

一种最新的大地构造理论——地体理论

李乃胜

(中国科学院海洋研究所)

本世纪六十年代,板块构造理论开创了地学研究的新纪元。20多年来,板块构造一直是世界各国地学界最活跃的论题。近年来,地学界又出现了一门最新的探索地壳演化规律的大地构造理论——地体(Terrane)理论。这种理论已用来解释环太平洋地区地壳构造演化。

一、地体的类型

根据目前研究,地体可分为地层地体、混杂地体、变质地体和复合地体四种类型。

(一) 地层地体

是一类具有连贯地层层序的地体,根据地层结构又可分为四个亚类。(1)大陆碎块型。这些地体普遍存在前寒武纪大陆基底,上面覆盖古生代和中生代的浅水沉积岩系。它们是原来古大陆边缘分开裂解的碎块,如印度洋中的塞舌尔滩(Seychelle)是漂浮在洋壳上的陆壳残块,具有6.0—6.3km/s波速的花岗岩层,为典型的陆壳结构。(2)洋盆碎块型。具有大洋地壳特征的镁铁质与超镁铁质岩系,上覆深海沉积物。其实例如加利福尼亚的普厄托(Puerto)地体。这类地体一般有蛇绿岩基底和深海沉积物,更新的地层则反映出大陆边缘的沉积环境。(3)火山弧碎块型。这些地体主要由火山岩或火山岩岛弧的深成侵入岩根部以及火山来源的沉积碎屑所组成。它们的成份与现代活动火山弧(如阿留申火山弧)相似。如阿拉斯加的半岛地体和加利福尼亚的萨利尼亚(Salinia)地体。(4)边缘海盆碎块型。这些地体主要由浅海到深海的杂砂岩构成,其中以大陆供来的石英、长石质碎屑组成的海下沉积扇

占主要地位。如日本的四万十地体。

(二) 混杂地体

这类地体以岩性不均一、时代不一致为特征,内部多发育断层。这些地体中常发育剪切碎裂的页岩、复理石、蛇纹岩、蓝片岩等,有的还含有浅水灰岩和深水燧石岩块、杂砂岩团块和砾石透镜体。如美国加州北部的弗兰西斯科(Francisco)地体和阿拉斯加的朱卡奇(Chugach)地体均属此类。

(三) 复合地体

这类地体是在运移过程中,由两个或多个独立的地体拼合,焊接在一起并经历了一段共同的地质历史,在同一大地构造背景下形成了与其有成生联系的沉积岩系作为覆盖层。如中国的扬子-华南地体即是一例。

(四) 变质地体

受区域变质作用影响,使整个地体具有区域规模的穿透性变质组构,而且变质矿物的发育达到了使原岩地层特点与地层关系模糊不清的程度。除了变质作用的差别外,这些地体与相邻地体在原岩性质上必须有明显的不同。其实例如:阿拉斯加的育空-塔那那(Yukon-Tanana)地体。

地体的概念于本世纪七十年代提出。我国的一些学者在近几年陆续把这一理论应用于中国的大地构造分析研究中去。目前,我国地体构造分析研究工作多在华南、昆仑及秦岭地区展开。

二、地体的拼合与增生

研究表明,地体的发生发展经历了一个从

生成—裂解—运移—拼合—增生—固结的复杂演化过程。有些地体在演化过程中经历了长途运移,这些地体主要是古岛弧或古消亡火山弧、海底高原、海岛、古扩张脊、热点海山链、弧后盆地、大陆边缘碎块,以及一些复杂的增生地体,如蛇绿岩碎块等。大洋板块载着这些规模大小不等的地体不断地向大陆边缘运移,当洋壳向下俯冲时,这些地体就被剥落,与大陆发生碰撞并与其焊接在一起形成新的大陆地壳。

在地体发展演化过程中,有两种彼此相似但又无直接关系的重要地质事件。早期的一种事件叫做拼合 (Amalgamation), 晚期的一种叫增生 (Accretion)。两种事件的时间间隔可以很长,也可以彼此非常接近。

(一) 拼合作用

指两个或多个地体,在与大陆边缘碰撞之前的运移中合并在一起形成复合地体的作用。这种拼合作用有时可形成规模巨大的超级型地体,而组成这种地体的每个单元则称为次级地体。地体拼合的方式多种多样,拼合的时间有先有后。其拼合作用实例如:弧—弧拼合型,例如阿拉斯加的亚历山大 (Alexander) 和兰吉尔 (Wrangellia) 地体;弧—大陆—大洋—混杂地体拼合型,如加利福尼亚南部的萨利尼亚—图宏加—斯坦利山—圣西蒙地体的拼合。

(二) 增生作用

是指一个地体(单个的或是复合的)碰撞或焊接在大陆前缘,形成在地层组合、构造型相、或古生物组合上明显不同的新陆壳。这种增生作用可分为三种类型:(1)碰撞增生作用,主要指从外地漂来的地体与大陆边缘碰撞嵌合的地质作用。(2)俯冲增生作用,指洋壳沿着深海沟向下俯冲时,被刮落下来的俯冲洋壳上的薄层沉积—火山岩系加积到大陆边缘的地质作用。(3)筑造增生作用,指大陆边缘附近洋壳的岩浆弧直接与大陆嵌合并最后与大陆固结成一体的地质作用。

地体在增生作用过程中,有的地体内部发生了强烈的构造变形变质作用,有的则基本保

留了原来构造形式,仅发生轻微的变质作用,这取决于每个地体在增生过程中的具体条件。地体的增生作用不仅可以产生区域性的地壳运动,造成强烈的褶皱作用,冲断裂作用,渗透性变质作用,以及在绿片岩相、蓝片岩相和角闪岩相条件下发生的重结晶作用,而且还可以导致相应大陆边缘的地球物理场特征发生明显的变化。例如东南太平洋的纳斯卡海岭和胡安·弗尔南德海岭正在向南美西部边缘俯冲,这种碰撞作用导致了大陆边缘的地震、火山作用和地貌特征的各种变化。

地体增生之后,由于板块边界条件的改变以及斜向俯冲造成的巨大水平位移,原来地体可能再度发生裂解离散,致使其碎块再与别的地体发生碰撞复合。由于大洋板块与大陆板块以及地体间的持续相互作用,将使地体增生后的陆壳边缘构造进一步活化,发生强烈的构造形变。这种构造形变作用通常是大规模的断裂作用和褶皱作用。增生期后的走滑断裂作用可使地体发生位移、旋转,使增生作用过程中形成的构造进一步复杂化。

三、地体构造分析方法及应用

(一) 地体边界的确定

所有地体都必须和相邻地体以大型断裂或复杂的断裂带分界,这些分界地带通常以混杂堆积带、蓝片岩带和蛇绿岩带为特征。在许多情况下,地体边界常为隐伏断裂带。值得注意的是应综合分析、仔细区别作为地体边界的断裂和一个特定地体内各连续构造单元的分界断裂。此外可借助测定侵入体及火山岩体的 Sr^{87}/Sr^{86} 比值来确定地体边界。如:加利福尼亚的萨利尼亚—西莫哈维与塞伊安地体间界线的圈定即是一例。塞伊安地体的初始 Sr^{87}/Sr^{86} 值大于 0.7060,而萨利尼亚—西莫哈维地体是以初始 Sr^{87}/Sr^{86} 值小于 0.7060 的具铁镁岩石圈特征的分布线与前者分开。

(二) 地体位移测量

由于以断裂为边界的地体具有不同的地层结构特点,说明它们彼此发生过或多或少的相对运动。目前主要用下面几种方法确定相对运动:(1)线性地质单元,如岸线、岩墙群、褶皱枢纽等水平错距的测量。(2)拟合断错开的相似地层系或不同的岩石类型。(3)拟合位移了的生物地理区。(4)拟合气候控制的岩性特点(如红层、盐沼等等)。(5)古地磁测量确定古纬度。

(三) 地体拼合与增生时间关系的确定

在地体分析中,可用盖层沉积记录及与地体活动有关的岩浆活动来确定地体的拼合及增生作用事件,通常用下列方法:(1)上覆岩系,上覆地层沉积覆盖在两个不同的并已拼合在一起的复合地体上,其上覆岩层的最老时代可用来判定地体拼合与增生的上限。(2)异地碎屑,在某一个地体上突然发现来自相邻地体的碎屑,说明了两地体的联接。如加利福尼亚州的斯坦利山地体上的近海花岗岩漂砾,表明在晚白垩世它就与萨利尼亚地体连在一起了。(3)侵入体连接,不同的岩石组合被花岗岩质侵入体焊接在一起,确定侵入体的年代即可确定拼合事件的时代。

(四) 沉积作用分析法

对地层地体进行沉积层序、沉积结构分析,可反映该地体形成发展的地质历史。由于大陆边缘及洋盆中的孤立地块受到相应的构造作用及海面升降等因素的影响,必定留下特有的地史遗迹,在某一特定地体里会随之出现相应的岩相变化。因此,通过沉积作用分析可以鉴别出各种彼此没有成因联系的岩性组合,并确定出两个或多个地体的拼合作用。

(五) 变质、构造分析法

在正常洋盆条件下,一般不会发生强烈的区域变质作用。但当大洋板块把地体运移到俯冲带附近时,其温度、压力明显变化,在不同的温压条件下生成一系列不同变质相的特征变质矿物。因此,用同位素测定方法等手段,测定地

体中与增生作用有关的变质矿物,即可确定增生作用发生时期。

对地体内特有构造型式或变质组构进行分析,有可能确定地体拼合和增生作用年代。属于“地体特殊型”的构造特征和变质组构仅发育在地体范围内,而没有穿越该地体边界,说明这些构造事件可能在地体碰撞、增生到大陆之前就已发生,而与后期的造山作用无关。

(六) 综合分析恢复地体漂移史

对地体内部保留下来的各种构造记录、岩相、岩性建造及古生物组合和沉积速率等进行综合分析,有助于恢复地体的形成背景及漂移史。还可以分析地体的岩石组合特征来推断它当时的构造背景。分析地体中是否包含热、寒带不同气候层来推断当时它所处的地理位置。

通过上述地体分析方法可以做到:(1)在造山带中鉴定地体的存在,确定其边界,论述其分布和发育特征。(2)把地体内部各个时期的动植物群演化特点与相应的古地理区域变化联系起来。(3)确定地体演化时期的古纬度变化。(4)探讨太平洋地区及周围克拉通地区的古太平洋演化史。通过对古老的碰撞、增生、焊接进来的地体研究来完成太平洋老于侏罗纪的古地理复原工作。(5)通过地体构造分析,揭示洋陆壳过渡变化规律。(6)了解陆壳增生机制,揭示地壳演化规律。

四、环太平洋地体分析

近年来,地体理论的出现,使地质学家对环太平洋地区的造山带及岩石组合有了新的认识。地体理论的支持者们在太平洋盆地周围地区作了广泛的研究,并取得了重大进展。一个初步的环太平洋地体构造图已发表(D. G. Howell, 1985),从图中可以看出每个大陆边缘造山带中的地体拼合增生现象。

1. 北美西部。在太平洋板块冲击北美西海岸的地方,主要发育由岛弧和其它大洋物质组成的地体。在过去 1.8 亿年间堆积在海岸线上,由海岸到大陆的平行山脉含有一系列北西向滑

动断层,新贴积的地体发育成一系列平行海岸的长条带。特别是中生代和新生代分别有一些地体增生在美国华盛顿州、俄勒岗州和加州北部等地区。阿拉斯加主要由中生代和新生代增生的地体构成。在阿拉斯加南部现在正进行着地体增生作用。

2. 南美西部。正在插入安第斯山南部和南极半岛之间的斯科舍海区,正在生成新的地体。从智利南部到秘鲁,安第斯山脉呈近直线延伸达 3000 公里,除了过去两亿年来的俯冲作用外,似乎没有地体增生的标志。从秘鲁中部到加勒比海,呈现出复杂的地体拼合与增生结构。

3. 欧亚大陆东缘。这里大陆地壳由老的大陆碎块组成。每一碎块与距今 6—2.5 亿年间的古生代时期拼合的地体侧面相接,或者被它们包围。实际上西伯利亚地台似乎是一系列地体沿之向外堆砌的后障。大约自 3 亿年起至约 6 千万年前,当印度次大陆向北碰撞时,许多地体拼合一起形成了亚洲大陆。目前,新赫布里底火山弧的一部分正增生在翁通-爪哇洋底高原南侧,如果将来珊瑚海闭合了,那么,被增生的火山弧所包围的翁通-爪哇高原很可能成为澳大利亚的一大附加部分。

4. 西南太平洋海岸,本区的陆壳块体是由部分冈瓦纳古陆解体产生的。可以看出多次的地体拼合增生形成了现代位于东部南极洲和西部澳大利亚陆核之外的增生陆壳。

五、结 语

通过上述对构造地层地体理论的简要介绍,可归纳出如下几个要点:(1)地体可分为地层地体、变质地体、混杂地体和复合地体四种类型。(2)单个地体可以通过拼合作用与另外地体合并为复合地体。通过增生作用增置在大

陆边缘上,使大陆增长。(3)拼合和增生作用通过碰撞、俯冲和走向滑动来完成,它们常伴以造山运动,发生变质、变形。(4)地体增生后,还可再度裂解、运移,以至再度拼合、增生。这种过程旋进往复,形成复杂的地质演化史,导致了复杂的构造格局。(5)环太平洋构造带是由构造地层地体通过复杂的嵌合关系形成的。因而,地体可作为分析这种复杂构造格局及其发展演化的基本单元。

参 考 文 献

- [1] 李继亮, 1984. 国外地质 2: 1—9.
- [2] 吉雄, 1985. 大地构造与成矿学 9(3): 271—281.
- [3] Howell, D. G., 沈德富译, 1986. 科学 3: 30—39.
- [4] Howell, D. G., Jones, D. L., 1983. Tectonostratigraphic terrane analysis and some terrane vernacular. Proceeding of the circum-Pacific terrane conference. pp. 6—9.

生态环境发展趋势与对策研讨会 在四川乐山市召开

由中国科学院环境科学委员会主持召开的“生态环境发展趋势与对策研讨会”于1987年11月8—12日在四川省乐山市召开。参加这次会议的有国家科委、中国科学院、高等院校及有关省市环保单位的学者、专家、科技工作者共 100 多人,会议共收到论文报告 100 多篇。

会议进行了学术交流。代表们在发言中,就我国生态环境发展趋势与采取的对策,重点围绕我国“八·五”期间生态与环境研究的主攻方向和重点课题进行了热烈的讨论,从而为国家今后和“八·五”期间制订生态与环境科研方向提供战略性意见。会议开得生动活泼,并取得圆满成功。

(肖余生)