维普资讯 http://www.cqvip.com

15卷5期 自然灾害学报 Vol. 15, No. 5
2006年10月 JOURNAL OF NATURAL DISASTERS Oct., 2006

文章编号:1004-4574(2006)05-0028-04

山西霍州西部地裂缝地质灾害成因分析

晋 华,郑秀清

(太原理工大学,山西 太原 030024)

摘要:自20世纪90年代以来,山西省霍州西部地区出现了大量地裂缝,破坏了许多房屋和耕地,并且改变了地下水资源的空间分布,严重影响了当地人民的日常生活和地区经济发展。由于该地区地裂缝的成因尚不清楚,防治措施难以制订,其影响范围内的人群、房屋、耕地、水资源仍然受着地裂缝地质灾害的威胁。基于此种状况,在调查霍州地区采空塌陷地裂缝时空分布的基础上,结合区内区域地质、水文地质、工程地质及人类经济工程活动等条件,分析了地裂缝形成的主要原因。分析结果认为,采煤形成的采空区和采煤排水造成的地下水位下降是地裂缝形成的主要原因,雨水的冲蚀加速了地裂缝的扩展,确定了该地区地裂缝的非构造属性,并据此提出了相应的治理措施。

关键词:地裂缝;采空塌陷;地下水;防治措施

中图分类号:P642.26 **文献标识码**:A

Cause analysis of geological calamity about ground fissures in west of Huozhou, Shanxi Province

JIN Hua, ZHENG Xiu-qing

(Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Since the 1990s, hundreds of ground fissures have occurred in western Huozhou area of Shanxi Province in Northern China. The fissures and related subsidence have damaged to houses, agricultural land, and groundwater resources. In this paper, the temporal and spatial distributions of the ground fractures were investigated. The essential factors of cracks were studied with the regional geology, the geological circumstance, hydrogeology condition, and human activity. The results show that the mine goaf and the fall of groundwater level are the essential factors, and the precipitation accelerates the development of the cracks. Based on this, corresponding prevention and control measures are presented.

Key words: ground fissure; excavation subsidence; groundwater; prevention and control measures

霍州位于山西省的中部,煤炭资源丰富。由于大量开采,引发了地面塌陷、地裂缝等地质灾害。近年来,随着地裂缝范围的不断扩大,霍州地区房屋被毁,大片耕地及地下水资源遭到破坏,严重影响了当地的社会安定和经济发展。据调查,由于地裂缝的形成使霍州地区近2 560 hm^2 亩耕地受到程度不同的破坏,大部分农田减产,有的农田已无法复垦耕种。同时地裂缝地质灾害导致居民4 015间房屋受损,62眼水井干涸,85户村民搬迁,造成的直接经济损失约4 115.16万元。由于该地区地裂缝的成因尚不清楚,防治措施未制订,其影响范围内的人口、房屋、耕地、水资源仍然受着地裂缝地质灾害的威胁,潜在经济损失约3 102.64万元。

收稿日期:2006-03-30; 修订日期:2006-09-18

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40472132)

作者简介:晋华(1969-)女,山西灵石人,副教授,主要从事水文水资源、地质环境研究.

维普资讯 http://www.cqvip.com

因此,加强对其地裂缝形成发展机理的研究,并提出切实可行的防灾、减灾措施,对该地区的可持续发展有着十分重要的现实意义。

1 基本概况

1.1 地质概况

霍州位于临汾盆地北端,太岳主峰霍山西麓。境内总的地势是东高西低,东部与北部边境为霍山成弓形环抱,山势险峻,老爷顶海拔达2 343.8 m,是太岳山的主峰,为境内最高点。中部黄土丘陵起伏,海拔在600~800 m之间。西部为汾河谷地,最低海拔400 m左右。地形变化总趋势为由东北向西南、由山区向河谷地势逐渐降低。

地裂缝地质灾害多发区位于霍州中、西部,一般高程为550~1 000 m,山形圆滑平缓,大部分被中、上更新统黄土地层覆盖,是著名的产煤区。该区地形起伏大,黄土冲沟发育,冲沟一般深30~60 m,呈"V"型,河谷或冲沟底部局部出露石炭系、二叠系地层。黄土节理发育,含大孔隙,属松软土类型,基岩表层风化破碎,节理发育。

1.2 煤矿开采概况

霍州地区煤炭资源十分丰富,煤田集中分布于霍山隆起西侧,主要有白龙、李雅庄、退沙、辛置、下乐坪等井田。境内煤层包括石炭系太原组4,5,6,9,10,11号煤及山西组1,2号煤,其中稳定可采煤层主要有1,2,9,10,11号煤层,煤层总厚度大于10 m。霍州市煤炭开采历史久,煤矿数量多、开采水平及规模差异大是其采煤特点。20世纪80至90年代采煤高峰期,国营及乡、村、个体各级煤矿总数超过90座,大多数为竖井式开采,少数为斜井式开采。国营大矿机械化程度高,工作面大,开采层数多,回采率高;小矿开采规模小,多采用炮采。现有煤矿50座,目前山西组1,2号煤层已基本采完,正在开采下部太原组9,10,11号煤层。

2 地裂缝发育特征

由于霍州地区采煤历史久,开采层数多、面积较广,所以已发生的地质灾害主要是采煤诱发的采空塌陷地裂缝。在地域上,采空塌陷地裂缝集中发育于境内西部地区煤矿采空区一带。到目前为止共形成地表明显且具有一定规模和危害的地裂缝地质灾害60处,372条,其中19处正处于发展阶段,25处仍然在活动,26处已基本趋于稳定。煤炭采空塌陷型地裂缝的发育特征决定了地裂缝一旦形成,必然受到后期环境的改造及影响,同时地裂缝本身对环境的影响也不会在短期内消失,对受灾体的破坏将是缓慢的、长期的。因此,各处地裂缝的稳定性不是一成不变的,随着时间的推移、环境的改变,地裂缝的稳定性会随之发生变化。

2.1 地裂缝的空间展布特征

霍州地裂缝集中分布在区内中西部的煤矿采空区及其外围地带的第四系黄土地层中。其方向与矿井巷道平行,区域上无一定的规律性。从形态上来看,绝大多数地裂缝为直线型,少数为折线,裂缝长一般为200~2 000 m,最长的师庄乡杨家山地裂缝4 000 m;宽度一般小于0.1~1.5 m,最宽的是陶塘峪南王村地裂缝为3 m。剖面上,上宽下窄呈楔形,并具有拉张下错的特点,可见深度一般5~15 m。裂缝以群缝式排列组合出现较为普遍,一般每处地裂缝由4~6条单缝构成,最多的陶塘峪南程村裂缝群出现达18条。

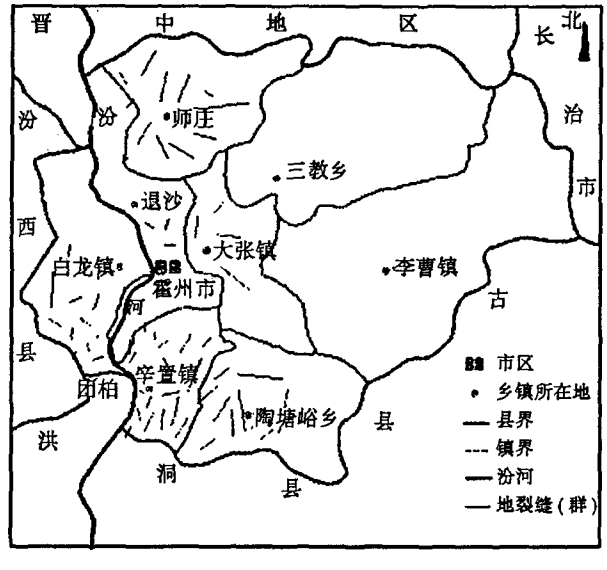


图1　霍州地裂缝分布简图

Fig. 1　Sketch of distribution of ground fissure in Huozhou

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.2 地裂缝的时间演化特征

霍州境内的地裂缝为煤炭采空区坍塌失稳变形的演化产物,它的发生发展与采煤活动有明显的相关性。地裂缝的形成表现出滞后于煤矿开采时间的特点,滞后时间从几个月到几年不等。同时,地裂缝的演化还受降雨等因素的影响。地裂缝形成之后,受降雨影响,进一步产生冲刷、淋滤等次生作用,使其在原有规模的基础上有所扩大。这种现象往往发生在雨季,地裂缝形成后,农民将其填埋进行耕种,来年雨季再次发生裂缝,规模进一步扩大。

3 地裂缝成因分析

通过对研究区地质、水文地质、工程地质及地裂缝发育特征的分析,认为本区地裂缝的活动不属于地质构造成因。因为研究区与其周围广大地区在地理条件和区域地质环境等方面基本相同,在更广阔的区域,没有或很少发生地裂缝。加之地裂区范围小,界限明确,地裂缝显张性等现象,充分显示出本区地裂缝活动的非构造属性。

3.1 地面采空塌陷

据野外调查,霍州地裂缝的形成主要受采矿活动的影响。采空区形成之后,使煤层顶部砂岩及页岩等上覆岩层成为一种架空结构,原有的周围应力平衡状态被破坏,采空区顶板岩层在自身重力及其上覆岩(土)体的压力作用下,产生向下弯曲与移动。当顶板岩层内部形成的拉张应力超过该岩层的抗拉强度极限时,直接顶板发生冒落,上覆岩层弯曲、移动、破裂,形成裂隙带。随着采空范围扩大,地下破坏变形向上延伸到地表,在地表形成地裂缝。

另外,随着采空区的逐步扩大、留设的保安煤柱在水浸软化及人为开采等因素影响下的变形,上覆地层的应力将重新分配、发生变化,从而引起上覆地层的不均匀沉降,诱发开裂变形直至地表。

因此,不同规模的地裂缝既可以是由于煤层开采塌陷裂隙在地表延伸而形成的地裂缝,即地下采空在上覆岩体中形成裂隙带,裂隙向上延伸发展,在地表土体中形成地裂缝;也可能是由于地表土体的不均匀沉降诱发而形成的地裂缝,即受采空影响,形成上覆岩层的不均匀塌陷,从而使地表土体发生破坏变形,形成地裂缝。

师庄、陶塘峪、大张镇的地裂缝主要由上述原因引起,其特点是地裂缝较长,这一区域共有地裂缝26处,大于1 000 m的24处占该区域地裂缝的85%。

3.2 地下水水位下降

采煤排水造成地面不均匀沉降也是导致霍州境内地裂缝形成的原因之一,霍州煤电集团,年产煤400万t,经过几十年的开采,这些矿区的上组煤已近枯竭,从20世纪90年代后期开始陆续开采下组煤。开采上组煤时,所排矿坑水为基岩裂隙水,排水量小;与奥陶系岩溶水没有关系。而开采下组煤时,却与郭庄泉奥陶系岩溶水有密切关系。下组煤的9号煤的直接顶板是K_2灰岩,其平均厚度为10 m,是石炭系的主要含水层,距离奥陶系灰岩只有40 m。断距大于50 m的断层可以使K_2灰岩和奥陶系灰岩直接接触。霍州矿区地质构造复杂,断层较发育,使得两个岩层中的地下水具有密切联系。要开采9号煤,必须疏干K_2灰岩水,实际上是直接抽排奥陶系岩溶水。另外开采10,11号煤层时,巷道底板要承受70~450 m水头高的巨大岩溶水压力,必须进行降压排水。因此复杂的水文地质条件决定了霍州矿区开采下组煤时必须大量抽排地下水。现在霍州煤电集团开采下组煤的总排水量达0.78 m^3/s,其中团柏煤矿2000年以后以0.46 m^3/s大流量排水。受其影响,采煤区地下水位急剧下降,平均下降速度1.1 m/a[1,2]。

地下水水位下降降低了含水介质的空隙水压力,地下水浮托力减小,上覆地层压力增大,导致松散土层的差异压密沉降,在地表压密沉降差异最大的部位形成拉张应力集中,导致土层沿拉张作用方向开裂变形。另外,地下水动力条件的改变,可在一些可潜蚀土层中发生潜蚀、冲蚀作用,形成隐伏地裂缝。

辛置、白龙镇、退沙办的地裂缝主要由地下水位下降引起,其地裂缝特点是分布密集,大部分长度小于1 000 m。该区域共有地裂缝32处,小于1 000 m的24处,占该区域地裂缝的75%。

3.3 其它因素

霍州采空区地表的岩性为中、上更新统的灰黄色粉沙土、粉土质亚粘土,底部有一层棕红色古土壤。该土体质地疏松,具有大孔隙,垂直节理发育,遇水强度降低,具有压缩性和湿陷性[3]。因此地裂缝形成后,如

维普资讯 http://www.cqvip.com

有降雨入渗,则可使地裂缝发生潜蚀、冲蚀,加剧了地裂缝的扩展变形,使其波及范围扩大。

另外,小煤窑采煤放炮的震动作用也加剧了地裂缝的发生和发展。

由以上分析可知,第四纪沉积物是地裂缝发育的物质基础,煤矿采空与地下水水位下降是地裂缝发生的动力因素。因此,霍州地裂缝属于非构造地裂缝,它主要是由人类工程活动引起的。

4 防治措施

霍州的地裂缝主要是由于长期大规模的煤炭开采,形成大面积的采空区,并由此诱发的地下水水位降低造成的。所以为了有效防止地裂缝的进一步扩大,避免因地裂缝造成更大的经济损失,提出如下防治对策:

(1) 矿产资源开发要切实贯彻"在保护中开发,在开发中保护"的方针政策,杜绝矿产资源乱采滥挖,防止地裂缝再进一步扩大,从而确保霍州地区经济的可持续发展。

(2) 开展矸石回填采煤法,即把煤矸石不运出矿井,将其用风力充填到采空区,从而保证采空区围岩的稳定性,避免地裂缝的发生。

(3) 对采空区的地面塌坑、裂缝,应及时予以填封,密集区可采取围堤挖沟措施,及时排除塌陷、裂缝区的积水,防止积水塌陷。

(4) 对采煤排水进行适当处理后,在合适的地点注入地下,人工补偿地下水,提高地下水水位,增加孔隙含水量,提高承载能力。

(5) 加强灾害区内生态环境建设,根据区内的地质地貌条件,因地制宜修建淤地坝、鱼鳞坑等水利工程,充分拦蓄洪水和小泉小水,减少地表径流外流量,增加对地下水的入渗补给量。同时,还要大力开展适树适地的植树造林,退耕还林还草,涵养水土,增加大气降水入渗量。

参考文献:

[1] 高波. 郭庄泉流量衰减原因分析及对策[J]. 水资源保护,2002,1:64-65.

[2] 武强,陈佩佩,张宇,等. 我国城市地裂缝灾害问题与对策[J]. 中国地质灾害与防治学报,2002,13(2):70-72.

[3] 王景明. 地裂缝及其灾害的理论与应用[M]. 西安:陕西科学技术出版社,2000.273.