

焦作市典型煤矿塌陷区地质灾害危险性分析及防治对策

张森林 杨书民 张大志 李守奇

(河南省地质矿产勘查开发局第二地质队 河南 焦作 454002)

摘要:由于大规模地开发矿产资源,使焦作市成为地质灾害的易发区,引起的地质灾害分布范围广,危害程度大,已造成巨大的经济损失和人员伤亡。本文以焦作市某城中村改造建设场地地质灾害危险性评估为例,用概率积分法等数理统计的方法对采煤塌陷区的采深采厚比和地表移动变形值进行了预测,对焦作市典型煤矿区形成的地面塌陷、地裂缝等地质灾害的危险性进行了分析,并提出了相应的防治对策。为今后矿山的设计和地质灾害防治工作提供一定的科学依据。

关键词:焦作市; 地质灾害; 采深采厚比; 地面塌陷; 地裂缝; 防治对策

文章编号:1003-8035(2010)01-0057-03

中图分类号:P694

文献标识码:A

0 引言

焦作市地面塌陷和地裂缝主要是人为采矿活动和开挖地下工程造成的,其中以煤矿采空区造成的地面塌陷和地裂缝尤为显著。据统计,焦作市煤矿采空塌陷区面积共计 149km^2 ,形成主要地面塌陷坑14个,破坏耕地约 $0.52 \times 10^4\text{hm}^2$ 。由于采矿塌陷和地裂缝的存在,使公路部分路段遭受破坏,迫使进行多次修复,个别厂矿、村庄被迫搬迁,造成直接经济损失3000多万元,严重威胁着当地人民生命财产安全和社会稳定。本文以焦作市某城中村改造建设场地地质灾害危险性评估为例,对焦作市典型煤矿塌陷区地质灾害进行分析,并对其防治对策进行探讨^[1]。

1 评估区概况

评估区地处太行山脉与豫北平原的交接地带,地势由北向南倾斜,海拔高度 $+163.91 \sim +172.13\text{m}$,相对高差 8.22m 。地貌单元为山前冲洪积倾斜平原。评估区面积约 0.09km^2 。

评估区的岩性有奥陶系灰岩,石炭系灰色砂岩、粉砂岩、灰白色铝土泥岩,二叠系的灰、灰黑、黑色的砂岩、粉砂岩、泥岩和煤层以及第四系的黄土、粉质粘土和粘土。矿区主要含煤岩系为二叠系下统山西组。评估区分布有松散岩类孔隙水、碎屑岩类裂隙水和碳酸盐岩裂隙岩溶水三种地下水类型。

2 评估区遭受的主要地质灾害类型

据调查,评估区主要遭受的地质灾害类型为地面塌陷、地裂缝和地面不均匀沉降等。由于长期的地下采矿开采,形成大面积的采空区,其上覆的岩层冒落、变形,以致失稳沉降,导致地表产生变形破坏,引发地质灾害。

3 采空塌陷区地质灾害危险性分析

3.1 采深采厚比计算

根据《焦作矿务局焦东矿矿井报废地质总结报告》,该矿采用壁式采煤法,采区只采一层二1煤,此煤层在评估区内平均厚度约 5m ,平均埋深约 120m ,经计算采深采厚比约为24。国内外采矿经验认为,当煤层采深采厚比小于30时,煤采出一定面积后,会引起岩层移动并波及到地表,其地表沉降和变形在空间上和时间上都有明显的不连续特征,地表变形剧烈,煤矿采空区上方会形成较大的裂缝或塌陷坑。当采深采厚比介于30~100,地层中没有较大的地质破坏情况下,煤采出一定面积后,会引起岩层移动并波

收稿日期:2009-10-14;修订日期:2009-11-26

作者简介:张森林(1982—),男,河南周口人,硕士,助理工程师,主要从事工程地质勘查、矿山地质环境规划和地质灾害危险性评估等方面的工作。

及到地表,其地表沉陷和变形在空间上和时间上都有较明显的连续性和一定的分布规律,常表现为地表移动盆地;当采深与采厚比大于 100 时,煤层开采对地表影响轻微。

另结合煤炭部制定的《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》(以下简称《规程》)开采时引起的地表移动规律,其移动速度是由零逐渐增大,达到一定值后,又逐渐缩小趋于零。二 1 煤开采引起的地表移动延续时间(T)用《规程》提供的下式进行估算^[2],公式如下:

$$T=2.5H(d) \quad (H \text{ 为工作面平均采深}(m))$$

将以上数据代入公式,区内煤层开采以后,引起的地表移动时间约为 300d。据调查矿区已于 1989 年闭坑,自 2000 年以来未发现地面塌陷、地裂缝和地面沉降等地质灾害有加剧的趋势。因此综合以上因素,现状条件下,矿区内地表的移动变形趋于稳定。但若在采空区上新建居民住宅楼,由于新建住宅楼的荷载向地下有一定影响深度,当这个深度与地下采空区的垮落带、断裂带相交叠时,就会破坏垮落断裂带业已平衡的状态,而使覆岩与地表重新发生较大的移动变形。

根据经验,“煤层开采后,当最小采深($H_{采}$)大于垮落断裂带高度($H_{裂}$)与建筑荷载影响深度($H_{影}$)两者之和时,采空区垮落断裂带不再因新加建筑物荷载扰动而重新移动,垮落断裂带的高度可用下式计算:

$$H_{裂} = \frac{W_{max}}{r} \pm 2.2$$

经计算,拟建 6 层住宅楼,荷载影响深度($H_{影}$)为 22m。垮落断裂带最大高度 $H_{裂} = 14m$ 。而该区域煤层最小采深为 100m。因此,新加的荷载不会使采空区再次发生较大的地表移动变形。

3.2 地表移动变形值及最大值的预测

我国目前实际应用的地表移动计算的理论和方法主要有典型曲线法、负指数函数法和概率积分法。其中概率积分法更全面考虑了影响地表移动变形的各主要因素,因此,采用概率积分法计算矿井地表移动变形是相对较准确的。

根据该矿区地质、煤层赋存条件、采煤方法等开采技术条件,结合《规程》中所列预测方法,本次评估采用概率积分法对地表移动变形值进行预测。地表移动变形最大值用下列公式计算:

- <1> 最大下沉值: $W_{max} = m \cdot \eta \cdot \cos \alpha$
- <2> 最大曲率值: $K_{max} = \pm 1.52 \frac{W_{max}}{r^2}$
- <3> 最大倾斜值: $I_{max} = \frac{W_{max}}{r}$
- <4> 最大水平移动值: $U_{max} = b \cdot W_{max}$
- <5> 最大水平变形值: $\sum_{max} = \pm 1.52b \frac{W_{max}}{r}$

式中: η ——下沉系数,采用 0.7;
 m ——煤层采空区厚(m);
 r ——主要影响半径,其值为采深与主要影响正切值 $\text{tg}\beta$ 之比,取 $\text{tg}\beta = 2.14$;
 α ——煤层倾角,为 8.2° ;
 b ——水平移动系数,取 0.25。

将二 1 煤层数据带入上述公式,得到结果见表 1:

Table 1 Estimation of ground surface displacement						
煤层	埋深 (m)	W_{max} (mm)	K_{max} (mm/m ²)	I_{max} (mm/m)	U_{max} (mm)	\sum_{max} (mm/m)
二 1 煤	120	3465	1.68	61.88	866.25	23.51

上述计算结果表明,采空区及其影响范围内,由于二 1 煤煤层的采空最大下沉值、地表倾斜值、曲率值、水平变形值均很大。评估区位于二一采区的采空区之上,地面塌陷现象严重,最深可达 5.0m,与调查结果是一致的。

由上述分析可知,评估区现状条件下,地表的移动变形值较大。如果在开采塌陷区上方新建新的建(构)筑物,采空区的顶板岩层在自身重力、上覆岩层的压力(包括新建构筑物的荷载)作用下,使地表产生新的弯曲和变形,有可能加剧地面塌陷、地裂缝等地质灾害的发生,对附近居民、交通和公共设施产生一定的威胁^[3],且新建住宅楼共预计入住 324 户,1036 人。根据《河南省国土资源厅关于进一步加强地质灾害危险性评估工作的通知》(豫国土资发[2004]123 号),建设项目重要性明细分类表,该项目属于重要建设项目,须采取一定的防治措施。

4 地质灾害防治措施

4.1 地面塌陷防治措施

(1) 要加强监测,煤矿区发生地质灾害主要是由开采引起的,是生产过程中变形、破坏和环境恶化的积累和延续,利用现有的理论对监测结果进行预测,

对可能引起灾害的破坏,提前采取相应措施。这样就可以根据经济效益、社会效益和环境效益综合考虑,提前规划,防患于未然。在总结历来各个大中型煤矿生产过程中发生灾害的基础上,究其原因,寻其根源,为以后研究相关灾害提供依据,处理好社会稳定、经济发展、技术能力、环境保护、生态恢复等因素之间的协调关系^[4]。

(2) 矿区塌陷是矿山地下采空造成的。而采出的矸石、尾矿等无法利用部分却作为废弃物堆积在矿区周围,既占用土地又污染环境。因此对矿山采空区塌陷的治理可采用充填复垦法。这种方法是利用矿区附近的煤矸石、粉煤灰、露天矿剥离物等可供利用的充填材料充填采空塌陷区。这样既解决了矿山固体废弃物的处理问题,又能防治固体废弃物对环境的污染,所以经济效益最佳。

(3) 在地下采空区新建建(构)筑物时,应采用地球物理勘探、钻探等手段对其建设场地进行详细的岩土工程地质勘查和地基稳定性评价,查明地下采空区的分布情况,以便对房屋的基础和建筑结构进行设计,并采取有效的建筑措施和结构措施,以减少地表变形对建筑物的影响,治理的方法如灌注浆等^[5]。

4.2 地裂缝防治措施

对已经闭坑的矿区,对已有的地裂缝进行治理是非常关键的。治理前首先应调查其集合特征、成因,对于沉降盆地边缘的地裂缝,可采用灌注浆的方法治理;对于采空塌陷地裂缝,治理方法较多,如采用尾矿

石回填、灌注浆等。

5 结论

(1) 由采深采厚比的计算可知,该评估区的采深采厚比为24,另根据《规程》中地表移动规律,评估区地表的移动变形趋于稳定。

(2) 由概率积分法对地表移动变形值及最大值的预测可知,评估区的最大下沉值、地表倾斜值、曲率值、水平变形值均很大,且该项目为重要建设项目,须采取一定的防治措施。

(3) 目前很多地质灾害危险性评估报告缺乏一定的分析论证,往往是遇到采空区不加分析论证就建议避让,造成土地资源的浪费。因此,给出的计算方法可为以后判定采空区的稳定性提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 谢立民,王长青.地面塌陷及地裂缝的成因及防治——葫芦岛市南票区及连山区矿产开采引起的地质灾害[J].化工矿产地质,2007,29(2):101-106.
- [2] 金连生,牟金锁.《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》[M].北京:煤炭工业出版社,2000,20-45.
- [3] 李洪文,汪立.典型煤矿区环境地质灾害与防治[J].测绘工程,2006,15(6):54-56.
- [4] 李瑞敏,刘玉梓,等.中国主要环境地质问题[M].北京:地质出版社,2007:512-529.
- [5] 潘懋,李铁锋.灾害地质学[M].北京:北京大学出版社,2002,164-170.

Assessment and countermeasure of geological hazard in a typical coal-mined collapse area in Jiaozuo City

ZHANG Sen-lin, YANG Shu-min, ZHANG Da-zhi, LI Shou-qi

(The Second Geological Brigade, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Jiaozuo 454002, China)

Abstract: Geological hazards often occurred in Jiaozuo City because of large-scaled exploration of minerals, which caused enormous economic loss and big casualties. Geological hazard assessment of reconstruction project in a village in Jiaozuo city was conducted as an example. The ratio of mining depth to mining thickness and the ground surface displacement were estimated by statistics method. The risk of occurring land collapse and ground fissure in the typical area in Jiaozuo city was discussed. Finally, the countermeasures were put forward. The paper could provide scientific foundation for mining design and geological accident prevention.

Key words: Jiaozuo city; geological hazard; ground collapse; ground fissure; prevention countermeasure