

# 地磁信息系统的设计与实现

杨祖虎<sup>1,2</sup>, 钟耳顺<sup>1</sup>, 戎 恺<sup>1,2</sup>

(1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:**以中国地磁信息系统(CGGIS)研制为例,探讨了其管理和分析的可行性。结果表明,地磁GIS系统,不仅能够有效地管理海量地磁相关数据,而且,可方便直观地再现地磁观测数据,有效地整合地磁相关空间数据并且充分地发掘地磁场变化规律,是一种值得进一步深入研究和应用的空间型地磁信息系统。介绍了系统的网络结构、总体结构和功能结构设计以及系统特色功能(如地磁测点点志记功能、测点辅助设计功能,地磁模型成图功能等)。

**关键词:**地磁; GIS; 设计

**中图分类号:** P318; P208

## 1 引言

利用地磁要素及其年变率的地理分布可以研究地磁场及其长期变化的时空分布规律,研究地磁场的构成及其起源,地壳结构及地球内部物质的运动、太阳风与地磁场的相互作用等。地磁数据对于导航、地球物理探矿等也是不可缺少的基本资料。

目前,GIS技术已广泛地应用于资源调查、环境评估、区域发展规划、公共设施管理、交通安全等领域<sup>[1,2]</sup>。在地震领域,GIS在地震破坏和损失评估方面也取得了成功的应用<sup>[3,5]</sup>。但是,在地磁数据管理方面,GIS还未受到足够的重视。因此,研究如何基于现有的中国地磁数据库建立相应的GIS系统具有重要的理论意义和应用价值。本文具体介绍了地磁信息系统的设计和实现过程。

## 2 系统总体结构设计

整个系统设计为典型的C/S结构。前端为运行本系统的客户端,可以同时有多个客户端程序在不同的机器上运行,它们通过局域网共享存储于服务器端的Oracle数据库中的数据。

系统是通过100兆以太网将所需的设备连成一个局域网络的。通过网络,多台客户端机器共享同一台服务器上的数据,也共享局域网内的打印机

和扫描仪作为系统的输入、输出工具,从而达到数据和资源共享的目的。

必要时也可与数据库和客户端程序安装在同一台高性能的PC机或笔记本上以便在脱离局域网的单机环境下系统还能正常运行。地磁信息系统由数据库、基础软件平台和应用程序三部分组成。从整体上划分为三层,即应用程序层、开发平台层和数据提供层。其中,应用程序层为用户提供了友好的用户界面。用户通过它同系统进行交互,实现对地磁数据的查询、显示、制图、打印、模型分析和地磁测点辅助设计等功能。

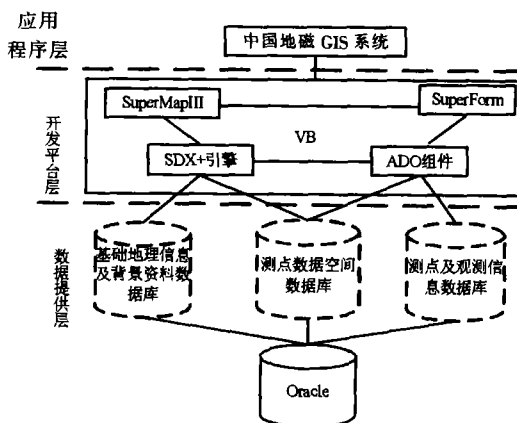


图1 系统总体结构

Fig.1 The Architecture of CGGIS

数据层是系统的数据提供者,数据库中的数据

收稿日期:2003-12-26; 修回日期:2004-06-16.

资助项目:科技部社会公益研究专项资金项目“地球现代磁场监测与地磁基础数据积累”

作者简介:杨祖虎(1978-),男,博士研究生,现在中国科学院地理科学与资源研究所,攻读地图学与地理信息系统博士学位,主要研究方向是地理信息技术应用与开发,已发表论文2篇。

逻辑上可以划分为基础地理信息及背景资料数据库、测点数据空间数据库、测点及观测信息数据库 3 个数据库,物理上可以共存于一个数据库中。其中基础地理信息及背景资料数据库存储的是中国背景地图数据及中国历代地磁图和航磁图等地磁背景数据,这些数据起到为系统提供背景信息的作用;测点及观测信息数据库存储的是测点的属性信息、历年的观测数据以及此次地磁项目野外观测实时返回的数据。测点数据空间数据库存储的是所有测点及通化台的空间数据,它们以空间数据表的形式存储于数据库中。这些数据既能以空间数据的形式叠加显示于地图窗口上,进行空间显示、空间分析和模型分析,又可以通过关联字段与测点及观测信息数据库中的测点信息和观测信息进行关联查询分析。

目前,已经过矢量化进入系统的中国地磁数据有 1970 年的总强度、磁偏角和磁倾角的等值线和等变线数据;中国航磁图有 1989 年的航磁异常等值线和航磁面数据。作为底图的中国背景图数据有 1:25 万中国基础地理要素数据,包括行政区划、水系、交通和地形 DEM 数据等。由于野外观测工作还未全部结束,因此测点数据库中的数据总量还不便统计。观测数据由地磁台站或野外测量队提供,可以随时添加新的观测数据。

系统所使用的数据一共占 10 GB 左右的磁盘空间。由于所有的数据通过系统提供的工具都可进行添加、修改和维护,所以随着地磁图项目的进行,将还有源源不断的数据加入进来,数据量还会不断地增长。

在应用程序层和数据提供层中间是开发平台层。它是由系统开发所采用的一系列关键组件组成,其核心是 SuperMapIII 组件,此外还有动态表单制作工具 SuperForm 组件及空间数据库引擎——SDX+引擎和数据库开发组件 ADO 控件。它们在一个统一的集成开发环境 VB 6.0 中集成,形成开发平台层。

### 3 系统功能模块结构与应用分析

在系统总体结构设计的基础上,成功地开发了地磁 GIS 系统,其主要由 4 个模块组成(见图 2)。

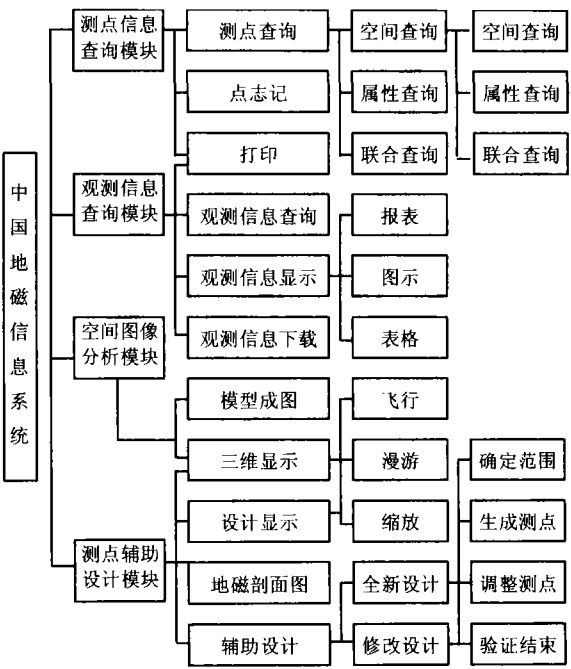


图 2 系统的功能结构

Fig.2 The Function Architecture of CCGIS

(1)测点信息查询模块:旨在查询与定位所有地磁测点。该模块可以方便、直观地查询指定条件的测点,并在地图上定位显示,同时可以显示地磁测点与其通化台之间的连线图以及叠加相关的地球物理图件,以直观地展示地磁测点的空间分布,并形象地表示出每个测点所在的地磁背景环境以及测点-通化台关系。

测点信息查询模块还提供了电子点志记功能。原始的点志记方式是为每个测点建立一个记录卡片,把测点相关的信息记录到卡片上,方便查阅测点信息时使用。

(2)观测信息查询模块:是在测点查询的基础上实现的,查询出符合条件的测点后,可以通过测点报表、图示或表格等多种方式显示单个或全部测点的观测信息,包括 F、D、I 值观测数据,F 点位差仪器差数据,GPS 数据,总强度 F 梯度数据,通化台数据等。此外,对查询出来的观测信息还提供下载功能。下载的数据以约定的格式存储在文本文件里,用户可以用这些数据来进行分析运算,从而达到从系统获取数据的目的。

(3)空间图像分析模块:主要是根据地磁测点的实测数据自动生成地磁等值线图。传统的绘制地磁等值线图的方式是人工计算手绘的,而利用GIS

的空间数据插值功能,可以进行空间插值计算并自动生成等值线图。为了验证、对比实测的等值线图,该模块还提供了根据现有的地磁场数学模型生成等值线图的功能。所有生成的等值线图都可以用 GIS 图层的形式在地图窗口中显示,并可以与基础地图数据进行叠加显示,从而实现对比分析。

(4)测点辅助设计模块:是系统的核心功能模块之一,主要目的是为地磁测点的合理选点,提供空间决策支持。系统借助一系列辅助设计向导,引导用户进行地磁测点的设计。可以交互式地设置测点设计所需要的参数。通过该模块,用户随时都能通过地图看到整个设计过程中每一步所产生的结果;而且借助于 GIS 的空间分析功能,系统随时可以根据用户设定的规则验证测点设计的合理性。对于违反规则的测点,系统将自动报告错误,并且能够定位到错误的具体原因;系统还可以智能地、自动计算新设计测点的某些必要属性,如所在行政区、推荐通化台等;最后,系统还提供了验证测点设计的功能,对每次设计的测点的合理性进行评价。

对于辅助设计的结果,系统能够自动产生设计报告,并且提供将设计结果下载保存的功能,以便在设计结束后能够获取设计结果并进行进一步的修改、分析。

地磁测点辅助设计功能很好地将 GIS 平台的分析功能和地磁专家知识结合起来完成地磁测点的设计,改变了以往在纸图上进行地磁测点设计的传统方式,大大地提高了地磁测点设计的速度和准确度:

①GIS 平台用信息量大、可无级缩放电子地图代替了传统的纸质地图,为专家进行地磁测点设计提供了丰富的地图背景数据和地图量算工具,大大地提高地磁测点设计的效率;

②GIS 平台提供了丰富、快速、自动化的空间分析功能,为地磁专家进行地磁测点设计提供了智能化的检验功能。如通过 GIS 平台的空间叠加分析功能,地磁专家能够很快地确定每个新设计的测点是否落在了不符合条件的空间范围内;通过地形分析功能可以快速检测出测点是否落在坡度不适合建

站的地方;

③GIS 平台方便地提供地图量算工具,提高了地磁测点设计的准确度。

目前,地磁测点辅助设计功能已经在中国地磁图野外测点设计中成功地得到了应用。

## 4 结语

(1)长期以来,地磁基本数据的积存形式,基本是传统的纸介质和照相记录。地磁基本数据的数字化、数据库和互联网技术的应用,是其一新应用发展方向。建立中国地磁相关数据库可以有效地把在项目进行过程中产生的数据存储起来,而在数据库基础上建立的 GIS 系统则使得广大地磁科研人员对数据库中的数据进行进一步应用成为可能。

(2)在地磁数据库的基础上,建立地磁信息系统为地磁研究提供了一个对地磁测点设置、分析、地磁制图等先进手段。

(3)地磁信息系统的成功实施为今后同类系统的建设提供了一个很好的示范,能够将地磁空间数据和地磁观测信息一体化地存储到大型关系型数据库中。这样开发出来不仅能够方便快速地检索大量的地磁观测信息,而且可以充分开展地磁测点的管理、地磁观测信息的查询,发挥 GIS 的空间可视化和空间分析功能。

## 参考文献

- [1] 陈述彭,鲁学军等.地理信息系统导论.北京:科学出版社,2000,1~3.
- [2] 郭伦,刘瑜等.地理信息系统原理、方法和应用.北京:科学出版社,2001,17~19.
- [3] 陈颙,李革平等.地理信息系统在地震破坏和损失评估中的应用.地震学报,1998,20(6):641~646.
- [4] 李杰,江建华等.基于 GIS 的城市地震次生火灾危险性分析系统.地震学报,2001,23(4):420~426.
- [5] 丁军,王丹. GIS 在地震灾害调查中的应用.地质灾害与环境保护,1996,7(2):1~5.

## The Design and Realization of China Geomagnetic GIS

YANG Zuhu<sup>1,2</sup>, RONG Kai<sup>1,2</sup>

(1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** This paper explores the feasibilities of applying GIS to the management of geomagnetic related information, taking the design and realization of the China Geomagnetic Geographic Information System (CGGIS) as an example.

It introduces the brief design process, including the network structure, logical structure and functional structure of the system. It also describes some of the key functions that have been successfully realized, such as the E-card function of the geomagnetic observation station, the GIS aided location design function of the geomagnetic observation stations, and the geomagnetic model visualization function, etc.

The result shows that the database and its application system based on GIS technology not only can manage the related geomagnetic chart data of sea-amount efficiently, but also can be helpful to present the obtained geomagnetic data expediently and directly, integrate the related spatial data efficiently and discover the hidden laws concerned the geomagnetic field. Such a Spatial Enabled Geomagnetism Information System (SEGIS) deserves further research and application.

**Key words:** geomagnetic; GIS; design

---

上接 P79

## The Research of Database-based Storage for Spatial Data

MAO Xiancheng, PENG Huarong

(Central South University, Changsha Hunan 410083, China)

**Abstract:** The handling of spatial data is a key issue of Geographic Information System (GIS). The spatial data can be analyzed and applied when stored and operated in GIS. So, it is important for GIS to store and manage spatial data. At first, this paper introduces the present research status, then analyses ESRI's Spatial Database Engine (SDE) and MapInfo's SpatialWare. It is concluded that the development direction that spatial data and attribute data are managed under Database Manage System (DBMS) is a necessary trend for unified storage and management. Then, depended on the practical technology, the paper discusses storage models of spatial data, and points out a good storage model is Relational Database Manage System (RDBMS) or Oriented Relational Database Manage System (ORDBMS). So, a data model of spatial graphical data storage in RDBMS is presented in this paper. Finally, in light of this model, the paper analyses a relational spatial-data structure based on SQL Server.

**Key words:** GIS; spatial-data model; relational database; spatial-data structure