

基于数字地图的水土流失研究浅析

吉云平, 夏正楷
(北京大学环境学院, 北京 100871)

摘要: 计算机辅助地图制图使地图学产生了深刻的技术革命, 数字地图以其独特的功能和特点得到了广泛应用。介绍了一种数字化地图的工具, 并介绍了数字地图在水土流失研究方面的应用和我国目前的数字地图状况。
关键词: Supermap; 数字化; 数字地图; 水土流失
中图分类号: S 157; P 208 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)04-00116-03

Study on the Water and Soil Loss Based on Digital Map

Ji Yun-ping, Xia Zheng-kai
(College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Map drafting assisted by computer has brought about a deep technical revolution in cartography. Based on its special function and characteristic, digital map is used widely. In this text, a tool to form digital map is presented. The use of digital map in the study of water and soil loss, and the situation of digital map in our country at present are also discussed.
Key words: Supermap; digitization; digital map; water and soil loss

1 引言

水土流失及其导致的土地退化和泥沙等问题是全球性严重的环境和灾害问题, 并已经对人类的生存和发展构成了威胁。我国是世界上的人口大国、农业大国, 也是世界上水土流失最严重的国家之一。水土流失使大量土地贫瘠、荒芜, 许多江河湖塘的行洪、蓄洪能力骤降。严重的水土流失成为水土流失地区及其毗邻区域社会经济持续、稳定和地区间协调发展的制约因素。20 世纪90 年代以来, 为了适应我国社会主义市场经济建设的需要, 我国加快了以环境地质为主要内容, 以地质灾害防治为重点, 以地质环境可持续开发利用为目标的地质工作。到目前为止, 已经完成了以省(自治区、直辖市)为单元的全国1/50 万环境地质调查, 获取了海量的区域环境地质调查资料, 初步查明了各种地质灾害、特殊不良地质环境条件和环境地质问题的特征、分布及其危害, 提出了防治措施和地质环境保护对策, 为国土开发与整治、制定经济社会发展规划以及地质环境监督管理等提供了重要依据^[2]。但是这些资料主要以文字、图表形式储存, 不但便于保存和应用, 而且很难达到充分利用和资源共享。本文介绍了一种将这些资料数字化的方法, 并且简单介绍了数字化成果——数字地图在我国水土流失研究方面的应用。

2 我国的数字地图现状

从20 世纪80 年代中期开始, 我国及时开展地理信息系统的研究和建立。在地理、测绘、地质、农业、林业、气象、水利等部门陆续建立了一批全国或地区地理信息系统。全国土地资源、自然资源等数据库。以及黄土高原、三北防护林、黄河

下游洪水险情预警、黄河三角洲、洞庭湖垸区、京津唐地区生态环境、重大自然灾害监测与评估等信息系统^[3]。

1996 年发行的中国数字地图(1/100 万, 国际版)覆盖全国, 其数据按1/100 万地形图6°×4°分为77 个分区, 分层及其主要内容见表1。2002 年, 我国进行了全国1/100 万数据库更新, 并出版了新的中国数字地图。其分层和主要内容与中国数字地图(1/100 万, 国际版, 见表1)基本相同, 矢量数据增加了机场层, 增加了国道线状实体属性表, 减少了植被和土地覆盖层, 增加了数字高程模型、植被、土地覆盖、土地利用4 个栅格数据层。成果包括数据体、数据字典和元数据^[4]。

可用于水土流失研究方面的数字地图分层和内容主要包括: 水系、地貌、植被、土地覆盖等。此外, 为了更好的研究水土流失还可以增加一些图层和内容, 比如地形(包括坡度、切割度等)、气象因素(包括降雨量、降雨强度等)、土地利用方式、地层等。

3 应用 Supermap 将纸质资料数字化的流程

Supermap 是一个大型组件式GIS 开发平台, 曾被认定为北京市重大高新技术成果转化项目。它具有数据输入与输出、地图编辑、数据管理、地图显示、查询检索、地图裁剪、影像配准、正射三维影像制作、专题图制作与打印(制图、报表)等功能, 并提供了三维建模、影像配准、智能捕捉、自动建立拓扑关系等多种GIS 功能。它以工作空间、数据源、数据集、地图为单位进行数据组织, 多视图管理, 生成的数字化成果能够得到充分的利用^[5]。

下面是用 SuperMap 制作数字地图的大概流程:

* 收稿日期: 2005-04-26
基金项目: 国家教育部博士点基金(编号: 20030001100)
作者简介: 吉云平(1981-), 女, 硕士研究生, 主要从事第四纪环境及全球变化方面的研究。

表 1 中国数字地图主要内容				
要素名	层名	注记	属性表	主要内容
政区	BOUNT	*	PAT	含政区界、海岸线、岛屿等
			REGION	省、县级政区
			AA T	界线及海岸线等
居民地	RESPY RESPT		PAT	500 000 以上人口城市及地名
			REGION	城市
			PAT	居民地及地名
铁路	RAILN		AA T	铁路、铁路桥等
			ROUTE	主要铁路路线
公路	ROALN		AA T	公路、小路、公路桥
			PAT	自然保护区
			AA T	自然保护区外围线
			AA T	长城
文化要素	CFELK	*	PAT	庙、塔
水系	HYDNYP		PAT	河流、湖泊、水库、渠道等
			REGION	防洪区
			AA T	河流、湖泊、水库、渠道等
地貌	HYDPT	*	PAT	井、泉等
植被	HYPLKP	*	AA T	等高线
			PAT	高程点
土地覆盖	VEGPY		PAT	森林、草地等
			AA T	不依比例尺防护林等
			PAT	不依比例尺防护林等
其他自然要素	VEGLK			
其他自然要素	LANPY	*	PAT	沙漠、盐碱地等
海底地貌	PHSPT		PAT	火山、溶斗等
其他海洋要素	BATLK		AA T	等深线等
			PAT	水深点
地理网格	OFELK	*	AA T	航海线等
			PAT	礁石等
地理网格	GGDLN		AA T	经纬线、北回归线

注:* 表示该层有注记。

3.1 原始资料的准备

原始资料包括纸质地质资料及相关内容,例如地质调查资料、气象资料、水文地质和地形地貌资料、地质灾害资料以及野外调查资料等等。另外,编制人员在编制专题地图时,必须懂得一些基本的专业知识和相关的作业规范,并且在矢量化之前对图上的信息有一个大致的把握和了解。

3.2 建立工作空间和数据源及配准

创建数据源的时候,一定要将其坐标系设置为与原纸图一样的坐标系。如果所建立的数据源的坐标系与原纸图的坐标系有出入,需要对数据进行投影变换。栅格数据导入数据源后,需要对其进行配准,及坐标和投影的校正,以便赋予其实际地物的准确空间位置。

3.3 矢量化

所谓矢量化,就是将栅格图像上的信息转化为矢量数据的过程。矢量化是地图编制过程中的重要一环,是采集地图数据的重要手段。在矢量化的过程中要相当的谨慎和小心,控制误差和采集有效数据是必须注意的问题。

矢量化分为点的矢量化、线的矢量化和面的矢量化。比如:点数据可包括城市、标志性建筑、高程点等,线要素包括道路、等高线、水系界限等,面要素涉及树林、河道、水库、地层等。点、线、面的数据的属性信息可由地图编制者通过对话框输入。在矢量化过程中,要注意一些关键的细节:图像要以合适的比例放大,以图像清晰可见、不易引起视觉疲劳又不影响像要素的特点为标准;矢量化线时要设置好参数,避免多次重复劳动等。

3.4 拓扑处理

等高线、地质界线等线要素数量多,绘制过程烦琐,同一条线不一定是一次绘出的,这就存在一些问题。例如:存在伪节点,使同一条线被分成了两条或若干条;同样一个节点数字化了两次,应该闭合的曲线没有闭合;多边形不封闭、不及和过头;节点不重合、有悬线等。遇到这种情况,可以将线数据集进行拓扑处理。

拓扑处理还可以将线数据集生成对应的多边形数据集,或者由线数据集生成对应的网络数据集。这项功能对于地质图的矢量化操作特别有用。地质图中的地质边界经过矢量化和拓扑处理后,可直接经过拓扑功能生成面数据集,这就避免了多边形公共边不一致的问题。经过拓扑生成的面数据集不同于一般的由线数据集生成的面数据集。

3.5 地图设置和保存

地图的设置包括填色、整饰和完善等。填色就是依据地图图式上的规范要求,对点、线、面等要素进行颜色及花纹设置。另外,还要考虑整幅图的色彩均衡、协调。图外整饰及图例等制作也是不可缺少的部分,可以表示一些与图件有关的信息,如来源、采用的坐标系统等。

4 数字地图在水土流失研究中的应用

数字地图是在一定系统内具有确定坐标和属性的制图要素和离散数据在计算机可识别的存储介质上概括而有序的集合,具有计算机可识别性、可量算性、可分析性、可传输性及数字与模拟地图的互转性。

数字化得到的成果——数字地图,与传统地图相比主要优势在于:(1)信息资源丰富。数字地图可贮藏海量的图文声并茂的信息。(2)信息传递快捷。通过互联网、宽带网络、计算机局域网络传递信息更快捷。(3)信息更新便捷。在遥感(RS)技术支持下,可随时增添更新时空信息。(4)信息查询更灵活。可以放大、缩小,动态比例尺显示分层信息查询,使查询信息更灵活方便。(5)信息“三定”优势。数字地图中各种信息具有比普通纸质地图更强的定性、定位、定量的功能^[6]。它在水土流失方面的应用远优于纸质地图。

下面以北京地区水土流失为例,说明数字地图在水土流失研究方面的应用。

北京市受自然环境条件的制约、城市规模扩展及人类经济活动的影响,自然生态环境发生了较大改变,水土流失现象严重。据上世纪90年代初调查,全市水土流失面积534 182 km²,占山区面积的5 175%。其中,面状侵蚀区440 136 km²,沟蚀侵蚀区94 146 km²。由于大面积封山育林、小流域综合治理,相当一部分水土流失状况已得到了改善,总体趋势向良好方向发展。其中有436 135 km²趋于恢复,但仍有近100 km²的土壤侵蚀向严重方向发展。如其恶性发展将直接促成崩(滑)塌和泥石流的形成^[7]。

4.1 水土流失影响因素研究方面的应用

水土流失的影响因素包括地质、地貌、地形、土壤、植被、土地利用现状、降雨程度及强度等。

数字地图的分层特点使得人们既可以就某一专题地图进行分析,也可以将多个图层叠加在一起进行综合分析。比如,根据水系图层,可以清楚地了解该区的水系分布,分析水土流失的潜在分布区域;根据地层分布图层,可以了解地层组成及第四纪松散堆积物的分布特征;根据地貌图层,可以知道地势地貌状况,分析出斜坡坡度及坡高等因素;根据的植被分布图层和土壤图层,可以了解该区的植被分布和土壤

特点; 根据降雨图层, 可以分析降雨量、降雨强度等特征。

此外, 将这些图层以及相关的图层叠加在一起形成的综合图层, 并结合数字地图的三维可视化, 就可以直观清楚地看到整个地区的所有特征, 加深对该区各部分的了解, 从而可以对水土流失进行综合研究。

4.2 信息存储、查询方面的应用

北京市水土流失详查可采用 1 : 1.8 万航片和 1 : 2.5 万地形图, 结合专题地图、定位观测数据和社会经济统计数据, 以 5 ~ 30 km² 的闭合小流域为流域单位进行研究。

数字地图可对不同信息进行分层存储, 而且大量属性信息不占用地图表面空间, 从而使得数字地图容纳和存储了海量信息。它的随意放大、缩小以及动态比例尺显示等功能, 可使人们详细查询该区的各种信息, 进而分析关于水土流失的各种情况, 极大的方便了人们的信息查询和对小区域的分析 and 研究。此外, 数字地图的无缝拼接功能使得人们不受地图图幅的限制, 在研究了小比例尺地图上的资料后, 进而分析大中比例尺上的信息, 从而更好的对水土流失进行研究。

4.3 数字地图结合 GIS 技术的应用

结合 GIS 技术, 数字地图不仅可以为显示各种信息构建参考文献:

[1] 李锐, 杨克勤. 区域水土流失快速调查与管理信息系统研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2000.
[2] 刘传正. 中国环境地质工作概况[J]. 岩土工程界, 2004, 7(11): 15– 17.
[3] 廖克. 现代地图学的最新进展与新世纪的展望[J]. 测绘科学, 2004, 29(1): 5– 9.
[4] 苏山舞, 等. 全国 1 : 1000 000 数据库建设与更新[J]. 地理信息世界, 2003, 1(2): 21– 25.
[5] 蔡国林, 李永树. 基于 Supermap 的图形处理技术[J]. 四川测绘, 2004, 27(3): 11– 13.
[6] 李玲慧, 等. 基于 GIS 的数字地图的应用[J]. 地域研究与开发, 2003, 22(6): 52– 54.
[7] 杜涛, 于秀治, 韦京莲. 北京市地质灾害状况及制定地质环境管理办法论证[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(3): 39– 42.
[8] 胡良军. 谈地理信息系统(GIS) 在水土流失中的应用领域[J]. 周口师范学院学报, 2003, 20(5): 53– 55.

(上接第 95 页)

4.2 讨 论

小波分析在从不同的时间尺度上分析气温、降水序列的变化周期和冷暖、干湿交替情况有着不可比拟的优势, 通过对周期的分析和曲线是否闭合的判断, 还可以预测未来一段时间内的气温变化的趋势。但是小波系数只反应了冷暖、干湿变化的情况, 但是反映不出其变化的程度。即能预测未来一段时间内是增温变干的, 但对增温变干程度的预测却无能

参考文献:

[1] 林振山. 气候层次理论及其应用()– 气候突变[J]. 北京大学学报, 1990, 26(3): 355– 360.
[2] 吴慧, 陈小丽. 海南省四十年来气候变化的多时间尺度分析[J]. 热带气象学报, 2003, 19(2): 213– 218.
[3] 纪忠萍, 谷德军. 广州近百年来气候变化的多时间尺度分析[J]. 热带气象学报, 1999, 15(1): 48– 55.
[4] 谢庄, 曹鸿兴. 近百余年北京气候变化的小波特征[J]. 气象学报, 2000, 58(3): 362– 369.
[5] 李占玲, 陈飞星. 呼和浩特市 80 余年气温序列的小波分析[J]. 内蒙古师范大学学报自然科学版(汉文), 2004, 33(1): 81– 85.
[6] 廖德春, 廖新浩. 上海气象参数与太阳活动和 ENSO 的关系[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(2): 18– 24.
[7] 董长虹. Matlab 小波分析工具箱原理与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
[8] 郭彤颖, 吴成东, 曲道奎. 小波变换理论应用进展[J]. 信息与控制, 2004, 33(1): 67– 71.
[9] Zhang Q, et al. Wavelet network[J]. IEEE Trans Neural Networks, 1992, 3(6): 889– 898.
[10] Ringrose M, Negnevitsky M. Automatic disturbance recognition in power system[J]. Journal of Electrical and Electronics Engineering , 1999, 19(1): 83– 90.
[11] Kim S, et al. Automatic detection of epileptic form activity using wavelet and expert rule base[A]. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology[C]. Piscatway, New Jersey, 1998, 4: 2 078– 2 081.
[12] Marcin S, Piotr W. Neuro-wavelet classifiers for EEG signals based on rough set methods[J]. Neurocomputing, 2001, 36(1): 103– 122.

良好的地理环境信息平台, 而且最终可以成为表达诸多领域研究成果和规划成果的表现形式。北京大学遥感所在对北京郊区的水土流失评价中, 就是运用 GIS 的空间分析原理, 通过建立水土流失评价的专家权重模型和专家评判模型, 设计并建立起了北京市水土流失信息系统^[8]。生产部门使用后认为该系统具有以下优点:

(1) 节省人力物力, 与常规方法相比, 数据处理效率可提高 120 倍, 改变了过去数据汇总周期长、速度慢、差错多的状况。

(2) 本系统结构简单, 使用方便, 可为不同层次、不同部门的人员使用, 还可为县(区) 和流域管理系统移植数据。

(3) 对水土流失数据进行统计、成因分析和综合评价, 可为小流域治理规划提供依据。

5 小 结

数字地图在地质灾害方面的应用具有广阔的前景。应用数字地图对水土流失进行研究, 并结合应用 GIS 技术, 可建立覆盖全国的水土流失信息系统, 也可以为水土流失灾情评估、动态区划以及防治决策提供信息服务和技术方法支持, 并且还可以为国内外交流与合作提供渠道。