

青藏高原地壳与上地幔物理的 综合研究及主要成果

滕 吉 文

青藏高原的地壳与上地幔物理研究，关系着地震活动、成矿规律、大陆漂移、板块构造、巨厚地壳的形成、高原隆起的原因和隆起后对人文气候的影响，以及今后的变迁与演化等，多年来，中国科学院和地质矿产部等部门在取得丰富资料的基础上，对青藏高原进行了较全面的地球物理研究，取得了重大成果或论点。诚然，就现有资料而言，仍有许多重大问题有待进一步深入研究，得出规律性或本质性的论据，但就目前已取得的成果或论点而论，无疑为青藏高原的地球物理研究和青藏高原的开发利用打下了良好的基础。

1. 青藏高原是研究地震活动最为重要的地区之一，其地震活动又与其它地震区不同，特别是喜马拉雅地带。该区重力观测资料结果表明，珠穆朗玛峰地带的均衡重力异常比青藏高原内部大90或50毫伽，说明喜马拉雅地带并未完全达到均衡。在冈底斯山和喜马拉雅弧形山系之间有正负相间的三条磁异常带：冈底斯—念青唐古拉—横断山脉负磁异常带、仲巴以西—藏南低分水岭—雅鲁

5. 岩石测量的采样方法无特殊要求，比水系沉积物测量和土壤测量的采样范围应稍大一些，在10~20平方米内拣块组合即可。方法简便，采样效率高。

我国是一个具有多种复杂景观条件的国家，选用化探方法时必须结合不同的景观特点，因地制宜，才能取得良好的地质、找矿效果和经济效益。

(甘肃省地矿局物探队)

藏布江大拐弯处的正异常带和喜马拉雅负异常带。

大陆内部印度板块与欧亚板块的衔接并不是一条窄的缝合线，而是一条宽约300公里的大陆板块碰撞挤压过渡带。区内有着强烈的构造形变、地震、地热与岩浆活动，以及地球物理场的突变。我们提出的碰撞挤压过渡带概念，很可能是大陆板块的碰撞与接界的特征。

2. 利用高原湖泊中水下爆炸进行地壳与上地幔的深部探测结果表明，高原地区地壳巨厚。雅鲁藏布江以北地壳厚度为70~75公里；南部自羊卓雍错或普莫错到佩古错一带处于两大板块碰撞与俯冲地带，地壳厚度亦达70余公里；由羊卓雍错或普莫错到南部的亚东，即喜马拉雅地带，地壳厚度由70公里向上抬升到50公里左右。在层状地壳介质中地壳里面存在两个低速层（厚约5~10公里，速度为5.8公里/秒），即埋深为20公里左右有一低速层（高原南北均有），而在下地壳中还有一低速层（雅鲁藏布江以北深为40公里左右，南部为30公里左右，并向南翘起）。喜马拉雅山南北两麓为地壳结构的突变带，雅鲁藏布江是一条大断裂带，向下延伸至上地幔顶部，断层面倾角很陡，存在着一条宽约30~50公里的破碎带。喜马拉雅地带是一个地壳厚度突变地带，在两大板块碰撞后，地壳皱缩与增厚，形成一系列逆冲断层、褶皱和山系，否定了美国人(HomasA, 1965)提出的两个地壳在此叠加的推论。

3. 大量的古地磁研究指出，自冈瓦纳古陆解体以后，印度板块分为唐古拉块体

(A), 拉萨块体(B)和喜马拉雅块体(C), 相继向北漂移, 在漂移过程中同时存在旋转运动(图1)。雅鲁藏布江是始新世—渐新世

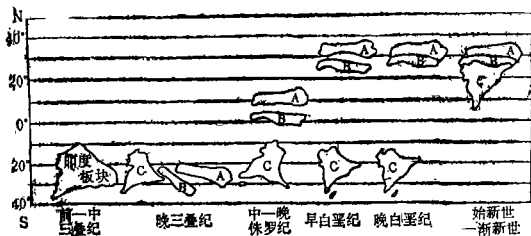


图1 不同地质时期A、B、C块体向北漂移过程示意图

形成的一条最后的界线。唐古拉块体是在白垩纪与欧亚板块相接, 而拉萨块体则为晚白垩纪相碰, 所以形成了三条相应的板块碰撞界带。由于证实了这一运动与演化的过程, 使多年来各国地球科学家对这两大板块界带是在恒河平原北部, 还是在雅鲁藏布江……的争论得以澄清。

4. 雅鲁藏布江是具有特异地球物理场特征的地带与界带, 且存在着上地幔物质上涌。这里的热流值很高, 在羊卓雍错和普莫错所测群点的平均值为4.25和2.08HFU, 比喜马拉雅地带和藏北高原均高。羊八井热田区几个小于100米的浅孔实测温度已达160℃, 地热梯度为2.9~3.3℃/米, 是地壳平均地热梯度的100倍。雅鲁藏布江及其以南的喜马拉雅地带, 地热活动显示的天然热流量总计为 5.2×10^5 大卡/秒, 占西藏全境总热流量的7.65%。等温居里面埋深为16~30公里, 说明在上地壳与下地壳中均有热储, 根据温度曲线, 在20~50公里深处温度可达800~900℃。

尽管在喜马拉雅地带没有见到什么火山活动与遗迹, 然而却有水热爆炸、间歇喷泉、喷气孔、冒气穴、沸泉、热水湖……等近代火山活动地区的典型特征。这是由于印度板块早期向欧亚大陆之下俯冲, 俯冲下去的物质逐步熔融, 而后两大板块又相继碰撞

与挤压的结果。这是碰撞挤压过渡带的水热活动特征, 而且与全球地热活动带相关。喜马拉雅地热带向西延入克什米尔, 再向西经阿富汗、伊朗、土耳其等与地中海地热带相接; 往南, 由腾冲地热区经缅甸和印度尼西亚岛弧, 与环太平洋地热带相接。因此, 喜马拉雅地热带乃是全球性地热带的重要组成部分。

5. 青藏高原巨厚地壳的形成是由于印度板块向东北方向运移, 与欧亚板块碰撞并长期挤压的结果。在不断的挤压过程中, 地壳内部温度升高, 物质熔融与重力分异, 造成了高原物质由东部边缘向东南方向运移, 形成了高原南部与北部的较大差异, 地壳介质在横向是不均匀的(图2)。由于高原北缘坚硬块体的阻隔, 故在受力边界——喜马拉雅地带形变剧烈和以主边界大断层及主中央大断层为代表的逆冲断层系列的强烈活动, 地壳发生大幅度的水平褶皱与增厚, 因而构

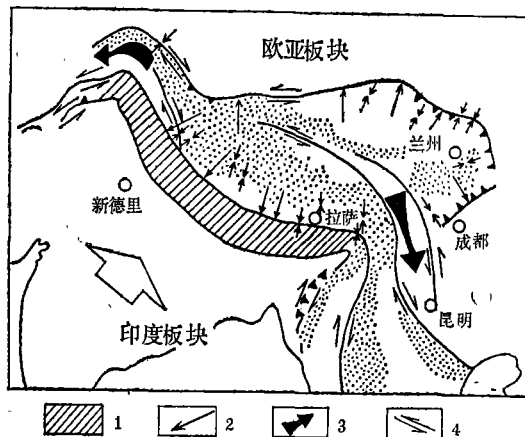


图2 印度板块与欧亚板块碰撞挤压过渡带示意图

1—两大板块碰撞挤压过渡带; 2—构造应力方向; 3—岩石圈物质运移方向; 4—断层两侧物质运动方向

成了高原本体地壳巨厚和高原南北边缘地带相对减薄的格局。喜马拉雅地带不仅形变剧烈、构造复杂, 而且也是地壳与上地幔埋深和起伏的转折部位。

根据天然地震体波的研究, 高原地区上

地幔顶部速度高于喜马拉雅地带，却又低于印度半岛，证明岩石圈刚性度有差别，刚性小则易形变，这可能是喜马拉雅山脉地区深部运动比高原内部都要强烈的原因之一。喜马拉雅地带地壳并未达到均衡，高原仍在升起。

由于高原地区下地壳与上地幔顶部均处于温度较高的状态下，剪切模量变小，故在印度板块的挤压作用下，高原的岩石圈相对容易形变。上地壳中的形变以逆断层和褶皱形式表现出来。下地壳和上地幔顶部可能以塑性流变形式吸收形变能，并使得高原地形隆起地壳增厚，而地幔软流层也变浅，故高原地区，不存在地震波传播的“影区”。所以，冈瓦纳古陆解体后，运动加剧，运动速度加快，约以 10~15 厘米/年的速度向北运移。由于唐古拉块体、拉萨块体与喜马拉雅块体的形成与分别北进，又相继与欧亚板块相碰，于是构成了一幅地壳运动的复杂图象，形成了两大板块碰撞挤压过渡带内的特异地球物理场特征。尤其是在雅鲁藏布江地带由于碰撞、挤压、形变、分异、上地幔物质上涌，

形成了一条长达 1500 余公里的蛇绿岩带，并伴以混杂堆积和局部地区兰闪石片岩的出现，构成了该带附近的地壳—上地幔构造、空间展布与速度分布的模式（图3）。

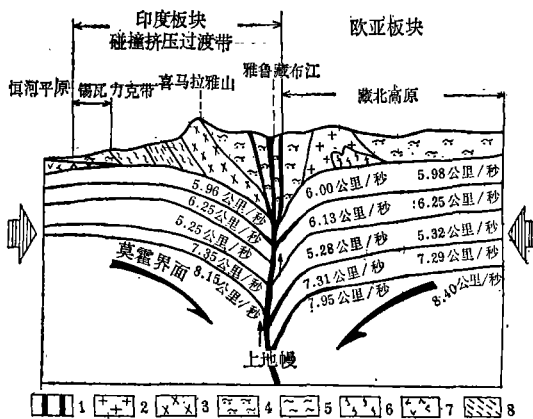


图3 欧亚板块与印度板块碰撞挤压过渡带与地壳模式示意图

1—镁铁及超镁铁质岩石（海洋地壳），2—花岗岩与花岗岩闪长岩；3—花岗岩，4—复理石；5—片麻岩；6—混合岩；7—花岗质岩石；8—片岩

（中国科学院地球物理研究所）



氟中毒 与 地质环境

如果人体长期摄入含氟量高 (>3.0 毫克/升) 的饮水或食物，便会导致氟中毒，患上氟骨症。

氟中毒是有地域性的。现从地质和水文地质条件特点，看我国氟中毒分布规律。

浅层或潜水高氟区：主要分布在我国北方干旱、半干旱地区。如黑龙江、吉林、辽宁、内蒙、

河北、山东、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆等地。这些地区主要受火山喷出岩、花岗岩等影响，通过降水淋滤、迁移、富集，在地形低、排水不畅、蒸发强烈的地区（这些地区又多为土壤盐碱地或次生盐碱化地区），使地面水中的氟离子富集、浓缩。导致浅层地下水含氟量高。一般在 5 毫克/升，最高可达 32 毫克/升。

深层高氟水区：主要分布在渤海滨海平原，如辽宁的盘山、锦县、天津、塘沽、沧州、德州、惠民等地，地质条件多为海陆交替相地层。在古地理环境的影响下，深层地下水含氟量很高，最高可达 7.0 毫克/升。

高氟温泉地区：主要受地质构造影响，多分布在大陆板块边缘地带和断裂带，如广东丰顺、福建省的南靖汤坑。

与矿山有关的含高氟地区：分布在萤石矿、磷灰石矿及花岗岩等的出露区。如辽宁的义县、浙江的义乌、河南的方城等。

另一种类型是当地燃煤中含氟量较高的地区。如湖北恩施、贵州的毕节、四川珙县等。这些地区饮水中含氟量并不高，常由于在室内烘烤粮食没有排烟装置而造成。

（孙昌仁提供）