

济宁二号煤矿六采区压煤村庄搬迁可行性研究

刘心广¹,王海龙²,田涛¹,陈绍杰²

(1. 兖州煤业股份有限公司 济宁二号煤矿, 山东 济宁 272072;

2. 山东科技大学 矿山灾害预防控制教育部重点实验室, 山东 青岛 266590)

摘要: 村庄压煤问题严重制约着济宁二号煤矿的生产接续与发展。结合该矿六采区的地质采矿条件, 针对大郝村、大屯村两个村庄下压煤问题, 提出了条带开采法和村庄搬迁后完全垮落法开采两种解决途径。采用概率积分法, 预计了两种开采方案对地面建筑物的采动影响, 采用条带法开采, 虽然能使地面建筑物得到较好的保护, 但是经济上的损失巨大。从技术、经济两个方面, 综合考虑村庄搬迁法更为合理, 并根据具体情况, 对村庄的新村选址方案进行了比选。

关键词: 压煤村庄; 移动变形; 搬迁方案; 经济效益

中图分类号: TD325

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2012)06-0036-06

Removal Feasibility of Villages above Sixth Mining Area in Jining No. 2 Colliery

LIU Xinguang¹, WANG Hailong², TIAN Tao¹, CHEN Shaojie²

(1. Jining NO. 2 Colliery, Yanzhou Coal Mining Co. Ltd, Jining, Shandong 272072, China;

2. Key Laboratory of Mining Disaster Prevention and Control, Ministry of Education, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China)

Abstract: The development of Jining No. 2 colliery is restricted seriously by the coal mining under villages. Combined with the geological and mining conditions of the sixth mining area, two methods are put forward of the roof caving after relocating the villages and the strip mining in order to solve the coal mining under Dahao and Datun villages. The probability integral method is used to predict the effect which the coal mining has on ground buildings under different mining methods. Although the ground buildings can be protected well by adopting the strip mining method, the financial loss will be huge. Considering the aspects from technology and economy synthetically, roof caving after relocating the villages is more reasonable, and according to specific conditions, the site selection of new villages is determined.

Key words: villages in coal mining areas; movement and deformation; removal scheme; economic benefit

六采区位于济宁二号井田东北部,距工业广场 2100 m,其范围为东起孙氏店断层及 F14、F287、F283 和孙氏店支断层保护煤柱,南到四采区北部边界,西到北翼大巷煤柱,北到八里营断层煤柱,东西宽 1354~1692 m,南北长 1726~2365 m,面积约为 3.12 km²。六采区南部为四采区,北部隔八里营断层与八采区(未开拓)相邻、东部为井田边界,西部隔北翼三条大巷与二采区相邻。井上下对照如图 1 所示。区内地形平坦,地势略呈西北高南低,地面标高 +35.29~+37.51 m,地形坡度 0.25‰。采区 3_上煤层不稳定,作为村庄煤柱留设,暂不进行开采;采区主采 3_下煤层厚度 0~5.85 m,平均 4.25 m,采用综采放顶煤采煤法。3_下煤顶板主要为灰白色中、细粒长石石英砂岩-灰黑色粉砂岩,中细砂岩厚度 3.53~22.40 m,平均 10.38 m,直接顶板粉砂岩厚度 0~2.77 m,平均 0.68 m,局部有泥岩或炭质泥岩伪顶,厚 0~2.2 m,平均 0.52 m,为中等-稳定

收稿日期: 2012-09-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(51274132, 51104094)

作者简介: 刘心广(1965—),男,山东嘉祥人,高级工程师,主要从事采矿工程技术方面的研究。E-mail: whmlp@163.com

顶板;底板以粉细砂岩和泥岩为主,粉细砂岩厚 1.54~4.9 m,平均 2.31 m。直接底板泥岩,厚度 0.12~2.20 m,平均 1.09 m,属中硬底板。

六采区内断层、褶曲发育,煤层产状变化较大,地质条件比较复杂。采区直接充水含水层为山西组 3 煤顶底板砂岩和太原组第三层灰岩,间接充水含水层为上侏罗统红层砂岩和奥陶系石灰岩。预计采区正常涌水量为 60 m³/h,最大涌水量为 100 m³/h。

六采区的 6301,6302,6303 工作面地表对应的大郝村和大屯村位于采区中西部,共有村民 1562 户,占地 382 802 m²,两村庄的东面、南面、西面分别为六采区、四采区、二采区的采空区;建筑类型主要为民房,也有公用建筑,大多为一层,少数为两层,早期平房多为砖木结构,木人字屋架瓦顶,砖墙承重,砖石基础,抗变形能力较差。近年来,新建了很多结构较好的砖混结构房屋,其抗变形能力较好。也有少部分结构极差的土坯墙老房,几乎没有抗变形能力。三个工作面可采储量约为 440 万 t,压煤量巨大,严重制约了矿井的生产接续与发展,必须尽快解决地面村庄的压煤开采问题。



1 解决村庄下压煤的主要途径

村庄下压煤是我国众多煤矿普遍面临的问题^[1-2]。华东、华北地区经济发达、人口密集,村下压煤问题更为突出,有的矿区村下压煤超过可采储量的一半以上,采区布置十分困难。目前我国村下压煤开采的主要技术途径有:维修补偿、村下全柱式开采、协调开采、间歇开采、条带法开采、充填采空区采煤、覆岩离层带注浆充填技术以及搬迁村庄等^[3-11]。

针对六采区地质开采条件,结合村下压煤开采技术特点,对大郝村、大屯村两村下压煤开采提出两种主要技术途径:①部分煤层开采,如条带法开采。其目标是把绝大多数民屋的损坏控制在 II 级以下,用采后适当维修和给予补偿的方法,实现煤层的合理、安全采出。目前济宁二号煤矿六采区东翼济宁东外环路、济邹路、小郝村下压煤采用了条带法开采,技术上已经成熟。②搬迁村庄,区域开采地质条件下,煤层采后的地表移动变形大,地表村庄多数房屋采动破坏等级将大于 IV 级,同时开采塌陷会引起地下潜水位露出地表,给房屋居住和农田耕作带来威胁,采取地下开采方法和地面维修加固,实施难度较高。两个村庄压煤量大,结合新农村建设进行村庄搬迁是解放村下压煤的重要方法之一。

2 地表移动变形计算及采动影响评价

根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》规定^[12],煤层开采塌陷的移动变形计算公式为:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= h(x-s) \\ W(x) &= \frac{W_{cm}}{\sqrt{\pi}} \int_{-\sqrt{\pi} \frac{x}{r}}^{\infty} e^{-\lambda^2} d\lambda \\ i(x) &= \frac{W_{cm}}{r} e^{-\pi \left(\frac{x}{r}\right)^2} \\ K(x) &= \frac{2\pi W_{cm} x}{r^3} e^{-\pi \left(\frac{x}{r}\right)^2} \\ U(x) &= b W_{cm} e^{-\pi \left(\frac{x}{r}\right)^2} \\ \epsilon(x) &= -\frac{2\pi b W_{cm} x}{r^2} e^{-\pi \left(\frac{x}{r}\right)^2} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

其中: h —开采深度, m ; s —开采宽度, m ; x —计算点的坐标, m , 坐标原点为计算边界(考虑拐点偏距)在地表的投影; $W(x)$ —下沉值, mm ; $i(x)$ —倾斜值, mm/m ; $K(x)$ —曲率值, $10^{-3}/m$; $U(x)$ —水平移动值, mm ; $\epsilon(x)$ —水平变形值, mm/m ; W_{cm} —最大下沉值, mm ; r —主要影响半径, m ; b —水平移动系数, 在一定的开采地质条件下为常数。

移动和变形的最大值及其位置:

$$\left. \begin{aligned} W_{cm} &= qm \cos \alpha, x = \infty \\ i_{cm} &= \frac{W_{cm}}{r}, x = 0 \\ K_{cm} &= 1.52 \frac{W_{cm}}{r^2}, x = \pm 0.4r \\ U_{cm} &= b W_{cm}, x = 0 \\ \epsilon_{cm} &= 1.52b \frac{W_{cm}}{r}, x = \pm 0.4r \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

其中: i_{cm} —最大倾斜值, mm/m ; K_{cm} —最大曲率值, $10^{-3}/m$; U_{cm} —最大水平移动值, mm ; ϵ_{cm} —最大水平变形值, mm/m ; q —煤层开采下沉系数, 一定地质条件下, 一般为小于 1 的常数; m —煤层采厚, m ; α —煤层倾角, ($^\circ$)。

对六采区采用概率积分法进行煤层开采地表塌陷计算与损害程度评价, 有其自身优势, 济宁二号煤矿在

煤层开采过程中建立了地表移动观测站,获得了适合本区域的地表移动参数,如表 1 所示。其中: q —开采下沉系数; β —主要影响角; b —水平移动系数; θ —开采影响传播角; S —拐点平移距; H —平均开采深度。

煤层开采影响地表建筑物及土地的移动变形值主要有:地表下沉值 W 、倾斜值 i 和水平变形值 ϵ , 所以进行村庄采动损坏评价,主要计算这三个值。

1) 六采区 6301,6302,6303 工作面全采后,煤层开采后的地表下沉、地表倾斜、地表水平变形最大值如表 2 所示。

通过上述计算,区域工作面放顶煤开采后地表最大下沉 3800 mm、地表最大倾斜 $-10.0 \sim +11.0$ mm/m,地表最大水平变形 -4.0 mm/m。

大郝村:地表最大下沉 3800 mm、最大倾斜 -10.0 mm/m、最大水平变形 -4.0 mm/m;

大屯村:地表最大下沉 3800 mm、最大倾斜 11.0 mm/m、最大水平变形 -4.0 mm/m。

区域 3 层煤放顶煤开采后,两个村大部分民房的破坏等级达到了 IV 级,同时地表的最大下沉速度大,村庄民房受损严重,需要整体拆迁。

2) 如果在六采区 6301,6302,6303 工作面区域采用条带开采方式(采 60 m、留 80 m),煤层开采后的地表下沉、地表倾斜、地表水平变形最大值如表 3 所示。

通过上述计算,六采区 6301,6302,6303 工作面区域条带开采(采 60 m、留 80 m)后地表最大下沉 400 mm,地表最大倾斜 1.0 mm/m,地表最大水平变形 -0.6 mm/m。

大郝村内,地表最大下沉达 400 mm、最大倾斜 1.0 mm/m、最大水平变形 0.4 mm/m;大屯村内,地表最大下沉达 400 mm、最大倾斜 1.0 mm/m、最大水平变形 -0.6 mm/m。即区域 3 层煤条带开采后,两个村大部分民房的破坏等级均在规程的 I 级损害范围以内。

3 采煤经济效益分析

根据《GB50188—93 村镇规划标准》,结合矿区实际,根据区域综采放顶煤整体搬迁村庄、煤层条带法开采方案可能带来的投入与产出,近似进行方案的经济分析情况如表 4 所示。其中,征地费按标准化五层住宅楼计算。

表 4 开采方案的经济效益对比表

Tab. 4 Comparison of economic benefit under different mining schemes

方案	村庄处理方案	可采出煤量/ 万 t	采煤利润/ 亿元	方案实施费用 /亿元	含税经济效益 /亿元
搬迁开采	整体搬迁	440	17.60	4.228	13.372
条带开采	不搬迁、补偿	176	7.04	0.500	6.540

由经济效益分析对比可以看出,村庄搬迁开采经济效益明显要好,区域 3_F 层煤如实施条带法开采经济损失极大。虽然村庄搬迁组织工作复杂,一次性投入大,需要对塌陷区进行综合治理,但是建设搬迁小区,是一件利国利民的大事,不仅对当地经济发展起到促进作用,还有利于融洽矿群关系。

表 1 放顶煤开采岩移计算参数表

Tab. 1 Rock movement calculation parameters under sublevel caving mining

符号	q	$\tan \beta$	b	$\theta/(^\circ)$	S
数值	0.84	1.85	0.30	86	0.05H

表 2 区域垮落法开采村庄移动变形最大值表

Tab. 2 Maximum of movement and deformation of the village under caving mining

村庄名称	$W/(mm)$	$i/(mm/m)$	$\epsilon/(mm/m)$
大郝村	3800	-10.0	-4.0
大屯村	3800	11.0	-4.0

表 3 区域条带开采村庄移动变形最大值表

Tab. 3 Maximum of movement and deformation of the village under pillar mining

村庄名称	$W/(mm)$	$i/(mm/m)$	$\epsilon/(mm/m)$
大郝村	400	1.0	0.4
大屯村	400	1.0	-0.6

4 新村址选择方案

根据具体情况,针对两个搬迁村庄,提出三个新村址选址方案:

1) 方案 I 选在泥沟河东侧、济邹路北侧,此地距离大郝、大屯村原址 1.7 km,距济宁市区 3.8 km。

2) 方案 II 选在西楼村西侧(接庄镇政府驻地)、济邹路两侧,此地距离大郝、大屯村原址 4.3 km,距济宁市区 6.5 km,靠近接庄镇镇政府。

3) 方案 III 选在济南新村北侧的北新村和申庄村之间,占地面积约 20 万 m²,此地距离大郝、大屯村原址 3.9 km,距济宁市区 6.2 km,距济邹路 2.2 km,与北新村、申庄村、济南新村连成一片。

通过比选,方案 I 优势较为明显:在济宁二号煤矿东侧无煤区,不存在压煤问题;距离济宁市区较近,生活便利;紧靠的济邹公路横贯新址和镇政府,连接济宁市和邹城市,交通便利;西面靠近泥沟河和任城区新建小区,与现有居民区连成一片;距离大郝、大屯村原址较近;用地为任城区规划居住用地。但征用土地需要以国家政策和法规为依据。三个新村选址方案如图 2 所示。



图 2 大郝、大屯村庄搬迁选址示意图

Fig. 2 Site selection of Dahao village and Datun village

5 结论

1) 村庄下压煤问题严重制约着济宁二号煤矿的生产接续与发展,结合该矿六采区的地质采矿条件,针对大郝村、大屯村两个村庄下压煤问题,提出了条带开采法和村庄搬迁后完全垮落法开采两种解决途径。

2) 采用概率积分法,预计了两种开采方案对地面建筑物的采动影响,虽然采用条带法开采,地面建筑物得到较好的保护,但是经济上的损失却是巨大的。从技术、经济两个方面,综合考虑村庄搬迁法更为合理,不但能很好地解决地面村庄压煤问题,还有利于融洽矿群关系,是一件利国利民的大事。

3) 通过不同方案的比较,将新村址选择在泥沟河东侧、济邹路北侧。

参考文献:

[1] 郭惟嘉. 矿井特殊开采[M]. 北京:煤炭工业出版社,2008:68-69.
 [2] 李白英. 开采损害与环境保护[M]. 北京:煤炭工业出版社,2004:130-134.
 [3] 贾凯军,冯光明,李凤凯. 矿用超高水充填材料制浆系统研究与应用[J]. 山东科技大学学报:自然科学版,2011,30(6):8-14.
 JIA Kaijun, FENG Guangming, LI Fengkai. Research on slurring system of mine ultrahigh-water packing materials and its application[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology: Natural Science, 2011, 30(6): 8-14.

- [4]张新国,王华玲,李杨杨,等.膏体充填材料性能影响因素试验研究[J].山东科技大学学报:自然科学版,2012,31(3):53-58.
ZHANG Xinguo,WANG Hualing,LI Yangyang,et al. Experimental research for influencing factors on properties of paste filling materials[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology :Natural Science,2012,31(3):53-58.
- [5]胡炳南,孙希奎.村庄建筑物下压煤高效开采研究[J].煤炭科学技术,2001,29(9):37-39.
HU Bingnan,SUN Xikui. Study on high efficient coal mining in seam under village buildings[J]. Coal Science and Technology ,2001,29(9):37-39.
- [6]SHEOREY P R,LOUI J P,SINGH K B. Ground subsidence observations and a modified influence function method for complete subsidence prediction[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science,2000,37(5):801-818.
- [7]ALDRICH P. Engineering design of paste backfill systems[D]. Ontario:Queen's University Kingston,2003:1-12.
- [8]冯涛,袁坚,刘金海,等.建筑物下采煤技术的研究现状与发展趋势[J].中国安全科学学报,2006,16(8):119-123.
FENG Tao,YUAN Jian,LIU Jinhai,et al. Research progress and development trend of mining technology under building [J]. China Safety Science Journal,2006,16(8):119-123.
- [9]钱鸣高,许家林,缪协兴.煤矿绿色开采技术[J].中国矿业大学学报,2003,32(4):343-348.
QIAN Minggao,XU Jialin,MIAO Xiexing. Green technique in coal mining[J]. Journal of China University of Mining & Technology,2003,32(4):343-348.
- [10]田锦州,王庙春.村庄下压煤开采可行性及经济效益分析[J].煤矿开采,2008,13(5):40-41.
TIAN Jinzhou,WANG Miaochn. Analysis of feasibility and economic benefit of mining under villages[J]. Coal Mining Technology,2008,13(5):40-41.
- [11]赵忠明,孟武峰.鹤壁五矿马庄村下压煤开采研究[J].煤炭工程,2010(8):1-3.
ZHAO Zhongming,MENG Wufeng. Study on mining under Mazhuang village of the 5th colliery of Hebi[J]. Coal Engineering,2010(8):1-3.
- [12]国家煤炭工业局.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,2000:10-20.

(上接第 14 页)

参考文献:

- [1]谢文兵,史振凡,殷少举.近距离跨采对巷道围岩稳定性影响分析[J].岩石力学与工程学报,2004,23(12):1986-1991.
XIE Wenbing,SHI Zhengfan,YIN Shaoju. Stability analysis of surrounding rock masses of roadway under overhead mining [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering,2004,23(12):1986-1991.
- [2]陈炎光,陆士良.中国煤矿巷道围岩控制[M].徐州:中国矿业大学出版社,1994:13-25.
- [3]张金才,张玉卓,刘天泉.岩体渗流与煤层底板突水[M].北京:地质出版社,1997:29-37.
- [4]彭苏萍,王金安.承压水上采煤[M].北京:煤炭工业出版社,2001:20-31.
- [5]蒋金泉,冯增强,韩继胜.跨采巷道围岩结构稳定性分类与支护参数决策[J].岩石力学与工程学报,1999,18(1):81-85.
JIANG Jinqun,FENG Zengqiang,HAN Jisheng. Classification of structural stability of surrounding rocks of roadway affected by overhead mining and decision making of support parameters[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering,1999,18(1):81-85.
- [6]刘汉喜,李学华,陈秀友,等.采动敏感型底板岩巷失稳机理模拟分析[J].采矿与安全工程学报,2007,24(2):253-257.
LIU Hanxi,LI Xuehua,CHEN Xiyou,et al. Simulation on instability mechanism of mining induced sensitive floor roadway [J]. Journal of Mining & Safety Engineering,2007,24(2):253-257.
- [7]何满潮,李国峰,刘哲,等.兴安矿深部软岩巷道交叉点支护技术[J].采矿与安全工程学报,2007,24(2):127-131.
HE Manchao,LI Guofeng,LIU Zhe,et al. Countermeasures aiming at the support for crossing roadway of deeply buried soft rocks in Xing'an coal mine[J]. Journal of Mining and Safety Engineering,2007,24(2):127-131.
- [8]何满潮,彭涛,陈宜金.软岩工程中的大变形问题及研究方法[J].水文地质工程地质,1994(5):5-9.
HE Manchao,PENG Tao,CHEN Yijin. Large deformation problems and research methods of soft rock engineering[J]. Hydrogeology and Engineering Geology,1994(5):5-9.