

林业资源监管通用数据采集系统研究

陈刚 刘鹏举 李志清 唐小明

(中国林业科学研究院资源信息研究所)

摘要: 林业资源数据是林业资源管理的基础,简单通用的林业资源数据采集系统是提高林业资源监管信息化水平的重要途径。针对我国林业资源数据采集软件通用性低、重复开发的问题,本文对数据交换、动态数据库管理、功能界面自动生成、智能配置等柔性软件设计技术进行研究,设计开发了适用于林业资源监管的通用数据采集系统。该系统具有简单易用、方便扩展等特点,能够满足林业资源监管各业务对数据快速采集的需求。结合云南省临沧市林业资源管理的需求,基于通用数据采集系统框架开发了临沧市林业资源监管数据采集软件并进行应用,验证了该系统具有很强的通用性与扩展能力。

关键词: 林业资源监管; 数据采集; 柔性软件设计

中图分类号: S757.2; TP311.52 文献标志码: A 文章编号: 1000-1522(2012)06-0092-06

CHEN Gang; LIU Peng-ju; LI Zhi-qing; TANG Xiao-ming. **Research of general data input system for forestry resource supervision.** *Journal of Beijing Forestry University* (2012) **34**(6) 92-97 [Ch, 11 ref.] Institute of Forest Resource Information Techniques, Chinese Academy of Forestry, Beijing, 100091, P. R. China.

Forestry resource data is the base of forestry resource management, the simple and common data acquisition software is an effective way of improving the informationization level of forestry resource supervision. For the low commonality and reduplicative development of forestry resource data acquisition software, this article focuses on the flexible design for the data exchange, dynamic database management, user interface auto-generating and intelligent configuration technologies, a common data acquisition tool for forestry resource supervision was designed and developed, and was applied to many fields of forest resource supervision. It is a powerful and easy tool which can be extended to meet the data acquisition requirements from different departments of forestry resource supervision. After analyzing the requirements of forest resource management in Lincang City of Yunnan Province, southwestern China, a data acquisition tool, which was based on the common data acquisition system framework, was developed and applied. The results show that this system has flexible architecture and high scalability.

Key words forestry resource supervision; data acquisition; flexible software design

随着GIS技术近年来的发展,以及GIS系统在森林资源、湿地资源、沙化与荒漠化土地资源、生物多样性资源监管数据采集中的广泛应用,GIS已成为数据采集的重要工具。其涉及的数据不仅包括基础地理数据、小班区划和工程设计等空间数据,还包括各种业务表单、文档等属性数据^[1-2]。

GIS系统在林业数据采集中的应用主要包括2种类型:1)直接应用基础GIS平台,如ArcGIS、SuperMap, MapGIS等^[3]。这类平台具有强大的GIS专业功能,但无行业针对性,无法应对各种林业业务

对数据采集的特殊需求,难以大范围推广。2)以ArcEngine、SuperObjects等二次开发平台为基础开发的GIS系统^[4-5]。这类系统具备了林业业务的专业性,但其设计目标通常局限在单个业务内,与业务流程、功能及数据高度耦合,一旦业务种类、流程、功能或数据发生变化,则需要再次开发数据采集功能,因此通用性低,难以扩展^[6]。

针对以上问题,本文通过分析林业资源监管不同业务数据采集特征之间的共性和差别^[7],以ArcEngine组件、开普互联智能表单平台^[8]为基础,

收稿日期:2011-11-25

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(IFRIT200903)。

第一作者:陈刚。主要研究方向:地理信息系统技术与应用。电话:18901361930 Email: 529636959@qq.com 地址:100091北京市颐和园后中国林业科学研究院资源信息研究所。

责任作者:刘鹏举,副研究员。主要研究方向:林业GIS应用与开发。电话:010-62888904 Email: liupeng@caf.ac.cn 地址:同上。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

采用智能配置等柔性开发技术,设计开发了林业资源监管通用数据采集系统,以满足林业资源监管不同业务对数据快速采集的需求,提高林业资源监管的工作效率与管理水平。

1 系统需求分析

林业资源监管通用数据采集系统的设计,主要考虑业务需求与系统架构需求两方面。

1.1 业务需求分析

林业资源监管数据采集系统一般包括空间数据的编辑及拓扑检查、属性数据的编辑及检查、地图浏览导航、数据查询、图层控制、专题图制作及打印、数据交换等功能。在数据上,各类业务数据在内容上千差万别,包含结构化、非结构化以及介于两者之间的多种数据,但都可归结于空间和属性两类数据。不同业务对系统功能需求的差异主要表现在空间数据、属性数据的编辑以及数据有效性验证3个方面。

在空间数据编辑方面,空间数据以图层进行组织,不同业务编辑不同专题数据图层,例如林权宗地变更、造林作业设计、采伐作业设计3类业务分别编辑宗地地块图层、造林设计地块图层和采伐作业设计地块图层。图层类型主要包括点、线和面3种,采集系统需要具备编辑这3种图层的功能。对于不同业务,可能只需要其中的1种或2种功能。空间数据的拓扑检查指拓扑关系的验证,如相邻、重叠等。同一类型图层的拓扑检查规则及方法是固定不变的,但不同业务所需的检查规则可能不同。例如在采伐作业中,今年对一个地块采用间伐方式采伐,明年在该地块上还可以采用其他方式进行采伐,因此,采伐地块是可以重叠的;而在造林作业中,在一个地块上不允许重复造林,这就要求造林地块是不能重叠的。

属性数据的编辑主要是对与空间数据关联的属性表、业务表单或文档数据进行编辑。不同业务所编辑的属性表、业务表单的数量和内容都不同,用于检查这些数据及数据之间关系的逻辑规则也不同。例如在二类调查中,需要编辑小班和林网2种属性表,而在造林和采伐业务中,除了属性表,还需编辑作业设计表单。属性数据的检查包括用户输入时的数据合法性检查以及数据入库后的逻辑检查,检查规则取决于不同业务对数据类型、精度等方面的具体要求。

从以上分析可以看出,不同的数据采集业务在数据的内容、系统功能及界面等方面均存在差异。通用数据采集系统除了要具备一般数据采集系统的功能,还需要适应业务数据、系统功能及界面的变

化,才能满足各类业务对数据采集的要求。

1.2 系统架构分析

林业资源监管通用数据采集系统需要支持多种业务的数据采集,因此系统实现的关键是解决业务数据、系统功能及界面的差异。通用数据采集系统在设计开发中需要满足5个方面的要求:1)源代码高度内聚,与变化的业务数据内容及结构不直接耦合,防止代码变异;2)系统功能高度内聚,与业务流程不直接耦合,防止系统变异;3)数据采集界面统一,各业务以统一的操作方式采集数据;4)数据存储方式统一,隔离数据库的差异,便于数据访问及管理;5)系统易于扩展和更新,以满足单个业务功能需求的独特性与变化性。

2 系统框架设计

林业资源监管通用数据采集系统采用C#语言、ArcEngine和开普互联智能表单平台进行设计开发。系统分为B/S架构的Web配置系统和C/S架构的桌面系统两部分,如图1所示。这种设计方式基于:1)B/S架构已成为林业业务系统的主流架构,借助配置系统以便将通用数据采集系统与业务系统集成;2)使桌面系统可以专注于数据采集,实现与业务流程、功能的松散耦合。

Web配置系统包括数据交换以及桌面系统的配置管理功能模块,支持本地和远程配置方式。数据交换通过将事先制作完成的支撑数据提供给桌面系统,作为各业务数据采集系统运行的基础,并将采集完成的数据返回数据库,提供给其他业务系统使用。配置管理支持对采集数据、支撑数据以及桌面系统功能界面的配置,并将配置结果保存在XML配置文件中,作为桌面业务系统运行的基础。通过配置系统为桌面系统提供支撑数据并进行相关配置,就可以为不同业务定制数据采集系统。

桌面系统包括通用功能元件、业务系统配置、动态数据的管理以及界面的生成4个功能模块。通用功能元件包含数据采集的一般功能。业务系统配置提供配置内容的读写功能。动态数据管理根据配置实现对不同业务支撑数据的访问、更新以及采集数据的导出。界面生成根据配置信息生成特定于业务的系统界面。

桌面系统框架采用变种MVC模式(模型-视图-控制器),该模式采用数据驱动设计^[9],使得视图、控制器和模型可以随业务而变。在数据层,空间数据与属性数据分表存储,空间数据表只存储与业务无关的图形信息,从而能以统一的形式访问、处理及显示空间数据,不受业务变化的影响。而与业务

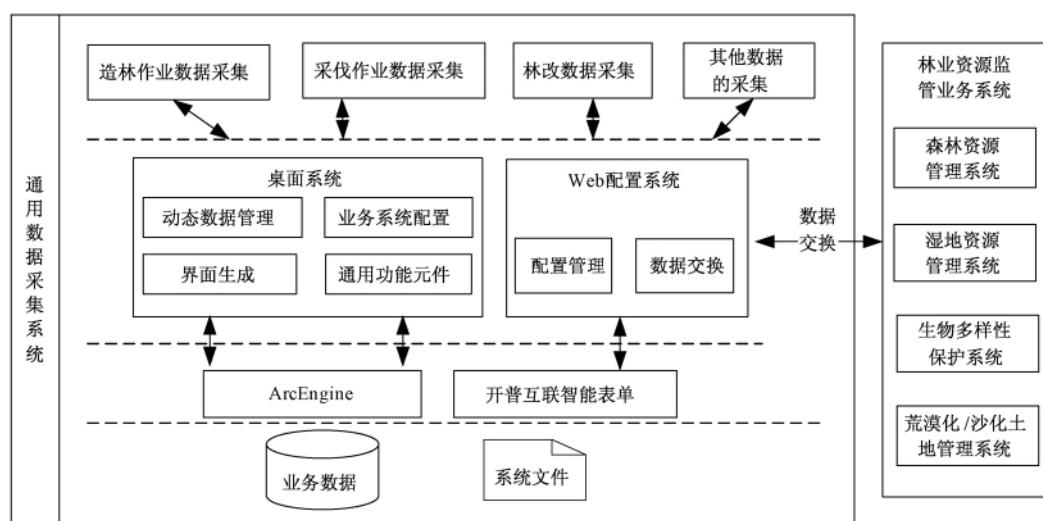


图1 系统架构图

Fig. 1 System physical architecture

紧密相关的属性数据单独存储在属性表中,并将与属性数据相关的视图、控制器及模型的变化存储在用开普互联智能表单平台制作的表单文件、数据映射文件中,系统在运行时就可以基于表单文件、数据映射文件及配置文件动态地构建视图、控制器及模型,从而将业务数据的变化隔离在源代码之外,使源代码高度内聚,不会变异。由于两类数据的处理方式不同,数据间的完整性通过逻辑校验来保证。

3 关键技术及实现

林业资源监管通用数据采集系统采用的关键技术包括智能配置、界面自动生成和动态数据管理技术。

3.1 智能配置技术

智能配置技术是指将与业务相关的变化信息存储在配置文件中,系统在运行时读取配置文件,根据其中的信息实现对不同业务数据采集功能的定制。当业务数据采集需求发生变化时,仅需通过改变配置信息就能满足需求,这样既增加了系统的灵活性,又能保持系统的稳定。数据采集系统通过配置系统实现智能配置,主要包括系统配置、采集数据配置两方面。

3.1.1 系统配置

系统配置包括支撑数据、用户功能界面配置两部分。支撑数据的配置内容包括数据版本号、采集人员的账户信息及该账户关联的业务名列表,支撑数据中各数据名称、类型、对数据操作的命令和命令状态列表。版本号为自然数值,作为数据是否需要更新的依据;业务名列表的形式为“Reforestation/造林, Harvesting/采伐”,前面是业务系统的英文名,后面是对应的中文名,之间用反斜杠隔开,指明账号

可以使用的数据采集系统;数据名称为数据文件的名称,类型包括数据库、表和普通文件。命令指明了如何处理数据,包括覆盖、更新、添加、删除4种。命令状态包括已执行或未执行,决定系统是否执行命令。

用户功能界面配置内容包括功能元件、逻辑验证规则和表单配置。功能元件和逻辑验证规则的配置目标可以是单个图层或整个系统。功能元件的状态包括可见、隐藏、可用与禁用,当不需要使用某项功能时,根据功能元件的名称将其状态设置为隐藏或禁用即可。逻辑验证规则的配置内容包括SQL语句及其描述,通过执行SQL语句进行验证;SQL语句的执行方式不随业务变化,规则的描述为界面上呈现给用户的信息,如地类检查。表单的配置目标是图层,包括图层名、表单文件名及其描述,通过将图层名和表单文件名配对存储,就能根据图层找到对应的表单进行属性数据的录入,描述为用户界面上呈现给用户的信息,如造林模式表。

3.1.2 数据配置

采集数据的配置包括需要导出的数据版本号、表名称、数据记录主键序列以及其他数据文件的名称。数据版本是自然数值,作为外界是否需要下载该数据的依据。系统根据数据名称和主键序列导出数据。

3.2 功能界面自动生成

功能界面自动生成以功能元件为基础,通过建立配置文件完成用户界面的按需定制。

3.2.1 系统功能元件

系统是功能元件的集合,功能元件可能是单个功能或一类功能,如图形创建是单个功能,图形编辑是一类功能,在界面上表现为单个控件。本文使用

功能元件名称、控件名称、功能状态及功能描述来表达功能元件。对于用户而言,只需配置功能名称及状态来控制功能界面。系统功能元件信息存储在 XML 文档中,该文档需要按照模板文件制作,配置系统解析该 XML 文档,并在界面上列举出功能元件列表供用户配置。

3.2.2 界面生成算法

数据采集系统中涉及界面变化的模块主要包括:1) 空间编辑和拓扑校验界面。该界面因功能是否需要使用而变化。2) 属性编辑界面。该界面随数据内容和结构而变化。3) 逻辑校验界面。该界

面随校验规则内容而变化。界面自动生成以功能元件及系统配置文件为基础,通过解析配置文件动态生成用户界面,生成流程如图 2 所示。

3 个界面的生成算法各有不同。空间编辑和拓扑校验界面的生成是根据配置对 Windows Form 控件的可见性和可用性进行控制来实现的;属性编辑界面的生成是通过加载开普互联智能表单文件到 Windows Form 窗体中来实现的,开普互联智能表单界面如图 3 所示;逻辑校验界面的生成是通过加载验证规则到 Windows Form 窗体中的列表控件中来实现的。

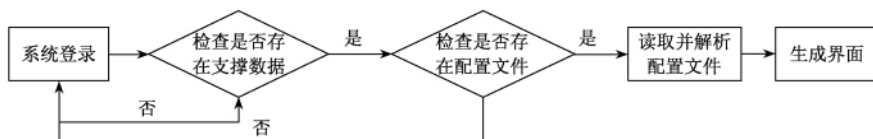


图 2 界面自动生成流程图

Fig. 2 Interface auto-generating process

造林典型设计 (模式) 表			
树种:		林种: <input type="text"/>	培育目标:
造林类型号			
适宜的立地类型号			
适宜的立地条件特征		坡向:	坡位:
		海拔:	
		土壤:	土层:
造林技术措施	混交比例及混交方式		
	初植密度、株行距		
	配置方式		
	林地清理	用工量 (工日)	
	整地方法及规格	<input type="text"/>	用工量 (工日)
	造林方法	<input type="text"/>	用工量 (工日)
	苗木规格		
	栽植时间		
	基肥种类及数量		
	追肥时间及数量		
经营管理措施			
造林用工量 (工日)			
备注			
配置图示 (平面)	整地图示 (平面)	整地图示 (剖面)	
单击此处加载图片	单击此处加载图片	单击此处加载图片	

图 3 开普互联智能表单界面

Fig. 3 UCAP form interface

3.3 动态数据库管理

动态数据库是结构和数据都可以随需要而变化

的数据库^[10-11],在本文中是指整个数据库的改变。

数据采集系统以单一业务配置为基础,每个采集人

员配备独立的设备和采集系统,但在人力和设备资源有限的情况下,数据采集系统需要支持多个业务的数据采集或多个采集人员共用一套设备和系统。系统需要根据业务、人员职责调用不同的支撑数据。

解决方案为:建立以采集人员账号名和业务名组合命名的文件夹,通过配置系统将不同的支撑数据放到对应的文件夹内。当用户登录系统时,系统依据账号列出可操作业务,采集人员从中选择业务名称,系统就可以将正确的支撑数据供给用户使用。

3.4 数据交换

数据交换包括支撑数据的上传及采集数据的下载,使用配置系统完成。交换的数据放在该系统目录下。

支撑数据的上传有2种情况:1)采集系统的定制。将所有支撑数据以添加命令上传,桌面系统运行时判断是否存在数据,如果不存在数据,就会从配置系统目录拷贝数据到本系统目录,结合这些数据形成特定于业务的采集系统。2)部分支撑数据的变更。将部分支撑数据以添加、删除、更新3种命令之一上传,桌面系统运行时检查配置系统目录下的数据版本号,如果版本号小于配置系统目录下数据版本号,就按照配置的命令进行更改。

数据采集完成并通过校验后,由桌面系统将数

据导出并压缩,然后拷贝到配置系统目录。每导出一次数据都会累加版本号,系统用户根据版本号下载最新的采集数据。

4 应用实例

云南省临沧市数据采集系统包括区县级造林作业设计子系统、林权宗地变更子系统以及采伐作业设计子系统,全部在林业资源监管通用数据采集系统基础上配置而成。配置分为2个步骤:1)准备支撑数据。包括创建 Geodatabase 数据库、制作 MXD 文件、表单文件以及表单和数据库的映射文件。2)上传支撑数据,使用配置系统对支撑数据、功能界面以及采集数据进行配置并生成配置文件,与支撑数据一起作为桌面系统运行的基础。

3种业务的配置文件及支撑数据生成的系统界面如图4~6所示。在界面上方,3个业务系统都具备相同的数据编辑、校验、查询、地图制作以及数据交换工具;界面主体为地图展示区域,不同业务系统加载相应的 MXD 文件即显示不同的地图数据;界面右方为属性录入界面,整个界面通过加载开普互联表单文件生成,不需要改变系统源代码就可以为不同业务显示不同的属性录入界面。

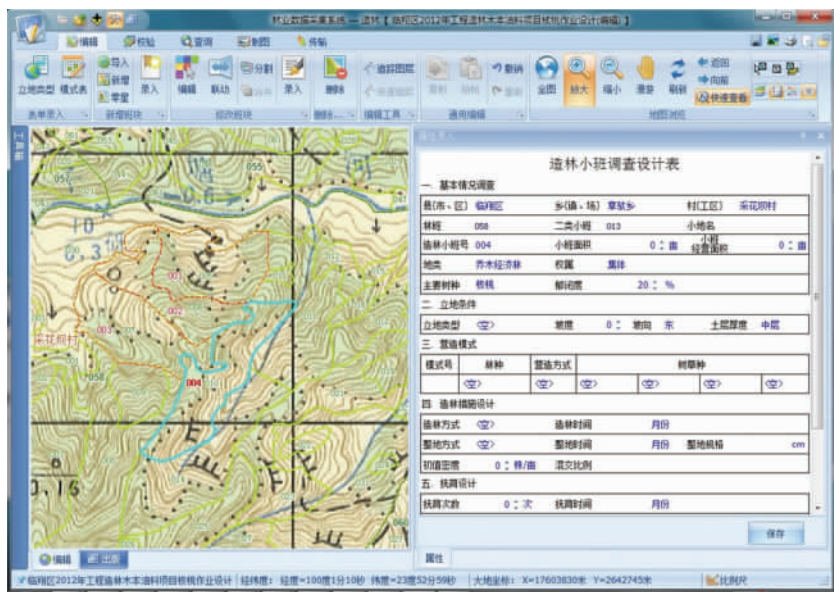


图4 造林作业系统界面

Fig.4 Interface of reforestation operations system

5 结论与讨论

通用性低、重复开发是林业资源监管信息系统开发中普遍存在的问题。本文采用智能配置、动态数据管理、界面自动生成、数据交换等技术,设计开发了林业资源监管通用数据采集系统,提高了林业数据采集系统的通用性与可扩展性。以该系统为基

础可快速搭建出满足不同业务需求的数据采集系统,避免了重复开发,不仅提高了应用系统开发的速度,而且为林业部门节省了人力、财力,加快了林业资源监管的信息化建设速度。

林业资源监管是一个不断发展的过程,新的业务需求将对本系统应用提出新的挑战。本文以森林资源管理、造林采伐作业、林权宗地数据采集等业务

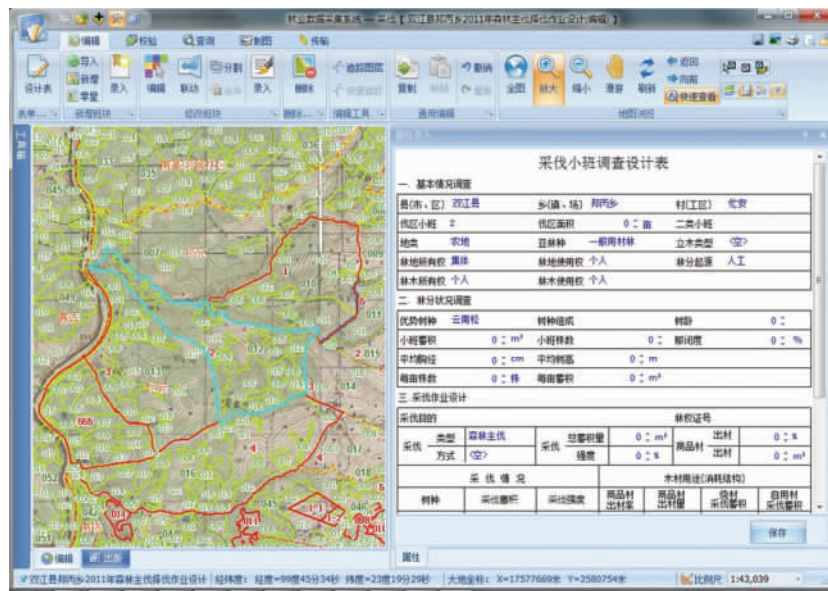


图5 采伐作业系统界面

Fig. 5 Interface of harvesting operations system

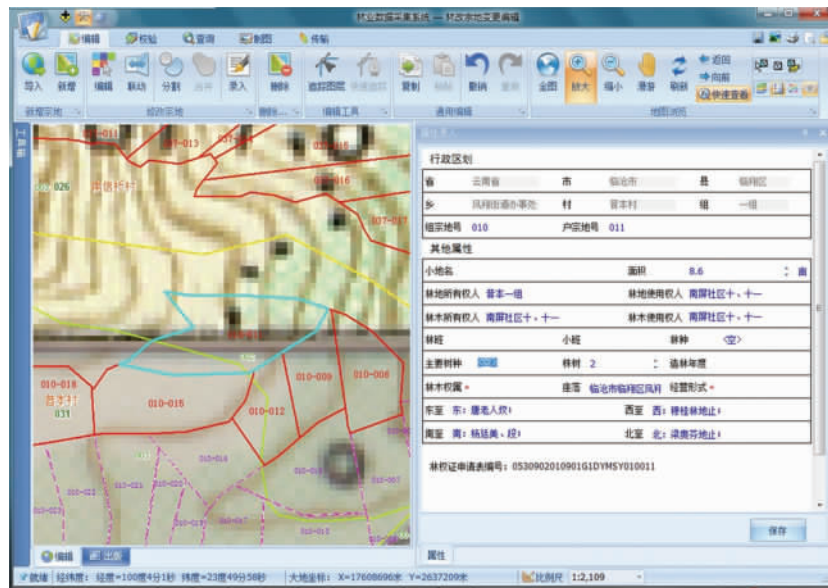


图6 宗地采集系统界面

Fig. 6 Interface of parcel acquisition system

系统的共性为基础,提出了建立通用数据采集系统的框架及技术实现。但是,由于林业业务的多样性,数据采集系统将通过不断扩展以适应业务需求的变化。对于如何扩展系统的应用范围,实现采集系统的简单化、通用化、智能化,还有待于进一步深入研究。

参考文献

- [1] 刘鹏举,周宇飞,李志清,等.多专题森林资源调查数据输入建模技术研究[J].北京林业大学学报,2009,31(1):50-54.
- [2] 马宏锋,党建武,赵旭旭.基于构件的柔性软件系统设计[J].兰州交通大学学报,2010,29(4):49-52.
- [3] 韩春玲,许晓宏,刘妮妮,等.GIS平台数据采集、组织和转换功能比较[J].科技信息,2006(10):38-39[2011-11-01].
http://www.cqvip.com/Read/Read.aspx?id=23846187.
- [4] 李永珍.基于ArcEngine的森林资源管理信息系统的开发与应用[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2011:24-25.
- [5] 易正晖,王佳,冯仲科,等.基于SuperMap林业地理信息平台的设计与实现[J].测绘科学,2011,36(2):187-188.
- [6] 吴丽春,李崇贵,陈华安.通用型森林资源调查GIS系统设计与实现[J].测绘科学,2011,36(4):255-257.
- [7] 刘鹏举,周宇飞,唐小明.智能化森林资源数据采集PDA软件研究[J].北京林业大学学报,2007,29(2):105-110.
- [8] 开普互联科技有限公司.开普互联智能表单白皮书[EB/OL].(2009-09-01)[2011-10-05].
http://www.ucap.com.cn/ucap/cpbps/201205/4c0e8d44ac34439a51817c3548fc4b/files/ea235b514e79460fb1d6dd771ab35b75.pdf.
- [9] 拉曼.UML和模式应用[M].李洋,郑葵,译.北京:机械工业出版社,2006:311.
- [10] 田娇娇,唐新明,杨平,等.动态数据库模型的研究与应用[J].测绘科学,2006,31(1):123-124.
- [11] 宋少忠,欧阳涛,赵浩宇.动态数据库功能在B/S结构程序设计中的实现[J].吉林大学学报:理学版,2011,49(1):112-113.

(责任编辑 冯秀兰)