

PowerLineGIS 巡线管理系统的设计与实现

专业：计算机软件与理论

研究生：唐婷 指导老师：常致全

摘要：

日新月异的计算机科学为地理信息系统（GIS）的发展带来了无穷的活力。随着微电子技术、光电子技术的发展，计算机发展已经进入移动时代，以掌上电脑（PDA）为代表的移动式计算系统日益普及。在移动中使用计算机、将移动的主体通过网络与庞大的数字空间无缝的结合在一起，不再是天方夜谭。

本论文的研究的目的是利用 GIS 组件技术和嵌入式 GIS 技术，结合 GPS，开发基于个人数字助理（PDA）的电力巡线管理应用系统。该系统除了具有传统的空间信息显示、查询、分析等功能和 MIS 系统信息管理功能外，更重要的是，它结合了 PDA 的移动特性，对空间目标有实时定位能力。由于本系统与基于位置服务（LBS）有着先天固有的联系，因此它具有良好的应用扩展性。

本论文研究主要涉及计算机科学领域的组件技术、嵌入式开发技术（主要是软件开发）、计算机图形图像、无线互联网络等技术和测绘学中的地理信息系统原理及数据组织方法，数字地图可视化、GPS 定位与导航，GPS 与 GIS 集成等技术。

论文首先分析组件式 GIS、嵌入式 GIS、GPS 等技术的研究现状、技术背景、特点及应用，为本系统的开发提供技术基础；其次提出了整个系统的完整逻辑框架设计、具体功能实现原理及应用模式；最后总结了开发过程的经验与体会，给出开发实例——“PowerLinGIS 巡线管理系统”，进行技术总结和展望。

关键词：组件 GIS、嵌入式 GIS、个人数字助理、电力巡线

The Design & Realization of PowerLineGIS System

Field: Computer Software & Theories

Postgraduate student: TANG Ting Advisors: CHANG Zhi-quan

Abstract:

Computer Science changing with each passing day has motivated the development of geographic information system greatly and brought infinitude of energy. With the rapid development of micro-electronic and photoelectron technologies, we are on the verge of a new computing paradigm. Mobile computing system based on personal digital assistant (PDA) products has been used widely. It is not Arabian nights for mobile users to operate computers when moving, connect to the network anytime and anywhere in different ways and combine themselves and immense digital space seamlessly.

The purpose of this paper is to develop a power-line-cruising management system based on PDA. The system integrates ComGIS、Embedded GIS and GPS technology. Besides the functions of visualization, query, analyse of spatial information and traditional functions of MIS, it has especially combined with the mobile feature of PDA, which makes it capable to locate a spatial target on real time. Since it has an innate relation with Location-Based Services (LBS), the system can be expanded easily for advanced application.

The research of this paper involves many fields of computer science, such as COM, embedded developing, computer graphics, wireless networks, and the science of surveying and mapping, such as the principle and data organization methods of geographic information system (GIS), the visualization of digital maps, location and navigation based on global positioning system (GPS) and the integration of GPS and GIS.

At first, the paper analyses the status quo, technology background, features and application of ComGIS, Embedded GIS and GPS, etc, to provide the technical foundation for the power-line-cruising management system. Second, it sets up the whole logical structure, implements the basic function and provides the application solution for the system. Finally, the paper summarizes the factor that should be considered in the period of development and gives the practical instance----“PowerLineGIS Cruising Management System ”, and pictures the prospect of the system.

Keywords: ComGIS, Embedded GIS, PDA, GPS, power-line-cruising

前言

人类正进入以计算机、网络、卫星通信为特征的信息社会，人员流动的日益频繁，使每个人对空间信息有了更多的依赖。尤其是在户外和移动过程中，对地理信息的需求非常普遍。人们更加关心，“当前我在哪里？”、“目的地在哪里？”、“如何到达？”等问题。

地理信息系统是实现地理信息获取、管理、可视化，分析、输出等的高效手段。它与尖端科技领域的全球卫星定位技术（GPS）、通信技术、互联网技术以及其他应用领域的有机结合，不仅为地理信息系统提供了良好的发展前景，同时也为这些应用领域提供了一套科学的解决应用问题的方法。不但可以提供全新、透明、可视、实时、互动、形象化的车辆跟踪、个人辅助导航等服务。而且提供车辆管理、行车路线调度，交通事故处理等辅助决策功能。

PDA 是 Personal Digital Assistant 的缩写，字面意思是“个人数字助理”。这种手持设备集中了计算，电话，传真，和网络等多种功能。它不仅可用来管理个人信息（如通讯录，计划等），更重要的是可以上网浏览，收发 Email，可以发传真，甚至还可以当作手机来用。尤为重要的是，这些功能都可以通过无线方式实现。目前国内把低阶的产品归之为 PDA，把高阶的产品归之为掌上电脑。但实际上在国外已经很普遍地把所有的移动计算产品统称为 PDA 了。

电力系统中，线路巡检及巡线工作的管理较困难向来是电力系统安全运行的隐患；将先进的 GPS（全球定位）技术和 GIS（地理信息系统）技术应用于巡检管理，并配之以灵活、便携的 PDA 移动设备作为信息交互与存储的载体，将把整个电力行业的管理真正带进便利、高效的信息时代。

第一章 绪论

1.1 国内外研究现状

1.1.1 国外研究现状

地理信息系统（GIS）技术正处于一个重要的发展时期，新概念和新产品层出不穷。在 GIS 蓬勃发展的今天，GIS 的组件化趋势日益明显，已经成为 GIS 的重要发展方向之一。

在国外，GIS 技术已被各级政府部门和企业界广泛认知和采用。尤其是在北美、欧洲、日本和澳大利亚等国家和地区，GIS 市场已经基本形成。GIS 数据公司和软件公司比较多，他们在 GIS 系统建立和空间数据的使用方面已有了一套比较规范和成熟作法。其中以美国 ESRI 公司、MapInfo 公司、Intergraph 公司为代表。

一、 ESRI 公司的 ArcGIS 产品 MapObjects（控件）和 ArcObjects（组件）

ArcGIS 是 ESRI 公司提供的一整套可伸缩的 GIS 商业解决方案，包括：桌面 GIS 系列产品 ArcInfo、ArcEditor、ArcView；Internet GIS 系列产品 ArcIMS；移动 GIS 产品 ArcPad。

◆ MapObjects

MapObjects 是美国 ESRI 公司推出的一组地图组件，它包含一个名为 Map 的 ActiveX 控件，以及几十个可编程的 ActiveX 对象，支持绝大多数标准的可视化开发环境，如 VB、Delphi、VC 等。通过 MapObjects，可以方便地将地图添加到应用程序中，并实现对地图的显示、查询、编辑和分析等功能。MapObjects 可以访问多种数据源。

◆ ArcObjects

ArcObjects 是 ESRI 公司 ArcGIS 家族中应用程序 ArcMap、ArcCatalog 和 ArcScene 的开发平台，它是基于 Microsoft(r) COM 技术所构建的一系列 COM

组件集。ArcObjects 包括了 ArcMap、ArcCatalog、Display、Output 等 14 个功能子系统。它可以通过任何一个支持 COM 的编程语言，如 VB、Delphi、VC 等来构造应用系统。到目前为止，AO 还不是一个独立的应用产品，是依附在 ArcGIS Desktop 产品中的软件开发包。

但是开发的系统不能脱离 ArcObjects 组件的支持，因此开发费用较高。

二、 MapInfo 公司的 MapX

MapX 是 MapInfo 公司推出的一种基于 ActiveX (OCX) 技术的可编程控件。它使用与 MapInfoProfessional 一致的地图数据格式，并实现了大多数 MapInfoProfessional 的功能。MapX 支持绝大多数标准的可视化开发环境如 VB, Delphi, PowerBuilder, VC 等；可以脱离 MapInfo 的软件平台运行。

但是 MapX 作为一种组件式二次开发平台，其数据管理模式依旧是文件型，虽然它提供了与 oracle 等数据库的接口，但其核心依旧是一种文件的操作模式，所以，MapX 的整体架构也是按照原来 MapInfo 一样进行了组织而已。

三、 Intergraph 公司的 GeoMedia ActiveX 组件

OLE 自动化是一种行业标准，应用程序用来发布它们的 OLE 对象。GeoMedia 包括很多自动化对象，其中包括 17 个 ActiveX 控件 (OCX)，9 个数据服务器，90 多个可编程 ActiveX 自动化对象，GeoMedia 结构允许应用程序开发者将动态制图和 GIS 功能加入应用中，满足解决方案需要。

四、 加拿大阿波罗科技集团的 Titan

Titan 作为一个专业级的地理资讯软件系统，提供了强大的、遵循现代工业级软件标准的一系列 GIS/Image/VRMap/WebGIS 二次开发平台产品。支持绝大多数标准的可视化开发环境。借助 Titan 二次开发平台，应用开发人员能够开发自主知识产权的桌面及企业级 GIS/RS/GPS 应用系统。Titan 二次开发平台主要由如下系列产品构成：

- ✓ Titan 专业开发工具包 (Titan Pro Developer Toolkit)
- ✓ Titan Web GIS Server 开发工具包 (Titan Web GIS Server Developer

Toolkit)

- ✓ Titan 三维地形模拟开发控件 (Titan VRMap 3D ActiveX Control)
- ✓ Titan 海量空间数据存储管理系统开发工具包

1.1.2 国内研究现状

纵观 GIS 软件的发展历程,组件化是一个非常重要的趋势,研究和跟踪这一技术,对于发展我国 GIS 产业具有重要意义。组件式 GIS 在与 MIS 耦合、Internet 应用、降低开发成本和使用复杂性等方面,具有明显优势。同时也打破了以往 GIS 基础软件由少数厂商垄断的局面,小型研究机构和厂商有机会以提供专业组件的方式打入 GIS 基础软件市场。我国 GIS 基础软件起步较晚,组件式 GIS 技术为我国 GIS 基础软件的开发提供了新的契机。

一、 中国地质大学的 MAPGIS

MAPGIS 组件是中国地质大学(武汉)信息工程学院研制开发的。MapGIS 组件开发平台提供了 GIS 的基本功能:工程管理控件、数据管理组件、图层管理组件、地图管理组件、图例管理组件、图库管理组件、图形显示组件、图形编辑控件、图像处理组件、属性编辑控件、属性结构编辑控件等。

二、 北京超图公司的 SuperMap Objects

SuperMap GIS 为北京超图公司研制的全组件式 GIS 开发平台、以 OCX 控件方式为用户提供强大的 GIS 开发功能,可将 SuperMap Objects 直接嵌入各种通用信息系统。

SuperMap Objects 包括核心组件、布局组件、三维组件、拓扑组件、图例组件、数据表格组件、工作空间管理组件、加密锁信息组件、辅助组件等 8 个可分拆的组件库。SuperMap Objects 提供了 11 个 ActiveX 控件、120 多个 ActiveX 对象,2100 多个属性、方法、事件等接口。

在 SuperMap 系列产品中,SuperMap Objects 组件式 GIS 处于核心地位,超图桌面 GIS 软件 SuperMap DeskPro、测绘成图软件 SuperMap Survey、

InternetGIS 开发平台 SuperMap IS 均以 SuperMap Objects 为其强大内核。

1.2 研究意义

信息管理系统发展越来越成熟，与此同时，便携式设备的发展为信息管理系统横向渗透管理提供了有利的条件。提高电力系统设备管理的技术水平是当前电力系统中的重点；而“巡线管理”作为电力生产管理中的重要组成部分，涉及电力生产运行的安全等十分重要的问题。因此，全国各电力企业都十分重视线路巡检的管理。

目前电力输电线路巡线工作中的工作面积广、线路长、沿线环境复杂，对于输电线路巡线和维护的监管提出越来越高的要求。而国内普遍采用二种主要巡线方式：一种为人工巡检，手工记录，另一种方式则采用读取信息钮的方式，这种方式提高了巡检的可靠性和可监督性，但存在成本高、安装复杂、不便管理等不足，不适于多点长线巡线管理。

通过仔细分析当前电力巡线管理的现状，我们开发了 PoweLinerGIS 巡检管理系统及 PDA 巡线导航系统，它是利用组件式 GIS、嵌入式 GIS 和 GPS（全球定位）技术，集电力线路和设备的定位、巡检和任务管理为一体，以保证线路和设备的正常可靠运行。通过系统化的管理，可以加强具体工作人员的责任心，并可极大地减轻巡检人员的工作量，提高工作效率；再利用 PC 机与便携式设备间进行通信来传输巡线结果；最后将巡线结果入库管理，进行各种数据分析、任务管理，报表打印等任务。

本论文的研究意义在于将移动 GIS、GPS 与传统的 GIS 应用相结合，改变传统的基于位置的服务机制，使作为主体的人、客观世界与数字媒介三者结合的更加紧密，实现不受时间、空间限制的信息化应用，为整个电力行业乃至任何基于空间的作业系统如旅游导航、智能交通、物流管理等，提供全新的作业模式的尝试。

希望本论文实验成果可以成为类似相关课题与研究的借鉴，并在不断完善后应用于电力行业的巡线管理。

1.3 研究主题与创新点

论文的研究主题是实现电子地图、GPS、PDA 相结合的嵌入式个人导航系统，和桌面传统 GIS 管理系统的互通、互动与数据应用的集成，实现移动目标的实时定位和随处计算，更容易的空间目标管理。具有较强的可行性与实用价值。

论文的创新点在于其着眼于当今先进的移动计算与嵌入式应用，通过研究更加感性的体会移动技术如何为传统 GIS 的进一步发展与应用提供全新的领域与途径，进而为如火如荼的基于位置的广泛服务领域的应用研究与开发提供经验。

第二章 基本理论

2.1 组件式 GIS

2.1.1 ComGIS 简介

2.1.1.1 ComGIS 的定义

简单地说, ComGIS 就是采用了面向对象技术和组件式软件的 GIS 系统(包括基础平台和应用系统)。ComGIS 的基本思想是把 GIS 的各大功能模块划分为几个组件, 每个组件完成不同的功能。各个 GIS 组件之间, 以及 GIS 组件与其它非 GIS 组件之间, 都可以方便地通过可视化的软件开发工具集成起来, 形成最终的 GIS 基础平台以及应用系统^[6]。

组件式 GIS 基于标准的组件式平台, 各个组件之间不仅可以进行自由、灵活的重组, 而且具有可视化的界面和使用方便的标准接口^[7]。组件式平台主要有 Microsoft 的 COM (Component Object Model, 组件对象模型) /DCOM (Distributed Component Object Model, 分布式组件对象模型) 和 OMG 的 CORBA (Common Object Request Broker Architecture, 公共对象请求代理体系结构), 目前 Microsoft 的 COM/DCOM 占市场领导地位。基于 COM/DCOM, Microsoft 推出了 ActiveX 技术, ActiveX 控件是当今可视化程序设计中应用最为广泛的标准组件。新一代的组件式 GIS 也大都都是 ActiveX 控件或者其前身 OLE 控件。组件式 GIS 代表着当今 GIS 发展的潮流。

ComGIS 给国内 GIS 基础软件的开发提供了一个良好的机遇, 因为它打破了 GIS 基础软件由几个厂商垄断的格局, 开辟了以提供专业组件来打入 GIS 市场的新途径。目前大多数 GIS 软件公司都把开发组件式软件作为一个重要的发展战略。

2.1.1.2 组件式 GIS 的特点

组件式 GIS 符合当今软件技术的发展潮流, 极大地方便了应用和系统集成。同传统的 GIS 比较, 这一技术具有以下几方面特点:

1、 高效无缝的系统集成

GIS 应用系统建设实际上是对 GIS 数据、基本空间处理功能与各种应用模型进行集成。各种资源和设施管理的 GIS 应用更是要求 GIS 和 MIS 乃至办公自动化 (OA) 有机结合, 这对 GIS 系统集成方案提出了很高的要求。归纳起来, 基于传统的 GIS 基础软件主要有四种模式的集成方案 (图 1)。

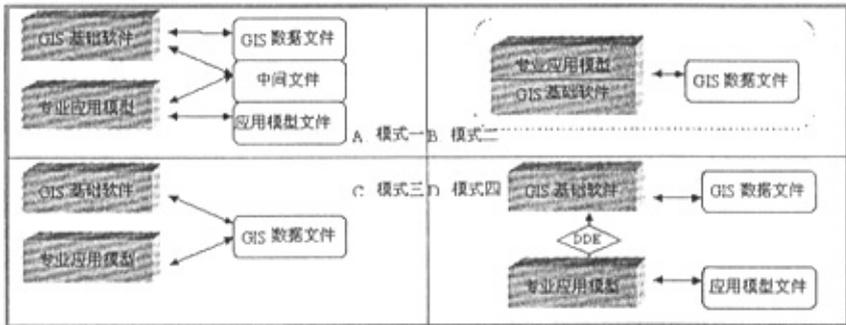


图 1 GIS 基础软件与专业应用模型之间的集成方案比较

模式一： 在 GIS 基础软件与应用分析模型之间, 通过文件存取方式建立数据交换通道。在这种集成方式中, GIS 与应用分析模型通过中间文件格式交换数据 (图 1-**A**) , 不适合于大量而频繁地交换数据的情况, 而且 GIS 基础软件与应用分析模型相互独立, 系统整合性差。

模式二： 直接使用 GIS 软件提供的二次开发语言编制应用分析模型 (图 1-**B**) 。解决了模式一的缺陷, 但是 GIS 所提供的二次开发语言往往不能与 C、C++、FORTRAN 等专业程序设计语言相比, 难以开发复杂的应用模型。

模式三： 利用专业程序设计语言开发应用模型, 并直接访问 GIS 软件的内部数据结构 (图 1-**C**) 。应用模型开发者可以根据自己的意愿选择使用何种高级语言开发复杂的应用模型, 但是直接访问 GIS 软件数据结构增加了应用开发的难度。

模式四： 通过动态数据交换 (DDE) 建立 GIS 与应用模型之间的快速通信 (图 1-**D**) 。这是在 DDE 技术发展起来以后, 对第一种集成方式的改进, 可以避

免频繁的文件数据交换所带来的效率降低的缺陷，也避免了从 GIS 外部直接访问 GIS 数据结构的代价。但是，GIS 与应用模型是分离的，这种拼接仍然是“有缝”的。

不论采用以上何种系统集成模式，传统的 GIS 软件在系统集成上都存在缺陷。组件式 GIS 提供了解决以上问题的理想方案。组件式 GIS 不依赖于某一种开发语言，可以嵌入通用的开发环境（如：Visual Basic 或 Delphi）中实现 GIS 功能，专业模型则可以使用这些通用开发环境来实现，也可以插入其它的专业性模型来分析控件。因此，使用组件式 GIS 可以实现高效、无缝的系统集成（图 2）。

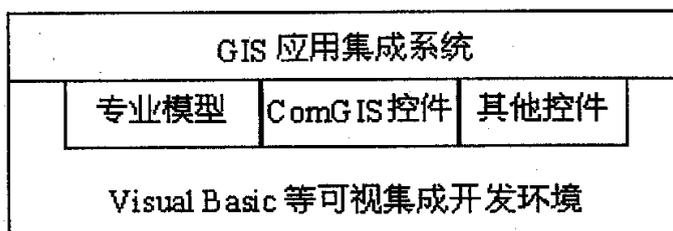


图 2 ComGIS 与应用程序之间的无缝集成

2、无须专门 GIS 开发语言

传统 GIS 往往具有独立的二次开发语言，如 Arc/Info 的 AML、MGE 的 MDL、MapInfo 的 MapBasic 等。对 GIS 基础软件开发者而言，设计一套二次开发语言是不小的负担，同时二次开发语言对用户和应用开发者而言也存在学习上的负担。而且使用系统所提供的二次开发语言，开发能力往往受到限制，难以处理复杂问题。组件式 GIS 则不需要专门的 GIS 二次开发语言，只需实现 GIS 的基本功能函数，按照 Microsoft 的 ActiveX 控件标准开发接口。这有利于减轻 GIS 软件开发者的负担，而且增强了 GIS 软件的可扩展性。GIS 应用开发者，不必掌握专门的 GIS 开发语言，只需熟悉基于 Windows 平台的通用集成开发环境，以及组件式 GIS 各个控件的属性、方法和事件，就就可以完成应用系统的开发和集成。目前，可供选择的开发环境很多，如 Visual C++、Visual Basic、Visual FoxPro、Borland C++、Delphi、C++ Builder 以及 Power Builder 等等。

3、大众化的 GIS

组件式技术已经成为业界标准,用户可以象使用其他 ActiveX 控件一样使用组件式 GIS 控件,使非专业的普通用户也能够开发和集成 GIS 应用系统,推动了 GIS 大众化进程。组件式 GIS 的出现使 GIS 不仅是专家们的专业分析工具,同时也成为普通用户对地理相关数据进行管理的的可视化工具。

许多部门、组织和个人建设 GIS 项目的初衷并非是与人共享他们的数据,而是使用 GIS 来管理和维护他们拥有的财产、资源和设施。因此传统的 GIS 软件主要是面向地理数据的拥有者,系统非常昂贵、庞大而且复杂。随着社会信息化的进一步加深,数据共享显得越来越重要。让用户共享并且浏览数据,不但能保护数据投资,而且会能产生增值效应。事实上,数据的使用者(users)远远比数据的拥有者或制作者(doers)多,而数据的浏览者(viewers)则比使用者更多。数据的拥有者、使用者和浏览者呈金字塔形(图3)。新型的组件式 GIS 是面向位于金字塔下部的数据使用者和浏览者的。使用组件式 GIS,可以方便地进行地理数据的分析、浏览和发布。

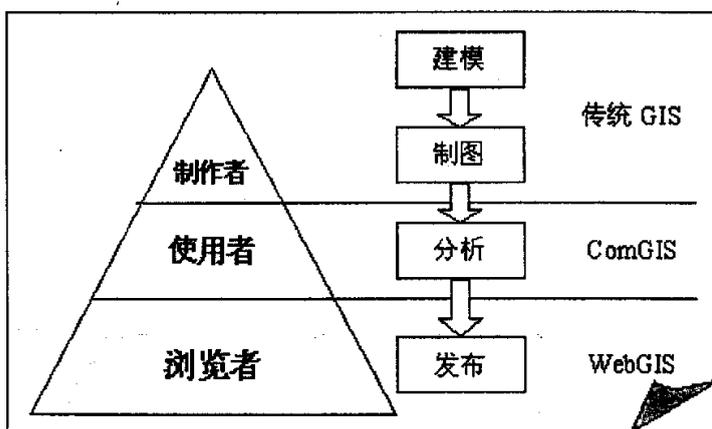


图 3 不同层次的 GIS 用户群的比较

4、成本低

由于传统 GIS 结构的封闭性,往往使得软件本身变得越来越庞大,不同系统的交互性差,系统的开发难度大。组件式 GIS 提供空间数据的采集、存储、

管理、分析和模拟等功能，至于其他非 GIS 功能（如关系数据库管理、统计图表制作等）则可以使用专业厂商提供的专门组件，有利于降低 GIS 软件开发成本。另一方面，组件式 GIS 本身又可以划分为多个控件，分别完成不同功能。用户可以根据实际需要选择所需控件，最大限度地降低了用户的经济负担。

2.1.1.3 组件式 GIS 的应用

各个 GIS 控件之间，以及 GIS 控件与其它非 GIS 控件之间，可以方便地通过可视化的软件开发工具集成起来，形成最终的 GIS 应用。控件如同一堆各式各样的积木，他们分别实现不同的功能（包括 GIS 和非 GIS 功能），根据需要把实现各种功能的“积木”搭建起来，就构成应用系统。

传统 GIS 软件与用户或者二次开发者之间的交互，一般通过菜单或工具条按钮、命令以及 GIS 二次开发语言进行。组件式 GIS 与用户和客户程序之间则主要通过属性、方法和事件进行交互（图 4）。

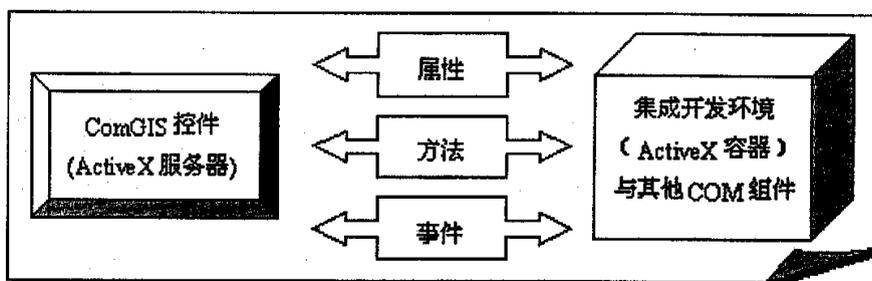


图 4 ComGIS 与集成环境及其他组件之间的交互

属性(Properties)指描述控件或对象性质(Attributes)的数据,如:BackColor (地图背景颜色)、GPSIcon (用于 GPS 动态目标跟踪显示的图标)等。可以通过重新指定这些属性的值来改变控件和对象性质。在控件内部,属性通常对应于变量(Variables)。

方法(Methods)指对象的动作(Actions),如:Show(显示)、AddLayer(增加图层)、Open(打开)、Close(关闭)等。通过调用这些方法可以让控件执行诸如打开地图文件、显示地图之类的动作。在控件内部。方法通常对应

于函数 (Functions)。

事件 (Events) 指对象的响应 (Responses)。当对象进行某些动作时 (可以是执行动作之前、动作进行过程中或者动作完成后) 激发一个事件, 以便客户程序介入并响应这个事件。比如用鼠标在地图窗口内单击并选择一个地图要素, 控件产生选中事件 (如 ItemPicked) 通知客户程序有地图要素被选中, 并传回描述选中对象的个数、所属图层等有关选择集信息的参数。

属性、方法和事件是控件的通用标准接口, 适用于任何可以作为 ActiveX 包容器的开发语言, 具有很强的通用性。目前, 可以嵌入组件式 GIS 控件集成 GIS 应用的可视化开发环境很多, 根据 GIS 应用项目的特点和用户对不同编程语言的熟悉程度, 可以比较自由地选择合适的开发环境。其中, Microsoft 公司的 Visual Basic 和 Borland 公司的 Delphi 功能强大、易于使用, 适合大多数 GIS 应用; 而 PowerBuilder 等开发环境适合建立数据库管理功能强大的 GIS 应用。

2.1.1.4 组件式 GIS 开发平台的结构

组件式 GIS 开发平台通常可设计为三级结构:

- 基础组件——面向空间数据管理, 提供基本的交互过程。
- 高级通用组件——面向通用功能。
- 行业性组件——抽象出行业应用的特定算法, 固化到组件中, 进一步加速开发过程。

1、基础组件

处于平台最低层, 是整个系统的基础, 主要面向空间数据管理, 提供基本的交互过程, 并能以灵活的方式与数据库系统连接。

2、高级通用组件

高级通用组件由基础组件构造而成。它们面向通用功能, 简化用户开发过程, 如显示工具组件、选择工具组件、编辑工具组件、属性浏览器组件等等。它们之间的协同控制消息都被封装起来。这级组件经过封装后, 使二次开发更

为简单。如一个编辑查询系统，若用基础平台开发，需要编写大量的代码，而利用高级通用组件，只需几句程序就够了。

3、行业性组件

以 GPS 监控为例。对于 GPS 应用，除了需要地图显示、信息查询等一般的 GIS 功能外，还需要特定的应用功能，如动态目标显示、目标锁定、轨迹显示等。这些 GPS 行业性应用功能组件被封装起来后，开发者的工作就可简化为设置显示目标的图例、轨迹显示的颜色、锁定的目标，以及调用、接受数据的方法等。

2.1.2 组件 GIS 的二次开发

2.1.2.1 MapObjects 开发技术

MapObjects 是一组基于 COM 技术的地图应用组件，它由一个称为 Map 的 ActiveX 控件 (OCX) 和约 45 个自动化对象组成，在标准的 Windows 编程环境下，能够与其他图形、多媒体、数据库开发技术组成完全独立的综合性应用软件，是基于前端应用业务的良好地图开发环境。

MapObjects 是全球最大的 GIS 软件供应商 ESRI 公司在业界最早推出的 GIS 软件组件，迄今已推出 2.1 版本。事实上，MapObjects 是全球范围内使用最广的 GIS 组件，也是潜在错误被最充分暴露并得以纠正的软件组件，其稳定可靠性无以置疑。

作为 ESRI 公司 GIS 软件族的重要成员，凭借 ESRI 公司在 GIS 领域的领先技术和市场地位，MapObjects 操作的数据资源与 ESRI 的旗舰产品 ArcGIS 完全兼容，从结构简练的桌面数据格式 (Shape 文件) 到以拓扑关系为基础的经典 ArcInfo Coverage，以至基于数据库 (DBMS) 和 ArcSDE 基础之上的 Geodatabase，都能够被 MapObjects 读取。除了矢量数据以外，MapObjects 还能够读取多种格式的栅格数据，如 BMP、TIF、JPEG、ArcInfo Grid、Erdas Image 等。MapObjects 本身也能够生成 Shape 文件格式的 GIS 数据，该格式已经成为 GIS 业界事实上的基于桌面应用的标准。采用 MapObjects，能够最大限度地与

主流 GIS 技术融合,保护用户在数据生产、功能开发、以及人员培训上所作的一切投资。

1、MapObjects 的体系结构

MapObjects 以最少的接口提供了常用的 GIS 功能,甚至 GPS 的动态特性,同时做到了结构合理,简单明了,容易理解和扩展。

1) 数据结构

从 MapObjects 对地图数据的组织方式来看,概念清晰,易于理解。它认为一个综合性的地图由多个图层构成,图层数据来源广泛,既可以是 GIS 矢量图层,也可以是 CAD 图层,甚至影像数据。对于 GIS 和 CAD 的矢量图层,其内部统一用记录集(Recordset)来表达,这样就抹平了各种不同格式数据之间在内存中的表达鸿沟,简化了程序员的数据观点。记录集正象关系数据库中的二维表,行表示每个要素、列表示每个属性。如果含有名称为“Shape”的列,则该记录集表示的是地图要素,否则表示的是普通的数据库表格。这样,在数据结构内部就消除了 GIS 和 MIS 数据之间的差异,使程序员开发 GMIS 综合应用系统易如反掌。

Shape 字段以面向对象的技术封装了要素的图形部分。它把图形划分为三种类型,即点、线、面。这些几何类型既简单又复杂,说它简单,是因为很容易理解,所有的图形归根到底都是由点、线、面构成的;说它复杂,是因为这些点、线、面并不是简单的点、线、面,实际上它引入了一个部件(Part)的概念,由点构成部件,部件由复合点构成,线和面则由部件构成。

如果只有一个部件,则它是简单的线或面,如果有两个以上的部件,则构成复合线或面。例如夏威夷群岛,由很多小岛屿构成,但它是一个整体,其中的每个小岛都可以用 Part 来表示,多个 Part 构成的多边形放到一个 Shape 字段中。

至于注记,则被描述为属性字段的自动标注。标注的位置由 Shape 字段中的图形要素决定,它可以是点、线或面,通常是线。标注的内容由普通属性表示,既可以是字符型,也可以是整型或浮点型,通常是字符型。这样,一切要

素既可以按图形表示,也可以按其属性内容标注显示,甚至可以两者同时显示,地图显示和制图的方式是极为灵活的。

2) 功能接口

从 MapObjects 所提供的功能接口来看,常用的地图应用基本上都能实现,例如:

- ✓ 创建新的 Shape 文件
- ✓ 更新属性或图形数据
- ✓ 绘制点、线、椭圆、矩形和多边形等图形要素
- ✓ 绘制描述性的文本注记
- ✓ 地图简单点取查询、空间查询、相对位置查询、SQL 逻辑条件查询等
- ✓ 空间统计
- ✓ 地图缩放和漫游
- ✓ 丰富的绘图方式,如按值润色、分类显示、绘制密度图、产生含各类图表的专题图等。
- ✓ 属性自动标注
- ✓ 显示航空和卫星遥感影像
- ✓ 动态显示实时或顺时数据,如 GPS 动态监测
- ✓ 地址匹配
- ✓ 投影变换
- ✓ Buffer、Union、Intersect 等空间分析算子

通过调用这些接口,能够开发从简单的电子地图应用,至复杂的基于 GIS/GPS/RS 的 3S 应用。利用空间分析算子,甚至可以构造出具有一定复杂度的空间分析模型。由于提供了数据更新接口,用户能够扩展出自己的编辑工具,富融公司便基于 MapObjects 2.0/2.0a/2.1 扩展了近 50 种的编辑工具,使之能够满足更为广泛的应用要求。

2、MO 的主要版本

- ◆ MO 目前使用的主要版本为 2.0、2.1 和 2.2 版。其中:
- ◆ MO2.0 版发布于 1999 年。
- ◆ MO2.1 版发布于 2001 年 3 月,增加了对 CAD、ArcSDE、StreetMap、Coverage、VPF 文件格式的支持。
- ◆ MO2.0 版发布于 2003 年 1 月,主要增加了支持.Net 和直接读取 GIF 和 TIFF 文件等功能。
- ◆ MO2.x 的其他版和 MO2.0 的区别。

2.2 嵌入式 GIS 应用

2.2.1 嵌入式 GIS 简介

近年来,随着 GIS 的快速发展,人们对空间数据的需求也日益增大,把 GIS 与嵌入式技术融合在一起,形成一个嵌入式的地理空间集成平台,是当前 GIS 研究 领域的一个重要趋势。与传统 GIS 技术相比较,嵌入式 GIS 具有跨平台、开发好、易集成、易渗透和融合好等特点,而且价格低,为地理信息技术融入其它信息 技术提供了良好的技术基础^[8]。

2.2.1.1 嵌入式系统软硬件平台

典型的嵌入式 GIS 应用由嵌入式硬件系统、嵌入式操作系统和嵌入式 GIS 软件组成。

1、硬件系统

通常嵌入式 GIS 是以掌上电脑为硬件开发平台的。CPU 可以为 ARM, MIPS, SH3, SH4, x86 等;ROM 最好为 XIP,占资源少,运行时间短;RAM 采用对象存储器(object store),程序内存,可以调节;另外最好备有 CF 卡(Compact Flash),SD 卡,主电池,备用电池等硬件设备。

2、嵌入式操作系统

OEM 厂商定制自己的 Windows CE 操作系统, 该系统是微软开发的一个简洁、高效、多任务、完全抢占式的 32 位嵌入式系统。一般支持常用的 Microsoft Win32 API, 可用于开发应用程序, 接口包括: MFC、ActiveX、COM、ATL 等。

3、开发工具

常用开发工具有 Microsoft Windows CE Platform Builder、Microsoft embedded Visual C++ 3.0 / 4.0、Microsoft Visual Studio. Net 等。

2.2.1.2 嵌入式 GIS 应用领域

嵌入式 GIS 开发在测绘、智能交通 (ITS)、海事、国防、公安等领域都有无限广阔的应用前景, 可广泛应用于军事、野外测绘、医疗、汽车导航等领域; 个人汽车导航和 PDA (或手机) 定位服务 (LBS) 的出现与发展更是将嵌入式地理信息技术深入到每个人的日常生活。目前最主要的应用领域有:

- 智能交通 (交通信息管理系统、车辆导航系统等大量嵌入式 GIS 软件在交通部门的应用将大大提高交通系统的智能化程度)
- 野外数据采集和各种普查 (公路普查、环保普查等)
- 军事国防领域 (步兵装备、装甲、坦克、情报收集等)
- 智能汽车 (集通信、信息、导航、地图、娱乐和各类安全电子系统于一体的智能汽车将是未来汽车的发展方向)
- 个人用户 (结合手机和个人 PDA 的应用, 将提供实时的地图信息和出行参考, 大大提高人们的生活质量)

2.2.1.3 嵌入式 GIS 发展前景

随着定位手段的多样性 (美国 GPS、俄罗斯的 GLONASS、欧盟的 Galileo、中国的“北斗”、基站)、通信网络的广泛性 (GPRS、CDMA、CDPD 等无线公网)、用户终端的广泛性 (手机、PDA) 以及巨大市场潜力的无限性 (以我国两亿手机用户一个月 5 元的地理信息服务, 一年将是 120 亿的市场), 我们可

以看到嵌入式 GIS 的前景广阔，由于嵌入式 GIS 市场巨大，因此竞争非常激烈，国外的 GIS 巨头纷纷投入巨资开发自己的嵌入式 GIS 产品，国内也有近十家企业进行相关产品开发工作。

2.2.2 嵌入式 GIS 体系结构

嵌入式 GIS 应用软件的系统结构因具体应用的不同而有所增减。如图 5 所示为一般嵌入式 GIS 应用软件所应具备的几个基本功能模块。通常该类系统最底层应为嵌入式操作系统 Windows CE，然后上面依次应为空间数据管理层、数据分析层，最上面应为 GIS 用户操作界面。

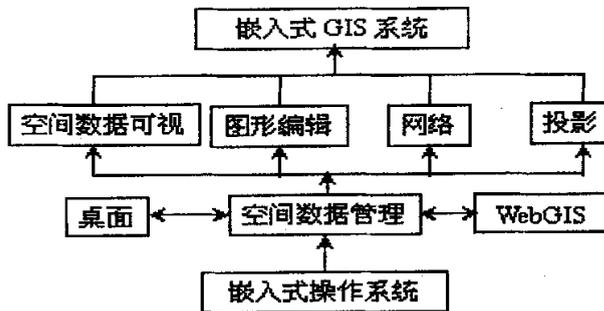


图 5 嵌入式 GIS 系统结构

2.2.3 嵌入式 GIS 设计原则

嵌入式 GIS，它是运行在嵌入式设备（掌上电脑、PDA、智能手机）上的，它与台式 PC 机不同，嵌入式 GIS 基础内核要小，功能适用，文件存储量要小。而 GIS 空间数据包括图形数据、拓扑数据、参数数据以及属性数据等，其数据量非常大，所需存储空间也应很大。所以，针对嵌入式设备的特点并结合 GIS 应用程序的需求要重新设计 GIS 平台。

1、选择适当的嵌入式 GIS 数据库

基于嵌入式移动数据库的应用可划分为水平应用和垂直应用。所谓水平应

用，是指应用方案能够用于多种不同行业，只需要极少的定制工作；而垂直应用则针对特定行业的应用，数据处理具有独特性。GIS 系统通过获取指定地点的地图信息来指导工作，该系统可以应用到自然资源和环境控制中。所以嵌入式数据库一般采用水平应用方式。

2、尽量减少存储量

传统的基于 PC 机的 GIS 软件系统对空间数据逻辑存储结构一般为顺序存储，基本全入内存，而嵌入式 GIS 则是依据所建索引，随机存储，少部分入内存。具体来说，对于图形数据而言，尽量用整形坐标数据来代替双精度型或浮点型数据，以便来节约存储单元，可采用滤点压缩的方法去掉那些不能对图形精度的提高有任何贡献的多余点。对于参数数据和属性数据而言，可以采用统计的方法，只存储不同的参数数据和属性数据，然后建立索引即可。

3、设计合理的空间数据管理方式

在设计 GIS 应用时，属性数据可以用数据库来管理。在嵌入式 GIS 中，可以采用面向对象的管理方式来管理空间数据。如图 6 所示。

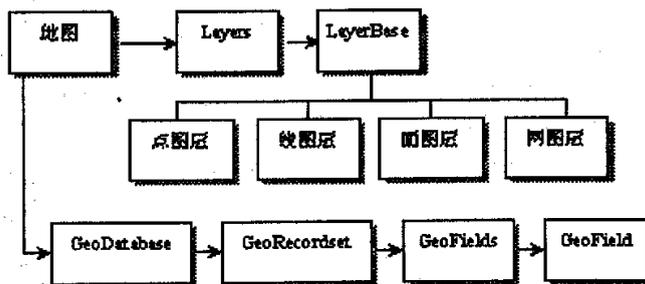


图 6 嵌入式 GIS 数据管理方式

4、按需分层调入 GIS 数据

通常整幅图的 GIS 数据量是庞大的，在嵌入式 GIS 中，我们只考虑当前需要研究的地图数据及图层，其它不予考虑，这样就可以避免不必要的内存开销。

5、其它一些需要注意的问题

- ◆ 选择合适的算法，尤其在选空间分析算法时，尽量减少实体的内存分配空间；
- ◆ 设计嵌入式 GIS 应用程序的用户界面最好依据具体设备的形状而设计，可以为用户提供方便的操作界面。
- ◆ Windows CE 是基于 Unicode 的操作系统，凡是涉及到的文本、字符串、控件等均为 Unicode 字符串。

2.2.4 嵌入式 GIS 的功能设计

嵌入式 GIS 的主要功能包括以下几个部分。

- ✓ 基本地图操作功能：主要用于地图的显示、缩放、漫游、查询等。结合本文前述，该功能应尽量保证具有精简的内核和快速的浏览速度。
- ✓ 图层管理功能：根据用户需求可以打开/关闭，显示/隐藏图层，但要避免频繁调入图层数据，以便加快数据的显示速度。
- ✓ 查询、检索、分析、导航功能：主要用于目标的查询（包括分类查询、图文互查）、定位以及结合 GPS 定位数据的导航功能等。本功能与用户需求结合较多，系统设计主要体现用户的意愿。

2.3 GPS

2.3.1 GPS 简介^[9]

随着科学的发展 GPS 已经不是一个陌生的名词了，GPS 在海湾战争中大显身手并给人以深刻的印象，但是有谁能了解 GPS 的真正含义呢？GPS 是有美国国防部（U.S. Department of Defense --DOD）开发的一套基于卫星的无线导航系统。无论是陆地、海洋还是太空，用户都可以通过 GPS 系统全天候、一天 24 小时、全球任何位置的精确定位他们的三维坐标、速度和时间，其定位精度比目前以及可以预见的将来任何无线导航系统都要高！

GPS 包括三个基本部分：

- 太空部分
- 控制部分
- 用户部分

GPS 的工作概念是基于卫星的距离修正。用户通过测量到太空各可视卫星的距离来计算他们的当前位置，卫星的左右相当于精确的已知参考点。每颗 GPS 卫星时刻发布其位置和时间数据信号，用户接收机可以测量每颗卫星信号到接收机的时间延迟，根据信号传输的速度就可以计算出接收机到不同卫星的距离。同时收集到至少四颗卫星的数据时就可以解算出三维坐标、速度和时间。

2.3.2 GPS 原理

GPS 接收机可接收到可用于授时的准确至纳秒级的时间信息；用于预报未来几个月内卫星所处概略位置的预报星历；用于计算定位时所需卫星坐标的广播星历，精度为几米至几十米（各个卫星不同，随时变化）；以及 GPS 系统信息，如卫星状况等。

GPS 接收机对码的量测就可得到卫星到接收机的距离，由于含有接收机卫星钟的误差及大气传播误差，故称为伪距。对 C/A 码测得的伪距称为 C/A 码伪距，精度约为 20 米左右，对 P 码测得的伪距称为 P 码伪距，精度约为 2 米左右。

GPS 接收机对收到的卫星信号，进行解码或采用其它技术，将调制在载波上的信息去掉后，就可以恢复载波。严格而言，载波相位应被称为载波拍频相位，它是收到的受多普勒频移影响的卫星信号载波相位与接收机本机振荡产生信号相位之差。一般在接收机钟确定的历元时刻量测，保持对卫星信号的跟踪，就可记录下相位的变化值，但开始观测时的接收机和卫星振荡器的相位初值是不知道的，起始历元的相位整数也是不知道的，即整周模糊度，只能在数据处理中作为参数解算。相位观测值的精度高至毫米，但前提是解出整周模糊度，

因此只有在相对定位、并有一段连续观测值时才能使用相位观测值,而要达到优于米级的定位精度也只能采用相位观测值。

按定位方式, GPS 定位分为单点定位和相对定位(差分定位)。单点定位就是根据一台接收机的观测数据来确定接收机位置的方式,它只能采用伪距观测测量,可用于车船等的概略导航定位。相对定位(差分定位)是根据两台以上接收机的观测数据来确定观测点之间的相对位置的方法,它既可采用伪距观测测量也可采用相位观测测量,大地测量或工程测量均应采用相位观测值进行相对定位。

在 GPS 观测测量中包含了卫星和接收机的钟差、大气传播延迟、多路径效应等误差,在定位计算时还要受到卫星广播星历误差的影响,在进行相对定位时大部分公共误差被抵消或削弱,因此定位精度将大大提高,双频接收机可以根据两个频率的观测测量抵消大气中电离层误差的主要部分,在精度要求高,接收机间距离较远时(大气有明显差别),应选用双频接收机。

在定位观测时,若接收机相对于地球表面运动,则称为动态定位,如用于车船等概略导航定位的精度为 30—100 米的伪距单点定位,或用于城市车辆导航定位的米级精度的伪距差分定位,或用于测量放样等的厘米级的相位差分定位(RTK),实时差分定位需要数据链将两个或多个站的观测数据实时传输到一起计算。在定位观测时,若接收机相对于地球表面静止,则称为静态定位,在进行控制网观测时,一般均采用这种方式由几台接收机同时观测,它能最大限度地发挥 GPS 的定位精度,专用于这种目的的接收机被称为大地型接收机,是接收机中性能最好的一类。目前, GPS 已经能够达到地壳形变观测的精度要求, IGS 的常年观测台站已经能构成毫米级的全球坐标框架。

2.3.3 GPS 接收机分类^[10]

◆ 按接收机的用途分类

导航型接收机 此类型接收机主要用于运动载体的导航,它可以实时给出载体的位置和速度。这类接收机一般采用 C/A 码伪距测量,单点实时定位精度

较低，一般为 $\pm 25\text{mm}$ ，有 SA 影响时为 $\pm 100\text{mm}$ 。这类接收机价格便宜，应用广泛。根据应用领域的不同，此类接收机还可以进一步分为：车载型——用于车辆导航定位；航海型——用于船舶导航定位；航空型——用于飞机导航定位。由于飞机运行速度快，因此，在航空上用的接收机要求能适应高速运动。星载型——用于卫星的导航定位。由于卫星的速度高达 7km/s 以上，因此对接收机的要求更高。

测地型接收机 测地型接收机主要用于精密大地测量和精密工程测量。定位精度高。仪器结构复杂，价格较贵。**授时型接收机** 这类接收机主要利用 GPS 卫星提供的高精度时间标准进行授时，常用于天文台及无线电通讯中时间同步。

◆ 按接收机的载波频率分类

单频接收机 单频接收机只能接收 L1 载波信号，测定载波相位观测值进行定位。由于不能有效消除电离层延迟影响，单频接收机只适用于短基线 ($<15\text{km}$) 的精密定位。

双频接收机 双频接收机可以同时接收 L1, L2 载波信号。利用双频对电离层延迟的不一样，可以消除电离层对电磁波信号的延迟的影响，因此双频接收机可用于长达几千公里的精密定位。

◆ 按接收机通道数分类

GPS 接收机能同时接收多颗 GPS 卫星的信号，为了分离接收到的不同卫星的信号，以实现跟踪、处理和量测，具有这样功能的器件称为天线信号通道。根据接收机所具有的通道种类可分为：**多通道接收机** **序贯通道接收机** **多路多用通道接收机**

◆ 按接收机工作原理分类

码相关型接收机 码相关型接收机是利用码相关技术得到伪距观测值。

平方型接收机 平方型接收机是利用载波信号的平方技术去掉调制信号，来恢复完整的载波信号 通过相位计测定接收机内产生的载波信号与接收到的载波信号之间的相位差，测定伪距观测值。

混合型接收机 这种仪器是综合上述两种接收机的优点,既可以得到码相位伪距,也可以得到载波相位观测值。

干涉型接收机 这种接收机是将 GPS 卫星作为射电源,采用干涉测量方法,测定

2.3.4 GPS 信号接收

GPS 即全球定位系统,它主要有三大组成部分,即空间星座部分、地面监控部分和用户设备部分。其中 GPS 空间星座部分、地面监控部分均为美国所控制;GPS 的用户设备主要由接收机硬件和处理软件组成。用户通过用户设备接收 GPS 卫星信号,经信号处理而获得用户位置、速度等信息,最终实现利用 GPS 进行导航和定位的目的。目前许多 GPS 厂商遵循 NMEA0183 协议针对 PDA 掌上电脑开发许多导航型 GPS。这些 GPS 提供串行通讯接口,串行通讯参数为:

波特律=4800, 数据位=8 位, 停止位=1 位, 无奇偶校验

GPS 与掌上电脑通讯时,通过串口每秒钟发送 10 条数据。实际导航应用读取 GPS 的空间定位数据时,可以根据需要每隔几秒钟更新一次经纬度和时间数据。

和卫星的通讯正常的话,可以接收到的数据格式样如下:

```
$GPRMC, 204700, A, 3403.868, N, 11709.432, W, 001.9, 336.9, 170698, 013.6, E6E, .....
```

如果当前没有和卫星取得联系,那么字符串的格式为:

```
$GPRMC, UTC_TIME, V, .....
```

数据说明如下:

表 1 GPS 信号数据格式说明

数据	NMEA0183 ASCII 码协议说明
\$GPRMC	代表 GPS 推荐的最短数据
204700	当前位置的格林尼治时间, 格式为 hhmmss
A	状态, A 为有效位置, V 为非有效接收警告, 即当前天线视野上方的卫星个数少于 3 颗。
3403.868	LAT 纬度值, 精确到小数点前 4 位, 后 3 位
N	LAT_DIR N 表示北纬, S 表示南纬
11709.432	LON 经度值, 精确到小数点前 5 位, 后 3 位
W	LON_DIR W 表示西经, E 表示东经
001.9	地面上的速度, 范围为 0.0 到 999.9
336.9	方位角, 范围为 000.0 到 359.9 度
170698	当前 UTC 日期 ddmmyy 格式
013.6	地磁变化, 从 000.0 到 180.0 度
E6E	地磁变化方向, 为 E 或 W

2.3.5 空间分辨率和时间分辨率

空间分辨率是相对于时间分辨率而言的。时间分辨率多用于仪器时基线性的分辨能力；由几何空间引起的分辨率称为空间分辨率。因为射线胶片照相检测或实时成像检测多在静止状态下进行，不涉及时间分辨率问题，所以在实时成像检测技术中所言分辨率就是指空间分辨率。

2.4 GIS 中的坐标系定义与转换^[1]

2.4.1 椭球体、基准面及地图投影

GIS 中的坐标系定义是 GIS 系统的基础，正确定义 GIS 系统的坐标系非常重要。GIS 中的坐标系定义由基准面和地图投影两组参数确定，而基准面的定义则由特定椭球体及其对应的转换参数确定，因此要正确定义 GIS 系统坐标系，

首先必须弄清地球椭球体 (Ellipsoid)、大地基准面 (Datum) 及地图投影 (Projection) 三者的基本概念及它们之间的关系。

基准面是利用特定椭球体对特定地区地球表面的逼近, 因此每个国家或地区均有各自的基准面, 我国常用的北京 54 坐标系、西安 80 坐标系实际上指的是我国的两个大地基准面。54 系是参照前苏联采用克拉索夫斯基 (Krassovsky) 椭球体建立起来的, 而 80 系则根据 IAG75 地球椭球体, 目前大地测量基本上仍以北京 54 坐标系作为参照。

GPS 所采用的坐标系是美国国防部 1984 世界坐标系, 简称 WGS-84, 它是一个协议地球参考系, 坐标系原点在地球质心, 采用的是 WGS84 椭球体。

上述 3 个椭球体参数如下:

表 2 3 椭球体参数比较

椭球体	年代	长半轴	短半轴	1/偏率
Krassovsky	1940	6378245	6356863	298.3
IAG75	1975	6378140	6356755	298.25722101
WGS84	1984	6378137.000	6356752.314	298.257223563

椭球体与基准面之间的关系是一对多的关系, 也就是基准面是在椭球体基础上建立的。

地图投影是将地图从球面转换到平面的数学变换, 对于某点, 北京 54 坐标值为 $X=4231898$, $Y=21655933$, 实际上指的是北京 54 基准面下的投影坐标。

2.4.2 GIS 中基准面的定义与转换

虽然现有 GIS 平台中都预定义有上百个基准面供用户选用, 但均没有我们国家的基准面定义。精度要求不高时, 可利用前苏联的 Pulkovo 1942 基准面代替北京 54 坐标系; 精度要求较高时, 如土地利用、海域使用、城市基建等 GIS 系统, 则需要自定义基准面。

GPS 的测量结果与我国的 54 系或 80 系坐标相差几十米至一百多米, 随区

域不同, 差别也不同, 粗略统计, 我国西部相差 70 米左右, 东北部 140 米左右, 南部 75 米左右, 中部 45 米左右。由此可见, 必须将 WGS-84 坐标进行坐标系转换才能供标图使用。

GIS 系统中的基准面通过当地基准面向 WGS1984 的转换 7 参数来定义。7 参数分别为: 三个平移参数 ΔX 、 ΔY 、 ΔZ ; 三个旋转参数 ϵ_x 、 ϵ_y 、 ϵ_z ; 和比例校正因子。若忽略旋转参数和比例校正因子则为三参数方法。

实际工作中一般都根据工作区内已知的北京 54 坐标控制点计算转换参数:

1) 已知控制点足够多时, 可直接计算坐标转换的 7 参数或 3 参数;

2) 有 3 个已知控制点时, 可用下式计算:

$$x_{54} = AX_{84} + BY_{84} + C$$

$$y_{54} = DX_{84} + EY_{84} + F;$$

3) 只有一个已知控制点时, 用已知点的北京 54 与 WGS84 坐标之差作为平移参数, 适用于工作区范围不大的情况。

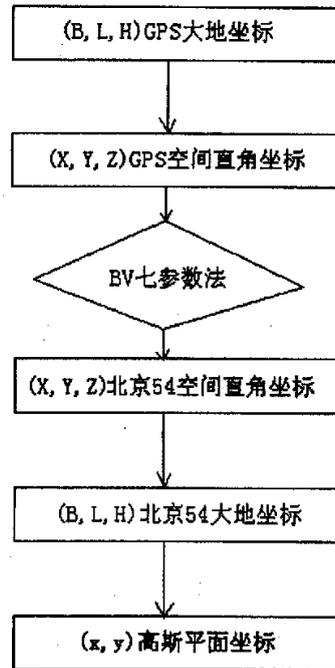


图 7 坐标转换示意图

2.4.5 GIS 中地图投影的定义

我国的基本比例尺地形图中, 大于等于 50 万的均采用高斯-克吕格投影 (Gauss-Kruger); 小于 50 万的地形图采用正轴等角割圆锥投影, 又叫兰勃特投影 (Lambert Conformal Conic); 海上小于 50 万的地形图多用正轴等角圆柱投影, 又叫墨卡托投影 (Mercator), 我国的 GIS 系统中应该采用与我国基本比例尺地形图系列一致的地图投影系统。

相应高斯-克吕格投影、兰勃特投影、墨卡托投影需要定义的坐标系参数序列如下:

表 3 3 坐标系参数序列

投影坐标系	参数序列
高斯-克吕格投影系	投影代号 (Type) 基准面 (Datum) 单位 (Unit) 中央经度 (OriginLongitude) 原点纬度 (OriginLatitude) 比例系数 (ScaleFactor) 东伪偏移 (FalseEasting) 北纬偏移 (FalseNorthing)
兰勃特投影系	投影代号 (Type) 基准面 (Datum) 单位 (Unit) 中央经度 (OriginLongitude) 原点纬度 (OriginLatitude) 标准纬度 1 (StandardParallelOne) 标准纬度 2 (StandardParallelTwo) 东伪偏移 (FalseEasting) 北纬偏移 (FalseNorthing)
墨卡托投影系	投影代号 (Type) 基准面 (Datum) 单位 (Unit) 原点经度 (OriginLongitude) 原点纬度 (OriginLatitude) 标准纬度 (StandardParallelOne)

2.5 ADO.Net 简介

ADO.NET 是 .NET 应用程序的数据访问模型。它能用于访问关系型数据库系统，如 SQL Server 2000，及很多其它已经配备了 OLE DB 供应器的数据源。ADO.Net 是由一系列的数据库相关类和接口组成的，它的基石是 XML 技术，所以通过 ADO.Net 我们不仅能访问关系型数据库中的数据，而且还能访问层次化的 XML 数据。下面的图就显示了 ADO.Net 总体的体系结构。

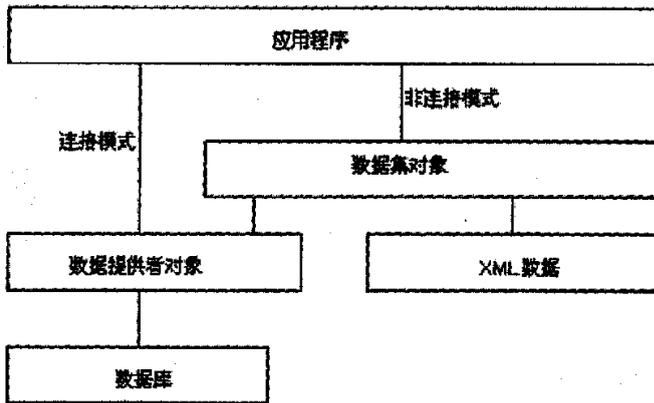


图 8 ADO.Net 体系结构示意图

ADO.Net 为提供了两种数据访问的模式：一种为连接模式（Connected），另一种为非连接模式（Disconnected）。后一种模式则是 ADO.Net 中才具有的。相比于传统的数据库访问模式，非连接的模式为我们提供了更大的可升级性和灵活性。在该模式下，一旦应用程序从数据源中获得所需的数据，它就断开与原数据源的连接，并将获得的数据以 XML 的形式存放在主存中。在应用程序处理完数据后，它再取得与原数据源的连接并完成数据的更新工作。

任何采用 ADO.NET 的应用方案中最重要的就是数据集了。数据集是指数据库数据在内存中的拷贝。一个数据集可以包含任意多个数据表，每一个一般都对应于数据库中的表或视图。数据集组成了一个非连接的数据库数据视图。也就是说，它在内存中并不和包含对应表或视图的数据库维持一个活动连接。这种非连接的结构体系使得只有在读写数据库时才需要使用数据库服务器资

源，因而提供了更好的可伸缩性。在运行时，数据会从数据库中取出并先传给一个中间层业务对象，然后传至用户界面。为了适应这种数据交换，ADO.NET 采用了基于 XML 的持续的传递格式。也就是说，当数据从一个层传向另一个层时，ADO.NET 的方案是将内存中的数据（即数据集）表述为 XML，然后以 XML 格式传递给其他组件。

ADO.Net 体系中另一个非常重要的一项是数据提供者对象（Data Provider），它是访问数据库的必备条件。通过它，我们可以产生相应的数据集对象；同时它还提供了连接模式下的数据库访问支持。

第三章 电力巡线 GIS 系统设计

3.1 项目背景

目前电力输电线路巡线工作中的工作面积广、线路长、沿线环境复杂，对于输电线路巡线和维护的监管提出越来越高的要求。而国内普遍采用二种主要巡线方式：一种为人工巡检，手工记录，这种方式都是管理者对巡线员书面下达任务，然后巡线员到达目的地后进行巡检。巡检完毕后，书面记录巡检的数据为了证实自己到过目的地就需要在目的地固定的地方做上标记，比如贴上纸条等然后下一次，当另外一个巡线员又去同一个目的地时，再把上一个巡线员做的标记取回；同时做上自己的标记，管理员就凭此标记来确定巡线员是否认真地完成了巡线任务，这样做的缺点在于：

- 1) 管理员不能立即知道数据的真实性，将会对其他任务的下达造成影响；
- 2) 如果巡线员所做的标记遭到破坏将造成不必要的误会。为此采用现代的信息技术，提高工作效率，降低巡线员的劳动强度就具有重要的意义。

另一种方式则采用读取信息钮的方式，这种方式提高了巡检的可靠性和可监督性，但存在成本高、安装复杂、不便管理等不足，不适于多点长线巡线管理。

通过仔细分析当前电力巡线管理的现状，我们开发了 PowerLinerGIS 巡检管理系统及 PDA 巡线导航系统，它集电力线路和设备的定位、巡检和任务管理为一体，保证线路和设备的正常可靠运行。通过系统化的管理，可以保证巡线任务的有效执行，且极大地减轻巡检人员的工作量，提高工作效率，使线路与杆塔等空间目标的管理更加简单可靠。

3.2 用户场景

通过用户需求分析，给出以下用例图（图 9）

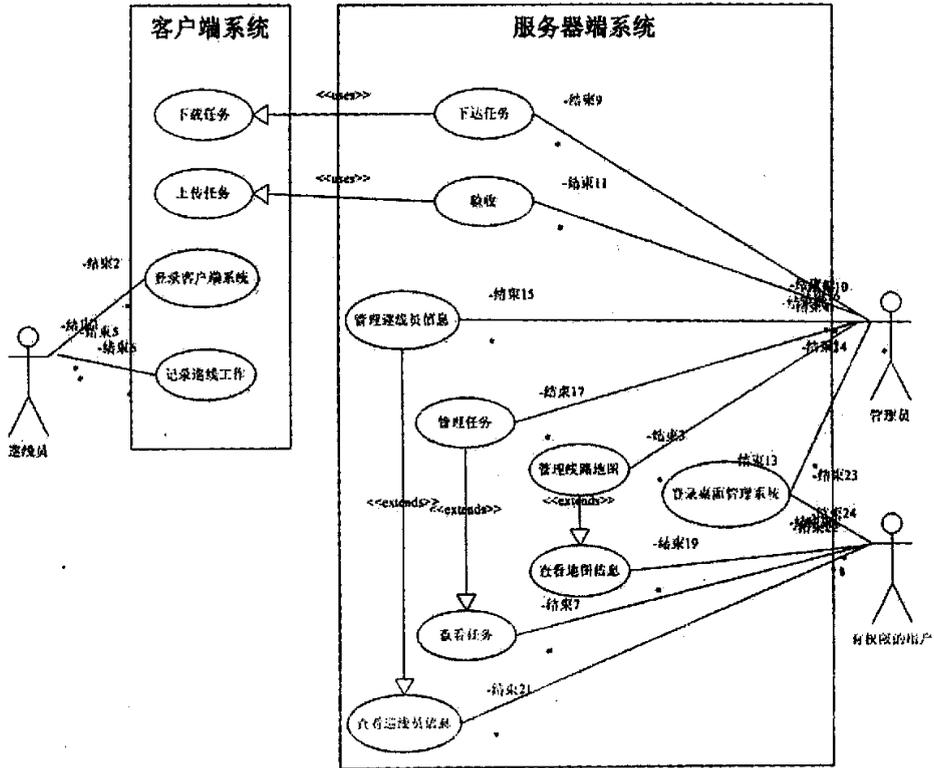


图 9 PowerLineGIS 用例图

◆ 场景一：巡线管理：

管理员登录 PowerLineGIS 桌面管理系统，通过密码验证后，开始使用管理系统；

管理员可以查看、管理巡线员资料、历史巡线任务及完成情况，也可新建巡线任务，调配巡线员、PDA；

管理员可以查询杆塔的定位信息；

管理员派发巡线任务，应在将 PDA 发给巡线员之前将掌上电脑与 PC 同步，将最新工作任务表下载到掌上电脑上；

管理员验收任务，将掌上电脑与 PC 同步，把 PDA 中存储的数据上传给

PowerLineGIS 桌面管理系统。

◆ 场景二：外出巡线：

巡线员外出巡线之前应先从管理员处取得已下载有最新任务工作表的掌上电脑；

巡线员登录 PDA 上的巡线客户端系统，系统要求密码验证，验证通过后，则可正常使用巡线系统；

巡线员沿巡检线路工作，沿途记录人员工作路线、工作点、到达地点、到达时间和巡视情况，可手动或自动完成；

最后巡线员将掌上电脑交与管理员，由其验收工作。

3.3 系统特点

- ✓ 系统提供较高精度的定位功能，可以确实起到监督巡线员的到位情况。从 GPS 获取高精度的定位信息，并显示在液晶屏上，同时可以作为经纬仪使用，在偏远荒漠地区还可以防止巡线员迷路、走失；
- ✓ 针对性强；
- ✓ 提供了友好的用户界面，采用分级菜单方式，操作简单、方便、易学、易用；
- ✓ 对于巡检员素质要求低，降低用户运维整体成本；
- ✓ 通过用户及操作权限的管理，确保系统的数据安全。

3.4 系统功能

系统由 PC 桌面管理系统及掌上电脑（PDA）系统两部分组成。PDA 系统主要用于数据的搜集：实地取得杆塔、线路的定位信息，巡线记录，设备缺陷情况。PDA 系统通过数据上装功能将数据传送给台式机系统。桌面机作数据处理；定位信息查询、转换，画出线路图，缺陷记录维护，日志查询等；还包括

一些基础设置: 制定巡线计划、巡线人员管理等。

系统功能示意图见图 9:

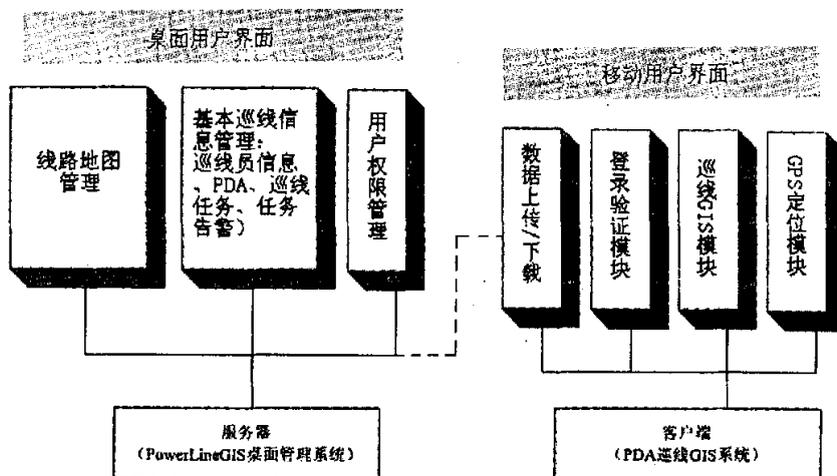


图 10 PowerLineGIS 系统功能模块图

◆ PC 桌面部分

主要功能描述如下表:

表 4 PowerLineGIS 桌面管理系统功能表

功能模块	功能描述
1) 线路地图管理	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 定义巡检点; ✓ 编制巡检线路; ✓ 定位信息查询: 按线路统计每一条线路定位数与未定位数, 根据查询结果来制定巡线计划; ✓ 定位信息转换: 把 GPS 定位取得的经纬度转换成实际的地理坐标, 为生产地理信息系统画出线路图提供准确的数据。 ✓ 根据定位信息画出实际杆塔线路图。 ✓ 巡线记录维护: 为巡线计划准备参考数据。可以按各种条件查询巡线记录。

2) 基本巡线信息管理	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 巡线人员管理：增加，删除，修改巡检人员，维护巡线人员的基本信息； ✓ PDA 管理：PDA 的登记，分配，参数设置等； ✓ 任务管理：作业计划的增加，删除，修改，存档等；编制巡线计划，巡线人员安排，巡线计划执行情况查询，将要到期的计划查询； ✓ 任务告警管理：对未完成任务告警的确认，说明，存档等；
3) 用户权限管理	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 用户权限、密码管理。

◆ PDA 部分

主要功能描述如下：

表 5 PDA 巡线系统功能表

功能模块	功能描述
1) 登录模块	对巡检人员的身份进行识别、认证和管理。
2) 巡线模块	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 通过读取设备的地理位置信息及巡检人员当前位置信息，对二者进行匹配，确定巡线员走到巡检的优先范围内才能记录巡检信息； ✓ 对所巡检设备需要进行检查的内容、项目等数据表格进行提取，并显示于 PDA 的屏幕上，供巡检人员逐项对设备进行检查。 ✓ 由巡检人员将杆塔的运行状态、参数等通过手写或选择直接输入到掌上电脑（PDA）中。 ✓ 新建、编辑、删除杆塔。
3) 定位模块	✓ 接收当前位置信息
4) 数据下载/上传	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 数据下载——接收地理信息系统中的线路和设备信息； ✓ 数据上传——向地理信息系统传递设备定位信息、缺陷记录、巡线记录。每个 PDA 系统下装不同的信息，多个 PDA 系统同时运行，进行实地操作，可以加快工作效率。然后把分散的数据上装到台式机作统计的处理，保障了系统的整体性

3.5 系统逻辑结构

本方案软件结构包括三部分：移动终端、数据同步服务器、后台数据库。
(见图 10)

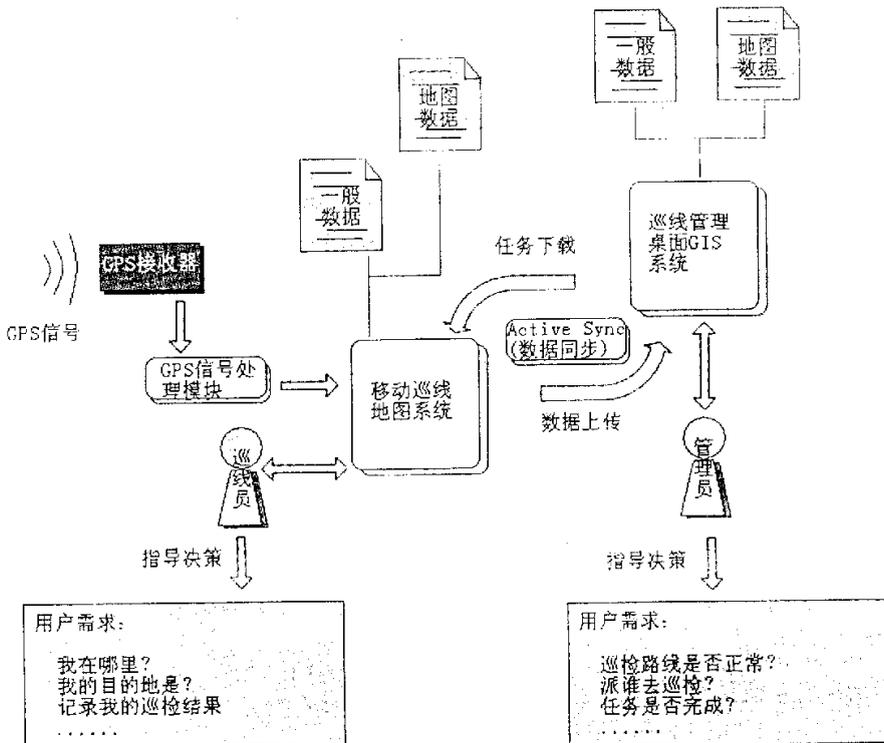


图 11 PowerLinGIS 系统逻辑图

3.6 详细设计

◆ 数据字典

1) U_WorkerInfo 巡线员基本情况表:

表 6 巡线员基本情况表

字段名	描述	主键	Is null	类型	字段长度
WorkerID	巡线员号	pk1	No	char	4
EmployerID	职工号	pk2	No	char	8
Password	巡线密码		No	vc	8
sName	姓名		Yes	vc	10
bSex	性别		Yes	bit	1 (1-男; 0-女)
bStatus	状态		Yes	bit	1 (1-在职; 0-调离)

2) U_LineInfo 线路情况表

表 7 线路情况表

字段名	描述	主键	Is null	类型	字段长度
LineID	线路号	pk1	No	vc	20(应包括编号和线路简名, 如: 北区 001)
sDescription	线路描述		Yes	vc	40 (详细的线路名和线路情况描述)
sStartEnd	起止地点		Yes	vc	40 (例: 北起 A 市 AA 区变电站南到 B 市 BB 区)
PowerLevel	电压等级		Yes	char	1
LineLevel	线路等级		Yes	char	1

3) U_TowerInfo 杆塔情况表:

表 8 杆塔情况表

字段名	描述	主键	Is null	类型	字段长度
LineID	线路号	pk1	No	vc	20
TowerID	杆塔号	pk2	No	int	4 (00001~99999)
TowerType	杆塔类型		No	char	1 (1-铁塔、2-水泥塔、3-木塔等)

bTowerStatus	杆塔状态		Yes	bit	1 (1-启用; 0-作废)
Longitude	经度		No	float	
Latitude	纬度		No	float	
Altitude	杆塔身高		No	float	
sdtCreateDay	启用时间 (即新建杆塔时的时间)		Yes	smalldatetime	yyyy-mm-dd

4) U_LineCheck 线路巡检表:

表 9 线路巡检表

字段名	描述	主键	Is null	类型	字段长度
LineID	线路号	pk1	No	vc	20
TowerID	杆塔号	pk2	No	int	4 (自增长)
sdtMarkTime	标注时间		No	Smalldatetime	yyyy-mm-dd
tContent	标注内容		Yes	Text	

5) U_Task 巡线管理表:

表 10 巡线管理表

字段名	描述	主键	Is null	类型	字段长度
TaskID	巡线单号	pk1	No	char	4
LineID	线路号		No	vc	20
WorkerID	巡线员号		No	char	4
PDAID	pda 编号		Yes	char	4(出巡时所使用的 pda 编号)
sdtTaskTime	出巡日期			smalldatetime	yyyy-mm-dd
TaskType	巡线类型		No	char	1 (1-新建线路; 2-巡线; 3-更新线路+巡线)
tTarget	任务要求		Yes	text	

tInFact	完成情况		Yes	text	
Status	巡线状态		No	char	1 (1-草稿; 2-出巡; 3-完毕)

6) U_Permission 登陆权限表:

表 11 登陆权限表

字段名	描述	主键	Is null	类型	字段长度
EmploerID	职工号	pk1	No	Char	8
bPermission	登陆权限		No	Bit	1 (1-管理员; 0-查看)
Password	登陆密码		No	Vc	8
sName	姓名		No	Vc	10

7) U_PDInfo PDA 信息表:

表 12 PDA 信息表

字段名	描述	主键	Is null	类型	字段长度
PDAID	pda 编号	pk1	No	char	20
Type	pda 类型		No	char	1
bStatus	可被调用否		No	bit	1 (1-可用; 0-不可用)

◆ 设计文档:

一、 桌面系统

桌面系统包括两个模块: 1、巡线员权限管理模块; 2、地图显示线路模块

身份验证后要选择需要进入的模块: 巡线信息管理模块只能由管理员验证密码后进入; 地图显示线路模块也只能由有权限的人查看。

1、 巡线信息管理模块

第一页: 巡线员基本情况 (见图 12)

要求：打开该页时要显示出所有巡线员的基本信息，以 grid 方式显示在页面上方的数据窗口，并将选定项滚动到第一条记录。点击“新增巡线员”按钮则系统自动增加一条新的空白记录管理员可以填写新的巡线员的基本信息，对于老巡线员，管理员只能修改其工作状态（离职或在职，即：调离本部或是现在可被调用）。页面下方的区域以 grid 方式显示被选中的巡线员的巡线经历，双击某条记录的内容字段，若该次巡线是已经完成的巡线，即巡线情况表中巡线状态为“完毕”的巡线，系统将以文本方式弹出显示该次的巡线要求和任务完成情况，否则系统提醒用户巡线未完成后只显示任务要求。

巡线员基本情况				
巡线员号	职工号	姓名	性别	工作状态

巡线经历

巡线日期	线路号	巡线类型	内容

图 12 巡线员基本情况页

第二页：巡线情况（见图 13）

要求：页面左上角设置一个下拉列表显示目前所有线路的线路号，默认选中第一条线路。若用户选择了某线路 A 后，则页面右上方的 grid 数据窗口显示 A 号线路的所有巡线经历（对应巡线情况表 zm_xxqk）包括：巡线员、巡线日期、巡线类型、巡线状态。选中某次的巡线信息，在页面右下方的部分将显示该次巡线目前的状态和任务要求，若状态为“出巡”则还要显示巡线的完成情况。注：只有巡线状态为“草稿”的巡线可以由管理员修改其“任务要求”部分；只有巡线状态为“出巡”的巡线可以由管理员修改其“完成情况”部分。

下拉列表显示所有线路

巡线情况

删除线路

转到地图

增加线路

编辑框填线路名

确定

A号线路巡线情况

巡线员	巡线日期	巡线类型

巡线状态

任务要求

完成情况

出巡

完毕

返回

图 13 巡线情况页

新增巡线单

删除巡线单

图 14

巡线员将巡线任务完成后由管理员根据有关人员的检查状况及 PDA 反馈回桌面的信息填写巡线完成情况，填写好并检查好，点击“完毕”按钮则该次巡线完成并不可修改任何内容。

1) 新增/删除巡线单：

在右上的巡线情况表中点击鼠标右键，弹出菜单（图 14），点击“新增巡线单”菜单项，则系统向巡线情况表新增一条巡线记录，巡线状态自动定为“草稿”。草稿状态下的巡线单管理员可以修改其任何内容，但是填写并检查完毕后若点击页面（图 13）下的“出巡”按钮，则状态转为“出巡”（即：本次巡线任务将由指定巡线员去完成，或任务正在执行中，或任务完成但还未获得最后审核），只能修改“完成情况”。只有管理员可以删除“草稿”状态下的巡线单，其他人无权删除和新增任何巡线单。

“草稿”状态下，“完毕”和“退回”按钮不可用，只有“出巡”状态下，“退回”按钮可用。

2) 新增线路：

管理员要填写线路号（编号和线路名），确定后系统要检查数据库中是否有重名的线路名，若没有则予以接受，并在该页页头显示***号线路巡线情况，右上变为一张空表。任何线路的巡线情况的第一条记录都是新建线路，巡线类型为“新建”，状态为“草稿”（根据任务完成情况状态自动转换）。

3) 删除线路：

下拉列表显示了当前线路，在页面顶端要显示“A 号线路巡线情况”，页面左下设置一个按钮“删除线路”，如果点击该按钮，则弹出对话框若点击“确定”按钮，则删除该条线路，若该线路还没新建即还没杆塔则不能删除，否则将该线路下的所有杆塔的状态从启用改为作废。

2、出巡任务的派发与验收：

本模块要完成的核心功能是通过可对被调用的 PDA 的选择，进而指派所有当前状态为“草稿”的巡线单中的某些巡线单来使用该 PDA 出巡，工作派发后（即选定巡线单并点击“派发”按钮后）将出巡单的相应记录中的 PDA 编号字段和出巡日期字段填写完整。

任务验收：检索上传至数据库中的记录

巡线日期 sdtTaskTime 字段进行任务验收的标准，查询代码可以这样写：
“select counts into :li_count from zm_gt where LineID=A and
sdtTaskTime <>'2005-3-1' ; ”，如果查询出来的记录数大于 0 则说明有未被
巡检到的杆塔，则任务可视为未完成。

3、地图模块（见图 15）

要求：本页要在地图上显示出所有已定位的线路，地图要可以完成基本的
放大、缩小、漫游等功能，并在窗口上方的编辑框中应在输入线路号后，点击
“显示线路”按钮应在地图中显示该线路的所有杆塔，若杆塔为启用状态则用
黑色（或醒目颜色）圆点表示；若杆塔为作废状态则用灰色圆点表示，并将杆
塔按 ID 号的顺序用线连接成可视线路，作废的杆塔也要用灰线连接成线，若
线路号在数据库中不存在则系统要提示用户重新输入线路号。双击某杆塔（用
圆点在地图中表示）则弹出文本框显示该杆塔曾被巡检过的信息（即：杆塔情
况表中的 con 标注内容及时间字段），若没有信息则弹出对话框告知用户。将
鼠标移至某杆塔位置（3 秒钟以上）则在状态栏显示该杆塔的经纬度。

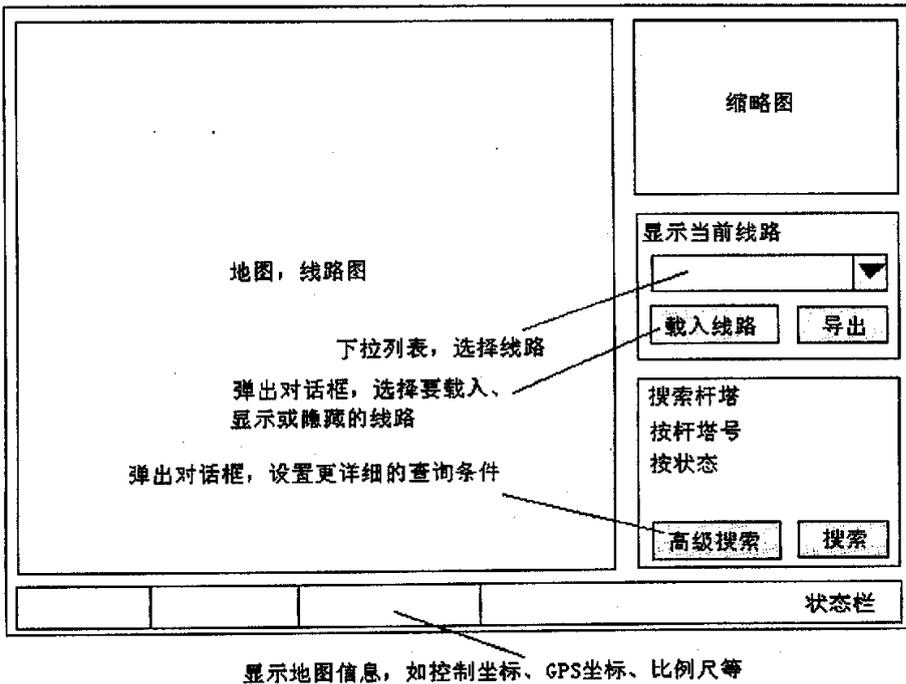


图 15 地图页

二、 PDA 系统 (是否考虑多个巡线员或多条线路要巡检的问题)

巡线员使用 PDA 前应该与桌面系统的数据库进行一致性操作。

PDA 系统上使用到三张表:

- 杆塔情况表 U_TowerInfo (同桌面系统);
- 线路巡检表 U_LineCheck (同桌面系统);
- 登录配置表 pda_Login (若巡线员要巡检多条线路或者有多个巡线员使用 PDA)

pda_Login 表字段如下:

表 13 登录配置表

字段名	描述	主键	Is null	类型	字段长度
WorkerID	巡线员号	pk1	No	char	4
Password	登陆密码		No	vc	8
LineID	线路号	pk2	No	vc	20
sdfTaskTime	出巡日期	pk3	No	smallldatetime	yyyy-mm-dd
TaskType	巡线类型		No	char	1 (1-新建线路; 2-巡线; 3-更新线路+巡线)

进入系统登录界面:

欢迎使用***PDA巡线系统

巡线员: 密码:

选择巡查线路:

图 16 系统登录界面

巡线员通过该对话框进入系统, 若系统核对巡线员密码不符或线路号未选择则不允许巡线员登陆。进入系统后, 鼠标右键菜单有四项: (见图 17)

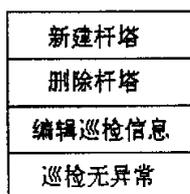


图 17

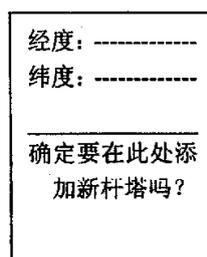


图 18

若巡线类型为“新建”则右键菜单前三项均可用；若是“巡线+更新线路”则右键菜单四项均可用；若是“巡线”则只有“编辑巡检信息”和“巡检无异常”项可用。

◆ 新建线路：

1) 新增杆塔：

由 GPS 接口接收到的信息读取到该处的经纬度，弹出对话框：（见图 18）

点击确定按钮，则在“杆塔情况表”中新增一条记录，线路号默认为登陆时的线路号，杆塔号由系统自动添加，“杆塔状态”为 t:启用。

2) 删除杆塔：

巡线类型为“新建”时可以删除已经存在的杆塔（即：PDA 所处位置的经纬度必须在本条线路某杆塔经纬度范围内，注意从数据库中的查找效率）。

3) 编辑杆塔信息：

点击右键菜单时，系统即要接受此处的经纬度，并从数据库中查找本条线路中是否存在与该经纬度对应的杆塔，若不存在，则该项灰色为不可用状态（以免巡线员巡检不到位），否则，弹出对话框供巡线员编辑杆塔信息（或巡线员直接点击“无异常”菜单项），系统自动编辑信息后面缀加巡线员姓名和巡线日期，并将所有这些信息保存在杆塔情况表 U_TowerInfo 中。

◆ 巡线+更新线路

- 1) 新增杆塔：同新增线路
- 2) 删除杆塔：基本上同新增线路，但需要把杆塔情况表中该杆塔的“杆塔状态”字段改为 f 即：作废。
- 3) 编辑杆塔信息：同新增线路。

◆ 巡线

只能编辑杆塔信息和检测无异常：同新增线路。

第四章 电力巡线 GIS 系统实现

在进入系统的开发阶段，我们比较了几种熟悉的开发工具；无疑若使用 SyBase 公司的 PowerBuilder 对编程者来说是非常简单易行的，因为本系统有大量的数据操作与应用管理。但考虑到系统的可扩展性和平台稳定等因素，我们最终选择了微软的 .net 平台为开发环境，选 Visual C# 为开发语言，虽然在数据操作的编程上稍显麻烦，但为以后将本系统改为 B/S 结构的 WebGIS 系统，则可省去不少麻烦。

4.1 系统开发环境

◆ 硬件环境

桌面系统使用的 PC 机：赛扬 III 1.1G；256MRAM；操作系统 Windows2000 Professional（应用服务器和数据库服务器要使用 Windows2000 Server）。

Pocket PC 掌上电脑：神达 Mio168——Intel PXA-255 300MHz；32MB Flash ROM + 64MB SDRAM（操作系统预装 Windows Mobile 2003 for Pocket PC 中文版）。数据传输口为 USB 同步传输线或红外线同步传输。

卫星导航：神达 Mio168 内置 GPS 卫星定位模组；内置 25*25mm 卫星天线。

◆ 软件环境

系统运行平台：Windows CE 下的 Windows Mobile 2003 for Pocket PC。

系统开发平台：Microsoft Pocket PC 2003 for SDK，Microsoft embedded Visual C++ 4.0 嵌入式软件开发环境，Windows2000 Professional 操作系统。

◆ 数据库

桌面：MicroSoft SQL Server 2000

PDA：SQL Server CE 2.0

4.2 PowerLineGIS 桌面管理系统的功能模块实现

4.2.1 类图

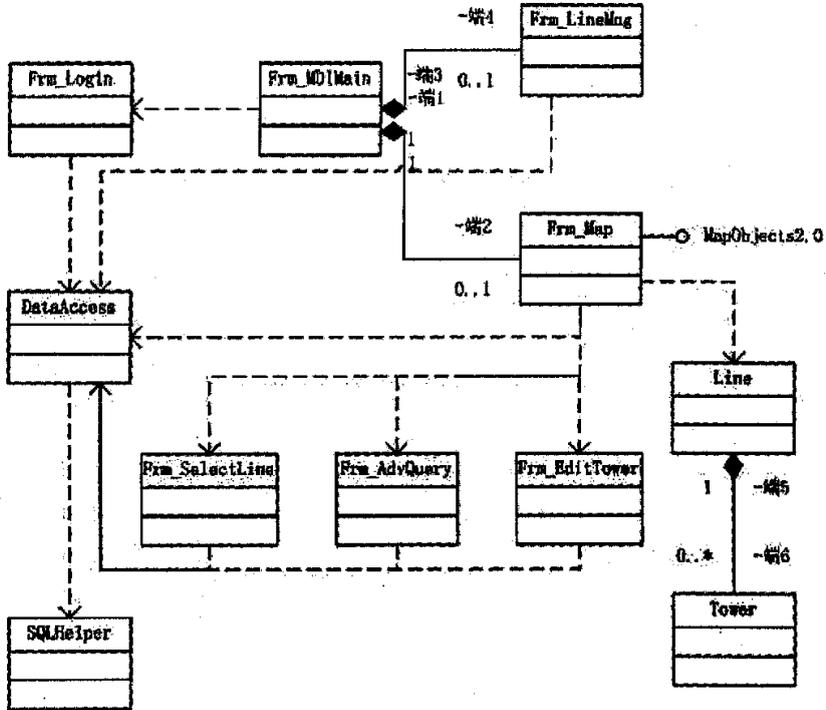


图 19 PowerLineGIS 桌面管理系统设计类图

4.2.2 线路地图管理模块的实现

一、 模块功能

功能包括：基本地图操作（放大、缩小、漫游、全局、选取等）；显示选取对象的属性；打印地图；绘制线路；添加标注；计算距离；特征查找

二、 实现原理

1、 坐标系与坐标转换

作为尖端技术 GPS, 能方便快捷性地测定出点位坐标, 无论是操作上还是精度上, 较之其他常规测量设备有明显的优越性。本系统通过巡线员手执 PDA 以 GPS 定位, 采集杆塔的位置信息 (包括经度、纬度), 然后连同其他信息一起上传至桌面数据库, 桌面线路管理模块再根据表中杆塔字段的 Longitude 属性 (经度) 和 Latitude 属性 (纬度) 在界面中绘制线路图。

1) GPS 坐标转换为地图坐标

如前所述, 坐标系之间的转换一般采用七参数法或三参数法。由于本系统对空间数据的精度要求并不高, 所以我们跳过空间直角坐标系, 省略复杂的运算, 采用了一种经长期的实践, 证明是可行的简易坐标转换方法^[12]。其原理是: 不把 GPS 所测定的 WGS-84 坐标当作 WGS-84 坐标, 而是当作具有一定系统性误差的 54 系坐标值, 然后通过国家已知点纠正, 消除该系统误差。以 WGS-84 坐标转换成 54 系坐标为例, 介绍数据处理方法:

首先, 在测区附近选择一国家已知点, 在该已知点上用 GPS 测定 WGS-84 坐标系经纬度 B 和 L, 把此坐标视为有误差的 54 系坐标, 利用 54 系将经纬度 BL 转换成平面直角坐标 X' Y', 然后与已知坐标比较则可计算出偏移量:

$$\Delta X = X - X'$$

$$\Delta Y = Y - Y'$$

式中的 X、Y 为国家控制点的已知坐标, X'、Y' 为测定坐标, ΔX 和 ΔY 为偏移量。

求得偏移量后, 就可以用此偏移量纠正测区内的其他测量点了。把其他 GPS 测量点的经纬度测量值, 转换成平面坐标 X' Y', 在此 XY 坐标值上直接加上偏移值就得到了转换后的 54 系坐标:

$$X = X' + \Delta X$$

$$Y = Y' + \Delta Y$$

就 1:1 万比例尺成图而言, 在一般的县行政区范围内 (如 40Km×40Km),

用此简单的坐标改正法进行转换与较复杂的七参数法没有多大差别。能否满足 1:1 万比例尺变更调查的要求, 主要取决于 GPS 接收机本身的精度, 与转换方法的选择关系不大。但当计算面积较大时, 使用该方法可能会使误差增大, 需采用分区域转换。

2) 地图坐标与窗体坐标的相互转换

◆ 控制坐标 (control coordinate)

不管在 Visual Basic 中还是 C++ Builder 中, 窗体左上角为原点, 水平方向为 X 轴, 竖直方向为 Y 轴。

窗体内的地图控件也有它自己的坐标系。其坐标单位与窗体坐标相同, 称为"控制坐标" (control coordinate)。

◆ 地图坐标 (Map coordinates)

地图控件也可工作于地理坐标中。遵循笛卡尔坐标系原则。不同于窗体的坐标系 (左上角永远是 0, 0), 地图控件内显示的地图坐标范围, 时常在应用期间改变。每次移动某一地图区时, 地图控件内地图坐标范围就会变化。

窗体坐标与地图坐标间有一些关键的区别:

- 地图控件的控制坐标的左上角的一位置为 (0, 0)。地图坐标通常都有一个在地图控件区域很远以外的原点 (origin)。地图控件只是地图表面的一个小窗口。
- 控制坐标 Y 轴向下递增, 而地图坐标 Y 轴向上递增。
- 控制坐标以 twips 为单位, 并且与计算机屏幕显示的实际尺寸有关。地图坐标则用米, 英尺等单位表示, 并且与地表特征的测量有关。

对基于不同坐标系的地图资料, 要在 MapObjects 中使用它们, 需用一些其它软件, 如"Arc-View"或"ARC/INFO"来把地图资料转换成普通坐标系。

MO 地图控件有四种方法将位置和线性尺寸在"地图坐标"与"控制坐标"间转换: FromMapDistance、ToMapDistance、FromMapPoint、ToMapPoint。

2、MO 开发原理

◆ 添加数据

使用 MapObjects 向地图中添加数据有三种方式:

- ✓ 通过建立 DataConnection、GeoDataset 和图层对象,向地图对象的层集中添加数据的方法加入矢量地图数据。
- ✓ 通过建立影像层对象及向地图对象的层集中影像层的方法显示影像地图数据以作背景。
- ✓ 通过使用动态跟踪层对象和添加 GeoEvent 对象的方法实现动态跟踪。

地图的最上方是动态跟踪层,最下方为地图控件,中间为层集。层集中图层对象和影像层对象可以任意顺序排放,但通常影像层显示在最底层作为背景。

地图控件的关键属性是层和跟踪层。当向窗体中加入一地图控件,同时也建立了一个空层和空跟踪层。

另一重要属性是 Extent。它决定地图的显示范围,通过控制图层的 Extent 属性来实现放大、缩小等基本地图功能

当在地图上调出图层后,一系列事件就会起动。

- a) BeforeLayerDraw 事件起动。
- b) 层集按索引相反顺序调出。
- c) AfterLayerDraw 事件起动。
- d) BeforeTrackingLayerDraw 事件起动。
- e) 如果任何 GeoEvents 加入到 TrackingLayer 中,就被画出。
- f) AfterTrackingLayerDraw 事件启动。

这些 Drawing 事件的一个使用方法是往地图上画一些几何图形,如线、圆和在地图上说明注记,另一使用方法是调出层集或 TrackingLayer 之前来检验状

态。

在往地图控件中的层集里加入图层和影像层之前,需把层集与数据相连接。通过 DataConnection 和 GeoDataset 对象可从文件系统或 SDE 数据服务器中查找和连接数据。

◆ 增加 shape 文件

使用 MapObjects 的一个最基本的任务是往地图里增加 shape 文件。以下是增加 shape 文件的步骤:

- a) 定义一个新的 DataConnection。
- b) 设置数据库属性为包含 shape 文件的文件夹。
- c) 调出一个新的图层。
- d) 在 DataConnection 上使用 FileGeoDataset 方法,用 shape 文件名设置 MapLayer 的 GeoDataset 属性。
- e) 向层集里加入图层。

◆ 几何对象

下面是 MapObjects 中由六种几何对象形成的图形。

所有为几何对象定义的坐标信息都是地图单位制,可用地图控件中的 FromMapPoint 和 ToMapPoint 方法把控制坐标转换成地图坐标。

表 14 MO 中几何对象及使用

几何对象	用途
点对象	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 代表点 shape 文件或 SDE 图层中的点。 ✓ 返回与相关位置相匹配的地址。 ✓ 代表地图控件上由使用者敲击鼠标的点。 ✓ 在直线和多边形对象中返回和设定坐标。 ✓ 返回几何图形交叉处的坐标。

点集	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 编辑线和多边形对象的几何形状。 ✓ 返回重叠几何对象的交叉点。 ✓ 改变线和多边形的方向。
矩形对象	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 返回, 修改地图范围。 ✓ 代表其他几何对象的范围。 ✓ 返回地图控件上鼠标拖拽的区域。 ✓ 代表图层中形的坐标区域或影像层的单元坐标区域。 ✓ 在矩形区域内选择其他对象。 ✓ 在地图控件上绘出几何形状。
线对象	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 代表线 shape 文件 (Line shapefile) 或 SDE 层次的形状特性。 ✓ 返回用户用鼠标定义的条线。 ✓ 在地图控件上画出几何形状。 ✓ 选出与线交叉的其他对象。
多边形对象	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 在 shape 文件或 SDE 层中代表地物。 ✓ 返回用户用鼠标定义的多边形。 ✓ 在地图控件上绘出几何形状。 ✓ 选择与多边形交叉的其他对象。
椭圆对象	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 在地图控件上画圆或椭圆。 ✓ 在地图控件上得到用户定义的圆。

◆ Symbol 对象

MapLayer 的 Symbol 属性决定一个图层或几何对象中以何种样式画出。

当创建一个新的 MapLayer 时, 它会自动先给 Symbol Type 设置缺省值: Geo Datasets 中的点状地物置为 moPiontSymbol, GeoDatasets 中的线状地物置为 moLineSymbol, GeoDatasets 中的多边形地物置为 moFillSymbol。

以下五个对象均与 Symbol 有关:

- MapLayer 有 Symbol 属性, 用统一的符号来画一个图层上所有属性, 这是 Symbol 对象的最一般用法。

- 地图控件的 DrawShape 方法是使用 Symbol 来画几何对象。
- ClassBreaksRenderer 用一组 Symbol 来画各类地物。
- ValueMapRenderer 是把一组 Symbol 赋给几个具有特定属性值的地物。
- TrackingLayer 是用一组 Symbol 来画 GeoEvent。

◆ Renderer 对象

控制层显示属性最简单的方法就是给一图层设置符号属性，但局限是：在一个图层上所有属性都用同一符号描绘。在这一点上，Renderer 提供了更大的灵活性，可用带参数的数据描绘属性。

MapObjects 中有四个 Renderer 对象：

表 15 MO 的 Renderer 对象

对象	描述
ValueMapRenderer	用唯一的属性值符号化地理特征
ClassBreaksRenderer	用类别描述属性
DotDensityRenderer	用电密度模式化多边形
LabelRenderr	用属性文本表住地理特征

◆ RecordSet

一个 RecordSet 对象是作为 MapLayer 的一个特性而被创建的，新的 RecordSet 也可以通过在 Map Layer 上运用方法而被创建。

有两种途径得到一个 RecordSet。

当创建了一个 MapLayer 时，就将一个 RecordSet 作为记录特性创建起来。这个 RecordSet 包括那个 MapLayer 的所有记录。

当用特征查找方法 (SearchByDistance、SearchExpression、SearchShape) 时，一个 RecordSet 将被该方法返回，只有满足该方法条件的记录格被包含在该 RecordSet 中。

◆ Statistics 对象

Statistics 对象是通过一个 RecordSet 上的 Calculate Statistics (计算统计) 法而被创建的。其目的是给提供一个关于一个 RecordSet 中一个数字信息组的基本的统计一览。

三、 程序实现

定义类:

定义窗体类 Frm_Map (巡线地图管理窗体)

```
public class Frm_Map : System.Windows.Forms.Form
{
    .....
    private AxMapObjects2.AxMap mapMain; //MO 地图控件
    .....
}
```

绘制线路层:

```
private void DrawLineLayer(string lineID)
{
    .....
    ArrayList towers=GetTowers(lineID);
    foreach(Tower t in towers)
    {
        .....
    }
}
```

.....

}

4.2.3 基本信息管理模块的实现

一、 模块功能

功能包括：巡线人员、PDA、巡线任务基本信息的管理；任务告警；

二、 实现原理

数据访问应用程序块和 SQLHelper 类：

数据访问应用程序块（Data Access Application Block）是一个 .NET 组件，它包含经过优化的数据访问代码，可以帮助用户调用存储过程以及向 SQL Server 数据库发出 SQL 文本命令。它返回 SqlDataReader、DataSet 和 XmlReader 对象。

开发项目时，将应用程序集 Microsoft.ApplicationBlocks.Data.dll 包含在工程中，该程序集包括一个名为 SqlHelper 的类（其中包含用于执行数据库命令的核心功能）和一个名为 SqlhelperParameterCache 的类（它提供参数发现和缓存功能）。

在设计桌面管理系统时，我们采用了分层的方法，将系统分为用户界面层、业务逻辑层、数据访问层、数据库 4 层结构，在数据访问层应用了 SqlHelper，便于应用程序的维护与移植。

三、 程序实现

1) 定义类：

定义窗体类 Frm_MDIMain（主框架窗体）

```
public class Frm_MDIMain : System.Windows.Forms.Form
{
```

```
.....  
  
//打开子窗口  
  
public Form FormOpened(string frmname)  
{  
    .....  
}  
  
}  
  
定义窗体类 Frm_LineMng (巡线基本信息管理窗口)  
  
public class Frm_LineMng : System.Windows.Forms.Form  
{  
    .....  
  
    public void SetTableColumns(DataGrid dg, string[] colNames, string[]  
                                colHeads){.....}  
  
    private void Save(){.....}  
  
    private void SelectLineChanged(){.....}  
  
    private void SelectLineStatusChanged(){.....}  
  
    private void AddWorker(){.....}  
  
    private void AddLine(){.....}  
  
    private void DelLine(){.....}  
  
    .....  
  
}
```

2) 存取数据:

定义类 DataAccess:

```
public class DataAccess
{
    public DataAccess()
    {
    }
}

//获取表系列函数
public static DataTable GetTable_Sql(string SqlScript){.....}
public static DataTable GetTable_TbName(string TableName){.....}
.....

//获取行系列函数
public static Hashtable GetRow_Sript(string SqlScript){.....}
public static Hashtable GetRow_Sript(string TableName, int Id)
{.....}
.....
}
```

4.2.4 用户权限管理模块的实现

一、 模块功能

功能: 用户权限管理; 用户登录验证;

二、 实现原理

同一般的登录验证方法，在数据库中用一张用户权限表存放用户名和登录密码，管理员或其他用户登录巡线系统前将比较用户的输入。验证通过则进入管理系统主界面。

三、 程序实现

1) 定义类：

定义窗体类 Frm_Login（登录窗体）

```
public class Frm_Login : System.Windows.Forms.Form
{
    .....

    //验证用户名与密码是否有效，若有效，取权限字段设置
    //p_UserPermission

    private bool IsValidUser(string username, string password)
    {
        .....
    }
}
```

4.3 移动巡线地图的功能模块实现

4.3.1 登录模块验证模块的实现

一、 模块功能

功能：用户权限管理；用户登录验证；

二、 实现原理

同一般的登录验证方法，使用一张登录配置表存放用户名和登录密码，登录 PDA 巡线系统前将比较用户的输入。

4.3.2 巡线 GIS 模块的实现

一、 模块功能

记录杆塔的位置信息；绘制线路图；编辑巡检信息；导航

二、 实现原理

由于时间和技术原因，本模块的嵌入式电子地图功能尚未实现。

4.3.3 GPS 定位模块的实现

一、 模块功能

接收并提取所需的 GPS 位置信息，对于本系统，只有经纬度和当前时间是我们感兴趣的数据

二、 实现原理

1、 GPS 定位信息的接收

通常 GPS 定位信息接收系统主要由 GPS 接收天线、变频器、信号通道、微处理器、存储器以及电源等部分组成。由于 GPS 定位信息内容较少，因此多用 RS-232 串口将定位信息（NEMA0183 语句）从 GPS 接收机传送到计算机中进行信息提取处理。从串口读取数据有多种方法，在此我们直接使用 Win32 API 函数对其进行编程处理。在 Windows 下不允许直接对硬件端口进行控制操作，所有的端口均被视为“文件”，因此在对串口进行侦听之前需要通过打开文件来打开串口，并对其进行相关参数配置：

在成功打开并设置通讯口后，可采取轮询串口和事件触发两种方式对数据进行接收处理，在此采取效率比较高的事件触发方式进行接收处理，通过等待事件的发生来启动函数完成对 GPS 定位信息的接收。

2、提取定位数据

GPS 接收机只要处于工作状态就会源源不断地把接收并计算出的 GPS 导航定位信息通过串口传送到计算机中。前面的代码只负责从串口接收数据并将其放置于缓存，在没有进一步处理之前缓存中是一长串字节流，这些信息在没有经过分类提取之前是无法加以利用的。因此，必须通过程序将各个字段的信息从缓存字节流中提取出来，将其转化成有实际意义的，可供高层决策使用的定位信息数据。对于通常的情况，我们所关心的定位数据如经纬度、速度、时间等均可以从"\$GPRMC"帧中获取得到，该帧的结构如下：

```
$GPRMC, <1>, <2>, <3>, <4>, <5>, <6>, <7>, <8>, <9>, <10>, <11>*hh
```

由于帧内各数据段由逗号分割，因此在处理缓存数据时一般是通过搜寻 ASCII 码"\$"来判断是否是帧头，在对帧头的类别进行识别后再通过对所经历逗号个数的计数来判断出当前正在处理的是哪一种定位导航参数，并作出相应的处理。本系统只关心时间（日期和时间）和地理坐标（经、纬度）：

将所需信息提取到内存后，需要对其做进一步的运算处理，如将获得的格林尼治时间换算为我国标准时间；经纬度的坐标系变换。

4.3.4 数据上传/下载模块的实现

一、 模块功能

实现 PDA 与桌面系统数据库的数据同步。

二、 实现原理

通过 PDA 内置的 Microsoft ActiveSync 程序的数据表导入导出功能实现数据的上传/下载。

第五章 部署结果

5.1 系统运行环境

◆ 硬件环境

桌面：赛扬III 1.1G 以上；256MRAM（推荐）；

PDA： Intel PXA-255 300MHz；32MB Flash ROM + 64MB SDRAM；数据传输口为 USB 同步传输线；

GPS 接收器：GPS 卫星定位模组；内置卫星天线。

◆ 软件环境

桌面：Windows 2000/xp/2003（服务器需使用 Server 版）；

.Net Framework 1.1 组件；

PDA：Windows Mobile 2003 for Pocket PC；

◆ 数据库

桌面：MicroSoft SQL Server 2000；

PDA：SQL Server CE 2.0。

5.2 实验结果

本人在前述实验环境中与杨春蕾同学共同开发桌面端软件“PowerLineGIS 巡线管理系统”和移动端软件“移动巡线地图系统”，软件完全按以上思路开发。由于时间、软硬件条件和技术水平的限制，该系统上有许多不完善的地方和尚未实现的功能，如有机会，我将继续从事这方面的研究与开发。

本人负责开发桌面管理系统，以下是 PowerLineGIS 桌面系统功能实现的部分截图：

一、 登录界面

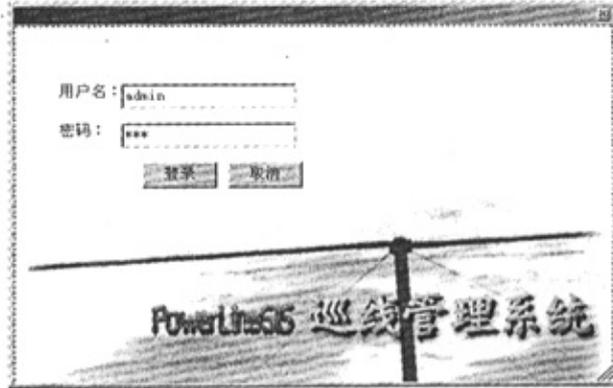


图 20 登录界面

二、 主窗体

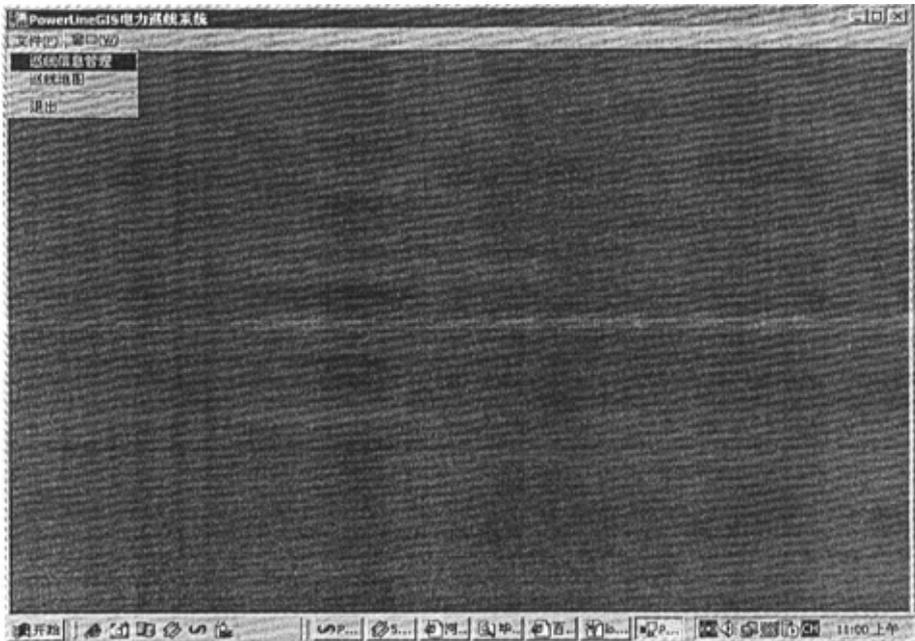


图 21 主窗体

三、 巡线任务管理窗体——巡线员基本情况页面

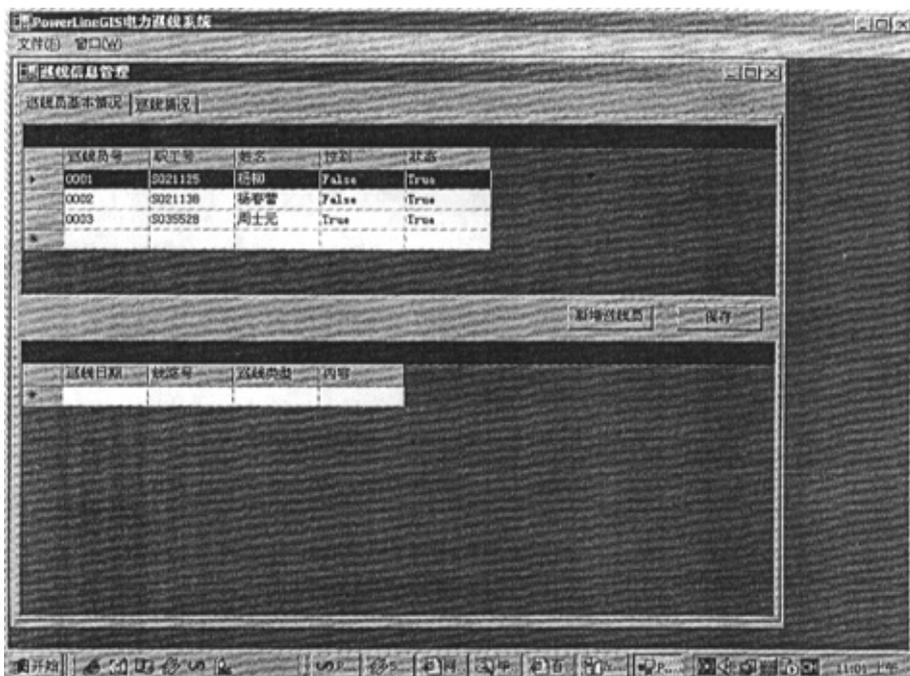


图 22 巡线员基本情况页面

四、 巡线任务管理窗体——巡线任务管理页面

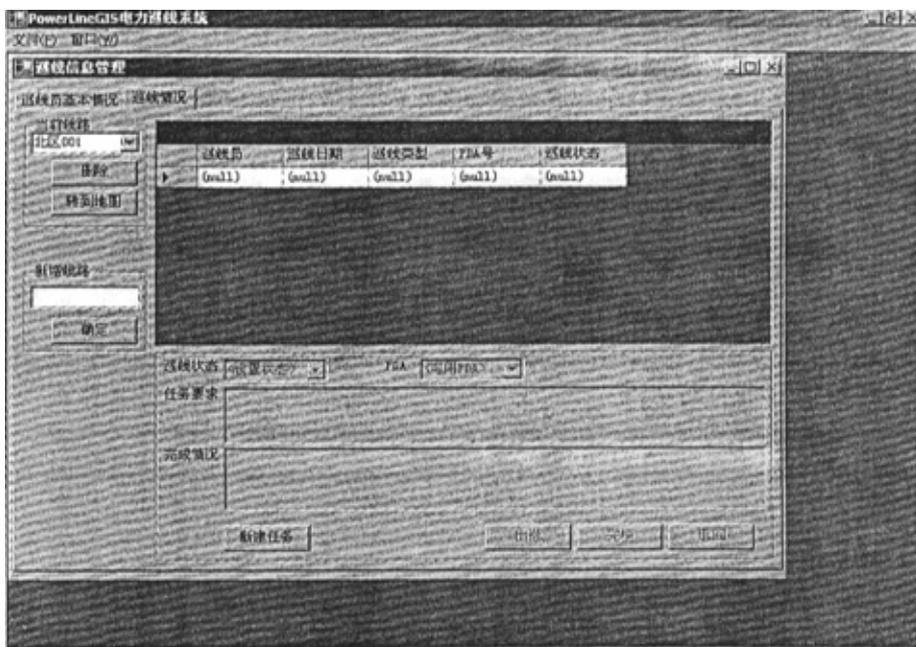


图 23 巡线任务管理页面

五、 巡线地图管理窗口

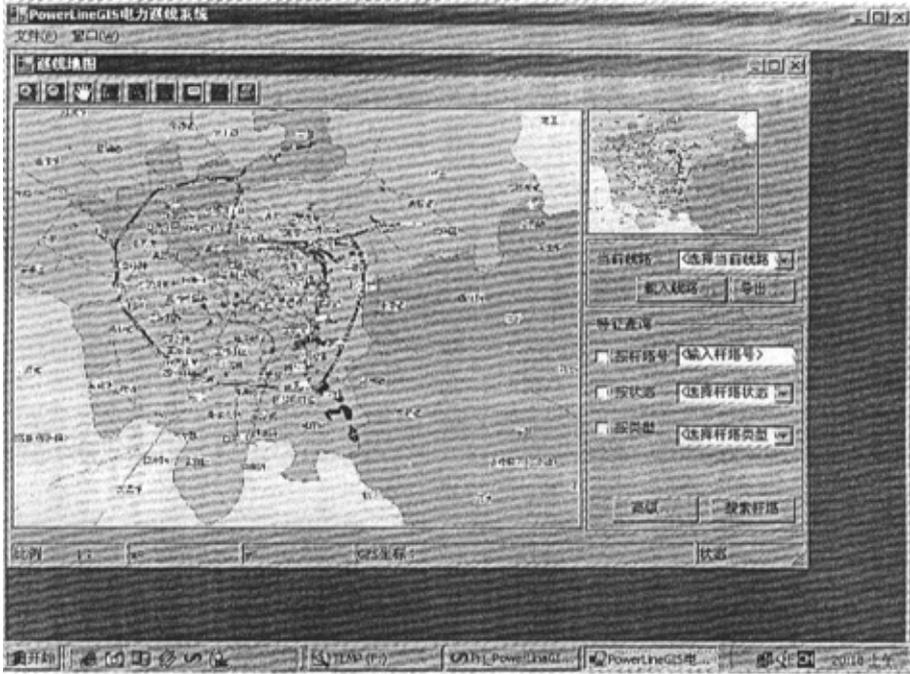


图 24 线地图管理窗口

六、 巡线地图管理窗口——基本操作（放大地图）

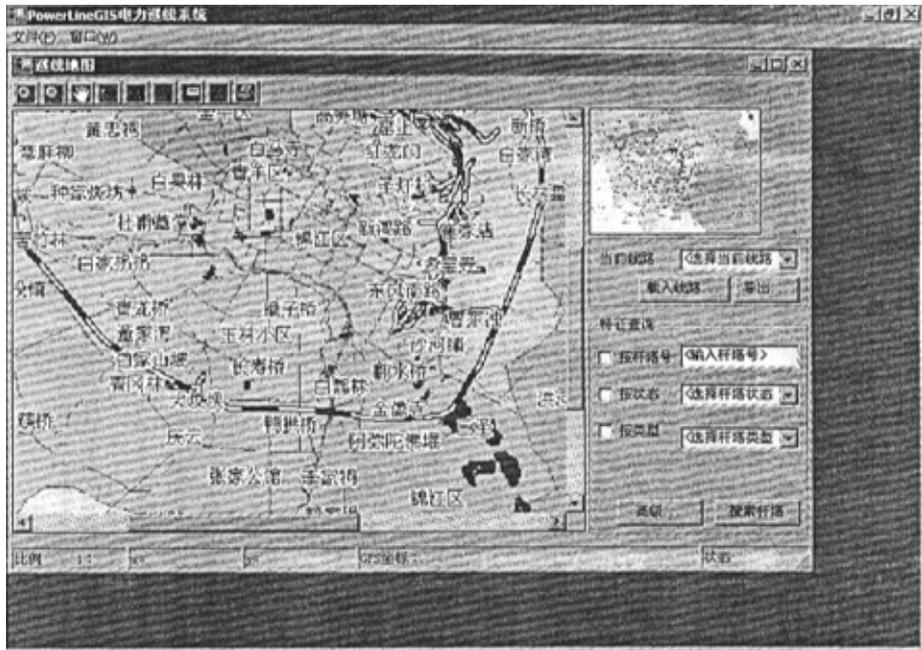


图 25 基本操作（放大地图）

七、 巡线地图管理窗口——载入线路层

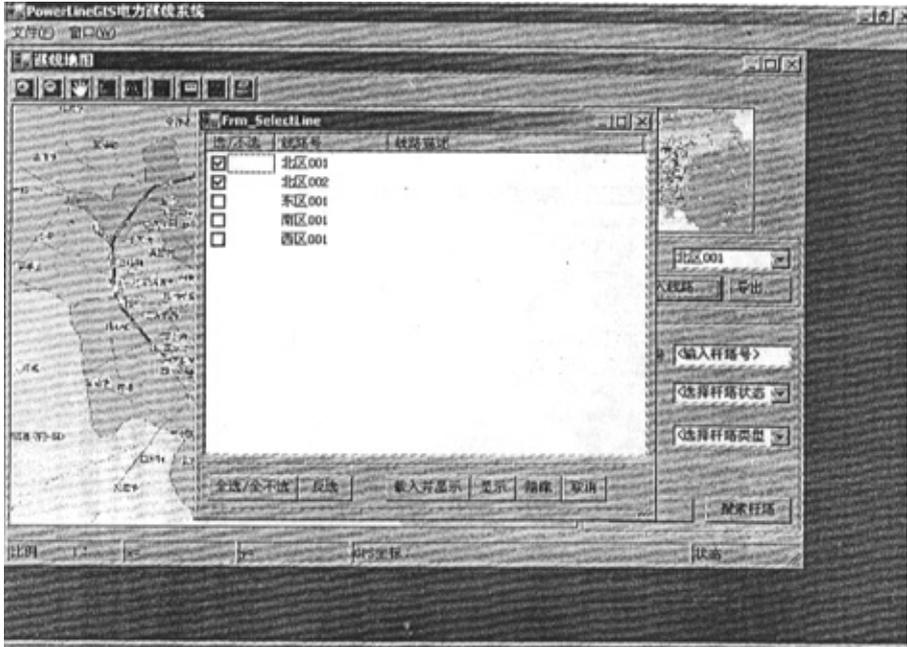


图 26 载入线路层

八、 巡线地图管理窗口——特征查询

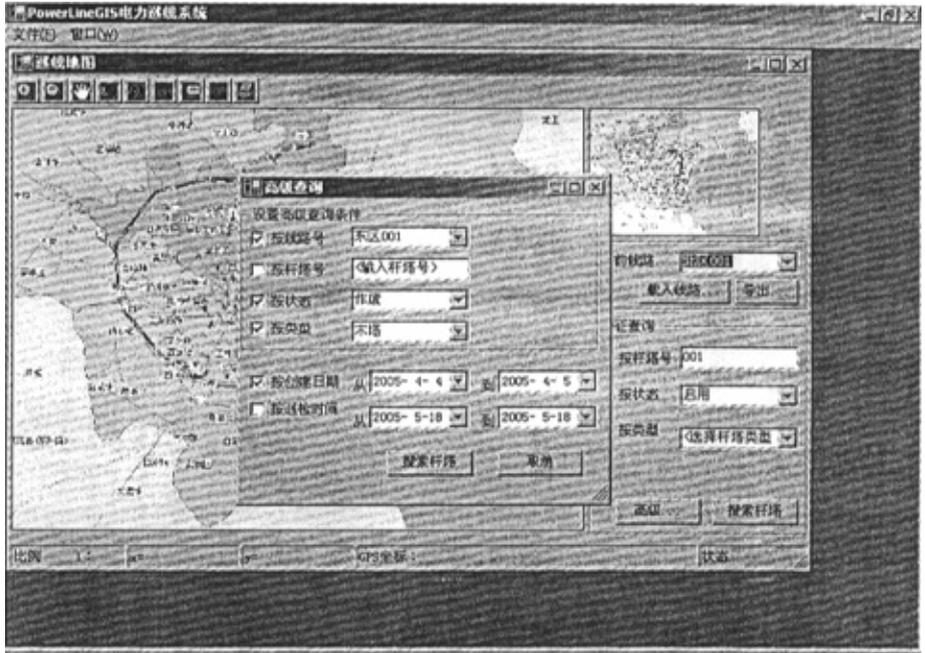


图 27 特征查询

第六章 结束语

6.1 系统评述

PowerLineGIS 巡线管理系统经过最初构思、系统设计和开发实现, 已具有基本的应用功能, 可初步满足电力系统的巡线要求。

系统在设计与开发时主要考虑了以下问题:

- ✓ 代码可重用——基于面向对象编程的思想, 类的封装尽量与平台无关, 应用继承与重载方法, 提高代码的简洁性与高效性;
- ✓ 系统的分层设计——采用分层设计整个系统, 分用户界面层、业务逻辑层、数据访问层、底层数据库四个层次进行开发, 使得整个开发过程逻辑清晰, 易于编码;
- ✓ 系统与 .net 平台的整合——整个桌面系统基于微软的 .net 平台, 开发语言使用 C#, 因此编译后的执行程序代码块不大, 只要在装有 .net framework 1.1 版本以上的台式机环境就可运行, 可以使用已有的 UCL (Unified Class Libraries, 统一对象类库);
- ✓ 系统的可扩展性——以上的开发特点决定了本系统很容易由 windows 窗体应用程序扩展为 ASP 应用程序, 由桌面 GIS 升级为 WebGIS, 甚至经过稍稍修改, 可直接应用提供位置服务或地图服务的网站的 Web Service, 从而实现地理信息与服务的数据交换和共享。

在开发过程我们遇到的最大问题就是没有找到 SHP 格式的成都市电子地图, 由于我们使用 ESRI 的 MapObjects2.0 控件 (该版本尚未具有 2.1 以上版本的对 CAD、VPF、StreetMap、Coverage 等地理数据格式文件支持的功能) 进行二次开发, 加之经费不足, 因此 PDA 上的个人导航功能暂时无法实现。对此, 我们选择了一种简单可行的方法, 就是自画地图的方式, 根据 GPS 接收器记录的若干空间地物的位置信息, 通过程序进行坐标转换, 绘制概要地图, 这种地图精度不高, 不能用于个人导航, 但可以达到电力巡线的基本需求。而桌面系

统的大部分功能的实现与验证均采用的是 SHP 格式的美国电子地图, 原理不变。

至于桌面与 PDA 的数据交换并没有想象的复杂, 完全采用 PDA 内置的 Microsoft ActiveSync 程序即可实现。

6.2 展望

借由网络的发展, 电子地图必将成为空间信息可视化传输与应用的标准, 图形化的

一、 ComGIS 和 WebGIS 的发展前景

纵观 GIS 发展的历程就是从分散到集中的过程, 从集成式 GIS 到模块化 GIS, 再到核心式 GIS, GIS 的发展逐渐形成组件化的标准形式—ComGIS 和 WebGIS。

ComGIS 基于标准的组件式平台, 目的就是实现各个组件之间自由、灵活的重组, 以及可视化的界面和使用方便的标准接口。

充分利用 Internet 和 WWW 技术的 WebGIS 在信息共享、平台无关、节省系统开销和技术复用方面具有得天独厚的优势, 其发展趋势是 GIS 和 Internet 技术结合与发展的体现:

- 1) 引入 GML 标准, 作为 GIS 领域信息共享和数据交换的基础;
- 2) 推广 OpenGIS (开放地理信息系统), 从数据到整个 WebGIS 的体系结构都注重其开放性、互操作性、可升级性和可扩展性;
- 3) 应用面向对象的分布式多空间数据库技术和数据仓库等技术进行一体化的空间数据管理与分析;
- 4) 结合移动通讯技术与嵌入式技术大力发展基于位置的服务。

二、 嵌入式 GIS 的发展前景

- 1) 整合服务导向：需求带动消费，消费推动市场，市场决定产品与服务内容。信息时代，通信与内容是受需求驱动的，消费者买的是服务，提高服务质量，开拓新的服务空间是制胜关键。
- 2) 轻薄短小人性化：产品体积更小，携带方便，价格更便宜，更大众化，执行力更强，如当前韩国正在普及的基于手机的定位服务。
- 3) 软硬件、网络、无线的整合：上网方式越来越多，传统的互联网，快速发展的无线网络，如何在已有设备资源的基础上整合新技术、新设施，更加方便人们的生活，需要相关人士的共识与创新。

三、 基于 PDA 的电力巡线管理系统的展望

基于 PDA 的电力巡线管理系统是典型的受用户需求驱动的系统,在系统的下一个开发阶段,将:

- 1) 桌面管理系统改进为 B/S 结构的基于 ASP.Net 的 Web 管理应用系统,相应的将巡线地图的传统桌面 GIS 管理方式改为 WebGIS 管理。而数据交互可以由 Web Service 或后台服务程序实现
- 2) 扩展 PDA 的功能,真正实现精确的 GPS 个人巡线导航;进一步利用 GPRS/ CDMA+WAP+GML 标准,实现 PDA 的无线上网和数据实时上传、下载,当然,这对软硬件设施的要求更高,而且需要一整套相关架构,如 WAP 掌上电脑、WAP 网关、WAP+WebGIS 内容 (/特征) 服务器等。

参考文献

- [1] 薛伟. MapObjects-地理信息系统程序设计. 北京: 国防工业出版社, 2004.
- [2] 刘光. 地理信息系统二次开发教程-组件篇. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [3] [美]Grady Booch 等著, 绍维忠等译. UML 用户指南. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [4] 绍维忠, 杨美清. 面向对象的系统设计. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [5] 郭胜, 秦岸等. C#.Net 程序设计教程. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [6] 远图开发室. 什么是组件式 GIS. http://www.telecarto.com/content/maincontent/s_intro/list.asp?id=42, 2001-6-29.
- [7] 钟耳顺, 宋关福等. GIS 组件化与组件式 GIS 研究.
- [8] 张衡. 嵌入式 GIS 技术之浅析. <http://www.blogdriver.com/gisdev/370642.html>, 2005-5-1.
- [9] “3S”简介. <http://www.863s.com/list.asp?unid=124>, 来源: 中华地图网.
- [10] GPS 介绍. <http://gps.4y.com.cn/intr/intr.htm>.
- [11] GIS 中的坐标系定义与转换. <http://www.863s.com/list.asp?unid=261>, 来源: 睿智测绘 2005-4-30.
- [12] gisant. 用 EXCEL 完成 GPS 坐标转换的简易方法. <http://www.gissky.net/blog/more.asp?name=gisant&id=2700>.
- [13] 边馥苓. 地理信息系统原理和方法, 1996, 北京, 测绘出版社.
- [14] 陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论, 1999, 北京: 科学出版社.
- [15] 龚健雅. 当代 GIS 的若干理论与技术, 1999, 武汉: 武汉测绘大学出版社.
- [16] 徐绍铨, 张华海, 杨志强, 王泽民. GPS 测量原理及应用, 1998, 武汉: 武汉测绘大学出版社.
- [17] 周忠谟, 易杰军, 周琪. GPS 卫星测量原理与应用, 1991, 北京: 测绘出版社.
- [18] 胡毓钜, 龚剑文, 黄伟. 地图投影, 1981, 北京: 测绘出版社.
- [19] 杜道生, 陈军, 李征航. RS GIS GPS 的集成与应用, 1995, 北京: 测绘出版社.
- [20] 吴高峰, 郑衍衡. Windows CE 环境下电子地图的研制. 计算机应用与软件, 2002, 10.
- [21] 周涛. webgis 技术的发展趋势, 科技情报开发与经济, 2003, 01.
- [22] 王继周, 李成名, 付俊娥, 林宗坚. 网络 gis 技术发展探讨, 遥感信息, 2003, 02.
- [23] 罗英伟, 汪小林, 马坚, 许卓群. 基于 gml 的 webgis 应用研究, 计算机工程, 2002,

07.

[24]杨宏业, 张跃. gps 定位数据压缩算法的设计与实现 电子技术应用, 2002, 12.

[25]何卫, 王保保. gps 与 pda 的串口通信研究 工业控制计算机, 2003, 11.

[26]薛嘉梁, 薛质, 李建华. 移动定位系统的实现原理和方法现代通信, 2003, 03.

[27]WAP 世界. WAP 技术.<http://www.wapschool.com/chinese/tech/wapis.shtml>.

[28]WAP 世界. WAP 系统的架构. <http://www.wapschool.com/chinese/tech/wapsys.shtml>.

致谢

三年时间转瞬即逝，回想过去的同身边的人一起工作、学习、生活的情景人就历历在目。

感谢导师常致全教授及师娘的教导和关怀，常老师严谨求实的治学精神、实事求是的工作态度、正直诚信的品格将一直激励我前进，无论在工作中还是学习中。

感谢杜中军老师给我的指导、关心、帮助和将理论化为实践的机会。

感谢好友杨春蕾、曾容华、周密对我的帮助和指点，大家一起开发项目的日子我永远不会忘记，这是我第一次参与团队开发，一起拼搏，一起战胜困难，能与你们共事，我非常幸运！

再次感谢好友春蕾，我们一起作这个毕业课题，真的是完全从头开始，在我遇到困难的时候，是你给予我大力支持和帮助，才能按时完成论文课题的研究。

感谢好友杨柳、李又玲，你们都是我非常重要的好朋友，能跟你们一起走过这三年的日子，我真的很幸运！

感谢所有关心和帮助我的老师和同学！

最后，谨将此文献给我的父母，感谢你们将我抚养长大，教我成人，无怨无悔的支持我，供我读书，你们是我最大的财富！

在读期间科研成果简介

在研究生学习期间，本人努力学习理论知识，积极参加工作实践，在实践中验证理论，以理论指导实践。

发表论文：

- 唐婷、常致全，《开放标准的数据交换协议与 LBS 平台开发》，《电脑开发与应用》，2005，1，31-32；

参与项目：

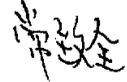
- 2003 年 9 月至 2004 年 5 月，参与开发敦煌凯腾电力管理信息系统；
- 2004 年 11 月至 2005 年 1 月，参与开发公安厅 IP 查询管理系统；
- 2005 年 3 月至 4 月，参与开发安全文档管理系统。

申明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得四川大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

本学位论文成果是本人在四川大学读书期间在导师指导下取得的，论文成果归四川大学所有，特此声明。

指导教师（签名）



学生（签名）

