

# 全国 1:25 万地形数据库的建立与应用

商瑶玲, 王东华, 吉建培, 宋鸿运, 刘建军

(国家基础地理信息中心, 北京 100039)

## The National 1:250 000 Scale Topographic Database: Establishment and Application

SHANG Yao-ling, WANG Dong-hua, JI Jian-pei, SONG Hong-yun, LIU Jian-jun

**摘要:** 1:25 万地形数据库是国家基础地理信息系统的重要组成部分, 目前已在国家许多部门得到广泛应用。介绍了 1:25 万地形数据库的结构、建库过程及数据库的应用领域。

**关键词:** 国家基础地理信息系统; 1:25 万数据库; 地形数据库

### 一、前言

1:25 万数据库是国家测绘局继 1:100 万数据库建立后的又一个大型的空间数据库。1:25 万数据库由 3 个数据库组成: 地形数据库、数字高程模型数据库 (DEM) 和地名数据库。1:25 万地形数据库是其中数据量最大、数据关系复杂的矢量数据库。它是中等比例尺的数据库, 具有广阔的应用前景, 可为国民经济建设的诸多部门提供空间定位、区域规划决策、资源调查、工程设计、灾害监测等方面的应用。

### 二、1:25 万地形数据库的设计

#### 1 1:25 万地形数据库采用的原始资料

该数据库以我国现有的 80 年代出版的 1:25 万地形图作为基本信息源。覆盖全国共包括 816 幅地形图范围。为保证数据精度, 直接利用国家测绘局档案馆馆藏的分版薄膜二底图数字化。为了提高数据库的现势性, 在数字化采集之前, 收集境界、交通、地名等各种现势资料进行地形图更新, 资料截止日期为 1995 年底, 部分地区为 1997 年底。

#### 2 1:25 万地形数据库数据库结构

1:25 万地形数据库应用 ARC/INFO 软件数据库管理模块 Library 进行数据管理。Tile 和 Layer 是 ARC/INFO Library 数据库管理软件横向和纵向的最基本单元。Tile 可以以地图分幅或行政区域为单元, 也可以以任意区域范围为单元, 所有的 Tile 应该覆盖整个数据库的范围, 不应有重复和遗漏的区域。Layer 是指数据库的数据内容分层存储, 如每一幅地形图都分成若干个 Coverage 分别进行采集, 那么在建立数据库时, 每个 Coverage 内容就可以是一个 Layer。确定了 Tile 和 Layer, 整个数据库的空间结构就基本构成, 其间再加上一些数据库的描述、索引 (index) 的管理和数据库用户的权限管理, 就构成了数据库管理的基本环境。

##### (1) Tile 的设计

Tile 的设计应采用最不易改变的数据范围线作为数据库存储的基本单元, 如果 Tile 范围经常改变, 数据库结构也将随之改变。1:25 万地形数据库为中等比例尺的数据库, 它的应用对象主要是国家级和省部级的管理、规划部门, 他们应用的数据范围较大, 应用的数据要素较多, 因此数据库

Tile 的结构应能比较方便地进行不同范围、不同要素的数据提取和检索。1:25 万地形数据库以地形图标准分幅范围 (经纬度  $1.0^\circ \times 1.5^\circ$ ) 为单位进行数据采集。确定以图幅为单位的结构设计, 即能方便地进行地图数据维护和更新。又能方便地进行各种数据范围的数据检索和提取。

按照全国 1:25 万地形图的分幅范围, 全国共 816 个 Tile。Tile 的名称以 1:25 万地形图的图名命名, 如: G—48—[05] 幅的 Tile 名称为 G4805。

##### (2) Layer 的设计

Layer 的设计应能很好地表现基础地理数据的特点, 即主要表现境界、水系、居民地、地形地貌、土质植被、独立地物等。Layer 设计时, 应将地图上各要素按照这几种类型分层存放, 结合 ARC/INFO 软件特点, 尽量将相同类型的要素合并。在 1:25 万数据采集时已经充分考虑了这些特点。Layer 的命名如表 1 所示。

各个 Layer 中的数据内容及属性文件除包含数据采集过程中要求的属性项外, 还包含了对数据再加工后的关系及属性文件, 如建立的 Region 和 Route 的关系文件等。

Region 和 Route 是以 ARC/INFO 的 Coverage 为单元, 建立面向目标的空间属性关系文件, Region 和 Route 分别建立在多边形属性文件 pat 和线属性文件 aat 之上。将具有相同属性特征的多边形要素或线状要素当作一个目标建立关系文件, 即 Region 和 Route, 我们可以方便地对这些目标进行图形和属性查询和检索。

##### 3 投影 (坐标系统) 设计

1:25 万地形图原图采用高斯-克吕格投影, 每 6 为一个投影带, 全国 1:25 万地形图共分成 11 个投影带, 每个投影带一个单独坐标系, 投影带之间是不能拼接的。为了建成统一的覆盖全国的数据库, 而且又能方便地进行各种投影的转换, 全国 1:25 万地形数据库采用以度为单位的经纬度坐标, 因此在数据入库之前需对所有 1:25 万的数据进行投影转换。为建库方便, 采用 1:25 万地形图编绘时通用的 1954 年北京坐标系, 1956 年黄海高程系。

表 1

要素名	Layer 名称	主要内容
政 区	BOUNT	政区界、海岸线、岛屿 省、地、县政区 县界
	BOUPT	国界碑
居民地	RESPY	乡、镇及乡、镇以上等级真形居民地 乡、镇及乡、镇以上等级居民地
	RESPT	居民地
铁 路	RA LK	铁路、铁路桥等 铁路路线 火车站
公 路	ROAL K	高速公路、一级公路、国道、省道、 县乡道、乡村路、小路、公路桥等 高速公路、一级公路、国道路线 山隘、码头、轮船停泊场等
水 系	HYDNT	河流、湖泊、水库、渠道等 主要湖泊 河流、湖泊、水库、渠道等 六级以上河流
	HYDL K	泉、井、不依比例尺水库、明礁、暗礁等 水库坝、水闸、丛礁等
地 貌	TERL K	高程点、水深点 等高线、等深线、冲沟等
土地覆盖	TERN T	沙漠、雪被等 沙漠、雪被边线等
其他要素	OTHNT	自然保护区 自然保护区边线
辅助要素	ATNL K	山峰、岛屿等名称 山脉、群岛、海口等名称
地理格网	GGLN	经纬线
数据质量	QUAPY	地形图基本资料情况、数据基本描述

#### 4 地形数据库应用管理系统功能设计

全国 1:25 万地形数据库主要是以 UNIX 版 ARC/INFO 软件作为数据库管理系统平台, 所以它具有通用型地理信息系统的全部功能。同时该数据库为国家级大型空间数据库, 具有信息量大、精度高、标准化程度高、应用范围广等特点, 并要进行维护和更新, 为了能够方便有效地管理该数据库和提供用户使用, 需要对系统进行必要的二次开发和建立良好的用户界面。

全国 1:25 万地形数据库应用管理系统在国家基础地理信息系统国家级系统中运行, 主要用于对全国 1:25 万地形数据库的管理、维护、更新、应用等。

系统功能应包括数据库管理、查询、检索、图形显示、信息提取、投影转换、统计分析、绘图输出、与地名数据库的连接及检索功能、文档管理、数据库更新、日志管理功能等。

#### 5 数据库安全设计

1:25 万数据库为客户/服务器结构的数据库, 利用数据库管理功能, 进行分级管理。将数据库的访问者分成几个管理权限: 设计开发人员、管理员、操作员、用户。

在数据库建立过程中, 每月对入库的数据进行磁带备份, 以防数据丢失。在数据库建立完成之后, 每 3 个月对全库的数据进行磁带备份, 所有的备份数据当作数据库的档案资料进行管理, 异地存放两份, 以防系统遭受灾害的情况下, 确

保数据库安全。

### 三、1:25 万地形数据库的建立

数据采集完成后, 按照数据库设计的要求, 对采集的数据经过严格的质量控制、加工处理, 才能够达到入库的要求。

#### 1 地形数据库入库检查

质量控制是信息系统数据库建设成败之关键, 全国 1:25 万数据库采集的数据, 从现势资料更新、数字化及编辑、拓扑关系的生成、属性输入等生产过程都经过了严格的二级检查、一级验收, 入库前应再进行检查和质量控制, 以保证建成的数据库高质量、高标准。

入库前检查和质量控制是按建库的技术要求, 检查数据是否存在缺陷和不完善的地方并修改, 处理验收时遗留问题等。入库检查主要从整体上进行检查, 不同数据生产单位生产的数据, 以及幅与幅之间的统一性, 侧重点主要放在数据的完整性、逻辑一致性上, 同时对数据的位置精度、属性精度进行一般性检查。

入库检查根据实际情况, 可以采用计算机程序自动检查、人机交互式检查、绘图检查、屏幕显示检查等手段, 也可以多种手段相结合。检查以图幅为单位, 按层分要素实体逐项内容检查, 重点要突出。

#### 2 数据编辑与修改

经过入库检查, 质量基本符合要求的图幅, 可以对其中存在的某些缺陷和问题进行编辑与修改。

#### 3 数据的接边处理

1:25 万数据库的数据生产是多个数据生产单位统一的技术规范下同时进行。同一个生产单位生产的数据是经过数据的接边处理。不同的生产单位生产的数据没有接边, 需在建库过程中需进行数据的接边处理。

地形数据库的接边包括两个方面: 图形数据的接边和属性数据的接边。图形数据接边是指相邻图幅的线划要素都严格到达图幅边线, 并且两幅图线划的结点坐标相同。属性数据接边是指相连线状、面状要素属性相同。数据接边检查采用计算机程序自动检查、人机交互式修改的方式进行。

#### 4 地形数据库数据组织和处理

1:25 万地形数据经过检查、修改、验收, 达到入库标准后, 须进行数据的进一步组织和处理。数据组织和处理的目的是使数据库数据能够更加方便地进行空间检索与分析, 建立面向目标的地理信息数据库, 最后将经过入库检查、重新组织和处理的数据进行投影转换, 准备入库。

1. 数据质量层 QUAPY 的建立, 根据 1:25 万地形图图廓外地编绘资料略图及其他资料情况以及数据的基本情况建立数据质量层。该层描述的是 1:25 万地形数据库元数据的内容。

2. Region 和 Route 的建立: 水系 HYDNT 层建立湖泊的 Region; 居民地 RESPY 层建立真形居民地的 Region; 境界层分别建立省级、地区级、县级行政区 Region。数据质量层 QUAPY 建立数据区域描述 Region。水系 HYDNT 层建立河流名称和代码的 Route; 铁路层建立铁路的 Route; 公路层 ROAL K 层分别建立国道、省道 Route。

5 坐标投影转换

1 25万地形数据在采集过程中采用以米为单位的高斯-克吕格投影坐标存放,按照1:25万地形数据库的坐标系设计,在数据入库前,必须将投影坐标转换成以度为单位的经纬度坐标,以达到入库要求。

6 质量检查

严格数据组织和处理过程的操作要求,确保已检查修改的数据不被破坏。同时,对上述处理的结果进行检查,以保证最后成果达到入库要求。

7 地形数据入库

1:25万数据经过检查验收,数据的组织和处理、投影转换,达到入库标准后,即可入库。

为此,首先建立库体结构。主要包括建立索引文件,建立TABLE和LAYER的结构,数据库网络结构的建立,数据库安全性的设置等。库体结构建立之后,即可进行数据入库。

8 地形数据库应用管理系统的开发

全国1:25万地形数据库建立在SUN 1000E服务器上,应用管理系统运行在各客户机上,它们在以太网的支持下,构成客户机/服务器(Client/Server)结构。

地形数据库应用管理系统分两个部分开发,一部分运行在工作站和ARC/INFO环境,它们包括设计的所有功能,实现数据的在线管理。另一部分运行在PC和Arcview 3.0环境,主要具有检索、查询、绘图等功能,它是数据库的前端,面向广大的用户。在系统开发的同时,还需开发库外汉字库、

1:25万地形图标准符号库、专题地图常用符号库等。

四、1:25万地形数据库的应用

全国1:25万地形数据库建成至今,已得到了广泛的应用,在一定程度上提高了数据应用部门的信息化程度,提高了工作效率,产生了巨大的社会效益和经济效益。主要的应用方面包括:应用1:25万地形数据库的全部数据内容,结合其他各部门的专业数据,可用于各级政府的宏观管理,决策支持。将1:25万地形数据作为空间定位基础,可用于调解国际争端、保卫领土主权、军事战略研究等。还可应用1:25万地形数据库的地形地貌等数据内容,在一定范围内,模拟实地景观,进行战略研究。1:25万作为主要基础地理信息的载体,主要应用地形地貌、土质、水系、部分道路、居民地等数据,对我国的资源分布情况进行调查,进行合理的资源利用规划和管理。用于各省建立省级基础地理信息系统。支持科研院所、大学等科学研究项目及应用于教学研究。用于防灾、减灾,对各种灾害的灾情统计、分析等。

已用于商业系统和一些公益性项目,创造了极高的商业价值和社会价值。

1:25万地形数据库的建立从用户出发,以为国家的各个部门提供良好的数据服务为目的。在数据库的建设过程中更多地考虑数据的使用方便程度及各专业部门的应用模式,使它在国家的经济建设中真正发挥作用。随着国民经济的不断发展,信息化建设的不断推进,会有更多的部门应用该数据库数据,其将成为各部门科学决策与管理的必要手段。

(上接第28页)

3 误差分析及结论

全国1:25万DEM与三角点比较,绝大部分点的高程误差在一个等高距以内,高程中误差都在1/3~1/2等高距之间,误差分布见表2。

表2

高程误差区间	图名图号					
	J50(北京)		G48(昆明)		L45(克拉玛依)	
	点数	占总数百分比/(%)	点数	占总数百分比/(%)	点数	占总数百分比/(%)
< 50m	1 309	93.70	823	56.46	619	93.51
51~ 100	73	5.23	488	33.47	38	5.74
101~ 150	14	1.00	124	8.50	4	0.60
151~ 200	1	0.07	18	1.23	0	0
> 200			5	0.34	1	0.15
总计	1 397	100	1 458	100	662	100

五、DEM数据库的管理与应用

1 DEM数据库的管理

采用ARC/INFO V7.2管理全国1:25万DEM,利用AML和FORMEDIT开发界面,其系统功能主要包括以下几部分。

1. DEM显示。系统提供单幅、多幅、分省以及任意范围等多种范围的DEM显示功能,显示方式包括灰阶显示、任

意配色方案的分层设色显示、区域查询显示、晕渲显示、3维透视显示等,并可以在DEM显示的基础上叠加1:25万地形数据库进行显示。

2. DEM查询。系统提供全库范围根据坐标或鼠标查询高程的功能,并提供根据高程查询空间位置的区域查询功能,查询结果可以多种方式屏幕显示或生成报表。

3. 制图输出。系统提供DEM数据或同时叠加矢量数据的制图功能,可以根据多种方式生成任意区域的标准图或各类专题地形图。

4. 数据分发。系统提供对DEM数据进行分发服务功能,可以按照多种方式确定分发范围,按照多种格式进行数据转换,并同时可以完成数据拼接、切割等操作的分发服务功能。

2 DEM数据库的应用

全国1:25万DEM已经在测绘遥感、防洪救灾、国防建设、工程建设、土地管理、农林规划、区域治理开发、科研教育、国家宏观管理决策等多方面得到了广泛的应用,产生出了巨大的社会效益和经济效益。通过在1:25万DEM数据上叠加各种专题要素和卫星影像,可以制作各种晕渲图、立体景观图、鸟瞰图等,如:利用1:25万DEM数据库为南水北调工程提供辅助决策,为雅鲁藏布大峡谷科考提供科学数据等。