

林业数据采集系统设计与实现

周克瑜^{1,2}, 徐爱俊^{1,2}, 李慧霞^{1,2}, 夏 凯^{1,2}

(1. 浙江农林大学 信息工程学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江农林大学 浙江省林业智能监测与信息技术研究重点实验室, 浙江 临安 311300)

摘要: 在分析林业数据采集研究现状的基础上, 通过对林业管理业务和野外数据采集的需求分析, 并以林权和营造林业务为例, 设计并实现了林业数据采集系统。对系统的数据流程、功能结构和数据库设计等进行了详细分析, 研究并解决了系统设计与开发中的林业规划设计图绘制和数据校验等关键技术问题, 并以 Visual Studio 2010 和 ArcGIS Engine 为开发工具, 实现了应用系统自动更新、图表操作、数据处理以及系统的管理等功能。将林业管理信息化延伸至野外数据采集阶段, 从而提高了林业数据采集的准确性和工作效率。图 5 参 10

关键词: 森林经理学; 林权管理; 营造林管理; 数据采集; 自动更新; 数据校验

中图分类号: S757.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2015)04-0491-06

Design and implementation of the forestry data acquisition system

ZHOU Keyu^{1,2}, XU Aijun^{1,2}, LI Huixia^{1,2}, XIA Kai^{1,2}

(1. School of Information Engineering, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Forestry Intelligent Monitoring and Information Technology, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: On the basis of the reviewing the research status of the forestry data acquisition, by analyzing the demands of the forestry management services and field data acquisition, and taking the forest rights and afforestation management services for example, the research had a deep analysis of the data process, functional structures and database design of the system, examined and solved some key technical problems in designing and developing the system such as the forestry planning and design drawing and data checking, and chose the Visual Studio 2010 and ArcGIS Engine as the developing tools to achieve the automatic updating, chart and table operating, data processing and system managing. The research extended the informationization of forestry management to the field data acquisition phase and improved the accuracy and efficiency of the forestry data acquisition. [Ch, 5 fig. 10 ref.]

Key words: forest management; forest right management; afforestation management; data acquisition; automatic updating; data checking

随着计算机技术、互联网技术和地理信息系统技术的快速发展, 林业信息化正在从数字林业向智慧林业迈进, 如何快速、准确、便捷地采集并处理数据正逐步成为当前的研究热点之一。在林业数据采集方面, 传统的林业数据采集因存在工作效率低、内容繁杂、容易出错、设计粗糙和无法更新完善等问题^[1], 已很难满足当今林业发展的需要。目前, 国内外有很多研究者均开展这方面的研究工作, 如使用ArcGIS

收稿日期: 2014-10-27; 修回日期: 2014-12-11

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(LY14C160005, Y5110145); 浙江省林业智能监测与信息技术研究重点实验室开放基金资助项目; 浙江农林大学智慧农林业研究中心预研项目(2013ZHNL01); 浙江省教育厅资助项目(Y201432809)

作者简介: 周克瑜, 从事资源与环境信息系统研究。E-mail: zhouky1987@163.com。通信作者: 徐爱俊, 教授, 博士, 从事资源与环境信息系统、森林资源信息管理等研究。E-mail: xuaj1976@163.com

等软件进行粗略的地图处理和造林规划等^[2-4]，但无论是通用型的系统^[5-7]还是专用型的系统^[8-10]都难以支撑林业管理业务对于野外数据采集的需求，需要开发林业数据采集系统。本研究基于 Visual Studio 2010，C# 语言和 ArcGIS Engine10 进行开发，采用 SQLite 数据库，设计实现了林业数据采集系统。该系统可以用于林权管理和营造林管理等：对营造林系统，通过对选定区域进行土地规划和造林设计，设计出适合相应地块的造林图式，同时对造林设计图、规划设计记录和造林规划总图进行打包上传；对于林权系统，通过地块的设计与生成，将其与申请表相关联，便于维护和更新。旨在设计、实现专业的林业数据采集系统，满足现代林业的发展需求。

1 业务流程与系统设计

1.1 业务流程分析

数据流程图是一种便于用户理解、分析系统数据流程的图形工具。它能精确地在逻辑上描述系统的功能，过程的处理、输入、输出和数据存储等。以下从系统顶层数据流程和林权操作数据流程两方面进行数据流分析。

1.1.1 顶层数据流程 顶层数据流程是对系统总体的描述，而每个模块中的数据流走向又会有所不同。林业数据采集系统的顶层数据流程如图 1 所示。用户可以通过登录林权子系统或营造林子系统进行相应的数据采集或规划设计。

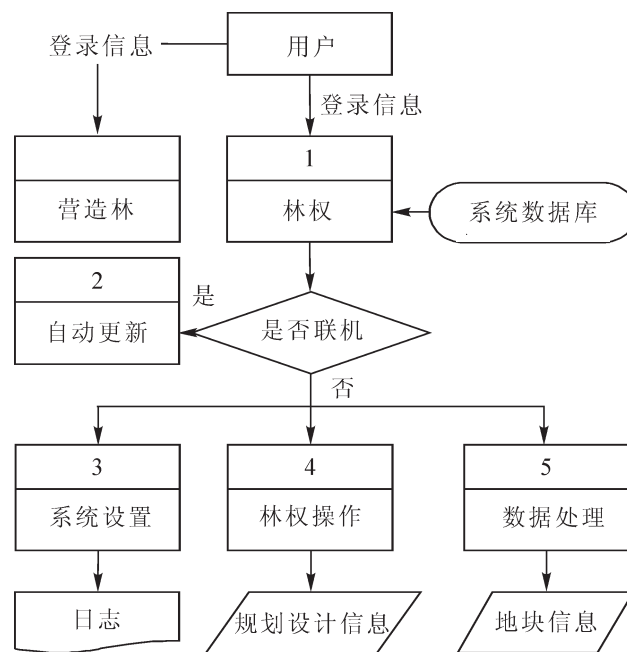


图 1 系统顶层数据流程图

Figure 1 Data flow diagram of the system top-level

1.1.2 林权操作的数据流程 由于林业数据采集系统可用于营造林、林权管理等多项业务，本研究以用于林权外业调查为例来分析林权操作模块的数据流程。该功能模块的目的在于解决由传统人工的方式进行规划设计图绘制带来的繁琐性、多错误性和耗时性。图 2 描述了实现林权操作这一功能的数据流向。通过将野外采集得到的数据实时绘制成规划设计图，并与本地或者服务器上的申请表相关联来实现林权操作。

1.2 系统功能设计

林业数据采集系统是一款针对林业需求，能够对地图进行规划设计等操作并使它与相关申请表相关联的专用设计软件，旨在对传统的林业数据采集工作方式进行改进。通过脱机操作和联机操作 2 种模式，将以往需要通过手工进行的规划设计和数据录入工作通过软件系统完成，并且可以对服务器端的数据进行同步更新，将图像与数据进行关联。该系统主要实现对地图处理和申请表的相关信息进行管理，

包括地图规划设计、申请表录入、地块生成、图表关联等。

通过对林业数据采集系统的需求和建设目标详细分析之后，根据林业发展的实际需求及目前的技术水平，进行林业数据采集系统的系统设计。

在具体分析林业数据采集业务需求的基础上，本系统主要实现以下几项功能：应用系统自动更新、图表操作、数据处理以及系统管理。其中，系统管理包括系统设置、系统输入、系统输出以及退出系统 4 个部分。系统总体功能模块如图 3 所示。

1.3 数据库设计

遵循数据库设计的一般原则，考虑数据库的命名规范，数据的一致性、完整性以及数据库的可扩展性，并结合林业数据采集系统的具体要求，该系统的数据库需要建立 13 张属性数据表，分别是：符号表，树名表，登录日志表，操作日志表，省、市、县表，乡镇表，村表，组表，户表，系统用户表和申请表。数据库的概念结构如图 4 所示，它描述了系统中的各个实体以及实体之间的相互关系。根据概念结构的 E-R 图创建相应的数据表，每张数据表都对字段名、数据类型、数据长度以及是否

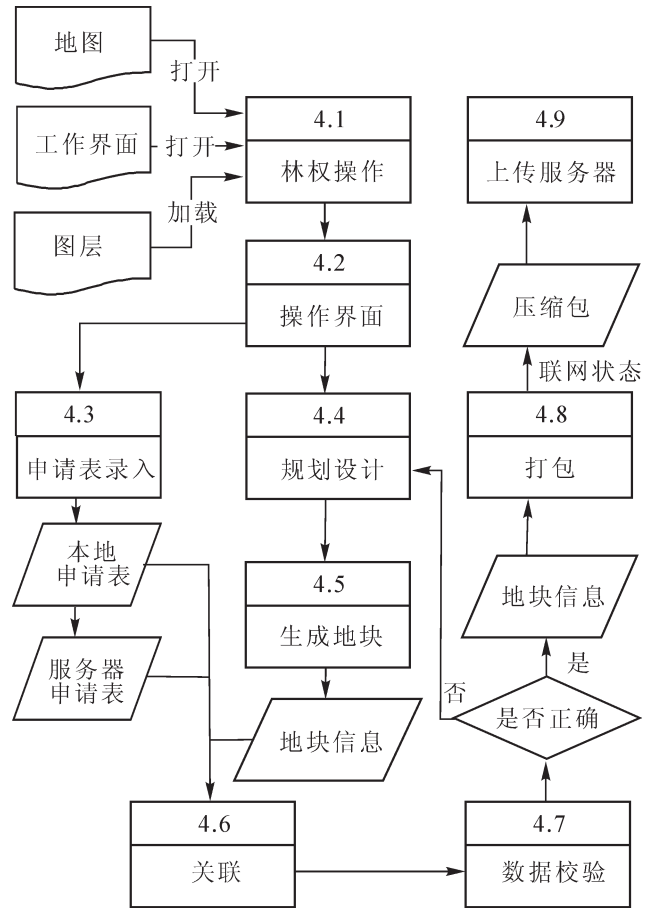


图 2 林权操作数据流程图

Figure 2 Data flow diagram of the forest rights operation

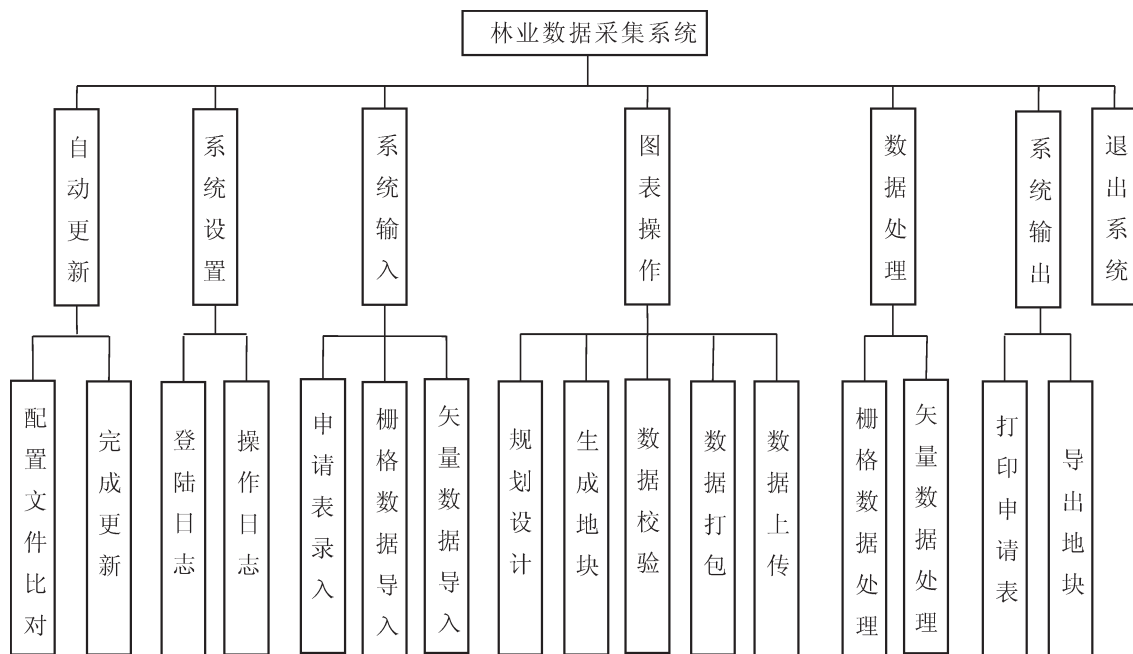


图 3 系统功能模块图

Figure 3 Function structure of the forestry data acquisition system

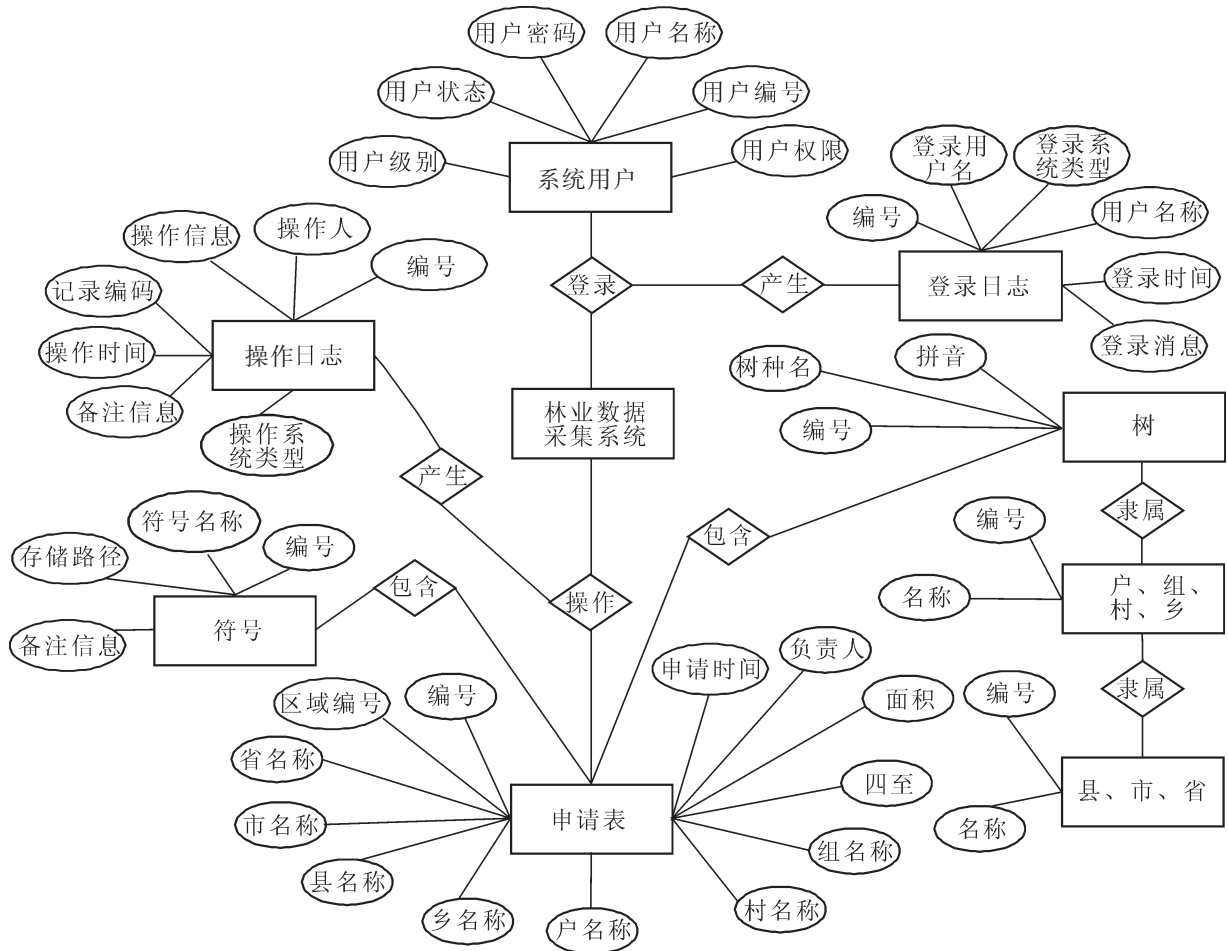


图4 数据库的整体E—R图

Figure 4 E—R diagram of the database

允许为空做了相应的规定。这些数据表为林业数据采集系统的相应功能提供了基础数据。

2 关键技术

2.1 林业规划设计图的绘制

在 ArcGIS Engine10 的基础上, 进行二次开发的林业数据采集系统, 最主要的一项操作是在地图图层上绘制林业规划设计图。规划设计图的绘制包括属性点和边界线 2 个项目。由于 ArcGIS Engine10 自带的组件不能很好地满足林业规划设计中属性点绘制的需求, 所以, 还需要在原系统基础上进行改进, 使得设计、开发的系统能够满足林业对于规划设计图绘制的需求。

其具体实现如下: ①首先确定属性点在 .shp 文件中指定图层上的位置, 然后绘制属性点, 最后给该属性点赋予编号、是否可修改、是否已提交 3 个属性。②定义一个可以加载到图层上的要素, 将开始绘制的点赋给这个要素, 并把要素加载到图层上。③释放 featureMain 对象; 加载图层文件, 完成属性点的绘制工作。

2.2 数据校验

数据校验是林业数据采集系统绘制规划设计图、生成地块信息后, 进行数据打包、数据上传前对已设置的地块信息的核查、检错过程。通过数据校验, 要检测出已生成的地块内属性点的个数是否满足要求和地块是否与申请表相关联等。已有的林业数据采集系统大都忽略了该项功能。

本研究通过判断语句对 pointFeatures 进行处理。首先, 对地块属性进行处理, 判断地块内是否有属性点, 属性点的个数是否唯一; 其次, 对地块是否与申请表相关联进行处理, 检查地块与申请表的关联状况, 达到数据校验的目的。

3 系统实现

本研究综合考虑林业数据采集的实际需求，基于 Visual Studio 2010，以 C# 为开发语言，对 ArcGIS Engine10 进行二次开发，使用 SQLite 为数据存储平台。主要通过系统设计和对关键问题的解决，设计、开发了该系统，实现了应用系统自动更新、图表操作、数据处理以及系统的管理等功能。

该系统一方面能够为林权系统提供有效的地块规划，并与申请表相关联，同时提供了联机登录与非联机登录 2 种模式；另一方面还为营造林系统提供了造林规划与造林设计功能，提高了林业设计人员的工作效率，并完善了营造林与林权系统。

图 5 是林业数据采集系统的主界面，在主界面有系统的常用工具栏和任务栏，主窗口包括工具箱、主窗体和鹰眼窗体等。在该界面内，通过选取具体的操作选项，就可以进行相应的林业数据采集工作。

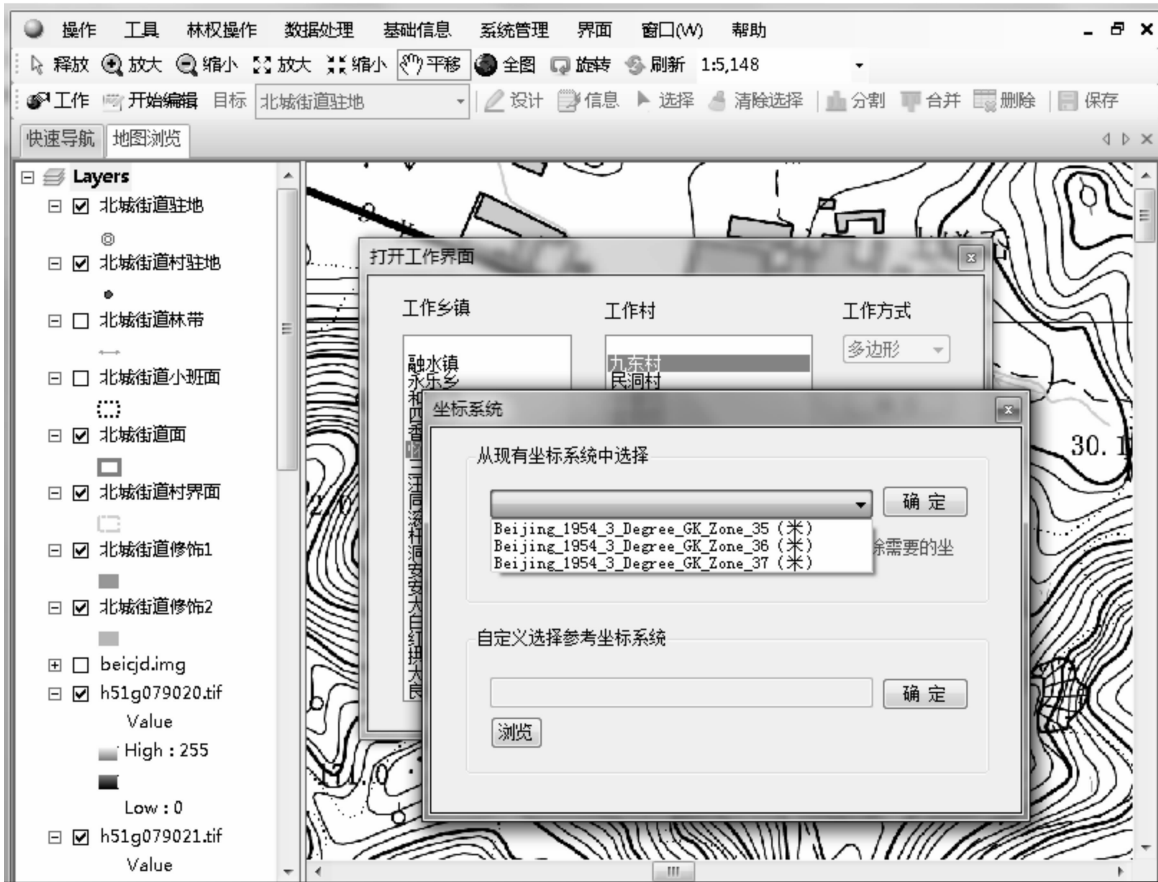


图 5 林业数据采集系统主界面

Figure 5 Interface of the forestry data acquisition system

4 结论

野外调查数据是林业管理业务中最重要的基础数据之一，其数据质量、获取的便捷程度和准确性等会直接影响到后续相关管理业务的办理，因此，各级政府林业管理部门均急需专业的林业数据采集系统。本研究在具体分析林业数据采集业务需求的基础上，通过对林业规划设计图绘制和数据校验等关键技术问题的解决，设计并实现了林业数据采集系统。系统提供了联机登录与非联机登录 2 种模式的管理录入方法。该系统主要实现了以下几个功能：应用系统的自动更新、图表操作、数据处理以及系统管理。能够有效解决传统林业数据采集的弊端，适应林业信息化、“数字林业”以及“智慧林业”的发展要求。

5 参考文献

- [1] 吴发云. 基于 GIS 的北京造林规划设计及管理系统的研建[D]. 北京: 北京林业大学, 2005.
WU Fayun. *Study and Development on Silviculture Planning and Design and Management System Based on GIS in Beijing* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2005.
- [2] 张忠月. 基于 ARCGIS 平台的森林资源信息管理系统设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2013.
ZHANG Zhongyue. *Design and Implementation of the System of Information Management of Forest Resources Based on ArcGIS Platform* [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2013.
- [3] 岑敏强. 基于 ArcEngine 的智能水源涵养林造林规划设计系统研建[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
CEN Minqiang. *Intelligent Forestation Planning System for Water Resource Conservation Based on ArcGIS Engine* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2012.
- [4] 张汉松. 基于 ArcGIS 的规划设计系统研究与实现[D]. 西安: 西安科技大学, 2005.
ZHANG Hansong. *The Research and Realization of City Planning and Design system Based on ArcGIS* [D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2005.
- [5] 鲁宁. 分布式森林资源信息管理系统研究[D]. 昆明: 西南林业大学, 2008.
LU Ning. *Study on Distributed Forest Resource Information Management System* [D]. Kunming: Southwest Forestry University, 2008.
- [6] 庞丽, 谢宝元, 张春平, 等. 水源林造林规划设计系统的开发与应用[J]. 湖南农业科学, 2011(5): 107 – 110.
PANG Li, XIE Baoyuan, ZHANG Chunping, *et al.* Development and implementation of forestation planning and design system for water source forest [J]. *J Hunan Agric Sci*, 2011(5): 107 – 110.
- [7] 李晓东. 林业规划设计调查成图系统[J]. 东北林业大学学报, 2005, 33(2): 87 – 88.
LI Xiaodong. Manufacture for charting system on forestry program design and investigation [J]. *J Northeast For Univ*, 2005, 33(2): 87 – 88.
- [8] 徐天蜀. 造林规划设计系统的设计与实现[J]. 林业勘察设计, 2008(2): 90 – 93.
XU Tianshu. Design and development of an afforestation plan information system [J]. *J For Invest Des*, 2008(2): 90 – 93.
- [9] 甘丽, 史明昌, 黎昭咏, 等. 造林规划设计系统研究与设计[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(21): 11634 – 11636.
GAN Li, SHI Mingchang, LI Zhaoyong, *et al.* Study and design for afforestation planning and design system [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2010, 38(21): 11634 – 11636.
- [10] 庞丽. 密云水源林造林规划设计系统的研究与实现[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
PANG Li. *The Study and Implementation of Miyun Water-source Forest Afforestation Planning and Design System* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2011.