

板块构造学说与地震

Plate Tectonics and the Earthquake



潘绍焕

Pan Shaohuan

1956年毕业于华南工学院土木系。中讯邮电咨询设计院教授级高级工程师。享受国务院政府特殊津贴。长期从事邮电建筑结构设计工作。

摘要 介绍了关于地球地壳运动的板块学说理论,主要内容是板块运动的动力、板块的划分、板块的分界线,以及板块构造学说与地震的关系。解释全球地震发生的原因和位置,宏观地说明全世界主要地震带就存在于板块分界线上,为城市建设、局址选择、工程建设提供了重要的决策依据。

关键词 地壳运动 地震 工程建设

Abstract Plate tectonics is explained, including motive force of crustal movement, delimitation and boundary of plates, relation between plate tectonics and earthquake. Causes and position of global earthquakes are explained. It points out that the major seismic belt lies on plate boundary. It provides important decision basis for municipal construction and project site selection.

Keywords Crustal movement Earthquake Project construction

0 前言

板块构造学说是关于地壳运动规律的学说,地壳板块的发展与变化直接影响到人类的生存环境。板块活动不以人们的意志为转移,人类只有在认识大自然的客观条件后,顺应它的发展规律,才能不断改善自己的生存环境。因此,了解板块学说的内容,必将提高我们科学认识地球的水平。

据统计,世界上每年发生约500万次地震,人能感觉到的约有5万次,破坏性地震18次。这些地震中除少数的局部地震,即所谓的内陆直下型地震外,95%的地震发生的原因和位置用板块构造学说均可

得到圆满的解答。该理论从全球的范围全面地解释地震发生的原因和位置,提供了客观的世界范围的地震概况,使我们对地震的认识达到了新的高度,其结果无疑会促进城市建设和抗震设计水平的提高和发展,在指导邮电建筑的局址选择、通信路由的确定、抗震应急措施的采用等方面都将产生积极的效果。笔者根据宋春青、张振春编著的《地质学基础》一书和历年来报纸上陆续发表的有关板块学说科研新成果的内容,编写成本文,供读者参考。

1 地球的六大板块

板块构造学说认为,地球的岩石层并不是整体一块,而是被一些

所谓的海岭、海沟、岛弧、转换断层所分割,形成若干个单元,这些单元就称之为板块。法国地质学家勒皮顺将全球岩石层分为六大板块,即太平洋板块、亚欧板块、印度洋板块、非洲板块、美洲板块和南极洲板块。图1中粗线为板块分界线。

六大板块的划分只是初步的划分。在大板块中又可划分出许多小板块。如美洲板块可以分为南北美洲二个板块,有把菲律宾、阿拉伯半岛、土耳其等作为独立小板块的,在亚欧板块中又可分出东南亚板块。有学者认为,我国大陆部分是由南北两大板块碰撞而成的。两大板块的拼合线横贯东西、绵延4000km,东起山东荣成,向南到江苏,又折向

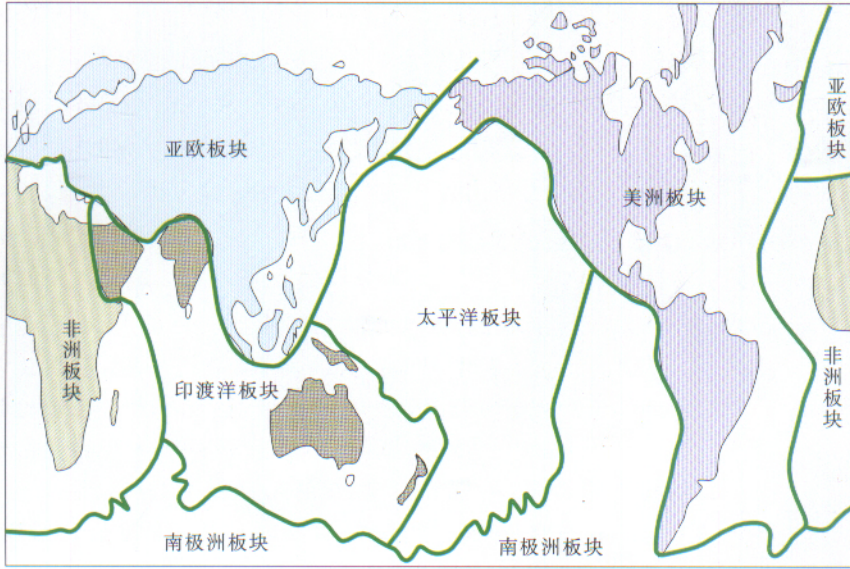


图1 地球的六大岩石圈板块

西北方向的大别山、秦岭,一直到达柴达木盆地北沿,是目前发现的世界最长的板块拼合线。

2 板块的分界线

在每个板块内部一般都是比较稳定的,但板块之间的交界处则是地壳活动比较频繁的地带,其表现是这一带常有火山喷发、地震活动以及地壳之间的挤压、褶皱、断裂、地热增高、岩浆上升和地壳俯冲等地质现象的出现。

板块的分界线有4种类型。

2.1 海岭

一般指大洋底部的山岭。在大

西洋中间有中大西洋海岭,在印度洋中间有中印度洋海岭和西南印度洋海岭。这些海岭具有地震活动性,也有称之为中脊的。中脊由两条平行的脊峰和中间的峡谷构成。太平洋也有地震活动性的海岭,但在太平洋的中间,而偏在东边,其形状不甚突出,没有两排脊峰,一般将其称为东太平洋中隆。海岭是海底分裂产生新地壳的地带,地幔物质从海岭中涌出后向两侧扩散,是板块生长扩张的边界。

2.2 转换断层

连续绵延的中脊被许多横断层

切成小段,这不是一般简单的平移断层。海岭虽被切成许多小段,但仍保持海底分裂的作用,另一方面是各段之间发生水平错动,这种断层称为转换断层(见图2)。在转换断层的错断带上,岩石破碎,容易被侵蚀,在海底形成明显的海槽。

2.3 俯冲带和深海沟

当大洋地壳板块由海岭向两侧扩张移动遇到大陆板块与其相碰撞时,由于洋壳的岩石密度大,位置较低,便俯冲到大陆板块之下,此处称之为俯冲带,俯冲的角度通常是 45° 。洋壳继续向下俯冲,进入地幔,最后被温度很高的地幔熔融而消失。所以俯冲带也是板块消亡带。在俯冲带上两个板块之间生成一个海沟,此沟平行于两个板块的边界,多位于俯冲板块一侧,延长很远。沟底的海水温度常在 100°C 左右,沟底地壳的温度则更高,处于半塑性状态(见图3)。如太平洋板块被深达 $7\,000\sim 11\,034\text{ m}$ 的深海沟所环绕。南美洲西海岸外侧有一条很长的秘鲁智利海沟,在印度洋的东北角有深达 $7\,729\text{ m}$ 的爪哇海沟。所以,俯冲带与深海沟和大陆板块上由于挤压碰撞而产生的新生山脉,三者相伴是板块分界线的重要特征。

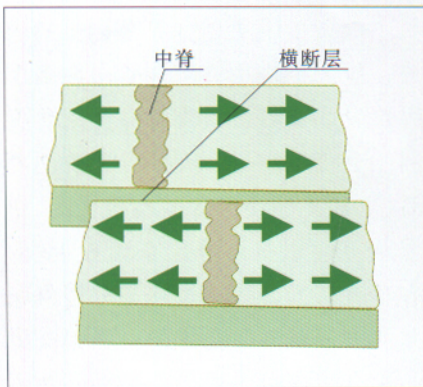


图2 转换断层示意图

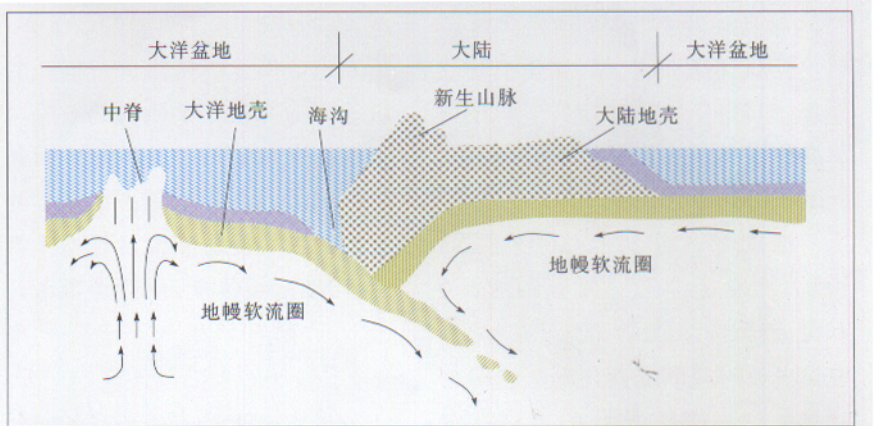


图3 中脊、板块俯冲、海沟示意图

2.4 地缝合线

两个大陆板块相撞,直接接触地带岩石挤压变形,构成褶皱山脉,使原来分离的两块大陆缝合起来,称地缝合线。如亚欧大陆与南亚次大陆之间,原来是古地中海的一部分。由于坚硬的印度洋板块北上向亚欧板块南缘俯冲,古海槽褶皱成喜马拉雅山,就是二大板块的地缝合线,既有频繁的地震,又有继续上升的迹象。我国青藏高原也因此强烈抬升。喜马拉雅山脉海拔高度平均 6 100 m,主峰珠穆朗玛峰的高度是 8 848.13 m,这个高度是 1975 年由我国公布的。我国 1994 年 5 月在珠峰地区测定的数据及资料统计分析表明,珠峰每年上升 1.27 cm,证明该地区有继续上升的迹象。很明显,8 848.13 m 只是珠峰历史上的高度了。如果把测量精度放宽到以 m 为单位,则 8 848 m 可以适用较长的时间。

3 板块运动的动力

地球由地壳、地幔和地核三部分构成。地壳下面是厚约 2 900 km 的地幔,接近地核的地幔物质的温度比接近地壳的上地幔的温度要高。因此,地幔物质产生对流现象,这就是板块运动的动力。

地壳的生成和板块相互水平移动的原理,主要是按海底扩张学说进行解释的。大洋中的海岭是地幔对流上升的地方,地幔物质不断从这里涌出,冷却固结成新的大洋地壳。后涌出的地幔物质又把先前形成的大洋地壳向外推移,自海岭向西侧每年以 0.5~5 cm 速度扩展,不断为海洋地壳增添新的条带。当移动的大洋地壳遇到大陆地壳时,就俯冲钻入地幔之中。在俯冲地带由

于拖曳作用,形成了很深的海沟,如太平洋周边的深海沟,主要有秘鲁智利海沟、中亚美利海沟、阿留申海沟、千岛海沟、日本海沟、小笠原海沟、马里亚纳海沟、菲律宾海沟、汤加海沟和克马德克海沟。它们的深度在 6 600~11 034 m 之间。也由于大洋地壳的俯冲挤压作用,在深海沟旁边的大陆板块上形成了新生的山脉。有的地方则为一连串的岛弧(弧形列岛),亚洲大陆东缘的弧形列岛上的山脉与极深的海沟伴生。

俯冲带实际上是一个面,洋壳大约以 45° 的倾斜角钻入大陆地壳下,逐渐为地幔吸收同化,所以,海洋地壳是由大洋中脊诞生,到海沟岛弧带消失。因为它一面生长一面消亡,不断更新,大约 2 亿年至多 3 亿年就可以全部更新一次,所以海底岩石都很年青,没有比中生代更老的沉积岩和基岩,而中生代距今仅为 2.25 亿年。

4 大洋的发生与发展

按照板块构造学说的理论,地幔对流不仅在海洋中发生,而且在大陆中也进行着。上升的地幔热流涌出的地方将发生破裂,形成地沟,如东非大裂谷。这条大裂谷分东西两支。东支南起莫桑比克的希雷河口,经马拉维湖、坦桑尼亚、肯尼亚、埃塞俄比亚,过红海至死海北部,自南至北纵贯东非大陆,全长约 5 800 km。西支则较短,但长度也有 1 700 km。裂谷带一般深达 1 000~2 000 m,宽数十 km 到 300 km,形成一系列狭长而深陷的谷地和湖泊,这是非洲大陆开始开裂的表现。正处于产生新地壳而两旁陆地将要外移的前夕,火山活动强烈,这个大

裂谷可视作大洋地壳发生的胚胎期。作为世界地理上的奇观,我国领导人访问肯尼亚时,也去参观了这个大裂谷。今后,继续发展的结果,将迎进海水,裂缝宽度由小到大,达到相当于现今的红海和亚丁湾那样的程度时,可称为大洋地壳发展的幼年期。如果继续再扩展下去,在漂移离开的两块陆地之间就会形成大洋。据专家估计,如果扩展速度以每年 5 cm 计,最多经过 1 亿年即可造成一个新的大西洋。

太平洋是地球上最老的大洋。它的最古老的沉积岩是侏罗纪沉积层,距今只有 1~2 亿年。这说明侏罗纪之前,西太平洋已经有深海沟和俯冲带存在了。而那时大西洋可能还没有,或者只是处于大陆开裂阶段。因此,可以认为现在的大西洋正处于大洋地壳发展的成年期,而太平洋则处于衰退期,地中海可代表大洋地壳发展的终了期,它是宽阔的古地中海经过长期变化后的残留部分。次大陆长期北移,最后和欧大陆相撞,合为一体。在两者的缝合线上,由于挤压形成巍峨的喜马拉雅山脉,可以代表大洋地壳发展的遗迹。按照板块学说,大洋的发展可以分为 6 个阶段(见表 1)。

大陆漂移的学说认为,大西洋两岸的地形是互补的,南美大陆东部亚马逊河流域地区凸出部分与非洲大陆西部海岸的刚果至几内亚的凹进部位相对应,可以把它们完全拼合在一起。魏格纳从收集的大量地质学和古生物学资料中发现,除了海岸线形状一致以外,地质剖面上层次和年龄也是一致的。说明两块大陆过去是一个整体。后来大陆分裂了,板块飘移了,出现了大西洋。

表 1 大洋发展阶段

阶 段	举 例	活 动	沉 积	变质程度
胚胎期	东非大裂谷	上升	很少	轻
幼年期	红海、亚丁湾	上升与扩展	窄小的陆架、蒸发岩	轻
成年期	大西洋	扩展	广大的大陆架、冒地槽式沉积	轻
衰退期	太平洋	挤压	岛弧、优地槽式沉积	有些
终了期	地中海	挤压与上升	多样沉积	可观的
遗痕 (地缝合线)	喜马拉雅山	挤压与上升	红层与碎屑岩	重大的

5 板块构造学说与地震

5.1 产生地震的原因

按照板块学说的解释,由于板块分界线处板块顶端部分相互挤压、碰撞、拖曳、摩擦等导致岩石中产生应力(静挤压力),其应力以岩石弹性的形式储存积累,当应力超过岩石弹性极限后,岩石以突然断裂、破碎、错位为契机,立即发生回弹,释放原积累的弹性应力,产生地震。一处应力的突然释放,必然引起附近上下岩石应力的改变,再通过一段时间余震以达到新的力学平衡。因而,是挤压引起了岩石断裂,突然断裂引起了地震。这就是构造地震成因的“断层回弹”说或称为“弹性回弹”说。此学说比较科学地揭示了构造地震的发生机制。

5.2 产生地震的位置

简单地说,板块分界线处就是地震活动频繁的地带,具体地说,地震位于:

- a) 中脊和中脊两侧。
- b) 大陆分裂带及其两侧。

此两处地质构造简单,地震带狭窄,都是浅源地震(0~70 km),震级小。

c) 地缝合线处,此处地质构造复杂,附近以浅源地震为主,偶有中

源地震。

d) 俯冲带的45°俯冲面处。该处地质构造复杂,地震带较宽,浅中深发地震都有。其规律是:在海沟与岛弧之间多为浅源地震,地震频繁,由海沟-岛弧向大陆方向震源逐渐加深,多为中源地震(70~300 km),再向前则为深源地震(300~700 km),它们构成一个45°坡度的从海沟-岛弧开始向大陆下面倾斜的地震带,这是实际的地震带。它与板块学说的俯冲面完全一致。千岛群岛和日本群岛东边的太平洋千岛海沟、日本海沟,地震裂度7度(相当于我国11~12度)的特大地震,每5~10年发生一次,我国地震也有10年活跃,10年平静,反复发作的规律。

据我国国家地震局观测得知,中国大陆板块作为亚欧板块的一部分,正在向东南方向仰冲,而菲律宾板块是随太平洋板块向西北方向俯冲。于是两者之间的接触面上形成了挤压和碰撞,造成菲律宾、日本以及我国台湾等地频繁的强烈地震。

5.3 世界上主要地震带的分布

世界上有两个主要地震带,分别是环太平洋地震带和地中海南亚地震带,世界上95%的地震发生在这两大地震带上。

环太平洋地震带是指太平洋东西两岸的南北走向的地带,全球约80%浅源地震和90%的中源和深源地震发生在此地震带上。

地中海南亚地震带是略呈东西向,横贯亚洲、欧洲南部和非洲北部的地带。全球约20%的浅源地震和10%的中源和深源地震基本上发生在此地震带上。

上述两大地震带是现在世界上火山和地震活动最频繁的地带。

以上两大地震带都在板块的分界线处。如环太平洋地震带,实际的位置是美洲大陆以西的东太平洋的中亚美利安海沟、秘鲁智利海沟以及亚洲的俄国、日本、菲律宾以东的西太平洋的千岛海沟、日本海沟、琉球海沟、马里亚纳海沟、菲律宾海沟以及澳大利亚以东的汤加海沟和克马德克海沟。而南亚地中海地震带则位于印度洋板块和非洲板块与亚欧板块南端的分界线处。

由此可知,板块的划分与全球地震的分布是一致的。有人认为,板块构造学说是目前解释地震带分布的完善理论。

我国是多地震国家,位于世界两大地震带之间。东边是太平洋板块,南边是印度洋板块,地震频繁,给生命和财产造成巨大的损失。抗震防灾任务十分繁重。除了做好个体建筑的抗震设计外,更应在城市建设,重大工程建设的局址选择,通信线路的网络设计等多方面慎重考虑两大地震带及我国大陆内部的一些小板块的地震影响,趋利避害,以收到事半功倍的效果,为抗震建设多作贡献。

收稿日期:2003-12-06 (编辑 李薇薇)