

山东省兖州市采煤区地面塌陷的原因及其对策

刘德成¹, 张荣隋², 梁栋彬²

(1. 北京大学环境学院, 北京 100871; 2. 山东省第二地质矿产勘查院, 山东 兖州 272100)

摘要: 采煤区地面塌陷是由于地下煤层大面积采空引起上覆岩层失去支撑而变形崩落最后导致地面沉降一种危害很大的地质灾害。至2002年9月, 该地区地面塌陷的面积达23 901 km²。随着开采规模的不断扩大, 该地区的塌陷面积将会进一步扩张。在详细调查的基础上简要分析了地下大面积采空后岩土内部破坏机制和地面变形规律。针对兖州矿区的具体塌陷状况提出了改进采煤方式、对塌陷土地进行恢复和复垦等几点防治措施。

关键词: 兖州; 塌陷; 危害; 防治

中图分类号: P642 21

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)04-0067-03

The Reasons and Control Policies on Surface Collapse of Coal Field in Yanzhou City, Shandong Province

LIU De-cheng¹, ZHANG Rong-sui², LIANG Dong-bin²

(1. College of Environmental Sciences of Peking University, Beijing 100871, China;

2. Na 2 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Yanzhou, Shandong 272100, China)

Abstract: Surface collapse of coal field is one kind of geological disaster with great hazard, which may result from distortion and breakout of overlying strata that lose their support after underground coal beds are excavated in a large area. The total collapsing area of coal field in Yanzhou city had accumulated to 23 901 km² by September, 2002. It can be expected to further enlarge the collapsing area in this region with successive exploitation. The interior failure mechanism of rock strata developing from large-scale excavation and the rules of land surface deformation are analyzed on the base of careful investigation. An improved mode of coal cutting is recommended aiming at the specific status of surface collapse of coal field in Yanzhou city, and several control policies on restoration and reclamation of collapsing land are also put forward.

Key words: Yanzhou city; surface collapse; hazard; control policy

兖州市位于山东省西南部, 境内煤炭资源十分丰富, 对兖州的经济的发展起了相当重要的作用。然而煤矿的建设和生产过程中也带来了许多环境负面影响, 煤层采空引起地面沉降和塌陷是本地地区最突出的地质灾害。采空区沉陷损害建筑物及工程水利设施, 破坏农田, 危害交通, 当地很多村民都已被迫搬迁, 人民的生命及财产安全受到极大的威胁。笔者对本矿区地面塌陷的发生机制, 发育规律进行了科学的分析研究, 提出了相应的防治对策, 具有现实意义。

1 地面塌陷的发生、发展变化规律^[1-4]

当井下开采面积足够大时, 将引起上覆岩层移动、破坏。当面积达到一定值时, 这种破坏将达到地表, 对地表和地表建筑物产生影响。

1.1 地下大面积采空后岩土内部的破坏机制

地下矿层大面积采空后, 矿层上部失去了支撑, 平衡条件被破坏, 采空区上方岩体随之将产生变形、崩塌。采空区上

方的岩体变形总的过程是自下而上逐渐发展的漏斗状沉降, 其变形可分为3个带。见图1。冒落带(崩落带): 在自重及上覆岩层作用下, 发生变形、破碎、坍塌, 至采空区的那部分顶板岩层叫冒落带。冒落带的高度一般为采空厚度的2~5倍。

裂隙带(裂缝带): 当冒落带上部的岩层在重力作用下产生的弯曲变形超过抗弯强度时, 因离层和断裂而产生的楔形连通裂隙带, 叫裂隙带。裂隙带的高度约为采空厚度的18~24倍。

变形带(弯曲带): 在重力作用下, 裂隙带上方只产生弯曲沉降变形的那部分岩层叫弯曲变形带。此带内的岩层变形较轻, 裂隙密闭, 不连通, 导水性弱。它的直接作用是使地面形成移动盆地。

1.2 地下大面积采空后的地表变形规律

大面积采空后将引起地表发生下沉变形, 地表变形开始阶段为凹形, 随着采空区的不断扩大, 凹地不断发展而成凹陷盆地, 此盆地又称移动盆地, 一般来说: 塌陷区的面积比采

* 收稿日期: 2005-04-26

基金项目: 国家教育部博士点基金(编号: 20030001100)

作者简介: 刘德成(1976-), 男, 在读硕士生, 地貌学与环境演变专业, 研究方向为环境演变与环境考古。

空区的面积大。其位置和形状与矿层的倾角大小有关,矿层倾角平缓时,盆地位于采空区的正上方,形状对称于采空区,矿层倾角较大时盆地在沿矿层走向仍对称于采空区,而沿矿层倾斜方向偏移。根据地表变形特点,可分为均匀下沉区,移动区和轻微变形区。

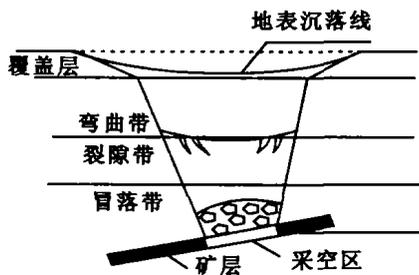


图 1 采空区变形示意图

根据前人的研究成果和搜集到的资料,以及实地调查结果证实:境内采煤区内,由采煤引起的地面移动和变形在这里是连续的、渐变的,具有一定的规律性。塌陷前一般首先出现地裂缝,然后地面下沉,随着塌陷深度的增加,塌陷面积不断扩大,地裂缝也逐渐向外发展,地面塌陷的展布方向与采煤坑道的展布是一致的。但在有较大的地质构造破碎带和煤田边界处,地表的移动和变形在时空上表现为不连续,没有严格的规律可寻,地表也可能出现较大的裂缝和不规则的塌陷坑分布,如杨庄、田庄煤矿塌陷区等。陷的深度约为煤层开采厚度的 60% ~ 80%,塌陷波及的地表面积随煤层的埋深、开采厚度及煤层倾角的不同而不同,埋深越大、开采厚度越大,塌陷波及的地表面积也越大;煤层的倾角越大,塌陷波及的地表面积则越小。

2 地面塌陷现状

2.1 地面塌陷的面积

根据野外实地调查报告^[5],兖州市境内发生地面塌陷的煤矿有兴隆庄、杨村、杨庄、田庄、鲍店、东滩、太平、许厂和横河等 9 个,截止 2002 年 9 月 31 日,由采煤造成的地面塌陷,境内塌陷总面积为 23 901 km²。其中:轻度塌陷区(地面塌陷相对深度在 1~ 3 m)面积约 17. 402 km²;中度塌陷区(地面塌陷相对深度小于 1 m)面积约 4 580 km²;重度塌陷区(地面塌陷相对深度大于 3 m)面积约 1. 919 km²。各煤矿塌陷面积情况见表 1 及图 2。

2.2 地面塌陷的程度

笔者等人在对兖州煤田采空塌陷区的调查过程中,根据本区地面塌陷的沉降幅度及危害程度,初步拟定划分为轻度塌陷区、中度塌陷区和重度塌陷区(塌陷积水区)三个等级:

(1)轻度塌陷区。该区地形地貌无明显的变化或均匀下沉,基本不影响农民对土地的耕种,在地裂缝发育的地段有漏水现象,可能会增加农民的种植成本,但一般不造成农作物的减产,对地面建筑物的破坏程度轻微,在塌陷区的边部,有地裂缝或建筑物裂缝的存在,如杨庄、杨村、田庄煤矿等以开采薄层煤为主发生的地面塌陷就属此类(见图 2)。

(2)中度塌陷区。该类塌陷区地形有明显的变化,地形呈起伏不平或呈斜坡状,常年不积水,少部分季节性积水或为荒地。在兴隆庄煤矿、鲍店煤矿及东滩煤矿等塌陷积水区周围及杨村煤矿和杨庄煤矿的部分区段属该类型(见图 2)。

中度塌陷区进行改造后大部分即可进行耕种,少部分可开挖建塘进行水产养殖,但其中能耕种的土地往往造成不同程度的农作物减产,且增加耕种及灌溉成本,使农民收入减少。中度塌陷区的地面塌陷将破坏地面建筑物和其他地表基础设施等,其中涉及的大部分村庄等需要搬迁。

表 1 采煤塌陷现状基本情况一览表

煤矿名称	塌 陷 面 积/km ²			塌陷最大深度/m	复垦面积/km ²	
	轻度区	中度区	积水区			
兴隆庄	2 311	2 388	0 946	5 645	9.2	0 933
杨 村	6 263	0 539	0 047	6 849	3.2	
杨 庄	1 797	0 183	无	1 980	1.3	1 400
田 庄	1 929	无	无	1 929	1.0	
鲍 店*	1 215	1 066	0 783	3 064	7.0	
东 滩*	3 256	0 294	0 143	3 693	4.0	
太 平*	0 341	无	无	0 341	1.5	
许 厂	0 290	0 110	无	0 400	2.8	
横 河*	仅 见 地 裂 缝					
合 计	17. 402	4 580	1. 919	23 901		

注: * 为该矿兖州市境内的塌陷情况。

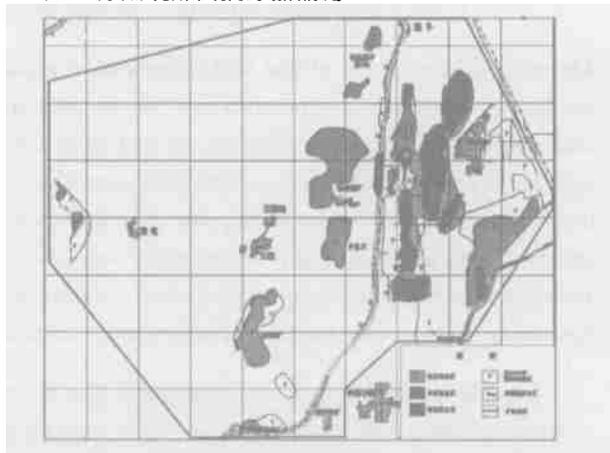


图 2 地面塌陷分布图

(3)重度塌陷区(塌陷积水区)。该区地形地貌变化明显,大部分常年积水,少部分为季节性积水的荒草地或芦苇荡。对于常年积水的塌陷区农民,只能用于水产养殖。境内主要有兴隆庄煤矿、鲍店煤矿及东滩煤矿造成的大面积塌陷积水区及杨村煤矿塌陷区的局部地段即为该类型(见图 2)。

2.3 地面塌陷的危害

地面塌陷造成的危害与所处的经济和地理位置条件不同而异。本区由于采煤引起地面塌陷造成主要危害有对耕地、地表建筑物、道路交通及输电线路等破坏以及对矿区土壤等环境的影响。

(1)破坏耕地。根据调查资料显示:兖州市境内采煤塌陷积水区面积约为 1 919 km²,加上中度塌陷区的部分无法耕种的农田,因塌陷而减少的农田(绝产)达 231. 4 hm² 以上,使采煤区的不少村庄人均耕地不足 0. 03 hm²,甚至有的村庄已无土地可以耕种。由于耕地减少,增加了剩余劳动力,从而增加了社会竞争及不安定因素。

(2)破坏地表建筑物。采煤塌陷除不但引起地面垂向高差变化外,还会导致地面水平移动,水平移动方向多变,速度也不均匀,从而引起地表建筑物的破坏。位于塌陷区的不同位置,破坏程度也是不相同的。在塌陷区中央,地表主要表现

为下沉、塌陷, 如不积水, 对建筑物的损害较轻。而在采空区的四周边内、外侧上方地表附近, 是各种变形的集中区, 对建筑物的损害较为严重。地面塌陷深度越大, 对地面建筑物的破坏程度也会越高。

兖州市境内, 因采煤地面塌陷造成的民房损坏、村庄搬迁现象是较普遍的。目前, 已有部分村庄搬迁或即将搬迁, 将来还会有不少村庄要搬迁。

(3) 破坏公路、铁路等交通设施。境区内, 采煤塌陷破坏了较多的通过矿区公路, 使得路面变得波状起伏, 凹凸不平。最典型的是兖-邹公路, 路面虽几经修复, 目前还是高洼不平, 雨天泥浆四溅, 晴天尘土飞扬。另外, 一些乡间公路在积水区被截断, 非积水区起伏不平, 沉降处路面受挤压而隆起; 未沉降(或轻度沉降)区的外围形成裂缝, 有的宽达 10~30 cm, 甚至形成“断层”, 严重影响了车辆的运行。

(4) 影响矿区土壤环境。塌陷坑和地裂缝改变了原来相对稳定的土壤结构, 由于水肥沿倾斜的地面和开裂的地裂缝渗漏流失, 从而导致土壤肥力不断下降。据调查, 兴隆庄、鲍店、杨村、田庄等煤矿塌陷区这一危害比较严重, 土壤肥力明显下降, 农作物大幅度减产。

由于地下煤层采空而引起地表塌陷最终形成了常年或季节性积水区, 不仅被水淹的土壤本身就丧失了其耕种功能, 而且受积水影响, 周边地区土壤的沼泽化现象加剧。兴隆庄煤矿积水区及周围, 鲍店煤矿兖州境内的积水区及周围和东滩、杨村煤矿的局部区段这一危害比较严重, 由于无法种

参考文献:

- [1] 沈光寒, 李白英, 吴戈. 矿山特殊开采理论与实践[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1991.
- [2] 李景贤, 王勇, 会延龙, 等. 地方龙口进港专线煤田采空区塌陷分析[J]. 西部探矿工程, 2004, (10): 40- 42.
- [3] 纪万斌. 我国东北地区采煤塌陷灾害的预测及治理途径[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1997, 8(增刊): 60- 68.
- [4] 马伟民, 王金庄, 聂孟荀, 等. 煤炭岩层与地表移动[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1981.
- [5] 张荣隋, 梁栋彬, 等. 山东省兖州市采煤区地质灾害调查报告[R]. 山东省第二地质矿产勘查院, 2002. 23- 33.
- [6] 陈龙乾, 郭达志, 许善宽, 等. 兖州矿区采煤塌陷地状况与综合治理途径研究[J]. 自然资源学报, 2002, 17(4): 504- 508.
- [7] 吴爱民, 陆书南. 兖州煤田采矿塌陷及其环境改造利用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1997, 8(增刊): 191- 195.
- [8] 吕鸣伦. 鲁中南平原地区采煤塌陷地的综合整治[J]. 中国人口·资源与环境, 1995, 5(4): 39- 43.
- [9] 杨国治, 陈怀满, 毛景东, 等. 徐州煤田塌陷地的复垦与利用[J]. 土壤, 1996, (6): 319- 323.
- [10] 吴光炜, 彭建平. 关于巨野煤田塌陷区的治理与利用探讨[J]. 菏泽师专学报, 2001, 23(4): 20- 28.
- [11] 姜岩, 郭建斌, 张怀新, 等. 兖州矿区开采塌陷土地复垦与综合利用研究[J]. 煤炭环境保护, 2000, 14(4): 21- 23.
- [12] 高清武, 牛景才. 煤田采空区塌陷及其影响因素分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1997, 8(3): 57- 61.

(上接第4页)

- [7] 沈吉, 吴瑞金, 安芷生. 大布苏湖沉积剖面有机碳同位素特征与古环境[J]. 湖泊科学, 1998, 10(3): 8- 10.
- [8] 刘英俊, 等. 元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1984. 47- 57.
- [9] 张振克, 吴瑞金, 王苏民. 岱海湖泊沉积物频率磁化率对历史时期环境变化的反映[J]. 地理研究, 1998, 17(3): 297- 302.
- [10] 胡守云, 邓成龙, 等. 湖泊沉积物磁性性质的环境意义[J]. 科学通报, 2001, 46(17): 1491- 1494.
- [11] 王云飞. 青海湖、岱海的湖泊碳酸盐化学沉积与气候环境变化[J]. 海洋与湖沼, 1993, 24(1): 31- 35.
- [12] 方小敏, 李吉均, 等. 临夏盆地约30Ma 以来CaCO₃ 含量变化与气候演变[A]. 青藏项目专家委员会. 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究, 学术论文年刊(1994)[C]. 北京: 科学出版社, 1995. 55- 65.
- [13] 田泽生, 黄春长. 秦岭太白山冰川发育与黄土高原气候变迁[J]. 地理研究, 1990, 9(3): 15- 22.
- [14] 黄春长. 渭河流域全新世黄土与环境变迁[J]. 地理研究, 1989, 8(1): 20- 31.
- [15] 董国榜, 张俊牌, 范淑贤, 等. 秦岭太白山顶近千年来的环境变化[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1996, 16(4): 95- 103.
- [16] 董国榜, 吴锡浩, 董琳, 等. 太白山最近1000年的孢粉记录与古气候重建尝试[J]. 地质力学学报, 1998, 4(4): 58- 63.
- [17] 张俊牌, 董敏, 王书兵, 等. 太白山芳香寺剖面孢粉记录的古气候重建[J]. 地质力学学报, 2001, 7(4): 315- 320.
- [18] 崔之久, 唐元新, 李建江, 等. 太白山佛爷池剖面的全新世环境变化信息[J]. 地质力学学报, 2003, 9(4): 330- 336.

植作物而造成绝产。

3 地面塌陷防治对策

煤炭产业是兖州的重要产业支柱, 对兖州的经济的发展起着相当重要的作用。然而大片的土地资源受到破坏也带来不可估量的损失。保护矿山环境和生态安全是实现我国矿产资源可持续发展战略的重要保证。因此, 必须本着有利于兖州矿区农业可持续发展, 既能保证煤炭生产的正常进行, 又能处理好土地塌陷后的治理问题; 把宏观和微观结合起来, 全方位考虑采煤塌陷的综合治理途径。

经过本次调查得知, 凡是开采过的煤矿区, 都有不同程度的地面塌陷现象存在, 但由于各个矿区煤层埋藏的深度、厚度和开采程度的不同, 所引起地面塌陷程度也不同。对采煤塌陷区的防治工作, 已有不少关于这方面的研究^[6-11]。综合他们的观点和实际调查结果最后提出以下几点措施:

(1) 采煤方式应以巷道挖凿为佳, 同时要留设保护性煤柱, 加强回填工作。

(2) 根据本区的煤田地质条件和大量的实际调查统计确定, 地面各种建筑设施建设前, 应详细调查煤矿开采历史和开采状况, 新建的地表构筑物应选在远离采空区的地方为宜。

(3) 采取切实可行的方法, 依据矿区土壤学、环境科学、区域综合规划等科学理论, 结合不同等级塌陷区的自身特点, 对塌陷土地进行恢复和综合治理, 最终恢复土地的生产能力, 实现矿区生态系统的平衡。