

峰峰矿区主要矿山环境地质问题及防治对策

高明^{1,2}, 李向全¹, 王振兴¹, 侯新伟¹, 桂春雷¹, 左雪峰¹, 李金秋¹, 刘聪¹

- (1. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所自然资源部地下水科学与工程重点实验室, 河北石家庄 050061;
2. 合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽合肥 230009)

摘要: 峰峰矿区矿产资源丰富, 长期的大规模开采产生了一系列的矿山环境地质问题。通过野外调查和统计分析等手段, 对峰峰矿区开采引发的主要环境地质问题进行详细分析。结果表明: 矿区地面塌陷、地裂缝和崩塌等地质灾害较为严重; 并分析了矿区开采引起的地质生态效应, 发现矿区存在占用土地资源, 开采沉陷破坏土地结构、农田积水, 含水层破坏、水土污染等环境地质问题。在此基础上, 提出了矿区开采引起的地质灾害防治对策和加强矿区地质生态环境综合治理的建议。

关键词: 峰峰矿区; 地质灾害; 含水层破坏; 土壤污染; 防治措施

中图分类号: TD167 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2020)S2-0094-04

Research on the main environmental geology problems and prevention countermeasures in Fengfeng mining area

GAO Ming^{1,2}, LI Xiangquan¹, WANG Zhenxing¹, HOU Xinwei¹, GUI Chunlei¹,
ZUO Xuefeng¹, LI Jinqiu¹, LIU Cong¹

- (1. Key Laboratory of Groundwater Science and Engineering, Ministry of Natural Resources, the Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Shijiazhuang 050061, China;
2. School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Fengfeng mining area is rich in mineral resources. But a series of environmental geological problems have been caused by long-term large-scale mining. This paper analyzes in detail the main environmental geological problems caused by mining in Fengfeng mining area by field investigation and statistical analysis. The results show that the geological disasters such as ground subsidence, ground fissure and collapse are very serious. This paper also analyzes geology-ecological effect caused by mining. There are environmental geological problems in the mining areas, such as land resources occupation, land structure destruction by mining, farmland water accumulation, groundwater aquifer damage, soil and water pollution. On this basis, this paper puts forward the prevention and control measures of geological disasters and suggestions of strengthening the comprehensive treatment of geological ecological environment in mining areas.

Keywords: Fengfeng mining area; geological hazard; aquifer destruction of groundwater; soil pollution; prevention measure

收稿日期: 2020-07-28 责任编辑: 宋菲

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目资助(编号: DD20190252)

第一作者简介: 高明(1984-), 男, 汉族, 山东日照人, 博士研究生, 助理研究员, 主要从事地质灾害与矿山环境研究工作, E-mail: gaomingcn09@163.com.

引用格式: 高明, 李向全, 王振兴, 等. 峰峰矿区主要矿山环境地质问题及防治对策[J]. 中国矿业, 2020, 29(S2): 94-97. doi: 10.12075/j.issn.1004-4051.2020.S2.024

峰峰矿区位于邯郸市境内,西为太行山脉,东为冀南平原,北临洺水,南临漳河。南北长 22.2 km,东西宽 18 km,总面积 353 km²。区内矿产资源丰富,有煤、铁矿石、石灰石、大理石、石膏等 30 多种,其中原煤储量 35 亿 t。长期的大规模开采产生了一系列的矿山环境地质问题,主要有地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、含水层疏干等,对土地、水资源、建筑物和基础设施造成破坏。本文主要基于 2019~2020 年调查成果,对区内主要环境地质问题进行研究,并提出了相应的防治对策,以期对矿区资源开发和环境保护提供参考。

1 峰峰矿区概况

峰峰矿区地处太行山南段东麓,为太行山与华北平原过渡地带。中部鼓山-老槐山纵贯南北,鼓山以西为和村-武安断陷盆地组成的侵蚀-堆积地貌;鼓山以东为山前坡积-洪积地貌,逐渐过渡进入华北平原。在气候上,属于温带大陆性季风区,降雨年内分布不均匀,主要集中在 7~9 月,多年平均降雨量 542.01 mm,多年平均气温 13 ℃^[1]。作为滏阳河源头,区内水资源较为丰富。基岩多出露在鼓山及边

缘地区和丘陵地区的冲沟内,出露地层包括震旦系、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、三叠系,其他地区则被第四系所覆盖。

2 矿区开采引起的地质灾害

2.1 地面塌陷

区内地面塌陷主要为煤矿开采形成的采空塌陷。采空区形成后,地下岩层天然应力平衡状态被破坏,上覆岩层由于失去足够支撑,在重力作用下,采空区顶板开始变形、冒落,形成冒落带。上覆岩层在重力作用下,空隙不断被压实,上方岩层下沉弯曲,并产生断裂,形成裂隙带。裂隙带形成以后,在重力持续作用下,裂隙带向上发展至地表,岩层产生柔性平缓弯曲、下沉,从而形成地面塌陷。采空塌陷形成受开采深度、开采厚度、开采方式、上覆岩层的工程地质性质等因素影响,其发生具有一定的滞后性。调查发现,区内共有 52 处地面塌陷,主要受王凤矿、通二矿、大社矿、牛儿庄矿等煤矿开采所致。分布在 9 个城镇(图 1),其中,义井镇塌陷数量最多,共有 12 处地面塌陷,其次为和村镇和大社镇,以上 3 个城镇地面塌陷数量占全部数量的 61.54%。

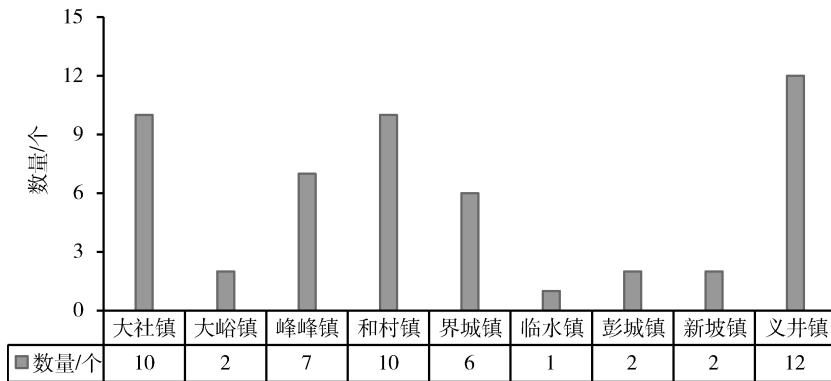


图 1 峰峰矿区地面塌陷数量分布图

Fig. 1 Distribution map of ground subsidence quantity in Fengfeng mining area

2.2 地裂缝

区内的地裂缝主要为煤矿开采引起的采空裂缝,包括采空区周边地表出现的开裂裂缝和超前开采工作面产生的动态裂缝^[2]。采空裂缝的形成受开采深度、上覆岩层性质和降雨等因素控制,其对农田、房屋损害比较严重。调查发现,区内地裂缝主要分布在羊渠河煤矿、九龙矿、新三矿等矿区范围内。大峪镇北涧沟东村、北大峪村,大社镇张庄村、崔庄村,新坡镇王庄村等,受采空塌陷的影响,村民房屋出现不同程度的开裂,而农田内的地裂缝多已被填埋。

2.3 崩塌

崩塌有岩体崩塌和土体崩塌两种类型,区内以

土体崩塌为主。土体崩塌主要分布在丘陵区 and 土层较厚的地区,由于人工挖土,改变了原来稳定的坡角,造成土体临空,威胁下方施工人员及车辆安全。降雨、地震及工程施工都会加剧其危险程度。根据调查,区内共发现 10 处崩塌点,分布在大峪镇、义井镇、和村镇、彭城镇等 7 个城镇(图 2)。其中大峪镇最多,有 3 处崩塌,其次为义井镇有 2 处崩塌,其余城镇均为 1 处崩塌。

2.4 滑坡

区内采空区地表斜坡岩体活动受坡面和采空区特征的控制,并受上覆岩层性质、降雨和其他人类工程活动的影响;斜坡岩体会发生滑动、拱屈、弯曲、倾

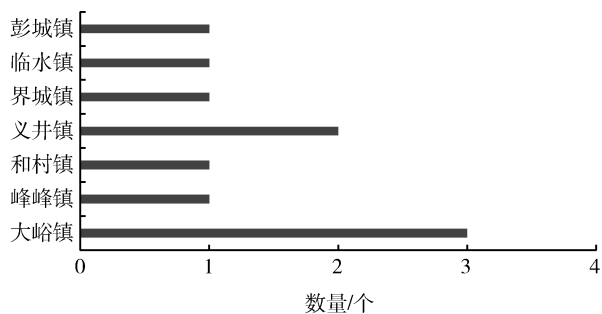


图2 峰峰矿区崩塌点数量分布图

Fig. 2 Distribution map of collapse points in Fengfeng mining area

倒和塌落等运动。斜坡体会出现下沉、鼓胀、开裂、崩塌和滑坡等连续性和非连续性破坏。采空区地表地形较陡($>30^\circ$)时,受地下开采影响,地表斜坡岩体应力平衡状态短时间内被打破,可能会导致突发性的滑坡,滑体的后缘往往出现阶梯状弧形地裂缝^[3]。区内共有滑坡2处,分别位于彭城镇张家楼村南和峰峰镇滏岭庄村西,均为小型滑坡。

3 矿区的地质生态环境效应

3.1 占用和破坏土地资源

矿区开采破坏占用土地资源,既包括采矿场、弃渣场、煤矸石堆场等对土地的占用^[4],又包括地面塌陷、地裂缝、采石场等对土地的破坏。开采沉陷对土地的破坏尤其严重,而在不同地区表现形式却不相同。在和村镇、义井镇等地势相对较高的地区,采空沉陷改变了上覆岩土体包气带岩土结构,开采产生的裂缝、台阶和地面塌陷坑,改变了地表的径流条件,导致地表土体含水量大幅减少,进而影响到地表生态环境,导致部分植被枯萎。而在大社镇张庄村、崔庄村,新坡镇王庄村等地区,地势低平,地下水位相对较高,开采沉陷使地表积水甚至形成小型湖泊,常年生长芦苇等水生植被,影响土地耕种。

3.2 含水层破坏

矿区开采破坏了区域含水层结构,对地下水资源和水平衡造成不良影响^[5-6]。主要表现在大量抽排矿坑水导致区域地下水位下降,浅层地下水水流场变化,水资源量不断减小以及含水层污染的风险。

根据已有的资料显示,20世纪90年代以来,随着矿井疏排水和人工开采量的增加,形成了以王凤矿、九龙矿等煤矿为中心的多个降落漏斗。但进入21世纪以后,随着王凤煤矿、四矿等一批煤矿的关闭,矿井排水量大幅减少,王凤井田范围内地下水位回升达10 m。而随着梧桐庄煤矿、九龙口煤矿的投产,矿井排水量又不断增加,地下水位又不断下降。根据统计,2016年峰峰矿区全年矿山排水量为

9 290.85万 t,约占整个邯郸市矿山排水总量的51.57%^[7]。

本次调查发现,受煤矿开采影响,义井镇上拨剑村、东王看、王三村一带为采空沉陷区,浅层地下水位下降严重,水井普遍干涸,上层含水层已近乎疏干,地下水位由采煤前的20~40 m,下降至100 m以下(图3)。

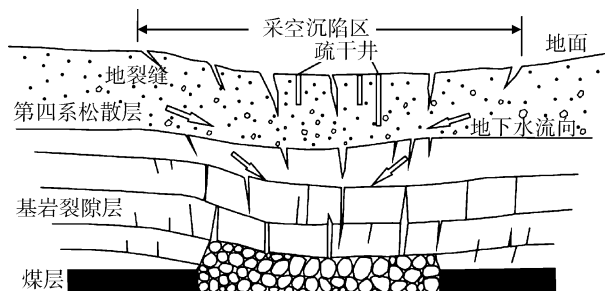


图3 含水层破坏示意图

Fig. 3 Diagram of aquifer failure

3.3 水土污染

矿区水土污染主要体现在采矿过程中产生的废水和固体废弃物。废水包括矿井水、洗煤水、矸石堆场淋滤水、居民生活污水等,废水未经充分处理就直接排放,容易导致地表水和地下水污染。固体废弃物主要来源于煤矸石堆、煤堆场、废矿渣等,经过雨水的冲刷、淋滤,有毒有害元素渗入土壤,造成土壤和地下水污染。

区内具有供水意义的地下水主要为第四系孔隙水和奥陶系岩溶裂隙水。现第四系孔隙水受工农业生产及居民生活影响水质较差,尤其义井镇马庄村-北羊台-南侯村一带,浅层地下水污染较严重,Ⅳ类以上超标点较多,主要超标组分为 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 和TDS等。主要水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4-\text{Ca}$ 、 SO_4-Ca 、 $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型。奥陶系岩溶裂隙水因多数地区埋深大,上覆第四系、煤系隔水层,水质相对较好。土壤偏碱性,pH值为7.4~8.9,区内大部分地区汞、铅、铬、镍、砷等未见明显超标,但局部地区镉存在轻度超标。

3.4 其他环境地质问题

除了以上所述的主要环境地质问题,还有采矿及运输过程中的煤尘、粉尘污染;土壤侵蚀和水土流失;排土场废石大量堆存或道路施工,形成过陡高边坡,可能引发的泥石流隐患等。同时,大量开采含煤地层,增加矿区突水的风险等方面。

4 防治措施

4.1 矿区开采引起的地质灾害防治

针对峰峰矿区矿山开采引起的地面塌陷、地裂

缝、崩塌、滑坡等地质灾害问题,从技术方法的角度,提出以下防治措施。

对地面塌陷,在采矿过程中采用“减塌控制技术和措施”^[8],控制塌陷的范围、塌陷幅度、减缓塌陷发生的时间,可有效降低塌陷造成的危害。将矿区开采形成的固体废弃物用于塌陷坑的回填和植被恢复,在采空和塌陷区外围设置围挡、树立警示牌等。对地裂缝,尤其是采空裂缝,主要由采矿活动引起的,要及时了解采矿进程和采空区的分布状况,加强监测,以便分析判断其发展趋势和提前采取措施。对已产生的地裂缝,应视规模和危害程度采取不同的措施。对规模较小和危害程度不大的,采取覆土平整、防渗等措施;对规模较大和危害较严重的,采取填充砂石、灌浆等措施。对崩塌、滑坡等灾害,一方面,要加强监测预警,及时发现险情,以便采取有效措施;另一方面,对已存在的隐患,可采用边坡修正、消除危岩体、采坑回填、修建排水沟和挡土墙、树立警示牌等方式。对地质条件差、人口密度大、工程活动强烈的地区,可采取避让、搬迁等措施,减少损失。

4.2 矿区的地质生态环境综合治理

1) 加强矸石山、排土场的维护:矸石山和排土场的选址,一要考虑远离地表水体和地质灾害易发区;二要考虑风速、风向等因素对煤尘污染的影响,力求减轻污染物的危害程度;三要设置防护堤,防止矸石淋滤水对矿区周边水土的污染。

2) 加强对矿区含水层的保护:查明区域水文地质条件,掌握含水层的分布特征和富水性。矿坑排水应查明区域地下水位下降程度、疏干含水层位置、水位漏斗的扩展范围。加强对矿区区域地下水水位和变化趋势的监测。加强矿坑排水综合利用,并减少矿区水环境污染的风险。

3) 提高环保意识:矿区生态环境脆弱,要避免矿井生产造成的不利影响。矿坑水、生产、生活污水要经过处理达标后再排放,严禁将污水直接排入河中;对生产、生活垃圾集中填埋,降低二次污染的风险。

4) 建立监测预警:做好矿区地表水、地下水、地面沉陷、地裂缝、水土保持、生态环境的连续监测,发现问题及时采取措施,防止潜在风险发生。

5) 进行地质环境恢复治理:要坚持“预防为主、防治结合”“边开采、边治理”的原则,根据不同区域环境地质问题的严重性,统筹规划、突出重点,分区、分期、分步实施,对可能产生的环境地质问题要加强监测,防患于未然;对已经产生的环境地质问题要及

时采取防治措施。例如,对废弃矿坑要及时填埋,平整土地后及时播撒草种或移植草皮等进行生态修复;对各种采矿活动引起的次生灾害,不稳定边坡及时采取清方、设置挡土墙、修筑围堰等措施进行治理。

5 结语

峰峰矿区长期的大规模开采,造成了地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、占用和破坏土地资源、含水层破坏、水土环境污染等诸多环境地质问题。在充分查明上述环境地质问题现状和分布特征基础上,从技术方法的角度,提出了防治对策和建议,为矿山地质环境保护和生态环境恢复治理提供参考。

参考文献

- [1] 贾亚琳,边凯,李冲,等. 基于 GIS 和相关性分析峰峰矿区岩溶水水化学特征[J]. 中国煤炭, 2019, 45(6): 95-101.
JIA Yalin, BIAN Kai, LI Chong, et al. Analysis of hydrochemical characteristics of karstic water in Fengfeng mining area based on GIS and correlation[J]. China Coal, 2019, 45(6): 95-101.
- [2] 张秦华,刘卫岗,王建晓,等. 黄陵矿区环境地质问题与防治分析[C]//高强度采矿区地质灾害与防控学术研讨会论文集. 西安:中国地质大学出版社, 2016: 71-77.
- [3] 周书东,王小霞,李廷芥. 煤田开采诱发环境地质问题及防治对策[J]. 水土保持研究, 2007, 14(3): 351-354.
ZHOU Shudong, WANG Xiaoxia, LI Tingjie. Geological environmental problems induced by coalfield exploitation and control countermeasures[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2007, 14(3): 351-354.
- [4] 宋高举,郑栋材,黄继超,等. 许昌市矿山地质环境问题浅析[J]. 地质灾害与环境保护, 2020, 31(2): 57-61.
SONG Gaoju, ZHENG Dongcai, HUANG Jichao, et al. Brief analysis of mine geological environment problems in Xuchang city[J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2020, 31(2): 57-61.
- [5] 郝春明,张进德,何培雍,等. 采煤影响下峰峰煤炭矿区岩溶地下水水动力环境的演变[J]. 地球与环境, 2014, 42(4): 465-471.
HAO Chunming, ZHANG Jinde, HE Peiyong, et al. The impact of human activities on the karst groundwater hydrodynamic environment in Fengfeng coal mining area[J]. Earth and Environment, 2014, 42(4): 465-471.
- [6] 李七明,翟立娟,傅耀军,等. 华北型煤田煤层开采对含水层的破坏模式研究[J]. 中国煤炭地质, 2012, 24(7): 38-43.
LI Qiming, ZHAI Lijuan, FU Yaojun, et al. A study on coal mining aquifer destruction mode in north China typed coalfields[J]. Coal Geology of China, 2012, 24(7): 38-43.
- [7] 赵怀涛,马洪林,申娟娟,等. 邯郸市矿山地质环境调查报告[R]. 河北省地矿局第一地质大队, 2017.
- [8] 阳结华,雷东锋,秦琬玲,等. 平顶山煤矿区主要环境地质问题与对策研究[J]. 矿产保护与利用, 2011(1): 46-50.
YANG Jiehua, LEI Dongfeng, QIN Wanling, et al. Research on the main environmental geology problems and countermeasures of coal mine area in Pingdingshan[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2011(1): 46-50.