SiO}_2\text{wt}\%$  条件下  $\text{K}_2\text{Owt}\%$  增加, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  比值增加,在  $\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O}$  图上从 LKCA→MKCA→HKCA→SH 系列方向演化,以及从玄武岩向玄武安山岩占优势方向演化,从 TTG 组合→花岗闪长岩-闪长岩组合方向演化。这被称为组成极性,它一方面指示俯冲的方向,另一方面指示地壳成熟度与厚度的不断增加。

#### (16) 弧间裂谷盆地亚相

指洋壳消减过程中弧体分裂扩张形成的裂谷盆地。充填堆积物为多源物质,具双峰式火山岩,沉积

表 13 岛弧玄武岩分类及判别标志

Table 13 Classification and diagnostic indications of island-arc basalt

	洋内弧 (如阿留申)	大陆岛弧 (如日本)	陆缘弧 (安第斯)
陆壳成分	大陆成分影响很小		逐渐增加
高场强元素		均具有亏损 HFSE 的特点	
不相容元素和 REE			逐渐增加
蛛网图			LILE 富集程度增加
稀土元素模式图			LREE 富集程度增加
源区	亏损地幔+洋壳流体		亏损地幔+陆壳+洋壳流体
判别图		$\text{Cr--Y; } \epsilon_{\text{Nd}}\text{--Nb/Th; } \epsilon_{\text{Nd}}\text{--La/Nb; } \epsilon_{\text{Nd}}\text{--Ba/Nb}$	

注:参考资料为文献[43,63-65]

岩相时空变化大,早期为浅海火山碎屑岩,常有重晶石、膏盐夹层。沉积相环境纵横变化较大,序列上浅水沉积与深水沉积相间出现。复理石沉积覆盖在早期的沉积物之上,向上又被浅海陆架沉积覆盖,特别是海源物质中碳酸盐岩层常呈点式分布,空间上呈斜列式塔状体或透镜体,常发现在盆地萎缩消亡过程中呈大小不等的块体。其鉴别标志见表 14。

(17)弧背(弧内)盆地亚相

指发育在岛弧系之上与弧-弧、或弧-陆碰撞过程相伴的盆地。一般为浅海相到海陆交互相碎屑沉积物或不连续的碳酸盐沉积,可见火山岩或火山碎屑岩沉积的夹层,盆地通常不对称,较陡一侧偏向前期火山弧一侧。其鉴别标志见表 15。

3.2.3 深成岩浆杂岩相

指洋壳沿大陆边缘俯冲在仰冲盘上形成的以钙碱性岩浆组合(上铺火山岩和下垫侵入岩)为主的弧形地质体。其构成岛弧和岩浆弧的主体,由洋一侧到陆一侧火山岩由富钠到富钙。中性侵入岩往往为 I 型到 S 型。按碰撞过程可分为同碰撞、后碰撞和后造山岩浆岩。鉴于碰撞型造山带的复杂性,在弧后洋盆俯冲消减过程出现陡俯冲的状态下,则很难识别俯冲极性,发生 I—S 型岩浆岩在垂向上的叠置。在

洋陆构造体制转换过程中,大洋岩石圈因密度大,具负浮力,很难保留在大陆岩石圈之中。会聚边界上火山岛弧岩石也常被俯冲板块拖到深部而消失。因此邻接大洋岩石圈俯冲的前锋弧的厘定是认识多岛弧盆构造的重要标志。岛弧若被剥蚀到根部,则有巨大的花岗岩岩基呈带状分布。在造山过程中以断褶带的形式出现于碰撞带内或旁侧。在板块碰撞过程中形成的岩浆杂岩,岩浆来源既有幔源的,也有壳源的;岩浆活动既有侵入(深成)的,也有喷发的,相关岩石也有在碰撞带大陆区一侧的。深成岩浆杂岩相进一步划分为同碰撞岩浆杂岩、后碰撞岩浆杂岩和后造山岩浆杂岩 3 个亚相。

(18)同碰撞岩浆杂岩亚相

指在板块碰撞过程中陆块区或大陆边缘造山带中形成的岩浆岩组合,最常见的是以白云母(或堇青石)过铝质花岗岩/二云母花岗岩为代表的浅色花岗岩,岩石成因类型为 S 型花岗岩,岩石化学成分以富含  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  为特征,可以有同源的同成分的火山岩,但是一般来说,火山岩相对不发育。其时代都比板块碰撞的时代略晚一些(约 20~40 Ma 不等),因此对这些岩浆岩的定年研究可以确定板块碰撞时代的上限。这类亚相的划分建议考虑区域地质

表 14 弧间裂谷盆地亚相的鉴别标志  
Table 14 Diagnostic indications of interarc rift basin subfacies

鉴 别 标 志	
环境	洋壳消减过程中弧体分裂扩张环境
火山建造	火山碎屑浊积岩建造、火山碎屑沉积建造、拉斑玄武岩建造、钙碱系列火山岩建造(钙碱+高镁安山岩),具双峰式火山岩
沉积建造	碳酸盐岩浊积岩建造、礁碳酸盐岩建造、粉砂岩-泥岩建造、杂砂岩建造。充填堆积物为多源物质,沉积岩相时空变化大,早期浅海火山碎屑岩,常有重晶石、膏盐夹层
沉积特征	沉积相环境纵横变化较大,序列上浅水沉积与深水沉积相间出现。复理石沉积覆盖在早期的沉积物之上,向上又被浅海陆架沉积覆盖,特别是海源物质中碳酸盐岩层常呈点式分布,空间上呈斜列式塔状体或透镜体

注:参考资料为文献[66~70]

表 15 弧背盆地亚相的鉴别标志  
Table 15 Diagnostic indications of back-arc basin subfacies

鉴 别 标 志	
环境	发育在岛弧系内与弧-弧或弧-陆碰撞岛弧造山过程相伴的盆地
火山建造	火山碎屑沉积建造、火山碎屑浊积岩建造、双峰系列火山岩建造
沉积建造	粉砂岩-泥岩建造、杂砂岩建造、礁碳酸盐岩建造、生物屑泥晶碳酸盐岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造
其他标志	一般为浅海相到海陆交互相碎屑沉积物或不连续的碳酸盐沉积,可见火山岩或火山碎屑岩沉积的夹层,盆地通常不对称,较陡一侧偏向前期火山弧一侧

注:参考资料为文献[54,71~73]

背景及其演变方面的资料。碰撞期出现岩浆岩,例如青藏高原 65~45Ma 时段的林子宗火山岩和同时代的冈底斯花岗岩类,总体上,早期为大陆边缘弧的特征,晚期是后碰撞岩浆岩的特征<sup>[74-79]</sup>,其鉴别需要根据 2 个大陆之间的洋区消失、残余建造、大型构造变形及后碰撞岩浆岩出现的最早时间来限定。其鉴别标志见表 16。

(19)后碰撞岩浆杂岩亚相

指在碰撞以后碰撞造山作用仍然继续发展期间形成的岩浆岩。由于岩石圈板块或山根的拆沉和软流圈地幔物质的底侵,所以形成的岩浆岩包括幔源和壳源的 2 种类型:幔源岩浆侵入形成富含铁质的镁铁质—超镁铁质岩浆杂岩,常含有铜镍硫化物矿床;这些晚期的壳源花岗岩富含碱质,主要为富碱花岗岩或碱性花岗岩,其成因类型属于造山岩浆演化

到晚期的 A 型花岗岩,以 Eu 强烈亏损、重稀土元素相对富集为特征<sup>[80]</sup>。因此,这些岩石的存在,只是碰撞造山带岩石圈拆沉及地幔岩浆底侵的时限,同时也可以为板块碰撞时限提供约束。该亚相的划分建议考虑区域地质背景及其演变方面的资料。其鉴别标志见表 17。

(20)后造山岩浆杂岩亚相

指稳定克拉通(或)地台环境发育演化阶段形成的以幔源为特征的沿板内裂谷侵位的碱性岩浆岩组合。在古生代,岩石类型主要为大陆溢流玄武岩和富碱中酸性火山岩,其产状为玄武岩岩被,如峨眉山玄武岩,也可以为沉积岩系中的夹层,如塔里木陆块内部的二叠纪玄武岩和正长岩(沉积岩—火山岩组合)。中生代以来在华北、塔里木、扬子等古陆及其周缘造山带中形成的喷出岩组合,岩石类型以相对富碱的

表 16 同碰撞岩浆杂岩的鉴别标志

Table 16 Diagnostic indications of syncollisional magmatic complexes

鉴 别 标 志	
环境	系指在板块碰撞过程中形成的岩浆岩组合
侵入岩	碰撞期的侵入岩不十分发育,最常见的是以白云母(或堇青石)过铝质花岗岩/二云母花岗岩为代表的浅色花岗岩,岩石成因类型为 S 型花岗岩,岩石化学成分以富含 SiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、K <sub>2</sub> O 为特征
火山岩	可以有与侵入岩同源的同成分的火山岩。钙碱系列、酸性火山岩、英安岩+石英钠长斑岩。一般说来火山岩相对不发育
其他	其时代都比板块碰撞的时代略晚一些(约 20~40Ma 不等),因此对这些岩浆岩的定年研究可以确定板块碰撞时代的上限。这类亚相的划分建议考虑区域地质背景及其演变方面的资料

注:参考资料为文献[17-19,62,76-78]

表 17 后碰撞岩浆杂岩的鉴别标志

Table 17 Diagnostic indications of postcollisional magmatic complexes

鉴 别 标 志	
环境	系指在板块碰撞以后碰撞造山作用仍然继续发展形成的岩浆岩,由岩石圈板块或山根的拆沉和软流圈地幔物质的底侵形成的岩浆岩 (1) 主要为富碱花岗岩或碱性花岗岩,其成因类型属于造山岩浆演化到晚期的 A 型花岗岩,以 Eu 强烈亏损、重稀土元素相对富集为特征 (2) 以含白云母、堇青石、石榴子石为特征矿物的强过铝花岗岩类, A/CNK≥1.1,这一组合标志陆内块体之间的继续会聚方式是陆内俯冲机制,即一个陆壳块体俯冲在另一个块体之下 (3) 白云母和二云母花岗岩类,标志其源岩为泥质岩石,俯冲的块体常常是成熟的被动陆缘型陆壳
侵入岩	(4) 堇青石和石榴子石花岗岩类,其源岩为硬砂质岩石,标志俯冲的块体常常是不成熟的增生杂岩块体 (5) 以 SiO <sub>2</sub> -K <sub>2</sub> O 图中 SH 系列为主+HKCA 系列的火山岩与侵入岩组合。这个组合中常以安粗岩和二长岩为主,广泛分布无 Eu 异常的 REE 分布模式,标志陆内块体之间的继续会聚方式是分布增厚机制 (6) 在 Peace 的 Rb-Y-Nb-Ta 图解中位于同碰撞(syn-COLG)区,但是此区实为本项目定义的后碰撞环境
火山岩	下部双峰式+上部钙碱系列(常量)痕量及示踪同位素显示幔源信息
矿产	幔源岩浆侵入形成富含铁质的铁铁质—超镁铁质岩浆杂岩,常含有铜镍硫化物矿床

注:参考资料为文献[17-19,62,76-78]

基性杂岩和中酸性杂岩为主,具体包括碱性玄武岩、大陆拉斑玄武岩等。例如中国东部大兴安岭、长江中下游的白垩纪火山岩,中国东部的新生代玄武岩,准噶尔的侏罗纪火山岩,天山的白垩纪—古近纪火山岩。该组合的重要性在于,它限定了一个造山作用旋回的结束。其鉴别标志见表 18。

3.2.4 弧后盆地相

指发育在大陆和大洋过渡带以陆壳或过渡型地壳为基底的火山弧凹侧的边缘海盆地,通常用岛弧裂离后的裂谷作用和弧后扩张来解释弧后盆地的成因,并以裂离的细条块与大陆主体分隔。更多的边缘海盆地具洋壳的基底,其上为硅泥质岩或沉积岩。发育的最初阶段,弧后盆地的底部陆壳拉伸变薄,随着海底扩张洋壳在盆地的底部深处就位。进一步拉张拓宽,弧后盆地即转为弧后洋盆。

在盆地的不同构造部位有不同的深—浅海沉积层序和组合。火山岩的组分具有从钙碱性系列向拉斑玄武岩系列过渡的特征。造山带内绝大多数的蛇绿混杂带均是弧后洋盆俯冲消减形成的。当弧后洋

盆在弧—弧或弧—陆碰撞中保存下来,一边是弧缘或残余洋盆。在任何一种情况下,深海沉积物都出现在盆地层序的底部,随后转化为残余弧后盆地,并最终充填消亡为特征。以陆壳为基底的弧后盆地,其沉积物为陆缘浅海型,具有鲍玛序列,有时可含大量的火山碎屑。盆内及盆缘断层一般为同生断层,边沉降边沉积,组成与岛弧总体走向平行的堑垒线形构造沉积相带。其鉴别标志见表 19、表 20。

可划分为不同的亚相。

(21)近弧弧后盆地亚相,顾名思义,为靠近岛弧一侧的弧后盆地,在岩石组合中火山碎屑岩大量出现,有时出露有少量 CA 火山岩。

(22)弧后裂谷盆地亚相,指弧后盆地中出现 SSZ 型蛇绿岩的地带,常常与铜多金属硫化物成矿密切相关。

(23)近陆弧后盆地亚相,指弧后盆地靠近大陆一侧的部分,在岩石组合中以陆源碎屑浊流沉积岩占优势。

3.2.5 弧后前陆盆地相

普遍的认识是,前陆盆地是指位于造山带与毗邻的克拉通(陆块)之间的沉积盆地,由陆块边缘俯

表 18 后造山岩浆杂岩亚相的鉴别标志  
Table 18 Diagnostic indications of post-orogenic magmatic complex subfacies

鉴 别 标 志	
环境	稳定的克拉通(或)地台环境,系指板内演化阶段形成的以幔源为特征的沿板内裂谷侵位的碱性岩浆岩岩石组合
侵入岩	金伯利岩(Kimb)、钾镁煌斑岩、碳酸岩;环斑花岗岩(狭义的环斑花岗岩);过碱性花岗岩与 CA 花岗岩的共生(发育晶洞构造、高温石英和碱性条纹长石)。层状基性侵入体、斜长岩。缺乏中性岩类,有双峰式火山岩、侵入岩和岩墙群,双峰式意指同时发育镁铁质和长英质岩浆岩
火山建造	岩石类型主要为大陆溢流玄武岩、富碱中酸性火山岩与钾质—超钾质火山岩类。其产状为玄武岩岩被,如峨眉山玄武岩,也可以为沉积岩系中的夹层,如塔里木陆块内部的二叠纪玄武岩和正长岩(沉积岩—火山岩组合)
其他	后造山脉岩组合与小岩体群,成分变化谱系很宽的小量岩浆活动广泛分布,是山根拆沉作用的标志

注:参考资料为文献[17-18,76-78]

表 19 弧后盆地相的鉴别标志  
Table 19 Diagnostic indications of back-arc basin facies

鉴 别 标 志	
环境	发育在以陆壳为基底的火山弧的凹侧,是由于岛弧裂离后的裂谷作用和弧后扩张,通常以裂离的岛弧细条块与大陆主体分隔而形成的盆地。近陆一侧为残余弧,另一侧成为邻接大洋岩石圈俯冲带的前锋弧
沉积建造	火山碎屑浊积岩建造、火山碎屑沉积岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造、礁碳酸盐岩建造、粉砂岩-泥岩建造、杂砂岩建造。在盆地的不同构造部位有不同的深—浅海沉积层序和组合
火山建造	拉斑玄武岩建造、钙碱系列火山岩建造,火山岩的组分具有从钙碱性系列向拉斑玄武岩系列过渡的特征

注:参考资料为文献[54,79-84]

冲作用的牵引力、上叠陆块仰冲作用的冲断负荷力或者岩石圈挠曲形成的前陆盆地<sup>[87-88]</sup>。根据前陆盆地所处的大地构造位置、本身的结构组成特征和时空分布的变化规律,通常分为 2 类:周缘前陆盆地和弧后前陆盆地<sup>[89]</sup>。在 2 类前陆盆地的基础上得到了进一步的发展。本文在 Dickison 的基础上加上一类,即大陆岩石圈对大陆岩石圈的俯冲消减作用而造成的前陆地带,称 A 型前陆盆地<sup>[9]</sup>。周缘前陆盆地和 A 型前陆盆地将在陆块大相中阐述。

前陆盆地的形成与碰撞造山同步,它们往往受仰冲板块运动前部的推挤和叠覆的影响,多数发生变形与位移,沉积楔形体发生滑脱,逆冲推覆、断裂与褶皱发育,形成前陆褶冲带。常发育台阶状断层、断层传播褶皱、断层转折褶皱等,形成总体有序、局部无序的破碎支解的地层层序<sup>[87,89-92]</sup>。

从前陆褶冲带到稳定克拉通,保存完整的前陆盆地相还可划分出 4 个构造岩相带:楔顶带及其下覆前渊带、前隆带及隆后沉积带。随着碰撞造山过程的发展,可以形成与造山带共轭、有复理石-浅海磨拉石-陆相磨拉石的沉积序列,呈现由深海到浅海的浊流沉积,继而向上变浅的三角洲相、河流相及冲积相沉积<sup>[87,89-92]</sup>。随着褶皱冲断带不断向克拉通推进的造山过程,前陆盆地的沉降中心亦随之向克拉通方向迁移<sup>[90]</sup>。总之,前陆盆地的出现标志着盆山转换的开始,前陆盆地演化至消亡的沉积充填,记录了盆山转换的过程。

弧后前陆盆地相指与洋壳俯冲消减弧-陆碰撞形成的岛弧造山带后缘弧后盆地转化的沉积盆地,其底板为弧后盆地的岩石组合,其沉积岩系与周缘前陆盆地类似。岩石组合复杂多变,以火山-沉积组合为特征。沉积物来源有双向性,靠弧一侧以火山碎屑岩为主,火山碎屑岩和岩屑流沉积物发育;靠陆一侧以陆源碎屑物为主。岩石组合与周缘前陆盆地一样,仍以陆源碎屑为主,充填序列仍具早期复理石、晚期磨拉石的双幕式沉积特点。碰撞造山期后以冲褶带的形式出现于造山带中。由于多岛弧构造区内洋盆俯冲消减、多岛弧和地块镶嵌拼合的结构特征,发育的弧后前陆盆地有特殊性:一是空间上发育上叠于地块区陆缘弧的后侧,二是常以上叠于地块的台地陆棚转化的盆地,三是形成机制上,系由蛇绿

表 20 不同环境拉斑玄武岩的蛛网图特征

Table 20 Spidergrams of tholeiites in different environments

特 征	
洋脊和洋底玄武岩	具正斜率,模式线从左到右趋于拉平
洋岛拉斑玄武岩	具弱 U 负异常,正 Nb 异常、Sm-Yb 具明显的负斜率
岛弧(陆缘弧)拉斑玄武岩	具负斜率,负 Nb 异常, Sr 为正异常
弧后盆地玄武岩	主要为弧后盆地和边缘海盆地,微量元素模式斜率平缓, Rb-Ba-Th-U 具正向梯度, 负 Nb 异常
大陆拉斑玄武岩	总斜率为负, 负 Nb 异常

注:参考资料为文献[40,51,85-86]

混杂带及陆缘弧的反向逆冲,且呈现两侧双向对冲式压陷扩展形成的前陆盆地。

弧后前陆盆地相的鉴别标志见表 21。

弧后前陆盆地相可进一步分为:

- (24)楔顶盆地亚相
- (25)前渊盆地亚相
- (26)前陆隆起亚相
- (27)隆后盆地亚相

3.2.6 弧-弧或弧-陆碰撞带(蛇绿混杂带)相

其基本特征、鉴别标志及相的划分参照结合带。

3.2.7 碰撞后裂谷相

是指在岛弧碰撞造山作用过程中火山弧及其边缘带中重新拉张、裂陷形成的裂谷盆地。其力学性质可能为岩石圈拆沉作用,导致陆壳减薄发生伸展垮塌。其时间上形成于洋盆俯冲消减、弧-陆碰撞作用之后,磨拉石建造大规模、大面积堆积之前,以发育次深海相的火山浊积岩、凝灰质浊积岩、凝灰质硅质岩、砂泥质复理石和玄武岩-流纹岩组合构成的“双峰式”火山岩、辉长辉绿岩墙、岩脉群为特征。

裂谷初期为滨海相—陆棚相碎屑岩夹火山岩建造,沉积物构成由粗到细、水体由浅变深的组合序列;裂谷盆地的早期为浅海相—次深海相玄武岩、玄武质凝灰岩、砂质泥岩、凝灰质硅质岩、泥灰岩组合,发育大量的辉长辉绿岩墙、岩脉群;中期为次深海相—深海相玄武岩、玄武质凝灰岩、流纹岩、流纹质凝灰岩、硅质岩、泥灰岩组合;晚期为次深海相—浅海相流纹岩、砂泥岩、泥灰岩组合;末期由拉张、裂陷转化为挤压,形成滨—浅海相具磨拉石性质的碎屑岩、火山碎屑岩建造、石膏层沉积和紫红色的碎屑岩。此类裂谷相与铜多金属成矿作用密切相关。



表 21 弧后前陆盆地相的鉴别标志  
Table 21 Diagnostic indications of back-arc foreland basin facies

鉴 别 标 志	
环境	发育在以陆壳为基底的火山弧的凹侧,是由于岛弧裂离后的裂谷作用和沟底扩张,通常以裂离的岛弧细条块与大陆主体分隔而形成的盆地。近陆一侧为残余弧,另一侧成为邻接大洋岩石圈俯冲带的前锋弧
沉积建造	以火山碎屑浊积岩建造为主,为向上变浅的沉积序列。沉积物来源有双向性,靠弧一侧以火山碎屑岩为主,火山碎屑浊积岩和岩屑流沉积物发育;靠陆一侧以陆源碎屑物为主。岩石组合与周缘前陆盆地一样,仍以陆源碎屑为主,充填序列仍具早期复理石、晚期磨拉石的双幕式沉积特点。主要的沉积建造为:火山碎屑浊积岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造、火山碎屑沉积岩建造、硅质灰岩建造、硅质泥岩硅质岩建造、粉砂岩泥岩建造、杂砂岩建造、复成分砾岩建造
火山建造	边缘的火山岩盆地,生物碳酸盐岩+少量双峰式火山岩

注:参考资料为文献[54,89,93-95]

3.3 陆块(地块)大相

陆块是地壳上相对稳定的地区,具有古老的刚性变质基底,多指由前寒武纪变质基底和沉积盖层所构成的大陆块体。陆块具有厚度较大、密度较小、深插软流圈的岩石圈(大陆根),其出露范围可达数十万至数百万平方千米。结构完整的陆块具有双层结构,即上部为未经变质、变形或极少经受强烈变质、变形的海相或陆相的沉积盖层,下部为强烈变形和变质的前寒武纪变质结晶基底,基底与盖层之间有一个清晰可见的角度不整合界面。双层结构不完整或规模较小、已卷入造山带的陆块则称之为地块,其规模通常小于数十万平方千米。

从板块运动的角度对陆块,特别是对构成陆块的古老变质基底进行大地构造相的划分是笔者等的一次尝试和探索。尽管目前地质学界对板块运动启动的时间还有不同的认识,但不少学者认为地球至少从新太古代开始已受到板块运动机制的制约,对此笔者等将另文介绍。前人主要根据中国变质基底的岩石构造组合和变质级别,将以太古宙为主的变质基底分为以麻粒岩相变质作用为主的高级变质区和以中—低级变质作用为主的花岗岩—绿岩带 2 部分。前者的岩石构造组合以二辉麻粒岩和紫苏花岗质片麻岩为主,还包含麻粒岩相的副片麻岩;后者则包括角闪岩相—绿片岩相变质的超基性—基性火山岩—沉积岩所构成的绿岩及英云闪长岩—奥长花岗岩—花岗闪长岩形成的 TTG 片麻岩和花岗岩—二长花岗岩—钾质花岗岩构成的 GMS 岩套。但本文并不以这种组合将变质基底简单地划分为高级变质区和花岗岩—绿岩带 2 个构造相,而以变质基底中的原

岩组合和变质作用在板块运动机制下所形成的构造环境来划分大地构造相。建立在这一认识的基础上,将陆块区的一级大地构造相称为陆块大相,其下再分 16 个构造相。

3.3.1 基底杂岩相

基底杂岩是陆块区变质基底各类岩石构造组合的简称,它可能包括若干大地构造亚相,但本文中的基底杂岩相仅包括 2 个亚相,即陆核亚相和基底杂岩残块亚相,而将可鉴别构造环境的那些基底杂岩单独划为不同的大地构造相。

(28)陆核亚相:是变质基底中时代大于 28 亿年(前新太古代)的一套岩石构造组合,是地球上保留下来的最古老的一部分大陆地壳。在中国大陆上这一部分古老的陆壳出露范围小,且很零散,主要出露在华北东部陆块的鞍山、冀东等少数地区,很难从这些地质记录中重塑它们形成的大地构造环境,因此将这一部分古老的陆壳统称为陆核,视为后来大陆地壳生长的核心和基础。随着研究程度的不断提高和认识上的深化,陆核将来有可能被细分为更多的大地构造亚相。

(29)基底杂岩残块亚相:根据中国前寒武纪变质基底出露的实际情况和研究程度,在塔里木、扬子陆块区和华北陆块区的部分地区,变质基底出露范围不大,但时代跨度大,岩石构造组合类型复杂,很难科学地鉴别它们所形成的大地构造环境,从而划分出不同构造旋回中所形成的大地构造相,因此将这类岩石构造组合统一归入基底杂岩残块亚相。

3.3.2 古岩浆弧相

中国太古宙变质基底中前新太古代形成的岩石

构造组合归入陆核亚相,而新太古代形成的岩石构造组合则尽可能按它们形成时的板块位置或环境归入不同的大地构造相,对此,前人已做过不少有益的探索。目前在华北陆块区已鉴别出几条新太古代—古元古代陆块之间发生俯冲—碰撞时生成的岩浆弧,其中以华北中部恒山—五台山一带为代表,研究程度相对较高。它包括新太古代以五台岩群为主的弧火山岩建造、同期的英云闪长岩+奥长花岗岩+花岗岩(TTG)岩套和形成时代略晚的花岗岩+二长花岗岩+钾长花岗岩(GMS)岩套,通常含变质条带状硅铁建造(BIF)。

古岩浆弧相可进一步分为:

(30)岩浆内弧亚相

(31)岩浆外弧亚相

### 3.3.3 古弧盆相

指发育在陆块区基底岩系中的古老的弧盆系,其岩石组合同显生宙的弧盆系相类似,但经历了不同程度的区域变质作用。华北中部古造山带中众多的古元古代盆地是古弧盆相的重要组成部分,此外,还有从 23 亿年至 18 亿年所形成的同碰撞和后碰撞组合。特别值得指出的是,古造山带中  $1900\text{ Ma}\pm 50\text{ Ma}$  形成的高压麻粒岩不仅指示了高压变质作用所发生的时代,而且也指示了古弧盆相的存在。扬子陆块周缘古造山带中也存在中元古代的岛弧盆地系。

如果可能的话,古弧盆相同样可以划分出下列亚相。

(32)岩浆弧亚相

(33)岛弧亚相

(34)弧后盆地亚相

(35)弧间盆地亚相

上述各亚相的鉴别标志同多岛弧盆系相系中的弧盆系大相中相关的相。

必须指出,上述对变质基底大地构造相的划分仅仅是一种探索,还有许多问题值得进一步研究。特别是太古宙时期地壳厚度相对较薄、地热梯度较高,板块的规模和运动方式应与显生宙有明显的区别。在大陆生长方式和机理上,除受板块运动制约外,地幔柱起到了不可忽视的作用。因此,地学界对新太古代基性火山岩和 TTG 岩套的成因还有截然不同的认识。在大地构造相的研究中,除重视与板块作用有关的构造环境外,如何鉴别出与深部地质作用,如与地幔柱有关的构造环境将是进一步工作中需要解决

的问题之一。

### 3.3.4 古裂谷相

指发育在陆块区基底岩系中的古老的裂谷,其岩石组合大致类似于显生宙的裂谷,同样以发育双峰式岩浆组合为特征,只是经历了中级或中级以上的区域变质作用。可以划分出下列亚相。

(36)古裂谷边缘亚相,岩石组合以出现大量中级及中级以上变质的陆缘碎屑浊流沉积及粗碎屑沉积为特征。

(37)古裂谷中心亚相,岩石组合以中级及中级以上变质的双峰式火山岩为特征。

### 3.3.5 被动陆缘相

系指显生宙期间洋陆演化阶段沉积在陆块边缘和陆块内部的海相沉积环境下形成的岩石组合,岩石类型主要为陆源碎屑和/或碳酸盐岩,一般不含火山物质。根据沉积环境和岩石组合,可以进一步划分为陆棚亚相、外陆棚亚相和陆缘斜坡亚相。

#### (38)陆棚亚相

陆棚亚相系指在陆棚浅海环境下沉积的浅海相陆源碎屑沉积岩+生物碳酸盐岩岩石组合。发育浅水标志的层理和层面沉积构造,产各类滨海相生物化石,沉积稳定,其厚度在不同地区变化比较大。在中国,其时代主要为古生代的,局部地区存在中生代的。

沉积建造特征:石英砂砾岩建造、粉砂岩—泥岩建造、铁质岩建造、锰质岩建造、磷质岩建造、火山碎屑沉积岩建造、硅质泥岩—硅质岩建造。一般不含或少含碳酸盐岩和火山物质<sup>[20-21,96]</sup>。

#### (39)外陆棚亚相

陆棚海沉积中水深相对较大,岩石组合以泥质碳酸盐岩或粉砂泥质碳酸盐岩+陆缘碎屑岩(砂岩、粉砂岩、泥岩)为特征,厚度较大,含生物,但远不如陆棚亚相发育<sup>[20-21,96]</sup>。

#### (40)陆缘斜坡亚相

陆源斜坡充填物的来源主要为陆源和少量海源,其几何形状和盆地边缘坡折带范围相当。充填堆积体的形态通常以稳定楔形体为特征。大量的陆源浊流沉积和少量海源碳酸盐砂体堆积或碳酸盐重力流堆积体在不同构造部位、不同环境和海平面变化,构成有规律的相组合配置和进积至退积的叠置关系。岩石中多具滑塌构造、滑塌角砾构造,局部具浊积扇楔形体沉积<sup>[20-21,97]</sup>。

陆源斜坡的陆坡和陆隆的沉积建造特征有所不同。陆坡的沉积建造:陆源碎屑浊积岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造、滑混岩建造、火山碎屑沉积岩建造。陆隆的沉积建造:陆源碎屑浊积岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造、等深积岩建造、放射虫-硅质骨针岩建造。

### 3.3.6 陆表海盆地相

陆表海为覆盖在陆块内部变质基底之上的陆表浅海或海陆交替的沉积环境。在这一沉积环境下形成的一套沉积岩石组合,主要沉积建造为:石英砂砾岩建造、铁质岩建造、生物屑亮晶碳酸盐岩建造、生物屑泥晶碳酸盐岩建造、生物滩碳酸盐岩建造、藻纹层-藻团粒碳酸盐岩建造、砾屑灰岩建造、蒸发岩建造<sup>[21-21,96-99]</sup>。

大区域稳定分布的滨浅海沉积建造系列,沉积厚度变化小,浅水标志的层理和层面沉积构造发育,产各类滨浅海相生物化石;以高能氧化环境为主,可组成三角洲典型的逆粒序韵律层序堆积。有些地区古生代期间海域长期存在,有些地区海进和海退相对频繁发生<sup>[100-101]</sup>。在这一相形成的岩系中,含有中国重要的煤炭资源,如山西煤矿等。

可以进一步划分为:

(41)碳酸盐岩陆表海亚相

(42)碎屑岩陆表海亚相

### 3.3.7 碳酸盐岩台地相

碳酸盐岩台地与被动陆缘的沉积序列、盆地性质的转换特征可以反馈大洋扩张→俯冲萎缩期多岛弧盆系形成→弧-弧、弧-陆或陆-陆碰撞的全过程。

碳酸盐台地沉积物的来源主要有碳酸盐岩等内源物质,大量的陆源物是通过河流和海平面下降由陆向海搬运的,海源物是通过沿岸流、海流和海平面上升由海向陆迁移的,如碳酸盐岩砂体或生物礁的岸退序列等<sup>[21,102-105]</sup>。充填沉积体的几何形态随沉积盆地的形状、走向、构造升降强度和物源区的差异而变化,总体呈稳定席状,发育稳定、完整、序列分明的碳酸盐沉积、组构、岩相和厚度较均一的沉积体,相序排列符合瓦尔特定律<sup>[106-108]</sup>。碳酸盐岩台地沉积序列发育前后,常由碎屑岩陆架向稳定碳酸盐岩陆架转换,以及碳酸盐岩台地向台缘斜坡转换的发育序列。

沉积建造特征:生物屑亮晶碳酸盐岩建造、生物屑泥晶碳酸盐岩建造、藻纹层-藻团粒碳酸盐岩建造、礁碳酸盐岩建造、沥青质碳酸盐岩建造、砾屑灰岩建造、硅质团块-条带碳酸盐岩建造、硅质灰岩建

造、瘤状碳酸盐岩建造、白云质灰岩-白云岩建造、磷质岩建造<sup>[21,104,106,109-110]</sup>。根据岩石组合可以划分出下列亚相:

(43)台地亚相

(44)台地斜坡亚相

### 3.3.8 周缘(B型)前陆盆地相

该大地构造相同弧后前陆盆地相及A型前陆盆地相虽在盆地分类系列上都属于前陆盆地,都反映挤压大陆动力学背景,都具有进积型的沉积充填序列,但作为大地构造相它们三者是并列关系。因为这三者出现的构造部位不同,成因也不完全相同。周缘前陆盆地一般出现在陆块周缘,碰撞造山期常被卷入到由多岛弧盆系构成的碰撞造山带中;弧后前陆盆地则出现在多岛弧盆系中,是弧陆俯冲碰撞的产物;A型前陆盆地(Appalachian type foreland basin)则与大洋岩石圈的俯冲消减无关,是大陆岩石圈对造山带岩石圈的俯冲消减作用而造成的前陆效应,如美国的阿帕拉契亚前陆盆地。至于周缘前陆盆地应视具体情况而定,对于卷入到以多岛弧盆系构成的造山带中的周缘前陆盆地相,也可放在多岛弧盆系相系之下。对于尚未卷入造山系的,则放在陆块大相之下。无论哪种类型的前陆盆地大致都具有共同的特征,因此鉴别标志也大致相近。

周缘前陆盆地是陆与陆之间的洋盆关闭,陆-陆碰撞形成的造山带与克拉通之间的沉积盆地,其底板为被动陆缘沉积岩系或克拉通盆地。洋壳俯冲闭合发生陆-陆碰撞或陆-弧碰撞,由俯冲陆块一侧的被动边缘转化来的盆地,早期的沉积以深水细碎屑物组成的复理石为主,晚期以浅水相粗碎屑物组成的磨拉石为主,发育向上变浅的沉积序列<sup>[87,89-92]</sup>。

主要建造类型有:陆源碎屑浊积岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造、硅质灰岩建造、硅质泥岩-硅质岩建造、粉砂岩-泥岩建造、杂砂岩建造、复成分砾岩建造<sup>[87,89-92]</sup>。

亚相划分同第 3.2.5 节。

### 3.3.9 A型前陆盆地相

是大陆岩石圈对大陆岩石圈的俯冲消减作用而造成的前陆效应,形成于陆内俯冲的前陆地带<sup>⑦</sup>。鉴别标志同前陆盆地,亚相划分同第 3.2.5 节。

### 3.3.10 陆内裂谷(初始裂谷)相

陆内裂谷是大陆内部由大断裂限定的张性谷地。通常宽几十千米,长从几十到上千千米,均属扩

张结构环境。裂谷类型有简单地堑、半地堑和复合地堑系(由许多正断层切割)。其鉴别标志见表 22。

陆内裂谷(CRB)与大洋裂谷(ORB)2 种裂谷环境中产出的玄武岩多为地幔柱源岩浆形成,一致显示上述地幔柱源岩浆的地球化学特征,并且常与长英质岩石组成碱性双峰岩套,一般不易区别。只是 ORB 有时更富集 Nb-Ta(在蛛网图中显示正异常),CRB 常显示陆壳污染特征。区分时,应注意反映洋和陆的其他标志,如共生沉积岩海相和陆相的特征、有无蛇绿岩相伴等。

可以划分出下列亚相:

(45)裂谷边缘亚相,岩石组合以陆缘碎屑岩为主,其中不乏陆缘碎屑浊流沉积。

(46)裂谷中心亚相,岩石组合以双峰式火山岩为主要特征。

3.3.11 陆缘裂谷相

主要产出于被动大陆边缘,是大陆块边缘陆壳张裂阶段的产物,为被动大陆边缘发育的前身。通常表现为窄而长的向海洋方向的一系列正断层,属张

性构造环境。沉积组分变化大,可有重力流的巨厚堆积,或浅海陆架沉积和似层状、透镜状海源碳酸盐岩,沿裂谷边缘断续分布。熔岩溢流、贯入和喷发改造了陆源物和海源物的正常沉积序列,但对复原盆地的性质和判别大地构造环境有重要意义。其鉴别标志见表 23。亚相划分同第 3.3.10 节。

3.3.12 夭折裂谷相

夭折裂谷系指横切陆壳边缘,具有凹形湾并延伸到陆块内部很深的窄狭海槽。与陆缘边界线高角度相交深入陆内一定范围的三叉裂谷的 1 支,多数情况下另外 2 支演化成开阔的洋盆。其中的充填物以高角度不整合覆盖在陆块的基底杂岩亚相之上,主要由碳酸盐岩组成,一般来说,下部以陆源碎屑沉积岩为主,其中夹有少量富碱或双峰式火山岩,区域上可以有同时代的侵入岩,中部可以含有大量的碳酸盐岩,上部以陆缘碎屑岩为主。这套岩石一般在其沉积结束(即该夭折裂谷演化晚期及结束)以后都没有立即遭受强烈构造变形的改造,其是否及在何时卷入强烈构造变形,主要取决于区域地质构造背景

表 22 陆内裂谷(初始裂谷)相的鉴别标志  
Table 22 Diagnostic indications of intracontinental rift (initial rift) facies

鉴 别 标 志	
环境	陆内裂谷是大陆内部由大断裂限定的张性谷地,属扩张结构环境
沉积建造	沉积充填物主要为陆源碎屑岩。包括粉砂岩泥岩建造、长石石英砂岩建造、复成分砾岩建造、滑混岩建造、陆源碎屑浊积岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造、火山碎屑浊积岩建造。偶见有机质泥岩建造、礁碳酸盐岩建造、沥青质碳酸盐岩建造,沉积充填序列常常为进积型
火山建造	双峰式火山岩建造(细碧岩+石英角斑岩),其中玄武岩以碱性玄武岩类(包括碱性橄榄玄武岩、碧玄岩、霞石岩)为主,粗面岩(正长岩)和流纹岩(花岗岩)中有过碱性成员;过碱性花岗岩,无共生的钙碱性花岗岩。大陆溢流玄武岩建造、生物碳酸盐岩建造及相应的层状基性侵入体
变质建造	绿片岩—钠长绢云石英片岩变质建造(北祁连地区,加里东期);片状砾岩—石英岩(结晶白云岩)变质建造;钠长变粒岩—斜长角闪岩夹镁质大理岩变质建造;已在中—低变质基底杂岩相叙述,推断可能形成于裂谷环境,也有人认为是邻近俯冲带的洋盆环境。变质程度达到绿片岩相—低角闪岩相、角闪岩相

注:参考资料为文献[111—119]

表 23 陆缘裂谷相的鉴别标志  
Table 23 Diagnostic indications of continental-margin rift facies

鉴 别 标 志	
环境	主要产出于被动大陆边缘,是大陆块边缘陆壳张裂阶段的产物,为被动大陆边缘发育的前身
沉积建造	粉砂岩—泥岩建造、有机质泥岩建造、长石石英砂岩建造、复成分砾岩建造、礁碳酸盐岩建造、沥青质碳酸盐岩建造、陆源碎屑浊积岩建造、滑混岩建造、碳酸盐岩浊积岩建造、火山碎屑浊积岩建造
火山建造	裂谷岩浆主要是拉斑玄武岩组合,可形成火山熔岩流、火山碎屑岩及正常沉积物的互层,时空分布具有局限性。体积为厚大槽状或楔形体状的几何形态,与大陆边缘构造走向基本一致

注:参考资料为文献[111—116,119]

的演变。裂谷盆地内发育扩张失败的向上变浅的沉积序列,发育有深水浊流和重力滑塌沉积物,并发育厚度巨大的双峰系列火山岩建造。其鉴别标志见表 24。

亚相的划分同第 3.3.10 节。

3.3.13 压陷盆地相

压陷盆地是陆内汇聚系统中一种重要的挤压构造类型,是陆内复合造山带与盆地之间的边界逆冲断层作用和隆起山带的构造负荷作用,导致盆地基底向隆起山链方向弯曲下沉产生的构造拗陷,盆地的边界逆冲断层控制盆地的发展。盆地展布方向与隆升山链走向一致,长度比宽度大一个数量级。主要为河湖相碎屑岩沉积和磨拉石沉积,沉积厚度大,沉积体向隆升山链方向呈楔状体下陷。中国西部塔里木盆地、柴达木盆地、河西走廊盆地、库木库力盆地等均均为新生代时的压陷盆地。通常没有发生火山岩浆活动,盆地边缘和盆山接合部位常常出现翻转断裂构造(早期型式正断层,后期翻转为逆冲或逆掩断层)。

3.3.14 断陷盆地相

指造山带或陆块内拉张型的山间盆地,有一套陆相或海相浅—深水沉积相组合;盆地边缘受断裂的控制,通常为同沉积断裂;沉积厚度变化大,沉积厚度最大处位于盆缘断裂发育的一侧,不位于盆地中心部位,尤其在盆山演化阶段造山带内沿线性构造断续分布的一些小型盆地内充填的一套山麓—河湖相(含煤)沉积物,即属此相,变形微弱,仅有轻微褶皱和掀斜<sup>[125-129]</sup>。基本层序为正粒序沉积韵律。

根据沉积建造的不同,分为无火山断陷盆地和有火山断陷盆地。无火山断陷盆地的沉积建造为:复成分砾岩建造、复成分粉砂岩—泥岩建造、杂砂岩建造、含煤碎屑岩建造、蒸发岩建造。有火山断陷盆地的沉积建造为:火山碎屑沉积建造、碱性火山岩建造、碱玄岩建造、双峰系列火山岩建造、粉砂岩—泥岩建造、复成分砾岩建造。

3.3.15 拗陷盆地相

指造山带或陆块区内大范围凹陷下沉并有沉积物堆积的山间盆地,沉积厚度变化大,沉积厚度最大处位于盆地中心部位,盆地中心部位常出现低能还原环境。

建造特征:石英砂砾岩建造、铝土质岩建造、含煤碎屑岩建造;炭质泥岩—油页岩建造、泥晶灰岩—泥灰岩建造、蒸发岩建造<sup>[126-127,130-131]</sup>。

3.3.16 走滑盆地相

走滑断层作用产生的盆地,总称为走滑盆地。按盆地与断裂的关系及力学性质大致可分为雁列张性、纵向松弛和走滑拉分 3 种盆地类型<sup>[132]</sup>;拉分盆地是指由走滑断层系中转换拉张作用形成的断陷盆地,形似菱形,规模大者长逾数百千米、宽数十千米,小者长数百米、宽仅数十米,长宽比一般为 3:1<sup>[133-134]</sup>。一个大型的拉分盆地内部的次级走滑断层还可形成次级拉分盆地,从而呈现“盆中盆”或“堑中堑”及“堑中垒”的构造格局。拉分盆地的特点是盆地规模不大、沉积速率快、厚度大、成熟度低、发育时间短,沉积和拉分同步,由下向上往往出现层层超覆的现象,充填物多为河湖相,以粗碎屑岩为主,基本层序为正粒序沉积韵律,在发育时间较长的盆地中尚有火山活动发生<sup>[126-127,132-133,135-136]</sup>。

建造特征:粉砂岩—泥岩建造、杂砂岩建造、复成分砾岩建造、火山碎屑沉积岩建造、火山碎屑浊积岩建造、陆源碎屑浊积岩建造、炭质泥岩—油页岩建造,偶有碱玄岩组合<sup>[126-127,133,135-137]</sup>。

拉分盆地是石油、天然气或盐类矿床的良好远景区。

4 结 语

用大地构造相分析的方法研究大地构造时,大地构造相与大地构造环境之间的相互关系不是简单加以配置。相是具有专门特征的岩石构造组合,环境

表 24 天折裂谷相的鉴别标志  
Table 24 Diagnostic indications of failed rift facies

鉴 别 标 志	
环境	横切陆壳边缘,具有凹形湾并延伸到陆块内部很深的窄狭海槽
沉积建造	石英砂砾岩建造、长石石英砂岩建造、粉砂岩泥岩建造、有机质泥岩建造、含煤碎屑岩建造、火山碎屑沉积岩建造、藻纹层—藻团粒碳酸盐岩建造、泥晶灰岩—泥灰岩建造、白云质灰岩—白云岩建造、蒸发岩建造
火山建造	双峰系列火山岩建造、拉斑玄武岩建造

注:参考资料据文献[120-124]

是构造物理、化学、气候和生物学等变量的地质地理单元,当然并非定局,这取决于对各类“大地构造相”要进行深入细致的鉴别、认识和理解。大地构造相应是现阶段认识理解成矿地质背景的切入点,是探索理解大陆地质演化规律及打开大陆动力学之门一把钥匙。在鼓励思维创新、科技创新、地学创新的大背景下谈论大地构造相,就必须坦率地承认,相当长时间内大地构造相在地质界中确实比较边缘,甚至也许是非主流的异说。“大地构造相”因此一度不乏敏感意味,令许多实践者、学者望而生畏。然而,沉积学的发展得益于沉积相分析,变质岩石学的发展得益于变质相的划分,岩浆岩石学的发展得益于岩浆岩相及构造环境的判别。那么在大地构造学这门地质学的“上层建筑”的学科研究中,以及服务资源评价预测的社会需求中,大地构造相的理论、概念、鉴别标志及分析方法,必将为广大学者所承认、吸纳和运用。这对于促进大地构造学科发展,增强资源评价预测能力有重要的理论意义和实践意义。

致谢:本文是在叶天竺先生的指导下,并承蒙陈毓川、李廷栋、刘宝珺、殷鸿福、莫宣学、陈克强、许效松、侯增谦、庄育勋、翟刚毅、刘志刚等专家、教授的鼓励和指导,李锦铁、李荣社、王立全、尹福光、计文化、颜仰基、罗建宁等研究员参与了本文的各类大地构造相鉴别标志及其特征的研讨,并提出了宝贵的修改意见,经全国各大区所及各省地调院等相关同行学者的讨论修正,在此一并致以衷心的感谢。文中的不当之处,笔者将在实际工作中不断修正、完善,并希望同行专家不吝赐教。

#### 参考文献:

- [1]黄宗理,张良弼.地球科学大辞典(基础科学卷)[M].北京:地质出版社,2006.
- [2]Hsu K J. The concept of tectonic facies[J]. Bull. Tech. Univ. Istanbul, 1991,44 (1/2):25-42.
- [3]许靖华,孙枢,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.
- [4]李继亮.碰撞造山带大地构造相[C]//现代地质研究文集(上).南京:南京大学出版社,1992:9-21.
- [5]Burchfiel B C. Tectonostratigraphic map of the Cordilleran Orogenic Belt contemninous United States [M]. Published by :The Geol.Soc. Amer.Inc.,1993.
- [6]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.
- [7]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.
- [8]殷鸿福,张克信,等.中华人民共和国区域地质调查报告(比例尺1:250000),冬给措纳湖幅(I47C001002),中国地质调查局地质调查专报 A1[M].武汉:中国地质大学出版社,2003:1-455.
- [9]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.
- [10]Dickinson W R. Plate tectonics in geologic history[J]. Science,1971, 174:107-113.
- [11]Dickinson W R, Seely D R. Structure and stratigraphy of forearc regions[J]. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1979,63:2-31.
- [12]Dickinson W R. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones [C]//Zuffa G G. Provenance of Arenites. Dordrecht7 D. Reidel Publishing Company, 1985:333-361.
- [13]Condie K C. Plate tectonics and crustal evolution (2nd edition)[M]. Pergamon Press, 1982.
- [14]Hyndman D W. Petrology of igneous and metamorphic rocks (2nd edition)[M]. New York : McGraw-Hill , 1985.
- [15]Mo X , Lu F , Deng J . Volcanism in Sanjiang Tethyan orogenic belt : New facts and concepts[J]. Jour. of China University of Geosciences, 1991, 2(1):58-74.
- [16]莫宣学,路凤香,沈上越,等.“三江”特提斯火山作用与成矿[M].北京:地质出版社,1993:267.
- [17]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.
- [18]邓晋福,莫宣学,罗照华,等.火成岩构造组合与壳-幔成矿系统[J].地质前缘,1999,6(2):259-270.
- [19]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.
- [20]Reading H G. Sedimentary Environments and Facies[M]. Blackwell Scientific Publications, 1978.
- [21]刘宝珺,曾允孚.岩石相占地理基础和工作方法[M].北京:地质出版社,1985.
- [22]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,1997:218.
- [23]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.
- [24]张克信,殷鸿福,朱云海,等.造山带混杂岩区地质填图理论、方法与实践[M].武汉:中国地质大学出版社,2001:165.
- [25]张克信,殷鸿福,朱云海,等.史密斯地层与非史密斯地层[J].地球科学,2003,28(4):361-369.
- [26]Coleman R G. Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1977:229.
- [27]Pearce J A, Lippard S J, Roberts S. Characteristics and tectonic significance of supra-subduction ophiolites[J]. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., 1984a,16: 77-94.
- [28]周国庆.蛇绿岩的概念及其演变[C]//张旗.蛇绿岩与地球动力学研究.北京:地质出版社,1996:15-20.
- [29]张旗,钱青,陈雨.蛇绿岩、蛇绿岩上覆岩系及其与洋壳的对比[J].

- 地学前缘, 1998, 6: 113-120.
- [30] 张旗, 钱青, 王焰, 等. 蛇绿岩地球化学研究[J]. 地质论评, 1999, 45 (增刊): 101-107.
- [31] 张旗, 周国庆. 中国蛇绿岩[J]. 北京: 科学出版社, 2001: 1-15.
- [32] Robinson P T, Malpas J. the origin and tectonic significance of ophiolites[C]// IGCP 430 workshop I. covasna Romania, Abstract. 2000: 64.
- [33] 周国庆. 蛇绿岩研究新进展及其定义和分类的再讨论[J]. 南京大学学报(自然科学), 2008, 44(1): 1-24.
- [34] Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks[J]. Journal of Petrology, 1984, 25(4): 956-983.
- [35] Dick H J B, Bullen T. Chrominium spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas[J]. Contribution to Mineral and Petrology, 1984, 86: 54-76.
- [36] Elthon D, Stewart M, Ross D K. Composition trends of minerals in oceanic cumulates[J]. Journal of Geophysical Research. 1992, 97: 15189-15199.
- [37] Casey J F. Composition of major- and trace-element geochemistry of abyssal peridotites and mafic plutonic rocks with basalts from the MARK region of the Mid-Atlantic Ridge[C]// Karson J A, Cannat M, Miller D J, et al. Proceeding of the ODP, Scientific Results, 1997, 153: 181-241.
- [38] Schilling J G, Zajac M, Evans R, et al. Petrologic and geochemical variations along the Mid-Atlantic Ridge from 29 degrees N to 73 degrees N[J]. American Journal of Science, 1983, 283: 510-586.
- [39] LeRoex A P, Dick H J B, Erlank A J, et al. Geochemistry, mineralogy and petrogenesis of lavas erupted along the Southwest Indian Ridge between the Bouvet triple junction and 11° east[J]. J. Petrol., 1983, 24: 267-318.
- [40] Alan Zindler, Hubert Staudigel, Rodey Batiza. Isotope and trace element geochemistry of young Pacific seamounts: implications for the scale of upper mantle heterogeneity[J]. Earth and Planetary Science Letters, 1984, 70(2): 175-195.
- [41] Emi Ito, William M White, Christa Göpel. The O, Sr, Nd and Pb isotope geochemistry of MORB[J]. Chemical Geology, 1987, 62(3/4): 157-176.
- [42] Sun S S, McDougall W F. Chemical and isotope systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes[J]. Geological Society Publication Special paper, 1989, 42: 313-345.
- [43] Langmuir C H, Klein E M, Plank T. Petrological Systematics of Mid-Ocean Ridge Basalts: Constraints on Melt Generation Beneath Ocean Ridges[C]// Phipps Morgan J, Blackman D K, Sinton J M. Mantle Flow and Melt Generation at Mid-Ocean Ridges, AGU Geophysical Monogr. 1992, 71: 183-280.
- [44] Jenkens H C. Pelagic environments[C]// Reading H G. Sedimentary Environments and Facies. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986: 343-398.
- [45] Hein J R, Obradovic J. Siliceous deposits of the Tethys and Pacific Regions[C]// Hein J F, Obradovic J. Siliceous deposits of the Tethys and Pacific Regions. New York: Springer-Verlag, 1989: 1-8.
- [46] Murray R W. Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications[J]. Sedimentary Geology, 1994, 90: 213-232.
- [47] Ravenne C, Pascal G, Dubois J, et al. Model of a young intra-oceanic arc: the New Hebrides island arc[C]// International symposium on geodynamics in south-west Pacific Noumea (New Caledonia), 27 August-2 September 1976 Editions Technip. Paris. 1977: 74-78.
- [48] Peter A, Cawood. Characterisation of intra-oceanic magmatic arc source terranes by provenance studies of derived sediments[J]. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 1991, 34: 347-358.
- [49] Pearce J A, van der Laan S R, Arculus R J, et al. Boninite and harzburgite from Leg 125 Bonin-Mariana forearc: a case study of magma genesis during the initial stages of subduction[C]// Fryer P, Pearce J A, Stokking L B, et al. Proceeding of the ODP Scientific Results, 1992, 125: 623-674.
- [50] Hathway B. Sedimentation and volcanism in an Oligocene-Miocene intra-oceanic arc and fore-arc, southwestern Viti Levu, Fiji[J]. Journal of the Geological Society, 1994, 151(3): 499-514.
- [51] Staudigel H, Zindler A, Hart S R, et al. The isotope systematics of a juvenile intraplate volcano: Pb, Nd, and Sr isotope ratios of basalts from Loihi Seamount, Hawaii[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 1984, 69(1): 13-29.
- [52] Curry J R, Moore D G. Growth of the Bengal deep-sea fan and denudation in the Himalaya[J]. Bulletin of Geological Society of America, 1971, 82: 563-572.
- [53] Graham S A, Dickson W R, Ingersoll R V. Himalaya-Bengal model for flysch dispersal in Appalachian-Quachita system[J]. Bulletin of Geological Society of America, 1975, 86: 273-286.
- [54] Dickinson W R. Plate tectonic evolution of sedimentary basins[C]// Plate Tectonic and Hydrocarbon Accumulations, AAPG Continuing Education Course Notes Series, 1976: 1-87.
- [55] Dickinson W R. Compositions of sandstones in Circum-Pacific subduction complexes and fore-arc basins[J]. AAPG Bulletin, 1982, 66(2): 121-137.
- [56] Ingersoll R V. Petrofacies and provenance of late Mesozoic forearc basin, Northern and Central California[J]. AAPG Bulletin, 1983, 67 (7): 1125-1142.
- [57] Chan M A, Dott R H. Shelf and deep-sea sedimentation in Eocene forearc basin, western Oregon: fan or non-fan [J]? AAPG Bulletin, 1983, 67(11): 2100-2116.
- [58] Garzanti E, Van Haver T. The Indus clastics: forearc basin sedimentation in the Ladakh Himalaya (India) [J]. Sedimentary geology, 1988, 59(3/4): 237-249.
- [59] Einsele G, Liu B, Durr S, et al. The Xigaze forearc basin: evolution and facies architecture (Cretaceous, Tibet)[J]. Sedimentary geology, 1994, 90(1/2): 1-32.
- [60] 王成善, 刘志飞, 李祥辉, 等. 西藏日喀则弧前盆地与雅鲁藏布江缝合带[J]. 北京: 地质出版社, 1999: 237.
- [61] Wood D A. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems

- of the tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1980, 50:11–30.
- [62] Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks[J]. *Journal of Petrology*, 1984b, 25(4):956–983.
- [63] Jake P, White A J R. Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas[J]. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 1972, 83:29–40.
- [64] Gill J B. *Orogenic Andesites and Plate Tectonics*[M]. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1981:390.
- [65] Thorpe R S. *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks*[M]. John Wiley and Son, New York, 1982:724.
- [66] Christopher H Scholz, Muawia Barazangi, Marc L Sbar. Late Cenozoic Evolution of the Great Basin, Western United States, as an Ensisalic Interarc Basin[J]. 1971, 82(11): 2979–2990.
- [67] Gill G B. Composition and age of Lau basin and ridge volcanic rocks; implications for evolution of an interarc basin and remnant arc[J]. *GSA Bulletin*, 1976, 87(10):1384–1395.
- [68] Mathisen M E, Vondra C F. The fluvial and pyroclastic deposits of the Cagayan Basin, Northern Luzon, Philippines—an example of non-marine volcanoclastic sedimentation in an interarc basin[J]. *Sedimentology*, 1983, 30 (3):369–392.
- [69] Neef G, Plimer I R, Bottrill R S. Submarine-fan deposited sandstone and rutile in a mid-Cenozoic interarc basin in Maewo, Vanuatu (New Hebrides)[J]. *Sedimentology*, 1985, 32 (4):519–542.
- [70] Ricketts B D, Balance P F, Hayward B W, et al. Basal Waitemata Group lithofacies: rapid subsidence in an early Miocene interarc basin, New Zealand[J]. *Sedimentology*, 1989, 36 (4):559–580.
- [71] Breitkreuz C. Fluvio-lacustrine sedimentation and volcanism in a Late Carboniferous tensional intra-arc basin, northern Chile[J]. *Sedimentary geology*, 1991, 74(1/4):173–187.
- [72] Bell C M, Suarez M. The depositional environments and tectonic development of a Mesozoic intra-arc basin, Atacama region, Chile [J]. *Geological Magazine*, 1993, 130(4):417–430.
- [73] Katsuhiko Nakayama. Depositional models for fluvial sediments in an intra-arc basin: an example from the Upper Cenozoic Tokai Group in Japan[J]. *Sedimentary Geology*, 1996, 101(3/4):193–211.
- [74] 莫宣学, 赵志丹, 邓晋福, 等. 印度-亚洲大陆主碰撞过程的火山作用响应[J]. *地学前缘*, 2003, 10(3):135–148
- [75] Xuanxue Mo, Zengqian Hou, Yaoling Niu, et al. Mantle contributions to crustal thickening during continental collision: Evidence from Cenozoic igneous rocks in southern Tibet[J]. *Lithos*, 2007, 96: 225–242.
- [76] 夏林圻. 造山带火山岩研究[J]. *岩石矿物学杂志*, 2001, 20(3):225–232.
- [77] 张本仁. 大陆造山带地球化学研究: I 岩石构造环境地球化学判别的改进[J]. *西北地质*, 2001, 34(3):1–17.
- [78] 肖庆辉, 邓晋福, 马大铨, 等. 花岗岩研究思维与方法[M]. 北京: 地质出版社, 2002:194.
- [79] Lee C S, Bibee L D, Bibee L D. Okinawa Trough: origin of a back-arc basin[J]. *Marine Geology*, 1980, 35:219–241.
- [80] Macdonald D I M, Ta P W G. Sediment Dispersal Patterns in Part of a Deformed Mesozoic Back-Arc Basin on South Georgia, South Atlantic[J]. *Journal of Sedimentary Research*, 1983, 53 (1):83–104.
- [81] Kimura M. Back-arc rifting in the Okinawa Trough[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 1985, 2:221–240.
- [82] Letouzey J, Kimura M. The Okinawa Trough: genesis of a back-arc basin developing along a continental margin [J]. *Tectonophysics*, 1986, 125(1/3):209–230.
- [83] Rehault J P, Moussat E, Fabri A. Structural evolution of the Tyrrhenian back-arc basin[J]. *Mar. Geol.*, 1987, 74(1/2): 123–150.
- [84] Taylor B. *Backarc Basins: Tectonics and Magmatism* [M]. New York: Plenum Press, 1995: 524.
- [85] Andrew D Saunders. Geochemical characteristics of basaltic volcanism within back-arc basins [J]. *Geological Society, London, Special Publications*, 1984: 16:59–76.
- [86] Stern Robert J, Lin Ping-Nan, Morris Julie D, et al. Enriched back-arc basin basalts from the northern Mariana Trough: implications for the magmatic evolution of back-arc basins [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1990, 100(1/3):210–225.
- [87] Allen P A., Homewood. *Foreland Basins* [M]. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1986:453.
- [88] 刘和甫. 前陆盆地类型及褶皱-冲断层样式[J]. *地学前缘*, 1995, 2 (3/4):59–68.
- [89] Dickinson W R. Plate tectonics and sedimentation [C]// Dickinson W R. *Tectonics and Sedimentation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 1974, 22:1–27.
- [90] Stockwell G S, Beaumont C, Boutilier R. Geodynamic models of convergent margin tectonics: The transition from rifted margin to overthrust belt and the consequences for foreland basin development [J]. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 1986, 70: 181–190.
- [91] 何登发. 前陆盆地分析[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996:212.
- [92] 陈发景. 前陆盆地分析[J]. 北京: 地质出版社, 2007:282.
- [93] Terry J Wilson. Transition from back-arc to foreland basin development in the southernmost Andes: stratigraphic record from the Ultima Esperanza District, Chile[J]. *GSA Bulletin*, 1991, 103:98–111.
- [94] Christian J Bjerrum, Rebecca J, Dorsey. Tectonic controls on deposition of Middle Jurassic strata in a retroarc foreland basin, Utah–Idaho trough, western interior, United States [J]. *Tectonics*, 1995, 14 (4): 962–978.
- [95] Catuneanu, Hancox P J, Rubidge B S. Reciprocal flexural behaviour and contrasting stratigraphies: a new basin development model for the Karoo retroarc foreland system, South Africa[J]. *Basin Research*, 1998, 10(4):417–439
- [96] Poag C W, Graciansky P C. *Geologic Evolution Of Atlantic Continental Rises*[M]. Springer, 1992:400.
- [97] Davis R A. *Depositional systems: a genetic approach to sedimentary geology*[M]. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1983:669.
- [98] 何起祥, 业治铮, 张明书, 等. 受限陆表海的海侵模式[J]. *沉积学报*, 1991, 9(1):1–10.



- [99] Steven A Kuehl, David J DeMaster, Charles A Nittrouer. Nature of sediment accumulation on the Amazon continental shelf[J]. Continental Shelf Research, 1986, 6(1/2):209-225.
- [100] 李增学, 魏久传, 韩美莲. 华北晚古生代陆表海盆地东南缘高频海侵事件对聚煤作用的影响[J]. 地质前缘, 2000, 7(3):202.
- [101] 李增学, 余继峰, 郭建斌, 等. 陆表海盆地海侵事件成煤作用机制分析[J]. 沉积学报, 2003, 21(2):288-287.
- [102] Pfeil R W, Read J F. Cambrian Carbonate Platform Margin Facies, Shady Dolomite, Southwestern Virginia, USA [J]. Journal of Sedimentary Research, 1980, 50:91-116.
- [103] James Lee Wilson. Characteristics of Carbonate-Platform Margins [J]. AAPG Bulletin, 1974, 58(5):810-824.
- [104] 梅冥相. 碳酸盐旋回与层序[M]. 贵阳:贵州科技出版社, 1995.
- [105] Wolfgang Kiessling, Erik Flugel, Jan Golonka. Patterns of Phanerozoic carbonate platform sedimentation[J]. Lithia, 2003, 36(3):195-225.
- [106] Burchette T P. Tectonic control on carbonate platform facies distribution and sequence development: Miocene Gulf of Suez [J]. Sedimentary geology, 1988, 59(3/4). 179-204.
- [107] Crevello P D, Wilson J L, Sarg J F, et al. Controls on carbonate platform and basin development[M]. SEPM Special Publication 44, 1989:405.
- [108] 许效松, 刘宝珺, 徐强, 等. 中国西部大型盆地分析及地球动力学[M]. 北京:地质出版社, 1997:168.
- [109] Carozzi A V. Carbonate Rock Depositional Models: A Microfacies Approach[M]. Englewood Cliffs:Prentice Hall, 1989:604.
- [110] Kenter J A M. Carbonate platform flanks: slope angle and sediment fabric[J]. Sedimentology, 1990, 37(5):777-794.
- [111] Else-Ragnhild Neumann, Ivar B Ramberg. Tectonics and Geophysics of Continental Rifts[M]. Oslo: Reidel, Dordrecht, Holland, 1978a:444.
- [112] Neumann E R, Ramberg I B. Petrology and Geochemistry of Continental Rifts[M]. Publisher: Springer-Verlag, New York, LLC, 1978b:328.
- [113] Dungan M, Lipman P, Lindstrom M, et al. Continental rift volcanism [M]//Basaltic Volcanism on the Terrestrial Planets. Basaltic Volcanism Study Project, Pergamon, New York, 1981:78-105.
- [114] Morgan Baker. Processes of continental rifting[M]. Amsterdam:Elsevier, 1983:680.
- [115] Smedley. The relationship between calc-alkaline volcanism and within-plate continental rift volcanism: evidence from Scottish Palaeozoic lavas[J]. Earth and Planetary Science Letters, 1986, 77(1): 113-128.
- [116] Beek P Van der. Tectonic Evolution of Continental Rifts [M]. Amsterdam:Free Univ. Press, 1995:232
- [117] 何科昭, 赵崇贺, 何浩生, 等. 滇西陆内裂谷与造山作用[J]. 武汉:中国地质大学出版社, 1996.
- [118] Kazmin V G, Byakov A F. Magmatism and crustal accretion in continental rifts[J]. Journal of African Earth Sciences, 2000, 30(3): 555-568.
- [119] Renaut R W, Ashley G M. Sedimentation in Continental Rifts [M]. SEPM Special Publication 73, 2002:329.
- [120] Hoffman P F. Tectonic history of Athapuscow Aulacogen (middle Precambrian), Great Slave Lake, Northwest Territories[J]. AAPG Bulletin, 1978, 62(3):522-523.
- [121] Shimon Feinstein. Subsidence and thermal history of Southern Oklahoma Aulacogen: implications for petroleum exploration [J]. AAPG Bulletin, 1981, 65:2521-2533.
- [122] 林畅松, 李思田, 贺兰坳拉槽盆地充填演化分析[M]. 北京:地质出版社, 1995:143.
- [123] Chamov N P, Kostyleva V V, Veis A F, et al. Late Riphean Sedimentation in the Central Russian Aulacogen [J]. Lithology and Mineral Resources, 2003, 38(5): 458-467.
- [124] Chamov N P. Tectonic History and a New Evolution Model of the Mid-Russian Aulacogen[J]. Geotectonics, 2005, 39(3): 169-185.
- [125] 李思田. 断陷盆地分析与煤聚集规律: 中国东北部晚中生代断陷盆地沉积、构造演化和能源预测研究的方法与成果[M]. 北京:地质出版社, 1988:367.
- [126] A D 迈尔. 沉积盆地分析原理[J]. 1991:472.
- [127] P A 艾伦, J R 艾伦. 盆地分析——原理与应用[M]. 北京:石油工业出版社, 1995.
- [128] 冯有良, 李思田, 邹才能. 陆相断陷盆地层序地层学研究: 以渤海湾盆地东营凹陷为例[M]. 北京:科学出版社, 2006:207.
- [129] 陈发景, 汪新文, 陈昭年, 等. 伸展断陷盆地分析[M]. 北京:地质出版社, 2004:282.
- [130] 李思田, 王华, 路凤香. 盆地动力学:基本思路与若干研究方法[J]. 武汉:中国地质大学出版社, 1999:200
- [131] 李思田. 沉积盆地分析基础与应用[M]. 北京:高等教育出版社, 2004:410.
- [132] 徐嘉伟. 论走滑断层作用的几个主要问题[J]. 1995, 2(1/2):125-136.
- [133] Aydin Atila, Nur Amos. Evolution of Pull-Apart Basins and Their Scale Independence[J]. Tectonics, 1982, 1(1):91-105
- [134] Eyal Y, Eyal M; Bartov Y; et al. The Origin of the Bir Zreir Rhomb-Shaped Graben [J]. Eastern Sinai. Tectonics, 1986, 5(2): 267-277.
- [135] Crowell J C. Sedimentation along the San Andreas fault, California [J]. SEPM Special Publication, 1974, 19:292-303.
- [136] Mann P, Hempton M R, Bradley D C, et al. Development of pull-apart basin[J]. Journal of Geology, 1983, 91:529-554.
- [137] Biddle K T, Christie-Blick N. Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation[J]. SEPM Special publication, 1985, 37:386.
- [138] Sylvester A G. Strike-slip faults[J]. Geological Society of America Bulletin, 1988, 100:1666-1703.

作者: 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 邓晋福, 冯益民, 张克信, 张智勇, 王方国, 邢光福, 郝国杰, 冯艳芳, PAN Gui-tang, XIAO Qing-hui, LU Song-nian, DENG Jin-fu, FENG Yi-min, ZHANG Ke-xin, ZHANG Zhi-yong, WANG Fang-guo, XING Guang-fu, HAO Guo-jie, FENG Yan-fang

作者单位: 潘桂棠, 王方国, PAN Gui-tang, WANG Fang-guo(中国地质调查局成都地质矿产研究所, 四川, 成都, 610082), 肖庆辉, 张智勇, 冯艳芳, XIAO Qing-hui, ZHANG Zhi-yong, FENG Yan-fang(中国地质调查局发展研究中心, 北京, 100037), 陆松年, 郝国杰, LU Song-nian, HAO Guo-jie(中国地质调查局天津地质矿产研究所, 天津, 300170), 邓晋福, DENG Jin-fu(中国地质大学, 北京, 北京, 100083), 冯益民, FENG Yi-min(中国地质调查局西安地质矿产研究所, 陕西, 西安, 710054), 张克信, ZHANG Ke-xin(中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北, 武汉, 430074), 邢光福, XING Guang-fu(中国地质调查局南京地质矿产研究所, 江苏, 南京, 210016)

刊名: 地质通报 

英文刊名: GEOLOGICAL BULLETIN OF CHINA

年, 卷(期): 2008, 27(10)

引用次数: 3次

参考文献(138条)

1. 黄宗理. 张良弼. 地球科学大辞典(基础科学卷) 2006
2. Hsu K J The concept of tectonic facies 1991(1-2)
3. 许靖华. 孙枢. 王清晨. 中国大地构造相图(1:400万) 1998
4. 李继亮. 碰撞造山带大地构造相 1992
5. Burchfiel B C Tectonostigraphic map of the Cordilleran Orogenic Belt contiguous United States 1993
6. Robertson A H F Role of the tectonic facies concept in orogenic analysis and its application to Tethys in the Eastern Mediterranean region 1994
7. 冯益民. 曹宣铎. 张二朋. 西秦岭造山带结构造山过程及动力学 2002
8. 殷鸿福. 张克信. 中华人民共和国区域地质调查报告(比例尺1:250000), 冬给措纳湖幅(147C001002) 2003
9. 张克信. 朱云海. 殷鸿福. 王国灿. 陈能松. 侯光久. 大地构造相在东昆仑造山带地质填图中的应用[期刊论文]-地球科学-中国地质大学学报 2004(6)
10. Dickinson W R Plate tectonics in geologic history 1971
11. Dickinson W R. Seely D R Structure and stratigraphy of forearc regions 1979
12. Dickinson W R Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones 1985
13. Condie K C Plate tectonics and crustal evolution 1982
14. Hyndman D W Petrology of igneous and metamorphic rocks 1985
15. Mo X. Lu F. Deng J Volcanism in Sanjiang Tethyan orogenic belt: New facts and concepts 1991(1)
16. 莫宣学. 游凤香. 沈上越. “三江”特提斯火山作用与成矿 1993
17. 邓晋福. 赵海玲. 莫宣学. 中国大陆根-柱构造--大陆动力学的钥匙 1996
18. 邓晋福. 莫宣学. 罗照华. 火成岩构造组合与壳-幔成矿系统[期刊论文]-地学前缘 1999(2)
19. 邓晋福. 岩石成因、构造环境与成矿作用 2004
20. Reading H G Sedimentary Environments and Facies 1978
21. 刘宝瑁. 曾允孚. 岩石相古地理基础和工作方法 1985

22. [潘佳荣, 陈智梁, 李兴振](#) [东特提斯地质构造形成演化](#) 1997
23. [殷鸿福, 张克信, 王国灿](#) [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](#) 1998(zk)
24. [张克信, 殷鸿福, 朱云海](#) [造山带混杂岩区地质填图理论、方法与实践](#) 2001
25. [张克信, 殷鸿福, 朱云海, 王国灿, 冯庆来, 龚一鸣](#) [史密斯地层与非史密斯地层\[期刊论文\]-地球科学-中国地质大学学报](#) 2003(4)
26. [Coleman R G](#) [Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere](#) 1977
27. [Pearce J A, Lippard S J, Roberts S](#) [Characteristics and tectonic significance of supra-subduction ophiolites](#) 1984
28. [周围庆](#) [蛇绿岩的概念及其演变](#) 1996
29. [张旗, 钱青, 陈雨](#) [蛇绿岩、蛇绿岩上覆岩系及其与洋壳的对比\[期刊论文\]-地学前缘](#) 1998(6)
30. [张旗, 钱青, 王焰, 贾秀琴, 韩松](#) [蛇绿岩的地球化学研究\[期刊论文\]-地质论评](#) 1999(z1)
31. [张旗, 周围庆](#) [中国蛇绿岩](#) 2001
32. [Robinson P T, Malpas J](#) [the origin and tectonic significance of ophiolites](#)
33. [周围庆](#) [蛇绿岩研究新进展及其定义和分类的再讨论\[期刊论文\]-南京大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(1)
34. [Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G](#) [Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks](#) 1984(4)
35. [Dick H J B, Bullen T](#) [Chrominium spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas](#) 1984
36. [Elthon D, Stewart M, Ross D K](#) [Composition trends of minerals in oceanic cumulates](#) 1992
37. [Casey J F](#) [Composition of major and trace element geochemistry of abyssal peridotites and mafic plutonic rocks with basalts from the MARK region of the Mid-Atlantic Ridge](#) 1997
38. [Schilling J G, Zajac M, Evans R](#) [Petrologic and geochemical variations along the Mid-Atlantic Ridge from 29 degrees N to 73 degrees N](#) 1983
39. [LeRoex A P, Dick H J B, Erlank A J](#) [Geochemistry, mineralogy and petrogenesis of lavas erupted along the Southwest Indian Ridge between the Bouvet triple junction and 11° east](#) 1983
40. [Alan Zindler, Hubert Staudigel, Rodey Batiza](#) [Isotope and trace element geochemistry of young Pacific seamounts: implications for the scale of upper mantle heterogeneity](#) 1984(2)
41. [Emi Ito, William M White, Christa Gopel](#) [The O, Sr, Nd and Pb isotope geochemistry of MORB](#) 1987(3-41)
42. [Sun S S, McDougall W F](#) [Chemical and isotope systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes](#) 1989
43. [Langmuir C H, Klein E M, Plank T](#) [Petrological Systematics of Mid-Ocean Ridge Basalts: Constraints on Melt Generation Beneath Ocean Ridges](#) 1992
44. [Jenkyne H C](#) [Pelagic environments](#) 1986
45. [Hein J R, Obradovic J](#) [Siliceous deposits of the Tethys and Pacific Regions](#) 1989
46. [Murray R W](#) [Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications](#) 1994
47. [Ravenne C, Pascal G, Dubois J](#) [Model of a young intra-oceanic arc: the New Hebrides island arc](#) 1977
48. [Peter A. Cawood](#) [Characterisation of intra-oceanic magmatic arc source terranes by provenance](#)

49. Pearce J A. van der Laan S R. Arculus R J Boninite and harzburgite from Leg 125 Bonin-Mariana forearc: a case study of magma genesis during the initial stages of subduction 1992
50. Hathway B Sedimentation and volcanism in an Oligocene-Miocene intra-oceanic arc and fore-arc, southwestern Viti Levu, Fiji 1994(3)
51. Staudigel H. Zindler A. Hart S R The isotope systematics of a juvenile intraplate volcano: Pb, Nd, and Sr isotope ratios of basalts from Loihi Seamount, Hawaii 1984(1)
52. Curray J R. Moore D G Growth of the Bengal deep-sea fan and denudation in the Himalaya 1971
53. Graham S A. Dickison W R. Ingersoll R V Himalaya-Bengal model for flysch dispersal in Appalachian-Quachita system 1975
54. Dickinson W R Plate tectonic evolution of sedimentary basins 1976
55. Dickinson W R Compositions of sandstones in Circum-Pacific subduction complexes and fore-arc basins 1982(2)
56. Ingersoll R V Petrofacies and provenance of late Mesozoic forearc basin, Northern and Central California 1983(7)
57. Chan M A. Dott R H Shelf and deep-sea sedimentation in Eocene forearc basin, western Oregon: fan or non-fan 1983(11)
58. Garzanti E. Van Haver T The Indus clastics: forearc basin sedimentation in the Ladakh Himalaya (India) 1988(3-4)
59. Einsele G. Liu B. Durr S The Xigaze forearc basin: evolution and facies architecture (Cretaceous, Tibet) 1994(1-2)
60. 王成善. 刘志飞. 李祥辉 西藏日喀则弧前盆地与雅鲁藏布江缝合带 1999
61. Wood D A The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of the tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Riftsh Tertiary volcanic province 1980
62. Pearce J A. Harris N B W. Tindle A G Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks 1984(4)
63. Jake P. White A J R Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic area 1972
64. GiU J B Orogenic Andesites and Plate Tectonics 1981
65. Thorpe R S Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks 1982
66. Christopher H Scholz. Muawia Barazangi. Marc L Sbar Late Cenozoic Evolution of the Great Basin, Western United States, as an Ensisalic Interarc Basin 1971(11)
67. Gill G B Composition and age of Lan basin and ridge volcanic rocks; implications for evolution of an interarc basin and remnant arc 1976(10)
68. Mathisen M E. Vondra C F The fluvial and pyroclastic deposits of the Cagayan Basin, Northern Luzon, Philippines—an example of non-marine volcanoclastic sedimentation in an interarc basin 1983(3)
69. Neef G. Plimer I R. Bottrill R S Submarine-fan deposited sandstone and rudite in a mid-Cenozoic interarc basin in Maewo, Vanuatu (New Hebrides) 1985(4)

70. [Ricketts B D, Balance P F, Hayward B W Basal Waitemata Group lithofacies: rapid subsidence in an early Meocene interarc basin, New Zealand 1989\(4\)](#)
71. [Breitkreuz C Huvio-lacustrine sedimentation and volcanism in a Late Carboniferous tensional intra-arc basin, northern Chile 1991\(1-4\)](#)
72. [Bell C M, Suarez M The depositional environments and tectonic development of a Mesozoic intra-arc basin, Atacama region, Chile 1993\(4\)](#)
73. [Katsuhiro Nakayama Depositional models for fluvial sediments in an intra-arc basin: an example from the Upper Cenozoic Tokai Group in Japan 1996\(3-4\)](#)
74. 莫宣学, 赵志丹, 邓晋福, 董国臣, 周肃, 郭铁鹰, 张双全, 王亮亮 印度-亚洲大陆主碰撞过程的火山作用响应[期刊论文]-地学前缘 2003(3)
75. [Xuanxue Mo, Zengqian Hou, Yaohng Niu Mande contributions to crustal thickening during continental collision: Evidence from Cenozoic igneous rocks in southern Tibet 2007](#)
76. 夏林圻 造山带火山岩研究[期刊论文]-岩石矿物学杂志 2001(3)
77. 张本仁 大陆造山带地球化学研究: I 岩石构造环境地球化学判别的改进[期刊论文]-西北地质 2001(3)
78. 肖庆辉, 邓晋福, 马大铨 花岗岩研究思维与方法 2002
79. [Lee C S, Bibee L D, Bibee L D Okinawa Trough: origin of a back-arc basin 1980](#)
80. [Macdonald D I M, Ta P W G Sediment Dispersal Patterns in Part of a Deformed Mesozoic Back-Arc Basin on South Georgia, South Atlantic 1983\(1\)](#)
81. [Kimura M Back-arc rifting in the Okinawa Trough 1985](#)
82. [Letouzey J, Kimura M The Okinawa Trough: genesis of a backarc basin developing along a continental margin 1986\(1-3\)](#)
83. [Rehault J P, Moussat E, Fabri A Structural evolution of the Tyrrhenian back-arc basin 1987\(1-2\)](#)
84. [Taylor B Backarc Basins: Tectonics and Magmatism 1995](#)
85. [Andrew D Saunders Geochemical characteristics of basaltic volcanism within back-arc basins 1984](#)
86. [Stem Robel J, Lin Ping-Nan, Morris Julie D Enriched back-arc basin basalts from the northern Mariana Trough: implications for the magmatic evolution of back-arc basins 1990\(1-3\)](#)
87. [Allen P A, Homewood Foreland Basins 1986](#)
88. 刘和甫 前陆盆地类型及褶皱-冲断层样式[期刊论文]-地学前缘 1995(3-4)
89. [Dickinson W R Plate tectonics and sedimentation 1974](#)
90. [Stockwell G S, Beaumont C, Boutilier R Geodynamic models of convergent margin tectonics: The transition from rifted margin to orogenic belt and the consequences for foreland basin development 1986](#)
91. 何登发 前陆盆地分析 1996
92. 陈发景 前陆盆地分析 2007
93. [Terry J Wilson Transition from back-arc to foreland basin development in the southernmost Andes: stratigraphic record from the Ultima Esperanza District, Chile 1991](#)
94. [Christian J Bjerrum, Rebecca J, Dorsey Tectonic controls on deposition of Middle Jurassic strata in a retroarc foreland basin, Utah-Idaho trough, western interior, United States 1995\(4\)](#)

95. [Camneanu, Hancox P J, Rubidge B S Reciprocal flexural behaviour and contrasting stratigraphies:a new basin development model for the Karoo retroarc foreland system, South Africa](#) 1998(4)
96. [Poag C W, Graciansky P C Geologic Evolution of Atlantic Continental Rises](#) 1992
97. [Davis R A Depositional systems:a genetic approach to sedimentary geology](#) 1983
98. [何起祥, 业冶铮, 张明书 受限陆表海的海侵模式](#) 1991(1)
99. [Steven A Kuehl, David J DeMaster, Charles A Nittrouer Nature of sediment accumulation on the Amazon continental shelf](#) 1986(1-2)
100. [李增学, 魏久传, 韩美莲 华北晚古生代陆表海盆地东南缘高频海侵事件对聚煤作用的影响\[期刊论文\]-地学前缘](#) 2000(3)
101. [李增学, 余继峰, 郭建斌, 韩美莲 陆表海盆地海侵事件成煤作用机制分析\[期刊论文\]-沉积学报](#) 2003(2)
102. [Pfeil R W, Read J F Cambrian Carbonate Platform Margin Facies, Shady Dolomite, Southwestern Virginia, USA](#) 1980
103. [James Lee Wilson Characteristics of Carbonate-Platform Margins](#) 1974(5)
104. [梅冥相 碳酸盐旋回与层序](#) 1995
105. [Wolfgang Kiessring, Erik Flugel, Jan Golonka Patterns of Phanerozoic carbonate platform sedimentation](#) 2003(3)
106. [Burchette T P Tectonic control on carbonate platform facies distribution and sequence development:Miocene Gulf of Suez](#) 1988(3-4)
107. [Crevello P D, Wilson J L, Sarg J F Controls on carbonate platform and basin development](#) 1989
108. [许效松, 刘宝瑁, 徐强 中国西部大型盆地分析及地球动力学](#) 1997
109. [Carozzi A V Carbonate Rock Depositional Models:A Microfacies Approach](#) 1989
110. [Kenter J A M Carbonate platform flanks:slope angle and sediment fabric](#) 1990(5)
111. [Else-Ragnhild Neumann, Ivar B Ramberg Tectonics and Geophysics of Continental Rafts](#) 1978
112. [Neumann E R, Ramberg I B Petrology and Geochemistry of Continental Rafts](#) 1978
113. [Dungan M, Lipman P, Lindstrom M Continental rift volcanism](#) 1981
114. [Morgan Baker Processes of continental rifting](#) 1983
115. [Smedley The relationship between calc-alkaline volcanism and within-plate continental rift volcanism:evidence from Scottish Palaeozoic lavas](#) 1986(1)
116. [Beek P Van der Tectonic Evolution of Continental Rifts](#) 1995
117. [何科昭, 赵崇贺, 何浩生 滇西陆内裂谷与造山作用](#) 1996
118. [Kazmin V G, Byakov A F Magmatism and crustal accretion in continental rifts](#) 2000(3)
119. [Renaut R W, Ashley G M Sedimentation in Continental Rifts](#) 2002
120. [Hoffman P F Tectonic history of Athapuskow Aulacogen\(middle Precambrian\), Great Slave Lake, Northwest Territories](#) 1978(3)
121. [Shimon Feinstein Subsidence and thermal history of Southern Oklahoma Aulacogen:implications for petroleum exploration](#) 1981
122. [林畅松, 李思田 贺兰坳拉槽盆地充填演化分析](#) 1995
123. [Chamov N P, Kostyleva V V, Veis A F Late Riphean Sedimentation in the Central Russian Aulacogen](#)

124. [Chamov N P Tectonic History and a New Evolution Model of the Mid-Russian Aulacogen](#) 2005 (3)
125. [李思田 断陷盆地分析与煤聚集规律:中网东北部晚中生代断陷盆地沉积、构造演化和能源预测研究的方法与成果](#) 1988
126. [A D 迈尔 沉积盆地分析原理](#) 1991
127. [P A 艾伦, J R 艾伦 盆地分析—原理与应用](#) 1995
128. [冯有良, 李思田, 邹才能 陆相断陷盆地层序地层学研究:以渤海湾盆地东营凹陷为例](#) 2006
129. [陈发景, 汪新文, 陈昭年 伸展断陷盆地分析](#) 2004
130. [李思田, 王华, 路风香 盆地动力学:基本思路与若干研究方法](#) 1999
131. [李思田 沉积盆地分析基础与应用](#) 2004
132. [徐嘉炜 论走滑断层作用的几个主要问题](#) 1995 (1-2)
133. [Aydin Atilla, Nur Amos Evolution of Pull~Apart Basins and Their Scale Independence](#) 1982 (1)
134. [Eyal Y, Eyal M, Bartov Y The Origin of the Bir Zreir Rhomb-Shaped Graben](#) 1986 (2)
135. [Crowell J C Sedimentation along the San Andreas fault, California](#) 1974
136. [Mann P, Hempton M R, Bradley D C Development of pull-apart basin](#) 1983
137. [Biddle K T, Christie-Brick N Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation](#) 1985
138. [Sylvester A G Strike-slip faults](#) 1988

#### 相似文献 (3条)

1. 期刊论文 [戴传固, 张慧, 王敏, DAI Chuan-gu, ZHANG Hui, WANG Ming 试论黔东及邻区大地构造相特征 -贵州地质](#) 2006, 23 (3)

根据黔东地区不同的发展演化阶段和造山性质,建立了该区三个发展演化阶段大地构造相特征。首次提出了洋陆转换造山性质和板内造山性质的大地构造相划分方案,即在洋陆转换的造山进程中,划分为离散背景下的大地构造相系、汇聚背景下的大地构造相系、碰撞背景下的大地构造相系和陆内造山背景下的大地构造相系;而在板内造山进程中,划分为裂陷背景下的大地构造相系、挤压背景下的大地构造相系和隆升背景下的大地构造相系,使之能更清晰地反映出本区不同造山性质的构造演化历程。

2. 期刊论文 [尹福光, 潘桂棠, 万方, 李兴振, 王方国, YIN Fu-guang, PAN Gui-tang, WAN Fang, LI Xing-zhen, WANG Fang-guo 西南“三江”造山带大地构造相—沉积与特提斯地质](#) 2006, 26 (4)

西南“三江”造山带由多条缝合带及其间多个大小不等的中间陆块构成,其大地构造属性与划分方案历来受地学界关注与争论。本文以大地构造相理论为切入点,将西南“三江”造山带划分出11个一级及其若干二级大地构造相,包括俯冲、消减杂岩、仰冲等一级大地构造相以及与其相伴的后造山及走滑大地构造相。俯冲大地构造相类包括块体变质相、前陆褶冲相、前陆盆地相;消减杂岩大地构造相包括洋壳残片相、陆壳残片相、增生变质杂岩相、活化基底相、侵入岩相、上叠磨拉石相;仰冲板块大地构造相包括弧前盆地相、岛弧相、弧后及弧间盆地相。特提斯洋向北消减,使泛华夏大陆群各块体先拼接,其后弧后扩张、闭合、造山,从而形成了“三江”造山带“多缝合带”、“多陆体”特征。

3. 期刊论文 [潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 邓晋福, 冯益民, 张克信, 张智勇, 王方国, 邢光福, 郝国杰, 冯艳芳, PAN Gui-tang, XIAO Qing-hui, LU Song-nian, DEN Jin-fu, FENG Yi-min, ZHANG Ke-xin, ZHANG Zhi-yong, WANG Fang-guo, XING](#)

[Guang-fu, HAO Guo-Jie, FENG Yan-fang 中国大地构造单元划分 -中国地质](#) 2009, 36 (1)

中国大地构造形成演化与大地构造分区研究已有百余年的历史,整体论述中国构造分区,都以不同学派对中国大陆地壳形成演化的不同认识论和方法论,有不同的方案,以黄汲清先生等多旋回构造观、王鸿祯先生等历史大地构造观和李春昱先生等板块构造观的“三大主流大地构造观”为指导思想的大地构造划分方案,是集中国地质构造之大成,在全国起指导作用,影响既广泛且深远。板块构造单元划分是当前板块构造细结构研究的关键问题,它既是板块构造研究的理论问题,也是区域地质研究和成矿预测评价亟待解决的实际问题。本文的大地构造分区图的编制是以地层划分和对比、沉积建造、火山岩建造、侵入岩类活动、变质变形等地质记录为基础,承接融合中国“三大主流大地构造观”的经典划分理念,在板块构造-地球动力学理论指导下,以成矿规律和矿产能源预测的需求为基点,以不同规模相对稳定的古老陆块区和不同时期的造山系大地构造相环境时空结构分析为主线,以特定区域主构造事件形成的优势大地构造相的时空结构组成和存在状态为划分构造单元的基本原则,划分出中国的大地构造环境主要由陆块区和造山系组成为9个一级构造单元,以及相应的56个二级构造单元。中国大地构造研究还存在一系列重大科学问题,较准确地划分尚需很长时间的不懈努力。

#### 引证文献 (3条)

1. [袁四化, 潘桂棠, 王立全, 江新胜, 尹福光, 张万平, 卓皆文 大陆边缘增生造山作用 \[期刊论文\]-地学前缘](#) 2009 (3)
2. [袁四化, 潘桂棠, 王立全, 江新胜, 尹福光, 张万平, 卓皆文 大陆边缘增生造山作用 \[期刊论文\]-地学前缘](#) 2009 (3)
3. [潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 邓晋福, 冯益民, 张克信, 张智勇, 王方国, 邢光福, 郝国杰, 冯艳芳 中国大地构造单元划分](#)

[期刊论文]-[中国地质](#) 2009(1)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zgqydz200810004.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgqydz200810004.aspx)

下载时间: 2010年2月1日