

# 古生物地层数据库建设及其意义

田树刚 王乃文

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

**摘要:**古生物地层数据库建设是一项长期而意义深远的学科基础工程。严格规范建库流程,建立古生物地层数据库数据关系和框架结构,开发运行软件,设置多种查询功能,突出实用性,实现成果共享。在新一代古生物地层资料收集、整理和研究基础上,尝试建立《中国地层标志化石数据库》。利用计算机技术,使资料系统化、标准化和数据化,完善中国年代地层表,统一地层划分对比标准,解决一些科研问题。建设涵盖各地质断代和全国范围的古生物地层学数据库,加强基础学科技术支撑作用,促进学科发展。

**关键词:**数据库;信息建设;古生物地层学;技术支撑

**中图分类号:**P628<sup>+.4</sup> **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2005)04-0706-07

古生物化石是目前最可信赖的地质年代标志。由于同位素测年数据误差及岩石地层单位的相变和穿时性,现存的地质疑难问题多与地层时代不清有关。对古生物地层基础资料定期收集、整理和研究,及时修订完善地层划分对比标准,在指导生产科研活动,促进本学科发展和更好地发挥基础学科技术支撑作用具有重要意义。计算机技术的迅速普及和飞速发展,为收集、整理和研究“浩瀚”而复杂的古生物地层资料带来了有利契机。利用计算机技术,使古生物地层资料系统化、标准化和数据化,实现快捷查询检索,及时更新交流,达到科研成果及时共享<sup>①</sup>。

在开展新一代古生物地层资料收集、整理和研究工作的基础上,尝试建立了《中国地层标志化石数据库》,目前已输入部分数据,在中国地质调查局网站上网发布试运行。现将在建设数据库过程中的认识与体会论述,广泛征求意见,以便对数据库修改完善。

## 1 古生物地层数据库

### 1.1 建库原则

古生物地层数据库是展示古生物学、地层学最新研究成果的计算机信息管理系统。服务对象为整个地质系统的专业人员、领导决策层、古生物地层专业研究人员和野外地质工作者。这就要求古生物地层数据库的框架结构和软件系统突出实用性、人性化强,一切为方便用户服务。即古生物地层专

业表达习惯与计算机编程要求相结合,以属种卡和分带卡的数据集为基础单元,用地层划分对比表形式串联;数据库具多种查询功能,窗体式表达,达到直观、图文并茂和查询快捷;内部实施数据动态管理,能随时修订、及时反馈;软件运行系统兼容性强,有利扩展改造,数据结构合理,最终符合关系型大型通用数据库要求<sup>②</sup>。

在库存数据方面,要求及时掌握学科研究动态,反映最新的古生物分类与地层划分对比标准,忠实详细记述不同的学术观点。实现新一代古生物地层资料收集、整理和研究,数据采集和录入规范化与标准化。资料收集要选择学科发展、地调和科研急需的重要化石门类,涵盖全国从前寒武纪至第四纪的地质断代,吸纳更多造山带、边远地区及不同生物区系和不同沉积相区的资料内容。提高大区间和国内外的地层对比精度,完善地质年代表,修订地层划分对比标准。

### 1.2 数据库类型

基于不同分类标准,数据库类型划分不同。依据使用和发行方式,可以分别建设网络版数据库和单机版数据库。网络版数据库供互联网发布,由于具有足够的运行空间,该类数据库结构和运行软件复杂、库容数据量宏大、设置多种查询功能。目前建设的《中国地层标志化石数据库》属于这种类型。单机版数据库为移动的单台计算机设计,结构和运行软件相对简单,库容量小。但保密性强、建设目的专一,特别方便移动办公和野外地质人员使用。随着移动存储技术的发

收稿日期:2005-06-27;改回日期:2005-07-12

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(1212010511601)资助。

作者简介:田树刚,男,1951年生,博士,研究员,从事古生物地层学、古生态学和层序地层学研究;E-mail:sgtian@cags.net.cn。

表 1 中国古生物重要门类属种数量粗略统计

Table 1 Statistics of the genera and species of important paleontological phyla and classes in China

重要门类 地质断代	菊石	牙形石	有孔虫	放射虫	竹节石	头足类	笔石	三叶虫	床板珊瑚	四射珊瑚	□类	腕足类	双壳类	腹足类	介形类	箭石	叶肢介	昆虫	古鱼类	古脊椎	植物化石	孢粉	轮藻	硅藻	沟鞭藻	超微化石	小壳化石	宏观藻	疑源藻	
第四系			345										240	150	400						115	100	618	100	150					
新近系			558										205	250	350		40				80	115	120	250	100	100				
古近系			845										300	250	300		60				160	135	100		100	100				
白垩系	160		50	50									385	50	350	120	210			80	114	70	204	160		50	50			
侏罗系	130		18	50									520	50	400	160	250			60	95	85	320	130						
三叠系	460	200	100	50									445	320	300		110			25	80	170	100	100						
二叠系	100	180	450	60		50		30	80	280	550	250	165	300	60		90			4	21	160	900							
石炭系	90	250	500	60		50		33	100	860	600	340	88	150	80		10			8		100	1000							
泥盆系	300	220	100	20	120	100	30	70	400	800		270	10	30	20		30			117		20	1000							
志留系		60	10	10		400	500	45	828				25	50						20									150	
奥陶系		300	10	10		600	1000	223	276				28	150						10									150	
寒武系		100				80	40	1972						50													80		220	
元古界																													50	240
合计	1240	1310	2884	330	120	1280	1570	2373	1684	1940	1150	860	2411	1800	2260	280	800			324	310	850	3889	710	866	350	400	80	50	760

展,单机版式数据库会越来越重要。

依据学科分类,可以分别建设古生物学数据库和地层学数据库。前者以化石分类系统为主线,展示化石描述、分类、演化及收藏管理等方面资料,也可按化石门类分别建库,如当前正在建设的《头足动物化石数据库》和《中国化石标本库》等。地层学数据库以地层系统为主线,主要展示地层学最新研究成果和地层划分对比标准,也可按地层学科的不同分支分别建库,比如已经建立的《中国岩石地层数据库》和《中国地层标志化石数据库》。

## 2 资料数据采集标准化

### 2.1 数据源选择

源数据采集对象为已公开发表的论文专著、未发表的研究成果及补充性野外采集资料。由于科研人员的水平不同,掌握基础材料不同及使用研究方法不同,创造出了形形色色的科研成果,并具有各异的学术观点。这些成果积累必须经过过去粗取精、去伪存真的修订和编纂,才能按规定的格式数字化录入数据库。在数据采集过程中,既要反对简单的资料罗列,资料要按统一的划分方案和学术观点编纂;同时也要坚持“百家争鸣”,在“修订与讨论”条目中忠实地反映研究历史沿革和其他学术观点。

古生物地层资料的繁杂和大量积累给建库工作带来了巨大的工作量。据粗略统计(表 1),在中国 13 个含重要化石的地质断代中,有重要地层意义的门类 29 个,大约囊括 33 000 属种,其中地层标志分子约 15 000 个;不同级别的地层分区约 180 个,建立生物地层单位(化石带、组合、群等)约 5 400 个。还有大量化石分类、归属和地层疑难问题亟待解决。作为专业资料性数据库,容纳数据越多,内容越全面,查询机率越

高,应用价值越大。

### 2.2 古生物地层分类、描述和术语的统一

需统一的内容具体在古生物学方面,包括化石分类系统、化石属种描述格式、化石结构构造术语和化石描述形容词等;在地层学方面,需要统一的内容包括地层划分对比方案、地层层型建立标准、地层单位描述格式和图像图表表达模式等。这些都是古生物地层资料表达最基本的内容,但在古生物地层研究历史中从未统一过。由于各研究者认识不同,对各种自然现象的解释不会相同,甚至对形容化石轮廓的“椭圆形”一词,会被描述成除椭圆形之外的卵圆形、长圆形、扁圆形等多种形态。这些内容的不统一不仅造成科学研究的混乱,而且与计算机表达方式“唯一”相违背。



图 1 古生物地层数据库数据采集流程

Fig.1 Data collection flow-chart of the biostratigraphic database

### 2.3 数据采集格式标准化

统一各种文档、条目、图表、图像、多媒体等的编纂格式和字段内容,使之同时符合学科专业和计算机编程的双重表达要求。数据采集以断代门类子库为单位,便于数据采集者分别录入,也易于为了不同使用方式而组合和拆分数据库。将不同属性条目(字段)组合成字集或数据集(地层分带卡和属种描述卡),形成数据库基本查询单元,便于查询阅览和整体调用。规定入库文档和条目的字数、字号和编辑格式,图表样式、字体和内容,以及图像和多媒体的规格、色调和分辨率等。总之,资料采集编纂要体现一切为用户服务,易于信息共享的建设目标。

## 3 数据库建设和软件开发

### 3.1 软件开发及运行平台

数据库或信息管理系统的发展方向是实现不同学科、不同行业、不同层次数据库的联网对接,达到广泛的信息共享。古生物地层数据库建设和软件开发既要考虑到行业发展和数据库扩展改造,也要考虑适应不同数据采集者和用户的计算机设备、使用软件和操作水平参差不齐的情况。这就要求数据库开发软件具有最普遍兼容性。

已建成的《中国地层标志化石数据库》(网络版)具 B/S 结构,应用服务器采用 Windows 2000 Advance Server 网络操作系统作为平台支撑,数据库管理系统采用北京人大金仓公司研发的大型网络关系数据库软件 Kingbase ES (企业版)支撑。用户端不须安装专门运行软件,直接通过互联网浏览器(如 Internet Explorer 等)访问数据库,方便用户查询。对用户设备配置要求也较低,安装 Windows 95、98、2000、Xp,以及 Windows 简化程序(掌上电脑使用)的 PC 计算机均可使用,满足流动办公、数字填图的需要。

为保证数据库编程的规范化,网页和界面制作美观大方,采用最新而广泛应用的开发软件。应用面向对象(OO)设计与实现技术,采用 ASP 及 MS Visual C++ 编程保证系统代码的健壮,网页采用 Macromedia 公司的 DreamWeaver MX

表 2 化石分带资料 FEN.DBF)代码

Table 2 Field codes of fossil zones (FEN.DBF)

序号	字段代码	字段名称	字段类型和长度
1	ZID	分带卡号	INT (12)
2	ZNAME	化石带名称	NVARCHAR (50)
3	CLASS	化石类别	NVARCHAR (10)
4	NATURE	化石带性质	NTEXT
5	MAKER	创建者	NVARCHAR (50)
6	ZTIME	创建时间	DATETIME (10)
7	OCCUR	时代层位	NVARCHAR (50)
8	DEFINE	创建定义	NTEXT
9	REVISE	修订与讨论	NTEXT
10	MREFER	主要参考文献	NTEXT
11	OREFER	原始参考文献	NTEXT
12	AREA	产地分布	NVARCHAR (50)
13	OTHER	其他	NTEXT

制作。

### 3.2 数据库编程规范化

这是数据库软件开发的最基本保证,决定数据库建设能否顺利完成和今后扩展改造。主要内容包括编程语句、编码的规范化,如语句长度、注释、常(变)量定义、命名等;各类字段名称、性质、代码、和字节的统一;数据库结构构造、查询窗体、查询方式的规范化,以及数据录入、存储和流通是否符合关系型大型通用数据库要求<sup>④</sup>。

### 3.3 严格数据库建设流程

表 3 属种描述资料 SHU.DBF)代码

Table 3 Field codes of data of genus-species description (SHU.DBF)

序号	字段代码	字段名称	字段类型和长度
1	FID	属种卡号	INT (12)
2	FNAME	属种名称	NVARCHAR (50)
3	CLASS	化石类别	NVARCHAR (10)
4	SYSTEM	分类位置	VARCHAR (300)
5	AREA	地层分区	VARCHAR (20)
6	SAME	同义名录	NTEXT
7	IMAGE	标本图像	NTEXT
8	DESCR	特征描述	NTEXT
9	MAKER	命名者	VARCHAR (20)
10	FTIME	命名时间	DATETIME
11	DISTR	产地分布	NVARCHAR (200)
12	OCCUR	时代层位	NVARCHAR (20)
13	OREFER	原始文献	NTEXT
14	REVISE	修订与讨论	NTEXT
15	KWORD	特征关键词	NVARCHAR (50)
16	MREFER	主要参考文献	NTEXT

表 4 地质断代代码

Table 4 Field codes of geological ages

地质断代	代码	地质断代	代码
海相第四系	MQ	元古界	PT
海相新近系	MN	陆相第四系	TQ
海相古近系	ME	陆相新近系	TN
海相白垩系	MK	陆相古近系	TE
海相侏罗系	MJ	陆相白垩系	TK
海相三叠系	MT	陆相侏罗系	TJ
海相二叠系	MP	陆相三叠系	TT
海相石炭系	MC	陆相二叠系	TP
海相泥盆系	MD	陆相石炭系	TC
海相志留系	MS	陆相泥盆系	TD
海相奥陶系	MO	陆相志留系	TS
海相寒武系	ME		

表 5 重要化石门类代码

Table 5 Codes of important fossil phyla and classes

化石门类	代码	化石门类	代码	化石门类	代码
菊石	F01	□ 类	F11	植物化石	F21
牙形石	F02	腕足类	F12	孢粉	F22
有孔虫	F03	双壳类	F13	轮藻	F23
放射虫	F04	腹足类	F14	硅藻	F24
竹节石	F05	介形类	F15	沟鞭藻	F25
头足类	F06	箭石	F16	超微化石	F26
笔石	F07	叶肢介	F17	小壳化石	F27
三叶虫	F08	昆虫	F18	宏观藻	F28
床板珊瑚	F09	古鱼类	F19	疑源类	F29
四射珊瑚	F10	古脊椎	F20		

维护”工作的重要性,具体明确各阶段的任务和标准。

### 4 数据关系模型

古生物地层数据库内的各类数据(字段、字集等)呈网状交叉,相互联接。联接方式则体现了各类数据间隶属关系及数据库各项功能的实现。《中国地层标志化石数据库》内的数据按地层系统、隶属关系和各查询功能排列,用地层划分对比形式串联,符合学科研究习惯。

首先将资料数据分为“海相地层系统”和“陆相地层系统”;然后按年代地层表划分地质断代分库(如石炭系分库),分库数据用“断代地层分区图”和“多重地层划分对比表”统一编排;分库内划分断代门类子库(如石炭纪牙形石子库),用“门类分区地层划分对比表”和“门类国际地层划分对比表”连接“地层分带卡片”(字集);最后用地层分带卡片内的“特征-组合分子”字段联系“属种描述卡片”(字集)。“地层分带卡片”和“属种描述卡片”是《中国地层标志化石数据库》最基本的 2 个数据查询单元。

通过各种属性和特征关键词与相关数据字段、字集联接,实现各项查询功能。库内各种数据列表主要包括 5 种类型,即地层区划图、划分对比表、地层分带资料、属种描述资



图 2 古生物地层数据库建设流程

Fig.2 Construction flow-chart of the biostratigraphic database

古生物地层数据库建设一定严格按以下流程实施,强调“需求意向”、“需求分析”、“逻辑设计”、“完成测试”和“运行

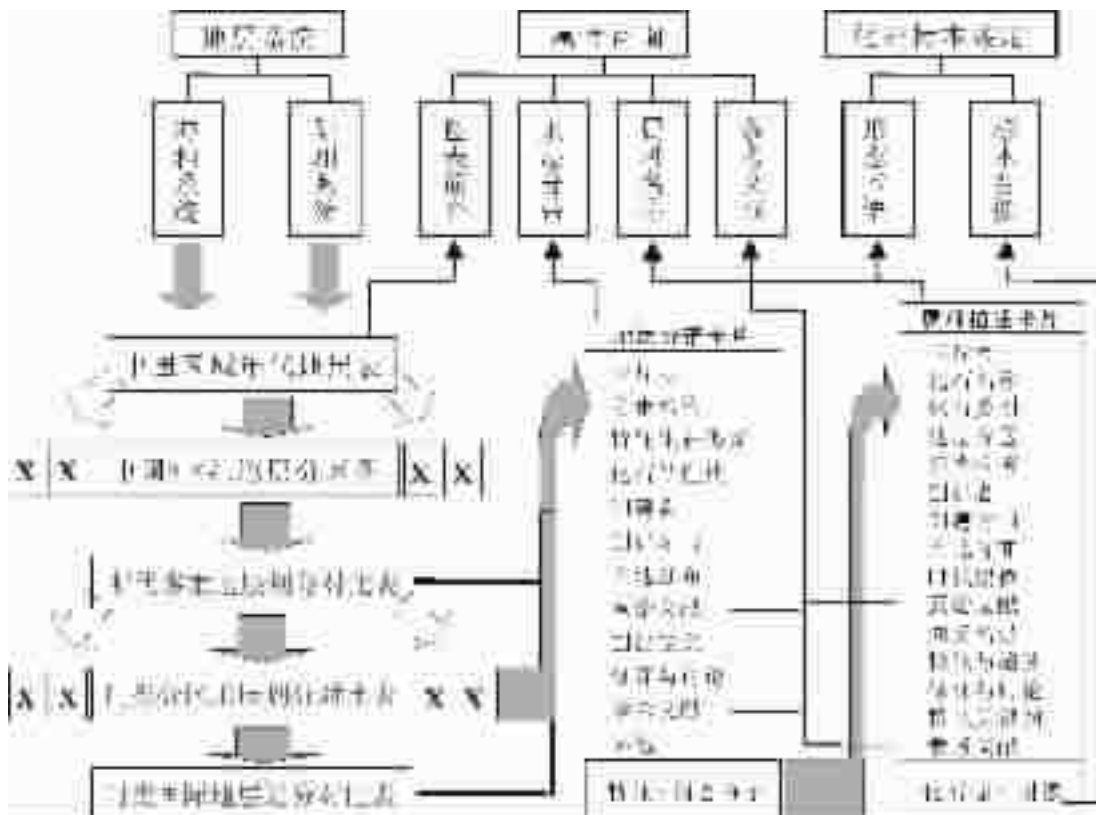


图 3 中国地层标志化石数据库数据关系模型图

Fig.3 Data relationship model of the Stratobiomarks Database of China (Web Edition)



图 4 中国地层标志化石数据库网络版框架结构图

Fig.4 Framework of the Stratobiomarks Database of China (Web Edition)

料及化石图影,库内对它们分别建立数据表。

## 5 数据库框架结构与功能设置

### 5.1 数据库框架结构

《中国地层标志化石数据库》作为学科基础建设,需持续支持开发。设计时一定要考虑全方位应用,为进一步升级扩展及与其他数据库的对接,尽可能设计功能完全并留足接口。目前网络版的数据库设计由三大部分组成。地层系统部分主要是资料存放和系统查询;属性查询部分执行按不同需求分别查询;系统管理部分实施数据库的管理和维护。数据库管理系统采用 Kingbase ES (企业版),应用 Windows 2000 Advance Server 网络操作系统作为平台支撑<sup>[4,5]</sup>。

### 5.2 数据库功能设置

《中国地层标志化石数据库》是在对古生物地层资料收集整理基础上,进行需求分析而建立的数据管理系统。为便于网上发布,本数据库采用了服务器端脚本环境 ASP 作为开发工具,结合 HTML 网页、ASP 指令和 ActiveX 构件建立动态、交互且高效的 WEB 服务器程序。本着操作简易、美观大方、反映内容直观的原则,设计各级界面。总界面为一水平菜单,由 6 大模块组成;各大模块由下拉菜单导出次级界面(子模块),各次级界面设计成直观的查询窗口,填入(或选择)关键词,直接查询。发挥计算机容量巨大、运行快速的优势,设立多种功能和查询选择,努力做到使用方便、查询快捷、网络共享。

地层系统查询:包括海相地层系统和陆相地层系统。按

年代地层系统、地层划分对比关系和化石属种归属关系查询,即依照所属地质断代—地层分区—多重地层划分对比—门类地层划分对比—生物地层分带—包含化石属种的层次顺序查询。这种方式适合古生物地层专业人员系统了解专业研究状况和发展动态,符合古生物地层专业成果的表达习惯。

化石标本鉴定:即化石标本鉴定模块,功能实现用两种方式。其一是计算机展示化石标准图像,用户通过图像对照鉴定化石标本。这是一种传统的鉴定化石方式。其二是通过化石属性字段和特征关键词的检索,鉴别化石标本,确定地层时代。这是一项内容复杂、开拓性强的工作。但这两项功能对目前数字填图要求问题在野外解决尤其重要,同时也可作为古生物地层工作者鉴定化石节省宝贵的时间。

数据属性查询:即属性查询模块,执行数据库基本查询功能。包括化石属种查询、化石分带查询、图表简介查询、参考文献查询、编纂说明查询。通过键入(或选择)关键词直接查询库内基础单元数据(数据集)。

数据库系统管理:即系统管理模块。主要包括用户权限管理、运行系统调整、资料信息统计、建库项目存档、建库设计存档、建库编程存档等,为数据库运行系统维护、扩展升级服务。实现数据库内部的动态管理,能够随时进行数据补充、修改、汇总、传输。

数据采集与输出:进行补充采集、修订、拷贝、打印等,实现动态管理。

查询帮助功能:为用户使用数据库查询遇到的问题,提



图 5 中国地层标志化石数据库网络版功能界面

Fig.5 Functional window of the Stratobiomarks Database of China (Web Edition)

供相应的帮助文件。

## 6 数据库建设意义

### 6.1 开创性的研究工作

目前国内、外均没有建设古生物地层学方面的综合数据库(一些单位仅在建设化石标本库或管理系统),也没有开发这类数据库的运行软件。各国科学家一直在靠定期修编、出版各种著作,进行古生物地层资料收集、整理和研究工作。国外欧、美早从 20 世纪初就持续相继出版了“ATLAS”、“CATALOGUE”、“TREATISE”等图书系列,并且还在不断修编。经几代工作者的不懈努力,中国古生物地层资料的收集、整理和研究程度相对较高,曾进行过数次大规模工作,也出版过几套系列专著,如《中国标准化石》、《中国各门类化石》和各“大区古生物图册”等。

由于种种原因,中国近 20 年来没能进行古生物地层资料的收集、整理和研究工作,可参考的资料和标准过时,新成果不能及时推广,严重阻碍了古生物地层学科的发展。而且随着新学科、新方法、新技术的不断涌现,古生物工作者更是积累了大量新资料。许多已知化石属种的地层分布和谱系演化位置已被重新厘定,出现了若干新门类,建立了更系统、精

确的生物地层层序。亟待进行新一轮资料收集、整理和研究工作。

目前中国古生物地层学界人才断层显著,后继无人。少数在职人员要承担多断代、多门类的工作重担,还要努力钻研促进学科发展。同时科研、地调工作的深入开展要求新起点、新突破、新水平,迫切 need 加强古生物地层学作为基础学科的技术支撑和指导作用。中国在上世纪 50—60 年代参加工作的专家均到了退休年龄,他们手中多年积累的第一手资料急需抢救。严峻的人才形势迫使尽快建立数据库。

完善中国年代地层(地质年代)表,统一地层划分对比标准,建设涵盖各地质断代和全国范围的古生物地层学数据库,是一项长期而意义深远的学科基础工程。

### 参考文献(References):

- [1] 李英康,李敬卫,范景义,等. 国家实物地质资料管理信息系统浅析[A]. 见:国土资源部实物地质资料中心文集[C].北京:地质出版社,2003.(16):103~111.
- Li Yingkang, Li Jingwei, Fan Jingyi, et al. Analysis of the management information system of national geological material[A]. In: The Collected Works of National Geological Material Centre, MLR Geological Publishing House [C]. Beijing: Geological Publishing

- House 2003.(16):103~111(in Chinese with English abstract).
- [2] 李敬卫,范景义,陈佳. 地层(含古生物)实物地质资料数据子系统建设构想[A]. 见:国土资源部实物地质资料中心文集[C]. 北京:地质出版社,2003.(16)117~122.
- Li Jingwei,Fan Jingyi,Chen Jia.Construction of the strati-paleontological material sub-database [A]. In: The Collected Works of National Geological Material Centre, MLR [C].Beijing: Geological Publishing House,2003,(16):117~122 (in Chinese with English abstract).
- [3] 康博创作室. SQL SERVER 2000 数据仓库设计和使用指南[M]. 北京:清华大学出版社,2001.1~289.
- Kangbo Working Room. Designation and Application of the SQL Server 2000 Database [M].Beijing:Tsinghua University Press,2001.1~289(in Chinese).
- [4] 黄思曾,陈仲驹. 软件开发规范的实施文档[M]. 广州:中山大学出版社,1991.1~433.
- Huang Sizeng, Chen Zhongju. Implement Texts of the Developing Software Standards[M].Guangzhou:Zhongshan University Publishing House,2001. 1~433(in Chinese with English abstract).
- [5] 东方人华.SQL Server 2000 与 Visual Basic.NET 数据库入门与提高[M].北京:清华大学出版社,2002. 1~452.
- Oriental. Rudiments and Improvements of the SQL Server 2000 and the Visual Basic. Net Database[M]. Tsinghua University Press,2002.1~452(in Chinese with English abstract).

## Construction of the biostratigraphic database and its significance

TIAN Shu-gang, WANG Nai-wen

(*Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*)

**Abstract:** Construction of a biostratigraphic database is a long-term basic disciplinary project of far-reaching significance. The construction work includes standardizing the database construction flow process strictly, establishing the biostratigraphic database data-relationship and framework, developing operating system softwares, setting several inquiry functions, giving prominence to practical applicability and sharing achievements. The stratobiomarks database of China (Web edition) has been constructed recently based on collection, collation and study of biostratigraphic data. The computer technique is used to systematize, standardize and digitize the data, improve the Chronostratigraphic Table of China, unify the standards of stratigraphic division and correlation and solve some scientific problems. The construction of the biostratigraphic database involves all geologic ages and countrywide biostratigraphic databases, and it can strengthen the techno-support function of the basic discipline and promote the development of biostratigraphy.

**Key words:** database; information; biostratigraphy; techno-support

**About the first author:** TIAN Shu-gang, male, born in 1951, Ph.D and senior researcher, engages mainly in studies of biostratigraphy, paleoecology, sequence-stratigraphy and reefs; E-mail: sgtian@cags.net.cn.