

大型煤炭开采项目采空塌陷区水土流失监测方法初探

屈振军

(榆林市水土保持监测总站, 陕西 榆林 719000)

摘要: 大规模煤炭生产引发的采空塌陷区对水土保持生态环境的影响很大。积极探索新型煤炭生产模式下的人为水土流失的监控思路与监测方法意义重大。对采空塌陷区采用塌陷监测带的方法,因地制宜地综合考虑了地形地貌、地表被覆物、交通、农业生产等多种因素,合理布带,综合应用多种监测方法,形成时间纵向与空间交叉的立体监控体系。这种监测方法可适应新型长臂机械化综合开采法的煤炭生产的条带式作业布局方法,具有“集中布设,方便管理,监测手段集中,内容全面,信息量大”的特点,是当前水土保持监测工作的一种探索,同时它也需实践的进一步检验。

关键词: 煤炭生产; 水土流失; 采空塌陷; 监测

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2009)02—0121—04

中图分类号: S157, X144

Monitoring Method of Soil and Water Conservation in Large Scale Coal Mining Subsidence District

QU Zhen-jun

(Yulin Central Station of Soil and Water Conservation, Yulin, Shaanxi 719000, China)

Abstract: The impact on soil and water conservation and ecological environment caused by large-scale coal mining subsidence area has aroused widespread concerns, and finding a new monitor method on water and soil loss caused by fully mechanized long-wall coal mining is of great significance. A new monitor method called monitor strips can be used on the monitoring of this mining subsidence area. The monitor strips is a time-series and cross-space three-dimensional monitoring system with a reasonable layout of monitoring strip and comprehensive application of various monitoring measures, in considering with local conditions of topography, ground cover, transportation, agricultural production and other factors. It characterized by integrated arrangement and easy management, concentrated monitoring measures, comprehensive concerning of all monitoring items and with large amount of information. It is a useful attempt on the exploration and innovation of soil and water conservation monitoring, however it need further examination in practice.

Keywords: coal mining; loss of soil and water; mining subsidence area; monitoring

神府矿区位于晋陕蒙接壤区“黑三角”腹地的陕西省榆林市北部,地处毛乌素沙漠与黄土高原的结合带上,是黄河中游多沙粗沙的重要来源地,也是国家级水土流失重点监督区和重点治理区。近年来,随着国家新的能源战略的实施,神府矿区煤炭开发力度不断加大。煤炭生产企业不断引进国外先进的采煤工艺技术与装备,投入新建或改扩建矿井工程,大批新型煤矿陆续投入生产。伴随着大规模,高强度的采掘工艺的运用,煤炭生产对当地水土资源与自然环境产生了深刻的影响,出现了水土流失现象和新的环境问题,尤以大面积采空塌陷区的环境问题备受关注。

《全国水土保持监测纲要》中明确提出,在“十一五”期间要加强对重点地区,特别是国家重大开发建设工程项目区的水土流失动态监测。对于大型煤炭生产项目而言,积极探索适应新型煤炭生产模式下人为水土流失的监控思路与监测方法,深入分析因煤炭开采地表沉陷引起的地表生态及水土流失作用机理,评价由此引发的农业生产及水土流失危害程度的影响,既是水土保持监测工作的重要课题,也是国家和煤炭生产企业深化矿区水土保持管理,加快矿区生态重建的迫切要求,对推进开发建设项目水土流失防治理论创新具有重要意义。

收稿日期:2008-08-15

修回日期:2009-02-15

作者简介:屈振军(1972—),男(汉族),陕西省横山县人,工程师,主要从事水土保持监督与监测管理与技术工作。E-mail: ylsbjcqu<912545916@qq.com>。

1 新型煤炭生产项目采掘方式分析

1.1 新型矿井采掘工艺特点

据对神府矿区已建成及正在建设的大型矿井的调查,新建现代化矿井普遍采用长臂综合机械化开采法(简称“长臂综采”)的新型开采技术。该技术是近年来从美国、澳大利亚等煤炭生产大国引进的先进煤炭采掘技术。该技术具有生产工作面宽,采区走向长,采掘高度大,开采速度快,机械化程度高,开采强度大等特点。一般单条工作面宽达 200~300 m,最高可达 400 m,年可推进 2 000~3 000 m,单一工作面年产量可达 $2.00 \times 10^6 \sim 3.00 \times 10^6$ t,单矿年产量可达 1.0×10^7 t 级。由于引进了移动式液压支架的顶板支撑技术,实行全部跨落式的顶板管理办法,使作业面间不留煤柱,或少留煤柱,采完工作面全部放顶,使煤炭资源的回采率显著提高,基本实现了高产高效的煤炭生产模式。

目前已建成投产的神华集团神东煤炭分公司神木大柳塔—活鸡免矿、神木榆家梁矿等大型矿井,均采用长臂综采与连采相结合的生产方式,年产原煤均达 1.00×10^7 t 以上,取得了较好的生产效益。照此模式,在榆林的神府矿区、榆神矿区和榆横矿区,新建、改扩建中的一大批大型矿井均引进了长臂综采技术,即将陆续投入生产。

1.2 新型矿井开拓布局特点及采空塌陷规律

“长臂综采”生产技术井下开拓与布局的基本特点如下。(1) 主要开拓系统井巷的布设。根据井田范围分布,一般在井田中心纵向布设主井巷道,并与主采煤层相衔接,作为输煤与通风的主要通道。主井巷道一般较长,达数公里,纵贯井田区。根据需要可结合主斜井布设副斜井平洞,作为辅助运输与通风通道。(2) 采煤作业面的布设。采煤作业面一般垂直于主、副巷道,根据采煤盘区划分,在运煤巷道一侧或两侧布设。作业面宽度 200~340 m 不等。(3) 顶板管理的特点。全部跨落式管理,即随着回采推进,逐步卸载支架,使采完作业面顶板在自然来压作用下,发生局部断裂,全部跨塌。(4) 开拓方向。“长臂综采”法一般采取退采法或回采法,即从作业面条带的较远端开始,由远至近采掘。(5) 多层水平作业面的布设。多数矿井井田内可采煤层达为 2~3 层,根据需要一般布设多个水平的采掘巷道,形成立体式开采。采掘时按先上后下的顺序,先采顶层煤,再逐层采下层煤。如神东公司榆家梁矿可采煤层为 4^{-2} 和 5^{-2} 煤,按先采处于上层的 4^{-2} 煤,后采下层的 5^{-2} 煤的顺序开采。

在新型采煤模式下,采空地表塌陷也呈现出一定的规律性。(1) 地表塌陷区与井下作业面呈上下对应关系,为条带式分布;(2) 采空区作业带在各盘区集中布设,各条带间相互衔接;(3) 各采空塌陷带随作业面回采长度不同,在时间上呈现出一定的周期性,且一般在一年左右;(4) 当同时开采两层以上煤层时,可能引起地表的二次或多次沉陷现象。

2 采空塌陷监测方法

2.1 监测体系总体布局思路框架

大型矿井井田分布范围较大,一般达几十甚至 100 km² 多,采取全面监测的方法费时费力,难以实施,不便于管理。根据对新型矿井的采煤技术与工艺特点及地表采空塌陷规律分析,并结合对已投产矿井的实地调查,可对采空塌陷区采取集中布带,综合监测的观测与监控方法。总体思路为:在煤炭采区内,结合作业生产计划安排,选择具有一定典型性和代表性的地段,垂直于井下作业带方向,布设横跨多条作业面的纵向监测带,带内含盖老塌陷区、新塌陷区、正塌陷区、未塌陷区和非采区(不可能塌陷区),甚至二次塌陷区等不同性质的地貌单元,形成多单元的纵向对比序列,集中采取多种地面定点、定位观测技术与措施,综合采集塌陷区内土壤、植被、地下水和农业生产、生活等系统性的水土流失信息数据,对比不同微地形、地表被覆物和农业生产单元内,在不同的塌陷年限内水土流失因子、状况及农业生产生活的变化,进而掌握塌陷引起的地表生态影响规律。采空塌陷区监测带总体布设状况见图 1。

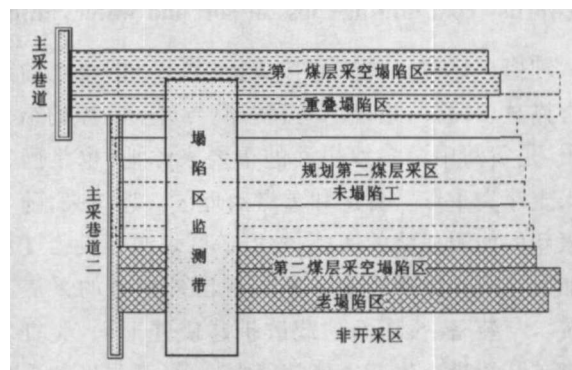


图 1 采空塌陷区监测带总体布设方法俯视图示意图

2.2 监测带规格选择与确定

监测带的规格应以满足监测指标样本采集的需求为准。其中由于微地形地貌单元的性质不同,可能引起的生态因子与水土流失变化各异,因此地形地貌单元的完整性,是确定监测带带宽的限制性因子。如在黄土梁峁与沟坡的不同部位,沟坡的阳背等会出现

不同影响规律。根据黄土高原丘陵沟壑区与毛乌素沙地过渡地带的地貌特点,覆盖完整地貌单元的带宽一般需500~600 m。带长可据所需监测年限确定。一般单条作业带宽在200~300 m之间,单条采煤作业面工作时间在10~14个月。综合考虑监测带覆盖不同类型塌陷单元因素,监测带长可确定为2 000~2 600 m,可满足5~8 a的监测需求,也可根据实际需要向前延伸。

2.3 监测区域位置选择要求

监测带具体位置的选择,需注意被选地段的典型性和实施管理方便性的原则。(1)典型性与代表性原则。典型性与代表性必须综合兼顾两方面因素。一是地表形态与地面人为活动的代表性,即整体地形地貌、土壤植被,生产、生活相关设施、村落等分布的典型性与代表性。二是要考虑井下生产布局因素的代表性,即采煤工作面的生产现状、规划计划情况,力争使所选地段能包含不同类型的塌陷单元,体现监测带覆盖面的完整性。(2)方便管理的原则。即所选地段在满足以上要求的前提下,尽可能靠近村庄、道路,交通相对便利,适于后期管理工作的落实。因此在确定不同井田区的监测带时,应坚持多方案比选的原则,经充分论证与实地踏勘后,优选最佳的布设方案。

2.4 监测内容及方法

在确定监测带总体布设思路与方法的基础上,依据国家水土保持监测技术规程规范,结合煤炭生产项目的具体特点,需系统设计监测带的水土流失监测内容、方法与指标,作为开展工作的主要技术依据。在监测带内按照抽样原理综合布设土壤、植被、地下水监测点和样方区以及农业生产典型农户监测点,作为长期定位观测点。

2.4.1 沉降、位移监测

(1)布设方法。在监测带带缘线上,每50 m布设地面位移与沉陷监测桩。观测桩为断面12 cm×12 cm,长约120 cm的混凝土桩,埋深约100 cm,外露20 cm,顶埋设刻有十字线槽的钢筋露头。并在监测带内或周边相对稳定,不受沉陷影响地带布设基准桩2~3个,作为照准桩。

(2)监测方法。使用全站仪或经纬仪配合水准仪等测量仪器,定期监测置镜桩至每个照准桩的坐标与高程,确定每个监测点的相对坐标与高程变化,绘制动态三维控制网,分析地表形变。

(3)监测频次。汛期每周观测1次,非汛期可1~2个月或一季观测1次。活动剧烈期每天观测1次。

2.4.2 土壤理化性状监测

(1)土壤水分变化观测。土壤含水量测定一般

每10 d定时观测一次,在降雨产流后加测一次,若能在雨前加测一次更好。测点设在小区保护带上、中、下部。观测设0—20,20—40,40—60,60—80,80—100,100—150,150—200 cm共7层。观测方法有两种:用取土钻取样,烘干法测定和用时域反射仪观测。土壤水分蒸发采用精密蒸渗仪测定。

(2)土壤理化性质测定。

① 土壤采集:在监测带不同开采年小区内,按S形采样,采样层次与土壤水分监测对应。

② 土壤理化性质测定:对土样进行处理后测定其机械组成、容重、孔隙度、团粒含量和土壤pH值、养分等理化性质。测定方法按常规方法处理。

③ 测定频次:该项工作每2 a进行一次,采样地点和时间要统一。

2.4.3 植被监测

(1)调查标准地的设置与测定。①标准地面积:乔木10 m×10 m,灌木林2 m×2 m,草地和作物植被1 m×1 m;②调查测定项目:树高(植株高)、胸径(地径)、叶面积;③仪器设备:测高仪、测径仪、叶面积仪。

(2)植被盖度指标及测定。①郁闭度:采用面积法和测针法。②植被盖度:测定林草地上林草植株冠层或叶面在地面上的垂直投影面积,其值与标准地面积之比即为植被盖度。林地的植被盖度与郁闭度概念类似。采用网格法测定之。③植被覆盖率:测定林草地上林草植株冠层或叶面在地面上的垂直投影面积,其值与统计区总面积的比值即为植被覆盖率。测定方法同上。④生物量调查及测定:林、灌地上部分生物量采用标准枝法测定,即用林分平均直径的平方和树高的乘积估算不同器官的生物量。⑤草地或作物生物量:采用收获法测定。⑥植被类型及组成调查:采用实地调查法调查树种及草种构成状况。

2.4.4 地下水监测

(1)生产生活水井观测。在监测区内若有深水井,则以该水井监测地下水位的变化,若无深水井,在第3 a开采区内打深水井,监测地下水位。

(2)地下水位的监测采用自计式水位计进行。每15 d测定一次,在塌陷活跃期,每周测定一次。

2.4.5 水土流失危害监测

(1)对农业生产影响监测。在监测区内若有深水井,则以该水井监测地下水位的变化。若无深水井,在第3 a开采区内打深水井,监测地下水位。

(2)对农村生活设施影响监测。地下水位的监测采用自计式水位计进行。每15 d测定一次,在塌陷活跃期,每周测定一次。

2.4.6 背景水土流失及气象因子监测

背景资料包括地理位置、海拔、地形地貌、面积、处理、土壤性质等主要方面。

(1) 地形地貌。记录监测带地貌部位、坡度、坡形、坡向及所包含的微地形特征和粗糙度。

(2) 面积。包括监测带范围和面积大小等。

(3) 地表处理。若是林草地,要观测树种(草)主要组成、龄级、密度、郁闭(盖度)及层次结构等特征;若是农地,要观测作物种植及种植制度、生长及产量、施肥、耕作管理,尤其水土保持耕作管理更应详细量测等。

(4) 土壤观测。土属土种定名及土壤主要性质。其中土壤剖面层次结构、机械组成、容重、孔隙度、团粒含量等物理性质和土壤 pH 值,每 2 a 测定一次。

(5) 土地资源与利用。包括土地类型、土地利用结构、治理投资强度、主要作物产量等。

在上述背景资料调查的基础上,对以下内容进行长期定时定位监测。

采用美国全自动气象监测站进行,包括日照、降水量、降水强度、气温、湿度、蒸发、风向、风速等气候指标的总量及其过程。具体方法参见仪器使用说明。仪器安装根据有关气象观测规定进行。

2.5 监测点位布设

沿主采巷道按开采带宽、开采年划分 5 个区,其土壤水分监测点如图 2 所示,用时域反射仪测定。在距离土壤水分监测点 2 m 内,任意方向选择 3 点,用环刀法测定土壤容重等土壤性质因子。在每个监测带内根据实际植被状况选择标准调查地(林地、灌木、草地或农作物),调查胸径(地径)、树高(株高)、覆盖度、叶面积等。在监测区 100 m 以内选择平坦地形,建立气象监测站,监测气象因子。在监测区内若有深水井,则以该水井监测地下水位的变化,若无深水井,在第 3 a 开采区内打深水井,监测地下水位。在监测带带缘线上,每 50 m 布设地面位移监测桩。

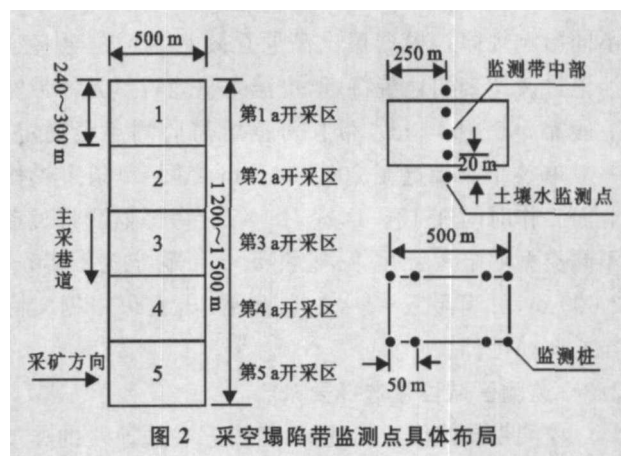


图 2 采空塌陷带监测点具体布局

3 结语

采空塌陷区监测带布设法,适应了新型“长臂综采法”的煤炭生产的条带式作业布局方法,具有以下特点。(1) 集中布设,管理方便。一般煤炭生产项目井田范围涉及区域大,监测工作外业任务量大,采用纵向监测带方法,通过选择典型区段集中布设监测带,可在较小的工作范围内,实现综合监控,大大方便了监测数据信息的采集管理,提高了工作效率。(2) 纵跨不同沉降年限时段,形成时间纵向对比序列,可较好地反映出在产生沉陷的不同时期内地表生态环境的变化过程与作用机理,为研究沉陷区稳定过程的生态影响提供科学依据。(3) 地表形态覆盖面完整,可较好地反映出沉陷现象对不同地貌单元所产生的影响与变化,为指导农业生产提供科学依据。(4) 监测手段集中,内容方法多样,全面,信息量大,为深入开展科学研究打好基础。

本文监测带的布设思路,具有一定的探索性,建议国家积极开展矿区水土保持监测与治理工作的科学研究,不断加强与科研机构的合作交流,解决生产实践中遇到的新情况和新问题,在实践中进一步检验并逐步完善、改进和提高。

(上接第 99 页)

[26] 国家技术监督局. 水土保持综合治理效益计算方法[M]. 北京:中国标准出版社, 1996.
 [27] 李锐. 神府—东胜矿区一、二期工程环境效应考察[J]. 水土保持学报, 1994, 1(4): 5-17, 53.
 [28] 李锐, 杨勤科, 温仲明, 等. 土地利用变化及其区域环境效应研究综述[J]. 水土保持通报, 2002, 22(2): 65-70.
 [29] 水利部. 中华人民共和国水土保持法[S]. 1991.
 [30] 水利部. 《中华人民共和国水土保持法实施条例》[S]. 1993.

[31] 水利部. 水土保持公告[R]. 2002.
 [32] 郭家彦, 许峰, 李智广. 土壤侵蚀宏观监测[J]. 中国水土保持科学, 2003(04): 6-9.
 [33] 薛利红, 样林章. 遥感技术在我国土壤侵蚀中的研究进展[J]. 水土保持学报, 2004, 18(3): 186-189.
 [34] Fan J R, Zhong X H, Liu S Z. Monitoring on soil erosion and sediment delivery at a typical basin of the middle and lower reaches of the Jialing River by remote sensing[J]. Science in China Ser. E. Technological Sciences, 2003, 46(Supp.): 148-155.