

江西萍乡采煤区地面塌陷灾害现状及发展趋势分析

刘细元,魏 源,衷存堤,马振兴,杨永革

(江西省地质调查研究院, 南昌 330201)

摘 要:江西萍乡素有“江南煤都”之称,曾是近代中国十大矿厂之一,为国家的社会经济发展做出过突出贡献,同时也在采煤区造成了严重的地面塌陷灾害,形成了 6 个相对独立的地面塌陷“盆地”,分别为:安源—高坑塌陷区、青山塌陷区、白源塌陷区、巨源塌陷区、黄冲—焦源塌陷区和杨桥塌陷区,塌陷总面积 79.7 km²。塌陷区内房屋、道路、市政设施、农田、水利等设施遭受了较严重的破坏。本文较全面地阐述和分析了研究区地面塌陷灾害的现状和成因,对地面塌陷灾害的发展趋势作了初步预测,并提出了地面塌陷灾害的综合治理建议。

关键词:采煤区;地面塌陷;地质灾害;江西萍乡

中图分类号:P642. 22 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-4135(2006)02-0119-05

萍乡矿区位于江西省西部,是长江以南最大的煤田和主要的煤炭生产基地,由安源煤矿、高坑煤矿、青山煤矿、白源煤矿、巨源煤矿、杨桥煤矿、黄冲煤矿和焦源煤矿组成(图 1)。

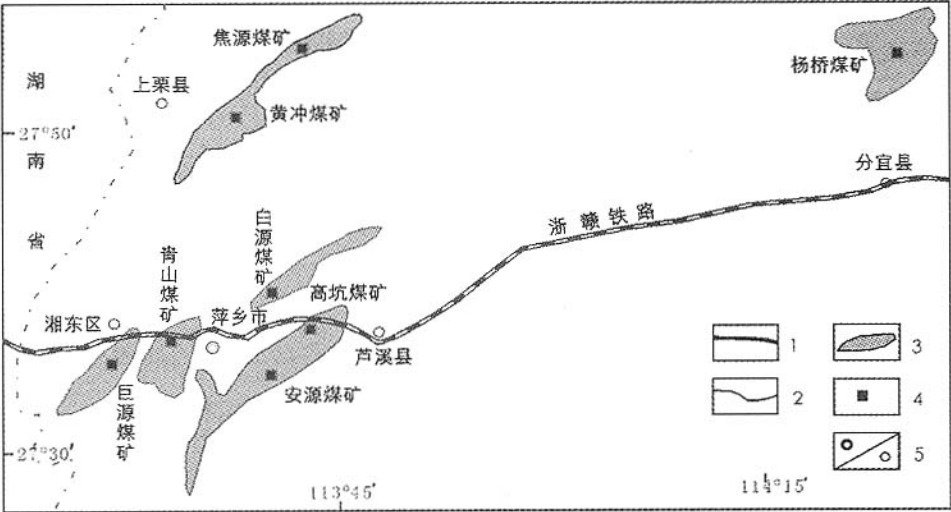


图 1 萍乡矿区位置图

Fig.1 Location of the mine fields in Pingxiang City, Jiangxi Province

1. 铁路;2. 省界;3. 地面塌陷范围;4. 煤矿矿部所在地;5. 市/区(县)政府所在地

煤层主要产自中生代三叠纪安源煤系,其次为古生代二叠纪乐平煤系,属滨海和海陆交互沉积^[1]。远在汉代,先人就在本区发现煤炭,并取之代薪作燃料。宋代煤业初兴,清朝兴盛,境内土隆商井遍布。1898 年创建煤矿总局,成为近代中国十大矿厂之一。上世纪 60 ~ 80 年代以来,为了扭转“北煤南运”的局面,一直采取超强度和不同程度的不规范开采方式,在采煤区形成了许多地面塌陷区,给当地的经济和社会造成了巨大损失。因此,很有必要对塌陷区的灾害现状进行调查评价,分析和预测塌陷的发展趋势和潜在威胁,提出综合治理建议,为社会和经济的可持续发展服务^[2、3]。笔者在开展萍乡市城市环境地质问题调查评价项目时,将这项工作作为项目的重要内容之一,本文即为这项工作的初步总结。

1 研究区地面塌陷现状及其成因分析

1.1 地面塌陷计算参数和变形最大值

为了掌握开采安源煤系地表移动和变形规律,从 1961~1981 年 20 年间,在高坑煤矿设立了 7 个观测站,取得了大量的实际观测参数,经综合分析整理得出参数见表 1。

表 1 萍乡矿区地表移动参数表

Table 1 The parameters of the land surface shift in Pingxiang mine field

下沉系数	水平移动系数	主要影响角 (正切)	开采影响传播角	拐点偏移系数	角量参数(°)					
					β_0	γ_0	δ_0	β	γ	δ
初采 1.65 重复采动 0.7	1.65	$H \leq 300\text{ m}$ $\text{tg}\beta = 2.2$ $H \geq 300\text{ m}$ $\text{tg}\beta = 2.6$	$\alpha t < 45^\circ$ $90^\circ - 0.65 \alpha t$ $\alpha t > 45^\circ$ $28^\circ + 0.68 \alpha t$	0.1	40°	50°	60°	55°	74°	74°

根据国家煤炭工业局《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》(2000 年)有关规定,采用概率积分法对岩层地表移动和变形量的最大值进行计算,以确定受损程度(表 2)。

表 2 区内各矿开采地表移动变形最大值

Table 2 The maximal values of the land surface shift deformation in the mine fields

名称	下沉 (m)	倾斜 (mm / m)	水平移动 (m)	水平变形 (mm/m)	曲率 ($\times 10^{-3} / \text{m}$)
安源煤矿	11.11	91.93	3.33	41.92	1.59
高坑煤矿	9.52	247.42	2.85	112.82	9.78
青山煤矿	5.36	31.79	1.61	15.30	0.64
白源煤矿	3.77	30.67	1.13	13.99	0.38
巨源煤矿	4.40	47.39	1.32	21.61	0.97
杨桥煤矿	4.37	64.09	1.01	29.22	1.42
黄冲煤矿	1.06	28.84	0.32	13.15	1.19
焦源煤矿	3.33	123.84	1.00	56.47	6.99

1.2 地面塌陷状况

全矿区几大煤矿采煤后,相应形成了 6 个相对独立的地面塌陷“盆地”,分别称之为:安源—高坑塌陷区、青山塌陷区、白源塌陷区、巨源塌陷

区、黄冲—焦源塌陷区和杨桥塌陷区,全区井田总面积 81.9 km²,开采总面积 45.1 km²,塌陷总面积 79.7 km²,详见表 3。塌陷区内房屋、道路、市政设施、农田、水利等设施遭受严重破坏^[4~6]。

表 3 区内各塌陷区状况一览表

Table 3 State of all the Subside districts

名称		开采年限 (年)	累计产量 (万吨)	井田面积 (km ²)	开采面积 (km ²)	塌陷面积 (km ²)	开采深度 (m)
安源—高坑 塌陷区	安源矿	1989~2001	6 219.9	19.0	11.5	16.0	+ 550~- 320
	高坑矿	1952~2001	5 459.0	11.6	8.3	14.5	+ 200~- 320
	合计		11 678.9	30.6	19.8	30.5	
青山塌陷区	青山矿	1954~2001	2 843.5	5.8	4.1	11.8	+ 200~- 250
白源塌陷区	白源矿	1982~2001	600.0	12.5	2.9	7.2	- 130~- 560
巨源塌陷区	巨源矿	1958~2001	1 795.4	10.2	6.4	12.2	+ 100~- 205
杨桥塌陷区	杨桥矿	1985~2001	725.0	10.5	4.2	6.8	+ 145~- 200
黄冲—焦源 塌陷区	黄冲矿	1968~2001	564.0	8.4	3.9	5.5	+ 250~- + 5
	焦源矿	1973~2001	449.0	3.9	3.8	5.7	+ 280~- + 100
	合计		1 013.0	12.3	7.7	11.2	
万方数据			18 655.8	81.9	45.1	79.7	

1.3 地面塌陷基本特征

(1)老采区活化导致地面塌陷非常规化
煤田开采历史长,开采状况复杂,老窿区分布广而密集。漫长的采煤历史中,在煤系地层和煤层露头带的不同深度、不同区域进行的规模不等的开采活动,留下了数不清的老窿(区),众多的采空区经过多年的岩层沉积和压实再生,已逐渐稳定下来了。由于矿区是多煤层开采,即煤层从浅部开采到深部,从上一层开采到下一层,造成老采区频繁活化,不仅使地表不断出现塌陷坑,而且还可能增大地表沉陷区的面积。

(2)矿区地质构造复杂 区内断层发育,井田内各个含水层均被断层切割而相连。长时间的大量排水,则可能形成大面积的水位下降,若断层暴露地表则可能波及地表水利设施,如杨桥矿则造成附近地表水库严重漏水而丧失储水功能。

(3)矿区煤系底部多为灰岩含水层 因采矿而长期排水,使地下水位下降。当地下水位下降到一定程度后,随着地下水潜蚀作用和掏空能力的加强及溶洞中充填物的流失,使原本相对平衡状态遭到破坏,因而造成地面塌陷,农田受损。其中高坑矿、安源矿、巨源矿和青山矿,受底部灰岩含水层的影响,井下最大涌水量均在 500 m³/h。巨源矿因大量排水造成大片农田漏水无法耕作。高坑矿也因大量排放灰岩水,造成地表涌泉断流、水井干涸、农田变旱地。

(4)多煤层重复采动导致地面塌陷加剧
在多煤层开采方式下,下煤层开采的影响作用于上煤层开采时已经破坏了的覆岩,地表下沉系数较初次采动可增大 10% ~ 20%。在初次采动形成的冒落带和裂隙带内的空隙在重复采动作用下重新活化,一部分转化为地表下沉,从而加剧地面塌陷。同时,初次开采破坏的岩层也可能进一步破碎,导致地表破坏程度加剧,塌陷面积增大。这种变形破坏往往是不连续和突发的,因而,对地面建筑物、构筑物等危害极大。如青山矿,在上世纪 90 年代,-70 m 老窿区突然垮塌,造成地面房屋严重破坏。

(5)破坏持续时间长 矿区煤系发育 3 个煤组、数十个煤层,煤厚平均达 17 m,经多次重复开采,导致地表重复移动和下沉塌陷,同一区段内破坏影响时间长达 10 余年。

1.4 塌陷灾害成因简析

地面上的建筑物和各类设施是固定不动的,而矿井的回采工作面在地下是不停的推进移动的。当井下回采面从建筑物下面推进时,地面的建筑和设施就经历了一次动态移动和动态变形。这种动态的影响对地面建筑设施将产生不同程度的破坏作用。动态影响过后,地表下沉停止,地面又达到稳定状态。本研究区主要为多煤层开采,地下重复开采次数多,岩层和地表历经多次下沉、移动和变形后,地面建筑设施反复遭受动态变形的冲击。随着重复开采从开始到结束,地表随之从下沉到稳定的过程,建筑物也经历多次从动态开裂到稳定,裂缝由大又逐渐减小闭合。实际上建筑物的整体强度已大大受到损害,若再受到其他因素的影响,建筑物很可能倾斜倒塌。

矿井的突水,尤其是规模较大的突水,极易造成地下水位急剧下降,引发大面积塌陷,进而使塌陷面积进一步扩大。矿井大都在深部开采,深部承压水水压大,水文地质条件趋于复杂,突水威胁也相应增大。

2 区内地面塌陷发展趋势预测

为了给采煤塌陷区治理规划提供科学依据,保证地面治理工程的长期稳定,很有必要对采矿区未来地面塌陷趋势进行预测。

2.1 地面塌陷的时间规律

地表移动延续时间和地表是否稳定,目前常用的判断标准为:连续 6 个月内观测地表各点的累计下沉值均小于 30 mm,认为地表移动期结束,地表达达到稳定状态。地表移动总时间与覆岩结构和物理力学性质、采深、工作面推进速度及采动性质密切相关。一般情况下,用单一长壁工作面全陷落法采煤时,地表移动总时间与煤层开采深度大致关系如表 4。

表 4 地表移动总时间与煤层开采深度大致关系

开采深度	地表移动延续时间
<100 m	5 ~ 9 个月
100 ~ 300 m	13 ~ 23 个月
300 ~ 500 m	2 ~ 3 年
500 ~ 700 m	3 ~ 4 年

矿区所采为多煤层煤系,矿井开采区地表移动延续时间长短,除遵守一般规律外,还与开采煤层数、开采活动时间和采掘交替等因素有关。另外,矿井回收煤柱,或浅部小煤窑开采也会造成地表新的沉陷和不稳定。综上所述,本矿区开采地表移动延续时间,一般情况下确定为2~3年。

2.2 矿区未来塌陷的趋势预测

(1) 报废矿井对地表继续影响的可能性

在报废停产的矿井采区,已无煤可采(不可能再进行采煤活动),原形成的塌陷区域可认为是稳定的塌陷区。在报废矿井中尚有残余煤,如果以后继续开采,则已稳定的塌陷区将继续塌陷,即为非稳定区。

(2) 受重复开采影响仍在活动的塌陷区

在矿区内,有的矿井已到衰退期,正向深部开采。矿井深部开采使上部的采空区因受重复采动影响而“活化”,处于开采影响范围内的地面塌陷区将仍继续下沉,即处于非稳定状态。如安源矿和高坑矿就是如此。

(3)历史上采用短壁开采方式的区段是发生突然塌陷的隐患区

上世纪50年代以前,萍乡各矿都是沿用“旧法”开采,形成了大量的浅部采空区,有的已在地面形成了塌陷区,有的以老采区的形式遗留地下,成为矿区浅部及露头附近突然发生塌陷的隐患区,尤其是安源矿一带此种隐患众多。

(5) 已确定的非稳定塌陷区

经过大量的观测和研究,本研究矿区(采空区)地表移动延续时间为2~3年,即开采区域仍对地表移动变形产生影响,其地表塌陷仍然要延续一段时间。经计算各矿非稳定塌陷区面积分别为:安源—高坑塌陷区 6.0 km^2 、青山塌陷区 4.6 km^2 、白源塌陷区 2.5 km^2 、巨源塌陷区 2.0 km^2 、黄冲—焦源塌陷区 3.7 km^2 、杨桥塌陷区 2.1 km^2 。

(6) 影响塌陷区不稳定的其他因素

地表潜在的塌陷主要由采空区冒落岩石的碎胀性支撑的空间(裂隙)、裂隙带内岩石裂缝及岩层间离层裂隙、地表裂缝等因素决定的,冒落带残余空隙为潜在的塌陷发生成为可能;矿区范围内各含水层与地表水多有不同程度的联

系,其补给关系复杂,是矿区未来塌陷的一个不可忽视的因素。安源煤系底部多为二叠纪灰岩,含水性很强,当井下开采一旦导通灰岩水,地面就可能突然塌陷,形成破坏力极强的灾害。

3 结论与建议

3.1 结论

(1)矿区现已形成6个相对独立的塌陷区,即安源—高坑塌陷区、青山塌陷区、白源塌陷区、巨源塌陷区、黄冲—焦源塌陷、区杨桥塌陷区,总沉(塌)陷面积达 79.7 km^2 。沉(塌)陷区内房屋、道路、市政设施、农田、水利等设施遭受严重破坏。

(2)矿区历代留下的众多老窑,尤其是浅部老采区,是地表非连续变形的产物—塌陷坑形成的主要因素,也是今后地表形成突发性塌陷坑漏斗的隐患区。

(3)通过对矿区采煤沉(塌)陷计算和损害程度调查,揭示了其破坏程度是极其严重的(表2)。其移动变形值远远超过了国家煤炭局《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》规定的四级破坏相对应值指标,按建设部《危险房屋鉴定标准》属整体危房,应立即搬迁。

(4)根据采煤沉(塌)陷延续时间的发展规律和未来潜在沉(塌)陷的可能性,将区内潜在沉(塌)陷分为4类:第1类为近2~3年开采导致地表仍未稳定的区域,全矿区均有分布;第2类为历年开采的老采区,主要分布于安源矿;第3类为现已形成的沉(塌)陷区,分布全矿区,其中安源矿、高坑矿、青山矿和巨源矿较为严重;第4类为潜在沉(塌)陷区,主要在现已形成的沉陷区的中心及周边地区。

3.2 治理建议

(1)采煤塌陷区的综合治理是建设和谐社会、造福人民、保护环境的一项功德工程,应该严格按有关规划要求实施。

(2)为避免浅部采空区进一步受到采煤扰动而引起地面塌陷,今后应严格禁止浅部开采活动。

(3)解放前“旧式”采法遗留的老采区,建议采用物探方法查清老采区的位置、范围,以便采

取防范措施。

(4)居民区附近存在的断裂构造,应进行监测,避免引发事故。

(5)规划治理小区不应建在灰岩地层分布区,以免发生新的塌陷。

(6)在稳定塌陷区上规划设计建筑物和公共设施等,应采取必要的抗变形保护措施。

(7)严格执行“三下”开采技术规范,合理留设防水煤柱,防止矿井发生大的突水事故。

(8)对现有涌水量较大的矿井出水点,及时进行综合治理,控制地下水位下降,防止矿井突水造成地下水位骤然下降,引发新的地面塌陷。

(9)地表充填堵漏,帷幕注浆,防止水土流失,改变地下水流向,兴修水利,增加地表水对含水层的补给,恢复地下水水位^[7]。

致谢:本文是在《萍乡市城市环境地质问题调查评价报告》的基础上整理提炼而成的,属集体劳动成果。项目组成员除本文作者外,有张永忠、赖水保、陶木金、吕少俊、王道英、秦岩等。本文采用的大量素材源自江西省煤炭综合利用设计

院和江西省煤炭学会萍矿分会 2003 年元月所著《萍乡矿业集团采煤塌陷情况报告》,在此一并感谢。

参考文献:

[1]江西省地质矿产局,江西省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1984.

[2]雷万荣,唐春梅,余广文,等. 江西省矿山地质环境综合评价方法初探[J]. 中国地质灾害与防治学报,2005,16(2): 63-66.

[3]殷跃平,张作辰,张开军. 我国地面沉降现状及防治对策研究[J]. 中国地质灾害与防治学报,2005,16(2): 1-8.

[4]何建圣,瞿友萍,陈朝瑞. 萍乡矿业集团采煤沉降情况报告[R]. 江西省煤炭综合利用设计院,江西省煤炭学会萍矿分会,2003.

[5]余广文,雷万荣. 江西省矿山地质环境调查与评估报告[R]. 江西省地质环境监测总站,2001.

[6]刘修奋. 江西省环境地质调查报告[R]. 江西省地质工程勘察院,2002.

[7]张琦,陈福恩,秦健,等. 关于矿山地质灾害危险性评估中几个主要技术问题的探讨[J]. 化工矿产地质,2005,27(2),103-108.

Ground Subside of the Coal Mine and its Development Tendency in Pingxiang City, Jiangxi Province

LIU Xi-yuan, WEI Yuan, ZHONG Cun-di, MA Zhen-xing, YANG Yong-ge

(Geological survey of Jiangxi Province, Nanchang 330201, China)

Abstract: Pingxiang City, Jiangxi Province is very famous for its coal mine. It is called Coal City to the southern part of Yangtze River and has made a great contribution to the social economical development of our Country. Now it occurs badly ground subside in the local part of the mine which shaped six independently basins including Anyuan-Gaokeng, Qingshan, Baiyuan, Juyuan, Huangchong-Jiaoyuan and Yangqiao subsidence districts with overall area 79.7 km². The building, road, public utilities, farmland and water conservancy in the subsidence area were damaged seriously. We describe and analyse the state of the ground subsidence, and indicate its forming causes and developing tendency in this paper, and propose the suggestions to prevent the subsidence hazards to happen in the future.

Key words: coal mine area; ground subsidence; geological hazard; Pingxiang City; Jiangxi Province