

文章编号: 1000-8845(1999)04-0320-05

# 大地构造相调研技术路线与分析方法

梁云海, 李文铅, 李卫东, 李亚萍

(新疆地质矿产勘查开发局第一区域地质调查大队, 新疆 乌鲁木齐 830011)

**摘要:** 立足于准噶尔、天山地区的古亚洲多岛洋具有典型的多旋回、软碰撞、弱造山的特点, 应用“比较解剖学”的原理, 从全球动力学角度出发, 从历史分析入手, 运用多学科、多层次的剖析, 准确把握各地质历史时期的区域地质背景。通过野外对地质露头的有效观察, 对各构造相单元的时态、相态、位态和序态进行研究, 揭示大陆造山带的形成演化, 从而建立造山带演化模式的“四维蓝图”。

**关键词:** 大地构造相; 比较解剖学

中图分类号: P541; P542      文献标识码: C

对造山带形成、演化的研究, 历来是地质学中最吸引人和最富有挑战意义的热门课题。自板块说问世以来, 人们对造山带的组成、演化的复杂性及规律性有了初步的认识。各个造山带的外貌、内部结构及演化经历虽不尽相同, 各有特色, 但并非是杂乱无章或无规律可循的。它们在形成演化中往往具有相似的生成环境, 相近的构造背景和相仿的变形样式, 这就为我们利用“比较解剖学”的方法去研究造山带的形成、演化成为可能。

## 1 大地构造相调研技术路线

1991年许靖华明确提出: 造山带的组成、成因和演化并非杂乱无章, 而是依一定形式的“四维蓝图”组成的<sup>[1,2]</sup>。造山带的蓝图是由造山带大地构造相叠加构成<sup>[3]</sup>。

近年来大陆造山带研究的新理论层出不穷, 各家利用“比较解剖学”所建立的大地构造相概念亦不相同。如Robertson按照造山带的发展阶段, 即离散、汇聚、碰撞、走滑等过程分出29种大地构造相单元<sup>[4]</sup>, 比较好地揭示了单旋回造山带的形成、演化过程, 但他所划的某些构造相对多旋回的古老造山带未必实用。

大陆造山带的结构十分复杂, 所保留下来的地质记录比较零星、极不完整。这是因为多旋回造山带作用使得早期保存的地质记录被后期的构造所破坏, 特别是逆掩推覆或侵入体的吞噬、变形变质等作用。

作者立足于准噶尔、天山地区的古亚洲多岛有限洋盆, 具有典型的“多旋回、软碰撞、弱造山”的特点, 应用“比较解剖学”的原理, 按照大陆造山带的发展不同阶段: 即离散、汇聚、碰撞、走滑及造山带后内陆演化等五个阶段来研究造山带大地构造相。在研究中从全球动力学角度

收稿日期: 1999-08-17; 修订日期: 1999-09-16

第一作者简介: 梁云海(1936- ), 男, 湖南古丈人, 地质矿产高级工程师, 1959年毕业于长春地质学院地质系, 主要从事区域地质调查及构造研究

出发,从历史分析入手,运用多学科、多层次剖析,准确地把握各地质历史时期造山带发展的各个阶段区域地质背景的总体分析<sup>[5]</sup>。通过对野外观察,应用大地构造相的概念来描述,了解每一个大地构造相单元。通过对每个构造单元的时态、相态、位态及序态的研究来揭示大陆造山带的形成演化,建立造山带演化模式的“四维蓝图”。

## 2 大地构造相研究方法

新疆的阿尔泰、准噶尔、天山、昆仑、喀喇昆仑等造山带虽然具有不同的结构和演化历程,但却都经历了离散、汇聚、碰撞、走滑及成陆后的演化等过程,形成了具有相似的大地构造背景、生成环境、变形样式的构造相单元。这就为应用“比较解剖学”研究造山带的形成演化提供了坚实的基础。例如离散环境的火山型裂谷、天折裂谷,大陆被动边缘的斜坡构造相、扩张脊构造相;汇聚环境:消减带蛇绿杂岩构造相、岛弧构造相、弧前盆地构造相、弧内盆地构造相、弧后盆地构造相;碰撞环境:海沟复理石增生楔构造相、折返上冲变质杂岩构造相(包括蓝闪石片岩及中—深层次变质杂岩)、残余洋盆构造相、残余海盆构造相、前陆盆地构造相、造山后拉张盆地构造相;走滑环境:转换盆地构造相、走滑拉分盆地构造相等。

鉴于准噶尔、天山是典型的多旋回造山带<sup>[5]</sup>,地壳有多次离散、汇聚及碰撞、走滑等构造作用。拼贴成陆后的后期构造作用又往往是在前期构造格局的基础上重新扩张或挤压褶皱—冲断及走滑拉分,多期不同形式的造山作用的叠加,使得保存下来的原始地质记录更趋复杂。昆仑造山带,其多旋回更加复杂,加之渐新世以后印度次大陆与亚欧大陆碰撞,并强烈的向北推挤和下插,致使昆仑造山带发育有一系列向北逆掩的推覆构造。地壳大量缩短,造成地质记录缺失更多,为大地构造相研究带来不少困难。

本文提出的大地构造相是建立在野外地质观察研究基础之上,地质学家可以充分利用已有的知识和经验来描述、解剖造山带中所存在的各种构造环境下的构造相单元。大地构造相实际上是造山带的组成与结构的一个基本“构件”。不同的构造相代表不同的沉积环境、古地理及构造背景。通过大地构造相分析研究可全面剖析演绎造山带的形成、演化,合理地恢复造山带框架的结构“四维蓝图”。也为不同造山带的系统对比研究提供一个有效的简便对比方法。

从大地构造相的概念中不难看出,更多的趋向于沉积相,沉积盆地成因类型及火山岩、深成岩的成因及产出大地构造环境的研究。其研究方法及步骤如下(图1):

### 2.1 沉积地质学的研究

大地构造相在某些方面与沉积相的概念相一致,沉积地质学家利用沉积相来恢复沉积过程;而大地构造相则为我们建立造山带的框架与结构蓝图,每种大地构造相都是造山带框架中的一个“构件”。与大地构造相伴随的有沉积物质的时态、相态、位态等内容。时态包括年代地层、生物地层、生态地层、事件地层、磁性地层;相态包括沉积相、生态相、事件相、环境相;位态包括岩相古地理、生物古地理、构造变形及大地构造背景(构造古地理)、古地磁等。上述内容以沉积相、相序、沉积体系域、沉积事件、沉积旋回、层序地层(序态)的研究最为主要。它们能较清晰地反映出造山带沉积盆地的形成、演化过程、沉积作用与大地构造环境,较好地再造造山带古海(洋)盆地的时空结构。因为不同的大地构造相有不同的沉积相和相序,能帮助确定沉积环境的大地构造背景及海洋性质。进而恢复不同沉积环境下形成沉积物质的相对位序,有利于复原造山带沉积盆地的原型。沉积盆地的形成和演化受大地构造背景和地球动力学条件的控制,在不同大地构造背景和不同动力学条件下形成的盆地,其内部结构和沉积特征有较大的差异。

因此, 沉积盆地在其发展的不同地质历史阶段随着大地构造背景的改变而使盆地性质发生变

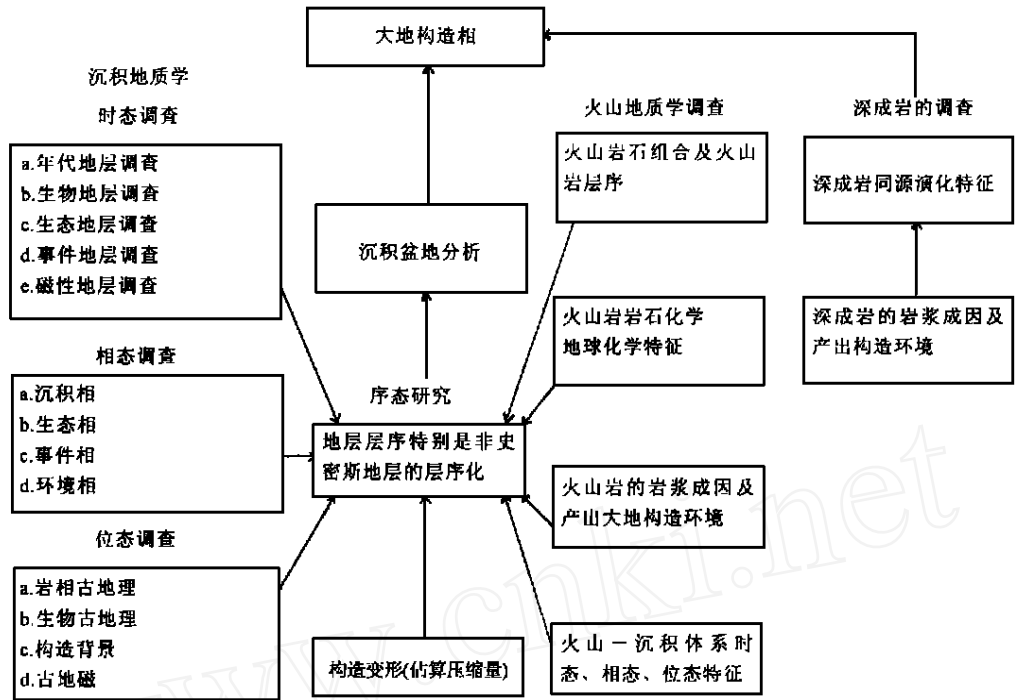


图 1 大地构造相研究方法步骤图解

Fig 1 Diagram of study measures of tectonic facies

化。所划的大地构造相亦应随之改变。如本区考克赛尔盖—色克森巴依一带的沉积盆地, 在晚志留—早泥盆世为早古生代残留岛弧上的上叠盆地, 到中泥盆世由于洋盆俯冲作用使早古生代残余岛弧发生扩张, 在原来的上叠盆地基础上进一步发展成为弧间盆地, 其南北均为晚古生代岩浆弧。在大地构造相划分上, 晚志留—早泥盆世为残余弧上叠盆地构造相, 中泥盆世则相应划为弧间盆地构造相, 其南北为岛(岩浆)弧构造相。又如克拉麦里—塔克札勒蛇绿岩带, 早期可分为洋盆构造相及海沟盆地构造相, 晚期由于俯冲作用而使蛇绿岩套肢解, 与海沟沉积物混杂, 形成了消减带蛇绿杂岩构造相。当洋壳物质俯冲到 10~ 20 km 的深处时, 形成蓝片岩, 由于地幔浮力的影响而折返上冲到浅部, 并且常常把中—深层次的变质岩一起带到浅部形成了折返上冲蓝闪片岩构造相或折返上冲变质杂岩构造相(变质岩相可以由绿片岩到高角闪岩相或麻粒岩相)。

在造山后期的前陆盆地, 根据新疆具体情况前陆盆地往往具有两种类型沉积特征, 下部为复理石沉积, 上部为磨拉石沉积。因此, 在划分大地构造相时如可能则应将二者分开, 前者为前陆复理石盆地构造相; 如果变形复杂, 褶皱断层发育, 则可划前陆褶皱冲断构造相; 后者为前陆磨拉石盆地构造相。之所以这样, 是因为磨拉石构造相的出现标志着挤压隆起急剧抬升, 遭受强烈的剥蚀, 在山前形成快速堆积, 标志着造山运动的结束。

鉴于新疆准噶尔、天山、昆仑等造山带均为多旋回造山带, 地壳经过多次压缩和强烈的变形, 对确定沉积物的位态, 特别是沉积岩相古地理及沉积环境有一定的困难, 必须借助于生物古地理(生物地理区)、古地磁(古纬度变化及运动学)及构造变形的研究(主要估算其缩短量)。



## 2.2 盆地分析

沉积盆地与造山带是在统一的构造框架和动力学体制下形成的, 造山带可看作是沉积盆地演化的最终产物。沉积盆地分析是建立在对沉积物的时态、相态、位态及构造变形等野外调查和室内测试、古地磁资料的基础上进行的。因此, 盆地分类是盆地分析和研究的基础, 也是大地构造相分类的首要问题。

### 2.2.1 盆地地球动力学分类

在充分综合已收集的野外资料和各种测试资料的基础上, 准确把握区域大地构造背景, 用地球动力学对沉积盆地进行科学分类是大地构造相划分的关键。按地球动力学可把沉积盆地分为离散、汇聚、碰撞、走滑等四大类型。然后依据盆地基底的性质、盆地形成时大陆边缘的性质、盆地在板块上或板内的位置等三大原则对沉积盆地进行详细分类。如在离散背景下陆壳基底上的内陆拗陷盆地, 以准噶尔、塔里木等大型中—新生代拗陷盆地为代表; 内陆断陷盆地如吐—哈中—新生代断陷盆地、陆间裂谷等。洋壳基底: 有深海盆地、扩张脊等。汇聚背景下过渡壳基底有: 弧前盆地、弧内或弧间盆地、弧后盆地等; 碰撞背景下有: 前陆盆地等; 走滑背景下洋壳基底转换盆地; 陆壳基底走滑拉分盆地等不言而喻。

### 2.2.2 盆地成因机制的探讨及地球物理模式的建立

目前对盆地成因机制的探讨尚处于假说阶段, 主要认识有: (1) 由于拉伸和侵蚀而造成地壳减薄; (2) 岩石圈的冷却收缩; (3) 沉积和构造负荷造成岩石圈凹陷。前两种以离散环境为主; 后者以汇聚环境为主, 其主导思想是以水平运动为基础。盆地的形成演化与基底的性质和构造有密切关系。地壳内部构造变形控制着盆地的形成、发育与消亡。而基底构造又往往受地球动力学背景的控制, 所以在盆地分析过程中要注重开展三维动态模拟的研究。

## 2.3 火山地质学研究

火山岩岩石学、岩石化学、地球化学, 早已成为独立的分支学科, 不再细述, 但火山岩的岩浆成因、形成大地构造环境是划分大地构造相的重要依据之一。火山岩的岩石组合、结构构造、岩石化学、地球化学等特征可以比较精确地指示大地构造背景和形成的古地理环境。将火山-沉积盆地作为统一的体系来研究, 更能准确地划分大地构造相。因为不同的大地构造背景及古地理环境下火山岩的岩石组合、结构、构造、岩石化学、地球化学特征完全不同, 在造山带中火山岩不仅分布广泛, 而且火山岩、火山碎屑沉积岩与沉积岩往往互为过渡, 没有截然的界线, 纵横向上联系紧密, 所以火山-沉积体系更能深入地反映盆地的形成演化和地球动力学机制。

## 2.4 深成岩的研究

深成岩的研究历来是大地构造研究与划分的重要理论支柱之一。是槽台学派用来区分优、冒地槽的重要标志。板块学说问世以后, 把深成岩的研究引向深入, 将深成岩生成环境分为前造山、同造山、后造山、非造山等。不断地揭示出深成岩的产出大地构造环境, 岩浆形成深度、温压条件和岩浆分异程度等。从动态的角度来研究同源岩浆演化的特点, 应用岩浆从地球深部带来的信息, 研究造山带深部化学作用与物理作用的过程, 把造山带从二维研究推导向“三维”研究。目前岩浆岩岩石化学和微量元素、同位素的研究已逐渐发展成为各自独立的学科。

从新疆深成岩的时空分布特点来看, 明显地受陆壳板块边缘活动带的控制, 不同时代的深成岩呈巨大的岩基带状分布。由于地壳运动往往具有不规则的周期性和脉动式, 而导致不同时代, 不同成因的侵入岩在空间上相互穿插叠置, 经抬升遭受剥蚀。故现今的造山带也是巨大的岩浆带。由于大地构造背景的不同, 岩浆岩的岩石组合类型及成因类型、岩浆来源各异。如离

散环境下: 蛇绿岩、热底辟反序侵位超基性-基性杂岩、正长岩-霞石正长岩组合等。它们来源于地幔(M型), 是地幔物质部分熔融上侵的结果。汇聚与碰撞环境下: 以中-酸性侵入岩为主, 在造山的不同阶段, 岩浆岩的成因类型有所差别, 其中壳幔混熔型(I型)岩浆主要形成于前造山的岛弧期, 部分形成于同造山期或后造山期; 壳源型(重熔或S型)岩浆主要形成于同造山或后造山期。通过深成岩的研究可以详细地剖析造山作用的全部过程, 使得大地构造相的划分更加细微, 从三维空间恢复造山带框架结构蓝图。

由上述几个方面研究大地构造相, 可帮助我们对复杂造山带结构、演化有一个更为清楚的认识。这一方法不仅帮助我们较为精确地建立造山带各部分功能的三维空间“构件蓝图”, 揭示出造山带的形成、演化的全部过程, 而且对沉积盆地分析, 非史密斯地层的有效层序复原, 火山-沉积体系的研究, 造山带地球动力学研究, 造山机制等方面无不具有促进作用, 其应用具有广阔前景。各个造山带大地构造相的划分不可能有统一的格式, 因为不同造山带中保留的地质记录多寡不同, 没有保存下来的地质记录则不必建立大地构造相, 所以不同造山带的构造相可以根据保留下来的地质记录的多少进行增加或减少。这就要求我们在应用大地构造相理论和研究方法时, 不拘于将所有大地构造相全部划出, 而应结合造山带的实际情况有所创新和发展。

## 参 考 文 献

- [1] 许靖华 弧后造山作用及其大地构造相[J]. 南京大学学报, 1994, 6(1): 1~ 11.
- [2] 李继亮 碰撞造山带大地构造相[A]. 现代地质学研究文集(上)[C]. 南京: 南京大学出版社, 1992. 9~ 21.
- [3] 梁斌, 王国灿, 田军 碰撞造山带的大地构造相及研究意义[J]. 地质科技情报, 1999, 18(1): 8~ 11.
- [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] 陈哲夫, 成守德, 梁云海, 等 新疆开合构造与成矿[M]. 乌鲁木齐: 科技卫生出版社(K), 1997. 19~ 31.

## TECHNOLOGICAL ROUTE AND ANALYTIC WAY OF INVESTIGATION AND STUDY ON TECTONIC FACIES

L IANG Yun-hai, L I Wen-qian, L I Weidong, L I Yaoping

(National Regional Geological Surveying Party of BGMRED of Xinjiang, Urumqi 830011, China)

**Abstract:** Base upon the characteristics of typical multicyclicality, soft collision and weak orogeny of ancient asian archipelagic ocean, applying to comparative anatomy principle, on the view of global dynamics, combining with historical and polysubject, multi-layered analysis, and exactly grasping regional geological setting of every geological historical stage, and reveal formation and evolution of continental orogeny, the authors make out a four-dimension blueprint of orogenic evolution pattern by observing geological outcrops in the field and study on the time, facies, location and sequence condition of each unit.

**Key words:** tectonic facies; comparative anatomy