

# 基于 GPS-PDA 的土地变更调查 数据采集系统集成设计

严长清<sup>1,2</sup>, 袁林旺<sup>3</sup>, 陆效平<sup>2</sup>, 王庆<sup>4</sup>

(1 南京大学 城市与资源学系, 江苏 南京 210093;

2 江苏省土地勘测规划院, 江苏 南京 210024

3 南京师范大学 地理信息科学江苏省重点实验室, 江苏 南京 210097

4 东南大学 仪器科学与工程系, 江苏 南京 210096)

**[摘要]** 从土地利用现状变更调查的实际需求出发, 提出了基于 GPS-PDA 的土地变更调查数据采集系统. 分析了系统需求与目标, 采用系统分析方法, 讨论了基于软硬件一体化集成方式的 GPS-PDA 集成系统的构件组成、数据接口、数据格式、功能框架、数据传输与 GPS 数据差分解算方式, 以及功能实现和一些关键的技术问题, 为土地利用现状更新调查数据采集提供了一种新的技术思路.

**[关键词]** GPS-PDA, GIS 变更调查, 数据采集系统, 集成, 设计

**[中图分类号]** P208 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1672-1292(2005)04-0077-05

## Data Collection System Designation in Changed Land Usage Surveying Based on Integration of GPS-PDA

YAN Changqing<sup>1,2</sup>, YUAN Linwang<sup>3</sup>, LU Xiaoping<sup>2</sup>, WANG Qing<sup>4</sup>

(1. Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, Jiangsu Nanjing 210093, China

2. Land Surveying Institute of Jiangsu Province, Jiangsu Nanjing 210024, China

3. Geography Information Science Key Lab of Jiangsu Province, Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210097, China

4. Department of Instrument Science and Engineering, Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096, China)

**Abstract** The paper analyzes the practical needs, proposes a data collection system based on GPS-GIS in changed land usage surveying, and analyzes the requirements and goals of the system. Using the methods of systematic analyses, the paper also discusses the components, integration method, data interface, data format, data transfer, GPS data management, function realization and other key technology of the system. The result of the study provides changed land usage surveying with a new technological idea of data collection.

**Key words** GPS-PDA, GIS, changed land surveying, data collection system, integration, design

## 0 引言

在详查软件的支持下, 全国大多数地方已建立了土地利用现状数据库系统, 实现了土地利用现状图、数的计算机化管理. 土地利用是一个动态过程, 土地变更调查是土地管理的一个日常工作. 目前变更调查的技术手段主要有“航测、卫星遥感和直接外业调绘”<sup>[1]</sup>, 其中航测主要适用于更新调查, 由于价格高、处理技术复杂、周期较长, 在变更调查中应用较难; 卫星遥感长于土地利用动态监测, 通

过发现变化图斑, 可以引导外业调查; 而目前普遍采用的“直接外业调绘”方法, 是以纸图作为工作底图, 用常规方法进行测量, 并用变更调查表手工记录有关的变化信息, 然后进行内业数据处理和面积统计工作, 工作量较大. 因此, 构建既满足土地利用现状变更调查流程和精度要求, 又具有较高工作效率的集成系统具有重要的现实意义. 为此, 本文探讨了基于 GPS-PDA 技术的土地变更调查数据采集系统, 进行了系统集成和设计等方面的分析.

收稿日期: 2005-04-15

基金课题: 国家“八六三计划”资助项目 (2002AA134070).

作者简介: 严长清 (1971-), 工程师, 博士研究生, 主要从事地图学与 GIS 等方面的研究. E-mail: yecqing@hotmail.com

# 1 系统需求和目标

土地变更调查是基层土地管理的一项日常工作,提高土地变更调查效率是广大基层土地管理工作人员的迫切要求. GPS-PDA 土地变更调查数据采集系统作为一个数据采集的作业系统,应能达到如下的基本要求:

- (1) 能够达到当前土地利用现状调查所需的基本精度 1:10000 比例尺,土地利用现状图的成图点位精度为 1 m;
- (2) 具有快速的野外数据采集功能;
- (3) 不仅能记录点位信息,还应具有 GIS 的一些简单功能,如显示图形、记录变更图斑对象、保持 GPS 数据点与图形的拓扑关系、保持变更图斑对象的图形和属性关系等;
- (4) 应当具有较好的准实时数据处理能力,从而能准确及时地反映土地利用的变化;

(5) 应当具有较高的自动处理能力,较少的人工干预,能够记录数据的变更过程,降低内业数据处理的复杂程度;

(6) 记录的数据格式和处理流程应当满足当前变更调查工作的有关技术规范.

# 2 GPS-PDA 土地变更调查系统集成与设计

## 2.1 系统集成

系统集成方式可分为基于硬件的集成方式、基于软件的集成方式和基于软硬件一体化的集成方式. 基于上述需求和目标、产品的性价比等因素,本文的 GPS-PDA 变更调查数据采集系统采用了软硬件一体化的集成方式,如图 1 所示. GPS 用于实时采集空间点位数据,在 PDA 上构建小型 GIS 系统,以显示图形和记录数据;以文件传输方式与土地利用现状数据处理系统实现联接和数据变更操作.

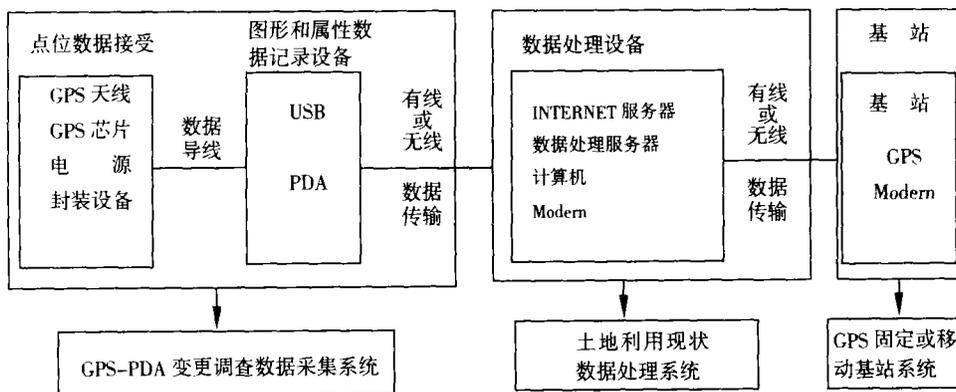


图 1 GPS-PDA 土地变更调查数据采集系统构件集成框架

### 2.1.1 点位坐标采集构件

与全站仪、测距仪、经纬仪相比, GPS 可直接采集坐标数据,但其精度受基站建设情况、采用天线的精度和 GPS 产品坐标解算方式的影响. 考虑到 GPS 产品大都为国外生产,且价格较高,因此可采用 GPS 芯片(GPS-OEM 主机)与天线进行集成封装,编制程序读取芯片数据,并进行控制,形成通用的 GPS 数据格式. 这样既可满足不同精度的要求,又可形成具有自主知识产权的产品.

### 2.1.2 数据记录构件

以笔记本计算机或平板计算机作为数据记录设备具有功能强、速度快的优势,但价格贵,设备不能达到“掌上化”. 而 PDA 作为数据记录设备,尺寸大小适中、重量轻、便携,目前市场上国产产品价格仅在 1500~3000 元左右. PDA 产品的功能日益完善,具有较好的通讯和 Internet 的联接功能,便于数据的实时传输, PDA 携带的嵌入式操作系统(如

Windows CE)具有图形接口,可以通过编程实现 GIS 基本功能,适合作为 GPS 和野外数据记录的设备.

### 2.1.3 其他相关设备

系统的数据变更操作仍采用中心计算或变更数据统一处理,由土地利用现状数据处理系统实现变更操作. 因此配置相关的计算机、服务器以及相关的输入、输出及通讯设备.

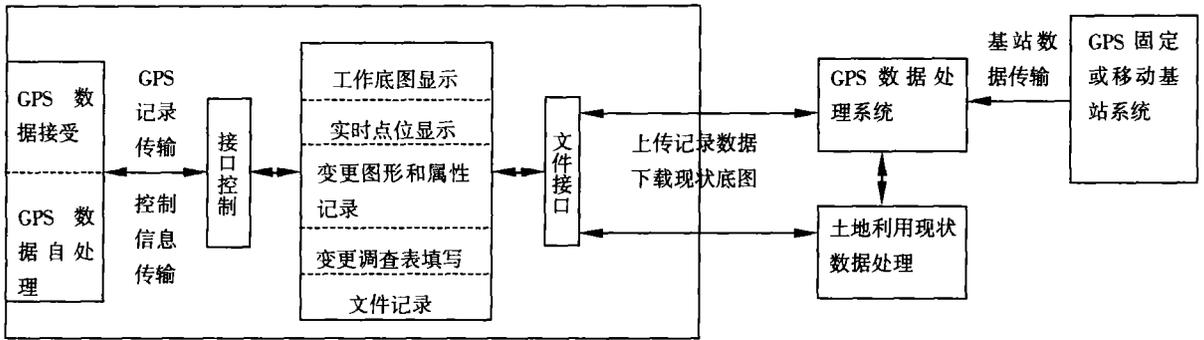
## 2.2 功能框架

集成 GPS-PDA 的土地变更调查数据采集系统,所实现的土地利用现状变更调查的外业数据采集的基本功能主要如图 2 所示.

(1) 系统初始化及设置功能: 实现调查区域的代码(省、市、县、乡、村)设置,关联采集数据的文件名,设置文件存贮方式、地类代码体系、GPS 数据接收参数,以及图形等其它方面的设置(如图形显示参数、缩放倍数)等;

(2) 底图操作功能: 实现底图导入、打开、显

示、隐藏、关闭等功能;



GPS-PDA 变更调查数据采集系统

图 2 GPS-PDA 土地变更调查数据采集系统总体功能图

(3) 文件操作功能: 实现文件的创建、打开、保存、删除等功能;

(4) 视图操作功能: 实现视图放大、缩小、漫游等功能;

(5) 记录数据功能: 实现 GPS 点位数据实时接收, 记录拐点、界线、图斑、线状地物、零星地物、其它地形地物的图形与 GPS 点位的拓扑关系, 记录属性数据以及属性与图形连接关系, 实现图形连接关系和属性数据的修改;

(6) 坐标解算、坐标转换、数据导出功能: 实现 GPS 接收数据的坐标解算, 经纬度坐标向大地坐标的转换, 以及原始数据、记录数据、解算数据的传输;

(7) 数据格式转换功能: 实现记录数据格式与土地利用标准数据格式之间的转换。

### 2.3 PDA 与 GPS 的数据接口设计

PDA 与 GPS 数据接口是通过 PDA 和 GPS-OEM 主板的串口或并口, 由 PDA 向 GPS-OEM 主机读取数据和对 OEM 主板实现控制, 以及对 GPS 电文数据进行解算的过程。由于读取速度较慢 (9600 比特率), 需要 COM 口缓存, 所以 PDA 与 GPS 的数据接口设计为系统软件的一个相对独立部分。本文选择 LAVAP 公司生产的 JGG20 型的 OEM 主板, 配置了独立于硬件的 GRIL 语 (版权 LAVAD 公司)。通过设计独立的 Windows CE 的线程 (由数据采集系统主程序控制), 向 OEM 的 COM 口发送 GRIL 语言指令, 控制 OEM, 实现 PDA 与 GPS-OEM 板的数据通讯、控制、电文信息提取和时段 GPS 数据的实时存盘。数据接口结构如图 3 所示。

### 2.4 PDA 上的 GIS 内核构建

GIS 软件是系统实现的关键部分, 其结构和功

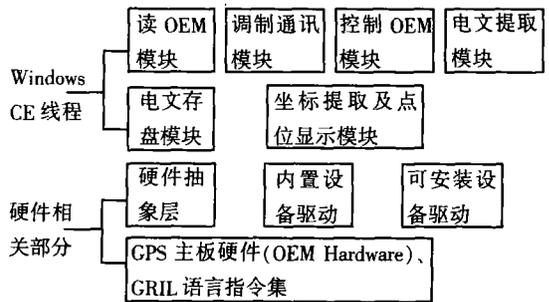


图 3 GPS-PDA 变更调查数据采集系统数据接口结构图

能既要满足土地利用现状底图 (矢量) 和属性的显示, 实现面向空间对象的记录, 又要考虑 PDA 内存少、操作速度相对较慢的特点。因此, 其内核应尽量小, 不影响显示和操作速度。本文采用微软公司的 VC++ 基于 Windows 的虚拟开发环境, 定义了 GIS 内核的数据结构, 系统基本的数据结构 (类) 的部分代码如下:

```

typedef struct gps_p //gps点的结构定义
{
    int gps_id //gps点的唯一标识码
    struct date date_m; //年月日
    struct time time_start //起时间
    struct time time_end //止时间
    float l //纬度
    float b //经度
};
typedef struct pline //feature折线的定义
{
    int fid //特征的唯一标识码;
    enum FEATURETYPE type //特征的几何类型
    struct layer f_layer //特征所在的图层
    int color //显示的颜色
    int linetype //显示线型
    int weight //显示线宽
    float min_x min_y max_x max_y
    
```

```
int p_num; //点的个数
int vertid[ 30]; //存储顶点的 gps点的 id号的数组
int* vert[ ]; //存储折线顶点经纬度的数组的指针
};
```

的类和实体,实现 PDA 上的底图显示、GPS 点位实时显示、图形窗口操作,以及图斑采集、属性录入界面,如图 4 所示。

在 GIS 内核类的基础上,构建数据采集所需要

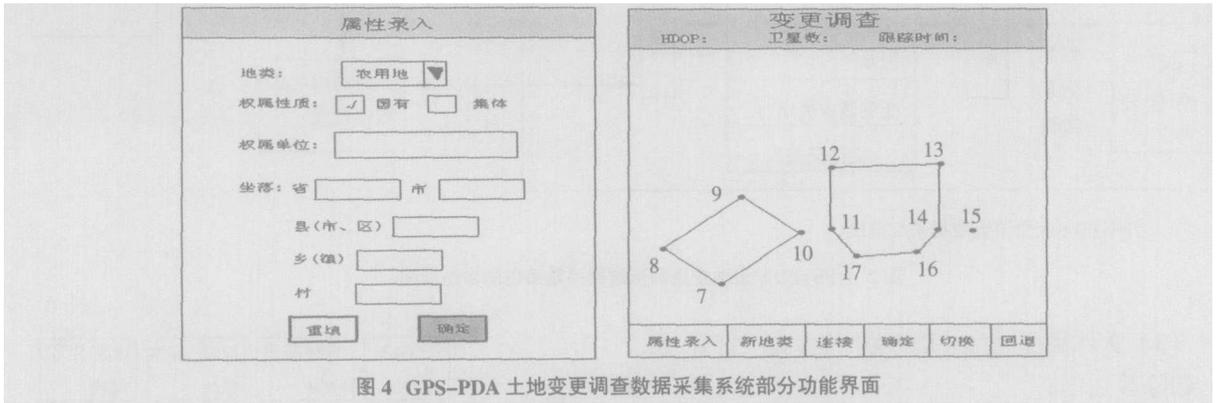


图 4 GPS-PDA 土地变更调查数据采集系统部分功能界面

### 2.5 记录数据格式设计

由于 PDA 的内存小,记录数据格式难以直接援引国家颁布的土地利用现状标准数据格式,本文针对 PDA 的特点,进行数据记录格式设计,并作为标准数据格式接口。基本格式如下:

记录号(序号)、调查要素类别码、图形要素编码、属性数据序列、坐标点号序列、记录结束标志。

此数据格式特点是保持了 GPS 点与记录图形的拓扑连接关系,集图形信息与属性信息为一体,经过 GPS 数据处理后,仍能保持图形的拓扑关系,以及图形与属性之间的关系。

### 2.6 数据的传输与处理

#### 2.6.1 数据通讯

Windows CE 系统提供的通讯模块支持多种通信硬件和数据传输协议的支持,包括串/并行数据端口、红外线数据端口、电话应用程序接口(TAPI)以及网络通信协议,支持局域网(LAN)、传输控制协议/Internet 协议 TCP/IP、远程访问服务 RAS、网间控制报文协议(ICMP)、超文本传输协议(HTTP)、文件传输协议(FTP)等流行的网络通讯协议。系统借助 Windows CE 的通讯模块,通过编程,实现与县级数据处理中心的实时、准实时或事后通讯,将采集的数据发送到数据处理中心,同时,也可从数据处理中心获得数据。

#### 2.6.2 GPS 数据差分解算

GPS-RTK 数据差分解算有“实时”差分解算和“事后”差分解算两种。实时差分解算对基站、数据处理中心和实时数据通讯的要求高,需要实时数据通讯链接。而变更调查只要求“准实时”,因此,系统采用事后载波相位差分技术,解算 GPS 数据。由

于系统已建立外业采集的图形与 GPS 点的拓扑连接关系,因此,解算后测量点位精度提高,但图斑等要素不需要重新编辑。

### 2.7 变更操作逻辑设计

传统的数据变更模式有简单变更和区域变更,简单变更实现点、线、面的单独变更,如线的分割、加宽、合并,多边形的分割、合并、边界调整等,区域的变更实现一片的覆盖式变更。不论简单变更,还是区域变更,都要进行面积再平差,其平差公式为:

$$P_i = P_i' + k * P_i'$$

式中,  $P_i$  为变更后图斑的平差面积;  $P_i'$  为变更后图斑的计算面积;  $k$  为面积改正系数;  $k = (\sum P_j - \sum P_i') / \sum P_i'$ ;  $P_j$  为变更前图斑的平差面积。

本文系统采集的 GPS 数据经差分解算和坐标转换后,改正了图幅理论面积系统误差,且没有数字化误差。因此外业采集的图形数据在面积计算后,不参与变更操作后的面积平差,由此引起的面积差值在其外围图斑内进行平差处理,这样,在不断变更后,系统数据精度不断提高。

## 3 结论和讨论

GPS-PDA 土地变更调查数据采集系统实现了软硬件的一体化集成,也实现了 GPS 和 GIS 集成应用,代表了 GPS 在土地调查中应用的一个发展方向。该集成系统可大幅度提高土地利用变更调查的自动化程度和效率,提高土地利用现状变更调查的数据精度。

该系统在土地利用现状变更调查中推广应用,还需要进行配套的 GPS 基站和数据处理中心的建

设. 如何实现 GPS 基站的构成和合理配置, 通过站网建设提高调查数据空间点位精度, 有待进一步研究.

在市区和城郊结合部有关地带, 可能存在 GPS 信号的盲区, 因此, 后续的研究还需要实现 GPS-PDA 土地变更调查数据采集系统与常规测量仪器组合, 进一步扩展本系统在城郊结合部土地利用现状变更调查中的应用.

[参考文献]

[1] 冯宝红, 郑小元, 王庆. GPS-PDA 在土地变更调查中的应用 [J]. 测控技术, 2003, 22(8): 23-25.  
 [2] 孙彩敏, 吴亚光, 武新明. GIS 型 GPS 接收机在土地利用数据库变更中的应用 [J]. 地矿测绘, 2001, 17

[责任编辑: 严海琳]

(4): 20-22  
 [3] Zhong Silong, Li Deren, He Sakian, et al. LD2000 system with 3S and multi-sensor [J]. Geo-spatial Information Science, 2002, 5(1): 74-78  
 [4] 付永吉, 聂志锋, 郝彤途, 等. 基于 WINDOWS CE 掌上电脑对 GPS OEM 板的控制和数据处理 [J]. 全球定位系统, 2002(2): 23-27  
 [5] 尤红建, 李树楷. GPS 采集 GIS 数据的原理及应用 [J]. 测绘科学, 1997(1): 35-39.  
 [6] 杨雪峰, 刘力. GPS 与 GIS 集成初论 [J]. 干旱区地理, 2000, 23(4): 376-380  
 [7] 李夕银. GPS 在 GIS 数据采集中的应用 [J]. 测绘通报, 2002(5): 23-28

(上接第 56 页)

[参考文献]

[1] 方昭辉. 基于内容的图像检索中索引的研究与实现 [D]. 南京: 南京师范大学, 2004.  
 [2] 方昭辉, 陈冬霞. 用 Java 实现分布式基于内容的 Web 图像检索系统 [J]. 南京师范大学学报: 工程技术版, 2004, 4(1): 60-63  
 [3] White D A, Jain R. Similarity indexing with the SS-tree [C] // Proc 12th IEEE Int Conf on Data Engineering New Orleans, 1996, 516-523.  
 [4] Wang S, Hellerstein J, Lipkind I. Near-neighbor query

performance in search trees [C] // Technical Report California UC Berkeley, 1998, CSD-98-1012  
 [5] Roussopoulos N, Kelly S, Vincent F. Nearest neighbor queries [C] // Proc ACM SIGMOD Int Conf on Management of Data California San Jose, 1995, 71-79.  
 [6] Zhang H J, Zhong D. A Scheme for visual feature-based image indexing [C] // Proc of SPIE Conf on Storage and Retrieval for Image and Video Databases III California San Jose, 1995, 36-46

[责任编辑: 刘健]