基于 GIS 平台的土地整治规划空间数据库建设及应用

胡高飞, 秦漪航, 杨成波, 王永啟*　(西南大学资源环境学院,重庆 400715)

摘要　地理信息系统(GIS)是实现土地整治规划信息化、技术化和科学化的重要技术手段,在数据库管理、空间分析和整治工程项目选址布局决策等方面优势明显。该研究基于 ArcGIS 平台,详细介绍了县级土地整治规划数据库的建设过程,并结合实践经验,对数据库的应用管理进行探讨,为土地整治规划信息化管理建设提供参考。

关键词　数据库建设;应用;ArcGIS
中图分类号　S127　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　0517 - 6611(2015)19 - 350 - 05

Construction of Spatial Database of Land Consolidation Planning Based on GIS Platform and Its Application

HU Gao-fei, QIN Yi-hang, YANG Cheng-bo, WANG Yong-qi*　(College of Resources and Environment, Southwest China University, Chongqing 400715)

Abstract　Geographic information system (GIS) is important technical means to realize the informatization technical and scientific of land management planning, and has obvious advantages in database management, spatial analysis and treatment engineering project site location decision. Based on ArcGIS platform, the construction process of county-level land consolidation planning database was introduced in detail, combined with practical experience, the application management of database was discussed, which will provide reference for informatization management of land consolidation planning.

Key words　Database construction; Application; ArcGIS

我国大规模、有组织开展土地整治工作仅有十余年时间,伴随着生产力水平的快速提升,科学技术的突飞猛进,工业化、城市化进程的不断加快,农村土地整治在范围上已由分散的土地开发整理向集中连片的田、水、路、林、村综合整治转变[1];在内涵上已由增加耕地数量为主向增加耕地数量、提高耕地质量、改善生态环境并重转变;在目标上已由单纯地补充耕地向建设性保护耕地与推进新农村建设和城乡统筹相结合转变[2]。

相应的,传统的土地整治项目的手工管理模式已不适应时代要求,随着土地整治项目申报数量的增加,项目资料存放散乱,项目审批无参照依据、项目信息查阅困难等现象日趋明显。因此,推进土地整治规划管理信息化,建设土地整治规划数据库,是新时期适应土地整治战略及目标的重要举措。在国土资源部土地整治中心召开的土地整治规划建库工作专家研讨会上,多位专家建议土地整治规划数据库除存储和处理规划信息外,还应发挥更核心的作用[3]。土地整治规划数据库建设既是实施土地整治规划及战略的工具和手段,也是推行信息公开制度的重要保障。当前应在加快部署地方试点的基础上,尽快启动全国土地整治规划数据库建设。

笔者以县级土地整治规划空间数据库建库为案例,结合《县级土地整治规划编制规程》(TD/T1035 - 2013),从土地整治规划空间数据库与土地利用总体规划衔接关系,并考量建库对土地整治项目布局选址的参照需求、数据库管理与查询等多方面因素,研究土地整治规划空间数据库的建设与应用。

1　研究综述

1.1　空间数据库概述　20 世纪 70 年代,空间数据库的研究已经开始步入人们视野,起初的研究目的是利用卫星系统定位土地资源,达到可以快速有效绘制各类专用地图的目标[4]。然而传统数据库在空间数据的存储、检索和管理上存在诸多缺陷,因此建设空间数据库是必然的。空间数据库是通过利用关系型数据管理系统管理空间数据,可以实现对数据库中的空间数据和应用程序间的数据接口问题的解决。换句话说,空间数据库主要用于解决关系数据库中空间数据对象几何属性的存储以及提取问题。空间数据库的主要任务为:①采用关系数据库对空间数据进行存储管理;②从关系数据库中读取空间数据,并将此数据转换成 GIS 应用程序可接收、实现的形式;③将 GIS 应用程序中的数据传输到空间数据库,并对其进行管理。

1.2　土地整治规划空间数据库发展情况　为了强化土地管理业务,加强土地信息管理的基础建设和信息化建设,提高土地管理水平,我国在土地利用的数据库建设方面提出了一系列的政策措施,随着"数字国土工程"、"金土工程"以及第二次全国土地调查的开展,目前也已经基本形成了一定规模的土地利用基础数据库[5-7]。结合全国第二次土地调查工作,连通"国家 - 省 - 市 - 县"4 级土地调查数据库的建立及应用更使得土地信息化研究有了进一步的发展[8-9]。已经完成的土地利用规划数据库建设以及针对土地利用规划数据库建设的研究,也加快了土地管理信息化的步伐[10-15]。

目前,土地整治与新农村建设相结合,与高标准基本农田建设相结合,也使得土地整治进入了一个新的发展阶段,整治领域在拓宽、整治内涵不断扩大[8]。对于土地整治规划数据库,从国家到地方都给予高度关注。2013 年 3 月 7 日,在国土资源部土地整治中心召开的土地整治规划建库工作专家研讨会上,多位专家建议,应尽快启动土地整治规划国家层面的建库建设,加快土地利用现状、城镇地籍、土地利用总体规划、基本农田、农用地分等与耕地质量、土地整治规划等土地基础数据库建设与维护[3]。2012 年 3 月,《全国土地整治规划(2011 - 2015 年)》获国务院批准实施后,国土资源

基金项目　西南大学资源环境学院本科生科技创新"光炯"培育项目(20130212)。
作者简介　胡高飞(1991 -),男,福建屏南人,本科生,专业:土地资源管理。
收稿日期　2015-04-30

部下发《关于加快编制和实施土地整治规划大力推进高标准基本农田建设的通知》,明确要求同步建设土地整治规划与实施管理数据库[16]。

实际上,对于土地利用方面的数据库建设,各个国家都给予了充分的重视,土地利用数据库建设和利用是科学管理、合理利用土地资源的必然要求,也是土地管理工作融合到现代信息科学的必然趋势。美国、英国、法国等国家基本上都建立了以数字地形模型为基础的数据库;瑞典、德国、荷兰等欧洲国家建立地理数据库时间也较早;澳大利亚建立的土地资源评价信息系统,可输出土地管理所需要的各种数据;俄罗斯、波兰、加拿大等国家也建立了相应的土地整治规划数据库[17]。

资料显示,国外的土地利用数据库建设时间较早,在土地信息化管理中形成了一定的经验,国内的土地利用数据库建设虽然起步晚,但是发展比较迅速。目前,土地整治规划数据库的研究处于起始阶段,最新一轮土地整治规划为空间数据库建设研究提供了一个难得的契机。

2　基于管理化需求的数据库建设分析

当前,土地整治规划已上升为国家层面的战略部署[2],土地整治规划数据库的建设能有效地解决土地整治项目选址的盲目性和随意性、项目片块过于分散或过多、项目实施的时序安排不尽合理等问题,通过用户调查确定数据库的受面群体,使数据库建设者对用户要实现的功能需求,所要达到的目标期望进行了解,对数据库建设的现有条件特别是数据条件进行了解,从而确定数据库的目标、功能、结构和数据模型。这是数据库建设的基础,其中用户对数据库的功能需求是需求调查中的重要内容。土地整治规划空间数据库用户主要希望数据库能满足以下要求:衔接土地利用总体规划数据库;尽可能实现属性数据与空间集成管理,为规划管理提供所需的统一的、标准的、规范的、多层次的结果;系统界面友好,操作简单易学。

3　土地整治规划空间数据库建设研究

根据管理化需求的数据库建设分析结果,土地整治规划空间数据库在建设过程中应注意关系型数据管理系统基础条件的搭建,以及规划数据库作为一个集成数据查询与监管平台必要因素的考量。规划空间数据库主要基于土地整治规划与上轮土地整治规划以及其他规划的衔接,并参考土地整治规划潜力评价结果,综合分析后构建土地整治规划空间数据库。

3.1　土地整治规划时点现状数据库构建　最新一轮土地整治规划规划期为 10 年,规划控制目标近期为 2015 年、远期为 2020 年。规划数据应以第二次全国土地调查及 2010 年土地变更调查为数据基础,再按土地规划分类转换,形成规划基数,并同土地利用总体规划基数保持一致。土地整治规划现状数据库应涵盖 2010 土地变更调查数据、土地利用总体规划数据、规划基期年(包括基期年)之前已竣工验收项目基本信息和项目工程量汇总信息,技术流程如图 1 所示。现状数据库的建设对上轮土地开发整理规划实施的评价、本轮土地整治潜力分析及规划工程项目选址布局提供了数据来源及参考依据。

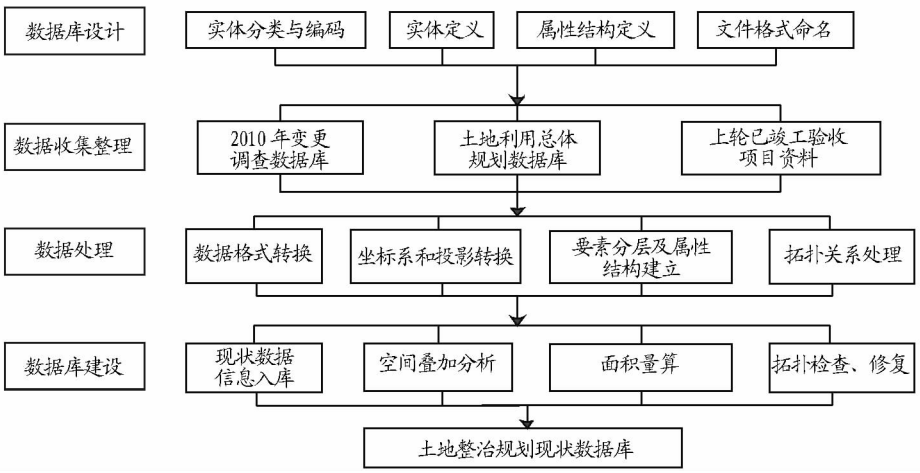

图 1　土地整治规划现状数据库流程

3.1.1　基础资料内容。主要包括 2010 年土地利用变更调查数据库(至少应包含地类图斑、线状地物、零星地物层)及变更调查二级地类面积汇总表、土地利用总体规划现势数据库(至少应包含土地规划地类层、建设用地管制区层)、上轮已竣工验收项目基本信息和项目工程量汇总信息及项目对应范围线。

3.1.2　数据格式转换。数据库建设以 ArcGIS 平台为技术支撑,数据格式均为 shape files。主要存在 2 种数据格式的转换,一为 MapGIS 数据格式(.wp/.wl/.wt),二为 CAD 数据格式(.dwg/.dxf)。

在 MapGIS 数据格式转换过程中,当数据量较大时容易发生属性丢失及属性出现乱码等情况,空间信息和属性信息错位或者不能识别等情况,所以在数据转换过程中应注意转换前后数据的一致性与转后数据的几何关系正确性,在实践中可按照下述适用性较强的操作方法以解决上述问题。需要准备的软件有 MapGIS6.7、Map2Shp 桌面版、ArcGIS,MapGIS 数据格式通过 MapGIS6.7 平台下图形处理菜单中的文件转换工具转出的 shape files 文件,存在属性出现乱码等情况,但几何图形可正常

显示。因 shape files 是 ESRI 提供的一种矢量数据格式,一个 shape files 由一组文件组成,其中必要的基本文件包括主文件即坐标文件(.shp)、索引文件(.shx)和属性文件(.dbf),可判断 MapGIS6.7 平台转出的 shape 文件为属性文件(.dbf)出现错误;通过 Map2Shp 桌面版由 MapGIS 格式转出的 shape 文件经鉴定,属性文件正确,但其几何图形出现错误,所以用后者的属性文件(.dbf)替换前者,通过 ArcGIS 平台中的 Repair Geometry 工具对替换过属性文件的 shape files 文件进行几何修复,确保文件几何关系正确。

在 CAD(.dwg/.dxf)数据格式转为 shape files 格式时,可直接采用 ArcGIS 平台中的 CAD To Geodatabade 工具将 CAD 文件导入地理数据库后,再导出 shape files 格式文件。

3.1.3 空间叠加分析。土地整治规划现状数据库整合了 2010 年变更调查数据库地类图斑信息、土地利用总体规划数据库规划地类及空间管制区信息及上轮已竣工验收项目工程信息,如何正确地处理各类信息的叠加是数据库建设的关键点,在叠加过程中一般要注意以下几点:①经空间叠加分析后的各图层要保持良好的拓扑关系,新增的要素层入库时,可能有自相交、重叠等拓扑错误,可以通过 Check Geometry 和 Repair Geometry 进行检查修复,并在 Geodatabase 中建设拓扑规则检查并修复拓扑错误;②空间叠加前后辖区控制面积必须与 2010 年土地利用变更调查数据库地类图斑层一直。图斑面积即为辖区控制面积,叠加前在地类图斑层属性表结构中建立 OLD-Area、OLD-TBMJ 等中间过程字段。叠加后通过比例法计算图斑面积,以保证空间叠加分析前后图斑面积总和一致。

土地利用总体规划数据库中建设用地管制区层是在土地规划地类层的基础上融合而成,其图斑边界包含于土地规划地类层图斑边界。ArcGIS 平台中 Identity 工具通过计算输入要素和标识要素的几何交集,与标识要素重叠的输入要素或输入要素的一部分将获得这些标识要素的属性。所以通过 Identity 工具,将土地规划地类层设为输入要素,建设用地管制区层设为标识要素,输出要素命名为“土规要素层”;继续 Identity 工具操作,将经数据格式转换后的土地利用变更调查数据库中地类图斑层设为输入要素,土规要素层设为标识要素,输出要素命名为“土地整治规划现状数据库基础层”。土地整治规划现状数据库基础层已涵盖 2010 年变更调查与土地利用总体规划相关信息,重复 Identity 工具操作,将上轮已竣工验收项目工程层设为标识要素,即输出土地整治规划现状数据库。经过空间分析操作后的土地整治规划现状数据库存在多部件元素,需进行打散(Explode Multipart Feature)操作。

3.1.4 面积量算。面积量算是数据库构建的核心环节,需要面积量算的主要有图斑面积、线状地物面积、零星地物面积、田坎面积、图斑地类面积,其中图斑地类面积 = 图斑面积 - 线状地物面积 - 零星地物面积 - 田坎面积,田坎面积 = (图斑面积 - 线状地物面积 - 零星地物面积) × 田坎系数。

经过空间叠加标识后,图斑经过切割,图斑面积发生变化,经过图斑的线状地物在图斑之间需要重新分配面积。在面积量算中应注意几点问题:

第一,由于图斑面积是椭球面积,在不同操作平台计算得出的数据存在差异,所以图斑面积应采用比例法进行量算,公式为:

$$TBMJ = OLD - TBMJ \times (Shape\text{-}Area/OLD\text{-}Area)$$

式中,*Shape-Area* 为经过 Identity 操作并打散后几何计算面积;*OLD-Area* 为原 2010 年土地利用变更调查地类图斑几何计算面积。

第二,线状地物面积如按比例法计算存在偏差,所以需要一种科学的方法合理分配面积。线状地物与图斑存在 2 种关系:一种是线状地物完全位于图斑内部,线状地物的扣除比例为 1,即线状地物面积 = $S_{线}$;一种是线状地物与图斑边界共线,线状地物的扣除比例为 0.5,即线状地物面积 = $0.5 \times S_{线}$。根据线状地物与图斑的关系,当土地整治规划现状数据库完成拓扑检查后,重新分配线状地物面积主要有以下步骤:

(1)对土地整治规划数据库层进行图斑编号唯一值编号。

(2)以线状地物层为输入要素,土地整治规划现状数据库层为标识要素,进行 Identity 操作,注意勾选 Keep Relationships,输出要输会包含 2 个附加字段——LEFT_poly 和 RIGHT_poly,这些字段包含线要素左侧和右侧的标识要素属性。标识输出要素类命名为“线状地物 - 1”,对字段进行整理,保留新生成的 LEFT_TBBH、RIGHT_TBBH 字段。

(3)根据新生成的 LEFT_TBBH、RIGHT_TBBH 字段对“线状地物 - 1”层的扣除比例字段重新赋值,当 LEFT_ TBBH = RIGHT_ TBBH 时,扣除比例赋值为 1,并任意清除“LEFT_序号”、“RIGHT_序号”中的一个字段值,其余均赋值为 0.5。重算“线状地物 - 1”层的线状地物面积(用 Field Calculator 计算线物几何长度,线状地物面积 = 长度 × 宽度 × 扣除比例)。

(4)导出“线状地物 - 1”层属性表,在 Office Excel 中以 TBBH 为列,线状地物地类名称为行,对 LEFT_TBBH、RIGHT_TBBH 字段进行整合,线状地物面积按 TBBH 与地类名称合并汇总。根据 TBBH 字段应用 ArcGIS 属性表 Jion 工具,把重算后的线物面积连接入土地整治现状数据库层中,并且附入线状地物面积对应的地类名称。

经过上述操作步骤,完成现状数据库的建设,主要包括 2010 年土地利用变更调查数据、土地利用总体规划数据以及上轮已竣工验收项目信息。

3.2 土地整治规划潜力数据库的构建 土地整治潜力是在一定时期、一定生产力水平及某种既定用途下,在行政、经济、法律和技术等方面采取一系列措施,使土地资源在提高利用率与产出率的基础上,增加可利用土地面积、改善生态环境的能力。在土地整治规划潜力数据库中包括农用地整理潜力、高标准基本农田建设潜力、农村建设用地整理潜力、城镇工矿建设用地整理潜力、土地复垦潜力、宜耕后备土地资源开发潜力等 6 类。

潜力数据库的构建是以潜力评价成果为基础,以参加潜力评价行政村为图斑单元,通过字段唯一值进行属性表连接,构成潜力数据库。而潜力评价应在分析各级土地利用总体规划确定的建设用地空间管制要求、重要生态功能区布局、历史文化村镇保护及地形坡度条件的基础上,明确可开展土地整治工作的范围以及土地整治工作的重点方向,所以现状数据库为潜力评价工作的开展提供了有利的条件。在确定土地整治潜力评价区域范围时应以现状数据库为基础,按照与土地利用总体规划要求一致的原则,扣除区县土地利用总体规划确定的新增建设用地、有条件建设区、自然与历史文化遗产保护区和生态环境安全控制区,及已竣工土地整治项目等的红线范围内的土地面积,确定开展土地整治潜力分析评价的土地资源规模范围。

3.3　土地整治规划基础数据库的构建　规划基础数据库的构建是在土地整治规划现状数据库与潜力数据库完成的基础上,进行两库的空间叠加分析(Spatial Join:根据空间关系将一个要素类的属性连接到另一个要素类的属性,目标要素和来自连接要素的被连接属性写入到输出要素类),以现状数据库为目标要素,潜力数据库为连接要素,完成空间连接操作,输出规划基础数据库。

土地整治规划基础数据库包含了土地利用变更调查、土地利用总体规划、土地整治潜力等信息,不仅为土地整治规划的项目规划布局提供的有利的参考信息,而且为土地整治规划数据库的应用铺设了基础。

3.4　土地整治规划数据库的构建　以土地整治规划基础库为基础,提取土地整治潜力、坡度、现状及规划等信息,明确土地整治分区,土地整治分区最直接的目的是明确各区土地整治方向和重点,在简明介绍各区的自然条件、经济社会条件和土地资源优势的基础上,确定区域土地整治的现状、特点、经验及问题,解释各区土地整治的发展方向和重点内容,实行差别化管理。并针对各个区域整治条件的一致性和差异性,设定不同的整治目标,提出相应的整治措施,结合规划期内拟完成的土地整治工程任务,确定项目片区分布,进一步将各类性质的工程项目合理的安排在不同的整治片区中。

在对项目选址布局落实中,尽量以图斑、权属单位边界为准,在项目布局全部落实到规划基础库后,进行统计项目规模,项目规模是指规划土地整治项目范围线内可参与土地整理地类总面积值。在计算项目规模前,参照现状数据库面积量算方法进行面积量算;量算面积后,按照项目名称根据地类筛选汇总项目规模;根据潜力评价成果,确定各个区域及各类工程项目新增耕地系数,并计算新增耕地规模;进行投入资金估算;最后完成规划项目信息的完善,统计出表。

土地整治规划数据库的构建以规划工程项目范围面为图斑单元进行数据库构建,根据项目信息表与数据库几何图形的对应进行属性表的连接,形成土地整治规划数据库,并进行拓扑检查修复。

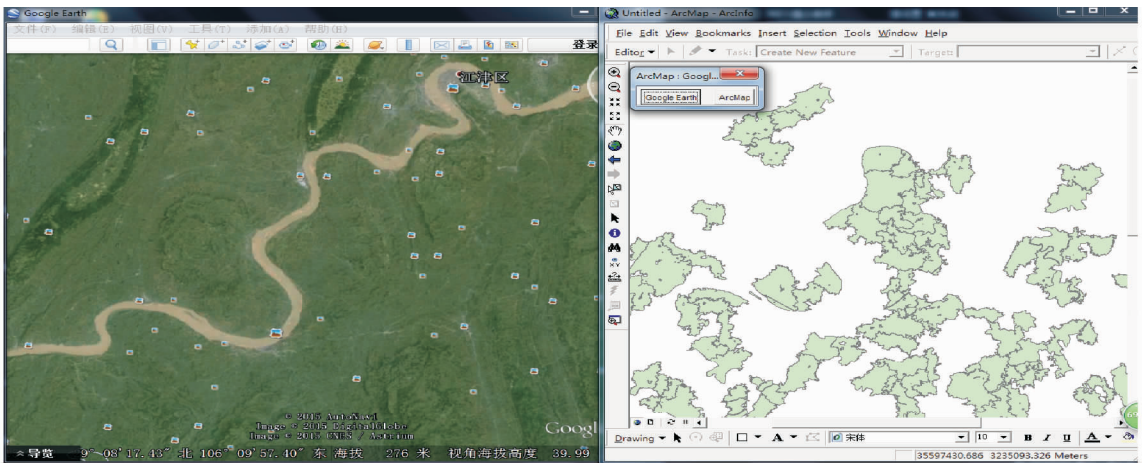

图 2　ArcGIS 与 Google Earth 同步显示效果

4　土地整治规划数据库的应用研究

4.1　基于 ArcGIS 的数据库与 Google Earth 同步显示　谷歌地球(Google Earth,GE)是一款 Google 公司开发的虚拟地球仪软件,它把卫星照片、航空照相和 GIS 布置在一个地球的三维模型上。Google Earth 上的全球地貌影响的有效分辨率至少为 100 m,通常为 30 m(例如中国大陆),视角海拔高度(Eye alt)为 15 km 左右。如果实现土地整治规划数据库与 Google Earth 的同步显示,那么对土地整治项目的选址布局涉及的地貌地形便可清晰地反应出来,为土地整治项目科学化监管提供了有利保障。

实现以 ArcMap 为操作平台的土地整治规划数据与 Google Earth 同步显示。需要以下操作步骤:

(1)准备源文件。根据同步显示系统要求,在 ESRI 支持中心下载 Init_SyncArcGE. bas、CGoogleEarth. cls、CMapCalcGE. cls、frmSyncArcGE. frm、SyncArcGE. bas、WinFunctions. bas 等 6 个源文件或以 Microsoft Excel 2010 的 VBA 编辑器为平台,根据代码编辑输出源文件。

(2)创建 VBA。打开 ArcMAP;菜单操作:Tool/Macros/Visual Basic Editor;打开 VBA 左侧工程管理:Normal/ArcObjects/ThisDocument,打开源文件 Init_SyncArcGE. bas,复制所有内容到 ThisDocument。右击“Normal(normal. mxt)”选择“Import File…”,依次导入所有原文件 CGoogleEarth. cls、CMapCalcGE. cls、frmSyncArcGE. frm、SyncArcGE. bas、WinFunctions. bas。

(3)ArcMap 工具新建按钮。菜单操作:Tool/Customize,选择“Commands”,在下面“Save in”选项中选择“Normal.mxt”,在 Categories 中选择“UIControls”(拉到最底端),点击“New UIContorls”,选中“UIButtonContorl”,重命名“Normal.UIButtonControl1”为“Normal. SyncArcGE”,最后拖动新建的 button 到已有的工具栏中即可,右击新建的 button 选择图标,关闭 Custonmize 对话框。

(4)打开 Google Earth 和 ArcMap,在 ArcMap 中加载数据,点击创建的按钮弹出一个对话框,实现 2 个程序界面的互动。ArcGIS 与 Google Earth 同步显示效果如图 2 所示。

4.2 交互式数据库的高效查询 交互式数据库的高效查询基于土地整治规划数据库与规划基础数据库之间的属性关联(Relate:用于将数据与该图层关联在一起,关联数据不能被追加到该图层的属性表中。但是,可以在使用此图层的属性时访问相关关联数据,反之亦然。并且可以建立“一对多”或“多对多”的关联关系)。基于这种数据库间的关联,实现了土地整治规划项目的区范围内现状、规划和潜力等信息的高效查询。

参考文献

[1] 仇生泉,任向红. 土地整治管理信息化建设探析[J]. 测绘技术装备,2013(2):32 -35.
[2]郧文聚. 土地整治规划概论[M]. 北京:地质出版社,2011.
[3] 李琼晢. 国土部:要加快全国土地数据库建设及联网[R]. 2012 -02 -20.
[4] 魏军. 土地信息系统中空间数据库的应用探讨[J]. 计算机光盘软件与应用,2013(23):107 -108.
[5] 杨利民,刘顺喜,赵强,等. 城乡一体化土地利用数据管理信息系统建设研究[J]. 国土资源信息化,2009(2):41 -45.
[6] 彭良勇,黄全义. 基于 ArcGIS 的城乡一体化多用途地籍数据库的动态更新[J]. 测绘科学,2009,34(1):220 -221.
[7] 姜小俊. 现代地籍一体化管理模型设计及其应用[D]. 南京:南京师范大学,2005.
[8] 黄亮,姜栋. 城乡一体化土地调查理论与方法初探[J]. 国土资源科技管理,2009,26(6):79 -83.
[9] 关晓东. 城乡一体化空间数据库建设技术路线和方法[J]. 河南测绘,2009(4):19 -30.
[10] 王万茂. 土地利用规划学[M]. 北京:科学出版社,2006.
[11] 王湘茹,薛萍. 基于 GIS 的土地利用规划管理信息系统设计与开发[J]. 测绘通报,2010(7):44 -45.
[12] 王瑞青,田永中,徐永进,等. 基于 ArcGIS 的县级农村土地利用数据库建设技术探讨[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2009,34(5):230 -234.
[13] 陈军,田永中,徐旭晨,等. 基于 ArcGIS 的县级农村土地利用数据库质量控制体系设计[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2009,34(3):241 -244.
[14] 杨波,罗红霞. 基于 ArcGIS 的县(市)级土地利用数据库建设——以重庆市奉节县为例[J]. 测绘科学,2009,34(3):195 -196.
[15] 袁小燕,王满,花晓波. 基于 ArcGIS 的乡级土地利用规划数据库建设研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2012,37(9):85 -90.
[16] 贾文涛,武汉.《全国土地整治规划(2011 -2015 年)》解析[C]//国土资源部. 全国土地整治规划(2011 -2015 年). 北京:国土资源部办公厅,2012.
[17] 刘耀林,何建华. 土地信息学[M]. 北京:科学出版社,2007.
[18] 徐绍史. 深入开展农村土地整治 搭建新农村建设和城乡统筹发展新平台[J]. 国土资源通讯,2009(8):6 -7.

(上接第 347 页)

综上所述,辽宁省西部地区是我国洪涝灾害频发的省份,在近年来的防汛决策过程中,水文部门根据气象部门预报降水情况探索流域洪水预报,对于密切监视暴雨洪水、增长预见期、做好防汛调度决策起到良好作用。只有在较长较完善系列水文资料累计的基础上做好实用洪水预报方案的编制及修订工作,才能切实有效地为地方政府及水利行政主管部门做好服务,最大程度地减少人民的生命财产损失,并为其他类似地区流域的洪水预报提供借鉴。

参考文献

[1] 包为民. 水文预报[M]. 3 版. 北京:中国水利水电出版社,2006.
[2]《辽宁省西部地区实用洪水报方案》编制组. 辽宁省西部地区实用洪水报方案[R]. 水利部松辽水利委员会、辽宁省水文水资源勘测局,2005.
[3] 孙长江,王磊,吴俊秀. 大凌河流域水资源现状分析与可持续利用对策[J]. 南水北调与水利科技,2007,5(2):46 -49.
[4] 王宝全,霍延昭. 小凌河锦凌水库工程规模研究[J]. 东北水利水电,2003(7):5 -6,31.
[5] 周园,关卫军,佟胤铮. 锦凌水库库区地质构造特征[J]. 中国科技信息,2008(18):25,27.
[6] LI Z J,WANG L L,BAO H J,et al. Rainfall-runoff simulation and flood forecasting for Huaihe Basin[J]. Water Science and Engineering,2008,1(3):24 -35.
[7] 王浩,俞科慧. 基于洪水模拟和预报的三维仿真系统设计[J]. 中国防汛抗旱,2014,24(3):24 -27,45.
[8] 高素丽. 大凌河流域河道生态治理方案[J]. 水土保持应用技术,2011(5):20 -22.
[9] MORVAN H,PENDER G,ERVINE A. Three-dimensional simulation of river flood flows[C]//Progress in Water Resources,River Basin Management,2001:43 -52.
[10] 马伟希,王新颖,徐坤,等. 基于混沌的小凌河流域月降水时间序列分析[J]. 吉林水利,2014(1):35 -38.