维普资讯 http://www.cqvip.com

Journal of Engineering Geology 工程地质学报 1004－9665/2007/15(04)-0453-05

山西清徐县地裂缝灾害现状及类型分析*

门玉明①②③ 彭建兵①② 李寻昌①③
(①长安大学地质工程与测绘学院 西安 710054)
(②西部地质资源与地质工程教育部重点实验室 西安 710054)
(③国土资源部岩土工程开放研究实验室 西安 710054)

摘 要 研究了山西省清徐县平泉村—武家坡村地裂缝地质灾害的现状和主要特征。清徐县平泉村至武家坡村等7个村庄自2002年春天出现地裂缝以来,其灾害呈现日趋加重的趋势,给当地村民的生产及生活带来了极大影响。经过对平泉村至武家坡村地裂缝的现场实地调查,认为清徐县平泉村－武家坡村地裂缝的分布情况复杂,影响带的宽度从3m左右到100多米不等,凡位于地裂缝带内的大部分建筑物都遭到了破坏。地裂缝带内的地面变形形式有陡降型和缓降型两类,其中位于陡降型变形带上的建筑物破坏最为严重。地裂缝引起建筑物的破坏主要有墙体开裂、地面倾斜、地基下沉、楼梯断裂、门窗变形等多种形式。清徐地裂缝目前仍处于活动阶段,这种活动趋势还将持续一段时间,建议地裂缝带内的村民应尽快搬迁,并限制其在地裂缝带内的工程活动,以免造成更大的损失。

关键词 清徐县 地裂缝 地质灾害
中图分类号:P642.26 **文献标识码**:A

PRESENT STATUS AND CLASSIFICATION OF GROUND FISSURE HAZARDS IN QINGXU COUNTY SHANXI PROVINCE

MEN Yuming①②③ PENG Jianbing①② LI Xunchang①③
(①*College of Geology Engineering and Geomatics, Chang'an University, Xi'an* 710054)
(②*Key Laboratory of Western China's Mineral Resources and Geological Engineering, Ministry of Education, Xi'an* 710054)
(③*Open Research Laboratory of Geotechnical Engineering, The Ministry of Land Resources, Xi'an* 710054)

Abstract The situation and main characteristics of geological disaster due to a ground fissure are studied. The ground fissure is located between Pingquan Village and Wujiapo Village in Qingxu County. Founded since 2002, the hazards have become severer and severer and these seven villages have suffered from the ground fissure. By field investigating to the ground fissure, it is concluded that the distribution of the ground fissure is complex. It is found that the effect－zone width is various from 3 meters to 100 meters. Most buildings in the ground fissure zone were destroyed. In the zone, land deformations are shown as steep drop type and slow drop type, and the buildings within steep drop type zone were destroyed seriously. The destroy forms are shown as wall crack, ground surface tilt, foundation sink, stair fracture, window and door deformation, etc. The ground fissure is activating and will last for some time. It is suggested that the villagers in the zone move out as quickly as possible, and any engineering activity be restricted to avoid more loss.

Key words Qingxu county, Ground fissure, Geological hazards

* 收稿日期:2006－12－11;收到修改稿日期:2007－03－15.
资助项目:国土资源大调查项目(1212010641403),国家自然科学基金重点项目(40534021)
第一作者简介:门玉明,主要从事岩土工程教学与科研工作. Email:dcdgx12@chd.edu.cn

维普资讯 http://www.cqvip.com

1 引 言

汾渭盆地是我国地裂缝发育的重灾区[1~4]，其中，山西晋中盆地的清徐县2002年发现一条长15km的地裂缝，造成严重的地质灾害。地裂缝发育严重地段的清徐县西边山平泉村—武家坡位于吕梁山脉东麓与晋中断陷盆地的交界部位，地形地貌较复杂，地质构造发育，岩溶地下水丰富。从2002年春开始，边山一带部分村民房屋相继出现裂缝，且呈现日趋加重的态势。尤其是清源镇的平泉村、马峪乡的东马峪等村，房屋开裂变形严重，给当地村民的生产及生活带来了极大影响。该地区地裂缝的平面分布如图1所示。2006年8月，我们对该地区的地裂缝地质灾害进行了调查，目的是对平泉村—武家坡一带地裂缝的类型、影响宽度、对建筑物的致灾形式等进行系统调查和分析，为地裂缝地质灾害的防治对策研究提供基础资料[1~10]。

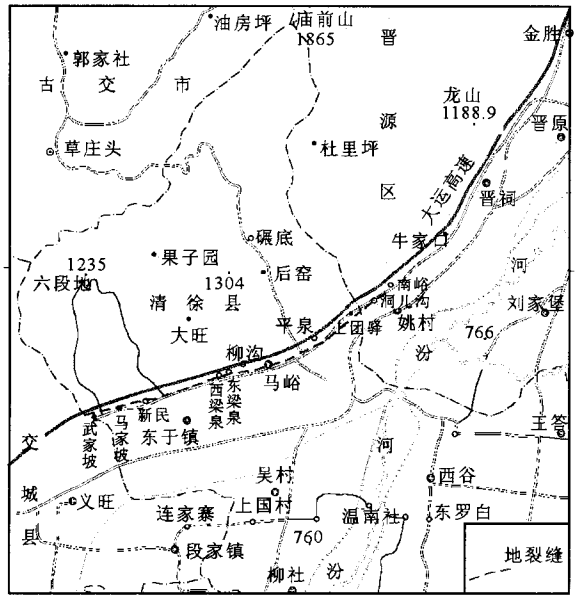


图1 清徐地裂缝平面分布图

Fig. 1 Distribution of Ground Fissure in the Qingxu region

2 平泉村—武家坡区内地裂缝的灾害现状及主要特征

2.1 平泉村

根据调查，该村发育一条主要的地裂缝。该条地裂缝地表延伸约为320m，影响带的宽度为2.6~58m，在平面上的分布为自东向西裂缝带愈来愈宽。最大裂缝宽度约为5cm，裂缝带的走向约为NE45°左右，倾向SE，具体表现为水平张拉和南东盘下降，导致位于地裂缝带上的房屋以及道路产生严重的地基下沉和拉张破坏现象，地基下沉最大高差约为40cm左右。该村地裂缝整体上西南段发育强，且连续性较好。

2.2 仁义村

仁义村位于平泉村的西南方向，两村相距约1km左右，该村的地裂缝为平泉村地裂缝的延伸，活动加剧时间约为大运高速公路建成之后。由于该村沿边山自西往东狭长布置，因而地裂缝贯穿全村，毁坏房屋较多。

该村被白水河分为两段，其中东段出露的地裂缝有2条，一条从村中间穿过，另一条位于村北的果园内。在横穿该村的白水河东岸可见到这两条地裂缝的出露，两缝之间的距离约为15m。而在河的西岸可看到有3条较为明显的地裂缝，最外缘的两条裂缝之间的间距约为36m，地裂缝的基本走向约为NE60°左右，倾向SE，具体表现亦为水平张拉和南东盘下降，张拉最大裂缝为30~40cm左右，下降最大高差约为20cm左右。

从地裂缝对该村建筑物的破坏程度来看，白水河以东明显要严重于白水河以西，具体表现为河东岸处在地裂缝带上的村民住房几乎都出现开裂破坏。而在村西，除仁义村小学教室出现大量裂缝外，其他地方仅在一些墙壁的分界处看到张拉裂缝。

2.3 东马峪村

东马峪村位于仁义村的西南方向，两村之间以大运高速公路清徐出口收费站为界限。地裂缝恰好从该村中间穿过。走向大约为NE 70°~80°，倾向SE，地裂带的影响宽度最大约为30m左右。地裂缝对房屋的破坏形式主要有拉裂破坏，地基隆起鼓胀破坏和地基下沉。其中最大裂缝宽度约有40cm，地基最大隆起高度约有20cm，地基最大下沉高差约30cm。

所调查的7个村庄，从地裂缝对建筑物的破坏情况来看，该村最为严重。其中西边五巷凡处于主地裂缝带上的房屋，无一例外的均成为危房，房子普遍发生拉裂破坏和下沉破坏，有的还发生地基隆起，另外，在该村香岩大街4巷，出现地基整体下沉现象，下沉区的宽度约为30m，最为典型的是处于地裂缝北边缘的梁永宝家，地基下沉深度约为30cm，房

维普资讯 http://www.cqvip.com

屋向南发生倾斜和平移;南边缘的李喜发家,地基下沉10cm左右,导致房子向北倾斜和平移,以至于该家房屋的界墙深入邻居房内10cm左右;在地裂缝一侧的下沉区,除墙体上出现一些较小的裂缝外,建筑物几乎完好无损。

2.4 方山村、马家坡村、口儿上村和武家坡村

该4个村庄位于清徐县城的偏西方向,其中,武家坡村与交城县交界。4个村自东往西一字排开,均位于边山脚下,村与村之间相连。这4个村地裂缝的基本走向与前边3村基本相同,因而建筑物的破坏形式也基本一致。

从地面调查情况来看,4个村主要分布3条地裂缝:一条位于村后的山坡上,基本走向为NE70°左右,该条地裂缝在地面上的表现为时断时续,其中在方山村梁有成家后的山坡上和口儿上村武月平家后边尤为明显,该条地裂缝缝宽约10cm左右,由于位于村后,因而仅对靠近山坡附近的几户村民房屋有一定影响;另一条地裂缝从4个村子中间穿过,走向约为NE60°左右,具体表现形式仍为水平张拉和南东盘下降,受其影响,其上建筑物的破坏形式主要为地基下沉和南倾。从破坏程度上来看,明显不如前边三村严重,由于地裂缝所经过之处,房屋多为旧房,虽然一些房屋已成危房,但目前大多村民仍居住其中;第三条地裂缝位于村南约100m左右的田地中,该条地裂缝走向约为东西走向,在地表上时断时续,具体表现为水平张拉,其中一段在地面上出露长度约20~30m,形成宽约5m的深沟,据村民介绍,该条地裂缝的形成时间为4~5a。

根据这次实地调查,将这7个自然村的地裂缝发育特征、规模进行了统计(表1)。

表1 清徐县7村地裂缝统计表

Fig. 1 Statistic of ground fissures in Qingxu county

序号	位置	发育特征	规模
1	清源镇 平泉村	直线长约320m,裂缝宽约0.04~0.2m, 影响带宽度:2.6~58m	中型
2	马峪乡 仁义村	直线长约850m,裂缝宽0.05~0.15m, 影响带宽度:14.2~116.3m	大型
3	马峪乡 东马峪村	长348.9m,裂缝宽约0.05~0.4m, 影响带宽度为3.5~110m	大型
4	东于镇 方山村	直线,长700m,裂缝宽约0.05~0.15m, 影响带宽度:20.42~138.95m	中型
5	东于镇 马家坡村	直线,长360m,裂缝宽约0.04~0.2m, 影响带宽度:75.73~155.63m	中型
6	东于镇 口儿村	长320m,裂缝宽约0.03~0.2m, 影响带宽度:26.42~77.84m	中型
7	东于镇 武家坡村	直线,长486m,裂缝宽约0.02~0.2m, 影响带宽度:17.13~64.41m	中型

3 地裂缝地面变形特征及成灾类型

3.1 地裂缝的地面变形特征

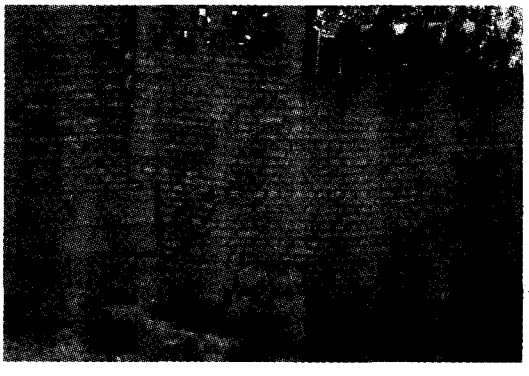
调查区位于晋中断陷盆地的西部边缘—清徐—交城活动断裂带上,根据资料分析,区内地裂缝属于活动性继承型地裂缝,其形成的力学机理主要为:在水平拉张应力和上部土体重力的共同作用下,基底断裂产生正断活动,导致上覆土层自下而上破裂变形,最终在地表形成裂缝。因而导致清徐地裂缝的主要力源是构造作用力和土体重力。上覆土体在随基底断层上下错动产生变形的过程中,土层中的应变由下向上累积,只有在近地表低围压状态的土体中才通过开裂变形以释放应变。受此影响,调查区内从平泉村—武家坡村,地裂缝带地面变形特征大致可分为两种类型:

(1)陡降型:其特点是主地裂缝两侧地面出现急剧的差异沉降,主变形带较窄,位于主裂缝带上的建筑物以剪切变形为主,这类地裂缝造成的灾害大,主变形带地面特征明显。

(2)缓降型:在主地裂缝带地面的变形较缓,变形带宽,位于裂缝带上的建筑物以剪切和拉裂组合变形为主,造成的破坏相对较轻,主变形带地面特征不明显。

3.2 地面建筑物的破坏特征

(1)建筑物上出现一至多道同向的斜裂缝,裂缝倾向地面沉降一侧,墙与墙的交界部位出现上部裂缝宽,下部裂缝窄的特点(照片1)。



照片1 方山村梁福生家的外院墙

Photo 1 Brick wall of Liangfusheng's house

维普资讯 http://www.cqvip.com

(2)建筑物两侧基础沉降大,中间沉降小,或者建筑物一边沉降大,另一边沉降小,墙体上出现倒"八"字型斜裂缝(照片2)。



照片2 平泉村村苏铁民家的房子外墙

Photo 2 Brick wall of Sutiemin's house

(3)建筑物上产生以张拉变形为主的垂直裂缝,建筑物的地面、墙体以及墙体的交界部位出现上下裂缝基本等宽度的现象。

(4)墙体出现外移现象,造成屋顶椽头脱离墙体(照片3)。



照片3 东马裕村李喜发家

Photo 3 Brick wall of Lixifa's house

(5)建筑物地基出现整体平移的现象,导致建筑物向相反方向发生侧移(照片4)。



照片4 东马裕村耿有云家

Photo 4 Brick wall of gGengyouyun's house

(6)地基下沉,建筑物室内地面发生不均匀沉降及部分脱空现象,导致地板出现开裂破坏。

以上各种现象在平泉村—武家坡村地裂缝带上的建筑物都有显现。

3.3 地裂缝带地面建筑物的成灾类型

调查区内地裂缝造成地面建筑物的破坏严重,凡处于主裂缝带上的房屋,无一例外的都受其影响,一部分房屋已废弃,多数房屋已成危房,严重地影响着当地老百姓的生命财产安全。地裂缝对建筑物的成灾类型可分为以下几种:

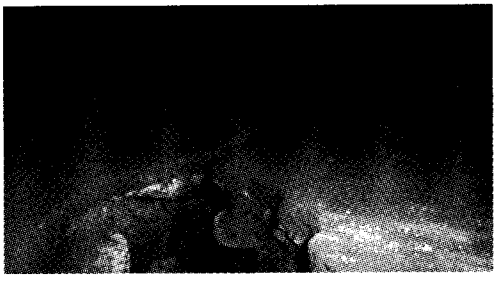
(1)墙体开裂,侧移;这是地裂缝地带房屋破坏的主要形式。在调查的房屋中,有的开裂十分严重(照片5)。

(2)地面倾斜、开裂及下沉(照片6)。



照片5 东马裕村赵中秋家

Photo 5 Brick wall of Zhaozhongqiu's house



照片6 马家坡村马代文家屋内的拉张裂缝

Photo 6 Ground fissure in Madaiwen's house

(3)屋顶面开裂,漏水。这一现象对平屋顶的屋顶面造成的损害较重,如仁义村东村处在地裂缝带上的平屋顶,几乎都出现了开裂现象。

(4)屋架变形,椽头拔出。这种现象在采用木结构屋顶的房屋中比较普遍,在调查的村民中,有多家的木屋架都出现了变形,椽头部分拔出,非常危险。

(5)楼梯断裂。这种现象虽然只在一户村民家

维普资讯 http://www.cqvip.com

中看到,但楼梯上部受损严重,几乎已经断裂。

(6)门、窗变形。严重的出现门窗不能开启(照片4)。

分析平泉村—武家坡村地裂缝引起的建筑物破坏特性可以看出,该区地裂缝的变形模式主要以拉张变形和剪切变形为主,或者是两者变形的组合,扭转变形模式很少见到。个别房屋上出现的墙体在铅直平面上的错位,是与地裂缝与建筑物的斜交有关,并不具备明显的扭转变形模式。因此,在地裂缝的灾害防治上,该区应以阻止这两种变形的发展为主要依据。

4 调查区内地裂缝活动的趋势预测

根据调查,该区内的断裂构造为一活动断裂,尤其是清徐~交城断裂平均每年都在以0.95mm的速率活动,最大速率达3mm·a^{-1}。加之该地区地下水位近年来持续下降,引起原来的含水层的不断失水压密变形,这种变形的稳定将需要一定的时间。如果水位继续下降,这种地层的压密变形将会持续更长的时间。

据村民反映,裂缝这几年一直处于活动状态,尤其在下雨天时,可明显听到房屋发出吱吱的响声,有的房屋经过重新修复后,不到两三个月,又出现新的裂缝。因此,作者认为该地裂缝的活动在近几年还将持续下去。当地政府应尽快对地裂缝带内的村民进行搬迁,并限制其在地裂缝带内的工程活动,以避免造成更大的损失。对已经出露地表且较为明显的裂缝,应及时回填夯实,防止地表水渗入而引起地裂缝活动的加剧。

5 结 论

(1)清徐平泉村—武家坡地裂缝的分布情况复杂,影响带的宽度从3m左右到100多米不等,凡位于地裂缝带内的大部分建筑物都遭到了破坏。

(2)地裂缝区内的地面变形形式有陡降型和缓降型两类,其中位于陡降型变形带上的建筑物破坏最为严重。

(3)地裂缝引起建筑物的破坏主要有墙体开裂、地面倾斜、地基下沉、楼梯断裂、门窗变形等多种形式。

(4)清徐地裂缝目前仍处于活动阶段,这种活动趋势还将持续一段时间,对地裂缝带内的村民应尽快搬迁,并限制其在地裂缝带内的工程活动,以避免造成更大的损失。

致谢 参加本项目调查的人员还有:张永海、汪班桥、石玉玲、李文阳、赵韬、潘春娟、李新生。本次野外调查工作得到了山西省地质环境监测中心和太原市清徐县国土资源局的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。

参 考 文 献

[1] 彭建兵. 中国活动构造与环境灾害研究中的若干重大问题[J]. 工程地质学报,2006,**14**(1):5~12.
Peng Jianbing. Some important problems to be addressed in research of active tectonics and environmental disastera in China. Journal of Engineering Geology, 2006,**14**(1):5~12.

[2] Peng J B, Sun P, Li X An, Ground fissure: The major geological and environmental problem in the development of Xi'an city, China. Environment Science and Technologu, American Science Press,2006,4.

[3] 彭建兵等. 渭河盆地活动断裂与地质灾害[M]. 西安:西北大学出版社,1992.
Peng Jianbing, et al.. Active faults and geological disaster of Weihe river basin. Northwest University Press,1992.

[4] 刘玉海,陈志新,倪万魁等. 大同城市工程地质研究[M]. 西安:西安地图出版社,1996.
Research of engineering geology of Datong city, XI'an: XI'an Map Press,2005.

[5] 陈志新. 地裂缝成灾机理及防御对策[J]. 西安工程学院学报,2002,(2):17~20.
Chen Zhixin. Mechanism of ground fissures and its prevention counter measure. Journal of Xi'an Engineering University, 2002,(2):17~20;

[6] 长安大学地质工程与测绘工程学院. 太原市清徐县平泉村—武家坡地裂缝地质灾害调查报告[R], 2006.
Geology engineering and surveying department. Chang'an university, geological hazards surveying report of ground fissures in Pingquan-wujiapo of Qing county, Taiyuan city,2006.

[8] 山西省地质环境监测中心,太原市清徐县国土资源局. 山西省太原市清徐县地质灾害调查与区划报告[R],2005.
Monitoring center of geological environment of Shaanxi province and land resources bureau of Qingxu county, Taiyuan city, geological hazards surveying report of ground fissures in Pingquan-Wujiapo of Qingxu county, Taiyuan city,2005.

[9] 李世雄, 李守定, 郜洪强. 河北平原地裂缝分布特征及成因机制研究[J]. 工程地质学报,2006,**14**(2):178~183
Li Shixiong, Li Shouding, Hao Hongqiang. The distribution characters and origin mechanics of ground fissures hazard in Hebei plain. Journal of Engineering Geology, 2006,**14**(2):178~183

[10] 姜海波,等. 陕北地区黄土节理对公路边坡稳定性的影响[J]. 工程地质学报,2006,**14**(3):360~364.
Jiang Haibo, et al.. Effects of loess joints on stability of highway slopes in northern Shaanxi. Journal of Engineering Geology, 2006,**14**(3):360~364