

东都采煤塌陷地评价分析与治理设计实践

郭广厚

(山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:新泰市强制关闭的华源煤矿形成的采空塌陷区及责任人灭失的采煤塌陷地区域。治理区采空塌陷区现状属基本稳定。今后在无开矿及强排水的情况下,工作区属采空塌陷基本稳定区。本采煤塌陷地治理设计以恢复地质环境,恢复土地功能,保证农业生产,保障人民群众生产、生活安全为目标,因地制宜,科学规划,实现治理效果与周边环境的协调统一,保证设计方案的合理性和完整性。

关键词:煤矿;采煤塌陷地;稳定性评价;工程治理;环境治理

中图分类号:P642.26;TD327 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2018)12-0079-06

Evaluation and Treatment Design for Ground Subsidence from Coal Mining in Dongdu/GUO Guang-hou (Shandong Physicochemical Exploration Institute, Jinan Shandong 250013, China)

Abstract: The ground subsidence formed at the Huayuan coal mine after the forced closure by the city of Xintai has been basically stable through treatment. In the future without mining and strong drainage, the working area is a basic stable mining-induced sunk area. The treatment design is intended to restore the geological environment, reclaim the land function, guarantee agricultural production, and guarantee the safety of people's production and life. The design takes into account of the local conditions with proper planning to achieve the coordination and unification of the control effect and the surrounding environment, ensuring the rationality and integrity of the design.

Key words: coal mine; subsidence; stability evaluation; engineering treatment; environment management

新泰市矿产资源开发历史悠久,开发矿产种类较多,开发利用强度大,是典型的资源型城市。2008年新泰市强制关闭的华源煤矿形成的采空塌陷区及责任人灭失的采煤塌陷地区域。治理责任主体因不可抗拒的自然因素灭失,属治理责任主体灭失矿山。本次评价分析治理工作的范围为东都镇采煤塌陷地治理项目区位于新泰市区南 7 km,项目区南距京沪高速公路 2 km。区内铁路、公路运输条件便利。总治理区面积为 1.09 km²(折合 1633 亩)。位于东都镇西都村、东都二村,主要地质环境问题为采煤塌陷地,区内雨季常积水,造成土地养分贫瘠、粮食绝产、减产,生态环境遭到破坏。

1 工程勘查

1.1 工程地质情况

1.1.1 地形地貌

项目区位于莲花山和蒙山山脉两大分水岭之间,为半缓阶地型丘陵,呈东西带状分布,地面高程在 158~230 m。项目区西部地形较平坦,东部起伏较大,总的趋势是西北部地势较低,东南部较高。

1.1.2 水文地质

区域属黄河流域大汶河水系,水系发育,支流众多,主要河流有柴汶河、平阳河等。主要水库有青云湖(东周水库),金斗水库。区内有几条季节性河流和冲沟。这些河流大都是雨源型季节性山洪河道,具有源短流急、暴涨暴落的特点,旱季基本断流。

1.1.3 地层构造

项目区位于新蒙向斜的南翼,构造形态为单斜构造,无明显的次一级褶曲存在。主要断层的性质为高角度正断层。区内煤系地层基底为奥陶系,分布地层由老至新依次为奥陶系、石炭一二叠系、侏罗系及第四系、古近系等。

1.1.4 区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2001),本区所属地震动峰值加速度分区位 0.10g,地震基本烈度为 7 度。

1.1.5 岩浆岩

矿区内岩浆岩活动甚微,仅在东部侏罗系红色砂岩中,个别钻孔见有火成岩,煤系地层无火成岩分布。

1.2 煤层顶底板工程地质特征

收稿日期:2018-07-30

作者简介:郭广厚,男,汉族,1976年生,高级工程师,从事深基础工程、水井和灾害治理施工管理工作,山东省济南市历下区历山路 56 号,380568252@qq.com。

华源煤矿区内采空区面积约 11.51 km², 其中老采空区面积 5.64 km² (2002 年以前采空区)。水

砂充填区 3.51 km²。尚未开采区分布于矿区北部, 各煤层开采基本情况见表 1。

表 1 华源煤矿采空区分布情况

煤层	采高/m	采空区 总面积/km ²	老采空区 面积/km ²	水 砂 充 填		近 期 采 空 区		开采时间
				面积/km ²	充填深度区间/m	面积/km ²	采空深度区间/m	
2	2.5	2.27	1.03	1.03	44.5~775.5	0.21	288.6~650.5	1958—2004
4	1.8~2.2	3.14	1.73	1.27	34.6~847.8	0.14	334.6~688.9	1958—2004
6	0.8~1.05	2.74	1.72	0.91	39.6~580.2	0.11	525.2~608.2	1960—2006
11	1.8~1.98	7.70	5.54	0.69	30~827.8	1.47	387.8~925.2	1959—2005
13	1.4~1.6	4.24	2.41	1.11	48.2~767.7	0.72	602.2~838.3	1970—2007
15	1.4~1.6	2.15	1.08	1.07	46.4~471.5			1970—1996
汇总		11.51	5.64	3.51	30~847.8	2.36	288.6~925.2	1958—2007

华源煤矿主要开采 2、4、6、11、13、15 煤层, 根据搜集的有关矿井资料, 通过物探数据采集, 主要开采煤层的顶底板岩性特征如下。

1.2.1 2 煤层

伪顶发育, 岩性多为泥岩或砂质泥岩, 厚 0.3~3 m, 裂隙发育, 松散破碎, 难以维护。直接顶板为灰白色中粒砂岩, 层位稳定, 但厚度变化大, 一般为 0.5~4 m。中砂岩抗压强度 121.62~195.51 MPa, 平均 152.29 MPa, 抗拉强度 5.12~7.40 MPa, 平均 5.94 MPa; 底板以泥岩、砂质泥岩为主, 平均厚 0.7 m, 遇水软化膨胀, 常发生支架钻底现象。泥岩的抗压强度为 24.79 MPa, 抗拉强度为 1.22 MPa, 砂质泥岩遇水易膨胀。矿井按 IV 类顶底板管理。

1.2.2 4 煤层

顶板粉砂岩, 深灰色, 易碎, 不够稳固, 厚 3~4 m。F8 断层以东, 井下揭露变为灰白色细砂岩, 致密坚硬。局部伪顶发育, 岩性为泥岩。底板以泥岩、砂质泥岩、粉砂岩为主, 厚 2~2.5 m, 其下为灰白色细砂岩。泥岩抗压强度 22.05 MPa, 抗拉强度 2.70 MPa; 砂质泥岩抗压强度 75.56~126.71 MPa, 平均 101.13 MPa, 抗拉强度 2.22~5.21 MPa, 平均 3.92 MPa; 粉砂岩的抗压强度为 101 MPa。矿井按 III 类顶底板管理。

1.2.3 6 煤层

煤层顶板为细砂岩, 浅灰色, 下部薄层状, 层理清楚, 厚 5 m 左右, 深部局部变为粉砂岩, 易放顶。煤层底板为细砂岩, 厚层状, 具层理, 厚 3~4 m。顶、底板抗压强度为 71.34~131.71 MPa, 平均 101.53 MPa; 抗拉强度 1.07~1.67 MPa, 平均 1.39 MPa。矿井按 III 类顶底板管理。

1.2.4 11 煤层

顶板粉砂岩, 深灰色, 具层理, 自下而上颗粒变细, 颜色变浅, 厚 12~16 m。属中等易冒落顶板, 厚度大, 冒落后能充满采空区, 岩性稳定。粉砂岩抗压强度 45.27~95.75 MPa, 平均 63.45 MPa, 抗拉强度 1.74~4.19 MPa, 平均 2.77 MPa。矿井按 III 类顶底板管理。

1.2.5 13 煤层

顶板为石灰岩, 深灰色, 裂隙发育, 且多被方解石及泥质充填, 厚 6~7 m, 坚硬, 属难冒落顶板。但由于高低不平, 局部有复合顶板, 偶尔不冒落, 曾有过复合顶冒落, 造成伤亡事故。抗压强度为 39.7~181.69 MPa, 平均 106.21 MPa, 抗拉强度 3.4~5.30 MPa, 平均 4.62 MPa。底板为细砂岩, 抗压强度 61.54~120.54 MPa, 平均 84.35 MPa, 抗拉强度 2.1~5.53 MPa, 平均 3.7 MPa。矿井按 III 类顶底板管理。

1.2.6 15 煤层

伪顶为深灰色泥灰岩, 分布广泛, 厚 0.6~0.8 m, 较坚硬, 但厚度不一, 不易维护。直接顶板为深灰色泥岩, 厚度一般在 5 m 左右, 裂隙较发育。底板为灰色泥岩, 厚 2.5~2.8 m, 层位稳定, 富含炭质, 有时变为炭质泥岩, 易碎, 抗压强度为 71.83 MPa。矿井按 III 类顶底板管理。

2 采空塌陷稳定性评价

2.1 覆岩破坏和地表塌陷的一般过程

地下煤层采用长壁垮落法开采时, 原有煤层将出现大面积的采空区, 破坏了围岩原有的应力平衡状态, 发生了指向采空区的移动和变形。在采空区的上方, 随着直接顶和老顶岩层的冒落, 其上覆岩层也将产生移动、裂缝或冒落, 形成冒落带。

当岩层冒落发展到一定高度, 冒落的松散岩块

逐渐充填采空区,达到一定程度时,岩块冒落逐渐停止,而上面的岩层就出现离层和裂缝,形成裂缝带(见图 1)。

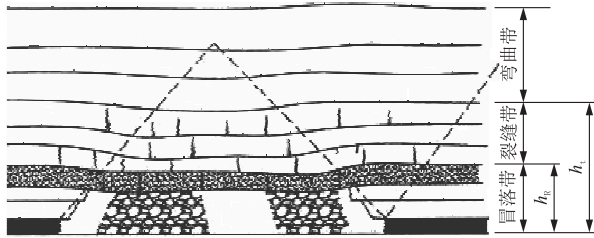


图 1 岩层破坏示意图

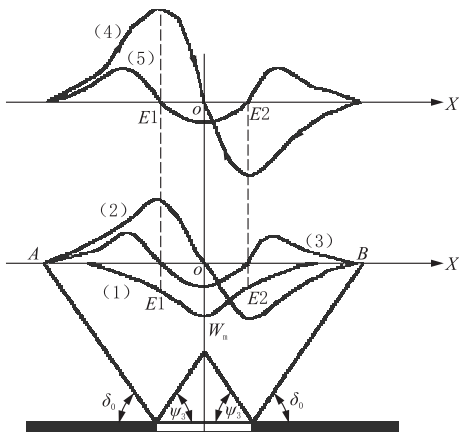
当离层和裂缝发展到一定高度后,其上覆岩层不再发生离层和裂缝,只产生整体移动和沉陷,即发生指向采空区的弯曲变形,形成弯曲带。

当岩层的移动、沉陷和弯曲变形继续向上发展达到地表时,地表就会出现沉陷、移动和变形,形成移动盆地。在移动盆地内,还会出现台阶、裂缝甚至塌陷坑等不连续变形。

显然,塌陷和地表的上述移动、变形、塌陷和破坏是随着采煤工作面的推进而逐渐发生的,因而在时间上是一个动态过程,在空间也有一定的影响范围。当开采活动停止后,覆岩和地表的移动、变形、塌陷和破坏亦将在一定时间逐渐终止于一定范围内。

2.2 非充分采动时主断面内地表移动和变形规律

非充分采动是指采空区尺寸(长度和宽度)小于该地质采矿条件下的临界开采尺寸时,地表最大下沉值未达到该地质采矿条件下应有的最大下沉值。该状态下主断面内地表移动和变形分布规律见图 2。



(1) 下沉曲线; (2) 倾斜曲线; (3) 曲率曲线; (4) 水平移动曲线; (5) 水平变形曲线

图 2 非充分采动时主断面内地表移动和变形分布曲线

(1) 下沉曲线 $W(x)$ 。下沉曲线的特征点: O 为

最大下沉点; A 、 B 为盆地边界点; $E1$ 、 $E2$ 为拐点(下沉曲线凹凸分界点)。下沉曲线的分布规律: O 点有最大下沉值,盆地中心至边缘下沉值逐渐减少,在盆地边缘处下沉为 0。

(2) 倾斜曲线 $i(x)$ 。分布规律: 盆地边界点至拐点间倾斜渐增,拐点 $E1$ 、 $E2$ 至最大下沉点 O 倾斜渐减,最大下沉点处倾斜为 0。

(3) 曲率 $K(x)$ 。曲线特点: 2 个相等正值, 1 个负值。盆地边缘及拐点处 $K=0$ 。中央为负曲率,边缘为正曲率。

(4) 水平移动 $u(x)$ 。规律: 盆地边界点至拐点间水平移动渐增,拐点至最大下沉点间水平移动渐减。 O 点处 $u=0$, 拐点处 u 最大。有 2 个最大值,但方向相反。

(5) 水平变形 $\epsilon(x)$ 。规律: 3 个极值,两正(拉伸,位于边界点和拐点之间)、一负(压缩,位于最大下沉点); 边界点及拐点处水平变形为 0; 盆地边缘区为拉伸区,中部为压缩区。 $i(x)$ 与 $u(x)$ 、 ϵ 与 K 之间具有相似性,取:

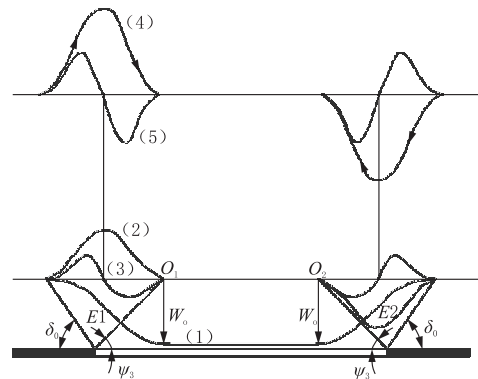
$$u(x) = Bi(x)$$

$$\epsilon(x) = BK(x)$$

$$B = 0.13 \sim 0.18H = br$$

2.3 充分采动时主断面内地表移动和变形规律

充分采动是指地表有多个点的下沉值达到最大下沉值的采动情况。该状态下主断面内地表移动和变形分布规律见图 3。



(1) 下沉曲线; (2) 倾斜曲线; (3) 曲率曲线; (4) 水平移动曲线; (5) 水平变形曲线

图 3 水平煤层充分采动时主断面内移动和变形分布规律

当用 ψ_3 角画的两条直线在地表交于 O_1 、 O_2 两点, O_1 和 O_2 两点间出现平底时,地表达充分采动。

地表达充分采动时和非充分采动时相比,有以下几点不同。(1) 下沉曲线中部平底上各点下沉

值相等,并达到该采矿地质条件下的最大值。(2)在平底部分内,倾斜、曲率、水平变形均为零或接近零;各种变形主要分布在采空区边界上方附近。(3)最大倾斜和最大水平移动位于拐点处;最大正曲率、最大拉伸变形位于拐点和盆地边界点之间;最大负曲率、最大压缩变形位于拐点和最大下沉点 O 之间。

地表移动是采煤工作面推进到一定距离时才发生的,按其形成和发展过程可划分为初始期、活跃期、衰退期。

(1)初始期:下沉10 mm(移动期开始时间)至活跃期开始时间为地表移动初始期。

(2)结束期:连续6个月下沉值 ≥ 30 mm(0.17 mm/d)时,视为地表移动期结束。

(3)地表移动总时间:从地表移动期开始到结束时的累计时间。

(4)活跃期:在地表移动总时间内,下沉速度 > 50 mm/月(1.7 mm/d)(煤层倾角 $< 45^\circ$),或大于30 mm/月(煤层倾角 $> 45^\circ$)的时间。

(5)衰退期:从活跃期结束到地表移动期结束的时间。

据良庄煤矿和协庄煤矿等矿山地表移动观测资料,采用走向长壁式冒落法采煤开采时,自煤层始采至结束,采空区地表移动趋势随时间变化十分明显。初始阶段和衰退阶段地表平均下沉速度小,地表移动变形缓慢,对地面建筑物的影响轻。活跃阶段地表下沉速度迅速增大,地表点的下沉量达到该测点总下沉量的80%~90%,地表移动变形剧烈,对地面建筑物影响大。

受开采方式和地质条件影响,从地表移动期开始至结束,地表移动总时间各不相同。开采深度越深,移动总时间越长,根据良庄和协庄矿山最大下沉与时间关系估算,工作区地表移动总时间(天)大约为工作面平均采深(m)的1.8~2.4倍。

充填法开采时,地表下沉值小,下沉速度缓慢,地表移动总时间较冒落法开采时间长。新汶矿区充填法地表移动总时间为29~55个月,其中,开始期为1~10个月,活跃期为10~18个月,衰退期为18~27个月。

2.4 治理区采空塌陷稳定性分析评价

工作区内原采用水砂充填的方式管理顶板,自然状态下,煤矿顶底板基本稳定。但由于井下充填砂层结构松散,在水动力条件发生急剧改变的情况

下,容易被侵蚀掏空,使原采空区上部岩土体失去支撑而引发地面沉(塌)陷。尤其是充填深度在100 m以深且水砂充填厚度较大的区段,易形成地面塌陷、地裂缝等突发性地质灾害。如华源矿“8.17”事故发生后,在排水抢险过程中,水砂充填区和全冒落区的自然稳定状态被破坏,使得抽水区附近先后出现了不同程度的地面塌(沉)陷,塌陷深度可达1.1~2.0 m,同时出现数条地裂缝等地质灾害。2007年华源“8.17”事故发生后,华源矿区内所有煤矿均闭坑停产,地下采矿及排水情况停止。另外根据向当地居民询问得知,地裂缝以及地表塌陷等区域近年未发生较大变化。另外根据矿山采空地表移动与时间的相互关系可知,工作区均处于采空塌陷的结束和停止期,对地表建(构)筑物影响较小。因此,治理区采空塌陷区现状属基本稳定。今后在无开矿及强排水的情况下,工作区属采空塌陷基本稳定区。

3 治理工程设计

项目区地面塌陷地治理应因地制宜,益耕则耕,益渔则渔,益林则林。对在田地中的采空塌陷区根据实际发育情况进行挖深垫浅,平整覆土,恢复耕种以及绿化等。首先进行积水区域排水,挖深垫浅修建改造成水塘,然后对塌陷的可修复的土地进行回填覆土平整,再对塌陷区内修建排水渠道和田间道路,新建水塘周边的道路,最后进行部分道路两侧植树绿化达到美观的视觉效果。

治理工程方案总体部署:根据塌陷区的塌陷深度及自然地理条件并结合该地区农业发展的方向进行土地利用布局规划。采煤塌陷地不均匀沉降造成低洼地段在雨季不能及时排水,造成季节性积水,农田被淹,粮食绝产。因此,塌陷区以恢复土地功能为主,削高填低、平整土地,同时在田间加挖排水沟渠,修建田间道路和生产路,加设绿化带等治理措施综合治理塌陷区。

3.1 田块规划

耕作田块大小的确定应综合考虑地形起伏,田间工程难易程度以及是否便于耕用和排灌等方面的情况,方田的大小和形状受田间渠系和道路的走向控制。

规划田块长200~500 m,宽160~200 m,田块坡降设计为1/400~1/500,田块内绝对高差控制在 ± 5 cm以内,方向以南北向为主。耕作田块的设计

必须保证排灌畅通,灌排调控方便,必须保持一定的田面坡度,设计纵向坡降应小于 1/500,横向以水平为宜。为保证耕作田块的土壤质量及当年增产,平整时应尽量保留耕层熟土,保蓄底墒,打碎土块,深耕细作。要重施有机肥,巧施速效肥,挖方部位的施肥至少应为填方部位的 2 倍,并加强田间管理。

3.2 农田田面高程设计

3.2.1 现状地面标高

铁路西侧工程治理区内现状地面标高范围在 162.4~170.0 m,铁路东侧工程治理区内现状地面标高范围在 167.0~175.0 m,区内采空塌陷(区)塌陷及变形较严重,具有整体沉降,局部集中塌陷的特点,因此恢复治理及土地平整应进行田块划分,根据不同地面特征确定相应的地面高程。

3.2.2 多年浅层地下水特征

在铁路西侧西北靠近柴汶河堤坝处有一水井,该水井水位丰水期在 6~7 m,枯水期水位在 4~5 m,常年平均水位 5 m 左右,水位年际变化为 2 m 左右,该水井多年最高水位标高为 163 m。

在铁路西侧西北有一水塘,经调查,枯水期水位在 3~4 m,丰水期在 5~6 m,水位年际变化为 2 m 左右,该水井多年最高水位标高为 163.5 m。

根据柴汶河东都站多年监测资料显示,河流水位丰水期在 2~4 m,枯水期水位在 1~2 m,常年平均水位 2 m 左右,区内多年最高水位标高为 165 m。

3.2.3 农田最低田面高程的确定

农田田面高程设计应符合当地实际及周边田块高程,并且与农田水利工程设计相结合,既能确保农田旱涝保收,又能使土方量最小。

经计算,铁路西侧治理区内土地最低田面高程设计为 163.9 m;铁路东侧治理区内土地最低田面高程设计为 169.0 m。

3.3 土地平整治理工程

根据拟恢复治理区内地形现状和采空塌陷(区)特征,结合设计最低地面高程和治理工程措施特点,将区内分为简单平整区、削高填低平整区、充填垫浅平整区。在平整前,首先要将表层熟土进行剥离,剥离厚度为 0.7 m。剥离的表土临时堆放在项目区内,待回填渣土至设计标高后,再将剥离的表土覆在地块内。

简单平整区:对于采空塌陷(区)值深度较小,地面略显凸凹不平,平均高程高于作物保持正常生长

的地下水位临界标高,其土层并未发生较大改变,土壤养分状态无变化,无需进行充填垫浅治理,稍作简单平整即可耕种,土地平整可直接用推土机推土或人工进行平整。

削高填低平整区:该区域地表不会产生积水现象,地块保墒、保水、保肥效果变差,不便耕种,可采用挖高填低、推土整平的方法,可以通过推土机或铲式拖运机直接在田块内进行平整。土地平整一般以新规划田块为单位进行,使整个治理田块内地面标高基本一致。对于铁路东侧低洼区,由于采煤塌陷致使该区域北部整体下沉,形成塌陷盆地,雨季形成积水,易发生内涝,排水困难,为此,采用剥离表土、削高填低、夯实、回填表土的方式,整理田块地势走向,修建排水沟渠,亦有利于雨季排水。设计标高 169.2~173.9 m,地势由东北向西南倾斜。地形坡降比 $<3\%$ 。本区共划分为 12 个地块,修建田间道路和排水沟。

充填垫浅平整区:地表会产生积水或季节性积水,可能会无法正常耕种,按照其他矿区的经验,可以采取垫浅和充填的治理措施。充填垫高地区经过平整和疏导排灌系统成为平地后可以继续耕种。对于铁路西侧低洼区,由于地势较低,地下水位较浅,在雨季,容易发生洪涝灾害,为此,采用剥离表土、回填煤矸石、夯实、回填表土的方式,抬高田块地势,以有利于雨季排水。

3.4 道路工程

按照方便田间作业以及农产品和农用物资的运输、节省耕地的原则,结合矿区内已有道路状况,布设田间道和生产道。田间道作为居民点与项目区的通道,贯穿整个项目区,与区内外公路相连;生产路是通往田间的道路,沿每块方田布置,并与田间道相通,田间道布置基本与生产路垂直,并与主要田间道相连。共布设 1 条主干道,9 条生产路。

修建田间路(主干道)规格为:路面宽 8 m,高出地面 0.5 m,边坡为 1.5:1,路基为素土夯实,铺设 20 cm 三灰土,路面采用 30 cm 泥结碎石铺设夯实;修建田间路(生产路)规格为:路面宽 4 m,高出地面 0.3 m,边坡为 1:1,路基为素土夯实,铺设 10 cm 三灰土,路面采用 20 cm 泥结碎石铺设夯实。

3.5 排水工程

利用自然地势,控制排水沟底部标高确保汛期水能排得出,使区内地面雨水经砌石沟渠和非砌石大沟渠流入周围河流或排洪渠道,排出工作区外,确

保农田汛期不受灾。

根据项目区多年来的灌溉与排水实践,以及通过对项目区历年降水资料和地下水埋深及其变幅等资料的分析,项目区排水系统原有的排水标准不能够满足灌区的排水要求,按照《灌溉与排水设计规范》(GB 50288-99)的要求,在设计道路两侧修建排水沟,设计排涝标准为10年一遇,防洪标准为20年一遇。排水沟采用明沟排水,设排水干沟、农沟二级。排水干沟以整修原有沟渠为主,为铁路西侧一条宽10 m的挖方沟渠,边坡比1:1;农沟为新修,为浆砌毛石结构。

农沟设计尺寸为宽2.15 m、深1.1 m的砌石生产沟渠,砌石沟渠采用强度M30毛石、片石,M7.5砌浆砌筑,有利于排水、灌溉;混凝土压顶厚度 <10 cm,强度标号C20;水渠基础应采用蛙式夯机进行夯实。

沟渠与道路交汇处布设一个过路涵管,规格为内径70 cm,壁厚10 cm的钢筋混凝土管。砌石生产渠内每隔20~35 m布设一个进地过路涵管,规格为内径50 cm,壁厚10 cm的钢筋混凝土管,非砌石大沟渠过一般行人生产小道可采用水泥预制板连接,过行车道路涵管尺寸根据实际情况适当放大,并可采取多管并联的方式布设。

3.6 防护林工程

林木绿化带主要是修复的生产路两侧以及水塘道路的外侧。林木的株距2.5 m。生产路两侧树种为速生杨树,水塘附属路外侧树种为垂柳。苗木选用优质健壮2年以上实生苗,株高2~2.50 m,采用布点挖穴栽植,挖穴规格为50 cm \times 50 cm \times 50 cm。

3.7 地面变形监测

治理施工完成后,对重点地段进行必要的监测,以保障采煤塌陷地治理施工质量。监测内容主要为工程治理后地面变形程度监测,能否达到预期的治理效果。

I区共布设7条监测线,共49个监测点。设计埋设监测点标石49个。监测频率为每月1次,监测时间至治理工程完成后半年。地面变形监测点标石样式见图4。

4 结语

本次治理的3个片区的采空区均为老采空区,开采时间均较早(2000年以前开采)或水砂充填区。工作区均处于采空塌陷的结束和停止期,对地表建

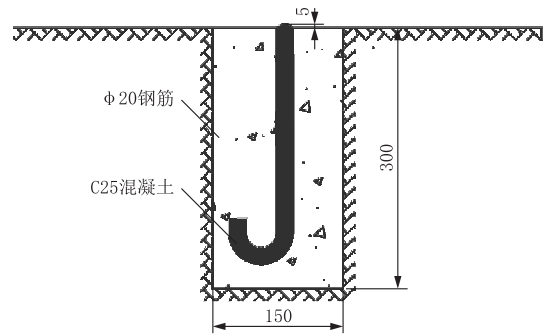


图4 地面变形观测桩结构及埋设示意图

(构)筑物影响较小。治理区采空塌陷区现状属基本稳定。今后在无开矿及强排水的情况下,工作区属采空塌陷基本稳定区。

本采煤塌陷地治理设计以恢复地质环境,恢复土地功能、保证农业生产、保障人民群众生产、生活安全为目标,因地制宜,科学规划,实现治理效果与周边环境的协调统一,保证设计方案的合理性和完整性。通过采煤塌陷地综合治理,治理区内田间道路、排水工程将全部配套,治理区内塌陷地及采煤过程中占用的及废弃的耕地将得到开发利用,增加了区内耕地面积及规划了田间土地的布局,极大地改善农业生产条件,提高农业生产效率,从而保证农业生产的稳定发展,促进农业的可持续增长和农村经济可持续发展。

参考文献:

- [1] 周树理. 矿山废地复垦与绿化[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [2] 胡振琪, 刘海滨, 刘祁, 等. 试论开采沉陷地土地复垦规划设计[J]. 矿山测量, 1994, (2): 32-34.
- [3] 卞正富, 林家聪. 煤矿区土地复垦的规划问题[J]. 煤炭学报, 1992, (1): 53-62.
- [4] 李村志. 煤矿塌陷区土地复垦技术与发展趋势[J]. 煤矿环境保护, 1993, (4): 6-9.
- [5] 赵明鹏, 张震斌, 周立岱. 阜新矿区地面塌陷灾害对土地生产力的影响[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(1): 77-80.
- [6] 何斌, 张若泉. 采煤塌陷区复垦与矿业城市生态经济发展战略研究——以安徽省淮北市为例[J]. 资源与产业, 2003, 5(5): 59-62.
- [7] 史同广, 李其旻. 采煤塌陷区土地生态系统的演变及重建[J]. 国土与自然资源研究, 1997, (3): 27-30.
- [8] 朱孔盛, 郭恒庆, 张东俭. 济宁矿区开采沉陷与综合治理[J]. 矿山压力与顶板管理, 2000, (1): 60-62.
- [9] 李静宇. 采煤塌陷对区域生态安全的影响分析研究[J]. 科技信息(学术版), 2006, (8): 475-476.
- [10] 贾增发, 赵连伦. 采煤塌陷区的综合治理[J]. 环境保护, 1991, (5): 16-17.
- [11] 国巧真, 鲁明星, 王红新, 等. 采煤塌陷区动态监测系统的研制及应用[J]. 矿业安全与环保, 2005, 32(3): 5-7.
- [12] 邵英, 孙慧芳. 淮北市采煤塌陷区现状与土地复垦[J]. 安徽文学(下半月), 2007, (2): 168.