

文章编号: 1004—5589 (2004) 04—0348—06

地质剖面图自动绘制方法

唐春艳¹, 王玉兰¹, 彭继兵¹, 赵宝珠²

(1. 成都理工大学 信息管理学院, 四川 成都 610059; 2. 四川托普信息技术职业学院, 四川 成都 611743)

摘要: 研究了地质剖面图自动绘制的 AutoLISP 二次开发原理与方法, 并研制出一套实用的自动绘图系统, 包括数据录入、数据库的建立、数据文件的系统导入、各个绘图模块的具体编测以及菜单文件的加载运行等。开放的岩性花纹图例库不仅包含常用的岩性图例, 而且可以随时增删; 系统的计算、转化与输出功能使得绘图过程更加智能化; 可编程对话框提供了必要的提示、多样化接口与所需参数的输入, 使得软件操作简便, 界面友好, 充分发挥了 AutoLISP 二次开发的强大优势, 提高了工作效率。

关键词: 地质剖面图; AutoCAD; AutoLISP; 数据库

中图分类号: P623.6; TP311.5

文献标识码: A

Method of automatic geological sectional drawing

TANG Chun-yan¹, WANG Yu-lan¹, PENG Ji-bing¹, ZHAO Bao-zhu²

1. Information Management College, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China;

2. Sichuan TOP Information Technology Profession Institute, Chengdu 611743, Sichuan, China

Abstract: After studying the principle and approach of automatic drawing of geological section, a practical automatic drawing system with the second exploitation language AutoLISP is developed in this paper, including data input, database establishment, data file leading-in, drawing modules concrete edition and menu file loading and operation, etc. The open rock figure graphical symbol library including the often used graphical symbols can be added or deleted freely. The counting, conversion and output function of the system made the drawing process more intelligent. The dialog box provides the necessary notice, varieties interface and input of necessary variables. This makes the system operation more convenient and friendly, shows the great advantage of second exploitation with AutoLISP, and raised the work efficiency.

Key words: geological sectional drawing; AutoCAD; AutoLISP; database

0 引言

地质剖面图是按照一定的符号、颜色和花纹, 沿一定方向表示地表以下一定深度地质体产状的图件^[1]。它是了解某地区地质构造特征, 特别是了解岩层在地下深处的延展、分布情况和构造特点的必不可少的图件^[2]。因此, 地质剖面图的绘制在地质基础研究中具有重要意义。在过去很长一段时间里, 地质工作者都是通过手工来编制地质剖面图, 不仅制图周期长, 重复工作量大, 而且图件的精度差。近

些年来, 出现了各种借助计算机辅助绘图的方法, 主要包括: 通过编制数据文件, 生成 CAD 图形数据交换文件, 达到绘制 CAD 图纸的目的^[3], 该方法存在不直观的弊端; 分别对不同的组件编制不同的绘制工具, 将其有机、相互关联地放置在一起, 达到绘图的目的^[4], 该方式较依赖于绘图组件, 因此编辑功能相对不强; 采用扫描仪输入的方式得到矢量化的底图, 利用一些绘图软件通过鼠标操作进行清绘, 该方法不利于数据的管理和编辑。

收稿日期: 2004-03-31; 改回日期: 2004-10-29

作者简介: 唐春艳 (1979—), 女, 四川南充人, 硕士研究生, 从事数学与计算机模拟的研究。E-mail: tcy607@sina.com

作为一个通用性的绘图软件,AutoCAD 本身并不能提供某一领域内具体图件的绘制工具。但它提供了程序应用接口,让设计人员利用各种计算机语言发展特殊的应用程序^[9]。AutoLISP 是内嵌于 AutoCAD 的一种高级编程语言,其语法简单,编辑灵活,调试方便,功能强大。笔者以 AutoCAD 为平台,AutoLISP 语言为工具开发研制了地质剖面图的自动绘制软件系统。

1 系统总体设计

计算机绘制地质剖面图首先要建立数据库,对地质数据资料进行整理录入与存储,以备绘图时随时调用。针对 AutoLISP 数据文件读写功能的特点,采用序列数据库的形式。数据文件的导入采用 AutoLISP 内部的文件导入函数打开标准的 AutoCAD 文件对话框,让用户浏览并选择文件。根据返回的文件名即可读取数据进行绘图。岩性图例库是根据自定义填充图案的方法制定,并保存在 AutoCAD 填充图案文件 acadiso.pat 中。软件通过执行屏幕菜单文件开始,需要的参数均通过对话框输入或在屏幕点选由对话框返回的方式,直观方便。系统的总体设计流程图(图1):

2 数据库与图例库

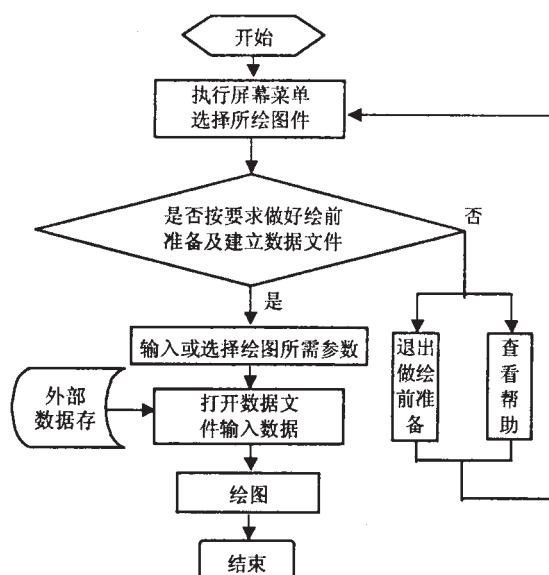


图1 系统的总体设计流程图

Fig. 1 Flow chart of overall design of the system

2.1 原始资料数据库

2.1.1 数据库的建立

AutoLISP 的文件读写只能使用纯文本文件。从数据库的观点看,一行文字就是一条数据记录,一条记录由多个字段组成。而数据库内的数据要如何分隔,并没有一定的规范。最方便的是将每一条记录都做成一个序列,写成一行,各个字段的值则是序列内的元素^[9](表1)。

表1 地质界线点信息数据表

Table 1 Data of geological dividing points information

编号	类型	高程/m	与剖面线某端点水平距离/m	倾向(°)	倾角(°)	剖面方向与岩层走向夹角(°)	岩性代号	地层代号
1	d	250	140	173	28	75	9	D
2	b	300	320	165	46	82	25	P
3	z	200	20	182	43	80	24	C
4	z	250	80	190	50	84	24	C
5	z	350	180	195	40	85	11	D

注:“d”表示断层,“b”表示不整合接触,“z”表示整合接触

表1数据可按下列格式存放在数据文件中:

;文件名:pmtdata1.txt

;各字段名称顺序为:编号、类型、高程与剖面线某端点水平距离 倾向 倾角 剖面方向与岩层走向夹角 岩性代号 地层代号

(1 d 250 140 173 28 75 9 “D”)

(2 b 300 320 165 46 82 25 “P”)

(3 z 200 20 182 43 80 24 “C”)

(4 z 250 80 190 50 84 24 “C”)

(5 z 350 180 195 40 85 11 “D”)

数据文件内分号后面的文字为注释,每一行序列开始和结束用小括号括住,引号内的元素表示字符串[当程序中要用到其字符串属性时才加引号,否则可不加],序列内的各个元素都以一个空格隔开,回车换行,表示一行新的数据记录。

以此方式用户可以参照系统帮助文档说明的格

式将绘图所需数据输入文本文件中并逐一存储于一个专门存放数据文件的目录下。文本编辑器可选用记事本,或 AutoLISP 自带文本编辑器等。

2.1.2 文件的导入、打开、读写及关闭

AutoLISP 文件的导入非常方便,(getfiled)函数会打开标准的 AutoCAD 文件对话框界面,让用户浏览及选取文件,并返回选取的文件名字符串。例如:

```
[setq af (getfiled "选择要加载的数据文件" "f:/lispdata" "4")]
```

该语句表示打开预设目录(f:/lispdata)下任意扩展名的文件,函数后面第一个引号内的文字显示在对话框的标题栏上;第二个字符串内为预设的文件名或路径字符串,可为空,在程序中指定为存放数据文件的专门目录可提高文件载入的速度;第三个引号是预设的扩展名字符串,也可为空,也可指定为(txt);最后一位是对话框行为控制标记,该例中“4”表示允许输入任何扩展名,或无扩展名。本例中函数返回的完整路径和文件名字符串存储在变量(af)中。

若要打开数据文件进行读取,使用(open)函数并指定“r”模式,如:

```
(setq fp (open af "r"))
```

如果成功打开文件,函数会返回文件描述,否则返回(nil)并显示失败信息。当打开数据文件做读取时,记录指针会指向第一条记录,此时使用(read-line)函数逐一读入数据行,每读取一次,记录指针便会自动指向下一行。如有数据,(read-line)函数会以字符串格式返回整行数据,接着,使用(read)函数去掉(read-line)函数返回数据的最外层双引号。对于文件中的注释以及多余的空行,在程序中有检查和判断功能,如不是所需数据类型,则会继续下一行。

对于写出数据,如是在原有数据文件内添加记录,则使用(open)函数打开时指定“a”模式,文件原有内容不会被删除。如指定文件不存在,AutoLISP 会建立该文件。如:

```
(setq fp (open "f:/lispdata/output.txt" "a"))
```

使用(prin1)和(princ)函数将数据记录写入数据文件内。差异是(prin1)会保留字符串前后的双引号,而(princ)会去除字符串元素前后的双引号。写入数据格式如下:

```
(prin1 record fp)
```

其中,(record)是要写入的数据记录,(fp)是文件描述。当写入数据不止一笔时,可利用(repeat)或(while)循环将它们一一写入。

当打开的文件不再读写时,使用(close)函数关闭它。

2.2 岩性图例库

对地质剖面图的岩层进行花纹填充,一个通用、开放的岩性图例库则必不可少。AutoCAD 的预定义图样均保存在 acad.pat 和 acadiso.pat 两个系统文件中。一个图案文件中可以存放一个或多个图案的定义,但在用户自定义的每个图案中只能包含一种图案,且图案名应与文件名相同^[7]。为了保持图例库的完整性,自定义的岩性图例^[8]均添加在 acadiso.pat 系统文件中。

图案定义的基本元素是点、实线段和空线段。图案定义的格式为:

* 图案名,说明

定义行

下面是一岩性图案定义的样例:

*35,砂砾岩

0,-.7654,-1.8477,0,3.7,1.5307,2.1687

45,.7654,-1.8477,0,5.233,1.5307,-3.7026

90,1.8477,-.7654,0,3.7,1.5307,-2.1687

135,1.8477,.7654,0,5.233,1.5307,-3.7026

225,-.7654,1.8477,0,5.233,1.5307,-3.7026

315,-1.8477,-.7654,0,5.233,1.5307,-3.7026

0,0,0,3.7062,3.7062,-3.7062,0,-3.7026

图案定义的基本元素是点、实线段和空线段,通过各种角度旋转和组合可定义出大部分常用图例,但难免有一些图例不能准确的直接定义,这种情况下则使用图块^[9],把一些岩石花纹定义成图块并保存,形成一个图块库,根据实际需要将图块按给定的缩放系数和旋转角度插入到指定的任一位置,AutoCAD 提供完整的创建、保存、查询、修改、编辑图块的命令,对图块库使用和管理非常方便。直接定义和图块定义二者结合建立起满足用户绘图需要的岩性图例库。

系统中建立了一个索引文件以帮助用户查找不同岩石在图例库中对应的代号(图2)。

3 绘图程序设计

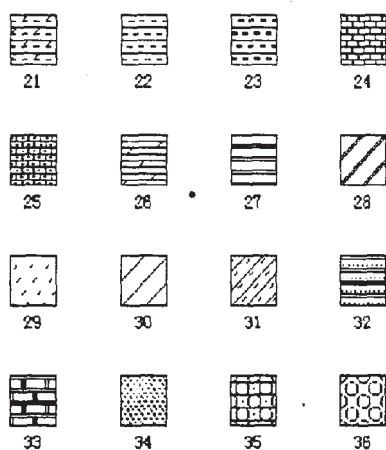


图2 自定义图例

Fig. 2 Self-definition legends

作图参数处理 地质剖面图的作图参数包括比例尺、作图基点、剖面线的长度、最大高程与最小高程以及垂直比例尺的单位刻度值。这些参数的获得均通过对话框。在对话框中绘图比例尺由下拉列表框给出,用户可以选择常用比例尺,也可自己输入。作图基点决定了剖面图在绘图区域的摆放位置。基点的输入有两种方式:屏幕点选和直接输入,如选择第一种方式,对话框会暂时关闭以等待用户用鼠标选点,用户选择完毕对话框重新自动打开,在接收用户直接输入的文本框内会出现用户所选点的坐标。用户可继续按对话框内的文字提示输入其他参数。全部参数输入完毕点击“确定”按钮直接绘图,点击“取消”放弃本次绘图。

绘横、纵坐标轴 以基点为起点,绘制与剖面线长度等长的线段作为横轴或基线,在基线两端引垂线作纵坐标,在左端的垂线上按比例尺标注高度,高度值范围在满足最高和最低高程的基础上兼顾图形的美观、协调。在基线下方绘制水平比例尺。这一过程利用 AutoLISP 的“repeat”循环语句及“line”和“text”命令经必要计算可轻松实现。

绘地形剖面 地形剖面的绘制是通过一系列剖面线与地形等高线的交点实现。这些交点坐标已事先存储在数据文件中,此时导入数据文件读入各个点即可。采用绘制样条曲线命令“spline”来获得光滑美观的地形线,虽然 AutoCAD 并没有直接提供通过多个点来绘样条曲线的命令,但 AutoLISP 的优势之一就是循环批处理,通过从数据文件中循环取点再结合 AutoCAD 命令,即能得到理想的样条曲线。

用加粗的实线突出地形剖面线。

绘各种地质界线 地质界线包括不整合界线、断层线和岩层界线。各种地质界线点信息都已按照类别存储于数据文件中。点信息除了序号、类别、点坐标以外,还包括岩层倾向、倾角,剖面方向与岩层走向夹角,岩性代号和地层代号。地层倾角是真倾角,只有剖面方位与岩层倾向一致时才能直接用真倾角,否则要用视倾角^[1]。设 β 代表真倾角, α 代表视倾角, γ 代表剖面方向与岩层走向之间的夹角,它们的三角关系为:

$$\tan \beta = \tan \alpha \cdot \sin \gamma$$

利用 AutoLISP 的算术函数实现转化,转化之后的角度值将被输出到名为“output.txt”的外部数据文件中,以备填充不同产状的岩层岩性时参照使用。由于该角度值单纯用于精确绘图需要,因此并没有保存,每次绘图数据都会输出到同一个数据文件,上一次的相关数据即会被覆盖。如用户需要,可作另存。

绘制地层界线时,先绘不整合界线和断层线,且不整合界线以波浪线绘制,断层线则以长粗体线绘制,以区别于其他地质界线。针对断层、地质界线的不规则性和复杂性,系统提供了交互编辑和修改功能。

岩性填充 各层地质界限之间按不同的岩性,采取从图例库中提取图例直接插入的方式进行填充,图例的查找可参照索引文件^[1],填充花纹的角度旋转可参照“output.txt”文件。同时标注地层代号。

修改图元对象属性 对于地形剖面线、不整合界线和断层线,它们的线型和线宽不同于其他的图元,处理方法是更改图元对象的数据库。AutoCAD 是一套向量绘图软件,每个图形对象都有一个对象数据库,存储相关的坐标和属性。用(entlast)或(entset)或(nentset)函数加(car)函数等取得所要修改图元的对象名,用(entget)函数取得对象数据序列,判断所要修改的项目是否存在,如存在则修改该项,再用(subst)函数以新的数据项替换旧的数据项,否则将组合出新的数据项,用(cons)函数加入新的数据项。用(entmod)函数更新对象。程序所绘所有图元的属性都是随层的,对象数据库里就没有线型、线宽等项,以修改断层线线宽为例,其程序代码如下:

d1 (cons 370 30)

e1 (cons d1 e1))

(entmod e1)

还可通过改变对象图层的方法来修改对象的相关属性,其作法类似。也可根据需要给不同的对象加上颜色以示区分。

AutoLISP即可和 AutoCAD 对象之间进行通信。

在剖面图的适当位置标注剖面方向,根据需要进行各种编辑整饰成准确的地质剖面图(图3)。

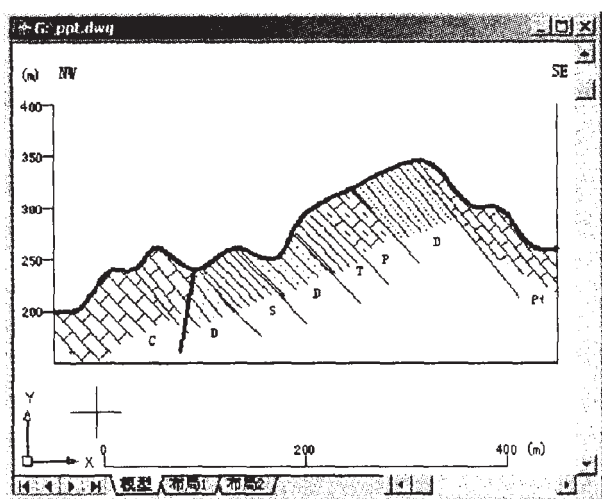


图3 地质剖面图

Fig. 3 Geological section drawing

4 对话框与屏幕菜单的实现

4.1 对话框

自由开发对话框,以交互方式让用户输入数据,方便用户,且通过一些提示与导引,减少因输入失误而导致的命令重复执行和意外出错,提高了整个软件的可操作性。

对话框使用界面的设计分为两部分:外观和功能。外观定义对话框有哪些组件,以及这些组件如何布局;功能则定义每个组件的内容、动作、要返回哪个数据、及对其它组件有何影响^[6]。AutoLISP 对话框标准组件都已存在,开发时只需选择需要的组件恰当地摆放位置并使用对话框控制语言(dcl)定义即可。而打开及关闭对话框,设定组件的反应动作,以及传送组件数据则是通过 AutoLISP 提供的对话框操控函数实现(图4)。

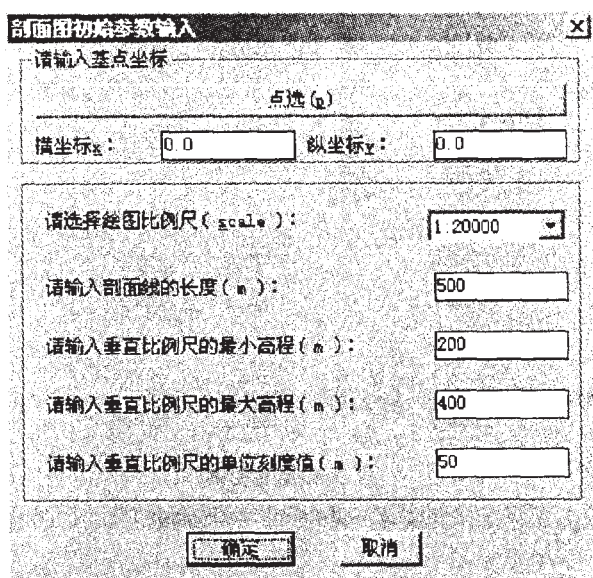


图4 剖面图初始参数设置对话框

Fig. 4 Dialogue box of initial parameter setting of geological sectional drawing

软件使用的一些针对用户的帮助性文档可通过对话框的方式在程序执行时提示用户。

4.2 局部菜单

建立局部菜单文件,制作加载即执行程序菜单命令,可免去每次使用 AutoLISP 程序时都要一一加载并记住所有自定义函数名称的麻烦。

本软件没有在 AutoCAD 的主菜单文件 acad.mnu 中添加自定义功能,因为这个文件不仅大,而且每个版本的内容都不同,如果将自定义功能放在这个文件内,每次升级时都得改一次,不仅麻烦而且容易出错,因此采用局部菜单易于编辑和管理。本软件的局部菜单定义如下:

```
***menugroup=mylistp
```

```
***pop1
```

```
[自绘图(&S)]^c^c^p(load "pmt") pmt
```

经加载之后,在 AutoCAD 原有屏幕菜单的“窗口”菜单前面出现名为“自绘图”的菜单,该菜单的下拉菜单为一个名为“剖面图”的子菜单,用来执行绘图程序。还可以在下拉菜单内加载其它自由开发的绘图程序。

5 结束语

(1) 采用 AutoLISP 语言开发出的地质剖面图

自动绘图系统,使用户通过添加命令和点击按钮便可完成绘图工作,绘图既规范统一,又省时省力,采用数据库、图例库的方式管理有助于实现数据的更新和图形变更的要求。

(2) AutoCAD 是一个通用的绘图平台,使用二次开发语言,针对专业的特点,通过设计程序完成各种绘图,将更有利于提高工作效率。

参考文献:

- [1] 徐九华,谢玉玲. 地质学 [M]. 北京:冶金工业出版社, 2001:212-213, 132-133.
XU Jiu-hua, XIE Yu-ling. Geology [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2001:212-213, 132-133.
- [2] 陈智娜,颜怀学. 普通地质学实验室指导书及思考题集 [M]. 北京:地质出版社, 1991:50-51.
CHEN Zhi-na, YAN Huai-xue. Laboratory guiding book and thinking exercises of general geology [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1991:50-51.
- [3] 楚王辉,黄地龙,周杲. 地质剖面图在计算机中的自动绘制 [J]. 电脑与信息技术, 2001 (6): 42-48.
CHU Wang-hui, HUANG Di-long, ZHOU Gao. Automatic drawing of geology sectional drawing in computer [J]. Computer and Information Technology, 2001 (6): 42-48.
- [4] 朱红雷,李健民. 用 AutoLisp 编写工程地质剖面图小工具 [J]. 工程地质计算机应用, 2000 (2): 22-23.
ZHU Hong-lei, LI Jian-ming. Redaction small tool to draw engineering geologic sectional drawing with AutoLisp [J]. Engineering Geology and Computer Application, 2002 (2): 22-23.
- [5] 张跃峰,陈通. AutoCAD 2000 入门与提高 [M]. 北京:清华大学出版社, 2000:356-357, 142-146.
ZHANG Yue-feng, CHEN Tong. AutoCAD 2002 ABC and advance [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2000:356-357, 142-146.
- [6] 蓝屹生. AutoLISP 学习导引 [M]. 北京:中国铁道出版社, 2003:282-283, 308-309.
LAN Yi-sheng. AutoLISP study guide [M]. Beijing: China Railroad Press, 2003:282-283, 308-309.
- [7] 梁雪春,宋德明. AutoCAD2002 二次开发技术指南 [M]. 北京:清华大学出版社, 2001:100-104.
LIANG Xue-chun, SONG De-ming. AutoCAD2002 technique guide of the second development [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2001:100-104.
- [8] 中华人民共和国地质矿产部. 区域地质矿产调查工作图式图例 [M]. 北京:地质出版社, 1983:76-79.
Ministry of Geology and Mineral Resources of China. Graphic representation of regional geology mineral exploration [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1983:76-79.
- [9] 中华人民共和国地质矿产部. 沉积岩区 1:5 万区域地质填图方法指南 [M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1991:111-113.
Ministry of Geology and Mineral Resources of China. The Map filling guide of sedimentary petrologic province 1:50 000 regional geology [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1991:111-113.
- [10] 刘卫国,肖应凯,孙大鹏. 柴达木盆地盐湖氯同位素组成的初步研究 [J]. 科学通报, 1994, 39 (20): 1918-1919.
LIU Wei-guo, XIAO Ying-kai, SUN Da-peng. Initial study on the form of isotope in the Chaidamu Basin [J]. Chinese Science Bulletin, 1994, 39 (20): 1918-1919.
- [11] Nevolin N V, Fedorov D L. Palaeozoic pre-salt sediments in the precaspian petroliferous province [J]. J Petrol Geol, 1995, 18 (4): 453-470.
- [12] Phillips B J. The geology and hydrocarbon potential of the north-western officer basin [J]. APEA, 1985, 25 (1): 52-61.
- [13] Sando W J. Geologic history of salt beds and related strata in the upper part of the Madison Group, Williston Basin [J]. USGS Bull, 1995, 19 (3): 2112.
- [14] 马宝林,王琪. 青海湖现代沉积物的元素分布特征 [J]. 沉积学报, 1997, 15 (3): 120-125.
MA Bao-lin, WANG Qi. The distribution characteristic of elements of model sedimentary in Qinghai Lake [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1997, 15 (3): 120-125.
- [15] 柳永清. 地球轨道旋回沉积节律研究进展—兼论轨道旋回的沉积学特征、年代学意义和研究方法 [J]. 地球科学进展, 1998, 13 (3): 217-224.
LIU Yong-qing. The research progress of sedimentary melody about earth track — the sedimentary characteristics, chronology meanings and research method [J]. Advance in Earth Sciences, 1998, 13 (3): 217-224.
- [16] Hardie L A, Smoot J P. Saline lake and sediment and the study method of sedimentology [M]. Calgary: Calgary Press, 1984:7-29.

上接 342 页

1988, 72 (2): 217.