

文章编号:1001-4810(2004)04-0328-07

中国洞穴石笋信息管理系统的开发与应用^①

杨 琰^{1,2}, 袁道先¹, 覃嘉铭¹, 林玉石¹, 张美良¹

(1. 国土资源部岩溶动力学重点实验室, 广西 桂林 541004; 2. 中国地质大学研究生院, 湖北 武汉, 430074)

摘 要:随着全球气候变化研究的逐步深入, 洞穴化学沉积物在重建古环境中的作用受到越来越多学者的重视, 它是一种不可多得的古环境信息载体。我国学者从事洞穴沉积物古环境重建工作已有 20 多年, 已取得大量的石笋记录数据。本信息管理系统主要收集中国南方、北方已有的石笋记录数据, 并分析汇总成库, 可以较方便地满足国内外从事洞穴石笋古环境重建研究者进行数据查询分析, 以实现科技资源共享。

关键词:洞穴; 石笋; 信息管理系统; 数据库

中图分类号: P931.5; TP311 文献标识码: A

0 前 言

随着全球气候变化研究的逐步深入, 洞穴化学沉积物在重建古环境中的作用受到越来越多学者的重视, 与其它自然材料相比, 洞穴滴石石笋具有分布广、时间跨度大、生长机制对环境敏感、适用于 TIMS 测年等特点, 已经使其成为继黄土、冰芯、树木年轮之后又一种不可多得的古环境信息载体^[1,2]。

我国学者从事洞穴沉积物古环境重建工作已有 20 多年^[1,2], 特别是以袁道先院士为首的科研群体在我国西南岩溶地区完成的工作, 已取得上万个古气候信息记录数据。在北方岩溶区以及长江中下游岩溶区也有很多学者从事大量工作^[1,2]。面对如此大量的石笋记录数据就迫切需要一个平台来对此进行收集归类, 实现数据共享。由此初衷, 我们建立了初步的中国洞穴石笋信息管理系统, 以 Access2002, VB 等为主要支撑软件, 并结合一些应用软件, 如 MapInfor, Grapher, Origin 等, 力图在进行数据管理的同时, 能进行必要的数据处理和图形处理^[3]。本信息管理系统主要收集中国南方、北方已有的公开发表文章的石笋记录数据, 并分析汇总成库, 可以较方便的满足国内外从事洞穴石笋古环境重建研究者进行数据查询分析, 以

实现科技资源共享。本数据库以国土资源部岩溶动力学重点实验室的石笋数据为基础, 另外通过网络^[4]以及其它研究者的提供, 已收集 15 个洞穴、27 根石笋的详尽资料, 记录年限从现今到 192.8ka B. P., 记录洞穴及石笋信息数据资料约 26600 条。

1 系统设计的基本思想

一个洞穴石笋信息系统包括的信息十分广泛, 其中包括洞穴的基本信息、石笋的基本信息、石笋所记录的各种环境信息以及对这些信息的诠释。因此, 要对这些信息进行管理, 并应用于分析统计或图形处理, 就必须建立一个能对多种来源的数字、文字、图形数据提供自动或交互式方式的输入、输出和交换能力的系统。同时, 该系统还应具有合理的空间数据结构, 能对数据进行灵活、有效地存储、检索和更新, 能对数据进行各种空间分析、统计分析或计算, 并提供多种形式(图形、图像、表格、数字)的输出。以 Access2002, VB 等为主要支撑软件, 并结合一些应用软件可以实现上述基本思想。通过系统的总体界面(图 1)可以较方便地实现上述功能的转换。

利用数据库对洞穴石笋信息进行管理的优势在

① 基金项目: 国家自然科学基金项目(No:40231008); 科学技术部项目(No. 2003DEB6J096)

第一作者杨方数据(1976—), 男, 博士生, 主要从事古环境重建研究。E-mail yy2954@tom.com。

收稿日期: 2004-08-17

于:(1)便于数据完整保存:可以将原来分散的、来源不同、数据结构类型不同的信息保存在相应的表格中,记录信息翔实全面。(2)便于查询和分析统计:Access2002 本身提供了强有力的统计分析工具,可以准确、灵活、方便地对特定的数据进行查询和分析。(3)便于数据协调统一:建立各数据表之间的相互关

联,比如一对多或多对多关系。当需要改动某数据表中的信息时,其它相关数据表可以同时自动相应改动。该洞穴石笋信息管理系统界面友好,功能较强,使用方便。可以方便的浏览、输入、查询、打印、修改和删除数据,并可以自动生成所需要的报表。应用宏和 VBA 代码,可以实现数据库的自动运行^[5,6]。

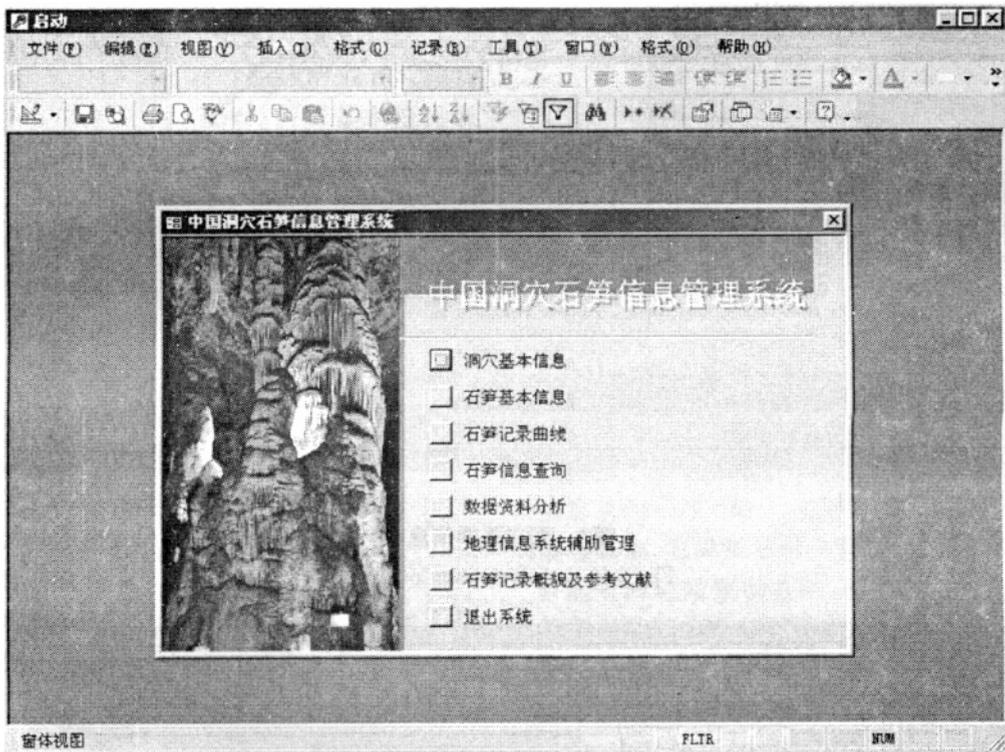


图1 系统的总体界面

Fig.1 General structure of the system

2 系统的基本结构

2.1 系统总体结构

系统基本结构的设计,主要基于上述设计的基本思想。系统总体包括三大方面:输入,包括数据、图形、图像和文字资料的输入;信息系统,是数据库的核心部分,可以实现数据的查询和分析以及洞穴地理信息的整理,该系统的某些功能需要外部应用软件的支持;输出,包括显示、图形影像、数据和文字等。

2.2 数据内容与基本结构

数据库中的数据内容及其结构主要通过数据表来刻画和反映。数据表内容结构的确定是数据库设计过程中的关键。设计时应该首先在草稿纸上草拟并润色设计好基本框架,然后用 Microsoft Access 来实现基本功能。此处,表不应包含备份信息,表间不应有重复信息;如果每条信息只保存在一个表中,只需在一处进行更新,这样效率更高,同时也消除了包含不同

信息的重复项的可能性;如果每个表只包含关于一个主题的事件,则可以独立于其它主题维护每个主题的信息^[5]。基于上述思想并考虑已有石笋数据特点,我们建立了如下一对多链接的7个基本表:

2.2.1 洞穴基本信息表

洞穴基本信息表由13个字段组成(图2),分别为:编号(系统自动编号)、洞穴ID、洞穴名称、地理位置、经纬度、洞口海拔(m)、洞穴发育地层及岩性、洞穴形态及规模、洞内平均温度、地面年均气温(℃)、年均降水量(mm)、洞穴示意图和备注。其中洞穴ID为该表的主键,并且与石笋基本信息表中的洞穴ID一致(主键:表中惟一确定每个记录的字段或字段集^[5])。

2.2.2 石笋基本信息表

石笋基本信息表由11个字段组成(图3),即:编号(系统自动编号)、石笋ID(主键)、石笋名称、洞穴ID、研究单位、主要负责人、石笋高度(cm)、石笋直径、生长位置、石笋图片和备注。

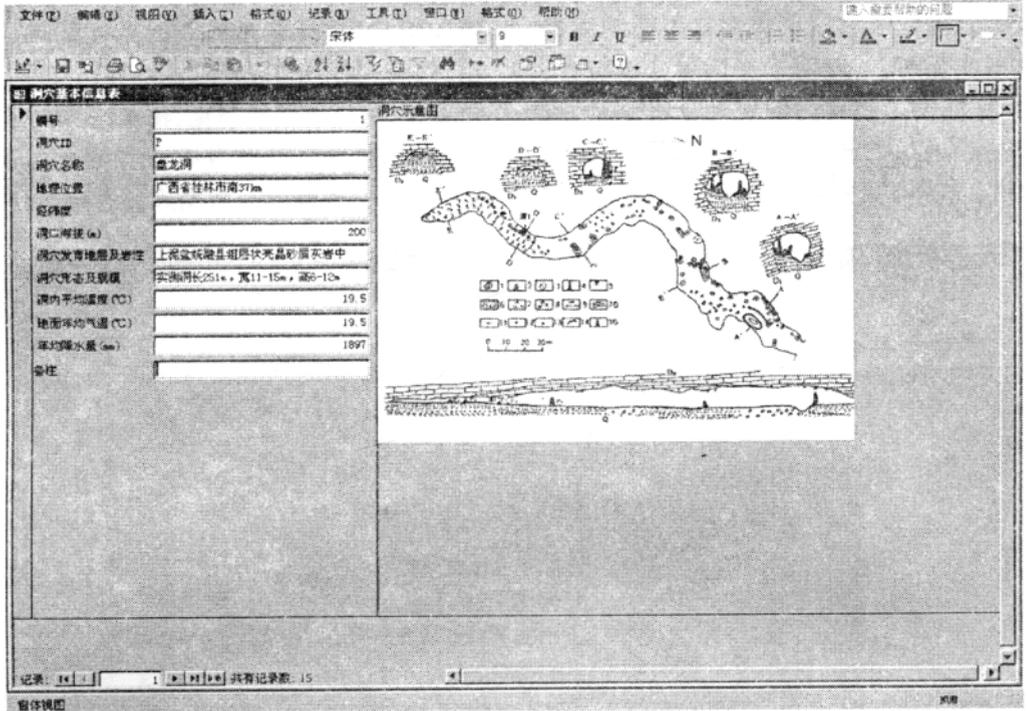


图2 洞穴基本信息

Fig. 2 Basic information of cave

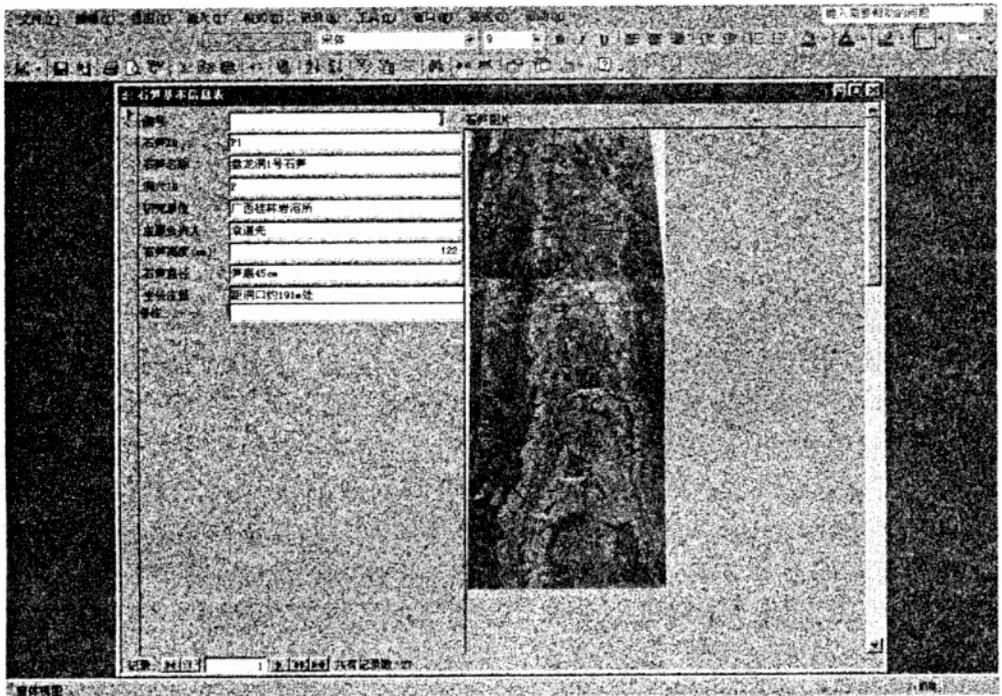


图3 石笋基本信息

Fig. 3 Basic information of stalagmite

2.2.3 石笋年龄数据表

石笋年龄数据表由13个字段组成,即:编号(系统自动编号,主键)、石笋ID(与石笋基本信息表中的

石笋ID一致)、原始编号、年龄数据取样位置(距笋顶cm)、²³⁸U(ppb)、²³²Th(ppt)、²³⁰Th/²³⁸U、δ²³⁴U(‰)测量值、²³⁰Th年龄(ka B. P.,校正年龄)、α记数U系法

年龄(ka B. P.)、AMS¹⁴C 年龄(ka B. P.)、 β 记数¹⁴C 年龄(ka B. P.) 和备注。

2.2.4 石笋碳氧同位素数据表

石笋碳氧同位素数据表由 7 个字段组成,即:编号(系统自动编号,主键)、石笋 ID(与石笋基本信息表中的石笋 ID 一致)、取样位置(距笋顶cm)、年代(ka B. P.)、¹³C(‰,PDB)、¹⁸O(‰,PDB) 和备注。

2.2.5 石笋微量元素数据表

石笋微量元素数据表由 18 个字段组成,即:编号(系统自动编号,主键)、石笋 ID(与石笋基本信息表中的石笋 ID 一致)、微量元素数据取样位置(距笋顶 cm)、年代(ka B. P.)、Mn($\mu\text{g/g}$)、Cu($\mu\text{g/g}$)、Pb($\mu\text{g/g}$)、Zn($\mu\text{g/g}$)、Ni($\mu\text{g/g}$)、Co($\mu\text{g/g}$)、F($\mu\text{g/g}$)、Mg($\mu\text{g/g}$)、Sr($\mu\text{g/g}$)、Ba($\mu\text{g/g}$)、有机碳(%)、Mg/Ca、Mg/Sr 和备注。

2.2.6 石笋微层数据表

石笋微层数据表由 6 个字段组成,即:编号(系统自动编号,主键)、石笋 ID(与石笋基本信息表中的石笋 ID 一致)、年(公元)、沉积趋势矫正后厚度(μm)、重建温度($^{\circ}\text{C}$) 和备注。

2.2.7 石笋数据曲线表

石笋数据曲线表由 5 个字段组成,即:编号(系统自动编号,主键)、石笋 ID(与石笋基本信息表中的石笋 ID 一致)、C—O 同位素曲线、Mg/Sr、Mg/Ca 值变化曲线、有机碳变化曲线。建立石笋数据曲线表的目的是让使用者对数据有一个直观的认识,从给出的曲线中找出自己感兴趣的部分,然后再从数据库中查询所需数据。以上基本表的内容有些方面还不够全面,可以根据实际情况再添加适当字段内容。

上述 7 个基本表的链接关系如图 4 所示,它们之间通过相应的字段建立起一对多的关系。洞穴基本信

息表和石笋基本信息表通过洞穴 ID 字段链接,石笋基本信息表和其它石笋数据记录表是通过石笋 ID 字段链接起来的。整个信息系统表的链接关系简单明了,为系统应用模块的构建打下了良好的基础。

3 系统模块的构建及其功能

3.1 基本信息的录入与维护

在系统总窗体上可选择进行基本信息的浏览和录入功能,主要包括石笋记录概貌、洞穴基本信息、石笋基本信息和石笋记录曲线。在此界面上用户可进行数据的录入,另外还可以进行灵活有效的修改,可随时修正数据,及时更新已变化的各种信息,修改后的数据可随时存盘并被其它功能调用。还可以对无效或不再使用的数据进行删除,但在删除前,为了防止疏忽,系统要求用户确认后才能删除。

3.2 信息查询

信息查询功能是一个数据库的灵魂,也是一个数据库的主要功能所在。通过系统总窗体可以进入石笋信息查询系统(图5),主要包括以下子功能:洞穴基本信息查询、石笋基本信息查询、石笋年龄数据查询、石笋碳氧同位素数据查询、石笋微量元素数据查询、石笋微层数据查询和石笋数据曲线查询。可以通过各查询子系统内的字段进行信息检索,例如:石笋基本信息的查询可以通过石笋 ID、石笋名称、洞穴 ID、研究单位、主要负责人、石笋高度等关键字段来查询。另外还可以联接多个表进行查询,能将多个表或查询中的数据集合在一起来满足用户的需要。图6、图7 为从查询界面进入石笋年龄数据查询子界面进行 D4 石笋(董歌洞 4 号石笋)年龄数据查询的结果,根据用户的需要可以输出为报表、Excel 表格、Microsoft Word 文件和文本文件等。

3.3 数据资料分析

该功能主要是通过界面接口连接外部应用软件(如 Grapher, Origin 等)对数据进行处理,如各种数据信息的曲线分布图的绘制、图形转换、多幅图叠置和多组数据的相关性分析等功能(图 8)。

3.4 地理信息系统辅助管理

该模块主要连接地理信息系统软件 MapInfor,通过各洞穴的经纬度坐标能够把它们叠置在已有的地理信息矢量图上(图 9)。通过地理信息系统的辅助管理可以从宏观的角度来了解各洞穴石笋记录的气候信息,如雨水氢氧同位素的变化与洞穴石笋分布的关系;另外还可以结合已有的大气气候变化模型,从宏观的角度诠释石笋记录的我国东亚季风和西南季风的变化特征。

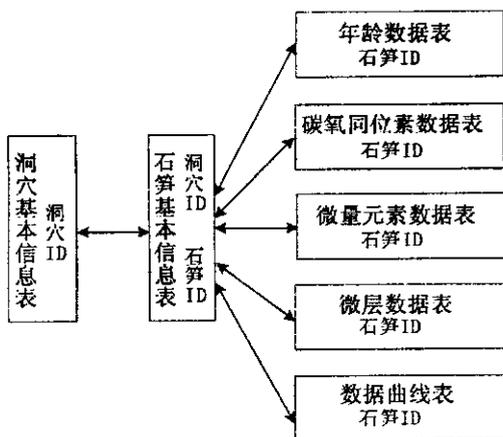


图 4 表的链接关系图

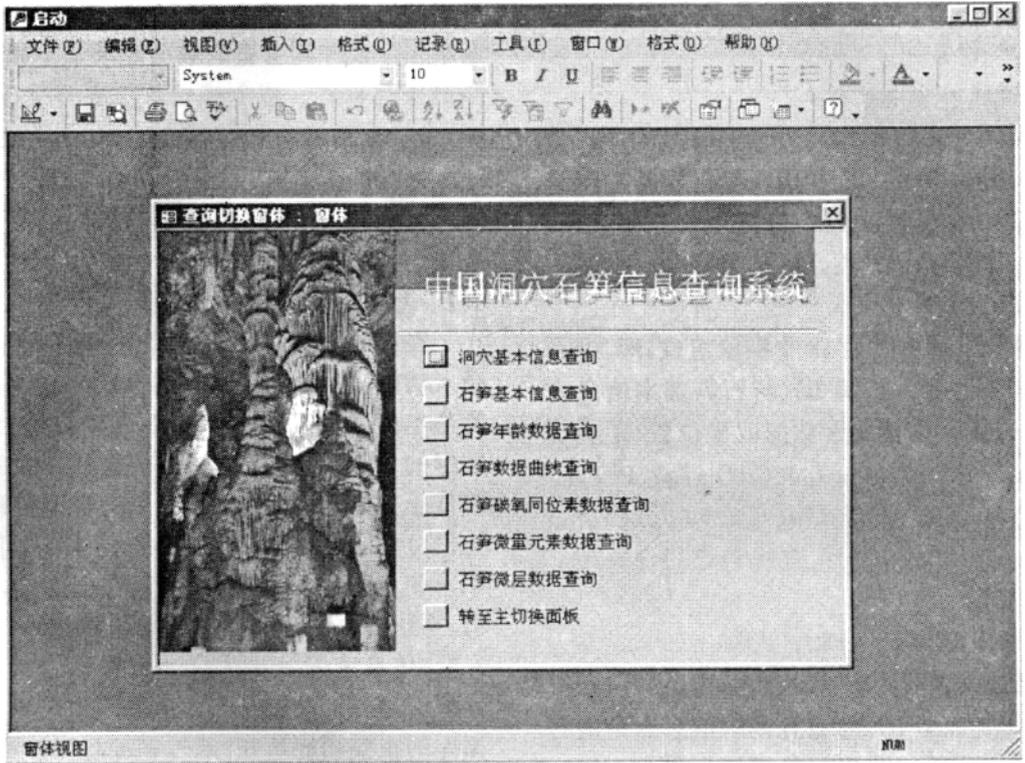


图5 系统查询界面

Fig. 5 Inquiry of the system

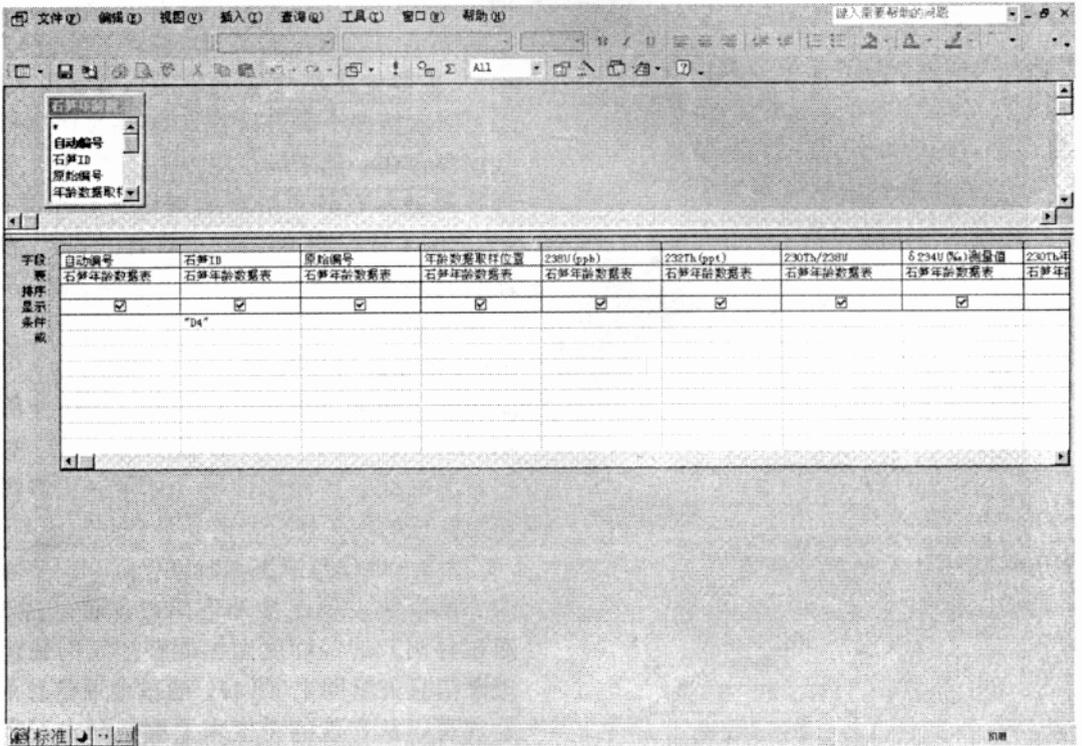


图6 D4 石笋年龄数据查询

Fig. 6 Inquiry for stalagmite D4's age data

石笋ID	原始编号	年龄数据取样位置(距笋顶cm)	238U(ppb)	232Th(ppt)	230Th/232U	δ 234U(‰)测量值±
D4	D4-26		5 600.0 ± 0.5	249 ± 13	0.00147 ± 0.00040	-2.0 ± 1.1
D4	D4-25		11 488.0 ± 0.5	129 ± 9	0.00380 ± 0.00010	-6.9 ± 1.4
D4	D4-24		13 387.2 ± 0.4	316 ± 10	0.00441 ± 0.00023	-5.6 ± 1.7
D4	D4-23		25 438.5 ± 0.3	263 ± 10	0.01430 ± 0.00023	-8.6 ± 1.1
D4	D4-21		30 341.9 ± 1.8	433 ± 11	0.02165 ± 0.00020	2 ± 9
D4	D4-20		45.5 475.7 ± 0.8	208 ± 9	0.03651 ± 0.00025	8.8 ± 2.5
D4	D4-19		47 335.5 ± 0.2	120 ± 8	0.03745 ± 0.00027	0.9 ± 0.9
D4	D4-28		62 507.1 ± 1.2	56 ± 7	0.04798 ± 0.00031	-10.2 ± 1.3
D4	D4-18		86 420.2 ± 5.3	70 ± 8	0.05236 ± 0.00079	-62 ± 16
D4	D4-17		102 443.3 ± 0.3	57 ± 8	0.05839 ± 0.00035	-20.6 ± 0.9
D4	D4-16		122 344.7 ± 0.5	13 ± 9	0.06520 ± 0.00033	-9.4 ± 2.5
D4	D4-15		144 468.0 ± 0.6	213 ± 8	0.07182 ± 0.00034	-23.8 ± 1.8
D4	D4-29		162 486.5 ± 1.0	320 ± 9	0.08038 ± 0.00052	1.6 ± 1.4
D4	D4-13		164 482.2 ± 0.4	116 ± 7	0.08130 ± 0.00032	-12.5 ± 1.0
D4	B6-6		166.8 294 ± 0.54	219 ± 24	0.08664 ± 0.00088	-15.8 ± 1.8
D4	B6-7		169.1 314 ± 0.39	458 ± 15	0.09116 ± 0.00048	-7.3 ± 1.5
D4	B7-8		171.7 372 ± 0.71	217 ± 23	0.09489 ± 0.00094	-7.1 ± 1.9
D4	B7-1		174.2 366 ± 0.45	354 ± 23	0.09879 ± 0.00065	-8.8 ± 1.3
D4	B7-7		178.3 428 ± 0.82	117 ± 23	0.10415 ± 0.00061	-15.6 ± 1.8
D4	B7-2		179.5 386 ± 0.66	465 ± 22	0.10610 ± 0.00062	-27.7 ± 1.6
D4	B7-3		181.2 348 ± 0.59	73.1 ± 23	0.11069 ± 0.00069	-17.6 ± 1.6
D4	B7-6		183.3 372 ± 0.62	23.9 ± 24	0.11350 ± 0.00074	-4.9 ± 1.6
D4	B7-4		184.4 287 ± 0.49	72.3 ± 22	0.11427 ± 0.00077	1.4 ± 1.7
D4	B7-5		186.9 302 ± 0.88	98.4 ± 23	0.11682 ± 0.00074	-9.4 ± 3.0
D4	B8-2		188.6 284 ± 0.52	78.1 ± 22	0.12077 ± 0.00079	-8.3 ± 1.7
D4	B8-3		190.5 259 ± 0.46	397 ± 23	0.12732 ± 0.00073	-5.4 ± 1.8
D4	B8-4		192.1 327 ± 0.52	81.4 ± 23	0.13317 ± 0.00072	0.0 ± 1.5
D4	B8-1		193.5 406 ± 0.55	562 ± 22	0.13511 ± 0.00074	-11 ± 1.4
D4	D4-34		195 356.4 ± 0.7	662 ± 10	0.3116 ± 0.0017	-48.1 ± 1.4

图 7 查询结果

Fig. 7 Result of the inquiry

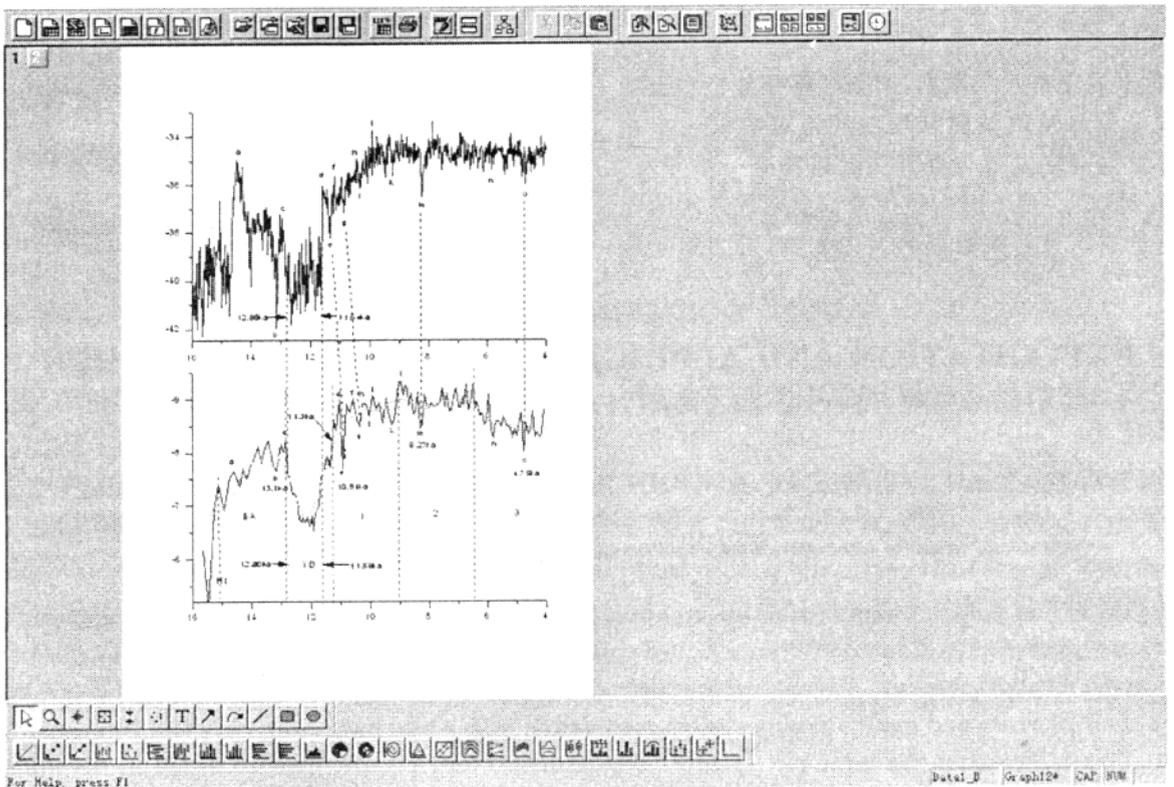


图 8 数据资料分析

Fig. 8 Analysis for data



图9 地理信息系统辅助管理

Fig. 9 Auxiliary management with GIS

4 结 语

中国洞穴石笋信息管理系统的建立在国内尚属首次,这也是信息化发展要求的产物。该系统可以很好的实现石笋数据记录的录入与查询,进行较为简便、快捷的信息分析和处理,为用户节省大量的时间;可以进行石笋古气候信息记录的区域对比,乃至发现科学问题。

该系统尚处于一个尝试阶段,距离一个多功能的信息系统来说还有一定距离,如数据资料分析查询功能、地理信息系统的辅助管理功能还需要进一步完善,另外数据网络发布与查询功能还需进一步开发。随着应用的深入,要不断引进优秀信息管理系统的先进理念,争取同行石笋数据的大力支持,努力建立起

一个比较完善、比较有针对性的石笋信息管理系统,以促进科技合作,最终实现科技资源共享的目的。

参考文献

- [1] 袁道先,刘再华,蒋忠诚,等. 碳循环与岩溶地质环境[M]. 北京:科学出版社,2003:95-177.
- [2] 袁道先,覃嘉铭,林玉石,等. 桂林20万年石笋高分辨率古环境重建[M]. 桂林:广西大学出版社,1999:1-68.
- [3] 袁道先,刘再华,林玉石,等. 中国岩溶动力系统[M]. 北京:地质出版社,2002:34-38.
- [4] WDC for Paleoclimatology Mirror Site: Speleothem (Cave Deposit) Data, <http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/speleothem.html>.
- [5] 廖疆星,张艳钗,肖婕,等. 中文 Access2002 数据库开发指南[M]. 北京:冶金工业出版社,2001:1-380.
- [6] 张树兵,戴红,陈哲,等. Visual Basic 6.0 中文版入门与提高[M]. 北京:清华大学出版社,1999:265-296.

EXPLOITATION AND APPLICATION OF CAVE STALAGMITE INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM IN CHINA

YANG Yan^{1,2}, YUAN Dao-xian¹, QIN Jia-ming¹, LIN Yu-shi¹, ZHANG Mei-liang¹

(1. Karst Dynamics Laboratory, MLR, Guilin, Guangxi 541004, China;

2. School of Graduate, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China)

Abstract: As a rare paleo-environmental information carrier, the speleothem and the effect of speleothem in the paleo-environmental reconstruction are being concerned by more scholars with the development of the global climate change research. Reconstruction for paleo-environment with speleothem has been carried out for more than 20 years and great amount of data recorded in stalagmite have been obtained by scholars of our country. This information management system, which mainly collects the data recorded in the stalagmites from the South and the North of China, analyses the data and designs database. This system or database makes it easy and convenient for the researchers who is engaged in the paleo-environmental reconstruction to inquire related data recorded in stalagmites, realizing sharing science and technology resources.

Key words: Cave; Stalagmite; Information management system; Database