

基于GIS的急倾斜煤层储量管理信息系统^①

李 振¹, 毛善君², 夏春林¹, 贲旭东³

¹(辽宁工程技术大学 测绘与地理科学学院, 阜新 123000)

²(北京大学 遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

³(北京龙软科技发展有限公司, 北京 100190)

摘 要: 在分析了有关急倾斜煤层特点及传统煤炭资源储量管理信息系统应用的基础上, 结合GIS、计算几何、矿山信息化等领域专题研究的理论和技术, 设计了基于GIS的急倾斜煤层储量管理信息系统, 实现了急倾斜煤层储量的计算和数据的统一管理, 促进了煤矿企业高效的生产与管理。

关键字: GIS; 急倾斜煤层; 储量管理信息系统;

Steep Coal Seam Reserves Management Information System Based on GIS

LI Zhen¹, MAO Shan-Jun², XIA Chun-Lin¹, BEN Xu-Dong³

¹(School of Geomatics, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

²(Research Institute of Remote Sensing and Geophysical Information System, Peking University, Beijing 100871, China)

³(Beijing Dragon Soft Technology Development Corporation Ltd, Beijing 100190, China)

Abstract: Based on analyzing the characteristics of the steep coal seam and the application of traditional coal reserves management information system, with the theory and technology of GIS, Computational Geometry and Mine Informationization, this paper designs a steep coal seam reserves management information system based on GIS. It achieves the calculation of steep seam reserves and unified management of data and enhances the efficient production and management on Coal-Mine Enterprise.

Keywords: GIS; steep coal seam; reserves management information system

1 引言

煤炭储量数据是煤矿企业生产和管理的基础数据, 是矿井设计、生产、改扩建、开拓延伸和安排长远规划的主要依据。随着矿山地理信息系统(MGIS)的建立, 实现煤炭储量信息的数字化动态管理成为矿山信息化建设不可或缺的部分。地理信息系统(GIS)作为对地球空间数据进行采集、存储、检索、建模、分析和表示的计算机系统, 不仅可以管理以数字、文字为主的属性信息, 而且可以管理以图形图像为主的空信息。在煤炭储量信息的管理之中采用GIS技术, 是GIS在矿业学科这一特殊领域内的重要应用^[1,2]。

我国煤矿矿井采矿设计手册将煤层依倾角划分为三类, 小于25°为缓倾斜煤层, 在[25°, 45°]区间为倾斜煤层, 大于45°为急倾斜煤层^[3]。急倾斜煤层在我国也有不少分布, 特别是作为我国能源后备基地的

新疆更是如此。由于急倾斜煤层矿井的煤层倾角大, 地质构造复杂, 不利于矿区储量信息的数据管理及制图表达。目前, 有关急倾斜煤层储量管理信息系统研究甚少, 本文设计了一套急倾斜煤层储量管理信息系统, 依托于目前在煤矿企业应用较广泛的北京龙软科技发展有限公司自主研发的LongRuanGIS3.0进行二次开发, 旨在为急倾斜煤层矿区的储量管理信息化建设提供高效而动态的数据源和矿区日常生产所需的相关图件, 促进矿区高效的管理。

2 系统设计

由于急倾斜煤层储量数据的结构复杂, 在数据存储、管理以及制图方面有很大难度, 为了实现“高内聚、低耦合”便于集中解决各环节内部的问题, 采用“分而治之”的思想把业务流程充分分解处理, 将系

① 收稿时间:2010-07-28;收到修改稿时间:2010-08-31

统总体结构划分为如图 1 所示的数据层、表示层、业务层三个层次,有利于系统的开发、维护、部署和扩展。本系统借助于三层架构模式,实现了“图-库-图”模式的急倾斜煤层储量空间数据管理和图库交互机制,把用户所需的数据准确、真实、图文并茂地表达出来。

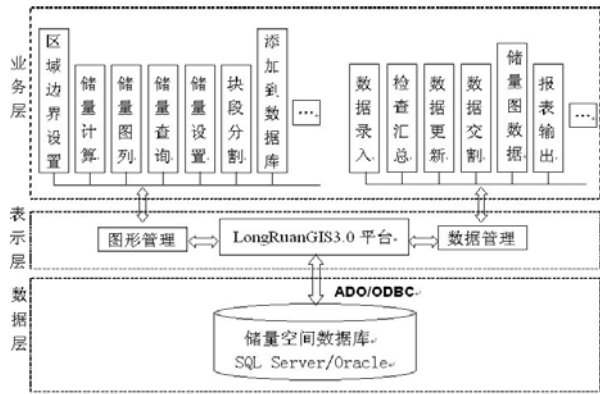


图 1 急倾斜煤层储量管理信息系统总体设计

2.1 数据层

急倾斜煤层的储量空间数据库的设计是本系统开发和建设的重要组成部分,是在分析了急倾斜煤层矿区对煤炭储量的管理过程、相关数据来源、工作流程的基础上设计而成的,以实现资源共享、异构数据库系统间数据库的互访为前提,以数据的收集、查询、汇总、更新、共享为主线来动态满足煤矿企业各部门的实际需要。通过建立急倾斜煤层储量空间数据库,利用 GIS 空间数据库技术实现各急倾斜煤层储量块段的数据管理及分析,实现对矿区各种急倾斜煤层储量表的数据录入与查询,以及为报表输出、数据上报、台帐管理、急倾斜煤层储量图形的绘制等提供所需的数据源。

2.2 表示层

本系统的表示层借助 LongRuanGIS3.0 图形平台进行展示,并进行二次开发。LongRuanGIS3.0 平台是煤矿专用软件,不仅提供了强大的图形操作功能,包括:命令行支持、基本绘图、视图操作、光栅图像操作、捕捉功能、图形参数匹配功能、实体编辑、实体修改功能、标注功能等,而且还提供高效的二次开发功能,借助平台的这些基本功能可以很好地实现本文设计的有关急倾斜煤层储量管理信息系统的所有功能,以及在表示层上通过高效的业务层操作将数据层里的数据图文并茂地展现在用户面前。

2.3 业务层

业务层是系统与用户进行交互,并处理有关急倾

斜煤层储量的各种数据和图件等功能的集合。系统结合 GIS、计算几何、ADO/ODBC 等技术分析、处理空间数据库中的急倾斜煤层储量数据,在平台上实现各种急倾斜煤层储量图形的生成、浏览、编辑、存取、计算以及数据查询、更新、报表输出等功能,从而满足用户对矿区内急倾斜煤层储量图形操作和数据管理的各种需求。业务层主要包括储量计算、储量查询、储量设置、块段分割、区域边界设置、添加到数据库等图形操作模块和数据录入、检查汇总、数据更新、数据交割、储量图数据、报表输出等数据管理模块。

3 系统实现的关键技术

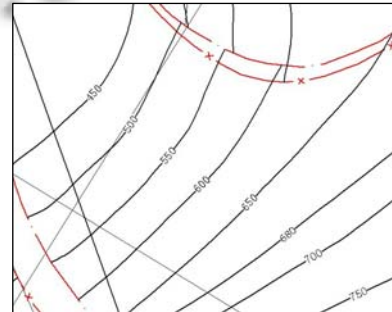


图 2 缓倾斜煤层平面投影图

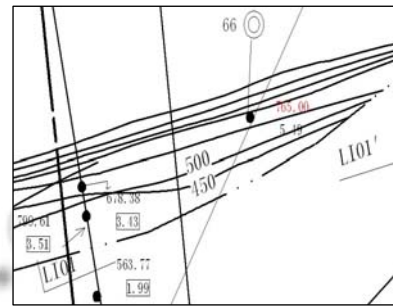


图 3 急倾斜煤层平面投影图

煤层面积是进行煤炭资源储量计算的一个重要参数。如图 2、图 3 所示的缓倾斜煤层与急倾斜煤层平面投影图对照,对于急倾斜煤层的矿区而言,由于煤层陡立,采用平面投影时往往造成等高线密集,不同标高的等高线在平面投影图上间隔很小,甚至交叉、重叠,不能真实地反映煤层及其构造的空间形态,致使在平面图形上计算煤层的面积时与真实面积产生较大的出入,这在计算煤层储量时给面积计算、图形识别以及图上标注带来很多困难。所以必须借助竖直面(立面)投影的方法编制煤层立面投影图,来反映急倾斜煤层的构造情况以弥补平面投影图的不足。

3.1 GIS 应用的技术基础

随着 GIS 空间技术方法和理论不断发展,其在处理空间数据以及图形分析方面显示出强大的优势。在本文设计的急倾斜煤层储量管理信息系统中采用 GIS 空间技术,大大提高了数据管理和图形操作的效率。例如:采用 GIS 空间投影技术可以将急倾斜煤层投影到立面图上进行煤炭资源储量的计算;采用 GIS 图形拓扑关系分析方法计算不同急倾斜煤层储量块段的面积以及对急倾斜煤层储量块段进行合并、拆分;采用 GIS 空间数据库技术来管理有关急倾斜煤层储量的空间数据可以很好地实现异构数据库系统间数据库的互访、报表数据与图形数据的共享以及对急倾斜煤层空间数据与属性数据的统一管理。

3.2 立面投影模型

为了使立面投影图所反映的构造形态和煤层面积不产生较大的变形,一般垂直投影面须与煤层走向平行或大体平行。一个矿井为了制图统一,投影面需要固定,但当煤层走向在井田范围内有显著变化,可采用两个或两个以上的垂直投影面,分别与各段煤层走向平行。可以通过建立如图 4 所示的急倾斜煤层任意面的立面投影模型对任意急倾斜煤层面进行立面投影。

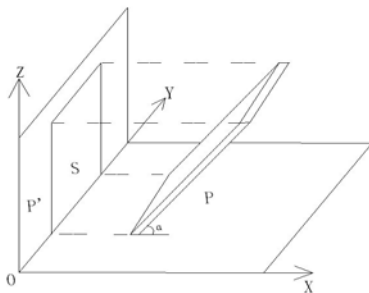


图 4 急倾斜煤层任意面的立面投影模型

图中 P 是水平投影面、P' 是垂直投影面,两者垂直。垂直投影面与水平投影面的交线 OY,称投影轴。倾斜面为急倾斜煤层、S 为急倾斜煤层立面投影面积。

3.3 立面投影

在建立了立面投影模型的基础上,急倾斜煤层任意面的立面投影实现流程如下:

(1) 根据急倾斜煤层走向确定急倾斜煤层的投影方向,投影方向与急倾斜煤层走向一致(已知平面急倾斜煤层走向上两个点的坐标,即可确定投影面的方向)。

(2) 确定投影面的投影范围,即确定急倾斜煤层投影面的边界。边界可由急倾斜煤层块段内的断层、构

造轴、勘探线以及开采边界等各类技术边界线组成,通过垂直投影方法在立面图上投影出所求急倾斜煤层的边界。

(3) 将储量计算平面图中选择的急倾斜煤层投影范围内的相关钻孔、见煤点、不可采边界线等投影到立面图上。

按上述流程可将图 3 平面投影图上选择的急倾斜煤层投影到立面图上,如图 5 所示:

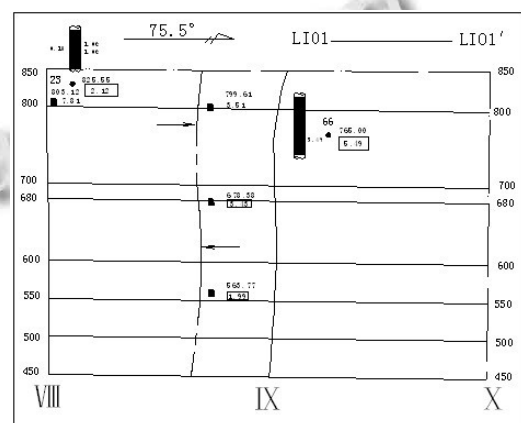


图 5 急倾斜煤层储量立面投影图

3.4 立面面积计算

在进行急倾斜煤层储量计算时,计算面积的图形为急倾斜煤层立面投影后的立面图形,要以断层、构造轴、勘探线以及开采边界等各类技术边界线为界,以此形成的急倾斜煤层储量块段的形状多种多样,生成的图形大都为任意不规则多边形,这给计算煤层储量块段面积带来了很大的困难。通过引用 GIS 图形拓扑关系分析方法能够对不同的急倾斜煤层储量块段进行拆分、合并等处理,并能精确快速计算指定区域内的急倾斜煤层储量块段面积,很好地展现了 GIS 空间技术在处理图形方面的优越性。

系统实现急倾斜煤层储量块段面积计算的功能流程如图 6 所示:



图 6 急倾斜煤层储量面积计算流程图

首先,选择急倾斜煤层投影后立面图形中需要计算的复杂多边形,并对其进行合并、拆分等操作,得到需要进行面积计算的多边形;其次,获取需要进行

面积计算的任意不规则多边形的边界坐标；最后，采用坐标算法来计算任意不规则多边形的面积。

计算面积所用的坐标算法模型为：

$$S = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1}) \cdot (y_i + y_{i+1})}{2.0}$$

其中 n 为坐标点个数、x 为点的横坐标、y 为点的纵坐标、S 为急倾斜煤层立面投影后图形面积。

3.5 立面储量计算

根据《生产矿井储量管理规程》的规定，计算煤炭资源储量时，一般应以等高线、断层面、剖面线或各类技术边界等为界，将井田和煤层分成若干块段分别计算^[4]。急倾斜煤层储量的计算就是通过从数据库中提取所求急倾斜煤层投影范围内相关的钻孔、煤柱等数据，利用急倾斜煤层储量计算方法计算出所选投影区域内的急倾斜煤层储量。

首先根据见煤钻孔计算平均煤厚：

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n}$$

然后，根据立面储量计算方法计算急倾斜煤层储量：

$$Q = \frac{S}{\sin \alpha} \cdot M \cdot \rho$$

其中，Q 为急倾斜煤层储量、S 为立面投影面积、M_i 为各块段煤层厚度、M 为平均煤厚、ρ 为煤的容重、α 为煤层倾角。

3.6 急倾斜煤层储量数据管理

急倾斜煤层储量数据是本系统的血液，它包括属性数据和空间数据，二者相互关联具有一致性，不能分开管理。如何有效地管理和组织两种数据是本系统能否高效运行的关键。因此，在处理二者关系时利用 GIS 空间数据库技术将空间数据像属性数据一样存到关系数据库(SQL Sever)中，实现空间数据与属性数据的统一管理，通过这种模式达到图库联动的效果，无论是图表变化还是数据库变化都能够使其变化统一，这样便保证了数据更新的联动一致性。

由于急倾斜煤层储量空间数据库采用属性数据与空间数据统一管理的模式以及图库联动的效果，加大了数据库存取时的数据流量。为了提高数据库的存取效率，本系统采用了易于使用、访问灵活、应用广泛的

ADO 数据库访问技术，完善了数据库的管理和操作。

4 系统实现及应用

基于 GIS 的急倾斜煤层储量管理信息系统是以 LongRuanGIS3.0 平台为基础，在 LongRuanGIS3.0 的二次开发支持下，采用 VC++6.0 和 SQL Server2000 数据库于 Windows 环境中进行开发，并结合某矿的急倾斜煤层储量管理信息系统业务需求实现各个功能（如图 7 所示），满足了该矿对急倾斜煤层储量方面的数据管理和生产制图的全部需求。各部门可以通过本系统高效率地调用空间数据库里的储量数据，自动生成满足生产需要的高精度图件及台账报表等^[5]。

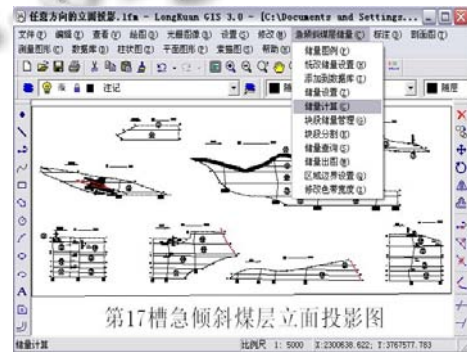


图 7 系统功能菜单图

5 结语

随着矿山信息化建设的需求不断加大，针对传统煤炭资源储量管理信息系统在有关急倾斜煤层图形操作和数据管理方面的难点问题，本文设计了基于 GIS 的急倾斜煤层储量管理信息系统，根据某矿的实际生产需求进行开发，实现了系统设计的功能，并取得了良好的应用效果。本系统的设计和实现对推动煤矿信息化的全面建设起了重要作用。

参考文献

- 1 陈述彭,鲁学军,周成虎.地理信息系统导论.北京:科学出版社,1999.
- 2 毛善君.煤矿信息系统的理论与方法研究[博士学位论文].北京:中国矿业大学,1997.
- 3 谢东海,冯涛,赵伏军.我国急倾斜煤层开采的现状与发展趋势.科技信息(科学教研),2007,14:1-2.
- 4 煤炭工业部.生产矿井储量管理规程(试行).北京:煤炭工业出版社,1983.
- 5 王正荣.计算机辅助矿井地质制图.北京:煤炭工业出版社,2007.