

基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统

李兴良, 金永明, 陈伟

(青海省第三地质矿产勘查院, 甘肃 西宁 810029)

摘要: 针对当前矿产资源分布系统存在定位范围小、精度低及比特率低的问题, 提出并设计了基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统; 通过分析定位系统构架原理, 对定位系统进行预处理; 系统硬件主要包括 SJA1000 芯片、CAN 总线、节点定位及晶振电路; 通过搜索模型、信息量加权模型、定位数学模型组成系统软件部分, 实现矿产资源分布区域定位; 实验结果表明, 该系统有效扩大了定位范围, 提高了定位精度及比特率。

关键词: GIS; 矿产资源; 分布区域; 定位系统

Regional Positioning System of Mineral Resources Distribution Based on GIS

Li Xingliang, Jin Yongming, Chen Wei

(Third Geological Mineral Exploration Institute of Qinghai Province, Xining 810029, China)

Abstract: In order to solve the problems of low positioning range, low precision and low bit rate in the current mineral resources distribution system, a positioning system of mineral resources distribution area based on GIS is proposed and designed. Analysis of the positioning system principle through the system, the positioning system is pretreated; the hardware system includes SJA1000 chip, CAN bus, node location and oscillator circuit; through the search model, information model, weighted positioning mathematical model composed of system software, realize the distribution of mineral resources location. Experimental results show that the system effectively expands the positioning range and improves the positioning accuracy and bit rate.

Keywords: GIS technology; mineral resources; distribution area; positioning system

0 引言

GIS (Geographic Information System)^[1] 是对地球空间数据进行输出、输入、显示、存储、建模、检索、分析和运算等的计算机系统, 也被称为空间数据管理系统。在矿产资源分布区域定位中, 因为技术条件的不足, 矿产资源数据信息没有得到充分利用, 导致定位范围较小, 定位精度低。因此从海量复杂原始数据信息中高效、准确的提取有用信息, 是矿产资源分布区域定位问题中的关键解决问题^[2]。引用 GIS 系统对矿产分布区域进行定位效果较好。传统方法基于模糊理论对矿产资源分步进行定位, 未考虑 GIS 的引入, 导致系统比特率低、定位范围较小^[3]。而 GIS 系统针对复杂数据进行高效处理, 可直接解决定位系统中比特率低, 传输速率慢的问题。为此, 提出基于 GIS 的矿产资源分布区域定位系统设计。选用 SQL Sever 数据库, 增加系统比特数, 建立相关矿产资源定位模型, 实现矿产资源分布区域定位系统的设计。实验结果表明, 该系统比特率高, 数据传输速度快, 定位精度高。

1 矿产资源分布区域定位系统构架原理

基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统由分别为数据服务、逻辑应用和功能表现三层构架组成^[4]。逻辑应用层实现系统功能的应用, 是三层构架的核心层。该层主要包括 GIS 应用组件、数据源管理组件和上层公共引用组件。COM 接口是各组件间相互调用的通道, 越靠近底层的组件, 其可用性越高, 系统容易扩展和维护。功能表现层是以图形用户界面的形式提供系统信息及功能, 完成用户间的动态交互。开放性的系统架构和层次性的组件功能结构, 为系统应用功能的维护和灵活扩展提供了方便, 基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统的构架图如图 1 所示。

2 定位系统预处理

在设计基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统之前, 通过数据库管理软件的选用, 语言和平台的开发及网络结构的搭建对系统进行预处理, 详细描述如下:

数据库管理软件: 基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统中的数据包含了 JPG 图片格式、矢量、CAD 图形、栅格图形格式等多种格式类型的 GIS 数据。因其拥有多样的数据文件类型, 则必须选用功能强大的数据库对数据文件进行保存与管理^[5], 因此选用 SQL Server 数据库, 它所具备的多种数据格式互相转换功能, 使系统每秒传送的比特数增加, 提升系统的数据传输速度。

语言和平台的开发: 采用了 VB+MapInfo 的模式^[6], 将

收稿日期: 2017-10-21; 修回日期: 2017-11-27。

基金项目: 青海省应用基础研究(2016-ZJ-719); 青海省科技厅重大科技专项(2016-SF-A3)。

作者简介: 李兴良(1983-), 男, 青海乐都人, 硕士, 工程师, 主要从事固体地球物理勘查方向的研究。

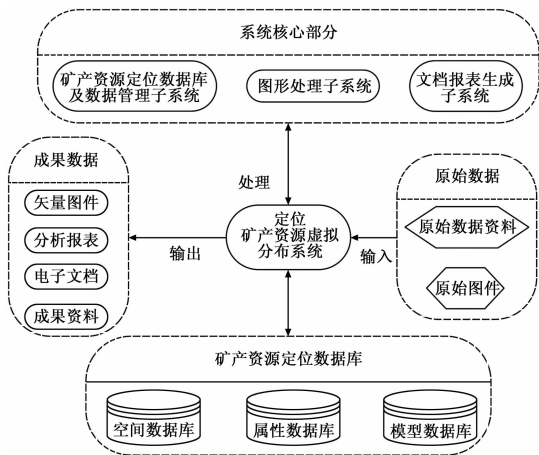


图 1 定位系统构架图

可视化开发语言和 GIS 软件工具相结合。GIS 软件工具主要用于对系统空间数据库的分析及管理。而可视化开发语言可以通过自身高效等变成的优点，对系统开发的效率进行提升，定位范围更广。结合可视化开发语言和 GIS 软件工具的技术，使得系统应用程序的外观效果优良，其数据库功能也更加强大，并具有易于移植、便于维护和可靠性高的优点。

网络结构：采用 C/S 结构^[7]，方便了系统软件的使用范围、提高了图像传输的数据量。

3 系统硬件设计

系统硬件设计中主要针对整体定位系统框架中定位矿产资源虚拟分布系统的 SJA1000 芯片，CAN 总线，节点定位模块及晶振电路四部分进行设计及分析。

3.1 芯片选择

SJA1000 是一款独立的控制器，它用于局域网络 CAN 总线中，是 PHILIPS 公司 PCA82C200CAN 控制器的替代产品。它所具有的特殊工作模式能够支持带有许多新特性的 CAN2.0B 协议。

SJA1000 丰富的特点为定位系统的设计提供诸多方便。它可与 PCA82C200CAN 控制器引脚兼容，具有的扩展接收缓冲器同时支持 11 位和 29 位识别码，其位速率可高达 1 Mbits/s，且适用于不同微处理器的接口。

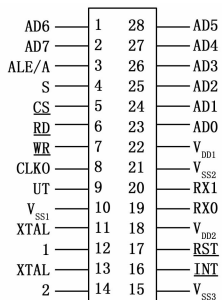


图 2 SJA1000 引脚图

3.2 CAN 总线

本系统的 CAN 总线模块主要来自网关节点的消息转换为以太网报传至系统控制中心，对控制中心的以太网报转换为

总线消息传至节点或其他设备，即完成 CAN—以太网的转换。

本系统总线引用周立功的 EasyArm8962 开发板，该开发板采用 Luminary Micro 公司的 Fury 系列单片机，支持 CAN—Bus，外围器件简单，功能强大。其功能特点包括 32 位 RISC 性能处理器，结构优化，可兼容 Thumb2 指令集，使代码密度得以提高，且具有 MPU 保护设定访问规则，支持非对齐数据的访问，可有效压缩数据到内存。积木式模块架构使其在 3.2 V 供电电压下即可运行。

3.3 节点定位模块设计

定位节点具有唯一性，电池在定位节点中至关重要。对节点定位模块中电池的规格，要求电池的一次性使用期限至少为 1 年，若采用可更换电池，则电池的使用寿命应至少为 6 个月，且满电情况下应能保证持续工作 7 天。

装有报警功能的节点定位模块在突发故障时，可及时发出预警信号避免故障造成危险。节点定位模块具有自供电系统，可对电压进行检测。另外由于节点定位模块处在易燃易爆环境，因此在其外部添加一个安全装置，以防止闲情发生。给出节点定位模块图如图 3 所示。

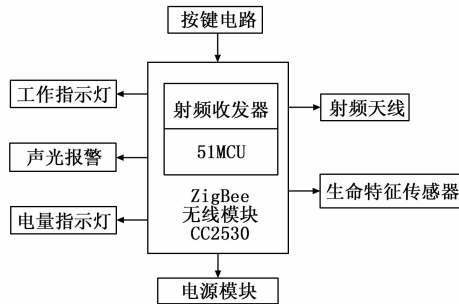


图 3 节点定位模块图

3.4 晶振电路设计

改进的定位系统需要一个精确的时钟源，32 MHz 晶振正是满足该需要的合适设备，其组件中的 CLOCKNCMD 寄存器对时间点进行控制。32 kHz XOSC 适合于 32.768 kHz 上运行，系统稳定的时间精度时钟信号可由该寄存器提供。在系统运行时间校准时，32 kHz RCOSC 运行在 32.753 kHz，改进的定位系统需要两个晶振，分别是 32 kHz 晶振和 32.768 kHz 晶振，给出晶振电路接口如图 4 所示。

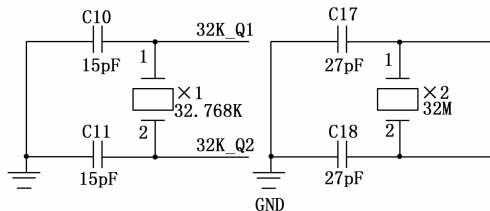


图 4 晶振电路接口

4 系统软件设计

基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统软件部分主要包括成矿信息空间等全经验搜索，找矿信息量加权，矿产资源定位 3 个模型。通过搜索模型搜索出矿产资源分布区域，采用信息量加权模型对搜索矿产资源信息进行加权处理，并使用定位数

学模型对处理后信息进行分析,实现对矿产资源分布区域定位。

4.1 成矿信息空间等权经验搜索模型

采用地质专家总结找矿标志的组合,完成定位区域中满足条件的人工交互式搜索^[8]。在矿产资源分布区域定位中,矿床专家对矿床成矿模式进行深入研究,总结出区域性的找矿标志组合;还可以通过对探、物、化数据进行成矿信息的提取,并总结出直接或间接的找矿标准。第一步是将含有满足标准的找矿标志标注出来,传统方法是根据透明纸,通过人工叠置完成的,成矿信息空间等权经验搜索模型解决了上述问题,满足区域成矿分析的定位预测,每个找矿标志在分布区域交互搜索的过程中都是等权的,可以使用GIS开发,通过计算机程序将满足所有定位条件的区域标注出来。按照用户搜索习惯,提供了空间数据库表达式搜索法和图形交互搜索法两种不同形式的搜索方式。

空间数据库表达式搜索法是通过用户交互选择或者删除的一些找矿标志^[9],通过空间折叠对定位区域进行分析,并圈定有利区域。图形交互搜索法是通过计算机显示地质图上的某一重要区域。并圈定已知的定位区域,最后根据工程中的标志专题圈定相似的定位区域。

成矿信息空间等权经验搜索模型的具体步骤如下:

- 1) 构建区域定位工程,模型可以将GIS空间多元信息有规则的嵌入到定位系统中。
- 2) 构造区域定位标志专题。根据属性将有用的岩性专题从地质专题中提取出来,或通过缓冲区的分析,确定断裂构造造成的影响带。
- 3) 区域定位标志的取舍和选择,确定矿靶区圈定的找矿标志组合。
- 4) 采用交互对话的方式将有利的靶区圈定起来。

4.2 找矿信息量加权模型

基于GIS矿产资源分布区域定位系统包括证据加权和找矿信息量两种模型。找矿信息加权模型对分布区域控矿因素的重要性没有要求,找矿信息加权模型使用统计学的方法对矿产分布关系和地质因素进行研究,以统计学作为出发点,在统计出分布区域内地质标志存在的同时可以得到矿产资源的面积。矿产与标志同时出现的概率越大,找矿的意义越重要,找矿信息量计算中的权值越大。将各个统计单元的找矿信息因子进行加权综合,可以得到不同级别的矿产资源远景区。

找矿信息量加权模型的具体步骤如下:

- 1) 构建区域定位工程,将所有与矿产和地质相关的专题数据放在矿产工程中。
- 2) 选择要定位研究的地质信息。
- 3) 将定位研究区划分为一定的统计单元。
- 4) 搜索各分布区域中标志存在的单元数和矿产资源点存在的单元数,计算各个因素的权重。
- 5) 计算分布区域内统计单元的综合权重。
- 6) 使用等线值和色块图体现单元

找矿信息量的有利度。

4.3 矿产分布区域定位数学模型

在矿产资源分布定位中,基于GIS矿产资源分布区域定位系统采用矿床定位特征分析模型并与GIS图形相结合。

其中特征分析主要是用来圈定远景图,是对矿产资源分布区域进行定位的多元统计分析的方法^[10],通过对分布区域内已知单元的研究,明确地质变量之间的联系,建立指定类型的矿床定量模式。在进行定位时,对比分布区域的地质特征和模型,根据相似度确定定位对象成矿的可能性,并圈定出有利成矿的远景区,用来解决矿产资源定位的问题。

设 m 代表的是分布区域内地质变量的个数,并对定位单元 n 进行赋值,形成 $\mathbf{X}_{m \times n}$ 矩阵。通过 \mathbf{X} 计算分布区域内各个变量的权,由变量权的大小得到分布区域内成矿的有利度。

$\mathbf{X}_{m \times n}$ 矩阵中的每一列都属于一个变量, r_{ij} 表示的是第 j 个变量和第 i 个变量对应元素乘积的和,计算公式如下:

$$r_{ij} = \sum_{k=1}^n x_{ki} x_{kj} = x_{1i} x_{1j} + x_{2i} x_{2j} + \dots + x_{mi} x_{mj} \quad (1)$$

由分布区域的变量权,可以得到成矿的有利度,计算公式如下:

$$y_i = a_1 x_{i1} + a_2 x_{i2} + \dots + a_m x_{im} \quad (2)$$

式中, y_i 代表的是联系度或关联度,是分布区域内第 i 个单元在 m 个变量上的值, y_i 是用来表示分布区域内矿化信息的综合指标,对 y_i 进行研究可以确定分布区域内成矿数值的范围,形成找矿的标准,确定分布区域内有利成矿的远景地段分布。

5 实验结果分析

为了验证基于GIS矿产资源分布区域定位系统的性能,分别对系统的比特率,系统能耗,定位精度及定位密度四项指标进行实验,采用500G硬盘,USB 3.0驱动机箱,Windows 7.0系统,Intel i5 3240CPU,双热管AVC凌雪SP01散热器等,对基于GIS的定位系统性能进行验证。实验描述如下:

通过对比系统的比特率,验证基于GIS矿产资源分布区域定位系统的性能,比特率指的是系统每秒传送的比特数,比特率越高,系统传送数据的速度越快。分别采用改进定位系统和文献[5]定位系统、文献[6]定位系统进行测试,对比结果如图5所示。

分析图5(a)可知,改进定位系统的视频比特率最高达到3000bps,最低为1500bps,频谱密集波动快。分析图5(b)可知文献[5]定位系统的视频比特率最高达到2700bps,最低为1400bps,频谱较为密集波动慢。分析图5(c)可知文献[6]定位系统的视频比特率最高达到2400bps,最

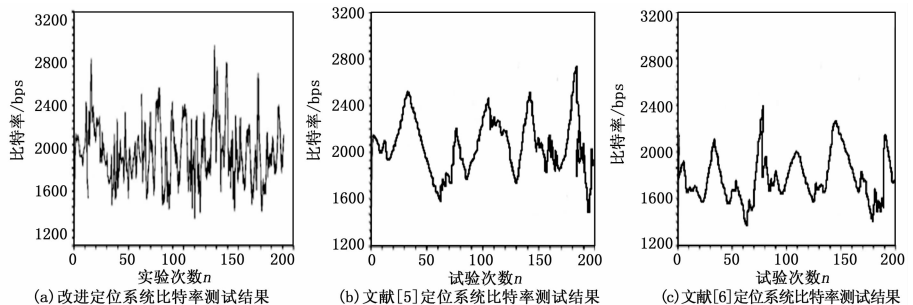


图5 3种定位系统比特率测试结果

低为 1 300 bps，频谱稀疏波动迟缓。对比图 5 (a)、(b)、(c) 可知，改进定位系统的比特率最高值和最低值均高于文献 [5] 定位系统和文献 [6] 定位系统的比特率，且该改进定位系统频谱最密集波动最高，即单位比特率越高，系统的数据传输速度越快，通过测试可知，改进定位系统的数据传输速度快，可用性较高。

通过对比改进定位系统和传统定位系统运行能耗情况，验证基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统性能。将一个矿产资源分布区域定位过程分为 4 个上传周期，依据节点定位模块对系统运行能耗的处理，得出以下实验结果，如图 6 所示。

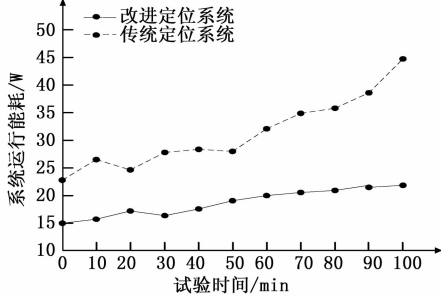


图 6 两种定位系统运行能耗对比结果

观察图 6 可知，使用传统定位系统进行定位，系统运行能耗的起始损耗达到 23 W，当试验时间达到 100 min 时，能耗为 47 W，且随时间大幅度增长，其运行能耗较大。使用改进定位系统进行定位，系统运行能耗起始损耗仅有 15 W，当实验时间到 100 min 时，能耗只有 20 W，远远小于传统定位系统的运行能耗。且由图 6 可看出，改进定位系统的能耗曲线虽然持续上升，但相比传统定位系统，上升幅度缓慢，充分说明改进定位系统的运行能耗低。

为了进一步验证基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统性能，采用改进定位系统和传统定位系统对从东经 95°，北纬 33°到东经 97°，北纬 35°区域进行定位测试，三角形代表实际定位点，测试结果如图 7 所示。

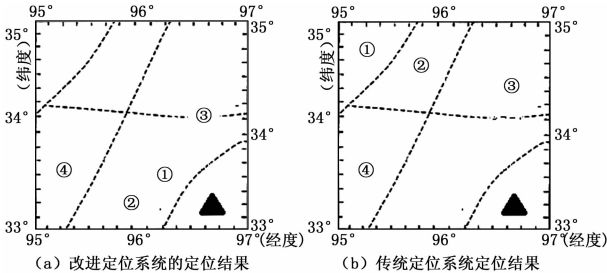


图 7 两种定位系统的定位结果

观察图 7 (a)，图 7 (b) 可知，两个系统均进行四次定位实验，获得 4 个定位点。使用改进定位系统定位，前 3 个点距离实际定位点近，虽然第四个定位点稍有偏离，但总体定位较为准确，坐标偏离度低。传统定位系统对矿产资源区域进行定位时，4 个定位点距离实际定位点远，且定位坐标分散，即定位准确性低，坐标偏离度高。实验结果表明，使用改进定位系统定位准确度要远远高于传统定位系统

的定位准确度，充分说明基于 GIS 矿产资源分布区域定位系统的定位精度高。

对比改进定位系统与传统定位系统在同一分布区域进行定位密度的测试，测试结果如图 8 所示。

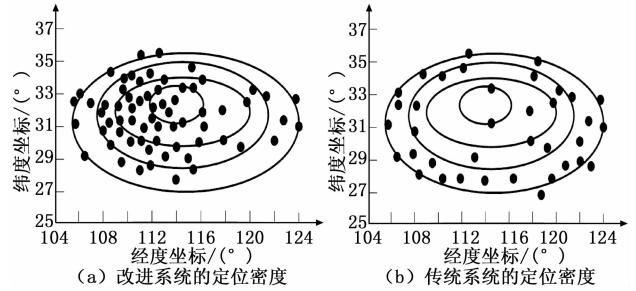


图 8 两种定位系统的定位密度

对比图 8 (a) 和图 8 (b) 可知，对同一分布区域进行定位时，改进定位系统的定位点较多且分布紧凑，定位密度较大，传统定位系统的定位点较少，且分布较为零散，定位密度较小。由此充分说明，改进定位系统使用 GIS 对矿区进行定位，定位密度大、精度高。

6 结论

实验结果表明，该系统比特率最高达 3 000 bps，最低为 1 500 bps，其数据传输速度快，运行能耗低，在同一分布区域内定位密度大，且定位精度高。使用该系统对矿产资源分布区域定位，充分满足分布区域定位的需要，具有较好的实用性和创新性。

参考文献：

- [1] 马青莲, 高端涛, 陈学俊. 基于 GIS 的通用岩土工程勘察数据库系统的设计 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (15): 119-121.
- [2] 冯 亮. 差异分布式存储系统资源调度的优化仿真 [J]. 计算机仿真, 2016, 33 (3): 343-346.
- [3] 徐奇栋, 吕启全, 廖福源. 基于灰色系统理论对矿产资源需求的预测研究——以浙江省为例 [J]. 科技通报, 2016, 32 (10): 17-20.
- [4] 胥迎红, 王京彬, 黄行凯. 加拿大 Hawk Ridge 铜镍成矿带 Cu、Ni 元素分布分配特征及其指示意义 [J]. 科学技术与工程, 2017, 17 (4): 137-142.
- [5] 余淑均, 段亚敏. 矿产资源宏观调控政策效果评价研究 [J]. 武汉科技大学学报, 2017, 40 (3): 234-240.
- [6] 吴安兵, 郭科, 柳炳利. 基于灰色-模糊理论的矿产资源地质勘查评价——以藏中地区为例 [J]. 金属矿山, 2015, 44 (3): 133-137.
- [7] 虞尚智. 模糊云计算环境下特定数据目标资源识别定位 [J]. 科技通报, 2015, 31 (10): 157-159.
- [8] 杨震宇, 李德辉, 张皓博. 嵌入科技园的研发中心资源需求定位研究 [J]. 科学与科学技术管理, 2015 (6): 69-80.
- [9] 汪佑德. 我国自然资源资产负债表的定位策略 [J]. 统计与决策, 2017 (12).
- [10] 黄 虎, 汤 惠. 一种金属物体探测定位系统装置的设计 [J]. 电子技术应用, 2016, 42 (3): 54-56.