

一九二〇年海 原地震强烈原因的探讨

陈家超 冯霞英

孙振家

(广东省地震局)

(中南矿冶学院地质系)

七十年代以来, 板块构造理论从海洋研究引进到大陆以后, 对板内地震震级增大等原因进行了不同程度的研究。但是, 由于陆壳与过渡壳、洋壳之间差别较大(表一), 演变过程不一样, 地震形成的机制不同, 板内地震震级增大的原因至今仍然是一个有争议的问题。

本文从板块构造学说出发, 并结合其他一些大地构造学说、震源物理学的基础知识, 试图对1920年海原地震震级增大的原因作一探讨。

表一 地壳结构特征

大陆壳	过渡壳	大洋壳
M30—50Km (43Km)	M15—30Km	M5—15Km (7.3Km)
上壳层 { 沉积岩层(盖层)		
沉积岩为主、部分火成岩。	大陆边缘(大陆架~	
M3.4KmV _{2.5} —4.5Km/S	大陆阶)	
硅铝层或花岗	上部: 变质陆沉碎屑岩	
岗层(基底层)	和变质中酸性火山岩、	
	花岗岩。	岛弧
	下部: 花岗岩、花岗片	大洋岛屿
	麻岩、角闪斜长片麻岩。	M0.4KmV _{1.5} —3.4Km/s
M20KmV _{4.5}	花岗岩层与玄武岩层	硅镁层或
—6.5Km/S	不易明显区分	玄武岩层
..... 康拉德界面		火山—沉积岩层
下壳层: 硅镁层或玄武岩层		玄武岩流、变质
变相中、基性火山岩及部		沉积物
分苏长岩、斜长岩等。		M1.2Km
M20KmV _{6.5} —7.2Km/S		V ₅ Km/S
		玄武岩层
		蛇纹岩、辉长岩、闪岩
		M5.7KmV _{6.8} —73Km/S
..... 莫霍洛维奇界面		
上地幔		

一、两种不同类型的强震

从大地构造类型的角度出发, 强震基本上可以划分为地槽和后地台两种基本类型。

地槽型强震主要见于陆壳与洋壳之间的过渡地带, 即板块俯冲带附近。这类地壳“花岗岩”层还没有完全分异出来, 属过渡型地壳(表一)。强震发生的机制系板块沿着45°—50°的倾斜面发生间歇性俯冲, 浅源、中源、深源地震表现出有规律的变化。其次, 也见于板块俯冲褶皱形成带(又称地槽回返后的褶皱带)。这种地壳低熔组分Si、Al、K、Na、F、H₂O等已初步分熔出来, 具有双层结构特征, 即上地壳“花岗岩”层和下地壳“玄武岩”层, 属大陆型地壳。这种地带板块俯冲总的趋势是

逐渐减弱,碰撞、挤压占主导地位,地震强度和频度次于过渡地壳的俯冲带,除有中源和少量深源强震外,主要是浅源强震。

后地台型强震主要见于大陆地壳后地台活动区上地壳“花岗岩”层。在孕震和发震过程中,不但存在着区域性强大的水平作用力,而且也确实存在着垂直作用力。垂直作用力来源于上地幔,地壳受热膨胀隆起,或活动性“穿壳构造”带根部上地幔介质向地壳底部侵位造成。因此,地震发生时破裂滑动面上不但具有明显的错动力水平分量,同时也存在着较显著的倾滑分量,属大陆型浅源强震^[1],它与地槽型强震有较大区别(表二),如1920年海原8.5级地震属这种类型。震级增大与地壳断块大小、

表二 地槽型和后地台型强震特征简表

特点 \ 地震类型	地 槽 型	后 地 台 型
大地构造类型	地槽区	后地台区
地壳类型	过渡地壳或褶皱带陆壳	大陆地壳
震中位置	板块俯冲带附近或俯冲形成的褶皱带	大陆“穿壳构造”带附近
震源深度	浅、中、深震源	浅源。以分布在上地壳“花岗岩”层为多见
发震机制	板块间歇性俯冲或挤压碰撞(在褶皱带迭加有垂直隆起)	断块互相挤压、碰撞,迭加有垂直隆起。
地震强度	大(最大 ≥ 8)	次大(M最大 ≥ 8) ²⁾
地震频度与重复率	高	次 高 ²⁾
地震活动分带性	长带状,长者达数千公里	短带状或雁行状,长者达上千公里
地震影响场	长轴或椭圆状	短轴、椭圆状或不规则状
前兆异常分布	长带状	短带状、面状、网格状
地震序列类型	多属前震—主震—余震型或震群型	多属前震—主震—余震和主震—余震型,亦有震群型 ²⁾
震中迁移	沿构造呈线状对迁	多呈递错迁、定迁、也有呈线性对迁或对迁

注:据魏柏林同志资料

活动方式,“穿壳构造”活动的特点、会合状况,上地幔物质向地壳底部侵位的程度,以及地壳应力积累单元和调整单元的大小、调整的充分与否等有一定关系。

二、一九二〇年海原地震强烈的原因

海原地震发生在中国东、西两大块体的接合部位,即银川—昆明深断裂带的西侧。上述两大块体又各自由大小不同的断块以及活动方式有别的深大断裂交织组合而成。二者之间的大地构造演化、地貌、构造体系、地壳厚度、莫霍界面位置、地球物理特征、大地热流值、新构造活动方式和强度等都有较显著的差别。如:

(1) 东部块体先期曾有过由北往南逐步推移的槽台演化过程,后来又经历了由南往北逐步推进的台地活化的地壳演化;而西部块体则先期经历过由北东向南西逐步推移的槽台演化,后来又出现

了由南往北逐步推进的地台活化的演化历程。

(2) 东部块体地貌上主要是中低山、丘陵及平原。山脉和构造线呈北东向雁行式排列；西部块体地貌上则以中、高山为主，镶嵌有高原和盆地，山脉和构造线呈北西向线状分布。两个块体的山脉和构造线往南向南北接合带靠拢会合，呈羽状对称。

(3) 东部块体地壳厚度较薄，多数为30—35公里，莫霍界面较浅；西部块体地壳较厚，一般50—70公里，莫霍界面较深，南北接合带正处在地壳厚度转换部位。

(4) 在重力异常方面，东部块体布格重力异常值在0—200毫伽，具有北北东、北东和北东东短线状、雁行式排列；西部块体布格重力异常值约在-100—-450毫伽，线性异常以北西或北西西走向为主，变化一般比较急剧。南北接合带位于从东部高重力向西部低重力的梯度急剧变化地带，异常的总体方向近南北，但局部有变化。^[2 3]

(5) 东、西块体地热显示不一，具有西高东低特点。

(6) 东部块体进入后地台活动区余动期，地热相对下降，刚性相对提高，张性断裂占主导地位，新生代以来多数断裂转变为正断层或平推—正断层性质，形成的构造盆地以张性为主^[4]。西部块体后地台活动区正处在活动剧烈期，地热流高，块体塑性相对高，压性占主导地位，断裂主要表现为平推—逆断层或平推—逆掩断层性质；形成的断陷盆地为压性盆地^[5]。

显然，上述两大块体之间的差异是地壳演变过程的不同、上地幔长期不均衡隆起以及太平洋板块、西伯利亚板块、印度板块对中国地壳作用的结果。这种不均衡隆起产生的水平挤压力至今仍然存在，并各自有向对方块体发生挤压和碰撞，导致南北接合带应力的集中和加强；同时，太平洋板块向西推挤，印度板块向北北东挤压，也必然导致两大块体在接合带附近碰撞进一步加强。这就是南北接合带活动强烈的基因。随着它的活动性加强，接合带的断裂逐步扩大、加深到地壳下部，成为一条不连续的南北“穿壳构造”带。在这条带北段，即银川地堑以南至天水地区，上地幔介质沿“穿壳构造”根部上隆侵位到地壳底部，从而在这些构造部位迭加有一个垂直构造应力场，使这些地区一些部分有时应力特别集中。因而，地震频度大，强度也高。

其次，在西部块体上以北祁连古俯冲带为界，可分出南北两个次一级的断块体，北部为阿拉善断块，南部为青甘断块。这些断块呈现出不均衡隆起，派生出水平挤压力较大；同时西伯利亚板块南移对阿拉善断块的推挤以及印度板块对青甘断块北北东向挤压，逐使北祁连古俯冲带受到强烈挤压和碰撞，导致北祁连古俯冲带复活。据毛桐恩等人的研究，西、海、固地区上地幔低阻层呈拱状隆起，埋深只有74—84公里，距离不远的西吉测点埋深约106公里^[6]。同时地面具有圆形隆起。这就说明北祁连古俯冲带在这个地区已扩大、加深成为一条不连续的“穿壳构造”带。并且，上地幔介质向上侵位产生出垂直作用力，迭加在强大的区域水平应力场上。

海原地处南北接合带和北祁连复活古俯冲带的会合部位，承受着各块体之间的水平挤压力和本身的垂直作用力具有发生强烈地震的地质条件。

三、应力调整和积累单元在海原地震中的作用

上述情况只说明有发生强烈地震的条件，能否发生、发生在哪里？还决定有无应力积累和调整单元的存在及其大小。一般积累单元越长，结构完整性越好，调整单元的调整条件越充分，就意味着积累单元积累的应变能量越多，发震的级别也越大，这一点从许多震例中得到印证。

海原地震积累单元的长轴超过220公里，与震源体积大致相近，自晚古生代固结以来，相对于东端南北接合地带和西段景泰地区是结构较完整的地段。它处在古俯冲带弧形闭锁部位，在北东东向水平压应力和旁侧上地幔隆起挤压下，应力进一步加强。

积累单元东端为南北接合地带和北祁连古俯冲带的会合部位，地壳活动强度大，岩石破碎，是较理想的调整单元；西端的景泰地区虽然也是一个调整单元，但调整不够充分，因而Ⅷ—Ⅸ级等震线在西端收敛很快，东端则呈扩大的囊状，显现出积累单元东边释放能量大，破裂面由北向南东传

播[7]。

综合上面所述,海原地区具备发生特大地震的地质条件和地球物理背景,这是1920年海原发生8.5级地震基因所在。

参考文献

- [1] 陈家超等, 1983, 中国后地台活动区型的岩石动力特征和浅源强震发震模式, 地球动力学中岩石力学性质学术讨论会论文摘要汇编。
- [2] 陈国达等, 1977, 中国大地构造概要, 地震出版社
- [3] 殷秀华等, 1980, 中国大陆区域重力场的基本特征, 地震地质, 4期。
- [4] 汪一鹏, 1979, 我国板内地震和中新生代应力场, 地震地质, 3期。
- [5] 陈国达, 1979, 地洼构造研究现状, 大地构造与成矿学, 2期。
- [6] 毛桐恩等, 1982, 中国南北地震带(北段、中段)的深部环境与地震关系的初步探讨, 地震地质, 2期。
- [7] 国家地震局兰州地震研究所等, 1980, 一九二〇年海原大地震, 地震出版社。