

1989年山西大同一阳高6.1级地震评述

□ 武 粤

引言

1989年10月18日深夜和19日凌晨，在雁北境内桑干河畔、六棱山麓的大同、阳高、浑源、广灵4县交界处，发生一系列的6级左右强震。多地遭到不同程度的破坏，其中，大同、阳高两县部分乡村破坏严重。该次地震被原国家地震局命名为：“大同一阳高地震”。此次地震是1976年唐山地震后13年，发生在唐山震区周围500km范围内最大的地震，是山西地震带发生的强度最大的地震，也是公元1000年以来，大同盆地发生的第四个6级以上地震。这次震群活动，伴随着白色地光和地声，截止1989年12月31日统计，地震次数达6802次，对震区的生命财产造成了较严重的破坏。因此，对该震群震前异常的回顾，正确认识该地区深浅部发震构造，对地震成因机制等的研究，以及对地区性和更大范围区域性地震活动趋势的预测，都具有重要的科学价值和现实意义。

震区构造背景

1989年10月18日至23日在山西大同一阳高发生一次中强震群型活动，其最大震级为6.1级。该地区自新生代以来形成及不断发展的山西断裂带东北段由一系列地

堑和分割其横向隆起所组成。大同一阳高震区位于大同盆地东侧的册田凹陷内，区内有3条主要活动断裂。六棱山山前断裂规模最大，长约百公里，是控制大同盆地东部边界的主干断裂；大王断裂走向北东45度，长44公里；团堡断裂走向北西40度，长42公里。分析认为本次地震的主震发生在3条断裂的交汇部位，六棱山山前断裂是其控震构造，而北东向的大王断裂则是其发震断裂。

张成科等通过宽角反射-折射破面资料对该区地壳上地幔速度结构尽心该研究，发现上地壳最明显的低速异常体位于大同-阳原附近，这也与计算研究的大地电磁测深资料基本一致，推测它的形成可能与年轻的玄武岩岩浆沿地壳深断裂上溢、渗入壳内或尚未完全冷却有关（如图1）。而南界存在地壳深断裂，说明大同一阳高地震群与该低速异常体和深断裂有关。

苏刚等运用“轮闸模型”结合大陆基本应力场特征对该震群进行研究，提出处于青藏块体与大华北块体作用下的鄂尔多斯地块，其地震活动必然会受到两块体的影响。认为该震是以鄂尔多斯地块为“闸”的持续紧压状态下发生的呼应性地震事件（如图2）。

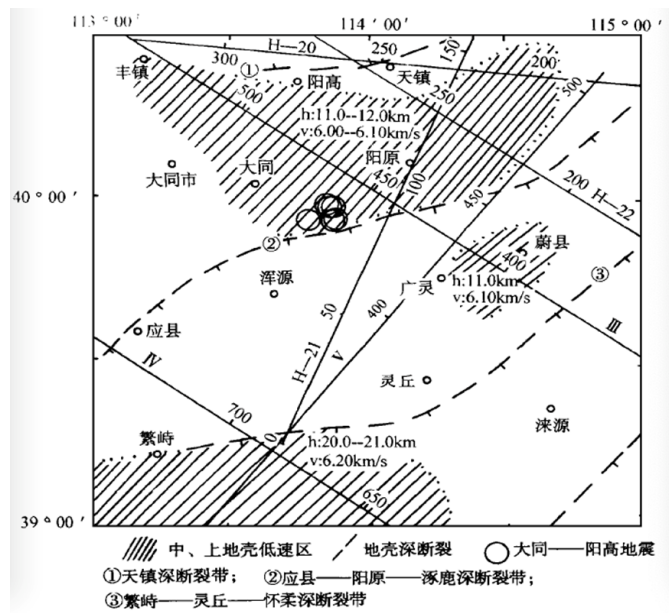


图1 低速体与深断裂分布图

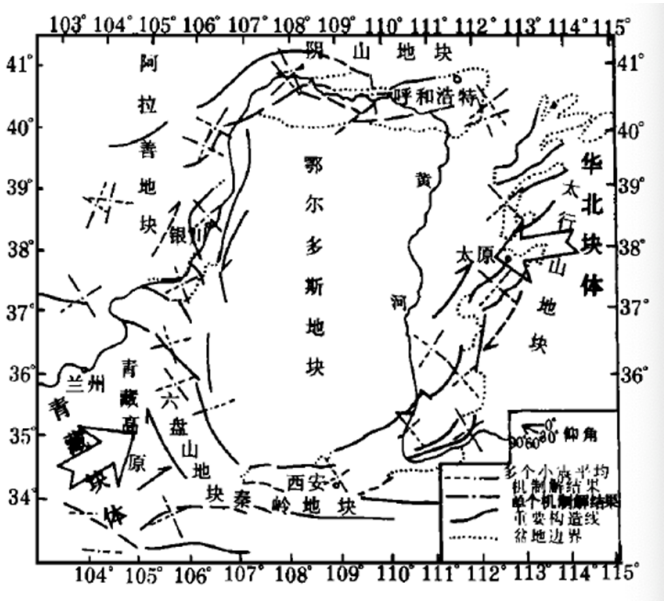


图2 地震、地震地质研究结果给出的鄂尔多斯地块周围构造运动状态和应力场图

基本特征

高旭等通过研究该地震及华北北部地区震情的变化等,发现该震群前兆异常非常多,在震前距震中400km范围内观测到测震、地下水动态、地磁、水化学、地应力等多项异常反应。大同一阳高地震的震源区尺度为20-30km,孕震区范围约200km,最早的异常变现为大同盆地沉降速度加大且出现在震源区,而后扩展至孕震区边缘;在孕震过程的中期阶段震源区周围存在“前兆空区”,并伴随着短临阶段前兆异常向震源区的收缩而消失。这些前兆现象是震源应力场与区域应力场共同作用的结果。这次地震余震活动面积达400平方公里,整体向上呈扇形,优势分布范围为250平方公里。从时间上来看,4级以上较大余震发生之前,余震活动有扩散-收缩-扩散的现象,在平面上形成小震活动带,在深度剖面上形成层状分布。陈素改等运用震前后重力变化进行分析,结果表明该区域的介质密度变化或质量发生迁移所致。图3给出大同一阳高地震的M-t图,此次地震应变释放基本符合震群型学列一组一组释放的特点。可以看出密集-平静是其活动的基本规律,随着地震活动的起伏,这一规律亦时强时弱,经过几个韵律周期后,序列逐渐衰减,呈现离散状态,表明余震活动进入后期。

上世纪七八十年代,鉴于当时严峻的震情形式和大同特殊的地理位置,山西省地震局与1985年开始进行大同无线遥测地震台网的建设,于1988年12月9日通过了国家地震局科技监测司的验收。1989年10月的大同一阳高6.1级地震,正好发生在到那个遥测地震台网网内,台网记下了此次地震完整的地震序列,这为震情分析、

趋势判断提供了可靠的依据。根据该震群几次5级以上地震的震源机制解的结果分析,主压应力方向为NEE-SWW向,主张应力方向为SSE-NNW向,两个主应力轴都是近水平的。这与华北地区现代地壳应力场的两个主应力方向基本一致,说明大同一阳高地震受华北地区统一应力场的控制。

前人对大同一阳高地震得震源应力场及前震、主震、最大余震的发震断层进行了研究,结果表明大同一阳高地震是多次破裂的结果。这也表明大同一阳高地震序列由不同方向的破裂组成,其中前震得破裂方向为近南北向,主震得破裂方向为北北东向,最大余震得破裂方向为近南北向。

大同一阳高地震的发震构造,概括起来说,晋北和晋冀蒙交接地区处于NE向张性块断构造区,壳内存在低速和低阻层,与中国东部总体地震构造环境一致。现代地壳构造运动以正断作用为主,伴以不对称掀斜活动。大同一阳高地震控震构造与NNE向的六棱山正断层活动有关,NNE向和NW向次级或分支断层参与发震或有牵动。

监测预报

1989年1月国家地震局召开全国地震趋势会商会认为,北京以西至晋冀蒙三省交界地区存在发生中强地震的背景。河北省地震局、山西省地震局在1989年9月、10月召开的会商会上均明确提出1989年10月至12月在晋冀蒙交接区有发生4.5级以上地震的可能性。尽管地震预报部门对此区域出现的异常有比较明确的看法,但由于地震预报水平未能作出有实际意义的短临预报。

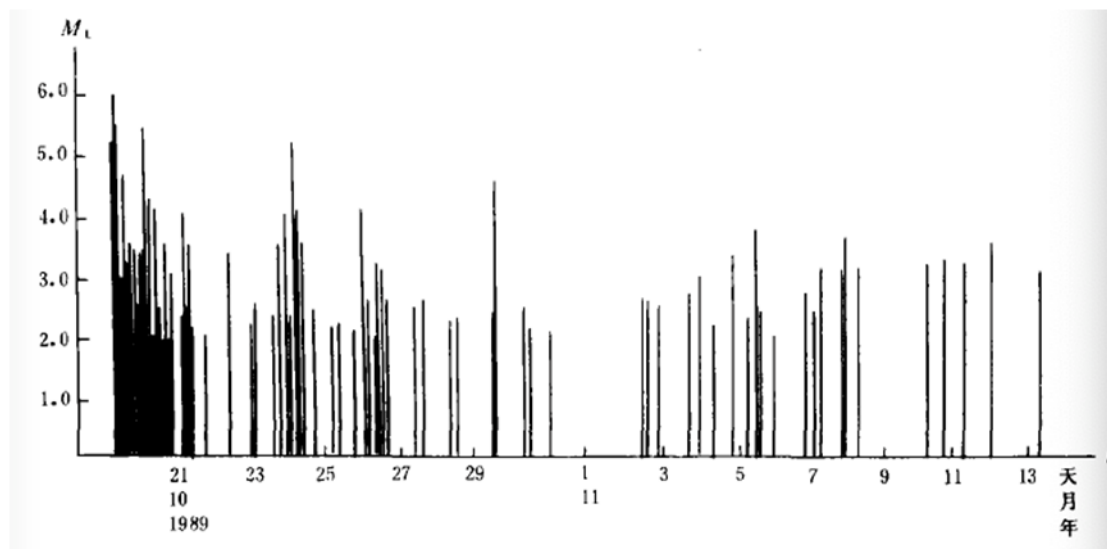


图3 大同-阳高地震的M-t图

针对大同盆地的检测能力及对大同一阳高中强地震的预报情况,指出短期判断与中期背景脱节,异常没有全面地掌握在某一级地震预报部门手中,一些地震台站重观察质量、轻分析预报。这些似乎是当时地震预报的现状和未能做出短临预报的原因。

10月19日6.1级地震后序列就呈现有起伏的衰减,共出现4次较大的起伏过程。现场监测预报工作就是围绕对这几次起伏过程展开的。对震情趋势、强余震发生等都作出了较准确的判断。

在之后的研究中,马兴国等通过对山西长治应力台震前数据的分析,发现了6个多月的趋势异常和明显的短

临突跳异常,这些异常也对应同期其它手段观察到的异常特征,这与长治台所处的地质构造部位相关,但也让我们也看到了钻孔应力预报地震的前景。等运用孕震断层多锁固段理论方法对大同一阳高-张北地区未来大地震发生的可能性进行了预测分析,认为该区域孕震地质体已处于临界状态的边缘,表明该区域地震活动性有增强的趋势,未来该区域可能有破坏性地震发生。并建议有关部门加强该地区地震活动性及其它宏观异常检测以便及时做出准确判断。

本次地震在时间上具有多次主震集中发生的特征,属于震群型地震序列,余震活动衰减正常。1991年3月发生在该区域的5.8级地震被认为是大同一阳高6.1级地震的晚期强余震。在1991年1月的地震趋势会商会议上也列为了全国地震重点监视防御区,预测震级在5.0—6.0之间。

参考文献

1. 国家地震局科技监测司. 大同一阳高地震研究[M]. 北京:地震出版社, 1993, 1-19.
2. 刘巍,安卫平,赵新平.1989年大同-阳高6.1地震[J]. 中国地震,1992, 8(3), 19-27.
3. 张成科,张先康,张建狮. 大同一阳高震区深部构造背景[J]. 华北地震科学, 1999,17(1):1-8.
4. 苏刚,邵辉成,王赣萍. 大同一阳高6.1级地震的地震构造环境初探[J]. 1999, 3-4(10):48-51.
5. 高旭,李志雄. 1989年大同一阳高地震的前兆过程及其场—源特征[J]. 地震,1994 12(6):1-10
6. 仇转,刘巍. 山西大同一阳高地震的震源机制及发震模式[J]. 2005, 4(10):8-17.

7. 国家地震局科技监测司. 大同一阳高地震研究[M]. 北京:地震出版社, 1993, 1-19.
8. 刘巍,孟雁英,王赵丽. 大同盆地现今构造活动及地壳应力场特征[J]. 山西地震, 1995(1):33-39.
9. 张瑞芳,袁正明. 山西大同-阳高地震的监测与预报[J]. 2005(增刊):7-8.
10. 高旭,李志雄. 1989年大同一阳高地震的前兆过程及其场—源特征[J]. 地震,1994 12(6):1-10
11. 赵里,李志坚,郑斯华. 1989年10月大同地震的震源机制[J]. 地震学报, 1992, 14(2):251-254.
12. 刁桂苓,刁利民,宁杰远,等. 1989年大同地震的体破裂特征[J]. 地球物理学报, 1993, 36(3):360-368.
13. 徐建德. 1989年大同一阳高震群破裂方向讨论[J]. 华北地震科学, 1992, 10(2):50-57.
14. 韦宝珠,王凯,姚振兴. 1989年大同一阳高地震震源机制及发震模式研究[J]. 中国地震, 1992, 8(1):51-59.
15. 陈绍明等.大同6.1级地震前地磁异常研究[J]. 华北地震科学, 1991, 9(4).
16. 王鸣,王培德. 1989年10月18日大同一阳高地震的震源机制的发展构造[J]. 地震学报, 1992, 14(4):407-415.
17. 徐锡伟,车用太,杨主恩,等. 大同一阳高地震群发震构造模式的讨论[J]. 中国地震, 1991, 7(2):77-85.
18. 高名修. 从地壳构造运动平衡调整观点研讨1989年大同一阳高地震[J]. 山西地震, 1999, 3-4(98-99): 43-47.
19. 朱艾澜,刁桂苓,张四昌,杜迎春. 1989年和1991年大同一阳高两次地震震源断层的三维特征[J]. 山西地震, 1999, 3-4(98-99):15-20
20. 马兴国,赵英敏.大同-阳高6.1级地震前长治台应力异常及追踪分析.地震学刊,1991, 1:34-36.
21. 秦四清,徐锡伟,薛雷.运用孕震断层多锁固段脆性破裂理论探讨大同-阳高-张北地区未来地震活动性[J].工程地质学报, 2010,18(2):189-190,182.