

# 露天矿土地复垦综合预控研究

孙伟光<sup>1</sup>, 吴祥云<sup>1</sup>, 张丹梅<sup>2</sup>

(1. 辽宁工程技术大学 资源与环境工程学院, 辽宁阜新 123000;

2. 阜新市气象局, 辽宁阜新 123000)

**摘要:** 针对露天矿开采与土地复垦过程中遇到的综合技术问题, 采用综合分析与模拟的方法, 把露天矿开采工艺与土壤重构原理相结合, 实现露天矿剥、采、排一体化工艺, 优化排土顺序和位置, 采集数据并建立采场和排土场 DEM 模型, 同时对排土场覆盖的熟土进行定量计算, 确定该区域的覆土量和平均覆土厚度, 并对排土场生态重建进行三维景观模拟, 实行排土场数字化管理, 该技术使露天矿实现向精细、集中、数字化管理模式转变。

**关键词:** 数字化; 土地复垦; 土壤重构; 生态重建; 排土场; 一体化; 景观模拟

**中图分类号:** TD991      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1006-8759(2010)02-0013-03

## SYNTHETIC PRO-CONTROL TECHNOLOGY ON THE LAND RECLAMATION IN OPEN-PIT MINE

SUN Wei-guang<sup>1</sup>, WU Xiang-yun<sup>1</sup>, ZHANG Dan-mei<sup>2</sup>

(1. College of Resource and Environment, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China;

2. Fuxin Meteorological Bureau, Fuxin 123000, China)

**Abstract:** In view of the synthetic technology problems on open-pit mine mining and land reclamation, the comprehensive analysis and simulation method was applied render the principle combination of open-pit mining process and soil comprehensive, to realized open-pit stripping, mining and exhaust become integration optimization of dumping sequence and position, to collected data, established the mining stope and DEM model of dump stope, quantitative calculation of the mellow soil that is cover on the dump surface, to determine the amount and the average thickness of soil for this region. And to do 3D landscape simulation for the dump's ecological rehabilitation. To realize the dump digital management, in the open-pit mine, this technique can transform the management mode to fine and concentration and digital management.

**Keywords:** digital; land reclamation; land refactoring; ecological rehabilitation; dump; integration; landscape simulation

## 0 引言

为了解决采矿业发展破坏耕地这一矛盾, 矿区土地复垦已经成为必然要求, 如何合理、高效地进行土地复垦, 是世界各国环境与发展中必然涉及的重要课题。如今, 矿区土地复垦已不再是一门单一学科, 而是采矿工程、土木工程、土壤科学、水土保持工程学、计算机科学等学科的结合体, 随着

收稿日期: 2009-11-10

基金项目: 神华集团科技创新项目(SH1106328); 辽宁省教育厅科技项目(20060391)。

第一作者简介: 孙伟光(1982-), 男, 硕士研究生, 主要从事矿区土地复垦研究。

露天矿剥、采、排、土地复垦一体化技术和现代数字矿山的不断发展,可以把采矿过程的各个工序相结合,根据采煤、剥离、运输、排土工程构成的时空发展关系,合理安排剥、采、排工程程序,优化剥、采、运、排方案,使编制的生产进度计划能实现对露天矿剥、采、排的一体化优化预控,同时结合 GPS、GIS 及三维可视化技术,对露天矿采场、排土场进行定期测量验收,确定采场、排土场随时间而发生的空间位置变化,对排土场生物复垦前后情况进行虚拟展示,实现边开采、边复垦、边预控的目的。

本文以黑岱沟露天矿为例,针对该地区排土场进行数字化建设提出了一些想法和具体实现过程。准格尔黑岱沟露天矿区地处晋、陕、蒙接壤区黄土丘陵沟壑区,是我国水土流失最严重的地区之一。露天矿的建设占用大面积的土地,改变原地貌自然景观,生态环境十分脆弱,因此,尽快进行土地复垦和生态恢复十分必要。目前,准格尔黑岱沟露天矿正在实施数字化建设,努力实现黑岱沟露天煤矿剥、采、排与土地复垦综合预控,使露天开采技术从粗放的、分散的、模拟的规范管理模式向精细的、集中的、数字化科学管理模式转变。

## 1 露天矿生产工艺与土壤重构相结合

土壤重构是土地复垦的核心任务,有研究资料表明,现代复垦技术研究的重点应是土壤因素的重构而不应仅仅是作物因素的建立。为使复垦土壤达到最优的生产力,构造一个最优的土壤物理、化学和生物条件是最基本的<sup>[1]</sup>。露天矿在生产计划编制过程中应充分考虑土地复垦需要,对排土顺序、排土位置,进行规划,并考虑覆盖表土过程,确定最终排土标高。

## 2 排土场 DEM 模型构建与生态重建

### 2.1 DEM 数据获取

目前以 AutoCAD 形式存储的数字化成图应用广泛,数据容易获取,图中包含了丰富的地物、地貌的空间信息和属性信息,是一种比较理想的数据源。运用 ArcGIS 9.0 软件以人机交互形式剔除数据粗差,生成高精度的排土场 DEM 数据。

然后加入台阶属性信息,如野外实地测量所得到露天矿排土场的点号、X、Y、Z 坐标,台阶号、台属性(其中,台阶号为各个台阶的编号,台属性

性),生成加入约束条件的 TIN 算法。

### 2.2 建立精确 DEM 模型

利用带约束条件的三角网生长法生成 TIN。首先按照 Delaunay 法则建立 Delaunay 三角网,然后在三角形的边与坡顶线与坡底线相交处加入约束条件,判断约束边影响域,删除与约束边相交的三角形的边(约束条件的端点除外),应用最大角原则以约束边为基边,向左、右生成三角形。通过野外实地采集、AutoCAD 地形图等方法获取黑岱沟露天矿排土场 DEM 数据,建立黑岱沟露天矿 DEM 模型。

### 2.3 排土场覆土厚度和覆土量计算

排土场按照土壤重构原理,将岩土排放到指定位置,经过一段时间的沉降后,需要在岩土表面覆盖熟土,为今后的生物复垦提供基本条件,而覆盖的表土厚度决定了覆土区域土地的利用方向。根据生产计划中确定排土场的最终形态,可以得到每个平盘的最终标高,结合没覆熟土前的实地测量验收数据,可以得到规划覆土区域的覆土厚度和覆土量,如图 1 所示。

图中  $S$  为覆土区域面积, $h$  为平均覆土厚度, $h_1$  为测量验收得到的没有覆表面熟土的排土场高度。

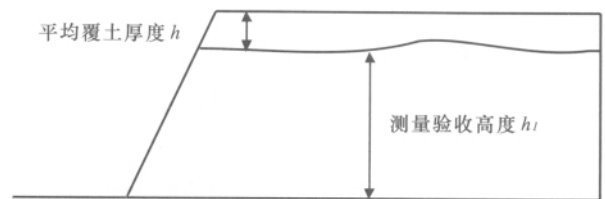


图 1 露天矿排土场覆土示意图

通过 VBA 编写程序,在 DEM 模型中圈定所要覆土的范围并提取范围内 X、Y、Z 坐标属性,进行土方量计算。

(1) 首先,分别输入覆土时间段和排土场最终标高,手工圈定覆土范围,自动计算覆土范围面积。

(2) 覆土量计算以 Excel 表格形式输出。

### 2.4 排土场生态重建

排土场达到控制标高位置以后,要预留一年的覆土层自然沉陷期,一年后开展恢复植被,防止土壤水份蒸散,降低土壤水蚀风蚀程度,保持水土。

生态重建过程中选择适生植物是关键措施之

一,根据当地的自然条件和立地条件,选择适应脆弱环境生长,抗性强,根系发达,生长快,栽植容易,成活率高的植物,因此,要根据复垦区不同地形和土壤条件提出相应的植被配置方式。

黑岱沟露天矿排土场平台覆土层经机械反复碾压导致平台土体内部坚硬,边缘疏松,易造成严重的水土流失。为了防止地面硬化、水土流失,排土场平台覆土平整后应立即采取植被恢复措施,加速营建林草植被覆盖。在土壤熟化过程中,平缓地段应种植能固氮的豆科植物,如沙打旺、苜蓿、草木樨等,可提高土壤有机质含量,培肥地力、改良土壤。统筹优化,分阶段营建网格式乔灌木防护林带,对土壤条件好的地块进行农业种植,提高复垦效益。排土场边坡坡度较大时易形成沟蚀,造成严重水土流失,植被重建是土地复垦最重要的基础,因此,覆土后应立即恢复植被,成为永久性植被边坡。常用的配置模式有沙棘、柠条×牧草混交模式和油松×沙棘×豆科、禾本科牧草混交模式。其中后者是典型的乔灌木草坡植被结构,生长结构稳定,对水土保持起着重要作用<sup>[3]</sup>。

### 3 基于 DEM 的复垦区域三维景观模拟

#### 3.1 三维景观模拟原理

基于规划数据建立起复垦后的具有真实感的三维景观模型,通过三维可视化的形式,反映土地复垦前后的景观变化,对评价规划方案、展示规划效果,提高各方面人士的参与复垦的积极性都有重要意义。采用的 3DMax 进行三维可视化显示,由于它在三维真实感图形制作中性能优秀,3DMax 已经成为事实上的高性能和交互式视景标,3DMax 中很容易实现模型的各种变换、着色、光照、纹理和交互操作等。

#### 3.2 三维景观模拟步骤

(1)在 AutoCAD 中制作复垦区平面图,然后

将 DWG 格式导入 3DMax,根据基本图形单元建立景物模型,并且对所建立的模型进行数学描述。

(2)把景物模型放在三维空间中的合适的位置,并且设置视点以观察所感兴趣的景观。

(3)计算模型中所有物体的颜色,其中的颜色根据应用要求来确定,同时确定光照条件、纹理粘贴方式等。

(4)把景物模型的数学描述及其色彩信息转换至计算机屏幕上的像素。

(5)应用 Photoshop 对所建立的 3D 模型进行修改,使其在视觉上更加美观。

### 4 结论

数字矿山已是当今露天矿发展的必然趋势,运用数字化软件把生产工艺和土地复垦有机地结合起来,合理规划降低采矿综合成本,提高土地复垦质量。岩土剥离和排放过程中按照土壤重构的原理,对岩土排放顺序及位置进行优化,可以基本恢复原始采区的地质构造,并对排土场覆盖的熟土进行定量计算,确定覆土厚度和覆土量,为生物复垦提供了良好的土壤条件,同时可以利用三维景观模拟,实现排土场生物复垦超前演示,达到更加直观的反映土地复垦效果,为矿区生态环境的改善提供决策依据。

### 参考文献:

- [1]胡振琪.煤矿山复垦土壤剖面重构的基本原理与方法[J].煤炭学报,1997,22(6):617-622.
- [2]徐敬海,李明峰,刘伟庆.一种基于 DEM 的土方计算方法[J].南京建筑工程学院学报,2002(1):26-31.
- [3]王志宏,刘志斌,陈建平.黑岱沟露天煤矿土地复垦及生态重建规划研究[J].露天采矿技术,2003(1):19-21.
- [4]王熙宗,魏东英,王崇倡.露天矿基础地理信息系统的建立[J].辽宁工程技术大学学报,2008(27):40-42.
- [5]王秀秀,李宪杰.平庄西露天矿排土场的土地复垦[J].露天采矿技术,2008(增刊):78-80.