

昭阳煤矿矿山地质环境影响评估及监测建议

赵博¹, 李爱军², 刘术明³

(1. 济宁市国土资源局任城区分局, 山东 济宁 272017; 2. 山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 济宁 272017; 3. 山东省物化探勘察院, 山东 济南 250013)

摘要:通过对山东省昭阳煤矿地层、构造、岩浆岩、水文地质等矿山地质环境特征的分析,从采矿塌陷、地下水环境变化、地形地貌变化及土壤环境变化等方面出发,依据矿山地质环境监测数据规程,开展了矿区地质环境现状评估及预测评估,确定了监测范围与监测级别,提出了建设采矿塌陷监测点36个、地下水环境监测点5个、地表水环境监测点7个及土壤环境监测点3个的合理化建议,为开展矿山地质环境监测,实施矿山地质环境保护,促进矿区生态文明建设提供了重要参考依据。

关键词:地质环境;影响评估;监测;昭阳煤矿;山东微山

中图分类号:P546 **文献标识码:**B

引文格式:赵博,李爱军,刘术明.昭阳煤矿矿山地质环境影响评估及监测建议[J].山东国土资源,2017,33(5):35-41. ZHAO Bo, Li Aijun, LIU Shuming. Impact Assessment and Monitoring Suggestions of Mine Geological Environmental in Zhaoyang Coal Mine[J]. Shandong Land and Resources, 2017, 33(5): 35-41.

0 引言

矿业在国民经济和社会发展中发挥着重要的基础作用^[1],伴随长期大规模的开采矿产资源,采空塌陷、地下水“串层污染”^[2-4]等矿山地质环境问题日益突出。2012年以来,生态文明建设已成为“五位一体”的重要组成部分,矿山地质环境作为生态环境的一部分,做好矿山地质环境监测,及时准确掌握矿山地质环境变化情况,对研究采矿活动与矿山地质环境变化规律,制定矿山地质环境保护措施,为城市规划建设提供基础资料和依据具有重要意义^[5]。

昭阳煤矿位于山东省微山县城东南约3 km,矿区面积10.85 km²,自1997年始建开采至今,已形成约0.57 km²的采空区。根据现场调查,结合孔庆友^[6]、姚春梅^[7]、吴晓华^[8]、邱希青^[9]等的研究成果,认为采矿活动对地质环境的影响主要体现在采矿塌陷、地下水环境、地形地貌景观以及土壤环境。因此,该文从采矿活动引发的采矿塌陷、地下水环境变化、地形地貌变化及土壤环境变化等方面出发,参

照当前矿山地质环境监测常用的方法^[10-15],依据矿山地质环境监测数据规程^[16],开展了昭阳煤矿矿区地质环境现状评估及预测评估,有针对性的提出了监测措施与监测建议,为该矿做好矿山地质环境监测工作提供了重要依据。

1 矿山地质环境背景

1.1 矿山概况

昭阳煤矿设计生产能力15万t/a,核定生产能力30万t/a,采取立井多水平上下山开拓,开采标高为-100 m~-800 m,主采煤层为3_上、3_下、16煤层。投产以来,累计动用资源储量220.8万t,采出量160.1万t,损失量60.7万t,按照1.5的储量备用系数计算,该矿剩余服务年限为20.8 a。

1.2 气象水文条件

区内为滨湖平原,地势平坦,地面标高在+32.31 m~+36.73 m之间,略呈西高东低,矿区西部为微山湖区,湖区面广水浅,边沿多为芦苇沼泽地。矿区属大陆性季风气候区,年平均气温13.5℃,年平均降水

收稿日期:2016-12-21;修订日期:2017-01-09;编辑:曹丽丽

作者简介:赵博(1982—),男,山东莒南人,工程师,主要从事水工环地质研究工作;E-mail:bozh8296@163.com

量 791.73 mm(1980—2015年)。

1.3 地层、构造与岩浆岩

区内地层属全隐蔽的华北型石炭—二叠纪地层,揭露的地层有奥陶纪马家沟群八陡段,石炭—二叠纪月门沟群本溪组、太原组,山西组、二叠纪石盒子群,侏罗纪淄博群三台组及第四纪松散堆积。矿区位于丰沛隆起(东西向)北翼东端南部,为向北倾斜的单斜构造,地层倾角 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。区内地质构造复杂,岩浆活动较强烈。

1.4 水文地质条件

区内发育有第四系、晚侏罗世砂及砾岩、山西组3煤顶部砂岩、太原组第三石灰岩、太原组下部其他灰岩和奥陶纪石灰岩等6个含水层;在3煤层上和16煤下发育有隔水层;矿井年平均涌水量为 $65\text{ m}^3/\text{h}$;水文地质条件复杂程度中等。

1.5 地震

区内新构造活动主要表现为区域升降运动和第四纪断裂活动,根据《中国地震动参数区划图》^[17],地震动峰值加速度为 0.10 g (地震基本烈度Ⅶ度),

建筑场地类型为Ⅱ类,属地壳较稳定区。

2 矿山地质环境现状评估

2.1 地质灾害危险性现状评估

该矿所处区域较突出的地质灾害问题为采矿活动引发的采矿塌陷。

(1)采空塌陷稳定区现状评估。主要分布在东一、西一、西二、西三采区,开采时间为2004—2012年,已处于稳定状态,沉陷深度 $0.1\sim 1.44\text{ m}$,部分区域季节性积水。目前,积水区段已规划为人工湿地,其余塌陷区已整治完成。采空塌陷危害程度较轻(图1)。

(2)采空塌陷不稳定区现状评估。主要位于西三、西六采区,开采煤层为 3_{F} 煤层,煤层厚度 $2\sim 2.5\text{ m}$,开采时间为2013—2016年,预计最大沉陷深度 1.2 m 。区内西三采区32605工作面影响地表,但目前尚未稳沉,且范围较小,地表塌陷不明显;其他采区沉陷范围均位于湖区,影响对象主要为苇塘,采空塌陷危害程度较轻(图1)。

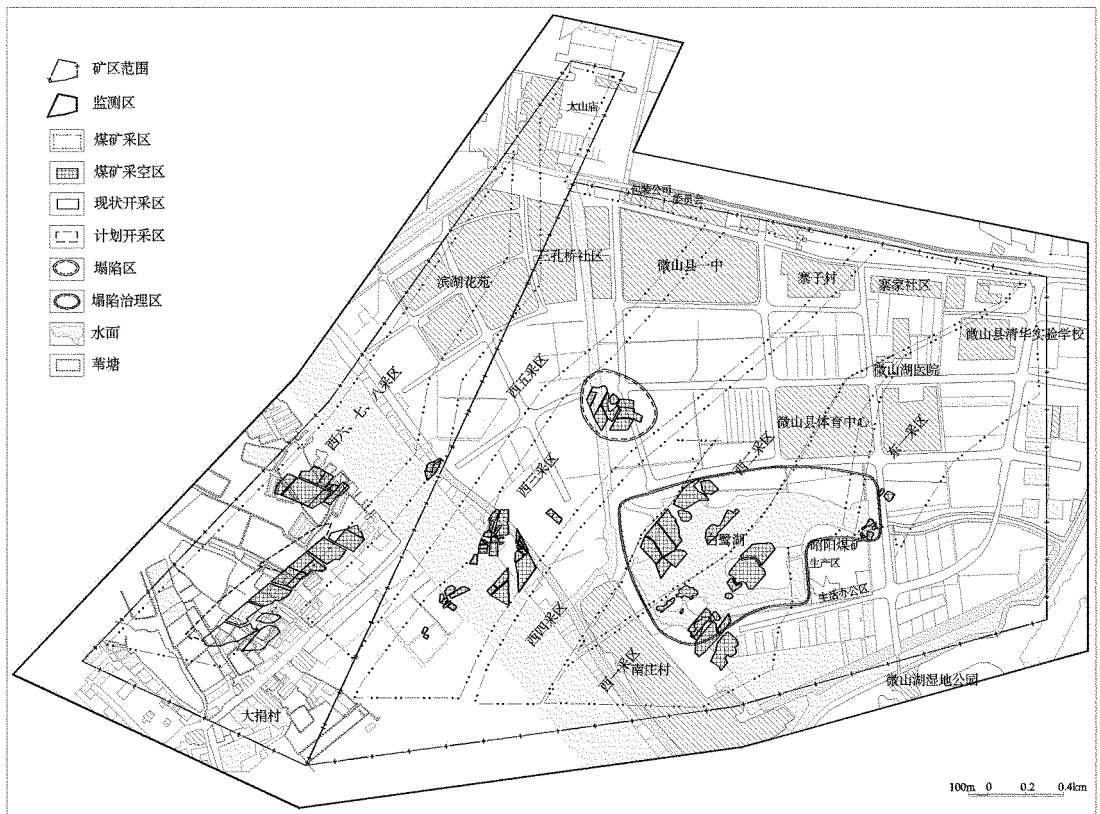


图1 昭阳煤矿采矿塌陷范围示意图

2.2 含水层影响现状评估

(1) 对含水层和地下水水位的影响。该矿第四纪含水层和侏罗纪上统砂、砾岩含水层因下距 3_上煤层较远,在 3 煤开采过程中,冒裂高度不影响上部含水层。3 煤顶部砂岩含水层在正常地段补给条件差,含水弱,以静储量为主。太原组第三层石灰岩上距 3_下煤层 32.92~58.29 m,平均 45 m,为 3_下煤层底部间接充水的主要含水层,为裂隙岩溶承压水,富水性受裂隙岩溶发育程度控制,均一性极差。第十_下层石灰岩是开采 16 煤的直接充水含水层,厚度一般为 4~5 m,属裂隙承压水,该层与上、下含水层水力联系较差,接受补给不良,含水性弱,以静储量为主,且矿井年平均涌水量小(65 m³/h)。下部奥陶纪灰岩含水层属溶洞裂隙承压水,对井田开采无直接影响,但当断层断距较大时,断层可能导通奥灰水。因此,矿山开采对含水层影响较小,对水位影响较轻。

(2) 对含水层水质的影响。根据矿区 2007 年和 2012 年矿区水质结果表分析(表 1),地下水中水化学组分变化不大,根据《地下水水质标准》^[18],区内地下水环境质量为良好(Ⅱ)。因此,矿山建设和生产对地下水水质影响较轻。

表 1 矿区地下水水质分析结果对比

项目	水质分析结果 $P(B)/(mg \cdot L^{-1})$		
	地下水质量标准 Ⅲ类水限值	2012 年	2007 年
总硬度	≤450	400.4	400.4
氯化物	≤250	59.5	60.9
硫酸盐	≤250	42.9	42.9
氟化物	≤1.0	0.51	0.51
溶解性总固体	≤1000	497.5	497
硝酸盐氮	≤20	5.3	5.8
色度(度)	≤15	<5	<5
浑浊度(度)	≤3	0.4	0.4
臭和味	无	无	无
肉眼可见物	无	无	无
大肠菌群(个 L ⁻¹)	≤3	<2	<2
亚硝酸盐氮	≤1.0	<0.001	<0.001
氨氮	≤0.02	<0.02	<0.02
pH(单位)	6.5~8.5	7.36	7.35
砷	≤0.01	<0.01	<0.01
锌	≤1.0	0.0723	0.0721
铁	≤0.3	0.0828	0.0452
锰	≤0.10	0.0428	0.039
铜	≤1.00	<0.001	<0.001
镉	≤0.005	<0.001	<0.001
铬	≤0.05	0.0088	0.0492
铅	≤0.01	<0.001	<0.001

2.3 地形地貌景观现状评估

该矿为地下开采,地面上没有采石、取土等破坏地质地貌景观的活动。矿山开采过程中,未形成常年积水区,部分采空塌陷区形成季节性积水区,破坏了原有的地质地貌景观。目前东一、西一采区内季节性积水区域已规划为人工湿地并进行整治,其他采空区未形成季节性积水区。现状条件下确定全区地形地貌井灌影响程度较轻。

2.4 土地资源现状评估

该矿现状条件下,采空区上方 4 个塌陷区域(深度大于 0.5 m)已整治为人工湿地,其他塌陷深度小于 0.5 m 的塌陷区域未形成积水区。土地经过平整后,农田可正常耕作,矿山生产对土地资源的影响程度较轻。矿业活动对土地资源的占用主要是煤矿工业场地、矿区宿舍、道路及矸石山。昭阳煤矿工业场地及其他附属占地面积约 0.06 km²,属工矿用地,不破坏耕地。因此,确定现状条件下工业场地及其他附属占地对土地资源影响较轻。

3 矿山环境影响预测评估

3.1 采空塌陷危险性预测评估

该文主要对矿山井下采掘引发或加剧地质灾害的危险性进行预测评估。根据《工程地质手册》^[19],采用充分采动时地表最大水平移动和变形值预测采空区对地面的影响,预测参数采用矿区实际测量下陷系数 0.48,留设保护煤柱下陷系数 0.23,水平移动系数 0.21,主要影响角正切 2.0。根据估算结果(表 2)和各层煤的分布范围,同时考虑各种煤柱的留设情况以及当地的实际情况,参照《岩土工程地质勘察规范》^[20],利用最大倾斜值、最大曲率值、最大水平变形值、最大沉陷值等指标(四项只要有一项达到即定名)进行划分,分区标准见表 3,按照采空塌陷预测及危险性预测评估标准,矿区开采影响范围内可划分为地质灾害危险性大区 A 区,中等区 B 区和危险性小区 C 区(图 2)。

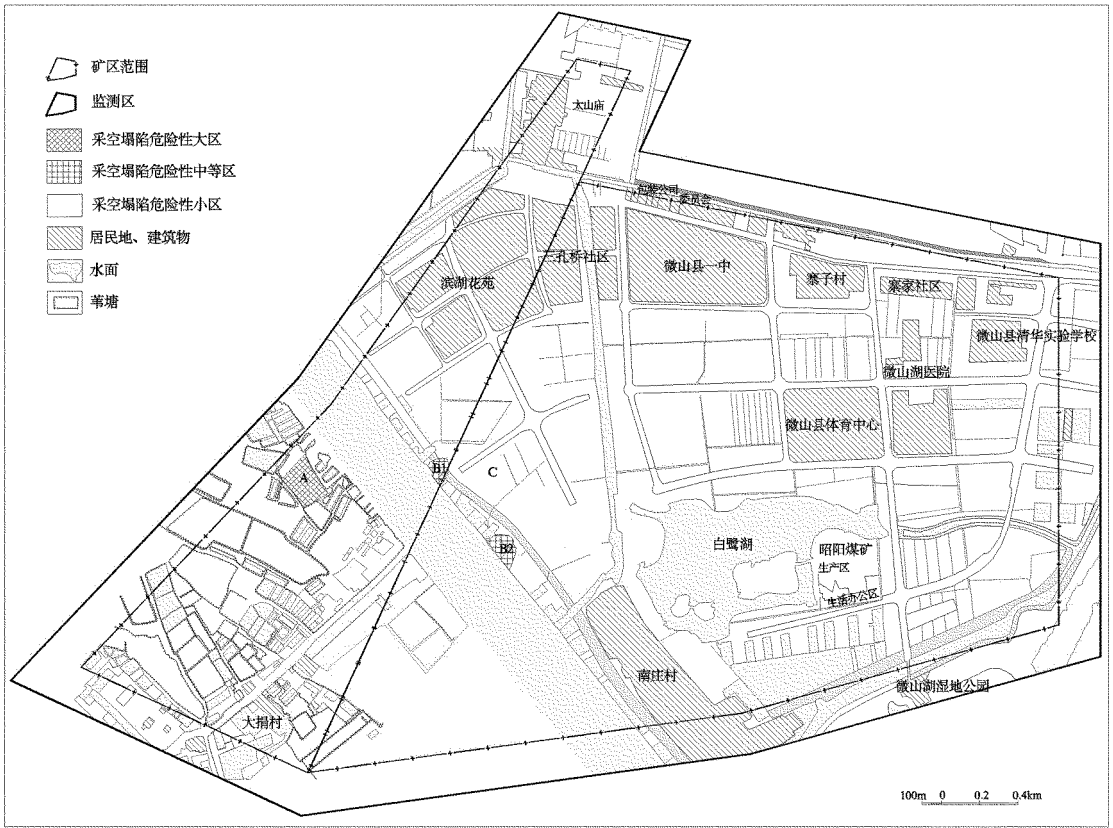


图 2 预测采矿塌陷危险性分区示意图

表 2 矿层全部开采后地面变形特征值

钻孔编号	开采估算矿层	下沉最大值 (mm)	倾斜最大值 (mm/m)	曲率最大值 ($10^{-3}/m$)	水平变形最大值 (mm/m)
W12-5	3 _下	1126.826	6.001	0.049	1.916
W9-2	3 _上 、3 _下	2947.038	5.050	0.022	1.612
W15-3	3 _上 、3 _下 、16	1454.506	3.743	0.044	1.195
15-2	3 _下	1050.476	9.476	0.159	3.344
13-2	3 _下	586.889	3.004	0.023	0.959
14-2	3 _下	518.108	2.366	0.016	0.755
14-1	3 _下	1444.724	13.419	0.189	4.283
16-2	3 _下	1248.899	7.158	0.062	2.285

表 3 采空塌陷地质灾害危险性预测分区标准

危险性分级	下沉值 (mm)	倾斜值 (mm/m)	曲率值 ($10^{-3}/m$)	水平变形 (mm/m)
危险性大	>1500	>10.0	>0.6	>6.0
危险性中等	500~1500	3.0~10.0	0.2~0.6	2.0~6.0
危险性小	<500	<3.0	<0.2	<2.0

3.2 对含水层影响预测评估

(1) 矿山开采对含水层地下水位影响。该矿煤系地层上部有第四纪含水层, 侏罗纪上统砂、砾岩含水层, 下部有奥陶纪灰岩含水层, 第四纪含水层和侏罗纪上统砂、砾岩含水层因下距 3_上 煤层较远, 在 3

煤开采过程中, 冒裂高度不影响上部含水层。下部奥陶纪灰岩含水层属溶洞裂隙承压水, 对井田开采无直接影响, 但当断层断距较大时, 断层可能导通奥灰水。因此, 矿山开采对第四纪含水层和奥陶纪灰岩含水层影响较小, 对第四系和奥灰水水位影响均较轻。

(2) 矿山排水对含水层的影响。根据调查资料, 第四系稳定的隔水层可使矿井水和第四系上组含水层不产生水力联系, 多年水位波动幅度小于 5 m, 孔隙水处于自然均衡状态。矿坑排水主要来源于煤系地层的碳酸岩类岩溶裂隙含水层, 由于其厚度相对较薄, 不具备成为集中供水水源地的条件。矿井年平均涌水量为 65 m³/h, 涌水量小, 矿井排水对碳酸岩类裂隙岩溶水水资源影响较小。

(3) 液体废弃物对含水层水质的影响。据矿区 2007 年和 2012 年取水样品分析结果显示, 区内地下水中离子含量没有较大增长, 矿区地下水环境质量为 II, 属于良好级别, 预测矿井排水对地下水水质影响较轻。

(4) 固体废弃物对含水层水质的影响。该矿在

开采过程中不设永久性矸石山,只设临时矸石周转场地,占地面积706 m²。根据该区域矸石测试分析结果(表4),煤矸石浸溶液没有检出砷、汞、铜、铬、锌等有毒元素,虽然SO₄²⁻、总硬度值超过饮用水卫生标准,但幅度不大,且在下渗过程中,经土壤吸收、过滤和分解,对地下水质量产生的影响小。因此,预测煤矸石露天堆放对含水层水质的影响较轻。

表4 煤矸石浸溶液分析结果表 (mg/L)

浸泡时间(h)	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	F ⁻	钼	硒	矿化度	总硬度	pH值
24	27.52	274.34	37.25	0.51	0.0058	0.0021	143.52	431.33	7.6
48	30.13	285.15	37.25	0.58	0.0068	0.0023	162.49	464.12	7.8

3.3 地形地貌景观影响预测评估

根据开发利用方案,2018年开采完毕后,矿区中东部地区采空塌陷基本稳定,对地形地貌景观影响较轻。紧邻湖区边缘的采空塌陷区将形成常年积水区,由原来的苇田湿地变成深度不等的湖泊或沼泽,对地形地貌景观的影响较为严重,未形成积水区的地段对地形地貌景观的影响较轻。

3.4 土地资源影响预测评估

根据采空塌陷预测结果,未来塌陷区主要分布于湖区沿岸及湖区,预测塌陷深度大于0.5 m的区域分布于苇塘、鱼塘及少量林地,因此预测矿业活动对土地资源的影响较轻。

4 矿山地质环境监测建议

4.1 监测范围

该矿山为地下开采,确定评估范围时,主要考虑井下开采引发的地面塌陷。假设在充分开采条件下,根据经验公式,第四系岩移角取45°,侏罗系取65°,煤系地层取75°,据此计算,矿山开采最大塌陷影响范围开采边界外扩267.62 m。因此确定矿区开采边界外扩267.62 m为监测范围,监测面积14.227 km²。

4.2 明确监测对象及要素

该矿为井工开采矿山,其监测对象主要为采空塌陷、地下水环境、地表水环境和土壤环境。

4.3 合理确定监测级别

该矿核定生产能力为30万t/a,属小型矿山,根

据《矿山地质环境监测技术规程》,该矿山地质环境监测级别为二级。

4.4 规范部署监测工程

(1)采空区地面塌陷监测。根据监测区实际情况,分类对采空塌陷区地表水平位移和竖直位移进行监测。对监测区区域地面塌陷,采用GPS手段进行监测,观察监测区整体的地面塌陷情况。对湖堤、林地、塌陷坑周边区域,采用全站仪+钢钢尺监测的手段进行监测。根据实际情况,监测网(剖面)应布设成网状,主剖面沿煤层倾向和走向布设,在主剖面的基础上,沿主要道路布设辅助监测剖面。监测区内应布设28个位移监测点,5个GPS监测点,3个基准点(图3)。

(2)地下水环境监测。结合该矿所在地区地下水主要开采层的分布情况及水文地质条件,应在监测区内布设5个地下水监测点,适时监测地下水水质水位动态。

(3)地表水环境监测。根据监测区水系流向及纳污水体的功能要求,设置地表水监测点,对水质、水位进行监测。根据矿区水系特征,充分考虑监测区内可能存在的生活和工业污水来源以及排放途径,应在矿区西侧京杭运河上、下游分别布设2个监测点,在白鹭湖人工湿地布设2个监测点,在矿区废水排放处布设1个监测点。

(4)土壤环境监测。对土壤背景及塌陷积水区附近土壤分别进行监测,分析土壤环境质量状况和动态变化。根据监测区内土地使用分布变化情况,应设置2个土壤监测点,1个背景值监测点,各类监测点监测频率见表5。

表5 监测工作量汇总

编号	工程量	单位	标准工程量	备注
(一)	地面塌陷监测			
1	位移监测			
(1)	水平位移			
①	水平位移(次重点区)	点/次	456	1月2次
②	水平位移(一般区)	点/次	108	1月1次
(2)	垂直位移			
①	垂直位移(次重点区)	点/次	456	1月2次
②	垂直位移(一般区)	点/次	108	1月1次
2	GPS测量			
	GPS监测、基准点	点/次	96	1月1次
(二)	地下水监测			
1	地下水水质全分析	件/次	15	1年3次
2	地下水水位监测	孔/次	360	1月6次
(三)	地表水监测			
1	地表水水质全分析	件/次	15	1年3次
2	地表水水位监测	点/次	60	1月1次
3	降雨量监测	自动监测	(四)	土壤监测
1	采取土样	件/次	12	1年4次
2	土壤分析测试	件/次	12	

4.5 适时调整监测频率

监测频率应根据监测对象、监测要素、监测级别确定。当汛期或监测要素动态出现异常变化时,应

调高监测频率或增加监测点密度;当监测要素数值半年以上无变化或变幅微小时,可适当降低监测频率或监测点密度。

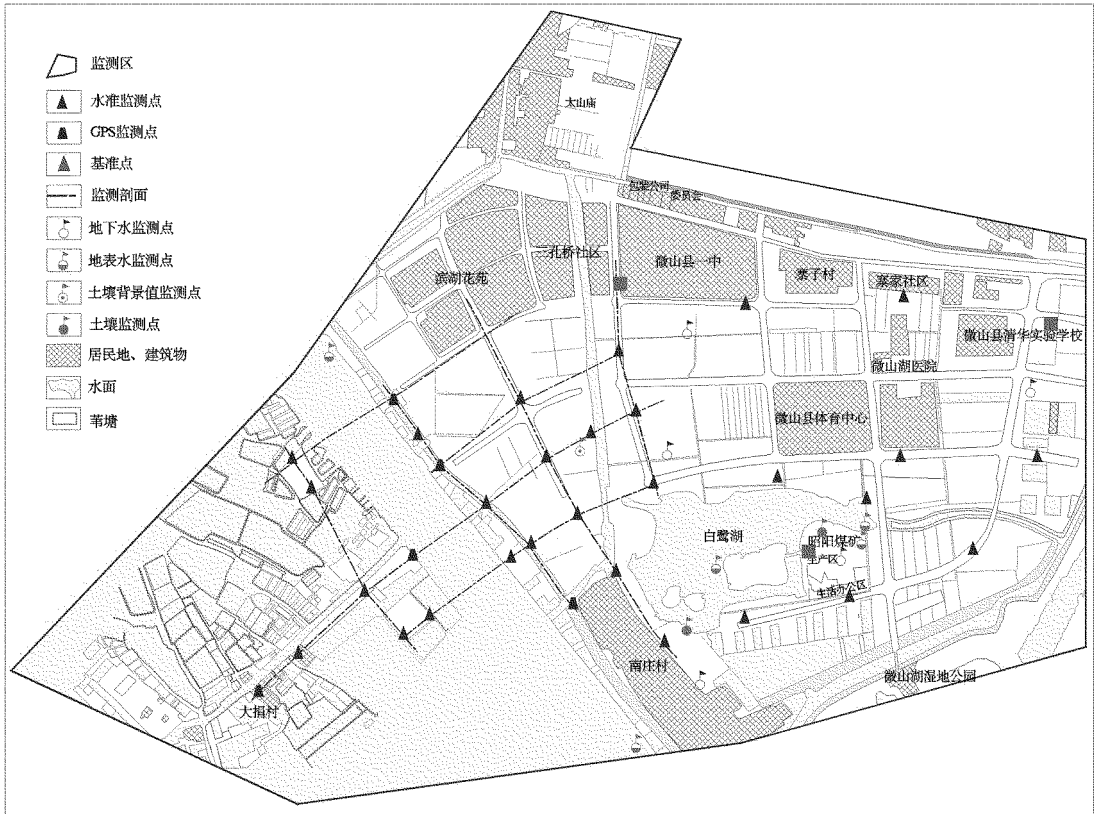


图3 各类监测工程部署示意图

5 结论

做好矿山地质环境监测,对于掌握地质环境各要素变化规律和特征,科学预测地质环境发展趋势,主动、提前发现地质环境问题具有重要的意义。该文通过对昭阳煤矿矿山地质环境进行分析研究,开展了矿山地质环境现状评估和预测评估,并根据评估结果,确定了监测范围与监测对象,提出了有效的监测建议,为该矿开展矿山地质环境监测,实施矿山地质环境保护,促进矿区生态文明建设提供了重要参考依据。

参考文献:

[1] 孔庆友,张天祯,于学峰,等.山东矿床[M].济南:山东科学技

术出版社,2006.

- [2] 吕华,刘洪亮,马振民,等.淄博市洪山、寨里煤矿地下水串层污染形成原因及防治[J].中国煤田地质,2005,17(4):23-27.
- [3] 蒙永辉,许燕,王集宁,等.山东省矿山地质环境治理工作形势分析[J].山东国土资源,2016,32(9):26-29.
- [4] 李恩来,李晶,余洋,等.济宁市煤矿开采诱发的水环境问题探讨[J].金属矿山,2013,42(5):139-143.
- [5] 张宪尧,魏开宝,薛林,等.矿山地质环境与生态文明建设研究[J].中国人口·资源与环境,2016,(S1):232-235.
- [6] 孔庆友,康凤新,李守昌,等.山东省矿山主要地质灾害及其防治对策[J].中国地质灾害与防治学报,2005,(1):74-78.
- [7] 姚春梅,魏嘉.山东省煤矿矿山地质灾害发育现状及防治对策[J].山东地质,1999,15(2):43-47.
- [8] 吴晓华,叶进霞,夏春英,等.兖州煤矿矿山地质环境现状与治理对策[J].煤田地质与勘探,2008,36(1):53-57.
- [9] 邱希青,王宗香,寿冀平.山东省矿山地面塌陷地质灾害现状、趋势分析及其防治[J].地质调查与研究,2005,28(3):174-179.

- [10] 孙伟,王议,张志鹏,等.矿山地质环境监测对象及要素研究[J].中国矿业,2014,23(7):57-60.
- [11] 国巧真,李富平,赵红蕊.采煤塌陷区监测技术研究现状及发展趋势[J].有色金属(矿山部分),2005,57(1):25-28.
- [12] 胡良前.浅析矿山地质环境监测技术[J].中国高新技术企业,2008,(22):242-243.
- [13] 张进德,田磊,赵慧.我国矿山地质环境监测工作方法初探[J].水文地质工程地质,2008,35(2):129-132.
- [14] 郝鹏飞.矿山地质环境监测工作方法初探[J].科技传播,2014,(10):116-117.
- [15] 张德强,张进德,白光宇,等.采煤塌陷区稳定性分析研究[J].水文地质工程地质,2012,39(5):93-97.
- [16] DZ/T0287-2015.矿山地质环境监测数据规程[S].
- [17] GB18306-2015.中国地震动参数区划图[S].
- [18] DZ/T0290-2015.地下水水质标准图[S].
- [19] 常士骠,张苏民.工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [20] GB50021-2001.岩土工程地质勘察规范[S].

Impact Assessment and Monitoring Suggestions of Mine Geological Environmental in Zhaoyang Coal Mine

ZHAO Bo¹, Li Aijun², LIU Shuming³

(1. Rencheng Branch Bureau of Jining Bureau of Land and Resources, Shandong Jining 272017, China; 2. Lunan Geo-engineering Exploration Insitute, Shandong Jining 272017, China; 3. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Based on the analysis of geological environmental characteristics, such as strata, structures, magmatite, hydrogeology in Zhaoyang coal mine, from the aspects of mining subsidence, the change of groundwater environment, topography changes and the changes of soil environment, according to geological environment monitoring standard, present condition and prediction assessment of mine geological environment have been carried out. The monitoring scope and level have been determined, and reasonable suggestions have been putted forward, such as locateing 36 mining collapse monitoring - points, 5 groundwater environmental monitoring - points, 7 surface water environmental monitoring - points, and 3 soil environmental monitoring - points. It will provide important references for carrying out geological environment monitoring, geological environment protection, and promoting ecological civilization construction in this area.

Key words: Geological environmental; impact assessment; monitoring; Zhaoyang coal mine