

文章编号: 1001-1986(2010)02-0005-04

三维可视化地测信息系统的综合集成

周智勇¹, 陈建宏¹, 汤其旺², 舒学军^{1,2}

(1. 中南大学资源与安全工程学院, 湖南 长沙 410083;

2. 湖南奇才科技有限公司, 湖南 长沙 410005)

摘要: 针对国内矿山普遍缺乏三维地测信息系统软件的情况, 根据矿山地测工作的一般流程, 开发了地测信息管理系统、地质编录数字化软件及矿山三维图形处理系统, 建立了矿山地测信息数据库, 编写了相关软件的接口程序, 实现了系统的一体化综合集成。该系统可通过接口的智能处理, 将采集到的基础数据导入三维图形处理软件, 并生成基础图件, 从而实现地矿工程的三维建模。通过系统集成, 实现了矿山地测数据处理及地测图件绘制的一体化管理。

关键词: 地测信息系统; 系统集成; 地质编录数字化; 三维图形系统; 三维建模

中图分类号: P623 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1986.2010.02.002

Integrated research of geological survey information system of 3D visualization

ZHOU Zhiyong¹, CHEN Jianhong¹, TANG Qiwan², SHU Xuejun^{1,2}

(1. School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Hunan Qicai Technology Company, Changsha 410005, China)

Abstract: Considering the general lack of 3D geological survey information system in mine, we studied the general process of geology exploration work. The information management system of geologic measurement, digitalization software of geological logging and 3D graphics system were developed. The database of geological survey information was built. The interface program of these softwares was compiled to realize system integration. Through the interface program, the system can import the original data to 3D graphics system to generate basic drawing and build 3D model. So the system realized integrated management for data processing and graphic drawing of geologic measurement.

Key words: geological survey information system; system integration; digitalization of geological logging; 3D graphics system; 3D modeling

随着计算机技术、信息技术以及网络技术的飞速发展, 矿山企业逐步利用信息化来改造传统矿山生产工艺流程, 以提高矿山企业生产管理的现代化水平, 实现网络办公、计算机辅助设计、生产过程自动化控制和生产数据计算机管理等^[1-2]。其中, 加强以矿山三维实体模型、矿山资源信息管理为核心的矿山信息化建设, 是促使矿山企业进一步做大、做强、做好, 提升现代化水平和国际竞争力的重要因素。

矿山地测信息是矿山设计、生产、管理和规划的基础, 同时也是绘制中段平面图、中段地质图、矿块图、试料图, 进行储量计算及矿山工程三维建模的原始数据。地测数据信息量大, 数据之间关联复杂, 服务面广。因此, 及时记录数据, 整理积累已有的地测工作成果, 合理地组织、管理地测数据库,

进行动态分析, 为矿山的生产、规划提供依据是开发矿山地测信息系统的目的所在^[3-4]。

1 地测工作的流程及要求

矿山地测工作一般的数据流程为: a. 基础数据的录入、编辑和修改; b. 上级部门查阅、调用相关数据、打印报表等; c. 基于地测基础数据的图形处理及三维建模。根据该数据流程及功能要求, 将系统划分为基础信息平台、综合查询平台及图形处理平台 3 大模块(图 1)。

在矿山地测部门, 绘制地测图件的工作量较为繁重, 而且精度不高。多年来, 绘图工程人员一直都在寻求一条实现计算机自动绘图的途径, 期望能用计算机来自动绘制各类地测图件^[5-6]。为实现该功能需要, 提出如下系统集成方案: 由地测信息管理

收稿日期: 2009-04-26

作者简介: 周智勇(1980—), 男, 江西上饶人, 讲师, 博士研究生, 主要从事矿业系统工程及矿山信息化方面的研究。

子系统负责采集基础数据并存入数据库,地质编录数字化软件由数据库获得相应的基础数据,并实现对于地质编录图件的数字化,通过与三维图形处理系统的接口程序,将数字化图形导入矿山三维软件中,实现中段平面图、中段地质图、矿块图、试料图、储量计算图、剖面图和钻孔柱状图等各类地测图件的自动生成及打印出图。在此基础上,实现矿山地矿工程的三维可视化建模。系统工作原理如图 2 所示。

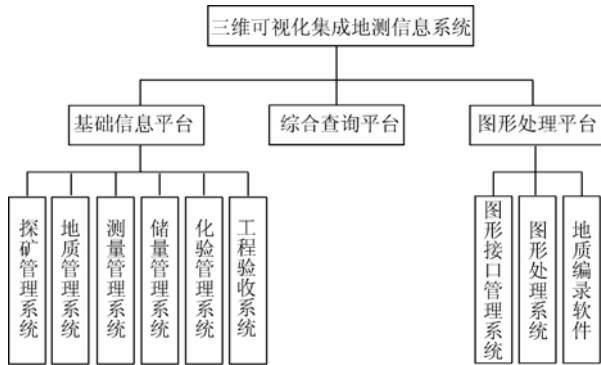


图 1 系统功能设计图
Fig. 1 System function diagram

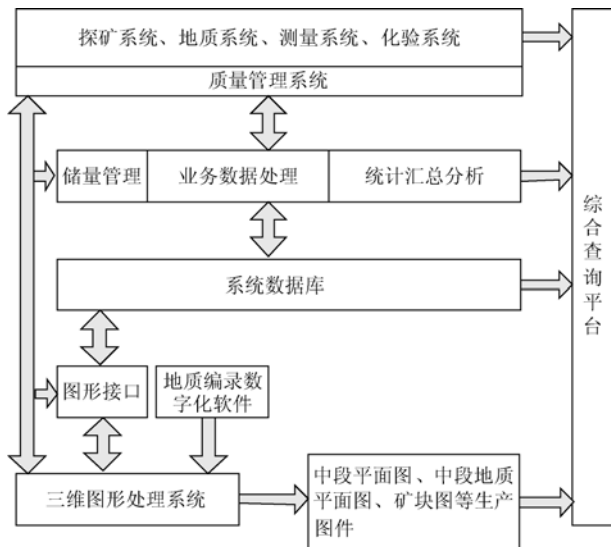


图 2 系统工作原理图
Fig. 2 System working principle sketch

2 系统开发策略

系统分析与设计采用面向对象的系统分析与设计方法,应用计算机辅助软件工程(CASE)技术进行系统分析、软件设计和开发,确保系统软件和数据库的规范化、可移植性、可靠性,提高系统开发的效率。

地测信息数据库是整个系统(包括各类应用子系统)的核心。系统采用关系数据库管理空间数据,可以充分利用 RDBMS 对海量数据管理的强大功能对图形数据和属性数据进行高效管理,使空间数据与非空间数据一体化集成^[7]。数据的管理选用大型

的商用数据库软件 SQL Server。

地测信息管理系统采用 C/S 模式开发,前端的开发工具选用 PowerBuilder,地质编录数字化软件及三维图形处理系统的开发工具分别为 Visual C#.NET 及 Visual C++.NET。系统部署突破传统树型结构应用的限制,实现以任务为中心组织的信息交流,可以充分利用企业现有的局域网络系统而不需要做改动,二级单位或子公司可通过 VPN 专线来连接系统,系统网络拓扑结构图如图 3 所示。

3 关键技术分析

3.1 C/S 模式开发策略

C/S 应用体系结构上,有两种模式:客户机、数据服务器二级模式与客户机、应用服务器、数据服务器三级模式。前一种模式,应用数据集中存储于数据服务器上,而应用逻辑被定位在客户应用上或数据库存储过程中;后一种模式,将应用业务逻辑定位在中间层应用服务器上^[8]。相对而言,后一种模式安全性高,灵活度大,维护简单,一般适用于业务逻辑较强的 Internet 应用中,而前一种模式,有较好的安全性与灵活性,但维护任务相对较重(由于系统数据处理量大,逻辑相对复杂,需要定期维护)。因此,选择后一种开发方式。图 4 为 C/S 三级模式开发示意图。

3.2 基于导线定位技术的地质编录图件数字化

巷道地质编录是矿山的基础工作。工作中,制图人员需从地质编录图件中获取基础数据,再经过组合投影变换,编制出中段平面图、中段地质图、矿块图、试料图和储量计算图等各类地测图件。由于其过程复杂,且多数矿山还采用手工制图方式,因而往往要投入大量人力和物力。为了改变这种局面,经过分析研究,建立了一种新的地测自动成图方法:

- 将地质编录图导入专门开发的数字化软件进行描图处理,以绘出巷道轮廓及各类地质界线;
- 通过地测数据库的接口,获取计算及投影变换所需的原始数据,再由这些原始数据及测量导线定位计算出点的三维坐标;
- 经过计算机智能处理,完成对地质编录图形的数字化,再通过接口程序导入三维图形处理软件自动成图。

3.3 三维图形处理系统的开发

三维图形处理系统以 Visual Studio 2003 为开发平台,利用 C++ 语言结合 OpenGL 三维图形库进行开发。Visual Studio 2003 是微软公司开发的 Windows 平台下优秀的开发工具,C++ 是其内置的编程语言之一,二者的结合为开发者提供了高效的可视化开发环境。

OpenGL(Open Graphics Library—开放性图形库)是一个功能强大,调用方便的底层三维图形库,其

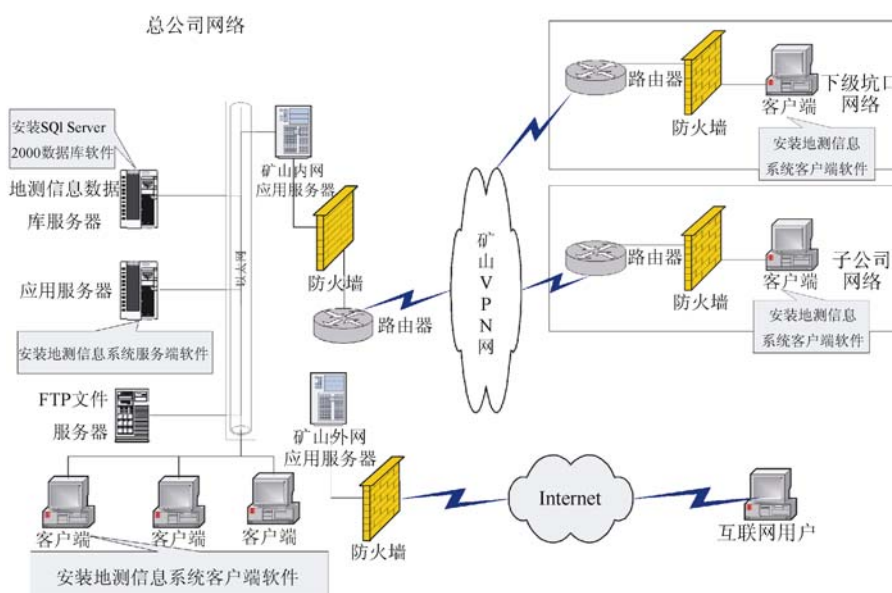


图3 地测信息系统网络拓扑结构图

Fig. 3 Network topologic structure

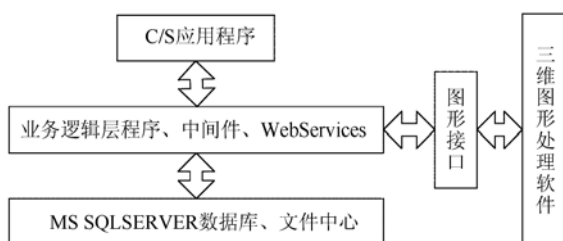


图4 C/S三级模式开发示意图

Fig. 4 Schematic diagram of C/S three-level mode development

与硬件无关,可以在不同的平台,如 Windows98、WindowsXP、Unix、Linux、MacOS、OS/2 之间进行移植^[9]。因此,支持 OpenGL 的软件具有很好的移植性,可以获得非常广泛的应用。OpenGL 适用于各个学科领域的实时三维可视化与虚拟仿真,它功能全面,所提供的图形处理函数集成了所有曲面造型、图形变换、光照、材质、纹理、像素操作、融合和反走样等复杂的计算机图形学算法,从绘制任何简单的三维物体到交互的动态场景,OpenGL 都能很快完成,而且 OpenGL 对环境及实体的渲染达到了高度逼真的视觉效果。OpenGL 三维图形库的使用,简化了系统编程,较好地满足了三维图形处理系统开发的要求。

4 系统应用

4.1 地测信息管理

矿山地测信息管理系统主要包括:钻孔数据管理、地质素描管理、样品化验管理、储量计算、测量数据管理、工程验收管理、生产地质探矿管理以及地测信息网络查询等模块。系统可实现矿山地测信息的录入、编辑、修改、图表统计分析、报表查

阅及网络检索等。

4.2 地测图件绘制

通过地质编录软件数字化地质编录图,并自动导入三维图形处理系统生成线串文件,将线串文件进行调整、拼接,可形成中段平面图、中段地质图、试料图、矿块地质图和储量计算图等各类地测图件。

4.3 地矿工程三维建模

4.3.1 地形建模

地形建模的一般步骤为:

- 将数字化地形图(等高线数据)导入三维图形处理软件;
- 等高线数据插值计算(针对等高线高程值间隔过大的情况)。系统提供了距离幂反比法和克立格法等估值方法;
- 生成地形等高线的不规则三角网(TIN);
- 对不规则三角网进行晕渲处理,建立地形三维可视化模型(图5)。

4.3.2 巷道及井筒的三维建模

对于巷道及井筒的三维建模,系统提供了2种建模方式:a. 巷道顶、底板合成方法;b. 巷道或井筒中心线加载断面的方式。

考虑到某些地下矿山巷道较为复杂,巷道节点及交汇处较多,为避免复杂的人工干预调整,充分利用已有的基础图件(中段平面图),在巷道建模时,一般采用巷道顶、底板合成方法。

对于矿山各类井筒,如斜井、竖井、风井及溜井等,为了快速简便地建立模型,一般采用井筒中心线加载断面的方式,其步骤如下:

- 确定井筒中心线;

- b. 确定井筒断面数据(断面形状、规格等)；
- c. 将断面加载于井筒中心线上；
- d. 绘制三维实体模型(图 6)。

4.3.3 矿体建模

矿体建模的一般步骤为：

- a. 将钻孔数据由数据库导入三维图形处理软件；
- b. 钻孔数据的可视化显示；
- c. 建立钻孔数据剖面图；
- d. 逐个圈定每个剖面上的矿体界线；
- e. 将一系列剖面上的矿体界线连接起来，形成轮廓三角网；
- f. 矿体轮廓的三维可视化显示(图 7)。

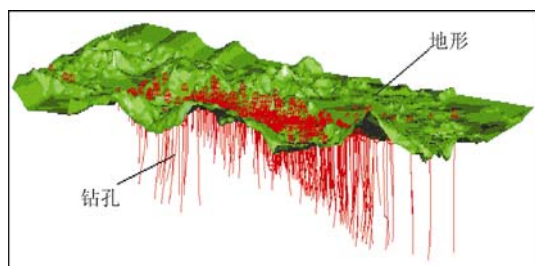


图 5 地形三维可视化模型

Fig. 5 3D terrain model

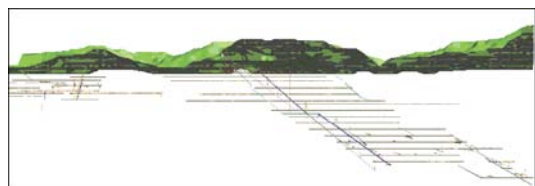


图 6 开拓系统三维实体模型(X-Z 坐标)

Fig. 6 Projection drawing of whole development system

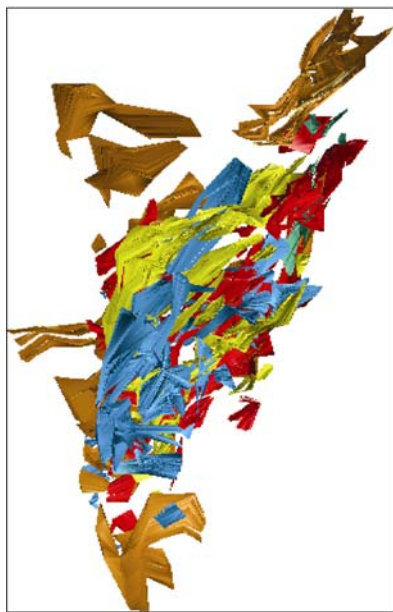


图 7 矿体模型

Fig. 7 Ore body model

5 结 语

矿山地测信息管理的集中化、自动化和网络化是当前形势下的一种发展趋势,数据的相互利用(即开放数据互连)与图形的自动生成,可以大大减轻数据管理人员与矿山绘图人员的工作强度,提高工作效率,为真正实现矿山办公管理的现代化奠定了良好的基础。

三维可视化技术实现了矿山地测数据的图形化转换,以直观的形式将计算、建模的结果表现出来,得以揭示更深层次的信息;三维可视化技术在矿山地测信息管理和规划决策中的应用,改变了传统的技术管理模式,是矿山可持续发展提出的新需求及技术发展的必然趋势,对于提高矿山的信息化和数字化管理水平具有重要意义。

参考文献

- [1] 萨贤春,姜在炳,李必慧,等.地测信息系统及其应用[J].煤田地质与勘探,1999,27(6):21-25.
- [2] 姜谱男,刘丽波,肖海军,等.基于矿图数据库的地测管理信息系统设计与实现[J].矿业研究与开发,2006,26(2):74-76.
- [3] 刘桥喜,毛善君,杨锋杰,等.ODBC 煤矿地测 C/S 管理信息系统的实现[J].煤田地质与勘探,2000,28(4):24-26.
- [4] 张海荣,毛善君,许友志,等.煤矿地测综合管理信息系统研究[J].中国矿业大学学报,1999,28(5):429-432.
- [5] 薛永安,葛永慧.煤矿巷道设计系统的开发与应用[J].太原理工大学学报,2005,36(4):444-446.
- [6] 刘伟,张海荣,余劲松弟.煤矿巷道自动生成模块的研究与开发[J].测绘科学,2007,32(6):128-129.
- [7] 张华,汪云甲.基于 ArcSDE 的矿山地测信息系统的研究[J].河北理工学院学报,2004,26(1):1-4.
- [8] 胡迎松,彭利文,池楚兵.基于.NET 的 Web 应用三层结构设计技术[J].计算机工程,2003,29(8):173-175.
- [9] 罗智勇.面向地质勘查的三维可视化系统研制与开发[D].成都:成都理工大学,2008.
- [10] 邹艳红,毛先成.地测数据库的建立与应用[J].中南大学学报(自然科学版),2004,35(3):463-467.
- [11] 李永兵,陈旭瑞,胡俊峰,等.基于 GIS 的地质数据库系统:研究现状和发展趋势[J].地球物理学进展,2002,17(3):532-539.
- [12] 李云岭,靳奉祥,季民.数字测图与 GIS 建库的关系研究[J].测绘通报,2004,(2):31-33.
- [13] 刘刚,汪新庆,李伟忠,等.资源勘查图件计算机辅助编绘系统的结构分析与开发策略研究[J].地质与勘探,2002,38(4):60-63.
- [14] 叶英,王梦恕.隧道掌子面地质信息数字编录识别技术研究[J].北京交通大学学报,2007,31(1):59-62.