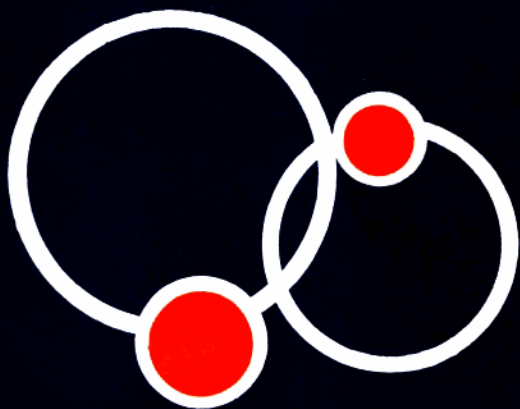


1990 年

天祝—景泰 6.2 级地震

汤 泉 王振亚 等编著



地震出版社

56.25/492
592

前 言

1990年10月20日16时07分,在甘肃省天祝藏族自治县、景泰县和古浪县三县交界地区发生了一次6.2级地震,极震区烈度为Ⅷ度。这次地震是甘肃省1954年山丹7 $\frac{1}{4}$ 级地震、民勤7.0级地震以来,发生的第一次6级以上地震;也是该省在本次地震活跃期中,目前发生的震级最大的一次地震。

本次地震没有发布短临预报,在1990年9月28日的月会商会上,曾根据地磁、水汽的前兆异常和全省范围的缺震现象,指出“10月份应随时注意各种前兆资料的变化和突发中强地震的可能性。”该意见表明该次地震前曾有一定的异常显示,并有所觉察。在地震发生前1小时,收到国家地震局科技监测司电话通知,根据地震活动性和前兆资料分析,10月底至11月初我国大陆有可能发生中强地震,地点应注意南北地震带两端。

地震发生后,地震部门按事先制定的《应急方案》,采取了一系列应急措施。传输台网在震后12分钟就报出了地震基本参数,震中位置和宏观调查十分一致,并及时把地震参数上报国家地震局和省人民政府,为上级部门部署救灾工作提供了准确的信息。震后,考察队立即出发,分两路顶风冒雪于当晚12时前赶到地震现场——天祝藏族自治县的松山乡和景泰县寺滩乡,当晚即开始考察工作。这次考察队的主要工作有:现场震情监视、宏观考察、震害评估、强震观测、电台通讯和录像等。在考察队全体成员的共同努力下,经过10多天的紧张工作,取得了初步结果,为震情趋势判断和抗震救灾工作提供重要依据。

这次地震极震区呈长椭圆形,长轴走向北85°西,长9.5km,短轴长2.5km,面积18.5km²。在极震区西北Ⅷ度区内,有一个烈度为Ⅷ度的异常区,异常区形状为短椭圆形,长轴走向为北西西,面积4.2km²。

震后,考察队对震害进行了快速评估,通过现场考察,抽样调查得出,地震造成2人死亡,27人受伤,经济损失近亿元。

根据历史地震活动特征,余震序列以及各种前兆资料的变化情况,震后较快地做出了本次地震类型属主震—余震型的判断,事实表明,这种判断是正确的。

近几年来,甘肃省境内有两个地震重点监视防御区,为了最大限度地减轻地震灾害,各级人民政府采取了一系列综合防御的措施。例如,制定了各种类型的防震减灾方案和地震应急预案;在广大城乡开展了经常性的地震科普知识宣传;有计划地、有针对性地进行大震模拟演习;对危房尤其是农村民房进行了必要的加固等等。这些措施在本次地震的防震减灾工作中都发挥了积极的作用,收到了明显的社会效益和经济效益。

本次地震无论在地震科学研究,还是防震减灾工作方面都积累了一批宝贵的资料和宝贵的经验。为了地震事业发展的需要,我们特把它们汇编成书,供地震科技工作者及从事防震减灾工作人员使用。

参加本书编写的主要成员有：第一章：刘维贺，第二章：侯珍清、侯康明，第三章：才树华，第四章：王振亚，第五章：王彦宾、马尔曼、张振中，第六章：汤泉。此外，毛可、李纪录、阎志德、唐九安、闵祥仪、刘江峰、张文冕、王长岭、杨崇义、赵和云、郑文卿、刘光远等为第四章的编写提供了大量材料，全书由汤泉统编。

编 者
一九九二年

目 录

第一章 地震序列	(1)
第一节 主震基本参数	(1)
第二节 余震序列特征	(1)
第二章 地震地质背景及发震构造分析	(6)
第一节 区域地震地质背景	(6)
第二节 天祝-景泰 6.2 级地震发震构造	(7)
第三章 震害与烈度分布	(12)
第一节 烈度划分原则和标志	(12)
第二节 地震烈度分布与震害	(13)
第三节 宏观地震参数	(18)
第四章 前兆异常分析	(21)
第一节 台站分布情况及台网监测能力评定	(21)
第二节 地震活动性异常分析	(25)
第三节 地形变异常分析	(38)
第四节 地电阻率异常分析	(46)
第五节 地下流体化学组分异常分析	(52)
第六节 地应力异常分析	(56)
第七节 其他前兆资料异常分析	(59)
第八节 宏观异常现象	(60)
第九节 综合分析	(62)
第五章 震害快速评估	(76)
第一节 震害快速评估工作步骤	(76)
第二节 直接经济损失评估	(78)
第三节 间接经济损失评估	(85)
第六章 防震减灾工作中的综合防御	(89)
第一节 地震监测预报是综合防御的基础	(89)
第二节 地震应急预案的减灾效益	(90)
第三节 恢复重建中的综合防御工作	(91)
结束语	(93)
附录一 地震序列目录	(96)
附录二 VII、VIII 度区震害照片	(101)

第一章 地震序列

第一节 主震基本参数

主震参数

发震时间: 1990 年 10 月 20 日 16 时 07 分 27.0 秒

震 中: $N37^{\circ}07'$ $E103^{\circ}36'$

震 级: $M_S = 6.2$

震源深度: $h = 3\text{km}$

震源机制①

利用甘肃、宁夏、青海、陕西等省地震观测网及全国部分基准台网约 80 个台 P 波初动符号, 求解了这次地震的震源机制(表 1.1、图 1.1)。

表 1.1 天祝-景泰地震震源机制参数

P 轴		T 轴		N 轴		A 节面			B 节面		
方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角
232°	30°	321°	2°	54°	60°	11°	281°	70°	94°	185°	70°

从图中和表中可以看出, 这次地震的破裂方式为走滑型。主压应力轴 P 轴为北东向, 错动方向为北西向。从余震的空间展布方向看, 其长轴方向和 B 节面很接近, 因此可以推断 B 节面为发震断层。该结果与野外宏观调查结果一致。

第二节 余震序列特征

1990 年 10 月 20 日天祝-景泰 6.2 级地震发生在祁连山东段, 这一地区的历史地震绝大多数属于主余震型。这次地震序列的余震序列和主震释放能量比约为 0.9%, 最大余震震级 $M_S 4.2$ 级, 和主震相差 2.0 级, 故判定该序列为主余震型序列。从余震活动的时间规律看,

主震后, 余震活动频繁发生, 呈指数形态衰减, 符合主余震型地震序列的衰减特征, 从地

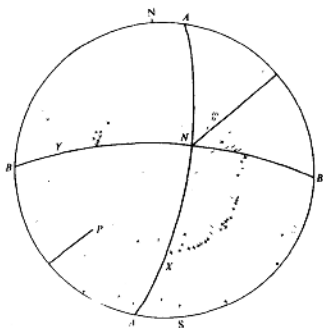


图 1.1 天祝、景泰 6.2 级地震震源机制解

① 资料由温增平提供。

震活动的区域性特征看这一地震也应属于主余震型地震序列。1927年距天祝—景泰地震西部约100多公里处，曾发生过古浪8.0级地震，本次地震位于古浪地震的余震波及区，震中区介质相对比较破碎，有利于余震的衰减。

一、余震序列的时间特征

对于主余震型序列来说，其余震频次是呈指数形态衰减的，图1.2给出了主震后以4小时为时间单位频次衰减图像，前40个小时余震衰减大体呈线性衰减，而40个小时以后衰减规律比较紊乱。吴开统等人对于余震衰减的这一特征做了进一步的解释：一般较大地震的震源区近似于一种粘弹性介质，在构造应力场的作用下，震源体积的能量为弹性应变能和蠕变能两部分，在整个能量释放过程中，首先释放弹性应变能，在这个期间也就是余震衰减前期，余震频次呈线性衰减；余震后期，主要释放的是蠕变应变能，余震衰减规律相应比较紊乱。从 $M-T$ 图（图1.3）和频次衰减图都可以看出余震序列前期衰减快的特

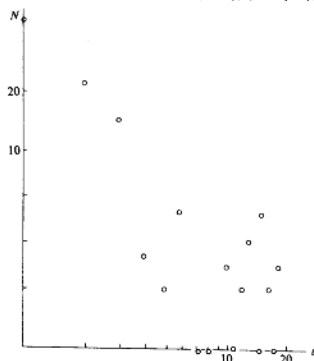


图1.2 天祝—景泰地震余震频次衰减图
(横坐标以4小时为单位)

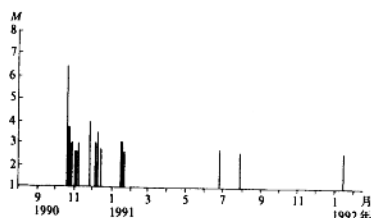


图1.3 $M-T$ 图(纬度: $20.00^{\circ} - 50.00^{\circ}$,
经度: $65.00^{\circ} - 145.00^{\circ}$; $M_{\min} = 2.0$)

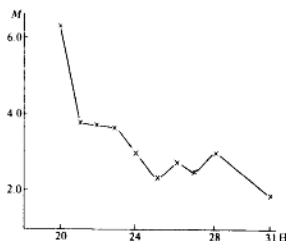


图1.4 最大余震曲线

征。主余震型序列的余震衰减系数是不断变化的，总体上显示出前期衰减快，后期衰减慢的特征。进一步研究余震衰减规律，分三个时间段计算了余震序列的衰减系数 h 值，主震后前10天的衰减系数1.6，前20天的衰减系数1.3，全序列的衰减系数1.2，衰减系数随时间的增加而减小，和 $M-T$ 图上显示出来的衰减特征是一致的。

图1.4给出了日最大震级曲线，该曲线表现出了前期衰减快，后期有起伏的特征。从累积应变曲线（图1.5）看出，累积应变逐日衰减较为明显，没有出现加速现象，28日以后趋于平稳，符合主

余震地震序列特征的理想模式。

主震发生后, 计算每天的 b 值, 结果表明 b 值大体在 0.6 左右摆动。尽管余震序列衰减快, 但大小地震的比例关系相对稳定, 说明发生更大地震的可能性不大。根据 b 值曲线的截距估算, 最大余震震级为 $M_s 4.18$, 实际发生的最大余震为 $M_s 4.2$ 级(图 1.6), 二者符合较好。

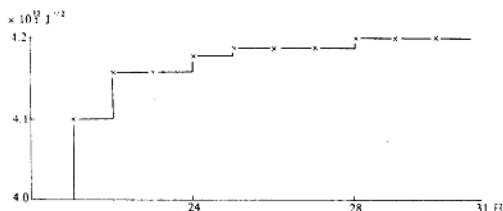


图 1.5 天祝-景泰地震累积幅变曲线

余震活动的持续时间 T 不仅和主震震级有关, 而且和构造条件、破裂方式、震源深度等多种因素有关, 当一次较大地震发生后, 震后的地震频次急剧升高, 当余震频次衰减到震前平均水平时, 可以认为是余震活动的截止时间, 考察余震扩展区内地震前后 2 级以上地震的年频次变化 (图 1.7), 震前的平均频次为 1.2 次, 1991 年频次 2 次, 1992 年还没有发生 $M_s 2.0$ 级以上地震。据此, 可以认为, 天祝-景泰地震的余震活动已经结束了。

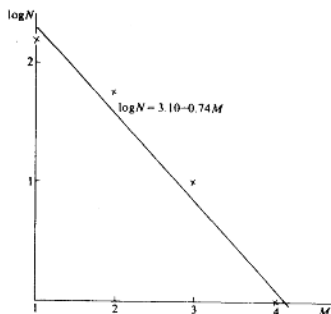


图 1.6 天祝-景泰地震序列 b 值

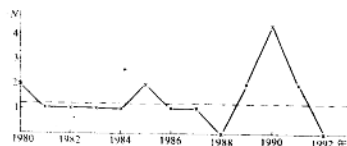


图 1.7 地震频次曲线(1980—1992 年)

二、余震活动的空间特征

天祝-景泰地震的余震区呈椭圆形分布, 长轴方向为北西西方向 (图 1.8)。

发震构造的地质背景较为复杂, 根据地质考察结果 (见第二章), 主震两端的断层倾向是相反的, 主震西端的断层向北倾, 主震东端的断层向南倾, 主震则发生在断层倾向扭转的枢纽点上。

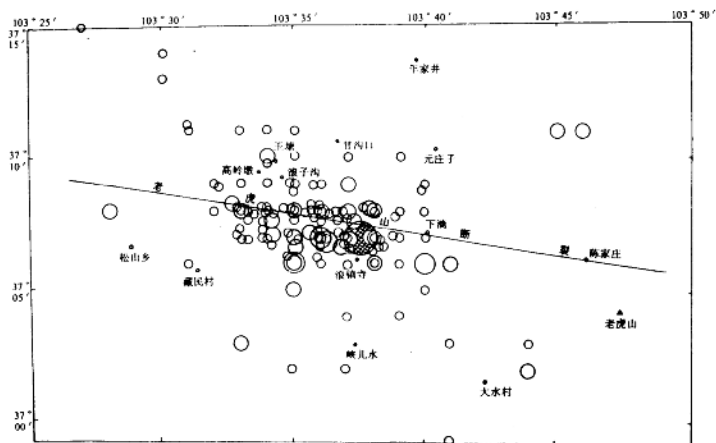


图 1.8 天祝-景泰地震余震分布图

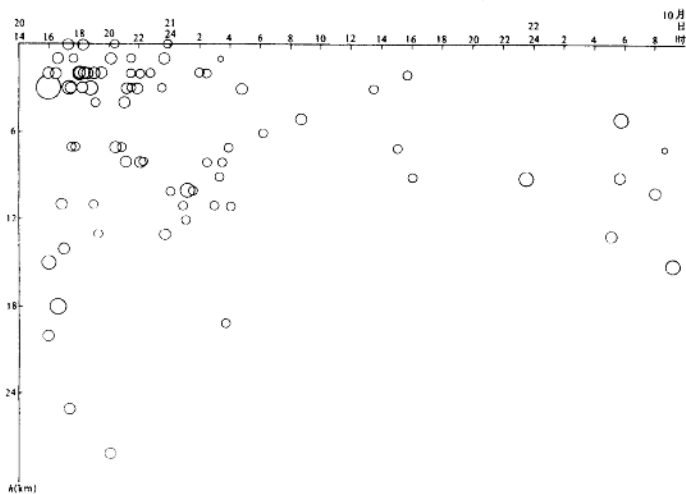


图 1.9 余震震源深度随时间分布图(10月20日16时—10月22日10时)

根据以上余震空间分布和地质构造背景分析，这次地震是由于断层走滑运动造成的，以断层南盘破裂为主。由于断层枢纽点的作用，造成断层走滑不利，余震主要分布在20km 范围以内，余震沿断层扩散的现象不明显，按公式 $M = 2.3 \lg S + 3$ 计算，破裂长度约为24km，和余震的展布范围大体相当。

主震震源深度3km，余震活动主要分布在主震周围。20日20时，余震震源深度扩展到28km，20时以后，余震在6—18km 范围内活动（图1.9）。

第二章 地震地质背景及发震构造分析

强震的发生具有其特殊的地质构造条件。1990年10月20日甘肃省天祝藏族自治县、景泰县和古浪县三县交界地区发生的6.2级地震也具有其特定的地质构造条件。

第一节 区域地震地质背景

天祝—景泰6.2级地震宏观震中位于毛毛山—老虎山断裂带内。从大区域来看毛毛山—老虎山断裂带是青藏高原北部边缘地区最著名的昌马—祁连—海原断裂带组成部分。后者是青藏高原北部最重要的一条弧顶指向北东的巨型弧形断裂带，也是一条强震活动带。众所周知的1920年海原8 $\frac{1}{2}$ 级，1927年古浪8.0级和1932年昌马7.6级大地震先后发生在该弧形断裂带上，而且是从弧形断裂带的东部开始，依次向西迁移的。显然，它们的发生不是随机的偶然现象，而是与该巨型断裂的活动有密切联系的。

昌马—祁连—海原断裂带为一北西向延伸的长达1000km以上的巨型断裂。它延伸长，连续性好，形成时期较早，并伴有深源的基性、超基性岩浆活动。沿该巨型断裂带多处发育蛇绿岩套、混杂堆积和高压低温变质相——蓝闪石片岩，根据伴生的玄武岩岩石化学分析资料可知断裂深度可达130km左右，上述事实说明，该巨型断裂带具有超壳或超岩石圈断裂属性。

该断裂带形成于加里东中晚期，在以后的历次构造运动中都有不同程度的活动。沿断裂带多处见到不同时代的老地层逆冲于第三纪红层之上，第三系普遍产生强烈的褶皱，表明第三纪末的喜马拉雅运动第三幕构造活动的普遍性和强烈程度，同时也显示了断裂活动为继承性的挤压逆冲性质。

第四纪以来，随着地壳介质和构造应力场的变化，该弧形断裂带先后转变为兼有倾向滑动的左旋走滑性质的剪切断裂带。由于受到后期不同方向的构造叠加和不同方向（主要是北北西方向）断裂活动的影响，使这一巨型断裂带遭到解体，导致其活动性质、活动强度和强震活动等方面的显著差别，显示了清晰的非均匀性和非平衡性。

由于上述原因，该巨型弧形断裂带分解为活动段和相对稳定段，彼此大致相间分布，其活动段由东而西有海原、老虎山、毛毛山、冷龙岭、肃南和昌马等活动段。1900年以来，在这些活动段上（肃南段除外）都发生了 $M_s > 6$ 级以上地震。显然，该巨型断裂带是青藏高原北缘一条最为活动的断裂带。

根据区域重力异常图的研究和分析得知青藏高原北缘有一醒目的重力异常梯级带，该重力异常梯级带西起肃北，向东经昌马、玉门、民乐至武威，然后分两支，一支向南转折经兰州、岷县至武都，文县后与龙门山重力异常梯级带相连。另一支则继续东延，经景泰、海原后也向南转折，沿六盘山展布。该重力异常梯级带的重力异常变化为-210—-400mGal，梯级带宽度约60—70km，最大变化梯度为1.3—3mGal/km，而昌马—祁连—海原巨型断裂带恰位于该重力异常梯级带上。同时该处还是莫霍界面的陡坡带，推测此陡

坡带可能是断裂活动的结果,其错动幅度约 8km。

根据甘肃白银—景泰测线和大柴旦—格尔木测线的人工源地震测深资料得知,在地壳中有高波速夹层,厚度约数公里,波速达到 $7.5\text{--}8.5\text{km/s}$,速度梯度值为 0.16km/s ,地壳上地幔分层如下:

上地壳 深度在 20km 左右,波速为 5.2km/s ,该层空间分布比较均匀,其间某些地区存在着约 2km 厚的异常低阻层。

中地壳 深度由 20km 至 $35\text{--}45\text{km}$,层厚约 20km 左右,其波速为 $5.4\text{--}6.2\text{km/s}$,该层比较复杂,在纵向、横向方面变化较大,其间存在波速为 $7.5\text{--}8.5\text{km/s}$ 的高速层,层厚约为 $4\text{--}6\text{km}$,高速层上下均有异常低阻层存在。

下地壳 深度位于 $50\text{--}60\text{km}$,厚度为 $15\text{--}20\text{km}$,波速为 $6.8\text{--}8.0\text{km/s}$,其横向变化明显,局部地段在 $45\text{--}55\text{km}$ 深度有厚为 5km 左右的异常低阻层显示。

上地幔 顶部深度约 $50\text{--}70\text{km}$,波速为 $8.1\text{--}8.2\text{km/s}$,此结构层内普遍存在异常低阻层(称为上地幔第一低阻层),但在横向和纵向上变化明显。

上述地壳、上地幔结构对该区强震的孕育有十分重要的意义,尤其是上地壳中的异常低阻层的存在决定了强震发生的震源位置。

昌马—祁连—海原巨型断裂带的西部和中部的广大电磁测深资料表明,在断裂带的南部和北部,其岩石圈底面埋深(即岩石圈的厚度)有较大的差异,南浅(95km)而北深(103km),形成一陡变带。这一陡变带可能就是该弧形断裂带上大震和强震发生的重要的深部构造背景。

第二节 天祝—景泰 6.2 级地震发震构造

天祝—景泰 6.2 级地震发生在青藏高原北缘巨型弧形断裂带的东部,宏观震中位于老虎山断裂上。老虎山断裂西起黑马圈河谷地,向东经松山滩北、阿门峡、新墩湾、杨家磨,沿老虎山北麓延伸过喜集水,止于煤洼山、老庄沟一带。再向东则与海原活动断裂带相接。其西延与毛毛山北麓断裂相通。断裂总体走向为 $N80^\circ W$,断裂长约 67km。该断裂以阿门峡为界可分为两段,阿门峡以东,断裂倾向南西,倾角 60° ,断裂长 33km,阿门峡以西断裂倾向北东,倾角 50° ,断裂长 34km。显然老虎山断裂是具有枢纽属性的断裂。老虎山断裂的南北两侧发育多条与之近乎平行展布的老断裂,而构成了一较为集中分布的断裂束(图 2.1)。它们控制了加里东晚期闪长岩、基性、超基性岩体的分布。该断裂束形成于加里东晚期。第四纪以前该断裂束中的各条断裂均为挤压逆冲性质,如新墩湾断裂破碎带宽约 220m,破碎带由黑色、黑绿色断层泥,挤压透镜体和碎裂岩组成,破碎带中陡倾角的小断层相当发育。但第四纪以来,上述断裂束中的绝大部分断裂未见明显活动迹象,而老虎山断裂不但其活动程度加剧,同时其活动属性发生了明显的转变,约于中更新世初以来,由挤压逆冲性质转变为兼有倾滑分量的左旋走滑性质,全新世和现今活动表现了良好的继承性。如老虎山北缘松山水下更新统砾岩,发生了走滑运动,同时断错山脊,断错水系和断错洪积扇等断错地貌相当发育,这种现象在航片上十分醒目。

老虎山活动断裂晚更新世早期以来,断层左旋水平位错冲沟山脊 $400\text{--}420\text{m}$,其滑动速率为 2.8mm/a ,晚更新世以来水平位错幅度为 $90\text{--}120\text{m}$,滑动速率为 3mm/a ,

全新世平均左旋断错为 28.6m, 滑动速率为 2.86mm/a 。

老虎山断裂现今为一条水平运动为主的左旋走滑型活动断裂, 它与其他走滑型断裂一样, 也是由多条不连续的次级剪切断层按一定方式组合而成 (图 2.2)。老虎山断裂的次级剪切断层为: F_1 : 从喜集水东煤洼山起, 沿老虎山北缘延伸于老虎脑止, 全长约 29km, 其东与兴泉堡处的海原断裂带为左阶关系, 阶距约为 4km。 F_2 : 自蝼子滩起止于张家庄, 全长约 2km, 其与 F_1 为左阶羽列关系, 阶距为 300m。 F_3 : 自张家庄起至杨家磨, 断层长约 1km, 与 F_2 也是左阶羽列关系, 阶距为 100m。 F_4 : 自杨家磨起止于下淌, 断层长约 2.5km, 与 F_3 也是左阶羽列关系, 其阶距为 200m。 F_5 : 自下淌起, 阿门峡止, 全长约 3.5km, 与 F_4 为左旋左阶关系, 其阶距约 150m。在 F_4 — F_5 的阶区内形成一拉分小盆地。 F_6 : 始于阿门峡而止于平岭墩, 断层长约 5km, 与 F_5 为左旋左阶关系, 阶距为 200m。 F_7 : 自平岭墩始, 终止于卧牛山, 断层长约 3km, 与 F_6 为左旋左阶关系, 阶距为 150m。 F_8 : 自卧牛山起至林场检查站止, 断层长约 7km, 与 F_7 为左旋左阶关系, 阶距为 80m。

上述 8 条次级剪切断层均作左旋左阶排列, 在阶距较大的阶区内形成了规模不等的拉分盆地。如喜集水盆地和老虎沟脑盆地。

根据以上所述, 说明老虎山断裂为全新世以来的活动断裂, 且为左旋走滑为主的深断裂。由于其断层几何上的特性, 决定了其活动的差异性, 造成了断裂的分段性。正是这种特性, 使老虎山断裂具有孕震和发展的能力, 经调查 1888 年景泰 6₁ 级地震就发生在老虎山断裂的东段, 地震造成的破裂带从东端的煤洼山起而止于阿门峡, 我们认为这次地震的发生主要是线性较好的 F_1 剪切断层活动所致, 主要释放了其自身积累的应变能。102 年之后的 1990 年老虎山断裂带又发生了一次强震, 震中位于下淌一带。我们认为这次 6.2 级强震的发生是老虎山断裂新活动的结果, 其发展构造为老虎山断裂, 下面给予进一步论证。

1. 6.2 级地震的极震区展布方向

影响地震烈度的因素是极其复杂的, 但是决定极震区和高烈度区的基本格局的主要因素是发展断裂。天祝—景泰 6.2 级地震的极震区为一椭圆形, 其长轴方向与老虎山断裂的走向不仅一致, 而且基本吻合。

2. 地震裂缝

在现场考察时, 先后在极震区和 VII 度异常区内发现了一些地震造成的地表裂缝, 虽然数量不多, 规模不大, 也不甚清晰, 但是仍可做为我们分析发展构造的根据。

(1) 玉塘村后面的基岩山上见到沿山脊坡分布走向为 $N70^\circ - 80^\circ W$ 的裂缝, 从山坡一直延伸到山脊, 单条裂缝宽 5mm。

(2) 车路沟罗文学家的院中出现长 5m, 宽 5mm 的地裂缝, 其总体展布方向为东西向。

3. 余震的空间分布

天祝—景泰 6.2 级地震后, 余震活动相当频繁, 截止 1990 年 12 月底共记录到 $M_L > 2$ 级以上余震为 142 个, 它们主要沿老虎山断裂带展布, 具有一定的线性特征, 其密集段局限在下淌至苦水沟一带, 大致形成一个椭圆形密集区, 其长轴方向与老虎山断裂基本一致, 见图 1.8。

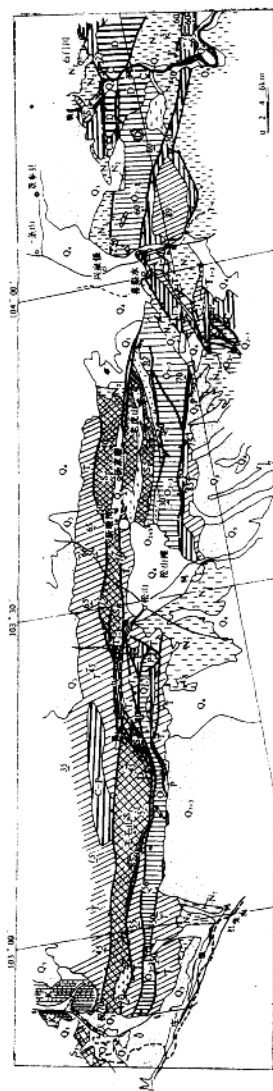


图 2.1 老虎山-毛山断裂带地质构造图

1. 奥陶系上中统安山组灰岩、砂岩及板岩；2. 志留系下统长石砂岩、板岩、凝灰质砂岩、板岩；3. 泥盆系上统紫色砂岩、粉砂岩互层；4. 石炭二叠系砂岩、泥岩、厚层灰岩、全煤层；5. 三叠系细砂岩夹煤质页岩、含砾砂岩；6. 白垩系、中粗粒砂岩及砾岩；7. 上第三系、浅黄及粉红色砂质泥岩、砂岩；8. 下更新统块状砾岩；9. 上更新统黄土夹砂砾层；10. 全新统黄土夹砂砾层；11. 加里东晚期石英闪长岩；12. 加里东晚期闪长岩；13. 加里东晚期花岗岩闪长岩；14. 加里东晚期辉长岩；15. 加里东晚期超基性岩；16. 断层（逆）；17. 推测断层；18. 地质界限及不整合线；19. 地层产状；20. 最新一次6.2级地震震中；21. 河流；22. 铁路；23. 公路；24. 乡镇。

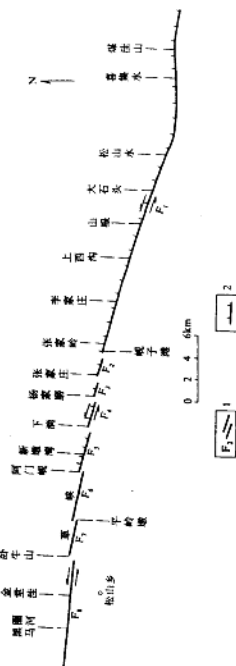


图 2.2 老虎山断裂次级剪切断层分布图

1. 次级剪切断层及编号；2. 1888年震中；3. 地质界限及不整合线。

通过余震的两个深部分布剖面(图 2.3)可以明显地看到,余震在垂向上比较集中在老虎山断裂两侧,显示了它们与断裂带的密切关系。

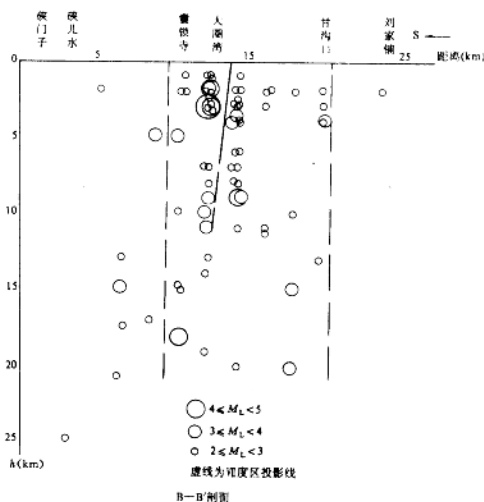
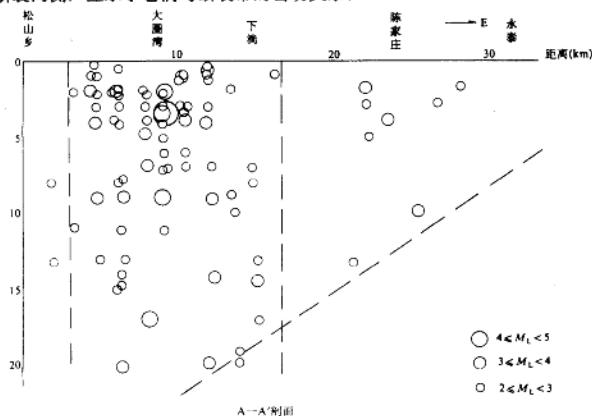


图 2.3 震源深度剖面

4. 震源机制解给出的结果

根据表 1.1 天祝-景泰 6.2 级地震的震源机制解可知, 其中 B 节面的走向与老虎山断裂吻合, 其 P 轴 (主压应力轴) 为 NE-SW 向。该结果进一步说明, 在 NE 向挤压力场作用下, 老虎山断裂发生左旋走滑运动, 导致地震的发生。

5. 地面运动方向

震源机制解还表明, 无论是挤压应力 (P 轴) 还是拉张应力 (T 轴) 其仰角都较小, 接近水平, 说明这次地震破裂是以水平运动为主的, 因而地面运动现象相当明显。老虎山断裂北侧的元庄子, 见到近南北方向的土坯墙倒塌严重, 并多向东倾倒, 而东西向的墙只有个别土坯掉落, 一座磨沟南北两侧的崖坡也多处滑塌, 尤以西坡较严重。而老虎山断裂南侧松山村的城墙向北西方向倾倒的占优势, 峡儿水商店靠东墙的货架向西翻倒。上述现象反映了老虎山断裂的左旋走滑运动。

根据上述几个方面分析, 可以证明, 老虎山断裂是天祝-景泰 6.2 级地震的孕震和发震构造。震中的位置恰是老虎山东西两段断裂的枢纽部位。这样部位是应力积累的有利部位。

第三章 震害与烈度分布

对于烈度的理解至今尚不统一。有人认为烈度是在一定地点地震造成破坏的尺度，亦即震源破坏效应的尺度。也有人认为是衡量一次地震的地震力强度的尺度。既然烈度是一次地震所造成震害程度的衡量尺度，它就应该既能比较确切地反映出震害的轻重，又能比较确切地反映出地震力的大小。但是，正如李善邦先生指出的，用烈度评定一个地点地震的影响，也只能是定性的等级比较，不会很准确。

一次地震在一定地点所造成的破坏是多种因素综合作用的结果，烈度是指在一定范围内的平均震害程度，所以很难用某一个指标和现象作为代表进行准确地量度，而只能是一个综合性的鉴定指标，当前仍然依宏观破坏标志和人文作为烈度划分的主要依据。

第一节 烈度划分原则和标志

1990年10月20日6.2级地震发生在甘肃省天祝、景泰和古浪三县的交界地区，在毛毛山和老虎山的高山、丘陵区 and 盆地区的边缘地带。当地气候寒冷，为高寒阴湿区和盆地干燥区两者的过渡地带。该地区经济落后、交通不便。居民多从事农、牧业生产，其中天祝县以牧业为主，其他两县居民则以农业为主。当地居民点较为稀少，村落多集中在河流和大型冲沟两侧（以阳坡为主）及山区的边缘地带。区内绝大多数建筑物为民居、各种用途的棚舍和棚圈，为墙体承重或墙体与木架混合承重。屋墙为土坯、砖柱土坯和夯土墙，个别棚圈为碎石和卵石墙，其中棚圈建筑结构简单，材料单薄，施工粗糙易遭地震破坏。区内公共建筑物的数量较少，多为乡政府机关、供销社、粮食部门、邮电部门、卫生院和学校用房，其中大多数公共建筑在结构和用材方面与当地民居的差别不大。近年修建了一些新式建筑，但数量很少，如松山乡政府机关和松山供销社门市部等。震区西南的达隆寺是近年重新修复的寺庙建筑，为木架结构。上述的新式建筑和寺庙建筑的抗震性能相对较高，其他房屋，即便是结构和材质较好的建筑，其中的大多数也因修建年代较久抗震性并不强。

地震宏观调查要求能及时、准确地了解灾害程度与分布范围，以便尽快提供给各级党政机关和有关部门作为抗震救灾部署的依据。同时地震的破坏现场随时都在发生变化，时间愈长，破坏原貌的改变也愈大。因此，从确保调查的真实性出发也应尽快地进行。鉴于震区的自然经济环境、房屋类型，以及工作的目的和要求，我们在调查评定工作中注意综合采纳1957年和1980年两个烈度表中适合本区特点的烈度划分原则标志。对各点的烈度鉴定将依据人感和各种器物反应，不同结构和不同新旧房屋的损坏破坏部位、程度和可修复性，以及自然景观改变等标志进行。工作中注意多指标的普遍性调查与重点村居的统计调查相结合。在工作初期，考察队的全体科技人员汇聚在松山乡，对松山村的烈度进行“会诊”并确定其烈度为Ⅶ度，以此为修正前段工作结果。对于破坏程度差别较大的相邻村寨更加注意全面详尽的调查访问，力求将等震线的空间位置勾绘得更加精确。

参照中国地震烈度表（1957）的分类标准，并结合震区的实际情况对房屋类型和破坏

程度进行如下分类和划分。

一、房屋类型

I类 简易民房。为土搁梁或梁柱单薄的混合承重房屋，夯土墙和土坯墙，麦秸泥土顶。居民的简陋棚舍和各种牲畜棚圈均属此类。近年修建的砖包土坯房当地居民称之为“穿靴带帽”房屋，因其整体性不好，抗震性能较差，亦应归在此类。

II类 简易木架房屋。一般为四梁八柱单拉牵，土坯或夯土墙，单坡面麦秸泥土顶，后墙较高，上部多为土坯砌成。年久失修的正规木架房亦属此类。

III类 正规木架房屋、新式建筑和庙宇等。近年修建的单层砖混结构的公共建筑应属此类。

二、建筑物破坏程度

轻微损坏 墙壁表面出现细小裂缝或小块剥落等。

损坏 墙本体出现裂纹，接合部位裂缝大些，个别有局部塌落；木架偶有拔棒等。此类房屋的承重部分基本完好，经修复可继续使用。

破坏 墙体出现大裂缝，个别部分倒塌，木架拔棒，柱脚移动，部分屋顶破坏等。此类房屋的承重部分一经损坏一般不可修复。

倾倒 建筑物的大部或全部墙壁、屋顶倒塌，木架显著歪斜，构件折断。此类房屋的显著标志是承重部分倾倒。

第二节 地震烈度分布与震害

天祝—景泰 6.2级地震给灾区人民造成严重的经济财产损失。大量房屋倒塌和破坏，牲畜死亡，粮食和其他物品被埋，水渠阻塞，井泉破坏，道路坍塌，交通受阻。震区出现山崩、滑坡和地裂缝等地形变现象。依据前述烈度划分原则，可将震区烈度划分为Ⅷ、Ⅶ、Ⅵ三级，总面积达 814km²，V度以下地区未再区分（图 3.1）。

一、烈度分区

1. Ⅷ度区

Ⅷ度区即震中区，该区西起大圈湾西，东止下淌以东，北起阿门峁北侧，南止大圈湾—车路沟一线，包括下淌、车路沟、大圈湾三个自然村。震中区为长椭圆形，长轴走向 N85°W，长 9.5km；短轴长 2.5km，面积 18.5km²。区内部分居民点破坏情况如下：

下淌 房屋倒塌 195 间，破坏 100 余间，其余均出现较严重的裂缝。砖木结构的小学校舍严重损坏（见附录二照片 1—6）。倒塌羊棚和大牲口圈 81 间。呈北西走向的老虎山北缘活断层从村中偏北部位穿过，位于断层南侧（即断层上盘）的房屋破坏程度尤重。村庄西北一个坡度不大的土丘后缘出现裂缝，裂缝走向 N20°E，长达数十米。

车路沟 位于松山滩北缘，是一个仅有六户人家的自然村，为囊锁寺行政村管辖。居民多系土搁梁和混合承重的土坯房屋，震时约 50% 倾倒和歪斜，其余的也已构成危房（见附录二照片 7、8）。罗文学家庭院地面出现张扭性裂缝，裂缝长 5m，宽 5mm，总体