

16c
黄土高原地区综合治理开发考察系列研究

资源信息系统中的 辅助制图软件设计

中国科学院黄土高原综合科学考察队

岳燕珍 王德才 主编

中国科学技术出版社

黄土高原地区综合治理开发考察系列研究

资源信息系统中 的辅助制图软件设计

岳燕珍 王德才主编

中国科学技术出版社
• 北 京 •

(京)新登字 175 号

图书在版编目(CIP)数据

资源信息系统中的辅助制图软件设计/岳燕珍、王德才主编.

北京:中国科学技术出版社,1993.12

ISBN 7-5046-1556-0/TP·53

I. 资… II. 岳… III. ①土地资源—计算机制图—程序设计
②计算机制图—程序设计—应用—自然资源图③自然资源
图—应用—计算机制图—程序设计 IV. P283.7

中国科学技术出版社

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码:100081

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国地质大学轻印刷厂印刷

※

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:10 插页: 字数:200 千字

1994 年 5 月第 1 版 1994 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—300 定价:13.80 元

08210

内 容 提 要

本书系中国科学院综合考察委员会《黄土高原地区综合治理开发考察系列研究成果》之一。内容包括国土资源综合制图系统、综合分析图形显示系统、智能型图形数字化软件系统、遥感数字图像处理软件系统、计算机绘制中国地形图等值线和立体图的方法及软件研制、电子计算机自动绘图系统、综合制图软件系统设计以及计算机自动绘制立体图形等。

目 录

“国土资源信息系统自动制图系统”研制	孙九林等(1)
建立黄土高原综合制图系统	姜遵峰 岳燕珍(22)
综合分析图形显示系统	黄志新(55)
智能型图形数字化软件系统	王德才(62)
遥感数字图像处理软件系统	王德才(68)
计算机绘制中国地形等值线和立体图的方法及软件研制	
.....	白金成(72)
地图平面图形识别和面积量算方法新研究	王德才(82)
电子计算机自动绘图软件系统	王德才(85)
综合制图系统软件设计	岳燕珍(105)
电子计算机自动绘制立体图形	王德才(124)
中国 1:400 万地理图编制	李光荣 温凤艳(128)
我国人口垂直分布密度机助制图原理与方法	刘燕鹏(134)
黄土高原所在七省区主要自然资源潜在价值预测 模型及分析制图	郎一环 王礼茂(140)

“国土资源信息自动制图系统”研制

孙九林、岳燕珍、姜遵峰、李光荣、温凤艳、王素芳

一、系统概述

“国土资源信息自动制图系统”研制是国家“七五”科技攻关项目中的一个重点子专题。自动制图系统研制目的主要是以计算机自动制图为基础,以地图的形式为主要输出手段来反映国土资源信息,随着输入信息参数的变化,叠加绘制出不同图形图件,综合宏观地反映整个黄土高原地区七省区和科学考察区的国土资源信息和人文地理特征,为宏观决策提供科学依据。

国土资源信息自动制图系统实现了主要包括两部分的内容,一部分是1:400万底图数据库及基础要素库的建立,它是数据库的基础部分,也是应用国土资源信息的高层数据基础库;一部分是制图管理系统程序的设计。这两部分的工作是相对独立的,数据库的建立逻辑设计上不依赖于制图管理系统,而制图管理系统在逻辑设计时也不受某种数据库的制约。它们又相辅相成,为此在系统设计时,对数据库的设计首先要保证数据的独立性,使系统存储结构与数据逻辑结构的变化,尽量不影响应用程序;其次是数据库的易读性和可编辑性。而对程序设计首先要求通用性,使制图管理系统能较好地完成对数据库的管理;其次是程序的交互性和移植性。

1. 系统研制环境

根据任务需求和现有设备基础,国土资源自动制图系统研制的环境由硬件和软件两部分组成。

(1) 硬件环境

- Micro VAX I 主机(含外设)
- Tektronix 4325 图形工作站
- 4957 图形输入板
- Kurta III 数字化仪
- Colcomp 1044GT 绘图机

硬件基础配制结构如图1所示:

(2) 软件环境

软件环境是程序设计实现的基础,根据需求系统软件基本配制有:

- VMS4.5 中文版操作系统
- DCL 语言
- FORTRAN 语言
- PASCAL 语言
- PLOT 10 GKS 图形软件包

- HCBS 绘图软件
- 数字化仪驱动程序
- 矢量汉字库

软件基础配制结构如图 2 所示：

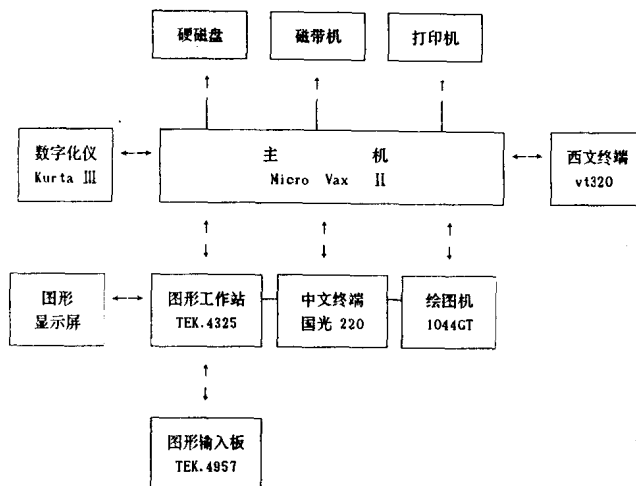


图 1 硬件配制结构图

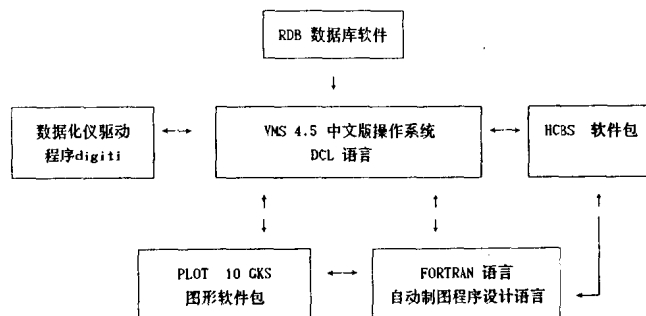


图 2 软件配制结构图

2. 系统研制的技术指标

根据总体技术设计，系统技术指标主要有：

(1) 自动制图系统研制的任务

- 能以图的形式准确地反映黄土高原七省区范围地图底图、基础要素图
- 在地图底图、基础要素图上叠加所有说明注记
- 能在基础图上编制资源专题图
- 能在基础图上编制统计图

(2) 自动制图系统实现的步骤

- 信息收集、整理、规范化、标准化
- 建立所需的不同类型数据库
- 程序设计
- 系统的物理实现
- (3) 自动制图系统的可靠性保证
- 国土资源信息的正确性
- 程序设计的完整性、准确性
- 系统编辑功能的完善程度

二、1:400 万底图制图系统内容及功能

1:400 万底图制图系统包括 1:400 万底图数据库和 1:400 万地图管理软件,它是一个空间结构的系统,能够进行基础图库的查询检索,能有效地编制各种国土资源信息图件。

1. 自动制图系统内容

根据需求分析制图系统主要内容有:

- (1) 建立全国县界基础地图库,比例尺:四百万分之一,包括交通、水系、航线等基础要素
- (2) 建立地名数据库(含驻地)
- (3) 建立属性文件、数据标注文件(指系统中与图形相匹配的属性文件、数据分类、格式的说明)
- (4) 检索程序(能够完成系统查询检索功能的程序包)
- (5) 应用子程序(指系统中提供给用户的各种实用程序)

2. 系统功能

制图系统的功能主要有两大部分,它可以实现建立国土资源信息空间数据库,以及在此基础上编制国土资源图和统计图的任务。

(1) 制图系统基本功能

主要是指系统的独立部分,它不受其它系统(如数据库、模型决策等)的限制,自成体系,主要有以下几个方面:

- 数据采集、规范化、录入、存贮功能
- 生成各类统计图、资源图的功能
- 查询检索基础图、基本要素及其属性的功能
- 编辑功能
- 图件输出功能
- 系统维护功能

主要功能结构如图 3 所示。

(2) 系统连接功能

主要有:

- 连接管理方式完成制图系统和国土资源数据库及模型系统的连接,以完成综合规划、评价等方面的综合信息处理成图。

· 生成模块间的交换参数及信息完成黄土高原国土资源数据库及信息系统之间各部分信息的交换传输,以达到数据资源共享的目的。

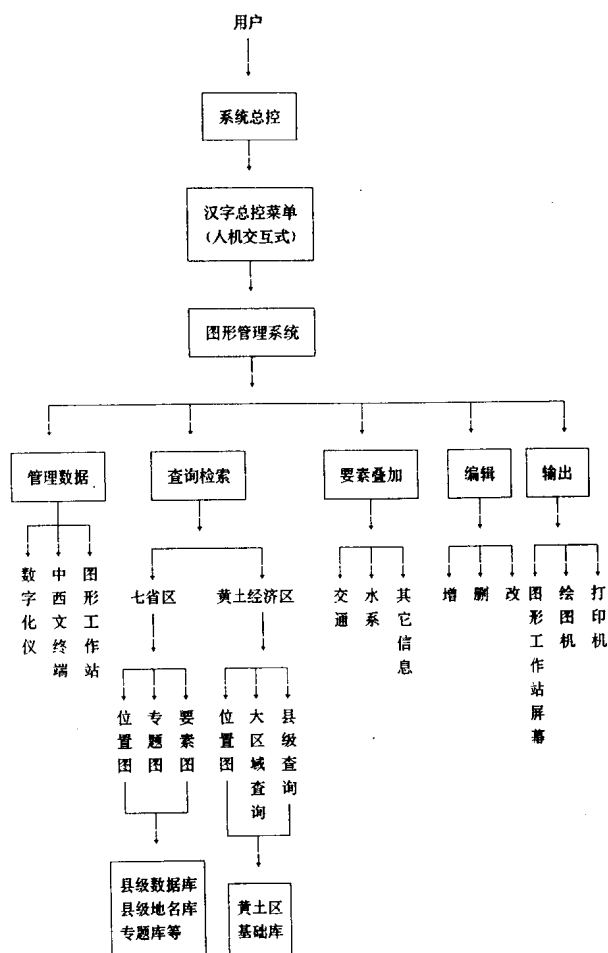


图3 系统功能框图

(3) 制图范围

①地图底图

- 1:400万黄土高原七省区范围底图
- 1:400万黄土高原地区经济区县界底图

②地图基本要素叠加图

- 公路图
- 铁路图
- 水系图
- 等高线图

③国土资源分布图(七省区)

- 自然资源保护区分布图

· 矿产资源分布图等

④ 国土资源专题图

· 森林覆被及树种分布图

· 人口密度分布图(1990 年和 1982 年分省人口密度、1982 年分县人口密度图)

· 贫困县分布图等

⑤ 国土资源统计图

· 总人口分布图

· 耕地面积分布图等

三、1:400 万底图自动制图系统的实现

根据现有机型设备和软件的环境,采取如下的方法来完成系统的功能:图形系统中,机助地图编制的范围涉及到地图底图、统计图、资源现状分布图和资源决策规划图等;编图结构分多边形和网格形两种;编图数据的管理,采用数据库和文件库相结合的技术管理方法;程序设计主要用高级语言 Fortran 来完成;编图软件采用国际通用的 plot 10 GKS 系统。编图过程由下列步骤完成。

1. 信息的收集和规范化处理

(1) 编图信息

编图信息主要由基础地理信息,统计数据,资源数据,决策、模型编图数据组成,如图 4 所示。

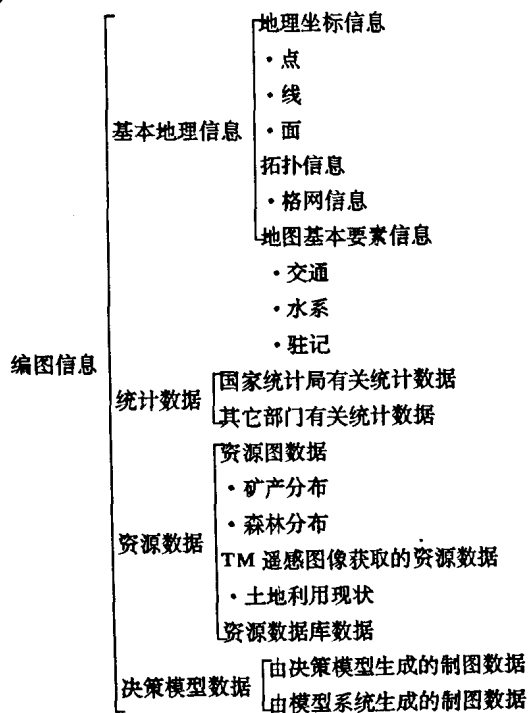


图 4 编图信息组成图

①基本地理信息 主要从地图底图及与之有关的基础数据,属性中来。地图底图是整个

机助地图编制的基础,是各类地图要素的最终载体,选择合适与否直接影响各专业图的精度和可靠性,根据自动制图系统需求分析,采用地图出版社出版的四百万分之一的地图作为编图底图。将底图的经纬网、境界等清绘在涤纶薄膜上,通过照像翻版生成拷贝件,这样就保证了底图的精度,误差小于 0.3mm。

对于地图基本要素信息的生成,采用了分版分要素编绘的方法,将交通、水系、驻记等基本要素进行分类整理,规范化处理后分别清绘在薄膜上,形成统一的空间定位轮廓。

格网信息的生成是采用等积等形方法来划分地表,构成单元网格,根据系统资源图编图情况,系统采用二级格网来划分地表。

②统计数据 主要来源于国家统计局和其它部委的统计部门,如林业数据从林业部获取。对于这类数据的标准化处理,主要依据自然资源分类体系中的规范化数据项目为准,兼顾图形系统的需要,而形成自然资源图系统的统计数据信息。统计数据内容主要包含与国土资源相关的各类数据,如土地、人口、环境等信息。

③资源数据 主要有三方面来源:一是从专题资源图上获取数据,例如:矿产资源图;二是从 TM 遥感图像获取数据,例如土地利用现状数据等;三是从有关资源数据库中获取。对于这类数据的标准化处理都应由相关的专业人员分头把关,根据资源特点、相应标准整理成所需数据。

④决策、模型数据 主要由模型和决策部分生成,用于编制有关的图件。这类图件主要包括资源聚类分析、资源评价及规划、决策等方面。

(2) 信息的收集、整理、规范

对于各类型的数据,都要根据相应的数据规范标准,进行统一的技术规范整理,信息处理主要包括下述内容:

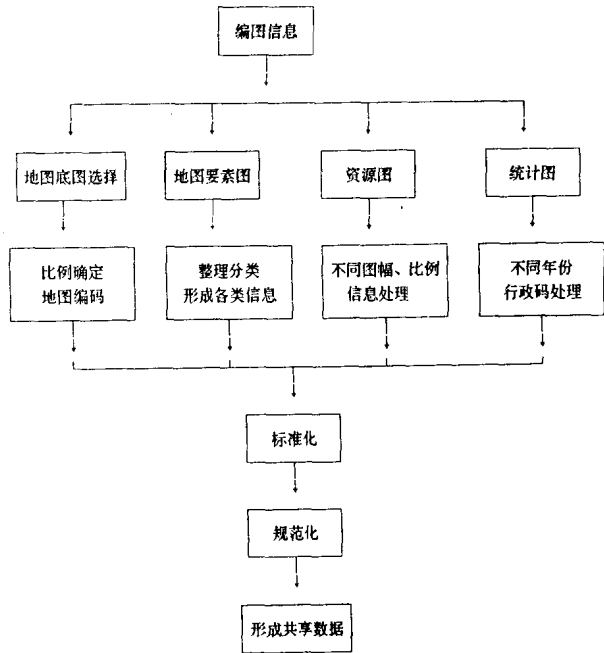


图5 数据信息处理流程图

①信息的收集、整理 图形部分信息主要来源于地图,因此,对地图底图的选取,以及底图类型、比例尺、制图区域范围及行政归属、图幅数量、地图用途及对地图的基本要求的确定,显得极为重要,而后才能正确而有效地收集、整理数据,清绘图件。

底图信息的内容主要包括:

- 国土控制数据,主要指平面和高程数据,如七省区和黄土高原区、省、县界等。
- 地名,指区、省、市、县和部分乡、镇名称,河流、湖泊、山脉、水库的有关数据及地理名称。
- 国土资源与环境基础数据,指居民地、交通、水系等。统计数据将从数据库中根据图件需要随时进行组织整理;资源数据主要将从资源图上获取,部分从数据库中提取。

②地图整饰及信息标准化、规范化 由于地图出版周期性长,往往导致所选地图精度不够,例如底图行政县界的变更,县改市后范围的变化等,这就需要对用作底图的地图进行整饰,使其尽可能地接近实际情况。

为了达到数据共享的目的,对于统计图件和资源图件的编制,必须对其实行统一编码,统一处理,要把行政编码、图幅编码有效地统一起来。这是实现信息标准化、规范化不可缺少的一步,也是数据输入的基础工作。工作流程如图 5 所示。

2. 数据信息的输入存储方法

地图底图及基本要素均采用数字化的工艺方法,将图上的边界、水系、交通、居民点,地形等要素数字化输入计算机,以专题分类的方法建立图形数据库。对于非点、线、面的地理信息采用终端键盘直接输入法,将数据录入机内直接建立对应的属性库,如地名数据库等。

信息存储主要有六种模式作为存储结构:多边形结构、网络结构、离散点结构、网格结构、格网结构和表格结构。六种结构反映了国土资源环境要素的不同空间分布规律及图集设计需要。

(1) 县界数据的结构及存储方式

由于图形信息是一种多层次、多要素、动态性的系统信息,所以底图县界数据是以定点、定线和定面的方式与地球表面建立位置联系,采用空间数据结构,以文件数据库的方式进行存储。

县界数据是采用分省的方法来存贮的,由于县界的坐标串是可变的,而且占有较大的存贮空间,所以它的文件名形成是将境界的几何要素标志与行政区划代码相联形成的,采用六位字母数字串表示。境界几何要素标志:

节点 JD;弧段 HD;多边形 DB;省界 BJ

境界的文件名=境界几何要素标志||行政区划代码||“00.DAT”(或“01.DAT”)。当省界具有两部分时(如河北)分别以 00 和 01 标志。

各文件的结构采用了显式拓扑,其优点是关系明确,检索建立较快。

• 节点文件

节点号	节点坐标	与节点相关联的弧段
⋮	⋮	⋮

• 弧段文件

弧段号	左区	右区	弧段坐标串
⋮	⋮	⋮	⋮

• 多边形文件

多边形编号	弧段 1	.. 弧段..	弧段 n
⋮	⋮	⋮	⋮

文件中节点文件和多边形文件是由弧段文件派生出来的。

为了加快境界显示速度,实施区域添色,对省界单独进行了存贮,这些数据是根据已建立的分省弧段文件拓扑检索出来的。

(2) 基础要素数据的结构及存储方式

基础要素数据是指从基础图上采集的交通、水系、驻地标记等基础数据,这些数据采用网格式结构,以直接存取的方式存入计算机中。

道路信息是将属性数据和坐标数据分开存贮的,每个省都存一个铁路文件、一个公路文件,铁路和公路的文件结构完全一致,格式如下:

记录号	道路编号	道路级别	所属省市	坐标串
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

河流文件包括河流属性文件和河流坐标文件。由于每一条河流有若干支流组成,构成了河流主流与支流一对多的关系,河流的这种属性构成了河流的包含拓扑关系。

• 河流属性文件

河流编号	所经省市	所属的河系	级别
⋮	⋮	⋮	⋮

• 河流坐标文件

河流编号	主支流标志	坐标串
⋮	⋮	⋮

(3) 地名数据库的结构及存储方式

地名数据库包括七省区的省、市、自治区县级以上(含县级)的地名、地名编码及有关地理属性。地名数据库采用模块结构,直接存取方式在计算机中存储。

地名数据库是把所有地名及其属性放在一个文件库中:

地名名称	行政编码	地理坐标码	属性 1	属性 2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(4) 经纬网信息的结构及存储方式

地图经纬网信息是按中华人民共和国四百万分之一这一标准行政区图上的经纬网格获取,采用网格结构,直接存储方式存入计算机。

(5) 方格网信息结构及存储方式

方格网采用等边、等积的划分方式,格网数据由程序控制用数学公式随机生态格网值,方格网采用两级浓度结构方式存贮,编码采用行列编码的方法来实行。网格一级编码顺序如图 6 所示;网格二级编码顺序如图 6 所示。

方格网结构适用于方格网结构的地图,它不受行政区划线所支配,可以较接近地反映地貌,一个方格网为一个反映地貌单元,制图系统规定一级单元为 400 平方公里($5 \times 5\text{mm}$),二级单元为 100 平方公里($2.5 \times 2.5\text{mm}$)。

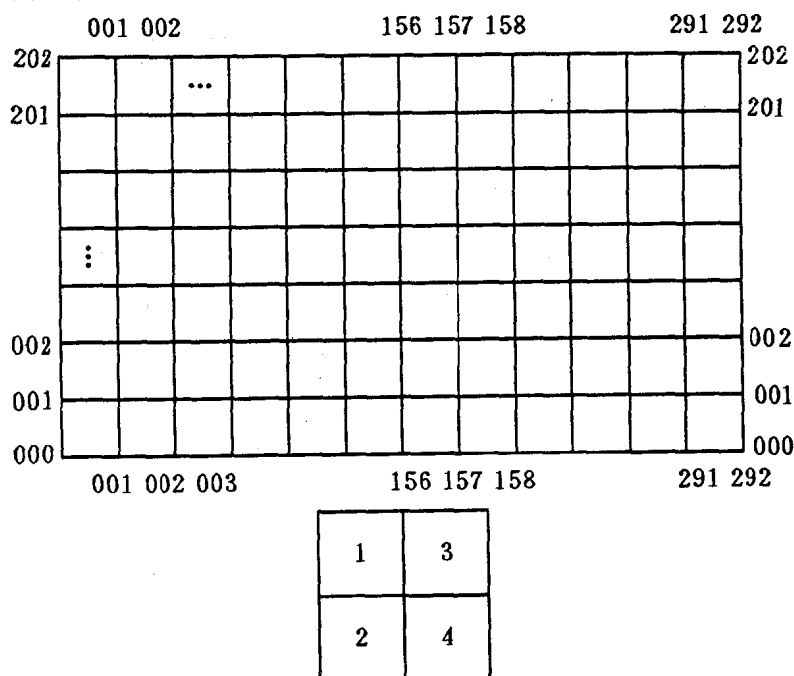


图 6 网格编码顺序图

(6) 资源图数据的结构及存储

编制各类资源图是制图的重点,由于资源图涉及的专题较多,分类体系各异,所以数据结构和存储方式也不相同。目前大致采用资源专题数据库不同类型的数据文件,随机通过程序生成的有关资源数据等不同的结构方式来存贮。

例 1. 矿产资源存贮结构

• 矿产文件

矿产编号	坐标点	符号类型
⋮	⋮	⋮

• 矿产属性

矿产编码	矿产名称	地理位置	探明保有存储
⋮	⋮	⋮	⋮

例 2. 自然保护区存贮结构

• 地理坐标文件

保护区编码	地理位置坐标
⋮	⋮

• 属性文件

保护区编码	名称	保护区所在地	面积	主要保护对象	建立时间	级别
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

3. 程序设计

这是机助制图不同于常规制图的一个显著标志,在机助制图中,计算机是靠各种类型的程序连接各种制图仪器来完成制图的,如数字化仪、图形工作站、绘图仪的使用就是靠程序连接的。国土信息自动制图系统所依赖的机型是微 VAX II,制图软件是 plot 10 GKS,它以国际标准制图软件 GKS 为核心,用这一系统软件编程序,工作量很大,但程序设计灵活,可移植性很高。自动制图系统程序主要有:数据输入管理程序;查询检索程序;格网控制程序;图形叠加程序;资源图、统计图编制程序;系统编辑维护程序;图件输出程序等七大类。

(1) 数据输入管理程序

这类程序主要完成对系统内不同类型数据的输入、检验及存贮管理,如对数字化仪所采集的地理数据及属性的输入和存贮管理。程序设计主要考虑如何能使数据的存储结构及管理方式比较合理。如输入管理程序对地名、居民地、境界、铁路、公路、水系等地图要素的计算机输入,经过原点设置、角度纠正、误差计算、坐标变换、存入地图数据库中,根据不同地图要素的特点设计了不同的子模块,如图 7 所示。

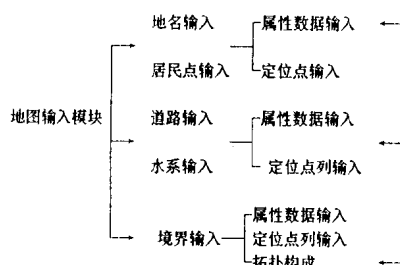


图 7 输入模块结构

①地名输入、居民地输入 在 1:400 万的全国地图上,居民地以圈形符号表示,1:400 万地图数据库只表示了全国县级以上的居民地,地名与居民地是一一对应的关系。居民地根据级别的不同在表示方法上有所变化,级别分首都、省府、地级市、县级市、县。因此,在 1:400 万地图库的建立时,将地名、居民地看作是一种地图要素,地名仅仅是居民地的一个属性数据,地名编码也是地名数据库的属性,系统采用 1986 年的国标码,根据 1987 年图册编码

进行了适当的调整。使图册编码和行政编码有效地统一起来。

由于地名需要用汉字来表示,汉字的输入较易出错,地名和居民地同时输入其出错率更高。操作人员必须通过汉字键盘(中文终端)输入地名名称,又要使用数字化仪输入坐标点,造成极大的不便。所以程序输入采用分别采集的方法,即先输入地名有关属性信息,居民地的输入是通过已经输入的地名提示,经数字化仪逐个完成的,流程如图 8 所示。经过试验,这样做不

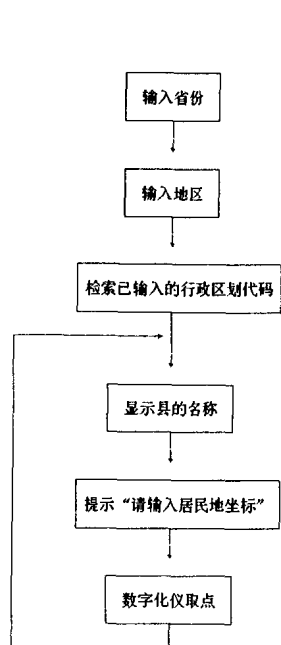


图 8 数字化仪输入程序流程

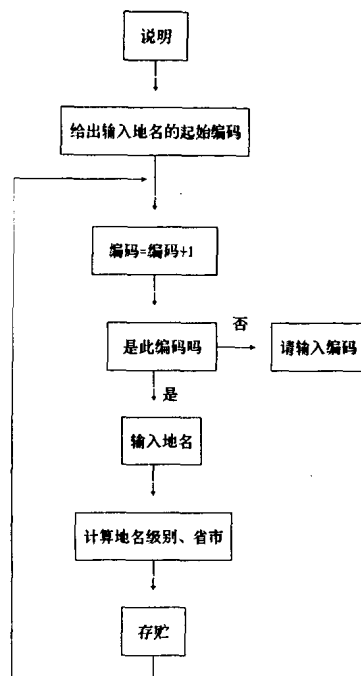


图 9 地名输入流程图

但可以提高输入速度,而且很少出错,同时减轻了操作人员的劳动强度。

地名属性数据输入如图 9 所示,采用这种输入方式的目的是由于行政区划代码具有较强的规律性。在同一地区中,行政区划的代码几乎是顺序的。使用键盘输入 6 位数字往往易出错,而通过人机对话的计算可使误码率降低。这是程序辅助输入的技巧方法。

②道路的输入 在设计道路输入程序时,主要是两个原则:

- 保证道路的本身特点及输入的精确度
- 满足应用的需求,同时使输入尽量简化

为满足以上两个原则,道路的输入采用单独使用数字化仪的方法,将道路输入与居民地结合起来。如图 10 所示,这样可以将道路数据与居民地数据严格的匹配,同时以居民地坐标数据来纠正道路数据。

③水系的输入 水系做为地图上的骨干要素,充分反映了地图的主体。1:400 万地图上表示水系要素的要求:

- 从属性上:表示水系的流向;水系的名称;表示水系的级别(一级、二级、湖泊等);表示水系的主支流;河流所属河系。
- 从位置上:表示水系所流经的省市

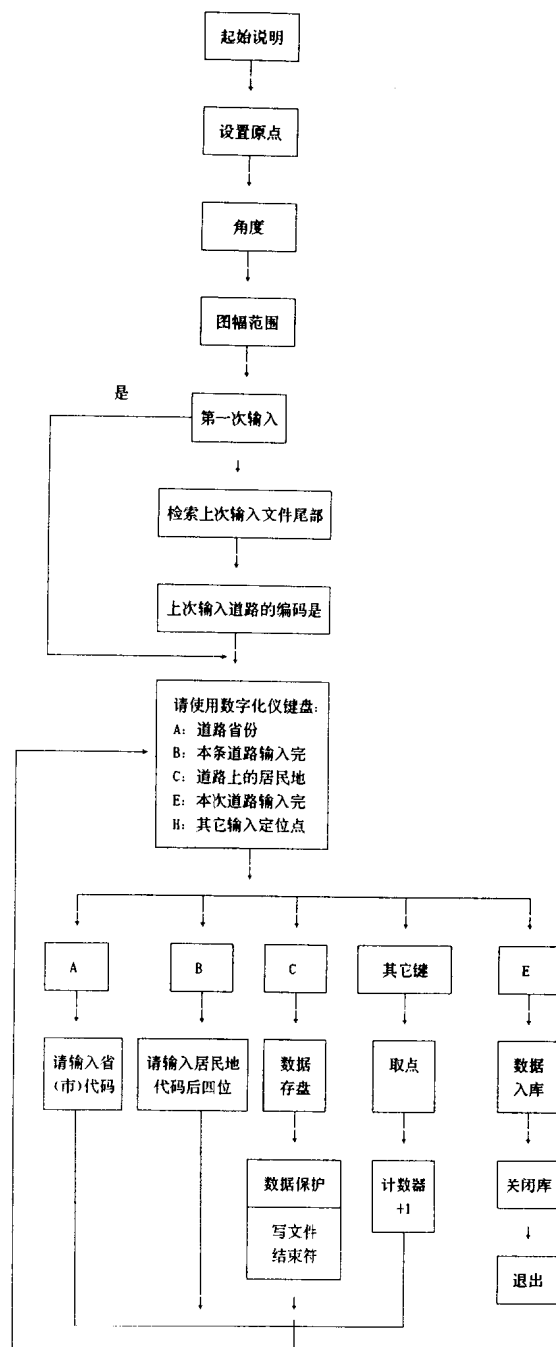


图 10 道路输入流程图