

# 基于 PDA 的大坝混凝土施工信息采集系统的设计与实现

韩光<sup>1</sup> 杨晋生<sup>1</sup> 崔博<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(天津大学电子信息工程学院 天津 300072)

<sup>2</sup>(天津大学水利工程仿真与安全国家重点实验室 天津 300072)

**摘要** 为保证碾压混凝土坝混凝土浇筑施工质量监控中数据交互的及时进行,提高反馈指导调整施工措施的实时性,设计开发了基于 PDA( Personal Digital Assistant ) 的手持式大坝混凝土施工信息采集系统,实现了碾压混凝土坝仓面混凝土强度与压实度、干密度、湿密度等质量信息的实时数据采集、传输和查询等功能。系统采用三层 C/S 结构,结合使用 GPRS、GPS、多线程等技术,利用 Visual C++ 编程语言,基于 Windows Mobile 系统平台进行开发。现场使用情况表明,系统的使用减轻了施工现场工作人员的工作量、提高了信息采集的工作效率与施工监控反馈控制的实时性。

**关键词** 混凝土施工 质量监控 PDA 信息采集 C/S 结构

中图分类号 TP311 文献标识码 A DOI:10.3969/j.issn.1000-386x.2013.07.018

## DESIGN AND IMPLEMENTATION OF DAM CONCRETE CONSTRUCTING INFORMATION COLLECTION SYSTEM BASED ON PDA

Han Guang<sup>1</sup> Yang Jinsheng<sup>1</sup> Cui Bo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(School of Electronic and Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

<sup>2</sup>(State Key Laboratory of Hydraulic Engineering Simulation and Safety, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract** In order to ensure timely proceeding the data interaction in concrete pouring construction quality supervising of RCC dam and to improve the real-time performance of feedback guidance in adjusting the construction measures, a handheld dam concrete constructing information collection system based on PDA is designed and developed. It achieves the functions of real-time data collection, remote transmission and inquiry of RCC dam concrete strength and quality information such as the degree of compaction, dry density, wet density, and so on. Adopting three-layer C/S structure and integrating the technologies of GPRS, GPS and multi-thread, the system is developed with Visual C++ programming language on Windows Mobile platform. By field using, the workload of supervising engineers is reduced, both the efficiency of information collection and the real-time performance of construction supervising and feedback control are improved.

**Keywords** Concrete constructing Quality supervising PDA Information collection C/S structure

## 0 引言

在水利大坝建设的施工中,施工质量监控技术历来备受业界重视<sup>[1,2]</sup>。其中,作为施工监控中施工进度实时预测、及时预警与动态调整的定量分析的基础数据来源<sup>[3]</sup>,碾压混凝土坝仓面的混凝土强度与质量信息的采集是不可或缺的内容。大坝施工监控中信息采集的主要手段包括巡视检查和仪器监测,传统情况下两者都是通过人员手工记录填写纸质表格的方式采集数据<sup>[4]</sup>,数据录入工作量大,数据出错的概率高,效率低下,尤其是难以满足施工监控实时性的需要。因此,需要开发一种数据采集的交互式数字移动平台,这种移动平台必须具备较小的体积,且具有无线通信功能和图像显示能力。

近年来,PDA<sup>[5]</sup>作为一种新的智能终端迅猛发展,代表特点是 PDA 具有 GPRS 或者 Wi-Fi 网络连接,并具有 GPS 定位功

能<sup>[6]</sup>。伴随着 PDA 应用领域的不断扩展,国内外基于 PDA 和 GPS 技术的数据采集系统已经在林业<sup>[7]</sup>、农业<sup>[8,9]</sup>、安全监测<sup>[10]</sup>、运输监控<sup>[11]</sup>和信息管理<sup>[12]</sup>等多种领域进行实际应用。

本文围绕具体水利项目的需求,将 PDA 引入碾压混凝土坝施工监控系统中,提供混凝土强度和质量信息的远程数据采集和传输、查询等功能。施工监控人员通过手持 PDA,辅以仓面人工检测、巡视检查等手段进行现场数据的采集与传输,可以对采集数据即时信息化,避免了纸质记录的诸多缺点,为管理人员及时全面掌握现场施工质量信息和反馈控制提供了一条有效的解决途径,提高了工作效率和施工过程的质量监控水平与反馈指导的实时性。因此,综合考虑目前的项目需求和 PDA 的特性,本文提出设计基于 PDA 的大坝混凝土施工信息采集系统。

收稿日期:2012-07-12。国家自然科学基金创新研究群体科学基金项目(51021004)。韩光,硕士生,主研领域:网络通信,嵌入式应用开发。杨晋生,副教授。崔博,讲师。

## 1 系统结构和功能模块设计

### 1.1 系统结构

大坝混凝土施工信息采集系统设计采用3层C/S结构。相对于传统的2层C/S结构,在客户端(表现层)和数据库服务器(数据层)之间增加了中间应用服务器<sup>[13]</sup>,也叫业务逻辑层。

3层C/S结构的客户端不需要直接连接到数据库服务器,而是通过业务逻辑层将客户端的请求传给数据库服务器,数据的查询处理结果也是通过中间层回送到客户端,这样就大大减轻了数据库服务器的负担,提高了整个系统的性能。同时,由于客户端不直接访问数据库服务器,且应用服务器不再提供系统预定规范和标准以外的其他服务,系统的可靠性和安全性从而得以提高。

客户端包括PDA和各种具有相应功能的智能手机设备,集成了前端数据采集系统、GPS模块、图像采集模块和无线通信模块(GPRS或3G),实现混凝土强度和采集数据、地理经纬度数据采集、图像数据采集以及通过无线通信模块将采集到的数据上传至服务器。

中间应用服务器层部署服务器端程序,起到PDA与后台数据库服务器通信桥梁的作用,如分析数据的完整性、识别数据分类等,同时对异常信息发出警告并写入日志。

数据库服务器层提供客户端登录时进行身份认证所需的用户基本信息,以及接收存储PDA采集的数据信息,实现原始数据的分类存储,以供客户端查询及整个数字大坝监控系统的调用。

系统借助GPRS无线网络和TCP/IP协议,实现PDA终端与应用服务器之间数据的传输。

### 1.2 系统的功能模块设计

功能模块是系统功能的执行单元,是整个系统的核心组成部分。该系统的功能主要包括混凝土强度信息采集、混凝土质量信息采集、数据查询和发送信息记录,如图1所示。

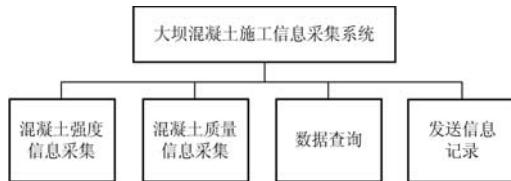


图1 系统功能模块

#### 1.2.1 混凝土强度信息采集

该功能模块主要采集大坝浇筑仓面的混凝土强度信息,为大坝建设过程中的施工质量监控和反馈控制提供应用信息。采集内容包括:

- (1) 基本信息采集,包括分区编号、强度等级、采集天数(分7天、28天、90天不同龄期采集);
- (2) 检测信息采集,包括抗压强度、抗拉强度、弹性模量、极限拉伸值、抗冻等级和抗渗等级;
- (3) 坝段、浇筑起止高程数据的采集。

#### 1.2.2 混凝土质量信息采集

混凝土质量信息采集主要通过现场施工监控人员手持PDA,在大坝施工仓面利用核子密度仪,进行现场混凝土质量、仓面压实度数据的采集与分析。所采集的内容包括:

- (1) 仓面混凝土压实度信息采集;

- (2) 混凝土质量参数采集,主要包括级配、层、干密度、湿密度、含水量、含水率;

- (3) 现场的照片信息采集;

- (4) 坝段、施工高程以及GPS定位等测量数据的采集(用以实现对PDA用户的实时定位以及为仿真提供原始数据)。

PDA用户在采集完以上信息后便进入各自相应的发送界面,进入发送界面可以检查之前录入的数据是否有错。若确认无误,则将数据经GPRS网络发送到服务器,发送成功后有提示信息;若经检查发现之前录入的数据有误,则返回采集界面进行修改。

#### 1.2.3 数据查询

大坝施工现场的信息采集人员使用PDA通过数据接口访问中心数据库,实现对施工仓面混凝土强度与质量参数信息的查询和浏览。

数据查询模块设计提供以下两种查询方式:

- (1) 按时间查询:按照用户输入的查询起始时间和查询结束时间,对数据库中的数据按时间条件进行检索查询;

- (2) 按仓面查询:根据用户选择的仓面范围,如起止高程、坝段分区,对数据库中的数据按仓面范围条件进行数据查询。

#### 1.2.4 发送信息记录

发送信息记录模块的主要功能是在用户进行完一次数据采集并发送成功后,将采集数据的精简信息保存在PDA中,以便PDA用户进行快速的本地信息发送记录查询,每条记录的信息包括时间、采集人ID以及各类数据相应的采集信息。

## 2 系统开发与实现

### 2.1 系统开发环境

该系统采用Microsoft Visual Studio 2008在Windows 7操作系统上进行开发,开发语言选择Visual C++编程语言。Visual Studio 2008针对运行WinCE或者Windows Mobile操作系统的PDA或智能手机提供了强大的集成开发环境,并自带Pocket PC仿真器。利用Visual Studio 2008里面的智能设备项目,我们可以进行整个项目的开发、调试和后期的打包(制作Smart Device Cab安装包)。PDA配置为Windows Mobile 5.0或以上操作系统,CPU频率不低于300MHz,内存不低于64MB ROM + 128MB RAM。服务器端数据库采用Microsoft SQL Server 2008。

### 2.2 各个功能模块的开发实现

考虑到无线网络丢包率和网络延时等特性,客户端与服务端通信遵循的是TCP/IP协议,利用socket网络编程采用有连接的通信方式,在客户端与服务端之间建立透明、双向、对等的数据传输通道,并且通过自定义的通信数据结构来从数据流中提取数据,保证数据的正确传输和接收的有效校验。

#### 2.2.1 数据采集的实现

数据采集包括混凝土强度信息采集与质量信息采集两个模块。首先,根据功能需求,进行人机交互界面的设计。人机交互界面通过Visual Studio 2008提供的窗口设计器,使用编辑框、文本框、组合框、按钮等控件设计完成。

采集界面设计完成后,进行实现采集功能的C++方法类的编写。下面以混凝土质量信息采集模块为例介绍数据采集模块的具体实现。

这些相关的方法类可以分为两大类:

(1) 对话框类, 这些类主要用来显示界面, 供用户输入所采集的数据信息;

(2) 数据处理类, 这些类用来存储数据, 检验数据和转化数据格式。

对话框类与数据处理类两者互相配合, 完成数据的采集、处理、发送流程, 对话框类和数据类的联系如图 2 所示。

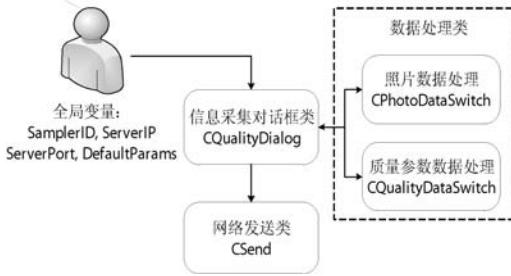


图2 对话框类与数据处理类的联系

全局变量 SamplerID, ServerIP, ServerPort 用来记录用户登录系统时提供的信息, 用户登录后, PDA 客户端程序会向服务器发起请求, 接收默认参数<sup>[14]</sup> (DefaultParams), 为各个采集模块界面中的组合框控件提供默认的选项供用户选择, 以尽量减少在 PDA 进行文字输入, 提高采集效率, 如混凝土强度信息集中的分区编号、强度等级、抗冻等级、抗渗等级和混凝土质量信息集中的级配等。对话框类与对应的各个数据处理类之间通过利用自定义的数据结构体指针作为传递给构造函数的参数进行数据交互, 结构如下:

```
typedef struct Concrete_Surface { //混凝土质量信息
    char blocks[85]; //坝段
    float start_elevation; //起止高程
    float end_elevation;
    float compact_degree; //压实度
    int grade; //级配
    char layer[50]; //层
    float dry_density; //干密度
    float wet_density; //湿密度
    float water_content; //含水量
    float moisture_content; //含水率
    char gpsData[30]; //GPS 信息
    char curtime[50]; //采集时间
    int sampler_id; //采集人 ID
} Concrete_Surface, *pConcrete_Surface;
```

GPS 定位数据的采集是通过 PDA 内置的 GPS 模块, 经 PDA 内部的串口进行采集。实现方法为利用多线程技术, 创建一条获取 GPS 定位数据 (NMEA0183 协议中 \$GPGGA 格式数据) 的子线程, 采用 Windows 环境下标准串口操作的 API 函数<sup>[15]</sup>, 一边读取 GPS 数据, 一边对其进行解析并随其他采集数据发送到服务器端。该线程的实现流程如图 3 所示。



图3 GPS 定位数据获取流程

数据输入完毕后点击界面中的发送按钮调用发送方法类

CSend 中的成员函数, 将数据存入自定义的结构体并进行数据发送。

采集数据的传输格式包含包头、采集类型、数据项等三部分, 这三部分之间以字符“&”作为分隔符。包头的内容为“DC”, 代表数据采集。根据数据类型不同, 采集类型的内容以“00” (混凝土强度信息)、“11” (混凝土质量信息)、“22” (现场照片信息) 进行区分, 消息格式如下:

包头	&	采集类型	&	数据项
----	---	------	---	-----

服务器端接收到数据后, 根据解析出来的包头和不同的采集类型进行相应的处理, 其中现场照片信息通过 PDA 的内置摄像头进行采集, 以二进制文件的形式上传到服务器数据库。

### 2.2.2 数据查询的实现

根据系统的功能需求, 数据查询模块实现了两种查询方式, 按时间查询与按仓面查询。按时间查询是用户通过选择时间查询起始点和查询结束点, 查询特定时间范围内的数据。按仓面查询的实现是按用户采集数据时记录的坝段与起止高程信息的组合查询, 查询策略为把坝段与高程两个区间均有交集的数据查询出来。

用户查询数据时, 向服务器发送的消息格式如下, 首先包头内容为“DQ”, 代表查询数据, 随后是查询数据的类型: 00 (混凝土强度信息) 与 11 (混凝土质量信息), 最后是查询限制条件。这三部分同样以字符“&”作为分隔符:

包头	&	查询数据类型	&	查询限制条件
----	---	--------	---	--------

服务端通过接收并解析客户端发来的含有查询条件的查询请求信息, 然后组合成 SQL 查询语句, 通过 ADO 数据库访问技术将数据库中符合条件的数据取出, 并按照一定的数据格式发送给 PDA 客户端。发送查询结果的消息格式如下:

包头	&	查询数据类型	&	查询结果
----	---	--------	---	------

客户端解析查询结果, 通过列表框控件将数据显示, 提供给用户。PDA 用户可以查询从其他 PDA 终端所采集的所有数据。

### 2.2.3 发送信息记录的实现

此模块记录 PDA 用户在本次登录所采集的各项数据的精简信息。具体实现方法为, 当用户进行完各个数据项的采集并点击发送按钮后, 利用文件操作将所采集的数据以 \*.txt 文本文件的形式保存在 PDA 的本地文件系统中, 每条采集数据按照特定的格式写入该文本文件, 包含时间、采集人 ID、数据类型、分隔符与数据采集值。当用户调用此模块时, 程序将对保存有数据信息的文本文件进行解析, 按照不同的数据类型, 将信息的采集记录显示到发送信息记录界面的列表框控件中。用户点击信息列表中的某一条记录, 不需要与服务器端进行网络数据交互, 即可进行本次登录所采集信息的快速查看, 从而对本次数据采集的情况有一个大致的了解。

## 3 系统性能分析及应用

### 3.1 系统运行效果及性能分析

系统运行的主要界面如图 4 - 图 6 所示。图 4(a) 为混凝土强度信息采集界面, (b) 为混凝土质量信息采集界面。

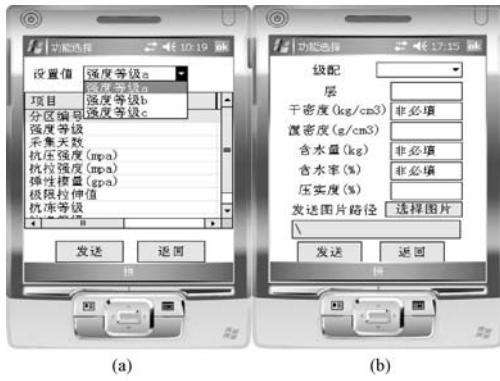


图 4 混凝土强度信息与质量信息采集界面

数据查询界面如图 5 所示,用户可通过点击“仓面信息查询”和“详细信息查询”按钮分别进行按仓面查询和按时间查询。点击“仓面信息查询”按钮后显示界面如(b)所示,点击其中所列出的一个仓面,便可以查询该仓面的详细信息。

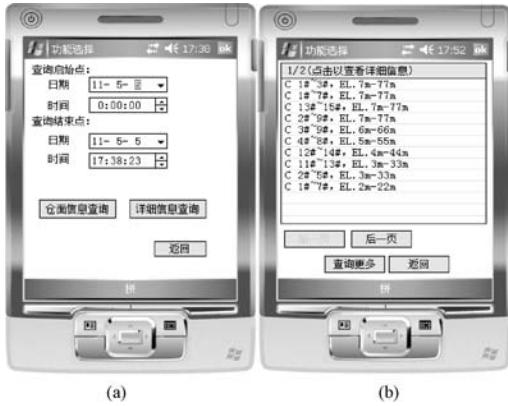


图 5 数据查询界面

图 6 为发送信息记录模块的运行界面,其中(a)为发送信息记录的列表,(b)为点击列表中一条信息后所进行的采集信息的快速查看。



图 6 发送信息记录界面

性能分析主要测试 PDA 客户端向服务器传输数据信息的响应速度。测试所用的设备包括:

(1) 操作系统为 Windows Mobile 6.5 的 PDA,型号为 HTC HD2,硬件配置为 CPU Snapdragon QSD8250 1024MHz,内存 448MB RAM。PDA 安装有 大坝混凝土施工信息采集系统;

(2) 服务器使用连接 Internet 的计算机,型号 HP p6635cn,操作系统为 Windows 7,硬件配置为 Intel Core(TM) i5 CPU 760 2.80GHz,4.00GB RAM,部署有服务器端程序。服务器程序运行界面如图 7 所示。



图 7 服务器程序界面

数据的传输主要包括发送普通数据和下载查询数据,测试内容包括最大响应时间、最小响应时间和成功率。响应时间主要是 GPRS 数据传输时间,测试结果如表 1 所示。

表 1 采集数据传输测试

	最大响应时间	最小响应时间	测试次数	成功率
发送普通数据	1~2 s	<0.5 s	50	100%
下载查询数据	6~7 s	2~3 s	50	100%

下载查询数据的耗时与用户所选取的查询范围有关,选择的查询时间范围越大,所包含的查询数据量就越大,查询数据的耗时也随之增加,表 1 中的最大响应时间是查询 15 天范围内的数据所用的时间。

### 3.2 工程应用

本系统已试验性地运用于云南省某水电站数字大坝施工监控项目中,PDA 的现场使用如图 8 所示。该水电站位于金沙江中游,拦河大坝为碾压混凝土重力坝,坝顶高程 1303.0 m,最大坝高 116.0 m,坝顶长 768.0 m。电站大坝碾压混凝土建设规模大,施工条件复杂,在其施工质量监控中,结合项目施工实际情况,应用大坝混凝土施工信息采集系统,以提高质量监控水平,实现了以下功能:

(1) 施工数据实时采集。施工监控人员通过该系统实时采集仓面混凝土施工数据,并可及时通过 GPRS 无线网络将数据传输到服务器端数据库,节省了人工录入的时间;

(2) 精确记录。由于避免了对所采集施工数据过多的人工操作,降低了数据记录出错的概率,提高了监控精度和质量;

(3) 施工信息综合管理。PDA 终端所采集的所有混凝土施工信息均存储于数据中心数据库,可供 PDA 用户随时查询,并可作为对坝体施工质量问题分析参考的重要依据,供整个数字大坝监控系统的其他模块调用。



图 8 PDA 的现场使用

## 4 结语

本文以 PDA 移动数据传输及相关技术为基础,根据大坝建设信息化的施工监控具体需求,提出了一种大坝混凝土施工信息采集系统设计和实现的方案。考虑到系统以后可能会遇到增

(下转第 74 页)

者都取得了去雾效果,且本文方法的均值比 He 的更低,说明本文方法具有更好的去雾效果。观察熵值,He 方法和本文方法处理后图像的熵比原图像都有所提高,得到了比原始图像更多的边缘细节信息,这也说明去雾后的图像更加清晰。

综合以上主观视觉和客观评价,本文方法达到了去雾效果,且本文方法在主观视觉、速度、客观质量三面都比 He 方法更为优秀。

表 2 图像客观质量评价

	Board. jpg		
	原图像	He 方法	本文方法
标准差	54.5658	56.0054	65.8452
均值	142.8268	113.0513	111.4339
熵	7.4466	7.6031	7.5092
	Road. jpg		
	原图像	He 方法	本文方法
标准差	41.8935	52.3048	53.8140
均值	167.6431	127.9720	106.6707
熵	7.2576	7.4601	7.2716
	Farmland. bmp		
	原图像	He 方法	本文方法
标准差	32.1812	36.3049	53.4043
均值	96.0510	75.8830	86.0139
熵	6.5687	6.4853	6.5740

## 4 结 语

本文提出了基于物理模型的简单快速图像去雾方法。算法从单幅图像出发,自动恢复场景反照率,无需任何场景的附加信息。通过实验仿真证明,与现有的去雾算法相比,本文提出的算法新颖、有效,而且鲁棒性较好。鉴于本文方法从主客观评价都取得了较好的去雾效果且算法处理时间短,因而可以用于实时图像处理。

## 参 考 文 献

- [1] Tan R T. Visibility in bad weather from a single image [C]//IEEE Press. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'08). 2008;1-8.
- [2] Fattal R. Single image dehazing [J]. ACM Siggraph, 2008;1-9.
- [3] Kaiming He, Jian Sun, Xiaoou Tang. Single image haze removal using dark channel prior [C]//2009, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2009;1956-1963.
- [4] Xingyong Lv, Wenbin Chen, I-fan Shen. Real-time Dehazing for Image and Video [C]//2010 18th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications. 2010;9;62-69.
- [5] 杨万挺,汪荣贵,方帅,等.滤波器可变的 Retinex 雾天图像增强算法 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2010, 22(6):965-971.
- [6] 黄黎红. 一种基于单尺度 Retinex 的雾天降质图像增强新算法 [J]. 应用光学, 2010, 31(5):728-733.
- [7] Jean-Philippe Tarel, Nicolas Hautière. Fast visibility restoration from a single color or gray level image [C]//IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV'09). 2009;2201-2208.
- [8] Kaiming He, Jian Sun, Xiaoou Tang. Guided Image Filtering [C]//The 11th European Conference on Computer Vision (ECCV 2010);1-14.

- [9] 杨国强. 图像和视频去雾技术的研究 [D]. 天津大学, 2011.
- [10] 郭璠, 蔡自兴, 谢斌. 基于雾气理论的视频去雾算法 [J]. 电子学报, 2011(9):2019-2025.

## (上接第 65 页)

加其他相关施工信息的采集需求,在软件设计时,充分考虑了系统的规范性和扩展性。系统具有图形界面友好、操作简便、采集数据速度快等特点。系统的运用简化了数据采集的工作流程,可及时通过无线网络将数据传输到服务器端计算机,减少了数据采集过程中表格填写、计算机录入等中间环节,减轻了施工现场工作人员的工作量,缩短了后期数据处理时间,有效提高了大坝混凝土信息采集的工作效率与施工监控的实时性,对大坝施工质量监控水平的提升有重要的意义和使用价值。

## 参 考 文 献

- [1] 赵志仁,赵永,程君敏. 大坝安全监测设计与施工技术的研究 [J]. 大坝观测与土工测试, 2001, 25(1):28-32.
- [2] 朱伯芳. 大坝数字监控的作用和设想 [J]. 大坝与安全, 2009(6):8-11.
- [3] Cui Bo, Zhong Denghua. Theory and application of system integration for Real-Time monitoring of Core Rock-Fill dam filling construction quality [J]. Transactions of Tianjin University, 2012, 18:173-179.
- [4] 王润英. 大坝安全监测的内涵及扩展 [J]. 四川水利发电, 2002, 21(4):88-91.
- [5] Helder Rodrigues, Telmo Gaspar, Jose C Metrolho, et al. PDA as surveillance device in monitoring system [C]. 2003 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2003(1):478-480.
- [6] Wikipedia. Personal digital assistant [EB/OL]. (2011). [http://en.wikipedia.org/wiki/Personal\\_digital\\_assistant](http://en.wikipedia.org/wiki/Personal_digital_assistant).
- [7] 曾松伟,李光辉,胡海根,等. 基于 PDA 的森林资源数据采集系统的设计与实现 [J]. 浙江林学院学报, 2009, 26(1):111-115.
- [8] 陈宏,赵建,邱荣洲,等. 基于 PDA 的外来入侵物种数据采集系统设计 [J]. 农机化研究, 2011(4):62-66.
- [9] Wu Peng, Yi Xiaomei, Li Jian, et al. Research on PDA-based distributed field data acquisition method [C]//Proceedings of the First International Conference on Networking and Distributed Computing, 2010:317-320.
- [10] 张斌,李超,刘波. 基于 PDA 的垂线、引张线数据采集系统设计 [J]. 人民长江, 2010, 41(20):49-52.
- [11] Cui Bo, Zhong Denghua, Zhong Guiliang. Research and application of web-based 3D visualization of monitoring over materials haulage to dam [J]. Advanced Materials Research, 2012, 440:6770-6775.
- [12] 王炫,唐靖寅,马蔚纯,等. 基于 PDA 的港口港政监督管理信息系统设计与实现 [J]. 计算机应用与软件, 2009, 26(5):101-103,125.
- [13] 王长元,赵莉,王淑蓉. 软件工程与建模 [M]. 西安:西安交通大学出版社, 2010:66-68.
- [14] Yang Jinsheng, Liu Xiaohui. Design and implementation of dam construction multi-level verification system on PDA platform [C]//2010 2nd International Conference on E-Business and Information System Security, 2010:378-381.
- [15] 朱玉玺,袁文翠. GPS 服务平台的定位数据采集 [J]. 计算机应用与软件, 2007, 24(1):188-189,191.