

基于 GIS 的低丘缓坡林地管理系统的关键技术

李义平¹, 徐爱俊², 杨绍钦³

(1. 河南理工大学 测绘与国土信息工程学院, 河南 焦作 454000; 2. 浙江林学院 信息工程学院, 浙江 临安 311300;
3. 浙江省森林资源监测中心, 浙江 杭州 310020)

摘要: 在分析低丘缓坡林地管理现状的基础上, 通过对低丘缓坡林地管理系统需求分析, 设计并实现了低丘缓坡林地管理系统。对系统的数据流程、功能结构等进行了详细研究, 分析并解决了系统设计中的若干关键技术, 如数据集成管理技术、报表统计查询技术、专题输出模型、三维空间分析和显示技术等, 并以 Visual Studio.NET 和 ArcGIS Engine 为开发工具, 实现了系统数据的集成管理、报表统计和查询、数据综合分析、专业制图和成图、空间分析处理、三维可视化结果显示等六大功能模块。图 6 参 9

关键词: 森林经理学; 地理信息系统; 低丘缓坡; 空间分析; 报表管理

中图分类号: S757 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2009)04-0554-07

Research on key technologies of GIS-based low hilly woodland management system

LI Yi-ping¹, XU Ai-jun², YANG Shao-qin³

(1. College of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, Henan, China; 2. School of Information Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China;
3. Monitoring Center for Forest Resources of Zhejiang, Hangzhou 310020, Zhejiang, China)

Abstract: On the basis of the review of the management status quo of low hilly woodlands, we analyzed the demands for the management system of low hilly woodlands, and designed a corresponding management system. We also analyzed the data process and functional structures of the system, solved some key technological problems in designing and developing the system, for example, data integrated management technique, report forms statistic and query technique, thematic map output technique, spatial analyst and 3D display technique. With the Visual Studio.NET and ArcGIS Engine as developing tools, the research realized six modules including data integrated management module, report forms statistic and query module, synthetic data analysis module, thematic map making module, spatial analyst module, and 3D display module. [Ch, 6 fig. 9 ref.]

Key words: forest management; geography information system (GIS); low hilly woodland; spatial analysis; report management

低丘缓坡是指广大低山丘陵区集中连片分布的坡度 25°以下海拔 200 m 以下且面积大于 2 km² 的缓坡地, 包括荒草地、裸土地、废弃园地和低效林地等多种后备土地资源。随着生态环境的改善, 低丘缓坡林地在低丘缓坡中所占的比例越来越高, 如何综合开发利用低丘缓坡林地是实现耕地占补平衡, 提高农业产业发展, 促进乡村脱贫致富的有效办法。笔者以 ArcGIS Engine 为开发组件, 以

收稿日期: 2008-10-13; 修回日期: 2009-02-18

基金项目: 浙江省科技计划项目(2008C23036)

作者简介: 李义平, 从事地理信息系统应用研究。E-mail: liyiping@gispower.com。通信作者: 徐爱俊, 副教授, 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

C# 为开发工具，设计并实现了低丘缓坡林地管理系统。该系统包括数据集成管理、报表统计和查询、数据综合分析、专业制图和成图、空间分析处理、三维可视化结果显示等功能^[1-9]。

1 需求分析

以浙江省临安市森林资源调查数据和低丘缓坡规划数据为基础，分析临安市低丘缓坡林地资源，对临安市低丘缓坡林地资源进行科学合理的改造、规划和管理。临安市是重点山区市，林地面积占土地总面积的 83%，耕地资源相对匮乏，山地资源和低丘缓坡资源较为丰富。严格保护和合理开发利用这些林地，是实现临安市林业可持续发展和维护生态安全的重要举措。其目标主要有以下 2 个方面：低丘缓坡林地管理系统数据库、系统监测和评价方法、模型和知识库的集成管理，有利于实现低丘缓坡林地管理系统相关资源、监测、评价等数据、方法的检索和查询；开发低丘缓坡林地管理的林地识别、工程检查、效益评价等功能，实现系统监测和评价的分析和可视化结果显示和成图等功能。

2 系统功能与数据流分析

低丘缓坡林地管理系统分为数据录入、数据显示和更新、报表统计、专业制图、专题输出、三维

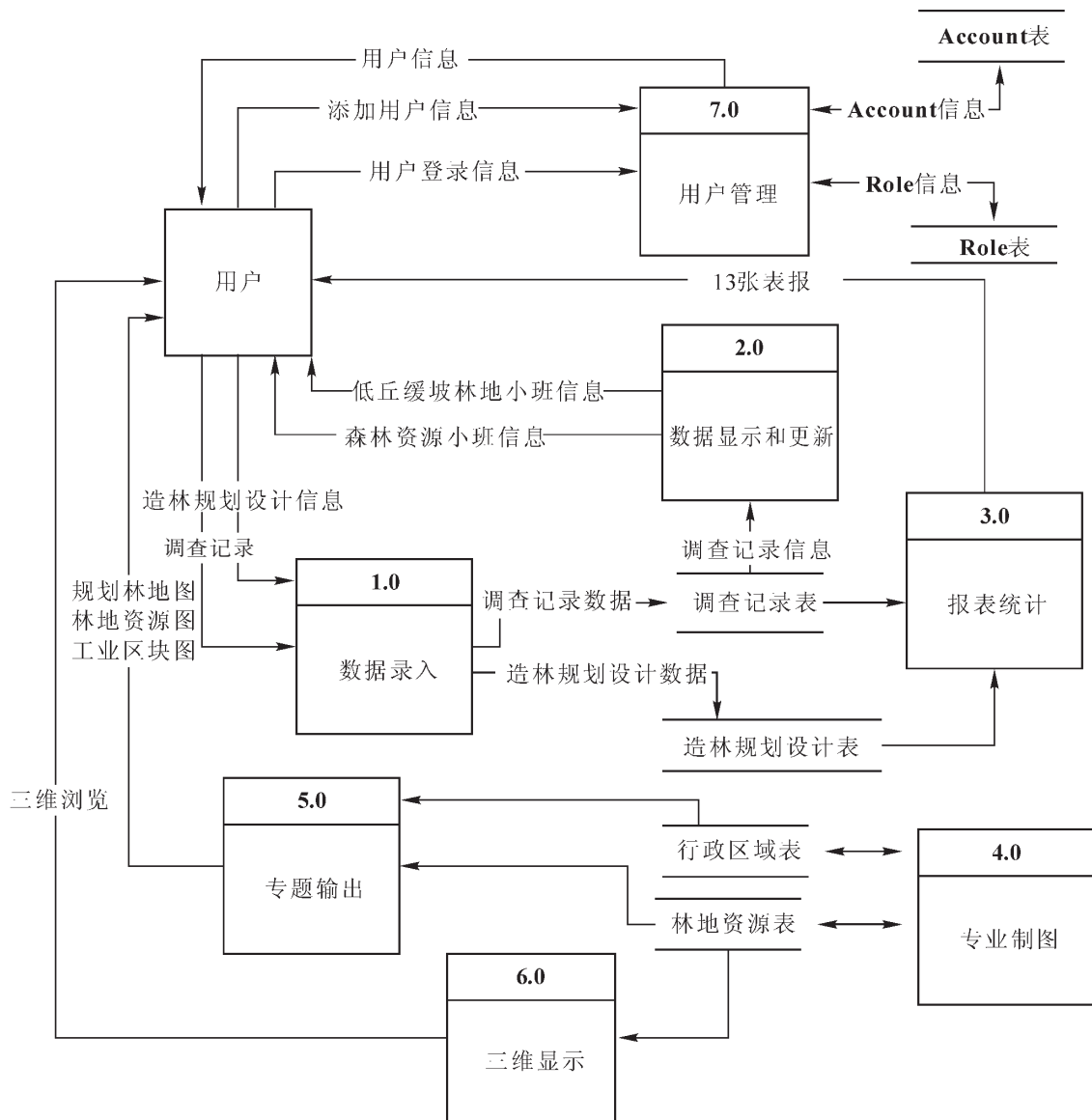


图 1 系统数据流图

Figure 1 Data flow diagram of low hilly land management system

显示、用户管理等7个模块,分别描述数据如何输入、经过操作和内部存储输出到外部(图1)。

3 关键技术研究

3.1 数据集成管理技术

由于低丘缓坡林地具有自然性、社会性、区域性、多源性等多种特性,低丘缓坡林地改造所用数据不仅包含非空间属性数据(森林小班调查数据、低丘缓坡林地小班数据和低丘缓坡开发利用数据等),还包含大量与地理位置相关的空间数据(遥感影像数据、矢量专题图数据等),使得低丘缓坡林地资源管理工作具有工作量大、计算复杂、数据类型多等特点。传统的工作方法分离了2种数据,无法实现数据的集成分析,使得低丘缓坡林地利用规划缺乏准确与全面的数据支持,影响了规划的科学与合理性。数据集成管理技术的实现正好可以解决这一问题。

解决上述问题的有效途径,就是实现在关系数据库中的空间数据是如何与也在同一关系数据库中的属性数据进行链接;实现在数据访问等操作中如何对属性数据和空间数据进行集成管理。本研究的数据集成管理技术以混合式空间数据库为基础,结合 ArcGIS engine 的数据访问机制,实现空间数据与属性数据的链接和属性数据与空间数据集成管理^[2-9]。混合式空间数据库是对空间数据与属性数据采用不同的数据模型分别储存和管理(图2)。对属性数据采用 RDBMS 管理方式,对空间数据采用文

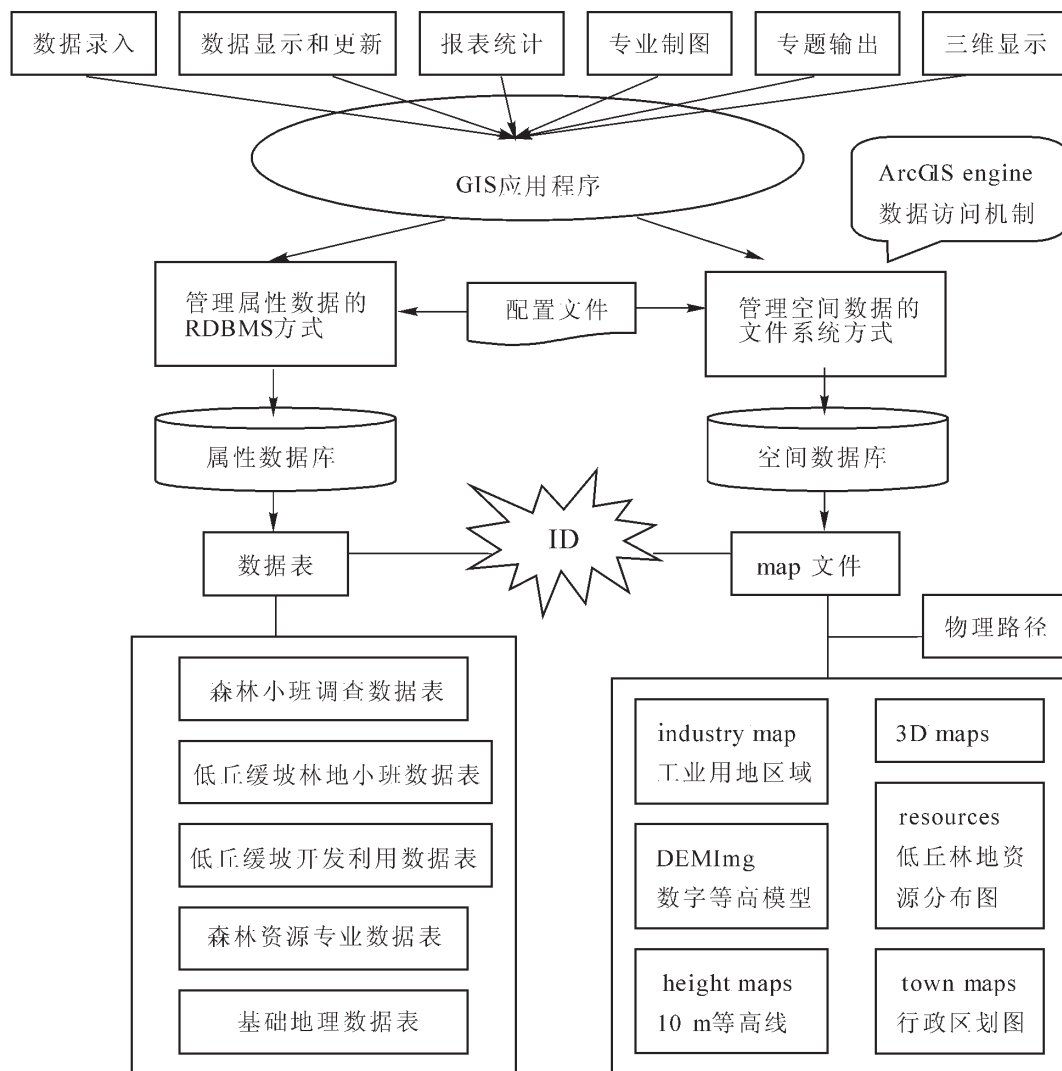


图2 混合式空间数据库的框架结构

Figure 2 Frame structure of mixed-spatial database

件处理方式，这 2 种数据管理方式对数据库访问及应用有很大的不同。在混合结构的空间数据库情况下，属性数据是通过数据库管理系统(如 RDBMS)来访问属性数据库，应用者无须知道数据是如何被储存的；对空间数据库访问时，由于采用的是数据文件处理的管理方式，应用程序必须直接访问它们要使用的每个数据文件，所以必须知道每个数据文件的数据结构(物理储存路径)。

对于空间数据采用文件管理方式，应用程序可以直接访问操作系统的文件储存，能够快速地输入和输出。为了辅助对空间数据的管理，设置一些独立于应用程序的，具有对空间数据管理的功能模块。对于属性数据，通常采用标准的商品化的 RDBMS 来储存和管理。无论使用哪一种 RDBMS 来储存与管理属性数据，属性数据与空间数据的连接机制基本是相同的，都是以属性表中的唯一识别符为基础。

3.2 报表统计查询技术

对于低丘缓坡林地利用而言，规划与管理的重要依据就是各类统计报表，而这些报表的数据来源复杂，有空间数据，也有非空间数据，而且报表的类型与数量繁多。因此，灵活便捷的报表统计功能在低丘缓坡林地管理系统设计中就显得尤为重要。本研究报表统计运用 MVC(model view controller)模型-视图-控制器设计模式构造客户端报表视图与报表数据间的协作模型，给出了具体问题相应的解决办法，用户可根据自己的需要随意绘制表格，又能按照业务要求自主的选择数据来源^[3,7,9]。一旦框架和数据来源定义完毕，系统可以通过列配置等操作自动生成所需要的报表(图 3)。

在报表统计中，目标即为业务数据，观察者定义为在用户界面上的显示视图。显示视图是由其相关的业务数据决定，当业务数据发生变化时，视图也将发生变化。同一业务数据会有多种显示视图；相同类型的视图也可以表达不同的业务数据。而且可以根据需要在任意时刻增加和删除显示视图，提高了报表系统的通用性。

当报表统计业务数据变化时，它要通知依赖它的所有视图发生相应的变化，这样就需要在业务数据对象里记录依赖它的视图，或是增加一个关联查找机制。这 2 种方法在数据和视图间依赖关系比较少时可以高效地解决问题，但当它们之间的关系特别复杂时，我们就需要一个专门的对象来维护这些

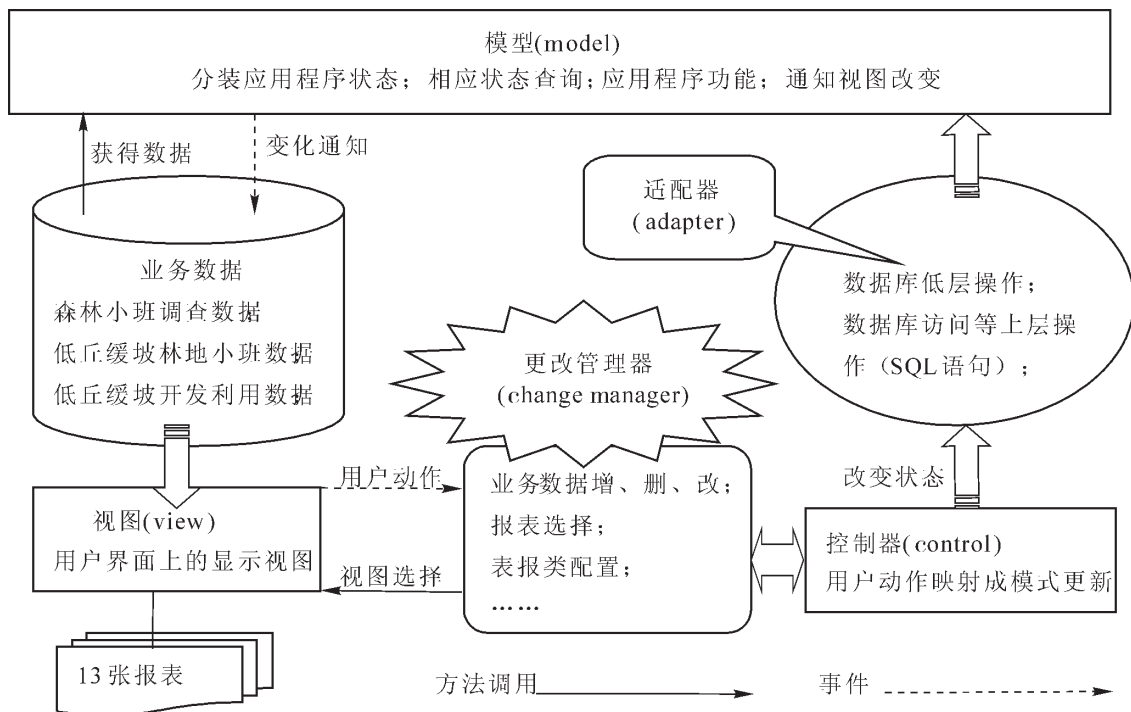


图 3 报表统计的 MVC 设计技术

Figure 3 MVC design technology in reporting statistics

关系, 这里我们称之为更改管理器(change manager), 它的目的是尽量减少视图反映数据变化所需的工作量。例如, 如果一个操作涉及到对几个相互依赖的目标进行改动, 就必须保证仅在所有的目标都已经更改完毕后, 才一次性地通知它们的观察者, 而不是每个目标都通知观察者。

在整个系统中, 用户通过视图, 不断与数据库数据进行交互, 实现多种数据库间的数据转化、资源共享、数据一致性和完整性成为系统开发和应用中一个尤为突出的问题。构建通用的数据库访问主要是实现对数据源访问的底层操作的封装, 而仅仅给出数据读取对象或数据集对象等业务逻辑层调用, 因此采用适配器(adapter)模式的思想, 根据不同的数据提供者产生相应的数据库连接、数据库命令等数据库对象来实现对低层操作的封装, 通过暴露执行数据集对象等上层操作以供其他逻辑层调用。

3.3 专题输出模型

在低丘缓坡林地管理中, 系统需要处理大量的空间与属性数据并分析其结果, 同时又要能处理低丘缓坡土地和其他的专题图件, 监测和评价的结果大多要通过专业制图来体现。而专题图的制作涉及到不同数据的获取、处理与表达^[9]。完整与多样化的专题图对低丘缓坡林地管理与利用的表达具有十分重要的意义。

在低丘缓坡林地管理系统中, 需要输出3类专题图, 分别为规划利用专题图、林地资源专题图、重点区专题图, 主要通过分级统计图与分级分类图来实现。①分级统计图。把整个制图区域按行政区划或其特定区划单位分为若干小的区划单位然后按一定的标准对各区对象划分级别, 按级别进行填绘, 要素层的某一个属性有时表达的是要素类型的某一个重要信息。这种属性可以描述一种类别, 如植被类型和优势树种等。依据要素对象的数据字段, 表示出各要素对象之间的数量关系, 顺序关系, 比例关系等, 如将小班面积分为几个档次, 可以等分小班面积, 每一级都用一个特定的符号来表示。可以从结果中很容易看出小班面积分布的大概状态。分级统计图实现流程如图4所示。②分级分类图。根据要素的某个或者某些属性值对地图中的要素进行分类和分级, 然后为每个类别或者级别的要素配置相应的唯一的符号, 从而实现对地图的符号化。它用不同的符号可以直观生动地表达各个地区之间的数量特点和数量差别。分级分类图获取需要分析的数据源—属性表 gtable, 根据所选择要分析的字段名, 获取在相应的用户(ID)号, 定义一个最大值 $m1$, 初始值为0, 遍历每个条记录, 根据ID号, 获取这个ID下的值 x , 判断: 如果 $x > m1$, 则 $m1 = x$ 。根据 x 的集合, 生成数组 b 包含具体的 x 的值

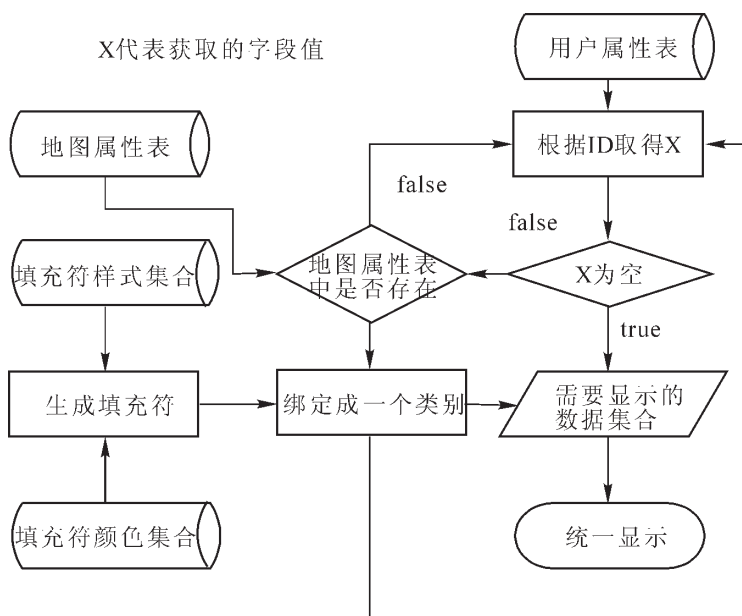


图4 分级统计流程图

Figure 4 Data flow diagram of statistic map of classification

和相对应各个 x 值的频率，和用户需要的分级 n ，确定 c 。一般情况下 $c = n + 1$ ，分级的间隔 $i = m1/c$ 。把填充符号，和每个间隔绑定，显示该图层，操作完毕。分级分类图实现流程如图 5 所示。

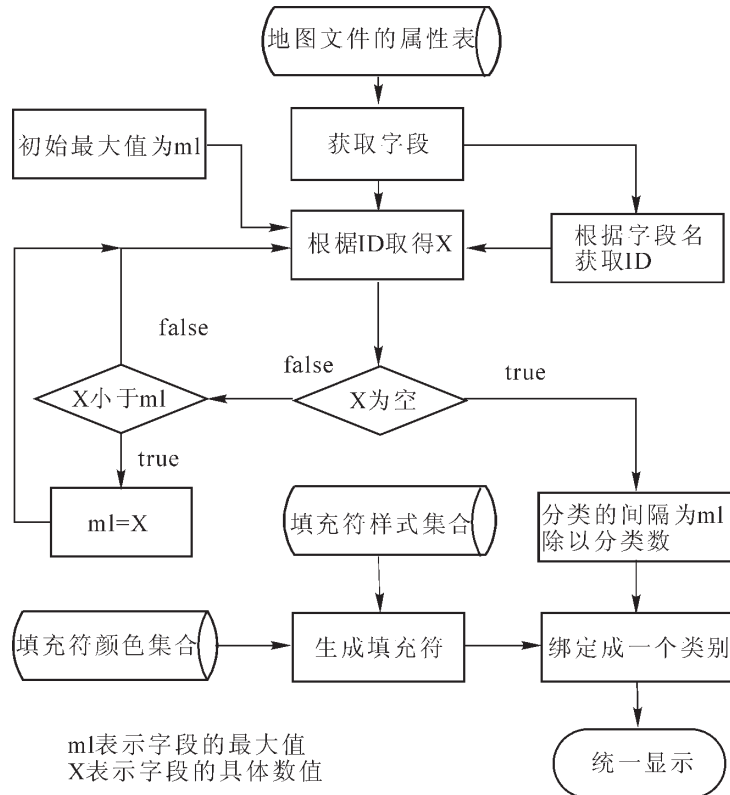


图 5 分级分类流程图

Figure 5 Data flow diagram of classification and grading map

4 系统实现

本研究对低丘缓坡林地管理系统的数据流程、功能结构等进行了详细分析和设计，解决了系统设计与开发中的若干关键技术，如数据集成管理技术、报表统计查询技术、ArcGIS 专题图输出模型等，并在浙江省临安市得以使用，实现了临安市低丘缓坡林地资源相关数据(如遥感影像、数字高程模型、森林资源分布、土地规划等数据)的集成管理，为多源异构数据的集成管理与分析提供了数据基础；实现了几十种报表结构的自定义管理，可根据需要生成不同样式与类型的报表，并实现了报表数据的筛选与查询功能；实现了低丘缓坡资源分布图等十余种不同类型专题图。该系统已在生产实际中进行应用，较好的实现了低丘缓坡林地资源的动态与可持续管理。其系统页面如图 6 所示。

低丘缓坡林地管理是一个长期的、复杂的、巨大的系统工程项目，随着信息技术的在林业中的应用越来越广泛，相关的系统应用会越来越多，而低丘缓坡林地管理涉及到国土规划、工业发展、林地规划和耕地保护等很多方面，今后研究的首要任务便是来解决低丘缓坡林地管理系统与这些系统之间的数据共享与交互问题，从而实现数据的动态更新和收集分析，使得低丘缓坡林地管理系统更具有动态性与实时性。

参考文献：

[1] 任中方, 张华. MVC 模式研究的综述[J]. 计算机应用研究, 2004, 21 (10): 1 - 4.

REN Zhongfang, ZHANG Hua. Overview of the research in model-view-controller pattern [J]. *Appl Res Comp*, 2004, 21 (10): 1 - 4.



图 6 系统页面

Figure 6 System page

- [2] 上官周平, 张安邦, 刘晓东, 等. 黄土高原退耕还林还草的植被资源信息支持系统[J]. 西北林学院学报, 2003, **18** (3): 22 – 25.
- SHANGGUAN Zhouping, ZHANG Anbang, LIU Xiaodong, *et al.* The information support system of vegetation resource for returning farmlands to forests and grasslands on the Loess Plateau[J]. *J Northwest For Univ*, 2003, **18** (3): 22 – 25.
- [3] 冯益明, 张会儒. 退耕还林管理系统信息动态查询的设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2004, **15** (1): 11 – 13.
- FENG Yiming, ZHANG Huiru. Dynamic inquiry design and implementation of management system on returning cultivated land to forestry [J]. *Comp Eng Appl*, 2004, **15** (1): 11 – 13.
- [4] 汪福学, 史明昌, 周心澄. 退耕还林管理信息系统的建设[J]. 中国水土保持科学, 2004, **2** (2): 93 – 97.
- WANG Fuxue, SHI Mingchang, ZHOU Xincheng. Management information system construction of removal lands from cultivation for afforestation [J]. *Sci Soil Water Conserv*, 2004, **2** (2): 93 – 97.
- [5] 刘立志, 孙莹, 陈松乔. 基于构件技术的报表系统的设计与实现[J]. 计算机应用研究, 2003, **20** (9): 88 – 90.
- LIU Lizhi, SUN Ying, CHEN Songqiao. The design and realization of report system based on component technique [J]. *Appl Res Comp*, 2003, **20** (9): 88 – 90.
- [6] 徐爱俊, 郑文达, 方陆明, 等. 基于 3D 的县级森林防火系统关键技术研究[J]. 北京林业大学学报, 2008, **30** (1): 170 – 174.
- XU Aijun, ZHENG Wenda, FANG Luming, *et al.* Key technology of the forest fire prevention system at county level based on 3D[J]. *J Beijing For Univ*, 2008, **30** (1): 170 – 174.
- [7] 楼雄伟, 方陆明, 徐爱俊, 等. 多源数据融合下的森林防火本底数据库建立[J]. 浙江林学院学报, 2008, **25** (4): 405 – 410.
- LOU Xiongwei, FANG Luming, XU Aijun, *et al.* Data fusion with 3D modeling for forest fire prevention background database[J]. *J Zhejiang For Coll*, 2008, **25** (4): 405 – 410.
- [8] 徐爱俊, 方陆明, 唐丽华, 等. 基于 GIS 的县级生态公益林管理系统设计与开发[J]. 浙江林学院学报, 2005, **22** (1): 82 – 86.
- XU Aijun, FANG Luming, TANG Lihua, *et al.* Design and development of GIS-based county-level ecological public forest management system [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2005, **22** (1): 82 – 86.
- [9] 李土生, 莫路锋, 应宝根, 等. 浙江省公益林地籍管理系统的设计与实现[J]. 浙江林学院学报, 2007, **24** (3): 331 – 335.
- LI Tusheng, MO Lufeng, YING Baogeng, *et al.* Design of public welfare forest management system in Zhejiang [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2007, **24** (3): 331 – 335.