

森林资源信息集成系统的设计与实现

赖超^{1,2}, 方陆明^{2,3}, 李记^{2,3}, 周昌和⁴

(1. 浙江农林大学 环境与资源学院, 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; 3. 浙江农林大学 信息工程学院, 浙江 临安 311300; 4. 浙江省龙泉市林业局, 浙江 龙泉 323700)

摘要: 森林资源的管理数据相对分散, 不同环节的管理系统及信息相对独立, 不利于森林资源的整体管理和决策。围绕森林资源管理的不同环节, 基于正在运行的 10 余个应用系统, 在森林资源信息集成机制研究的基础上, 较全面地分析了用户、数据、安全等方面的需求, 并基于 MVC 模式的 WPF 架构, 采用 Visual Studio 2010 开发工具, 以 ArcGIS Server 为地图服务器, 选用 Mssql 作为数据库引擎, 设计和实现了森林资源信息集成系统, 最后在浙江省龙泉市林业局投入使用。该系统集林权、采伐、营造林、生态公益林、森林资源调查等 15 个管理方面、77 项管理内容于一体, 较好地实现了信息的综合表达, 全面、系统地表达一个区域的森林资源状况以及林业生产、经营和管理情况, 为森林资源管理的信息共享与协同监管提供了统一的平台。图 8 参 12

关键词: 森林经理学; 森林资源; MVC 模式; WPF 架构; 信息集成; 龙泉市

中图分类号: S757 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2016)06-0890-07

Design and implementation of an integrated forest resources information system

LAI Chao^{1,2}, FANG Luming^{2,3}, LI Ji^{2,3}, ZHOU Changhe⁴

(1. School of Environmental and Resources Science, 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; 3. School of Information Engineering, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 4. Forestry Bureau of Longquan City, Longquan 323700, Zhejiang, China)

Abstract: Forest resources management is faced with relatively scattered forest resource management data, and relatively independent information systems of different linkages which has been detrimental to overall management of and decision making in forest resources. To integrate scattered data and independent systems, more than 10 running application systems and research on the Forest Resources Information Integration Mechanism were considered to design and implement an Integrated Forest Resources Information System. The system was developed by Windows Presentation Foundation (WPF) architecture based on Model-View-Controller (MVC) pattern, Visual studio 2010, ArcGIS Server, and Mssql with a comprehensive analysis of user demands, data, and security in China, having been put into use at Longquan Forestry Bureau in Zhejiang Province. The resulting system combined 77 items on 15 management aspects including forest rights, felling, afforestation, ecological forests, and forest resource inventory that produced a broad expression of information. This new system could comprehensively and systematically express forest resource conditions, portray forestry production and management operations, and provide a unified platform for information sharing and collaborative supervision in

收稿日期: 2015-01-15; 修回日期: 2015-04-21

基金项目: 浙江省公益性技术应用研究计划项目(2014C33045); 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项目; 浙江农林大学智慧农林业研究中心预研项目(2013ZHN101)

作者简介: 赖超, 从事森林资源信息管理研究。E-mail: zjlqch@126.com。通信作者: 方陆明, 教授, 博士, 从事林业信息化、资源与环境信息系统等研究。E-mail: fluming@126.com

forest resource management. [Ch, 8 fig. 12 ref.]

Key words: forest management; forest resources; MVC pattern; WPF architecture; information integration; Longquan County

20 世纪 90 年代以来,伴随着信息技术,特别是网络技术的飞速发展,信息化已成为各国普遍关注的一个焦点。在新的历史时期,信息化已经成为推动中国经济社会发展的重要力量^[1]。中国的林业信息化经历了 20 世纪 80 年代起步,90 年代系统化,21 世纪网络化这一个过程^[2]。近年来,为有效推进森林资源信息化管理,各地、各级林业主管部门和林业企业按照各自不同的标准和规范,围绕林地属权、森林资源调查、森林防火、林木采伐、林产品运输等森林经营环节,开发和应用了相应的管理系统^[3-6]。这些系统对林业信息化整体建设起到了积极的作用,但其发展的许多矛盾也凸显出来,主要表现在:①由于长期以来主要针对某一环节或方面进行信息管理研究与实践,缺乏整体、系统、全面的数据流动与共享机制研究,导致数据不能有效共享;②系统分散,各自为政,难以集成;③由于系统分散、数据不能有效共享,难以实现协同监管以及系统、全面的决策,从而降低林业部门的服务能力和效率^[7]。针对现有森林资源信息系统存在的问题,作者在森林资源信息集成机制研究的基础上^[8],围绕对各环节管理信息的整合,基于正在运行的 10 余个应用系统,设计和实现了县域尺度的森林资源信息集成系统,并在浙江省龙泉市进行了实际应用。

1 系统需求分析

①中国森林资源的信息化管理起步相对较晚,浙江省作为林业信息化建设较好的省份之一,目前已建立包括林地权属、森林资源调查、生态公益林、营造林、林木采伐等 10 余个围绕森林资源管理的应用系统及数据库。但与其他行业的信息化水平相比仍存在较大的差距。主要表现在各系统相对独立,数据只反映本环节情况,不能有效共享,难以实现协同监管。因此,必须整合以环节建立的、分散的信息系统,建立其关联关系,并给予综合表达,也就是把已建立和运行的各应用系统在系统层、数据层进行集成,将森林资源及林业生产、经营管理的状况予以直观、全面呈现,以满足用户系统化、智能化办公和综合决策。②林业信息化建设经过 30 多年的研究与发展,系统研究工作者和系统开发人员在系统的分析、设计,技术方法、模型创建等方面都有许多可以借鉴的成果和经验,有进行信息集成的技术基础。③随着运行系统的增加,特别是数据量急增,系统和数据的安全性问题需要放在最重要的位置,这要求将成功经验和新技术有机结合,采取更为安全的架构、更为有效的措施,保障数据的安全传输和存储,同时建立科学的管理制度,设置不同控制的权限,增加系统和数据的安全性。

2 系统设计

2.1 系统总体架构

由于需整合浙江省已建立的 10 余个基于森林经营环节的应用系统及其数据,工作量较为庞大。森林资源信息集成系统以 MVC(model, view, control)模式来实现的^[9],具体设计运用的是 WPF(windows presentation foundation)架构^[10]。这种设计允许不同的开发人员同时开发视图、控制器逻辑和业务逻辑,并且让应用程序测试与管理更加有序及简易。

2.1.1 MVC 模式设计 MVC 3 层模式是现在比较流行的基于 C# 语言的软件开发设计模式,它强制性地使应用程序的输入、处理和输出分开^[12],其运行机制如图 1 所示。其含义: M 是模型(model),表示企业数据和业务规则; V 即视图(view),为用户调用模型提供了可视化的交互界面; C 是控制(control),它根据用户的请求和模型处理的结果来为用户展现出和请求匹配吻合的视图。

2.1.2 WPF 架构 WPF 属于 .NET Framework 3.0 的一部分。它主要包括 3 部分: PresentationFramework, Presentation-

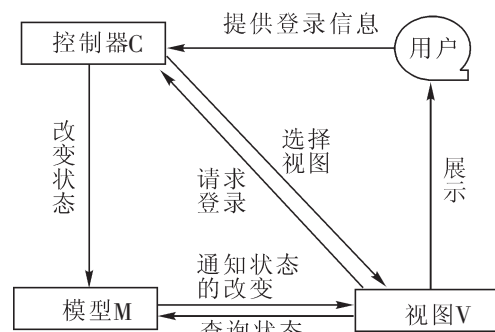


图 1 MVC 模式的互动机制

Figure 1 Interaction mechanism of MVC mode

Core 和 Milcore^[11]。其中前两者由受管模块组成，Milcore 是非受管模块，起到中介的作用，以实现 WPF 与 DirectX 的通信。其运行机制如图2 所示。

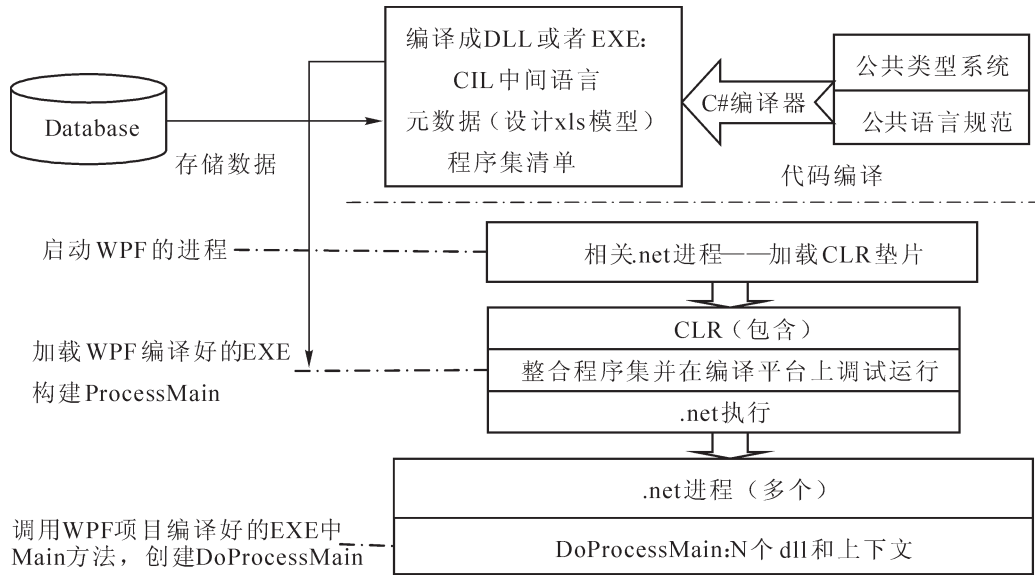


图 2 WPF 架构

Figure 2 Structure of WPF

2.2 系统总体功能设计

森林资源信息集成系统是以森林资源信息集成机制(森林资源多环节数据关联模型与森林资源信息综合表达模型)为基础，基于 15 个环节的业务流程而设计的，每个环节对应 1 个功能模块，其中 9 个外置模块采用连接和调取相应软件系统的信息和数据。这些软件系统包括林权管理、古树名木管理、林木采伐管理等系统；其余的 6 个为内置模块，包括地图管理、林木资源管理、生态公益林管理等模块。集成系统由数据综合查询子模块、信息交互子模块、统计分析子模块、数据管理子模块等涉及 15 个管理方面、77 项管理内容的业务模块构成，并对用户采用权限控制。系统功能框架如图 3 所示。

2.3 系统功能模块类设计

对关键技术和系统总体功能设计的进一步分析，确定资源管理和业务管理的设计，如图 4 所示(部分操作方法和部分属性省略)。其运行机理是：资源类(resource)用于记录资源的数据属性和质量属性，即原始数据的规整，包括地理信息类(geography)，林木类(wood)，动物类(animal)，人属性类(man)和其他类(others)；类别类(category)用于署名资源的类别；统筹类(arrange)为协调器，用于协调用户和 9 个已有的软件系统之间的较好交互和响应；业务类(operation)即在协调确定不同资源之间的关系之上，进而所作的操作信息动作类；资源间协商类(resource_arrange)是对资源和协调器的之间的协调；业务融合类(arrange_operation)是对协调器和业务之间的调用进行协商和归类；资源挂别类(resoure_category)是资源的类别挂起。

2.4 系统总体 E—R 图设计

把森林资源信息集成系统中的每个业务环节分别看作是一个实体，其具有的业务功能就是附属属于这个实体的属性，根据这种思想设计出系统总体 E—R 图(图 5)。

3 系统实现

基于以上设计，采用 B/S 模式，以 Visual Studio 2010 为开发平台，以 ArcGIS Server (Web Server 和 GIS Server)为地图服务器，选用 Mssql 作为数据库引擎，开发了森林资源信息集成系统，主要实现的功能包括数据管理、数据综合查询、各环节信息交互、统计分析、专题图浏览等。为了检验集成系统反映森林资源以及林业生产、经营和管理的整体效果，应用龙泉市森林资源及经营管理的实际数据进行试验应用。

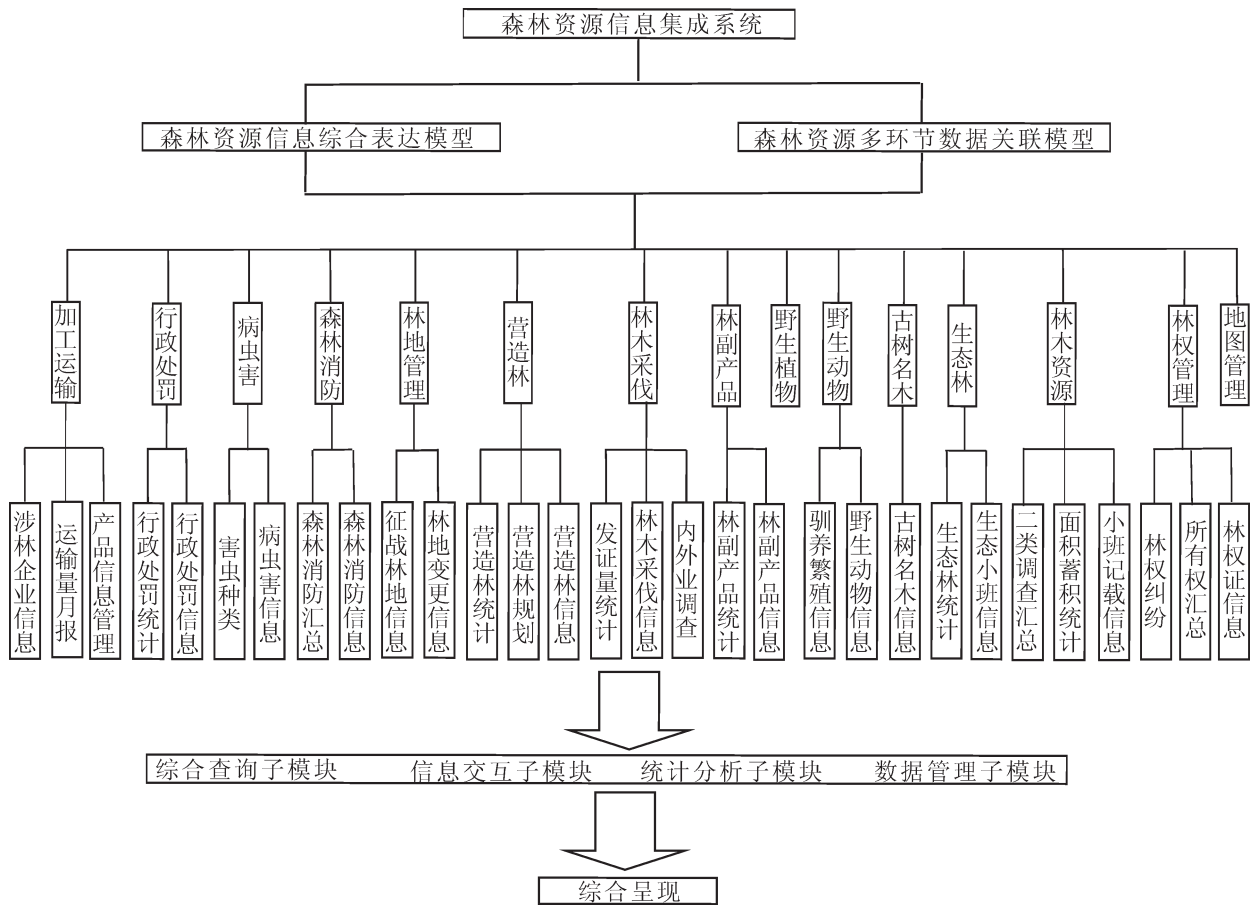


图 3 系统功能框架图

Figure 3 Functions framework of the system

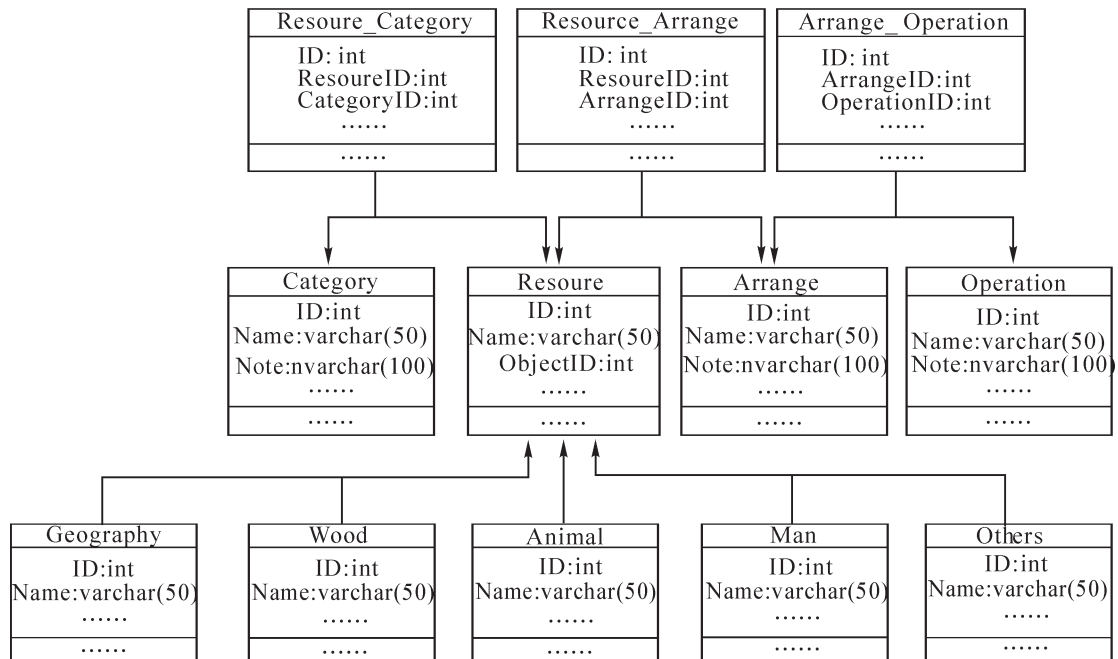


图 4 系统功能模块类图

Figure 4 Function module classes of the system

4 案例分析

龙泉市是浙江省最大的林区县(市)，全市森林蓄积量 1 456 万 m³，森林覆盖率 84.2%，近年来先后

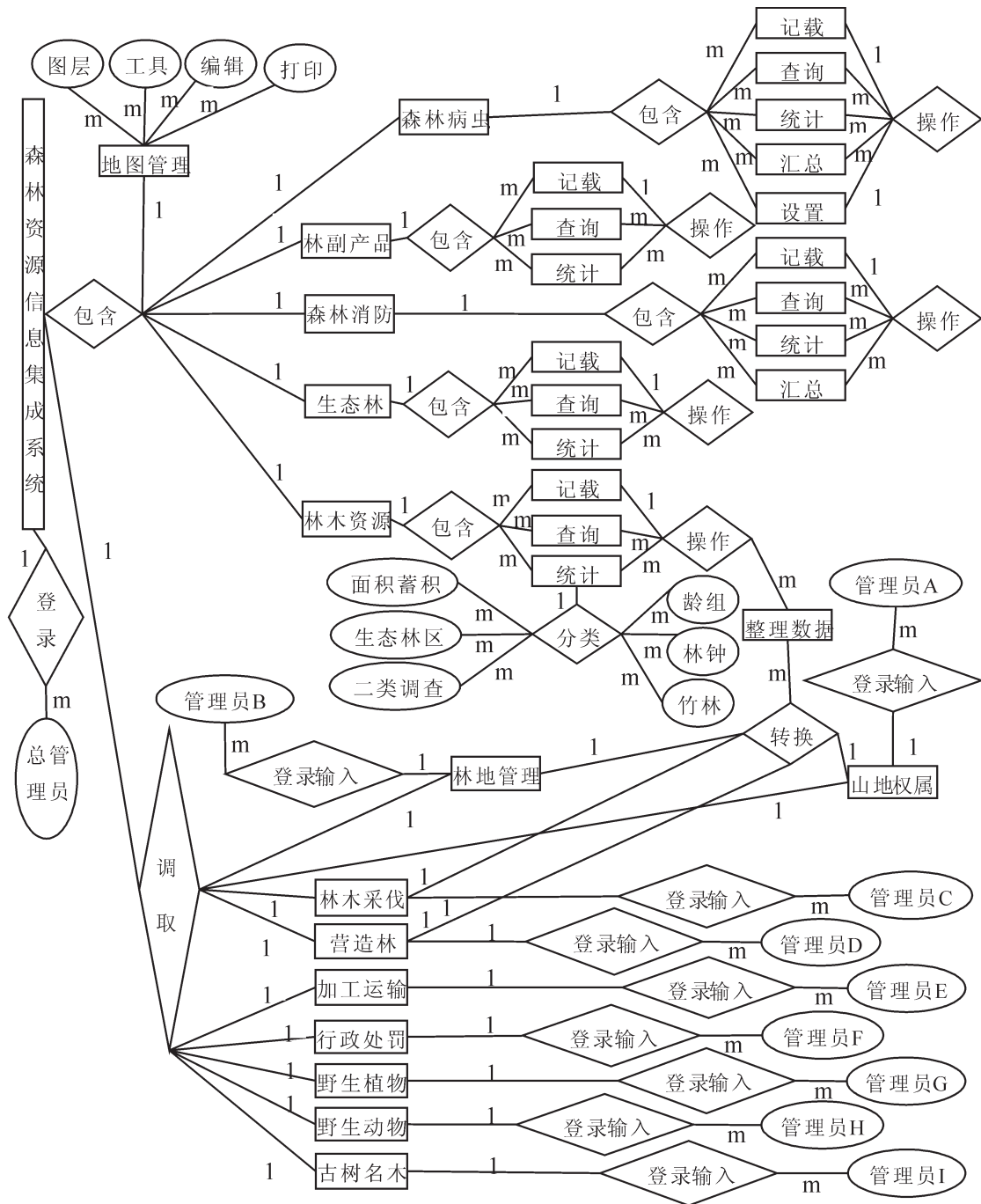


图 5 系统总体 E—R 图
Figure 5 E—R diagram of the system

建立了包括林权、林木采伐、营造林、生态公益林、森林资源调查等 15 个管理方面的 14 个围绕森林资源管理的应用系统与数据库。龙泉市在林业信息化建设上一直走在全省的前列，有着良好的技术与经济基础。

系统外置模块调取了龙泉市已有的 9 个软件系统的数据，并对其余 6 个内置模块的数据进行补充和完善，形成了龙泉市林业信息集成系统。图 6 为该信息集成系统的主界面，视图最左侧为属性数据管理栏，包含了属性数据的录入、查询、统计分析等功能，由不同类别的基础信息表与统计信息表构成；视图右侧为地图信息管理栏，包含专题图浏览主体窗口、地图操作工具栏、图层类别选择菜单以及地图底图模式切换工具栏(地形图与普通卫星图的转换)等功能。在该界面内，通过选取具体的操作选项，实施多种交互运算和综合图、文、表的表达。

以不同森林经营环节的信息交互为例，用以检验集成系统对森林资源管理整体面貌的反映情况。①

林木采伐管理环节与生态公益林管理环节的信息交互。根据《浙江省公益林管理办法》规定，禁止采伐名胜古迹、自然保护区中核心区和缓冲区的林木，并且公益林只准进行抚育和更新性质的采伐，其采伐强度也受到了严格的限制。通过对 2 个环节图层数据的叠置运算，该系统可以在同一视图内快速地反映同一年度(通过选取不同的年份实现)、不同尺度的林木采伐信息与生态公益林信息，既可以对当年林木采伐地块的空间分布进行较为准确的了解，又避免了对生态公益林地块的误伐，较好地提高了管理与决策的效率和精度(图 7)。

②林木采伐管理环节与营造林管理环节的信息交互。根据《浙江省林木采伐管理办法》规定，林木采伐单位和个人应当与发证机关订立采伐迹地造林更新协议，并按照协议于当年或者最迟于次年完成更新造林任务，对上一年度采伐林木后未完成更新造林任务的，不得再次核发林木采伐许可证。通过对上一年度林木采伐信息与本年度营造林信息的叠置运算，系统可以较为准确地反映上一年度采伐迹地的更新造林任务的完成情况，以便对林木采伐单位和个人进行监督，如图 8 所示。

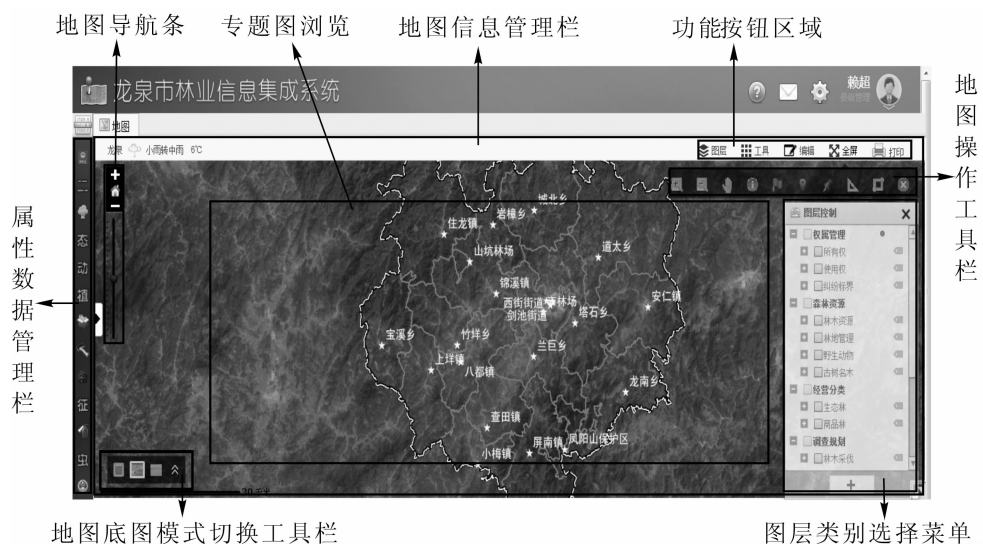


图 6 系统功能图解

Figure 6 Function diagram of the system

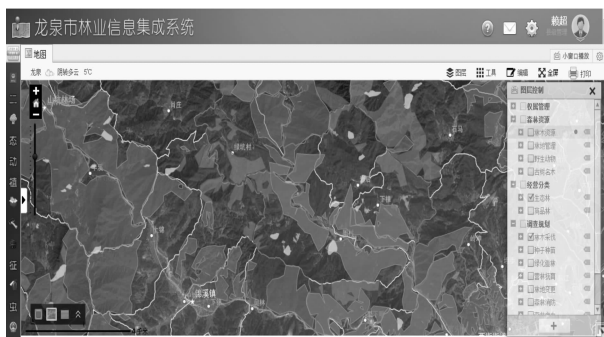


图 7 林木采伐与生态公益林空间信息分布

Figure 7 Spatial information distribution of forest felling and ecological public forest

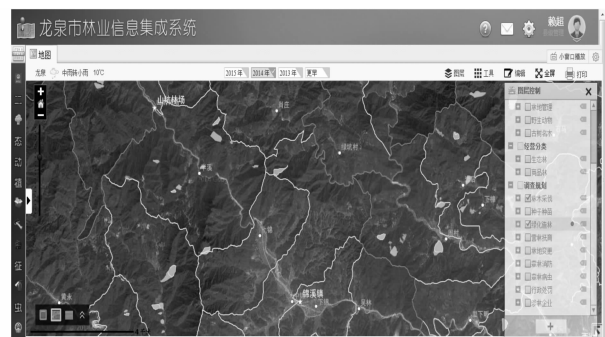


图 8 林木采伐与营造林空间信息分布

Figure 8 Spatial information distribution of forest felling and afforestation

5 结论与讨论

运用信息集成理念整合现有分散的森林资源管理系统与数据是针对森林资源的复杂性管理提出的全面解决方案。本研究基于分散、独立的多个系统和数据库，采用基于 MVC 模式的 WPF 架构，设计并实现了集林权、采伐、营造林、生态公益林、森林资源调查等 15 个管理方面、77 项管理内容为一体的森林资源信息集成系统，并在龙泉市林业局进行使用，较为全面系统地反映森林资源生产经营的全貌，实现了多层次、立体式地表达一个区域的森林资源状况以及林业生产、经营和管理的情况，有效地解决了

目前各应用系统普遍存在的信息孤岛问题,提升了林业管理与决策的效率,也为森林资源信息集成做出了示范。但还有诸多方面需要深入研究和实践:①系统各功能模块间数据关联与表达模型还需要作深入的理论研究,并将成果应用于集成系统,需要在以后的研究中予以补充;②根据业务需要,补充和完善各管理环节的应用系统功能,不断丰富各类数据和数据库,提升集成系统的综合分析和表达效果。

6 参考文献

- [1] 高显连, 彭松波. 全国森林资源管理信息化标准体系研究[J]. 林业资源管理, 2008(2): 28 - 31.
GAO Xianlian, PENG Songbo. Research on the system of the forest resource management information system standards in China [J]. *For Res Manage*, 2008(2): 28 - 31.
- [2] 吴达胜, 唐丽华, 方陆明. 森林资源信息管理理论与应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012.
- [3] 郑德祥, 郑淑娟, 张春霞, 等. 基于 WebGIS 的林权管理信息系统设计[J]. 福建林学院学报, 2006, 26(1): 18 - 21.
ZHENG Dexiang, ZHENG Shujuan, ZHANG Chunxia, et al. Design of forest ownership management information system based on WebGIS [J]. *J Fujian Coll For*, 2006, 26(1): 18 - 21.
- [4] 白立舜, 冯仲科, 李亚东, 等. 基于 PDA 的森林资源调查系统研究与实现[J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(增刊 1): 138 - 142.
BAI Lishun, FENG Zhongke, LI Yadong, et al. Inventory system of forest resources and its implementation based on PDA [J]. *J Beijing For Univ*, 2008, 30(supp 1): 138 - 142.
- [5] 王霓虹. 基于 WEB 与 3S 技术的森林防火智能决策支持系统的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(3): 114 - 119.
WANG Nihong. Studies on a web and 3S-based supporting system for forest-fire prevention intelligent decision [J]. *Sci Silv Sin*, 2002, 38(3): 114 - 119.
- [6] 景林, 钟一文, 罗沛韬. 基于 IC 卡技术的木材运输审批计算机系统[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2002, 26(1): 61 - 63.
JING Lin, ZHONG Yiwen, LUO Peitao. Computer management system for examining wood transportation based on IC card technology [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2002, 26(1): 61 - 63.
- [7] 方陆明, 徐爱俊, 楼雄伟, 等. 县级林业资源管理信息系统技术标准研究与应用[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(2): 122 - 128.
FANG Luming, XU Aijun, LOU Xiongwei, et al. Study and application of technical criteria for forest resources information system at county level [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2006, 23(2): 122 - 128.
- [8] 方陆明, 楼雄伟, 徐爱俊, 等. 林业电子政务系统研究与实践[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012: 55 - 66.
- [9] 任中方, 张华, 闫明松, 等. MVC 模式研究的综述[J]. 计算机应用研究, 2004, 21(10): 1 - 5.
REN Zhongfang, ZHANG Hua, YAN Mingsong, et al. Overview of the research in Model-View-Controller pattern [J]. *Appl Res Comput*, 2004, 21(10): 1 - 5.
- [10] 王婵娟. 浅谈 WPF 架构及其应用[J]. 科技信息, 2011(21): 530 - 531, 544.
WANG Chanjuan. Discussion on WPF architecture and its application [J]. *Sci & Technol Inf*, 2011(21): 530 - 531, 544.
- [11] 赖仪灵. WPF 全景体验[J]. 程序员, 2007(3): 98 - 101.
LAI Yiling. WPF panoramic experience [J]. *Programmer*, 2007(3): 98 - 101.
- [12] 林庆, 朱翠苗, 郑广成, 等. 基于 ASP.NET 的 MVC 设计模式的研究[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(1): 167 - 169.
LIN Qing, ZHU Cuimiao, ZHENG Guangcheng, et al. Study on MVC design pattern in ASP.NET [J]. *Comput Eng Des*, 2008, 29(1): 167 - 169.