



Comparison of Geological Disasters Induced by the 2008 Wenchuan and 1303 Hongdong Earthquakes of M 8.0 and Seismic Intensity Characteristics

Xiao-fei HAN^{1,2,*}, Li ZHANG^{1,2}, Shuang-shuang SHI^{1,2}, Bin DONG^{1,2}

¹Earthquake Administration of Shanxi Province, Taiyuan Shanxi 030021, China;

²State Key Observatory of Shanxi Rift System, Taiyuan Shanxi 030025, China

*Corresponding author. Email: 38094048@qq.com

Abstract

The Wenchuan earthquake and the Hongdong earthquake are earthquakes of magnitude 8.0 occurring in the north and south of China: the Hongdong earthquake occurred in the Linfen Basin on the Loess Plateau. The thick Quaternary basin produced surface rupture, sand liquefaction and soft under earthquake action. Many earthquakes such as soil subsidence and landslides have a small population distribution in the earthquake-stricken area. Therefore, the macro-seismic epicenter is located in the center of a densely populated basin, which is inconsistent with the typical epicenter distribution area. The Wenchuan earthquake occurred in the southwest mountainous area where the geological structure is active. A large number of geological disasters such as collapse, landslides, and dammed lakes have been induced. Due to the densely populated areas in the epicenter, the personnel are dense, resulting in a large number of personnel and property losses. A series of typical seismic geological disaster distribution areas and macroscopic earthquake areas have Very good consistency distribution.

Key words: Collapse; landslide; high-speed slipstream; seismic intensity

2008年汶川和1303年洪洞8.0级地震诱发地质 灾害和地震烈度特征对比

韩晓飞^{1,2,*}, 张丽^{1,2}, 史双双^{1,2}, 董斌^{1,2}

¹山西省地震局, 山西太原 030021;

²太原大陆裂谷动力学国家野外科学观测研究站, 山西太原 030025)

*通讯作者. 电子邮件: 38094048@qq.com

摘要

汶川地震和洪洞地震为发生在中国南北两地的8.0级地震:洪洞地震发生地为黄土高原的临汾盆地,巨厚的第四纪盆地在地震作用下产生地表破裂、砂土液化、软土震陷、滑坡等众多的灾害现象,发震断裂区人口分布少,因而宏观震中位于人口密集的盆地中心,与实际震中典型灾害分布区不一致;汶川地震发生在地质构造活跃的西南山区,地震诱发了大量的崩塌、滑坡、堰塞湖等地质灾害,由于震中区多为河谷地带,人员密集,因而造成了大量的人员、财产损失,一系列典型地震地质灾害分布区与宏观极震区具有很好的一致性分布。

关键词: 崩塌; 滑坡; 高速滑流; 地震烈度

1. 引言

汶川 8.0 级地震发生在南北地震带, 该地震带集中了超过一半的 8 大地震。汾渭地震带属于南北地震带的又一个强震活动带, 1303 年洪洞 8 级地震即发生在该带上。两次地震诱发地质灾害均造成重大人员伤亡和财产损失, 通过对比研究两次地震的成灾和灾害损失特点, 分析南北大震发生地点的构造地貌差异所引起的灾害损失差异。

2. 1303 年洪洞 8 级地震诱发地质灾害及地震烈度特征

根据中国历史强震目录, 由中国科学院地球物理研究所和山西省地震局组成的宏观调查组对 1303 年 9 月 17 日下午 8:00 在临汾盆地发生的强烈地震进行了调查, 称为河东地震。在洪洞县和霍县, 村庄被搬移, 土地破裂成渠, 官邸和民房被彻底摧毁, 造成严重伤亡。受灾地区位于忻州、定襄以南, 运城、永济以北以及陕西、河南部分地区, 西到黄河东部各县, 东到太行山左权、潞城地区, 山西、陕西、河南 3 省 51 个州、县记录了地震灾害情况。山西中南部广大地区人民的生命财产和社会受到极其严重的破坏^[1-9]。

2.1 地震地质灾害

1. 2.1 地表破裂

洪洞县龙马乡沟南、沟北、下沟村原为三郭家庄村。地震发生后, 这个村庄形成了一个山谷, 把这个村庄分成了三个村庄。(洪洞县地名录)

1. 2.2 沙土液化

太原徐沟、祁县、汾州平遥、介休、西河、孝义等县震裂成渠, 泉水为黑沙。(元史·五行志)

1. 2.3 软土震陷

①汾州城内东部断陷七十余步, 北部则断陷长 500m。(元史·五行志)

②赵城霍泉渠、北霍渠、郇堡等村渠道被断裂, 斗门被毁, 泉水减少。(洪武《平阳志》卷 7))

③广平运河“水书, 先在大德七年 8 月 6 日地震中陷入地堑, 后重新挖掘出来, 几乎全部腐烂…”。(民国《洪洞县水利志补》)

1. 2.4 岩土崩塌

汾西县西部山区发生岩石崩塌。(康熙《汾

西县志》卷 8)

1. 2.5 滑坡

平阳赵城县范宣义郇堡徙十里: 滑坡体后缘位于郇堡大桥、柴村、韩家庄一线。前缘位于严家庄村南部, 南界位于洪洞双头、柴村、方堆村。地面滑体为舌形, 5500 米, 前缘 150 米宽, 后缘 2000 米宽, 地面滑体面积 6 平方公里。地面滑坡体后缘厚 32 米, 前缘厚 2-3 米, 两侧厚 2-10 米, 平均厚度 10 米。地面滑坡体积约为 6×10^7 立方米。地面滑体的轴向为东北-西南方向; 地面滑体的滑动方向东北部为 225° 西南部为 270° ; 滑动距离为 100-200 米, 前缘滑动距离大于后缘滑动距离。滑坡体范围内有柴村、韩家庄、北郇、东店、南郇、长安堡、营田庄、双头、板塌、南堡、早觉、阎家庄、坊堆等 13 个村庄。(《元史·五行志》)

2.2 地震烈度

徐岳仁认为, 霍山山前断裂带是 1303 年洪洞地震的发震构造, 见图 2, 沿霍山有砂土液化、地震滑坡、裂缝等地震变形。确定的破裂带长度为 45km。发现断裂带南段的水系(冲沟)具有右旋位移和断层剖面的擦痕产状, 该断裂带以水平走滑为主, 兼有少量的倾滑成分^[10]。

1303 年洪洞 8 级地震的震中位于临汾盆地的东缘霍山山前断裂上, 但实际宏观震中位于临汾盆地的中心临汾-介休一带, 并没有与霍山山前断裂附近的强烈地震灾害分布区地理位置一致(见图 1, 图 2)。原因为: 盆地中心地带人口稠密, 发震断裂位于盆地东缘且断裂面深部有向盆地中心延伸趋势, 盆地内地基为第四纪松散沉积物, 房屋地基失效现象严重, 如喷沙冒水、地裂地陷等, 造成大量的房屋倒塌及人员伤亡; 显然地震地质灾害典型分布区位于山前, 但人口密度少, 山前灾害亦未明显影响到盆地内区域。因此历史地震的宏观震中要综合发震构造、地质地层条件、人口分布、房屋质量等一系列因素来确定。

3. 2008 年汶川 8 级地震诱发地质灾害及地震烈度特征

汶川地震造成山崩、滑坡、泥石流、地裂、地陷、喷砂、冒水等地表的破坏, 但以山崩、

滑坡造成的灾害最为典型和深重。

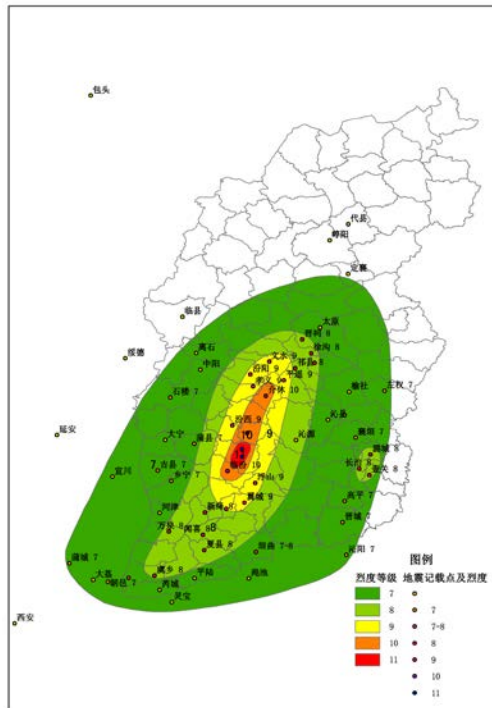


图1 1303年洪洞8级地震等震线
 Fig.1 Isoseismic Line of Hongtong M8 Earthquake in 1303

8级以上的半数大地震发生在该带上^[11,12]。

吴树仁、乔彦肖认为,汶川地震不仅造成了大量的地质灾害,而且造成了龙门山斜坡岩体的变形破坏和松动。在未来的汛期、余震和重建中,将发生新的崩塌和滑坡、泥石流^[13,14]。

吴珍汉、李凌婧、姜纪沂、梁京涛等研究了汶川8.0级地震地质灾害特征:地震灾害主要分布在龙门山中央断裂带,呈线状或串状沿水系分布;地质灾害多沿山脊线或分水岭高位分布;在地震烈度较高的地区,近地表地震动强烈,地质灾害发展程度显著提高;地震灾害发展程度也与软、硬岩组合、大坡降比、高海拔、密切相关^[15,16,17,18]。

殷跃平认为,地震对山区的高陡斜坡有很大的影响。由于鞭梢效应,地震对山顶的影响尤为显著。本次地震典型滑坡体具有高速滑流特征,表现为“地震投掷”、“冲击开裂”和“高速滑流”三个阶段^[19]。

3.1 地震地质灾害特点

汶川地震造成了极其严重的地质灾害,这与川西山区地质环境极为脆弱有关。地震重灾区约10万平方公里,多为地质构造和山谷复杂的中高山区。深切、地形差异大,特别是一套破碎、软弱的变质岩地层(由板岩、片岩、千枚岩等软弱地层组成,地质上称为茂县群地层),构成了地震地质灾害发生的诱因。

地震次生地质灾害主要包括:

(1) 重大滑坡灾害:在大地震影响下形成并活化大规模滑坡,如北川县新北川中学滑坡、王家岩滑坡、青川东河口滑坡等地质灾害的规模和程度。

(2) 大量滑坡和崩塌:沿映秀-北川-青川断裂两侧的极震区和重震区,大地震造成大量大小不等的滑坡和崩塌。

(3) 潜在不稳定斜坡:大地震造成大量山体裂缝,形成潜在不稳定斜坡,极为隐蔽,具有灾害威胁。

(4) 滑坡堰塞湖:汶川地震形成的最大堰塞湖为唐家山堰塞湖。这是由于地震后山体滑坡,堵塞了岷河上游,形成了1.45亿立方米的湖泊。堰塞坝由石质块体及山坡风化土组成,后期需加强对堰塞湖稳定性的监测。灾区形成了33处具有一定规模和潜在灾害的滑坡堰塞湖。

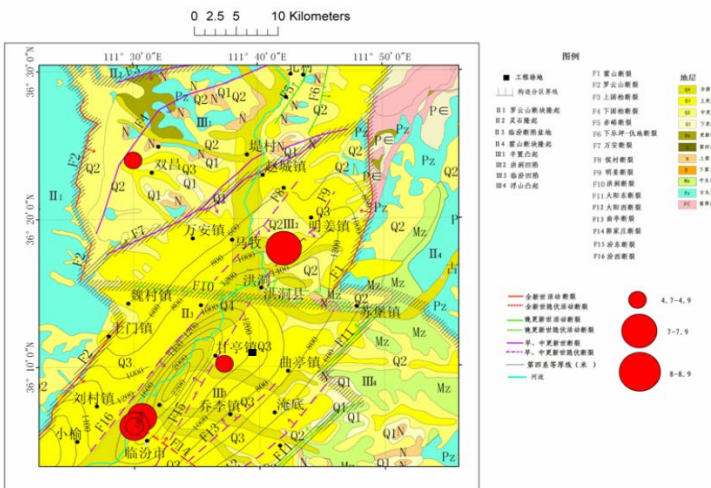


图2 1303年洪洞8级地震地质构造背景
 Fig.2 Geological structure background of Hongtong M8 earthquake in 1303

根据黄润秋的分析,汶川8.0级地震的地球动力学因素是印度板块相对于欧亚板块的俯冲和压缩。一方面青藏高原继续上升,另一方面青藏高原内部物质源继续向高原外围流动。青藏高原和华北块体、华南块体和滇缅块体形成了著名的南北地震带,该地震带北起宁夏,经甘肃东部,进入四川西部和云南,中国

3.2 地震烈度特点

震中烈度达到XI度(见图2),以北川县县城和汶川县映秀镇为两个极震中心,八度以上损害极为严重,分布区靠近发震断层,沿断层呈长条带状;九度、八度界线受龙门山山前断裂错动影响,绵竹市、什邡市山区向盆地地方向突出,都江堰市区也略显突出。

汶川地震烈度显示宏观震中和青川-北川-映秀断裂产生的实际震中高度一致,这是由于西南山区山谷狭窄,民居区多位于河流阶地上,河流两侧植被茂密,坡将比较大,因而在河谷地区发生的大量地震地质灾害对人类居住区产生大量破坏,带来巨大伤亡,如北川中学新校区滑坡,而且统计的震后泥石流分布区主要位于汶川和北川,且以汶川为重^[20]。这就造成汶川地震次生灾害严重叠加了地震灾害的受灾区及受灾程度,更突显了研究地震地质灾害的重要性以及灾害预警区设立的必要性。

4. 讨论

汶川8.0级地震形成崩塌、滑坡、堰塞湖等地震灾害数量众多,造成重大人员、财产损失,这与南方特殊的地质、地理、气候环境相关,汶川地区是地质活动活跃区,山地坡降比大,加之南方雨水充沛,地表、地层含水量大,在强地震作用下,更容易产生地震地质灾害,因而加重造成更大的房屋倒塌和掩埋,致使大量的人员伤亡。洪洞8级地震发生在北方的临汾盆地,相对干旱的沉积盆地记载了更多的砂土液化、地表震陷等地震地质灾害,记载的最为有名的滑坡为郇堡地滑,沿霍山山前断裂发生的一系列典型地震地质灾害,由于山前区人口分布少,而盆地中心区人口密集,地震灾害引起的房屋倒塌严重,因而宏观震中位于盆地中心地带而非发震断裂区。

参考文献:

[1] 中国地震局震害防御司. 1995. 中国历史强震目录(公元前 23 世纪—公元 1911 年)[M]. 北京: 地震出版社.

[2] 中国科学院地球物理研究所、山西省地震对宏观调查组. 2003. 1303 年 9 月 17 日山西省洪赵县地震考察报告[J]. 山西地震, 第 3 期(总第 114 期): 23-30.

[3] 马宗晋等.1993,山西临汾地震研究与系统减灾. 地震出版社.

[4] 陈颀等.1999,地震危险性分析和震害预测. 地震出版社.

[5] 高孟潭等. 2004, 1303 年洪洞 8 级地震 GIS 系统与震害分析特征分析. 地震学报, 26(4): 363-368.

[6] 山西省地图集编纂委员会.2000,山西省历史地图集. 中国地图出版社.

[7] 冯启民等.2004,地震灾害预测及其信息管理系统技术规范(GB/T 19428-2003)宣贯教材. 中国标准出版社.

[8] 武烈等.1993,山西地震. 地震出版社.

[9] 尹之潜.1995,地震灾害及损失预测方法. 地震出版社.

[10] 徐岳仁.2012. 山西霍山山前断裂带晚第四纪活动特征研究[D].北京: 中国地震局地质研究所.

[11] 黄润秋. 2008. “5·12”汶川大地震地质灾害的基本特征及其对灾后重建影响的建议[J]. 中国地质教育, 第 2 期: 21-24.

[12] 黄润秋. 2011. 汶川地震地质灾害后效应分析[J]. 工程地质学报, 19(2): 145-151.

[13] 吴树仁, 石菊松, 姚鑫, 等. 2008. 四川汶川地震地质灾害活动强度分析评价[J]. 地质通报, 27(11): 1900-1906.

[14] 乔彦肖, 马中杜, 吕凤军. 2009. 汶川地震地质灾害发育特点及动因机制分析[J]. 中国地质, 36(3): 736-741.

[15] 梁京涛, 王军, 汪友明, 等. 2015. 汶川 8.0 级地震触发地质灾害发育分布规律研究[J]. 灾害学, 30(1): 63-68.

[16] 吴珍汉, 张作辰. 2008. 汶川 8 级地震地质灾害的类型及实例[J]. 地质学报, 82(12): 1747-1757.

[17] 姜纪沂, 宋洋, 谷洪彪. 2008. 汶川 Ms8.0 地震地质灾害发育特征及诱发因素分析-以北川县为例[J]. 防灾科技学院学报, 11(1): 43-47.

[18] 李凌婧, 姚鑫, 张永双等. 2014. 汶川地震绵远河流域地质灾害遥感提取与分

- 布特征研究[J]. 工程地质学报, 22(1): 46-55.
- [19] 殷跃平. 2008. 汶川八级地震地质灾害研究[J]. 工程地质学报, 16(4): 433-444.
- [20] 高会会, 裴向军, 崔圣华等. 2018. 汶川震区震后地质灾害发育分布及演化特征浅析[J]. 长江科学院院报, 网络版首发.

Open Access This chapter is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits any noncommercial use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license and indicate if changes were made.

The images or other third party material in this chapter are included in the chapter's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the chapter's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

