

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 24 期 Vol.33 No.24 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 24 期 2013 年 12 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 中国南方红壤生态系统面临的问题及对策 赵其国, 黄国勤, 马艳芹 (7615)
- 《生态学基础》: 对生态学从传统向现代的推进——纪念 E.P. 奥德姆诞辰 100 周年
..... 包庆德, 张秀芬 (7623)
- 食物链长度理论研究进展 张 欢, 何 亮, 张培育, 等 (7630)

个体与基础生态

- 天山盘羊夏季采食地和卧息地生境选择 李 叶, 余玉群, 史 军, 等 (7644)
- 松果梢斑螟对虫害诱导寄主防御的抑制作用 张 晓, 李秀玲, 李新岗, 等 (7651)
- 菹草附着物对营养盐浓度的响应及其与菹草衰亡的关系 魏宏农, 潘建林, 赵 凯, 等 (7661)
- 濒危高原植物羌活化学成分与生态因子的相关性 黄林芳, 李文涛, 王 珍, 等 (7667)
- 四年 O₃ 熏气对小麦根际土壤氮素微生物转化的影响 吴芳芳, 郑有飞, 吴荣军, 等 (7679)
- 重金属 Cd²⁺ 和 Cu²⁺ 胁迫下泥蚶消化酶活性的变化 陈肖肖, 高业田, 吴洪喜, 等 (7690)

种群、群落和生态系统

- 不同生境中橘小实蝇种群动态及密度的差异 郑思宁 (7699)
- 亚热带樟树-马尾松混交林凋落物量及养分动态特征 李忠文, 闫文德, 郑 威, 等 (7707)

景观、区域和全球生态

- 中国陆地生态系统通量观测站点空间代表性 王绍强, 陈蝶聪, 周 蕾, 等 (7715)
- 雅鲁藏布江流域 NDVI 变化与风沙化土地演变的耦合关系 李海东, 沈渭寿, 蔡博峰, 等 (7729)
- 高精度遥感影像下农牧交错带小流域景观特征的粒度效应 张庆印, 樊 军 (7739)
- 高寒草原土壤有机碳及土壤碳库管理指数的变化 蔡晓布, 于宝政, 彭岳林, 等 (7748)
- 芦芽山亚高山草甸、云杉林土壤有机碳、全氮含量的小尺度空间异质性
..... 武小钢, 郭晋平, 田旭平, 等 (7756)
- 湘中丘陵区不同演替阶段森林土壤活性有机碳库特征 孙伟军, 方 晰, 项文化, 等 (7765)
- 东北黑土区片蚀和沟蚀对土壤团聚体流失的影响 姜义亮, 郑粉莉, 王 彬, 等 (7774)
- 滇西北高原纳帕海湿地土壤氮矿化特征 解成杰, 郭雪莲, 余磊朝, 等 (7782)
- 红壤区桉树人工林炼山后土壤肥力变化及其生态评价 杨尚东, 吴 俊, 谭宏伟, 等 (7788)
- 2000—2010 年黄河流域植被覆盖的时空变化 袁丽华, 蒋卫国, 申文明, 等 (7798)
- 庐山森林景观格局变化的长期动态模拟 梁艳艳, 周年兴, 谢慧玮, 等 (7807)

暖温带-北亚热带生态过渡区物种生境相关性分析 袁志良,陈 云,韦博良,等 (7819)

不同生境和去趋势方法下的祁连山柏径向生长对气候的响应 张瑞波,袁玉江,魏文寿,等 (7827)

资源与产业生态

大小兴安岭生态资产变化格局 马立新,覃雪波,孙 楠,等 (7838)

生态环境移动数据采集系统研究与实现 申文明,孙中平,张 雪,等 (7846)

城乡与社会生态

城市遥感生态指数的创建及其应用 徐涵秋 (7853)

研究简报

大明竹属遗传多样性 ISSR 分析及 DNA 指纹图谱研究 黄树军,陈礼光,肖永太,等 (7863)

干旱胁迫下 4 种常用植物幼苗的光合和荧光特性综合评价 卢广超,许建新,薛 立,等 (7872)

基于 ITS2 和 16S rRNA 的西施舌群体遗传差异分析 孟学平,申 欣,赵娜娜,等 (7882)

两种苔草无机碳利用对温度响应的机制 徐军田,王学文,钟志海,等 (7892)

北京山区侧柏林冠层对降雨动力学特征的影响 史 宇,余新晓,张建辉,等 (7898)

学术信息与动态

景观生态学研究:传统领域的坚守与新兴领域的探索——2013 厦门景观生态学论坛述评
..... 杨德伟,赵文武,吕一河 (7908)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 296 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 33 * 2013-12



封面图说:黄土丘陵农牧交错带——黄土丘陵是中国黄土高原的主要地貌形态,由于黄土质地疏松,加之雨季集中,降水强度较大,地表流水冲刷形成很多沟谷,斜坡所占的面积很大。这里千百年来的农牧交错作业,地表植被和生态系统均遭受了严重的破坏。利用高精度影像对小流域景观的研究表明,这里耕地、林地和水域景观相对比较规则简单,荒草地和人工草地景观比较复杂。农牧交错带小流域景观形态具有分形特征,各类景观斑块的分维数对粒度变化的响应不同,分维数随粒度的增大呈非线性下降趋势。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@ 163.com

DOI: 10.5846/stxb201306261779

申文明, 孙中平, 张雪, 初东, 李飞, 吕灿宾. 生态环境移动数据采集系统研究与实现. 生态学报, 2013, 33(24): 7846-7852.

Shen W M, Sun Z P, Zhang X, Chu D, Li F, Lü C B. Research and implementation of mobile data collection system for field survey of ecological environment. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(24): 7846-7852.

生态环境移动数据采集系统研究与实现

申文明¹, 孙中平^{1,*}, 张 雪¹, 初 东¹, 李 飞¹, 吕灿宾²

(1. 环境保护部卫星环境应用中心, 北京 100094; 2. 中国地质大学土地科学技术学院, 北京 100083)

摘要: 针对快速、实时、有效采集并录入生态环境野外调查大样本量、多源数据的需求, 充分应用移动 GIS 技术、移动智能终端、3G 等现代信息技术优势, 提出了基于 ArcGIS for Mobile 的移动数据采集方案, 研究解决了包括系统运行机制、数据访问模式、移动数据库技术等面向全国生态环境野外调查的移动 GIS 关键技术, 设计并研发野外调查移动数据采集系统。该系统采用 C# 和 Java 语言, 以 SQL Server 2008 为服务器端的数据库环境, 在 Microsoft Visual Studio 2008 集成开发环境上实现设计开发, 并在全中国生态环境 10 年变化遥感调查与评估项目土地覆盖类型地面核查、生态系统参数野外观测等工作中予以应用。实践检验表明: 该系统实现了野外调查数据的数字采集、智能校验、实时上传与有效管理, 简化了填报程序, 规范了填报内容, 提高了工作效率, 能够为生态环境相关的调查数据采集提供信息化支持。

关键词: 生态环境; 野外调查; 移动 GIS; 数据采集系统

Research and implementation of mobile data collection system for field survey of ecological environment

SHEN Wenming¹, SUN Zhongping^{1,*}, ZHANG Xue¹, CHU Dong¹, LI Fei¹, LÜ Canbin²

1 Satellite Environment Center, Ministry of Environmental Protection, Beijing 100094, China

2 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

Abstract: The Ministry of Environmental Protection and the Chinese Academy of Sciences jointly investigated and evaluated nationwide ecological environmental changes in China from 2000 to 2010. The goal of this project was to acquire information on the change trend of the ecological environment and existing problems on a national scale, summarizing China's performance and experience in protecting the ecological environment. This ecological project handles a great quantity of data, including photographs taken during field work, positional data relating to field work, and original measurements made using many types of professional equipment. To meet the requirements of collecting and inputting these data on the ecological environment rapidly, effectively and in real time, we designed and constructed a nationwide field-data acquisition system for the ecological environment. This field-data acquisition system takes full advantage of modern information technologies, including mobile geographic information system (GIS) technology, mobile intelligent terminals, and 3G networks. Additionally, the system uses a mobile data collection scheme based on ArcGIS for Mobile. There are three components in terms of system function, namely mobile terminals, a system management website and a server. Five processes are included in the workflow of mobile data collection, namely the issuing of tasks, task analysis, data collecting, data uploading, and task reviewing. To complete all these tasks, seven function modules have been developed, namely the production and management of tasks, data browsing, data collection, data synchronization, data checking and review, user management,

基金项目: 全国生态环境十年变化(2000—2010年)遥感调查与评估项目(STSN-17)

收稿日期: 2013-06-26; **修订日期:** 2013-11-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: sunnybnu114@163.com

and a database. The key technologies of the field-data acquisition system for the ecological environment include a mechanism for running the system, data access method, and mobile database technology. These three key technologies are described as follows. The system uses the application (APP) mechanism for running applications because it can take advantage of terminal hardware resources fully and support more comprehensive and abundant functions of the GIS. The system uses mixed mobile data collection modes; online and offline modes are used in line with the network condition. SQLite is used by the mobile database of the system; in addition, the system uses many types of mechanism such as an automatic backup, manual staging, and multiple checking. The system is developed using C# and Java, the database environment of which is an SQL Server 2008 database developed using Microsoft Visual Studio 2008. All designed system functions are realized, including positioning, data collection and data inputting, data verification, data checking, data uploading, and data exporting. The system is applied in the validation of land-cover types in field work and the measuring of ecological system parameters. The application results show that the system realizes the digital collection, intelligent examination, real-time transmission and effective management of field-survey data, simplifies filling programs, standardizes filling content, and improves work efficiency. The system will thus provide effective support for performing similar work in the future.

Key Words: eco-environment; field survey; mobile gis; data collection system

为系统掌握 2000—2010 年间全国生态环境变化趋势和存在问题,全面总结我国十年期间的生态环境保护工作成效和经验,由国务院批准,环境保护部和中国科学院联合开展了全国生态环境十年(2000—2010 年)变化遥感调查与评估(以下简称“生态十年项目”)工作。生态环境野外调查是遥感调查与评估工作中非常重要的一个环节,通过对土地覆盖类型、生态系统参数以及典型区域生态特征的野外调查,获得全国范围内的生态环境本底数据,从而提高土地覆盖分类精度、验证生态系统参数、评估典型区域生态环境状况提供基础数据。

生态十年项目野外调查内容不仅包括文字信息,还有照片、点位、观测仪器原始文件等,涉及样本点数量巨大(核查样本点近 8 万个、典型小样区 620 个),采用常规的纸质手簿方式进行野外调查,存在成本高、效率低、工作量大、填报不规范且容易出错等问题^[1],影响结果的准确性和完备性,并且不利于数据集成与后续分析。因此,很有必要探索一种简便易用、稳定可靠的野外调查数据采集解决方案,实现生态环境野外调查工作的数字化、智能化。

移动地理信息系统(简称 Mobile GIS 或移动 GIS)集成了 GPS、GIS、无线网络技术,随着计算机和通信技术的发展而迅速发展^[2-3],特别是无线网络(3G、Wi-Fi)^[4]以及具备定位、拍照等功能的个人数字助理(PDA)^[5-6]、平板电脑^[7]、智能手机等各种移动智能终端的广泛应用,提高了空间信息采集、管理和分析能力^[8],被广泛应用于野外数据采集与信息录入^[7,9-11]。但现有系统实时交互性差,缺乏审核校验,同时,多为区域级应用,数据处理量较少,缺乏国家级应用。

因此,本文就如何建立面向全国生态环境调查的移动数据采集系统的相关问题进行了研究。在分析生态十年项目野外调查技术方案基础上,明晰野外调查工作内容和要求,针对野外数据采集的移动性、数据实时性和有效性等需求,提出了综合利用移动智能终端、无线网络的野外数据采集方案,基于 ArcGIS for Mobile 设计开发了移动数据采集系统,以为生态环境相关野外调查数据采集、管理提供高效的信息化手段与工具。

1 全国生态环境野外调查的数据采集需求

生态十年项目全国生态环境野外调查工作主要包括土地覆盖类型地面核查、生态系统参数野外观测、典型区域生态实地调查共 3 个方面的内容。项目组制定了野外调查技术方案,对野外调查组织实施方式、样点布设、调查内容、填报规范以及提交要求等方面进行了详细规定,主要内容如下:

(1)土地覆盖地面核查分为生态十年项目实施管理组、全国生态环境十年变化土地覆盖与地表参量遥感提取专题组(简称“遥感专题组”)、省级专题组 3 个层次负责实施。全国样点共计 79 349 个,省级环保部门共

计 54 697 个样本点,遥感专题组共计 24 652 个,实施管理组进行抽查。主要采集信息包括样本点位置、遥感土地覆盖、实际土地覆盖、植被覆盖度、植被类型、植被功能、个体照片/景观照片、采集日期、备注等。提交成果包括样本点采集信息和野外调查路线。样本点位置以实施管理组下发的矢量数据主要依据,实际核查地块中心与指定样本点位置距离在 500m 以内的视为有效,在实际野外调查中难以到达的核查点可以调整,需要接近原核查点附近、类型相当地块新增加核查点。

(2) 生态系统参数野外观测由遥感专题组和省级专题组两个层次负责实施,遥感专题组负责综合样区、典型样区调查,省级环保部门负责典型小样区调查。综合样区 4 个,典型样区 50 个,典型小样区 620 个。生态系统参数野外观测信息主要包括样地位置、大小、环境照片、土地利用类型、土壤类型、坡度、坡向、植被盖度、植被平均高度、叶面积指数(LAI)、生物量等信息。提交成果包括野外观测信息、样地坐标矢量文件(样地及样方中心点)以及仪器观测原始文件(照片、LAI 等)。样区布设样地,综合样区要求不低于 100 个样地,典型样区要求不低于 25 个,典型小样区要求不低于 3 个。为保证野外调查精度,每个样地须保证有 2—9 个重复样方。

(3) 典型区域生态实地调查则针对自然保护区、生物多样性保护优区、重点生态功能区、矿产资源开发区等生态监管重点区域,开展区域生态特征实地调查。典型区域生态实地调查需要填写大量的文字信息,鉴于智能移动终端文字输入的局限性,本研究暂不涉及典型区域生态实地调查。

根据以上分析,面向全国生态环境野外调查的移动数据采集系统应具备空间定位、数据综合采集、多重校核机制、实时交互以及大数据管理等功能,以满足全国范围的生态环境调查需求。

2 移动数据采集系统结构与功能

2.1 总体架构

全国生态环境野外调查移动数据采集系统从功能体系上看,主要由移动终端、系统管理网站和服务端三部分组成,系统框架结构如图 1 所示。移动终端是系统设计和研发的核心,主要实现野外调查中数据采集、录入、校验、上传等。系统管理网站主要实现用户注册与管理、采集数据审核与管理、数据包管理、安装包管理等。服务器端主要完成任务制作与管理、数据同步、数据校验等。

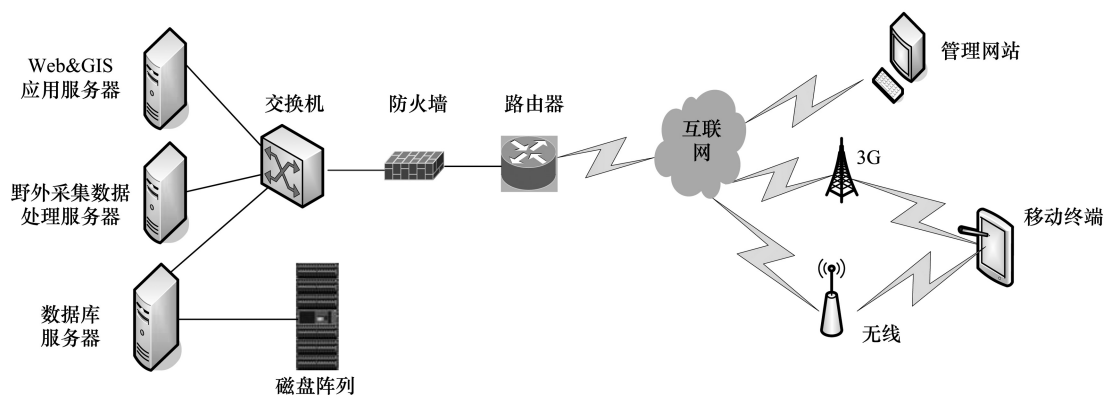


图 1 系统框架结构图

Fig.1 Frame structure diagram of mobile data collection system

2.2 系统流程

移动数据采集系统流程如图 2 所示,主要过程包括:(1)任务下发:野外调查任务通过网络与移动介质以任务信息离线包的形式发送到用户计算机客户端;(2)任务解析:在野外调查前,将下发任务信息解析生成野外数据采集任务;(3)数据采集:凭借快速定位、地图快速切换浏览、图/属交互查询以及多媒体信息自动挂接等辅助支持工具,实现调查指标的综合采集;(4)数据上传:经由移动终端通过 USB 连接或无线方式上传采集数据离线包、用户地理位置信息;(5)任务审核:审核用户通过网站进行任务初步审核,审核完成后提交任务,系统对提交任务进行审核,并向用户返回审核结果。

任务初步审核和任务提交,支持审核用户对任务信息进行浏览、修正。

(6) 用户管理

实现用户管理各项功能,包括用户注册、权限分配、用户审计、用户位置跟踪等。

(7) 资料库

移动客户端内置离线资料库,便于野外调查人员查询野外调查技术方案以及有关参考资料。

2.4 数据库设计

移动数据采集系统数据库主要包括任务信息图像库、基础地理信息库、土地覆盖类型地面核查库、生态系统参数野外观测库、用户管理库以及支撑信息库。任务信息库主要存储各省区任务信息离线包。基础地理信息库主要是地名数据和行政边界数据。土地覆盖类型地面核查库包括遥感解译土地覆盖类型地面核查任务信息和数据采集信息。生态系统参数野外观测库则包括样点、样线、样方等地面观测尺度上地表参数测量信息。用户管理库用来存放用户权限和注册信息。支撑信息库包括系统字典、系统配置、系统日志等信息。

3 移动数据采集系统关键技术研究

3.1 应用运行机制

移动 GIS 分为 APP 应用和 Web 浏览器应用两类应用运行机制。APP 应用基于 C、C++ 或 Java 等语言开发,直接运行在移动终端上。Web 浏览器应用模式是指通过移动终端上的浏览器或中间件来运行的 GIS 应用。Web 浏览器模式的通用性强,但需要有服务端的基础。鉴于生态环境野外调查的无线信号不稳定和数据资源应用量大的特点,移动数据采集系统采用 APP 应用运行机制,可以更充分地发挥终端的硬件资源能力,也能支持更全面、丰富的 GIS 功能。

3.2 数据访问模式

移动 GIS 数据访问更新包括在线、离线和混合 3 种模式。离线应用的数据在移动端本地存储,数据访问不受限于网络,访问速度更快,但数据更新编辑后需要有良好的与服务器同步的机制。在线应用的优势则在于对移动端本地存储要求低,而且可以实时更新数据,但在网络中断或无信号时不能使用,并耗费一定的流量成本。移动数据采集系统采用混合模式,将实时在线模式与离线模式结合起来,野外调查人员在外调查时可利用离线数据包进行数据采集,采集数据也可以缓存到移动端;当无线网络(如 3G、Wi-Fi)通畅时可以使用在线模式与服务器实时同步更新数据,大大降低了系统对网络条件的依存度。

3.3 移动数据库技术

移动环境下的移动数据库是当前国际数据界的一个新的研究方向。移动终端存在处理能力弱、内存小和电量供应时间短等设备资源型限制问题,而传统的关系型数据库体系庞大,并占用了相当多的系统资源。新近发展起来的嵌入式数据库直接在应用程序进程中运行,提供了零配置运行模式,并且资源占用非常少,非常适合移动数据管理。目前国内外市场上有多种嵌入式数据库产品,如 Pocket Access、SQL Server CE、Oracle Lite、Berkley DB、SQLite、OpenBase Mini 等^[12],每种数据库产品在技术上都有不同的侧重点,以满足嵌入式应用不同层次的需求。其中,SQLite 是一款开源的、轻量级的、嵌入式的关系型数据库,支持 Windows、Linux、Unix、Mac OS、Android、IOS 等主流操作系统平台,被广泛应用在苹果、Adobe、Google 的各项产品中。本系统移动终端数据库采用 SQLite,大大减少了应用程序管理数据的开销,提高了数据处理效率,同时,无需进行数据库安装和管理配置,方便应用。

由于移动环境具有动态的移动性、有限的信道带宽、环境的复杂性等特点,移动数据库数据在采集和传输中易于出错或丢失^[13],因此需要建立有效的恢复和容错机制以保证数据的可用性和正确性。移动数据采集系统采用自动备份、手动暂存、数据导出、多重校验等多种机制,保证采集数据的安全。

4 系统实现

移动数据采集系统基于 ArcGIS 移动解决方案,采用 C# 和 Java 语言,以 SQL Server 2008 为服务器端的数据库环境,Microsoft Visual Studio 2008 集成开发环境上实现设计开发。移动数据采集系统移动终端可部署在

配置 Android(版本 2.3 及以上)操作系统的任何移动智能设备上,终端主界面如图 3 所示,实现了空间定位、数据采集与录入、数据校验、数据检查、数据上传、数据导出等功能。

5 应用与展望

移动数据采集系统研制完成后,在生态十年项目土地覆盖类型地面核查、生态系统参数野外观测等工作中得到了应用。经使用,系统运行正常,开发功能基本满足野外调查技术要求。系统野外调查人员利用该系统进行野外调查数据采集,大多数项目可通过下拉选择形式进行填写,同时照片名称按照规范进行自动编码,无需后期手动修改,减小了野外调查工作量,提高了工作效率;通过多重校验,保证了数据质量,采集数据实时或直接导入数据库,实现了有效管理和长期应用。

实践检验表明本文提出的移动数据采集方案可以较好的解决常规生态环境调查时数据记录方式落后的问题,数据的有效性和完整性得到了提高。在应用过程中,也发现了系统存在的一些问题。主要是当前移动终端硬件配置不高,对大数据量空间图层的显示、查询、定位等功能有影响,照相功能不能满足典型区调查中对高质量相片采集的需求;目前系统后台对于空间数据,主要采取切片方式进行转换处理,转换效率较低,同时也限制了系统应用的灵活性。今后将根据业务需求对系统进行进一步优化和完善,简化后台数据处理工具,集成导航定位、轨迹记录等功能,提高系统灵活性和实用性,使该系统不仅在此次生态十年项目中进行应用,也能够在地面的地面调查和野外数据采集工作中发挥作用。

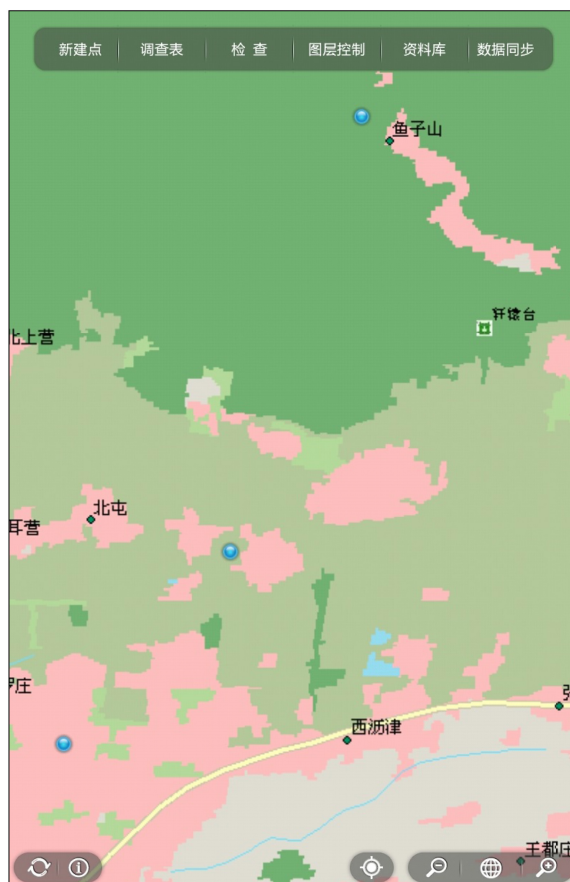


图 3 移动终端主界面

Fig. 3 The main interface of customizable mobile data collection system

References:

- [1] Huang Z Y, Zhou Y C, Chang Q L, Shen Z H, Hou Y S, Yan B P. Research and implementation of customizable mobile data collection system. Computer Systems & Applications, 2009, 18(11):11-15.
- [2] Zhao W B, Zhang D R. The development research and application perspectives of GIS based on mobile computing. Remote Sensing Information, 2003, 1: 31-35.
- [3] Sun G B, Song W D, Zhang S. Mobile GIS data collection under Smart Client architecture. Science of Surveying and Mapping, 2011, 36(4): 188-190.
- [4] Yu L. The construction of environmental mobile law-enforcing system based on 3G network platform. Environmental Monitoring and Forewarning, 2010, 2(4): 26-28.
- [5] Zeng W J. Research on the application of GPS- PDA in the investigation of land usage alteration. Sci-Tech Information Development & Economy, 2007, 17 (28):169-171.
- [6] Li Y D, Chen X J, Zhu G P, Han Z. Marine fishery survey data collection based on Pocket PC. Marine Sciences, 2013, 37(4): 65-69.
- [7] Xu L H, Chen J, Chen S Q. Mobile Field Data Collection System Using iPad: Research and Implementation, 2012, (12): 75-78.
- [8] Tsou M H. Integrated mobile GIS and wireless internet map servers for environmental monitoring and management. Cartography and Geographic Information Science, 2004, 31(3):153-165.
- [9] Zha D P, Lin H, Sun H, Wang J Z. Design and implementation of forest resources information collection system based on 3S technology. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2013, 32(9): 32-36.

- [10] Chen X J, Liu C, Pei H Y. Components and realization of data collection system for digital urban management based on mobile GIS. *Railway Investigation and Surveying*, 2009(4): 62-66.
- [11] Yu F H, Xia Y Z, Yang K H, Zhang Y S. Application of mobile GIS technique in geohazard data collection. *The Chinese Journal of Geological Hazard and Control*, 2006, 17(2): 102-105.
- [12] Zhou L F, Yang C J. Research of the mobile database in embedded system. *Journal of communication and Computer*, 2007, 2:58-60.
- [13] Zeng W Y, Zhao Y L, Song W. Research on mobile database key technologies. *Computer Engineering and Applications*, 2009, 45(14): 25-29.

参考文献:

- [1] 黄志一, 周园春, 常青玲, 沈志宏, 侯元生, 阎保平. 可定制移动数据采集系统的研究和实现. *计算机系统应用*, 2009, 18(11): 11-15.
- [2] 赵文斌, 张登荣. 基于移动计算的地理信息系统的发展研究及应用前景. *遥感信息*, 2003, 1: 31-35.
- [3] 孙贵博, 宋伟东, 张烁. Smart Client 架构下的移动 GIS 数据采集研究. *测绘科学*, 2011, 36(4): 188-190.
- [4] 郁蕾. 基于 3G 网络平台的环保移动执法系统构建. *环境监控与预警*, 2010, 2(4): 26-28.
- [5] 曾维军. GPS-PDA 在土地利用变更调查中的应用研究. *科技情报开发与经济*, 2007, 17(28): 169-171.
- [6] 李阳东, 陈新军, 朱国平, 韩震. 基于 Pocket PC 的海洋渔业调查数据采集. *海洋科学*, 2013, 37(4): 65-69.
- [7] 徐柳华, 陈捷, 陈少勤. 基于 iPad 的移动外业信息采集系统研究与试验. *测绘通报*, 2012, (12): 75-78.
- [9] 查东平, 林辉, 孙华, 王继志. 森林资源信息外业采集移动平台关键技术研究. *中南林业科技大学学报*, 2013, 32(9): 32-36.
- [10] 陈晓军, 刘春, 裴洪雨. 基于移动 GIS 的数字城管数据采集系统架构与实现. *铁道勘察*, 2009(4): 62-66.
- [11] 余丰华, 夏跃珍, 杨克红, 张义顺. 移动 GIS 技术在地质灾害数据采集领域的应用研究. *中国地质灾害与防治学报*, 2006, 17(2): 102-105.
- [12] 周丽芬, 杨春金. 嵌入式系统中移动数据库的研究. *通讯和计算机*, 2007, 2:58-60.
- [13] 曾文英, 赵跃龙, 宋玮. 移动数据库关键技术研究. *计算机工程与应用*, 2009, 45(14): 25-29.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.24 Dec., 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The problems in red soil ecosystem in southern of China and its countermeasures ZHAO Qiguo, HUANG Guoqin, MA Yanqin (7615)
- Fundamentals of Ecology: promoting ecology from tradition to modern: To Commemorate The 100th Anniversary of E. P. Odum's Birthday BAO Qingde, ZHANG Xiufen (7623)
- Food chain length theory: a review ZHANG Huan, HE Liang, ZHANG Peiyu, et al (7630)

Autecology & Fundamentals

- Foraging and bed site selection of Tianshan argali (*Ovis ammon karelini*) in Central Tianshan Mountains in Summer LI Ye, YU Yuqun, SHI Jun, et al (7644)
- Inhibition of pine coneworm, larvae *Dioryctria pryeri*, on herbivore-induced defenses of *Pinus tabulaeformis* ZHANG Xiao, LI Xiuling, LI Xingang, et al (7651)
- Response of periphyton to nutrient level and relationships between periphyton and decay degree of *Potamogeton crispus* WEI Hongnong, PAN Jianlin, ZHAO Kai, et al (7661)
- Correlative study between chemical constituents and ecological factors of *Notopterygii Rhizoma* Et Radix of endangered plateau plant HUANG Linfang, LI Wentao, WANG Zhen, et al (7667)
- Induced changes in soil microbial transformation of nitrogen in maize rhizosphere by 4-year exposure to O₃ WU Fangfang, ZHENG Youfei, WU Rongjun, et al (7679)
- Changes of digestive enzyme activity of *Tegillarca granosa* exposed to cadmium and copper CHEN Xiaoxiao, GAO Yetian, WU Hongxi, et al (7690)

Population, Community and Ecosystem

- Population dynamics and density of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in different habitats ZHENG Sining (7699)
- Litter fall production and nutrient dynamic of *Cinnamomum camphora* and *Pinus massoniana* mixed forests in subtropics China LI Zhongwen, YAN Wende, ZHENG Wei, et al (7707)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Assessing the spatial representativeness of eddy covariance flux observation stations of terrestrial ecosystems in China WANG Shaoqiang, CHEN Diecong, ZHOU Lei, et al (7715)
- The coupling relationship between variations of NDVI and change of aeolian sandy land in the Yarlung Zangbo River Basin of Tibet, China LI Haidong, SHEN Weishou, CAI Bofeng, et al (7729)
- Effects of higher resolution image and spatial grain size on landscape pattern in a small watershed of the farming-pastoral zone ZHANG Qingyin, FAN Jun (7739)
- The changes of soil organic carbon and carbon management index in alpine steppe CAI Xiaobu, YU Baozheng, PENG Yuelin, et al (7748)
- Spatial heterogeneity of soil organic carbon and total nitrogen at small scale in subalpine meadow and *Picea meyeri* forest in Luya Mountain WU Xiaogang, GUO Jinping, TIAN Xuping, et al (7756)
- Active pools of soil organic carbon in subtropical forests at different successional stages in Central Hunan, China SUN Weijun, FANG Xi, XIANG Wenhua, et al (7765)
- The impact of sheet and gully erosion on soil aggregate losses in the black soil region of Northeast China JIANG Yiliang, ZHENG Fenli, WANG Bin, et al (7774)
- Net nitrogen mineralization in soils of Napahai wetland in Northwest Yunnan XIE Chengjie, GUO Xuelian, YU Leichao, et al (7782)

- Variation of soil fertility in *Eucalyptus robusta* plantations after controlled burning in the red soil region and its ecological evaluation YANG Shangdong, WU Jun, TAN Hongwei, et al (7788)
- The spatio-temporal variations of vegetation cover in the Yellow River Basin from 2000 to 2010 YUAN Lihua, JIANG Weiguo, SHEN Wenming, et al (7798)
- Long-term dynamic simulation on forest landscape pattern changes in Mount Lushan LIANG Yanyan, ZHOU Nianxing, XIE Huiwei, et al (7807)
- Species habitat correlation analysis in temperate-subtropical ecological transition zone YUAN Zhiliang, CHEN Yun, WEI Boliang, et al (7819)
- Responses of Qilian junipers radial growth of different ecological environment and detrending method to climate change in Qinghai Province ZHANG Ruibo, YUAN Yujiang, WEI Wenshou, et al (7827)
- Resource and Industrial Ecology**
- The pattern of ecological capital in Daxiaoxinganling, Heilongjiang Province, China MA Lixin, QIN Xuebo, SUN Nan, et al (7838)
- Research and implementation of mobile data collection system for field survey of ecological environment SHEN Wenming, SUN Zhongping, ZHANG Xue, et al (7846)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- A remote sensing urban ecological index and its application XU Hanqiu (7853)
- Research Notes**
- Genetic diversity and DNA fingerprint of *Pleioblastus* by ISSR HUANG Shujun, CHEN Liguang, XIAO Yongtai, et al (7863)
- Comprehensive evaluation on photosynthetic and fluorescence characteristics in seedlings of 4 drought resistance species LU Guangchao, XU Jianxin, XUE Li, et al (7872)
- Stock difference of *Coelomactra antiquata* based on nuclear (ITS2) and mitochondrial (16S rRNA) DNA sequence and secondary structure MENG Xueping, SHEN Xin, ZHAO Nana, et al (7882)
- The mechanism of the characters of inorganic carbon acquisition to temperature in two *Ulva* species XU Juntian, WANG Xuwen, ZHONG Zhihai, et al (7892)
- Research on changes of dynamic characteristics of rainfall though *Platycladus Orientalis* plantation canopy in Beijing Mountain Area SHI Yu, YU Xinxiao, ZHANG Jianhui, et al (7898)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 丁 平

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 24 期 (2013 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 24 (December, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元