

2. 控制地面沉降的对策

目前国内外对城市地面沉降, 采取的监测和控制的措施是设立水准观测井, 控制地下水使用。通过观测井测定地下水位, 找出地下水抽取量与地面沉降的变化规律, 从而制定出每天抽取量的最大值。规定在地下水位下降到警戒线以下时, 不准采用。二是采用人工渗水或回灌的办法, 就是利用地表洼地积水(必须是疏松透水的岩土), 让其自然渗透, 补给

地下水。亦有人工压水回灌的办法, 就是用空气压缩机通过深水井将水源大量长期压灌至地下, 补给地下含水层。这不但可以控制地面下沉, 还可以起到对地面已经下沉的某些补偿作用。

致谢: 本文预测数据由陕西省地矿局水文地质观测总站沈小珍副总工程师提供, 特表谢意。

大同四台沟煤矿地表塌陷的预测

艾亚民 赵金岭

(山西煤管局环保研究所)

王华东

(北京师范大学环科所)

何万龙

(山西矿业学院地质系)

煤炭是我国工业的主要能源, 占能源构成的 72%。1985 年全国煤炭产量 8 亿多吨, 预计到本世纪末煤炭产量将达到 12 亿吨以上。煤炭开发中的环境问题是多方面的, 但地表塌陷是具有明显行业特点的主要环境问题之一。我国关于这方面的预测研究起步较晚, 某些评价方法尚在探索阶段。1984—1985 年我们在进行大同四台沟煤矿环境影响评价时, 对此进行了专题研究, 现将结果报告如下。

一、四台沟煤矿的概况

四台沟煤矿位于山西省大同市西郊云岗沟内, 设计年产 500 万吨煤炭。井田面积 85.6 km², 矿井服务年限 82 年, 预计 1990 年投产。

该矿采用斜井、立井混合方式开拓, 采煤方法为走向或倾斜长壁冒落法。工作面参数是: 综合机械化工作面长 150 米, 年进度 900 米; 普机工作面长 150 米, 年进度 600 米。顶板管理除采用较高阻力的液压支架或金属支柱密集支撑外, 还考虑采取钻孔加压注水软化顶板或浅孔爆破强制放顶措施。

矿区地貌系黄土高原丘陵区, 海拔 1200—1300 米左右。井田地质构造简单, 走向东北, 倾向南东, 为单斜构造, 倾角一般为 3—5°, 在向斜构造两翼局部地区可增加到 10—15°。本区森林覆盖率 11%, 生态比较脆弱。

二、地表塌陷预测

(一) 预测方法和有关参数的确定

大同煤田侏罗系各煤层的顶板大多为砂岩、砂

砾岩, 属典型的难冒型坚硬顶板。对这种特殊条件下的地表移动规律还研究得不够, 尚无开采的地表移动准确参数。本研究根据对大同已生产多年矿井地表塌陷有关资料分析, 结合四台沟煤矿地质开采条件与覆岩的特性, 选用概率积分法进行预测, 主要预测参数按类比法确定如下:

1. 下沉系数(q)和水平移动系数(b), 长壁冒落法: 初采 $q = 0.55$, 复采 $q = 0.6$ 古窑及刀柱法开采(2#-2煤层): $q = 0.3$ 水平移动系数: $b = 0.25$ 。

2. 基岩移动角(走向 δ 、下山 β 、上山 γ), 初采: $\delta = \gamma = 85^\circ$, 复采: $\delta = \gamma = 80^\circ$ $\beta = \delta - \alpha$ α 为煤层倾角

3. 移动边界角(δ_0 、 γ_0 、 β_0)

$$\delta_0 = \delta - 20^\circ, \gamma_0 = \gamma - 20^\circ, \beta_0 = \beta - 20^\circ$$

4. 地表裂缝角(δ' 、 γ' 、 β')

$$\delta' = \delta + 10^\circ, \gamma' = \gamma + 10^\circ, \beta' = \beta + 10^\circ$$

5. 表土层移动角: $\varphi = 45^\circ$ 。

6. 概率积分法专用参数

主要影响角正切($\lg \beta$): 初采 $\lg \beta = 1.5$ 复采 $\lg \beta = 1.8$ 。

捌点偏距 $S = 0.2 H$ H 为采深

主要影响传播角(最大下沉角)

$$\theta = 90^\circ - 0.8\alpha$$

(二) 预测内容及主要结论

根据该矿地质开采条件及所选定的移动参数和预测方法, 分别对该井田的北部、中部和南部地区, 进行了下列预测计算:

表 1 四台沟井田地表最大下沉值预测

分区	最小采厚 (m)	最小下沉 (m)	平均采厚 (m)	平均下沉 (m)	最大采厚 (m)	最大下沉 (m)	下沉叠加次 数	分层开采最 大下沉 (m)	移动总延续 时间 (a)
北部	2.8	1.68	6.42	3.85	15.39	9.23	4—7	0.4—3.9	30—85
中部	2.8	1.68	6.75	4.05	16.70	10.02	4—8	0.4—3.3	30—85
南部	2.8	1.68	5.75	3.45	16.60	9.96	4—8	0.4—3.0	30—85

表 2 四台沟井田中部单一工作面重复开采变形预测

煤层	单一影响开采最大移动变形值					综合影响最大移动变形值				
	下沉 (mm)	倾斜 (mm/m)	曲率 ($10^{-3}/m$)	水平移动 (mm)	水平变形 (mm/m)	下沉 (mm)	倾斜 (mm/m)	曲率 ($10^{-3}/m$)	水平移动 (mm)	水平变形 (mm/m)
8	1310	39.3	1.79	328	14.93	1310	39.3	1.80	328	14.93
9	568	13.5	0.48	142	5.13	1878	44.5	1.60	470	16.91
11 ⁻²	414	7.6	0.21	103	2.89	2292	42.1	1.17	573	16.00
11 ⁻³	1536	25.6	0.65	384	9.73	3828	63.8	1.62	957	24.24
12	397	6.0	0.14	99	2.28	4225	64.4	1.49	1056	24.47
14	1196	16.6	0.35	299	6.31	5421	75.1	1.58	1355	28.54

1. 单一工作面开采走向和倾向主断面上的移动与变形值;

2. 单一工作面开采全盆地的移动与变形值;

3. 单一煤层工作面连续开采的地表移动与变形;

4. 多煤层重复开采的地表移动与变形;

5. 地表的动态移动与变形;

6. 移动速度与移动延续时间。

通过上述计算,分别列出各种开采条件下的移动、变形值和相应的移动、变形分布曲线以及分层开采地表预测下沉等值线和各煤层综合开采叠加的预测最大下沉等值线图。现将地表分区单层和综合开采最大下沉值以及井田中部单一工作面重复开采的地表移动、变形值的预测结果列于表 1 和表 2。

上述预测结果表明,该矿投产后的地表将出现以下几种情况:

1. 在长壁冒落法开采条件下,任何一个煤层开采都将使地表发生沉陷,其最大下沉值可达采厚的 55—60%。

2. 本井田共有 12 个煤层,各煤层开采引起的地表移动,变形将发生叠加。当各煤层工作面重叠布置时,地表的移动变形将随开采层数和厚度成正比增加。不仅如此,由于移动盆地范围大于工作面开采范围,在同煤层工作面连续开采条件下,相邻工作面开采引起地表移动变形也将发生叠加,结果将使地表产生连续的槽形盆地(如图 1)。在各槽形盆地中央,将产生最大下沉以及最大横向水平压缩和

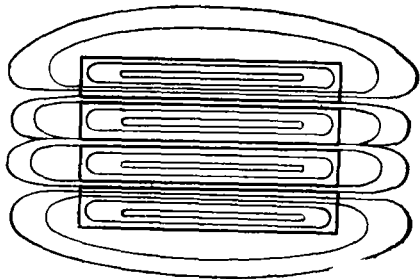


图 1 连续开采槽形移动盆地

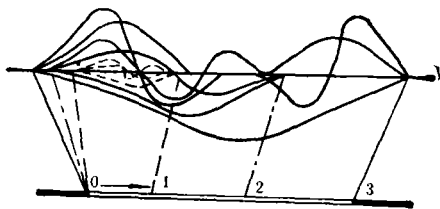


图 2 走向主断面动态变形曲线

负曲率,在各槽形盆地的边缘,将产生最大的拉伸和正曲率,而最大倾斜变形则位于工作面边界附近。在这种情况下,各槽形盆地边界拉伸部位的地表将产生不同程度的裂缝。

3. 因工作面的开采是随着生产循环逐步推进的,所以顶板和地表的沉陷也是按一定的步距随工作面的推进,以一定的超前距离逐步向前发展的(图 2)。

表 3 最大下沉点的最大下沉速度与移动期

采深 (m)	最大下沉速度 (mm/d) $W_m = 1m$		活跃期 (d)		移动总时间 (d)	
	$C = 1m/d$	$C = 2m/d$	$C = 1m/d$	$C = 2m/d$	$C = 1m/d$	$C = 2m/d$
50	30.0	60.0	65.0	32.5	148.2	74.1
100	15.0	30.0	130.0	65.0	296.4	148.2
150	10.0	20.0	195.0	97.5	444.6	222.3
200	7.5	15.0	260.0	130.0	592.8	296.4

4. 地表移动按其下沉速度小于 $1.7mm/d$ 、大于 $1.7mm/d$ 和小于 $1.7mm/d$ 分为初始、活跃和衰退三个阶段, 活跃期是地表移动的主要阶段。分析研究表明, 活跃期的下沉量约占总下沉量的 90—95%。本井田的最大下沉速度与总移动延续时间如表 3。

5. 槽形移动盆地中心充分采动区最终移动变形除下沉为最大外, 其他各种移动变形值都接近于零, 但在采动过程中, 充分采动区受动态影响最大, 地表也可能产生凹凸裂缝、错台等损害。但移动终止后, 充分采动区的这些现象将逐渐消失或减弱, 而非充分采动区的移动、变形情况与此恰恰相反, 在移动之前只有逐渐增大, 而不可能减弱或消失。

三、地表塌陷对环境的影响

1. 对土壤、植被的影响

地表塌陷对土壤、植被的影响主要有以下几方面:

(1) 由于下沉盆地的下沉量可达数米甚至十几米, 因而在平地可造成积水而毁坏耕地。但本矿区属山区, 且降雨量甚少, 地下水位较低, 这种影响基本上可不予考虑。

(2) 开采的深厚比较小时 (如本矿 2[#]、3[#]、4[#] 煤层等), 移动边缘有较大的倾斜和拉伸变形, 可引起地表裂缝和塌陷坑, 从而影响这部分土地的耕种以及农作物和植被的生长。但这种裂缝和塌陷坑所占的面积一般不会超过 10%, 并且也较容易修复。

2. 对建筑物及构筑物的影响

地表沉降对地面建筑物和构筑物的危害主要是由于沉降引起的倾斜、曲率、拉伸和压缩变形作用于地基, 使建筑物基础受到附加应力的作用而产生沉降、倾斜、张裂和挤压, 结果造成上层建筑物的损坏。

(1) 对住宅、村庄和民房的影响

一般住宅都是砖石结构和条形基础, 根据国内外有关资料分析, 砖石结构及条形基础建筑物所承受的地基临界变形值如下: 倾斜 (i) = $3(mm/m)$;

曲率 (K) = $0.2 \times 10^{-3}/m$; 水平变形 (e) = $2(mm/m)$ 。

由表 2 预测结果可以看出, 本井田各煤层用长壁冒落法开采引起的地表移动, 变形值一般都超过上述临界变形值。因此, 如果不采取特殊措施, 在住宅下方的开采都将引起不同程度的危害。

本井田共有自然村庄 19 个, 房屋结构大多数是土坯片石墙, 灰碴屋面。少数为砖木平瓦房和土窑洞, 这些房屋的抗变形能力更小, 因而更不能承受矿井各煤层用长壁冒落法开采引起的移动与变形。

(2) 对工业建筑物和其它构筑物的影响

根据预测结果, 本矿井开采引起的地表沉降不仅可使厂房遭到不同程度的破坏, 而且可使铁路、地下管道、高压输电线塔、压风机、井架和其它工业设施受到不同程度的危害。因此如不采取特殊措施在工业建筑物和构筑物下开采也是不安全的。应当指出, 由于本矿井共有 12 个煤层, 全井田移动总延续时间将长达 85 年, 局部地区移动延续时间也可达数十年。移动期间采空区上方如不采取特殊措施, 不宜进行新的建筑。

(3) 对水资源的影响

预测结果表明, 由于本井田煤层间距小, 因而各层用长壁冒落法开采后所形成的裂隙带几乎互相串联甚至重叠, 因而煤层开采可使上部含水层遭到破坏, 水顺裂隙渗漏到采空区, 地下水位迅速下降, 水质变坏, 泉水减少以致干涸。

本井田地表水源主要为流经井田中部的十里河水, 由于河床下部煤层埋藏较浅, 最上一层煤距河床深度一般都小于 50 米, 若用长壁冒落法开采, 有可能出现地表与采空区贯通性裂缝, 使河水漏失。为了保护水源和保证煤矿安全生产, 十里河下应采取特殊措施, 或留设保护煤柱。

四、小 结

1. 四台沟矿井田地表将发生塌陷, 最大下沉量可达采厚的 55—60%。其中井田北部最大下沉值

为 9.23 米,中部为 10.02 米,南部为 9.96 米。对应工作面的地表将产生连续的槽形移动盆地。各移动盆地中心充分采动区的下沉值接近最大下沉值,但其它各种变形值较小。各槽形盆地的外边缘区可出现因拉伸而产生的裂缝和正曲率变形,内边缘区可产生较大的挤压和负曲率,而边缘中部区可能产生较大的倾斜变形和水平移动。移动总的延续时间为 30—85 年。地表移动范围一般都比对应的采区范围大。

2. 地表塌陷对矿区的环境影响较大,其中对工业与民用建筑和水资源的影响最为突出。因此,对大型的构筑物、村庄和十里河水源应考虑留设保护煤柱,或采取特殊开采方法和顶板管理措施。

参 考 文 献

- [1] 何万龙,煤炭科学技术,(6),46—52(1983)。
- [2] 煤炭科学院开采所,煤矿地表移动与覆岩破坏规律及其应用,煤炭工业出版社,1981 年。

淮北市地下水污染初步研究

邱 志 勇

(安徽省地矿局第一水文地质工程地质队)

淮北市是一个新兴的中等工业城市,是我国重要的煤炭基地之一,近几年来发展较快。随着城市工业的迅速发展和人口增加,对地下水的需求愈加迫切。因此,查明淮北市地下水污染状况以及污染原因,探讨北方型岩溶裂隙水污染机制,为该市地下水污染治理提供依据具有重要意义。

一、环境水文地质与水污染

淮北市位于皖北北部,座落在相山东南麓。山体走向北北东。相山东、南、西均为第四纪冲积平原,濉河、岱河由北而南流经市郊。相山主要由寒武系、奥陶系碳酸盐岩组成,岩溶裂隙发育。其周围第四系为冲积相碎屑堆积,岩性在相山东西两侧差异较大。其东侧几乎全是棕红色、青黄杂色亚粘土,尤其是在市区更是如此。仅岱河两侧古河道出现有较薄的砂土或亚砂土。亚粘土中垂向裂隙发育,有利于地下水垂向渗透。相山西侧一般为亚粘土、亚砂土、粉细砂、中粗砂互层,其中砂层总厚占第四系厚度的 30—50%,储存有丰富的地下水。埋藏于第四系之下的基岩地层,在相山东西两侧依次为奥陶系、石炭系、二迭系。碳酸盐岩层破碎强烈,北北东向断层和近东西向张性断层纵横交错,密集分布。由于后期的沉积充填^[1],某些张性断裂的导水能力下降,一定程度上起着阻水作用。区域上岩溶裂隙水的分布,补给、迳流、排泄受到构造控制,表现为不均一性。

淮北市地下水主要集中开采区有:相山电厂区

(渠沟),市区,高岳区,棉纺厂区(三堤口)。各开采区地下水开采层位多为奥陶系,部分为石炭系和寒武系。各区均已形成一定规模的区域性水位下降,并且各区降落漏斗之间在某种程度上已经相互干扰。

地下水开采层位——碳酸盐岩层,水量丰富。岩溶裂隙水(简称溶隙水)运动以垂向交替为主。其主要来源是,降水通过灰岩裸露区的直接渗入以及在地下水开采过程中,河流及降水渗入松散岩组含水层,然后以越(渗)流形式补给灰岩含水层。因而灰岩裸露区水文地质环境的好坏对地下水水质优劣有着重大影响^[2]。

淮北市共有工矿企业数百家,大部分集中在高岳工矿区、市内工业区、三堤口工业区,一小部分分布在郊县。据淮北市环境保护部门统计,1984 年全市污水排放量为 $5684.19 \times 10^4 \text{t}$,其中工业废水 $4218.27 \times 10^4 \text{t}$,含有汞、镉、铬、砷、铅等重金属和酚、氰、石油等有机污染物。市内污水由地下管道通往郊外转入明沟排放,连同三堤口区污水排入老濉河。高岳区污水经土沟排入岱河,均造成水体的严重污染。淮北市历年堆有工业废渣(粉煤灰、炉渣、煤矸石等) $1652.76 \times 10^4 \text{t}$,大都堆放在郊区,一部分用于充填塌陷洼地。废渣中某些污染物经雨水淋溶渗入地下水,影响地下水的水质。

二、地下水污染状况

淮北市地下水的污染,可分为第四系孔隙潜水