

## 中、新生代全球岩石圈水平运动特点 及其对中国大陆构造演化的意义

吴珍汉

(中国地质科学院地质力学研究所)

近百年来,国际地学界对岩石圈的水平运动进行了长期不懈的研究工作。本世纪初,魏格纳等提出大陆漂移假说,推断地质历史时期大陆曾发生过长距离的水平运动。李四光(1926, 1929, 1972)依据地球表面的构造变形规律与海水进退规程,比较系统地论述了固体地球表面的水平运动特点及其与地球自转的关系。本世纪六十年代问世的板块构造学说,依据海底磁异常条带、大陆古地磁、地球物理、古生物与古地理等方面的丰富资料,良好地阐明了大部分岩石圈块体的相对水平运动规律及其对全球构造演化的控制意义。近 20 年来,应用多种地质、地球物理与多种先进的空间测量技术,分别对十年尺度、百万年尺度与亿年尺度上的全球岩石圈块体的绝对水平运动规律进行了观测与研究,取得了突破性进展。本文综合已有地质、地球物理与空间测量方面的资料,剖析中、新生代以来全球岩石圈水平运动的基本特点及其与中国大陆构造演化的关系。

### 1. 中生代全球岩石圈水平运动基本特点

1) 总体西向运动的主导性 无论据地质、地球物理,还是空间测量资料,无论是亿年尺度、百万年尺度还是十年尺度,全球岩石圈都存在总体西向的绝对水平运动。热点的视运动良好地揭示了中生代以来太平洋板块、北美大陆、南美大陆与大西洋岩石圈块体的显著西向绝对水平运动,与李四光(1972)据地质构造资料推断的这些块体的运动方向基本一致。建立在海底磁异常条带、转换断层等资料基础上的 NUVEL-1 模型与 AMO-2 模型良好地反映了百万年尺度上的全球岩石圈整体西向运动趋势。而近 20 年来的空间测量资料则良好地说明了全球岩石圈的现今总体西向运动特征。这些都从不同侧面论证了新生代以来岩石圈西向运动的主导性。

2) 速度矢量场的有序性及与地球自转的相关性 综合多方面资料得出的全球岩石圈中,新生代绝对水平速度矢量场,充分显示了全球岩石圈块体水平运动的高度有序性。在全球岩石圈总体西向运动的总背景上,叠加有东南大西洋—西南印度洋岩石圈的东向回流;南半球岩石圈的西向流与东向流在东、北印度—澳大利亚一带汇合,形成全球唯一的岩石圈北向流。这股快速北向流与缓慢西向流汇聚于欧亚大陆南缘。全球各岩石圈块体的运动都受这种有序的绝对水平速度矢量场所制约而呈现出有序运动,并且其中大部分块体的水平运动方向与速度大小及与此相关的洋壳扩张速度都与地理纬度呈现出良好统计相关关系,说明了中、新生代以来全球岩石圈水平运动与地球自转的良好相关性。

3) 连续性与突变性 无论是全球岩石圈水平速度矢量场,还是主要岩石圈块体的水平运动速度,在不同时间尺度上都表现出良好的统计相关关系,说明全球岩石圈的水平运动具有良

好的连续性与继承性。此外也应看到,不同时期岩石圈水平运动的方向有时尚存在一定的突变性。如太平洋板块水平速度矢量方向与俯冲方向中生代以来发生了多次较显著的转变,导致相关的东亚西滨太平洋带压性—压扭性主干构造线方向由印支期—早燕山期的 NE 向转变为晚燕山期—喜马拉雅期的 NNE 向,使夏威夷等热点的视运动方向由 45Ma 以前的 SSE 向转变为 30Ma 以来的 SE 向。北美—西北大西洋岩石圈的总体水平运动方向在 160—10Ma 期间以 NW 向为主,而现今已变成以 SWW 向为主。南美—西南大西洋岩石圈块体的总体水平运动方向在 40Ma 前后发生了一次突变,由 NW 向为主转变成近 EW 向为主,而现在则又变成 SWW 向为主。可见,中、新生代以来全球岩石圈的水平运动具有连续性与突变性相统一的特点,而以连续性居主导地位,突变的幅度一般都比较小。

4) 不均匀性 不同岩石圈块体,其水平运动速度存在大小与方向的不均匀性。在运动方向方面,虽然大部分岩石圈块体以西向运动为主,但其中很多块体的运动方向不是严格的西向,而是近似西向,如北美与南美大陆以 SWW 向运动为主,太平洋板块以 NW 向运动为主;欧亚大陆的水平运动方向在东部以 NW—西向为主,在西部却以西—SWW 向为主。尚有一些岩石圈块体以东向运动或北向运动为主,前者如西南印度洋与东南大西洋岩石圈,后者如澳大利亚与北印度洋岩石圈,非洲大陆则以逆时针方向的水平旋转运动为主。在水平运动速率方面,不同岩石圈块体水平速度亦不尽相同,速率较大者如太平洋板块,其 NW 向水平运动速率达 6.7—10.4cm/a,印度与澳大利亚大陆自晚白垩世以来存在 5.0—7.8cm/a 的快速北向运动,扬子与华北地块在晚二叠世—三叠纪曾存在 6.2—9.1cm/a 的快速北向运动;速率较小者如南美大陆、北美大陆与东、西大西洋岩石圈,其中生代末期以来西向运动速率一般仅为 2.0—3.7cm/a,仅局部速率达 4.5cm/a;速率最小者可能是非洲大陆中部,作为逆时针旋转运动的轴心,其在晚白垩世以来基本未发生显著水平运动。另外,同一时期同一岩石圈块体内部不同地块之间及在不同深度,尚存在不尽相同的水平运动特点,如中国大陆现今很多地震的发生便与地块垂向上不同深度圈层的相对滑动及平面上不同块体之间的相对运动存在成因联系,反映中国大陆岩石圈的水平运动在平面与垂向上的双重不均匀性。还应指出的是,同一岩石圈块体不同时期的水平运动速度也常存在不同程度的变化,包括长周期变化、短周期变化与地震、火山等诱发的跳跃性变化。

## 2. 中、新生代全球岩石圈水平运动对中国大陆构造演化的制约作用

中国及邻区大陆岩石圈中,新生代以来的构造演化存在很多特殊性,如构造—岩浆活动的长期性与多旋回性、造山作用的复杂性与多样性、强烈陆内构造变形的多期性与陆内地震活动性等。既发育典型的陆缘俯冲造山带与陆—陆碰撞造山带,也发育多种类型的陆内造山带<sup>①</sup>;既发育全球最高的山脉(喜马拉雅山)与最高、最大的高原(青藏高原),也发育典型的大陆裂谷带(汾渭裂谷系、华北与下辽河裂陷盆地等);既发育 EW 向构造体系与 NE—NNE 向构造体系(新华夏系),也发育总体上呈 NW 向的歹字型构造体系;既有强烈的陆缘岩浆与地震活动,也存在广泛的陆内岩浆与地震活动;不同时期、不同方向、不同类型的构造—岩浆活动相互叠加、相互影响,形成复杂而且不断变化的区域构造格局。正是中国大陆构造的复杂性与特殊性使包括传统的槽台学说与现今盛行的板块构造学说在内的现有大地构造理论在中国的应用都受到限制与挑战,从而使中国大陆成为当今国际地学研究的焦点与热点地区及今后发展大陆动力学理论的关键地区。不同时间尺度上全球岩石圈水平运动规律与速度矢量场的研究,为阐

<sup>①</sup> 崔盛芹,1994,全球构造带分类,《大陆构造学术讨论会》论文。

明中、新生代中国及邻区大陆构造形成演化的动力学背景提供了重要依据

中、新生代以来中国及邻区在全球岩石圈水平速度矢量场中处于非常特殊的部位,即处于全球岩石圈强大北向流与西向流的交汇部位,而且这种特殊部位在全球是唯一的。晚古生代—中生代早期,强大岩石圈北向流驱动华北、扬子等大陆克拉通以  $6.3-9.1\text{cm/a}$  的速度快速向北运动,导致古亚洲洋与秦岭古特提斯洋的封闭及相关的强烈陆缘造山作用,形成阴山、秦岭与南岭等巨型纬向构造体系。印支期,来自太平洋方向的古大洋岩石圈快速西向流开始影响中国东部及邻区,至燕山期这股西向流的影响达到高潮,已波及大兴安岭—太行山西缘及其以东的广大地区,导致东亚西滨太平洋带中生代广泛的构造—岩浆活动与强烈的陆内挤压造山作用,形成燕山与秦岭等不同类型的陆内造山事件及 NE—NNE 向新华夏构造体系。喜马拉雅期,甚至  $135\text{Ma}$  以来,岩石圈强大北向流驱动印度大陆以  $5-7\text{cm/a}$  的速度快速向北运移,这股快速北向流与欧亚大陆的缓慢西向流汇聚于欧亚大陆南缘,导致特提斯洋的不断缩小并在  $35\text{Ma}$  前后最终封闭,使印度大陆与欧亚大陆发生强烈的陆—陆碰撞作用,形成青藏高原与喜马拉雅山,伴随这个过程形成青藏歹字型构造体系。中、新生代不同时期这些力学过程的相互叠加与相互影响,导致中国及邻区构造—岩浆活动的长期性与多期性及不同构造体系之间的复杂复合关系,形成动态的、高度复杂的区域构造格局。因此初步认为,全球构造运动的有序性与中国大陆在全球岩石圈水平速度矢量场中的特殊地位决定了中国大陆构造演化的特殊性与复杂性。