

摘 要

WebGIS 在迅速发展的同时,其应用也遍及社会生活的各个领域,而数字化校园就是其中的一个重要应用方面。校园电子地图展示系统将 WebGIS 应用到校园信息管理之中,提供了一个网络化和空间化的信息管理平台,并以数字化的方式来展示校园。

本课题的目标是建立一个基于 MapXtreme 和 Oracle 数据库的校园电子地图展示系统,提供了集地图操作和用户管理于一体的多种功能。不同的用户拥有不同的电子地图操作权限。对普通用户来说,可实现对地图的放大、缩小、漫游、对象选择、全景图、图层控制、信息选择、半径选择、专题图层渲染等操作,实现对电子地图属性数据和空间数据的查询,通过用户输入想要查询的地物名称,可实现对地物对象的精确查询和模糊查询;对于管理员来说,除了具有上述操作功能外,还可实现对查询出的电子地图的属性数据进行修改,对数据库的数据不断更新。此外,管理员可实现对普通用户的添加、修改和删除操作。校园电子地图展示系统是在校园网基础上进行的设计,实现了通过浏览器就能方便的对电子地图进行各种操作。因此,系统的任何改动和升级对于一般用户都是透明的,便于系统的维护和管理。

经过多次运行、测试,基于 WebGIS 的校园电子地图展示系统的设计已达到预定目标,并能够实现电子地图的多种操作和信息查询等功能。

关键词: WebGIS, MapXtreme, Oracle 数据库, 校园电子地图

Abstract

The WebGIS has a rapid development and been applied to each domain of the social life, in which the digital campus is a essential application. The campus electronic map demonstrated system applies the WebGIS to the campus information management. it provides a information management platform of network and spatialization, demonstrating the campus in a digital way.

The topic goal is establishing a campus electronic map demonstrated system which providing many kinds of functions including map operation and user management based on MapXtreme and Oracle database. Different users have different operation functions, and ordinary user has map operation functions such as enlargement, reduction, roaming, object choosing, map layer control, information choosing, radius choosing, map special layer, inquiring the spatial data while the user selects the object and getting the attribute data while the user inputs the name of the object; Besides, the manager may update the attribute data inquired in the database. In addition, the manager can add, modify, delete user records. The campus electronic map demonstrated system is designed on the basis of the campus network platform, and the user has many kinds of operations on the electronic map facilitately through the browser. Therefore, any modification or promotion of the system is transparent for the ordinary user, advantageous for the system maintenance and management.

After many times tests, the design of the campus electronic map demonstrated system based on the WebGIS has achieved the predetermined target and has realized many functions such as the various operations and information inquiry of electronic map and so on.

Key words: WebGIS, MapXtreme, Oracle DataBase, Campus Electronic Map

西南交通大学

学位论文版权使用授权书


本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权西南交通大学可以将本论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复印手段保存和汇编本学位论文。

本学位论文属于

1. 保密□，在 年解密后适用本授权书；

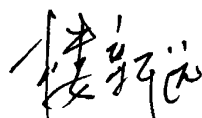
2. 不保密□☒，使用本授权书。

（请在以上方框内打“v”）

学位论文作者签名：

日期：2009.6.17

指导老师签名：



日期：2009.6.17

西南交通大学学位论文创新性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是在导师指导下独立进行研究工作所得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其它个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：李勇

日期：2009年 6月17日

第1章 绪论

1.1 课题背景及意义

在逐步进入以知识经济为特征的信息社会的过程中,制定合适的信息发展战略是极为重要的,发展信息产业和信息基础建设是其中的关键步骤,而数字化校园^[1]则是此过程中的一个重要应用方面。校园的信息化建设能够将学校的管理带入到一个网络信息化时代,以数字化的方式管理校园的生活、学习和工作。

数字化校园是指各个学校要以网络管理为基础,通过先进的信息化工具和手段,实现环境、资源、活动和生活的全部数字化,在开展教学、科研管理及对外通讯工作全过程中运用宽带、交互性和专业性的网络实现学校办学的数字化、信息化和智能化^[2]。在传统校园的结构基础上,创建一个数字空间以拓展现实校园的时间和空间维度,从而提升传统校园的工作和学习效率,扩展传统校园的普遍功能,最终实现教育过程的全面信息化。

当前 WebGIS 的发展极其迅速,其应用已渗入到社会生活的各个方面,形成了各种不同层次的应用格局^[3]。地理信息系统技术作为一种功能强大的工具,能够将地理数据进行获取、存储、分析和处理,并将几种不同的地理数据以多层次的联系构建成现实中的各种模型,具有很强的地理分析和空间数据管理能力,可以帮助解决多种复杂的问题,并提供需求分析、空间信息等决策^{[4][5][6]}。将此技术应用到校园建设中,对于提高学校教学、科研和管理水平,成为一个高效和灵活的组织,不断增强自身的竞争力、提供更优良的服务具有非常重要的意义。主要表现在以下几个方面:

(1) 能够比较全面地反映各类建筑物、标志物、人工湖、道路等设施的空间位置及它们之间的相互关系。

(2) 可以对校园中的各种设施进行有序的管理。提供了各种基础数据,并且能够快速、准确地对各类建筑物进行定位和查询。

(3) 能够对各种地物设施的信息不断更新和动态维护,极大的提高管理水平。

(4) 通过设置不同的访问权限,可以让用户根据自己的权限操作电子地图,并且电子地图的大部分操作都在客户端完成,极大的减轻服务器负担,提高平台的稳定性,降低了硬件投资。

(5) 对于新生, 尤其对于不熟悉校园的同学来说, 可以更快的熟悉和了解校园。

基于 Web 的校园地理信息系统的实现是基于 Web 的城市地理信息系统实现的技术基础, 是进而能够实现各种应用的技术先导。校园地理信息系统为学校提供电子地图的信息浏览与查询等功能, 并为各种教学资源统筹安排和建筑规划等提供辅助决策^[7]。

基于以上几个方面的考虑确定了本课题的主要研究内容, 并以西南交通大学九里校区的校园地图为背景, 重点研究了 WebGIS 技术和 Oracle 数据库技术在校园电子地图展示系统上的应用。

1.2 地理信息系统发展及优势

随着计算机技术、网络技术和数据库技术的发展及应用的不断深化, GIS 的发展呈现出新的特点和发展趋势, 基于互联网的 WebGIS 就是其中的发展方向之一。GIS 通过 Web 功能得以扩展, 通过 Web 发布地图、浏览空间数据、制作专题图等^[8]。在 Internet 上用户可以浏览建筑物中的空间数据, 进行各种空间信息检索和空间分析。

WebGIS 逐步普及且渗入到社会生活的各个方面。WebGIS 除了应用于传统的国土资源、环境等政府管理领域外, 也逐步应用于和人们生活密切相关的车载导航、移动位置服务、智能交通、抢险救灾、城市设施管理、现代物流等社会领域。地理信息系统同时管理地理空间信息和属性数据, 在城市规划、地下管线管理、市政设施、房地产、交通管理等领域有着广泛的应用价值。

随着电子政务和电子商务的发展, 实现多个地理信息系统之间的数据、软件、硬件和网络共享, 成为 GIS 应用发展的关键技术问题。这就需要将 GIS 的数据分析和处理功能放到服务器端, 通过客户端 (如 PC 机、移动终端) 的 Web 浏览器或应用软件来调用服务器端的各种功能, 来实现传统 C/S 结构所具有的功能, 最终使 B/S 结构取代 C/S 结构, 通过 WebGIS 应用服务器之间的相互操作和协同计算, 构建空间信息网格^[9]。

然而, 早期的 WebGIS 功能相对较弱, 主要应用于电子地图的发布和简单的空间分析与数据编辑等方面, 难以实现较为复杂的空间分析和图形交互应用, 无法取代传统的 GIS 应用, 在 C/S 结构中, 客户端与服务器端之间需要传输大量数据, 无法在 Internet 平台实现大规模的地理信息服务。

随着网络的发展, WebGIS 开始采用 CGI 方式。CGI 是连接应用软件和 Web 服务器的一种标准技术, 是对 HTML 功能的扩展。其程序简单, 但存在启动时间长、反复装载数据等缺点。而后 Applet, ActiveX 等技术相继被应用于客户端的开发。它们被嵌入网页中运行, 功能较强, 但与服务端耦合度高, 第一次运行要下载并安装相应程序。这对大部分用户是负担, 在操作过程中会处于长时间的等待之中。

与传统的 C/S 结构的 GIS 相比, WebGIS 具有以下优点^[10]:

(1) 访问的范围更广泛。客户可以同时访问多个服务器的最新数据, 而 Internet/Intranet 所特有的这一优势极大的方便了 GIS 的数据管理, 使分布式的多数据源的数据管理和合成更易于实现。

(2) 平台的独立性。无论服务器/客户机是何种机器, 无论 WebGIS 服务器端使用何种 GIS 软件, 使用通用的 Web 浏览器, 用户可以透明地访问 WebGIS 数据, 在本机或某个服务器上进行分布式部件的动态组合和空间数据的协同处理与分析, 实现远程异构数据的共享。

(3) 降低系统的成本。WebGIS 在客户端通常只需使用 Web 浏览器 (有时还要加一些插件), 其软件的成本与专业 GIS 软件相比明显要节省。另外, 客户端的简单性也能够节省维护费用。

(4) 操作简单。广泛推广 GIS 系统, 使它不再局限于受过专业培训的专业用户, 能够为广大的普通用户所接受, 最好的选择就是通过使用 Web 浏览器, 降低对系统操作的要求。

(5) 负载的平衡。WebGIS 能充分利用网络资源, 将基础性、全局性的较大的数据量的处理交由服务端执行, 对数据量较小的简单操作则由客户端直接完成。这是一种较理想的优化模式, 能够灵活合理的分配服务器端和客户端的网络流量。

1.3 国内外研究现状

基于地理信息系统的电子地图是计算机技术同传统地图制图理论相结合的产物, 它的问世将地图的应用范围扩展到了更加广阔的领域, 从政府决策到市政建设, 从知识传播到企业管理, 从移动互联到电子商务等, 都离不开基于电子地图的应用和服务。

目前, 国外电子地图产业化已日渐成熟, 在整个社会的要求和推动下, 政府、私营企业和各种非赢利性团体均开始生产各种电子地图, 电子地图开始被标准化、公开化和网络化。在美国, 电子地图已成为电子政府的重要组成部分之一, 电子地图的产业化十分成熟, 提供成熟的 IT 解决方案。在日本, 基于电子地图的产品随处可见, 技术十分成熟, 应用程度也很深入。在欧洲, 地理信息的用户已普及到广大公众, 用户访问和处理地理信息不需要事先对地理信息系统有很多的了解。在北欧的芬兰、瑞典等国家, 不仅国家级电子地图产品已经搬上国际互联网, 其它多媒体电子地图产品的应用也十分发达。同国外相比, 国内的电子地图产业化还处在探索阶段, 当前国内电子地图市场日渐明显的供需矛盾, 加快电子地图产业化是解决这一矛盾的最好途径^[1]。

近年来校园地理信息系统不断发展, 将 WebGIS 的空间管理和空间分析技术与传统的数据库管理信息系统相结合, 能够解决常规管理方法难以解决的许多问题。

建设校园地理信息系统需要多方面的支持和配合。一方面它需要学校内部多方面相互配合, 完善和调整好学校的内部管理机制; 另一方面, 在实际的建设过程中应当全局统筹规划、按部就班分期进行。因此, 校园地理信息系统应该首先规划出分类管理模块, 然后逐步实现每个模块的功能, 并且在实际操作过程中, 还要考虑各个模块间的相互关系和信息交互, 实现系统化管理。

WebGIS 可实现校园可视化和资源共享, 并进行其他多种操作。开发人员可以把 WebGIS 技术与其他相关技术相互集成, 来实现 WebGIS 技术最大化利用, 把 WebGIS 技术和 Oracle 数据库相结合来开发电子地图系统, 使用 Oracle 数据库管理学校的属性信息和空间信息并实现各种信息的查询, 既提高了校园有限资源的使用效益, 又大大提高了工作效率。

当前校园中有许多建筑物、标志物、人工湖和道路等设施, 这些设施中除了拥有它们各自的属性信息以外, 都具有与地理坐标有关的空间信息。要对如此大量的属性信息和空间信息进行管理, 工作量将是十分巨大的。所以建立校园地理信息系统并且将其应用于实际生活中, 能够改变目前部分无序和工作繁重的人工管理状态, 减少大量的人力、物力和财力的投入, 为电子校园的管理准确地提供了各种资料。并能够给校园的建设提供理想环境, 使大家充分利用学校的网络资源进行学习、工作和生活等。

1.4 课题主要研究内容和论文结构

1.4.1 课题研究的主要内容

在介绍 WebGIS 国内外研究现状的基础上, 本论文运用 WebGIS 和 Oracle 技术对校园电子地图展示系统进行研究, 并取得了一定的成果。论文以 Mapinfo Professional 6.0 作为电子地图前期图层绘制工具, 以 Oracle 8i 为后台数据库, 以 MapXtreme for Java4.8.0 作为后台 Web 和应用服务器, 以 JSP 编写动态网页。本文主要有以下几个方面的研究:

(1) 校园电子地图矢量化研究

在整个系统的设计过程中, 栅格地图的矢量化是整个系统设计的基础, 并且为整个电子地图系统功能的设计提供了地图数据支持。在电子地图矢量化的过程中, 通过将下载的图片地理配准后, 作为矢量化整个地图的底层, 在此基础上根据自己的需要和各类建筑设施性质的不同, 将整个电子地图划分为不同的图层。

(2) 校园电子地图数据库的设计与研究

根据系统要实现的功能来对整个数据库进行详细的设计, 在地图矢量化的过程中, 电子地图的表结构也已同步建立, 并且以 TAB 文件的方式将数据保存起来, 可通过 Mapinfo 中的信息工具将数据添加到数据表中。然后将地图数据上载到 Oracle 数据库, 完成 Oracle 数据库中各表的建立, 并对数据进行管理。用户使用不同的访问权限来对电子地图进行操作, 通过创建普通用户管理表和管理员表来实现对不同权限用户的管理。

(3) MapXtreme 作为二次开发平台的研究

通过研究 WebGIS 的部署方式和对各种开发平台的比较, 选择 MapXtreme for Java 作为 WebGIS 的二次开发平台, 使用瘦客户端方式对系统进行设计, 以此实现电子地图的多种操作功能。在整个系统的开发过程中, MapXtreme 自带的开发包中有大量的 MapJ API 可实现对地图的全方位控制。在此当中, 所有应用程序的起点为 MapJ 对象组件, 它提供了通过 MapXtremeServlet 或通过其本身来创建地图的界面。

1.4.2 论文的结构安排

本文的研究内容主要是以 MapInfo 的 MapXtreme Java Edition 4.8.0 为平台,

以 MyEclipse6.0 为开发工具，以西南交通大学九里校区的电子地图为基本地图数据，实现校园电子地图的网上发布，并对系统功能的实现进行了详细的阐述。全文共分五章。

第一章 绪论。叙述了课题的背景和意义，概述了地理信息系统的发展状况及当前国内外研究现状，并且对本课题研究的主要内容及论文的结构安排进行了简要的介绍。

第二章 系统的功能描述及开发平台选择。对系统的功能要求和体系结构进行了详细的介绍，对系统所要采取的方案进行比较和选择，并且对地图开发过程中所用到的平台进行了最终的选取。

第三章 电子地图展示系统的设计。对整个系统的具体设计过程进行了详细的研究，包括电子地图矢量化的过程、电子地图数据的上载、Oracle 数据库的建立以及页面布局等方面。并且对电子地图各操作模块的设计及系统开发过程中涉及的关键技术进行了详细的研究和描述。

第四章 电子地图展示系统的实现。首先对整个系统的环境配置及开发中的关键问题进行了详细的介绍，然后对电子地图绘制完成及系统实现的各操作功能辅以图片的形式进行了展示。

最后对本论文的整体内容进行了总结，对当前工作提出了尚待改进的地方，并且对今后的研究工作提出了新的要求。

第2章 系统的功能描述及开发平台选择

2.1 系统的功能要求及体系结构

2.1.1 系统的功能要求

(1) 校园电子地图展示系统给用户提供了可视化的操作界面，使用户能够以图形化的方式对电子地图进行操作、管理和查询各种数据。

(2) 系统提供了模糊查询和精确查询两种方式对各地物设施的空间数据和属性信息进行查询，以使用户直观的了解地物设施的具体位置、分布及空间关系。

(3) 可以对地图进行放大、缩小、漫游、图层控制、全景图等具体操作来满足用户的多种需求。

(4) 用户选择对象后将其显示出来；选中某区域后，能够将该区域内的对象显示出来。

(5) 点击不同的建筑物，能够将该建筑物的属性信息显示出来。

(6) 根据某一图层建筑物的属性特征，以专题图层的形式将其表示出来。

(7) 管理员可实现对普通用户的管理，并且可以对查询到的数据进行修改，实现对数据库中的数据不断更新。

2.1.2 系统的体系结构

本系统的体系结构主要由客户端浏览器、Web 服务器、MapXtreme 地图应用服务器和空间数据库四部分组成^[12]。WebGIS 应用模型示意图如图 2-1 所示：

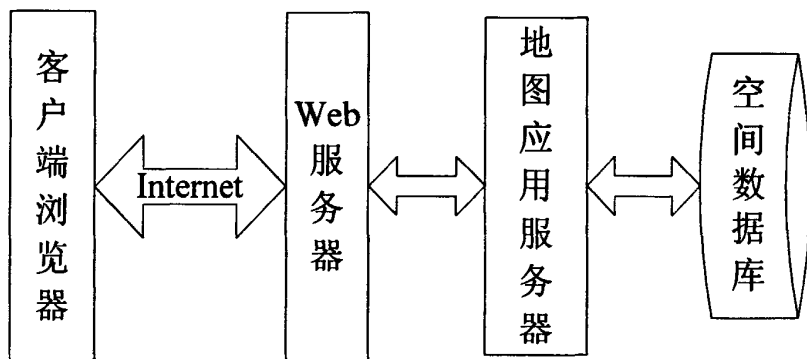


图 2-1 系统结构示意图

各部分的作用及相互关系如下：

客户端浏览器：向服务器端提出空间数据服务的请求，根据服务器端返回的数据进行处理和显示，客户端也可以向 Web 服务器请求属性数据的显示。

Web 服务器：接受客户端的 GIS 服务请求和其他用户属性数据的服务请求，把请求传递给地图应用服务器处理，最后将结果返回给客户端浏览器。

MapXtreme 地图应用服务器：是作为操作系统的后台进程而存在的。主要由 JavaBean 和 Servlet 组成，帮助地图完成各种功能。提供应用服务器的各种服务，用来完成空间数据的主要逻辑及业务流程的处理。

数据库服务器：提供空间数据和属性数据的存取与管理，而且能够根据应用服务器的请求，提供各种数据服务。

根据图 2-1 所示，系统中地图部分的具体实现过程如下：客户端浏览器通过网络向 Web 服务器提出空间数据服务的请求，并将请求的数据显示出来。Web 服务器接受客户端的 GIS 和属性数据的服务请求，通过一系列业务逻辑处理之后向应用服务器提出地图渲染的服务请求，应用服务器从空间数据库获取图像，通过 Web 服务器将图像发送到客户端。

在实际的操作过程中，主要流程为：

(1) 用户向 Web 服务器提出应用服务的请求，Web 服务器接受客户端的服务请求后，根据不同的请求类型发给不同的业务处理模块。

(2) 各处理模块根据获得的请求与相关数据库连接，进行一系列业务处理后，将生成的结果发送到界面处理模块。

(3) 界面处理模块采用 JSP 和 HTML 相结合的动态网页生成技术，结合 JavaScript 技术返回给 Web 服务器用户所需的网页及相关的信息。

(4) 用户根据服务器返回的相关信息，对数据进行操作和管理。

所以，在地图应用服务器的工作方式下，服务器端存放所有的地图数据和应用程序，客户端只需提出服务请求，服务器端完成所有的响应。因此，所有的维护工作只需在服务器端完成即可，在很大程度上能够减轻维护系统的工作量。

2.2 系统开发平台的比较及选择

本系统详细介绍了系统的功能要求和体系结构，主要采用 B/S 结构的开发模式。但是平台和开发技术的选择对整个系统的开发也很重要。

2.2.1 J2EE 开发平台

J2EE 是 Java 公司推出的一个完整的开发平台。J2EE 是 Java2 PlatForm Edition 的缩写, 是 SUN 公司提出的一种分布式企业级应用开发的技术架构。Java2 平台共有以下三个版本: 适用于小型设备和智能卡的 Java2 平台 Micro 版 (Java2PlatformMicroEdition, J2ME)、适用于桌面系统的 Java2 平台标准版 (Java2PlatformStandardEdition, J2SE)、适用于创建服务器应用程序和服务的 Java2 平台企业版 (Java2PlatformEnterpriseEdition, J2EE)。J2EE 是面向企业级应用的分布式体系规范^[13]。

J2EE 最主要的思想, 就是把事务处理、安全、容错和数据源封装等众多通用功能抽象出来, 形成各种各样的中间件。在中间件的基础上, 用户开发的专注于业务逻辑的构件可以运行^[14]。J2EE 技术能够在分布式计算领域中得到较快的发展^[13] ^[15]。它提供了多种应用需求, 而这些应用需求都是其利用自身提供的中间层集成框架来实现的, 以便满足高可用性、高可靠性以及可扩展性的应用需求。

事实上, Sun 设计 J2EE 的初衷主要是为了解决两层模式(C/S)所带来的弊端, 在传统的模式中, 虽然第一次部署时比较容易些, 但是在客户端有过多的业务逻辑会显得“胖”并且也不利于维护、改进和升级, 可伸展性也不强, 基于某种数据库协议, 使得业务逻辑和界面逻辑的重用性比较困难。而现在符合 J2EE 标准的产品基本上能够克服上述的不足, 成为在大型企业应用集成项目中最主要的选择。

2.2.2 WebGIS 应用模式及平台的选择

2.2.2.1 WebGIS 应用模式的比较和选择

本系统的开发是基于 WebGIS 模式的, 因此在系统开发之前确定 WebGIS 的开发模式是非常重要的。根据系统客户端是否存在大量的业务逻辑, 可以将 WebGIS 的应用模式分为: 瘦客户端, 中等客户端以及胖客户端^[16]。

在瘦客户端部署模式中, 客户端并不需要安装任何软件或编写多余的 Java 代码, 只需有能够浏览网页的 Web 浏览器即可, 而且所有请求响应都在服务器端执行, 服务器端通过 Servlet 向客户端提供栅格图片, 但是开发这种类型程序的关键在于如何在服务器端产生网页。

在胖客户端模式中，电子地图是以矢量地图的形式传输到客户端的 Java 小程序中，下载后才能进行浏览。因此从远程数据库中获得的对象和电子地图各种功能的处理都集中在客户端 Java Applet 上。由于增加了 Java Applet 的下载时间，若要把数据快速的传输到每个客户端就需要非常高的带宽，所以这种方式比较适合高带宽的内部网。

而中型客户端模式，它是介于胖客户端和瘦客户端之间的一种应用模式，一方面它和胖客户端类似，这种类型的客户端浏览器网页里也包含有 Applet 下载控件，需要客户机浏览器中有 Java 解释器；另一方面它又和瘦客户端接收数据的方式有点相同，接收到的也是栅格地图而不是矢量地图。

以上三种 WebGIS 的应用模式的性能比较如表 2-1 所示^[17]：

表 2-1 WebGIS 应用部署模式性能比较表

	传输的图像类型	传输的速度	对环境的要求	设置的难易度
瘦客户端	栅格图	快	无	容易
中型客户端	栅格图	中等	有	中等
胖客户端	矢量图	慢	有	困难

如表 2-1 所示，瘦客户端模式与其它两种 WebGIS 应用模式相比，数据传输速率最快，而且对于系统的部署和升级来说，只需在服务器端更新文件即可，不用考虑客户端，因此重点都放在了服务器端，所以，实现起来比较简单。

而且瘦客户端模式的客户端对所需的 Java 环境没有特别的要求，因而客户端不用安装其他软件就可浏览页面。虽然瘦客户端在交互性方面比较弱，但是使用客户端的 JavaScript 脚本语言就能够很好的增强系统的交互性。综合系统的多方面考虑，最终选择瘦客户端模式作为 WebGIS 的应用部署模式。

2.2.2.2 WebGIS 开发平台的比较和选择

对于开发一个 WebGIS 应用系统来说，选择合适的地图应用服务器是非常重要的。当前环境下，比较流行的 WebGIS 平台主要包括 MapInfo、GeoStar、ARC/INFO 和 Geomedia 等平台^[18]。其主要功能和特点的比较情况如表 2-2 所示：

表 2-2 WebGIS 平台性能对比表

WebGIS 平台	支持组件技术	支持 Java 开发语言	支持关系数据库	主要用户数量	性能状况
ARC/INFO	是	是	是	多	优秀
MapInfo	是	是	是	多	优秀
Geomedia	是		是	较少	优秀
GeoStar	是	是	是	较多	中等

经过表 2-2 多种 WebGIS 平台性能的对比后，选择 MapInfo 的 MapXtreme for java 作为本系统的主要开发平台，主要基于以下几个方面^[19]：

- （1）MapXtreme for Java 是一个是面向对象的纯 Java 开发工具，具有很好的跨平台性，各组件很灵活，能够很容易的扩展应用程序。并且使用自带的 Tomcat 作为 Web 服务器，能够很好的和其它 Web 应用结合在一起。
- （2）MapXtreme for Java 采用的是客户端、客户端 / 服务器以及服务器的三层结构。在 MapXtreme 的工作过程中，只要客户端提出服务请求，所有的响应均可在服务端完成。因此，所有的地图数据及其应用程序都存放在服务器端。由此可见，客户端不需进行任何系统和数据的维护，只在服务器端进行维护，极大的节省了系统维护的工作量。
- （3）基于对象模型结构，能够方便的对地图进行显示、查询和分析。而且 MapXtreme 可以将地图栅格图片嵌入到 HTML 输出到用户浏览器，因此，任何浏览器都能够对 MapXtreme 生成的地图进行浏览。
- （4）MapXtreme 支持多种数据库，能够对带有空间查询模块的数据库进行访问，其中包括 Oracle 数据库。

2.2.3 MapInfo 地理信息系统平台

MapInfo 地理信息系统平台作为一个图形—文字信息完善结合的软件工具，能将所需要的信息资料形象、直观地与地理图形紧密地联结起来，提供大量常用的分析和查询功能，将结果以图形的方式显示出来。

对于图形的输入和输出，MapInfo 也提供了强有力的支持。使用 MapInfo 软件也可对扫描仪、数字化仪输入的数据信息进行处理。MapInfo 可与当前国际流行的多种数字化仪进行连接，利用其相应的硬件支撑平台，MapInfo 在灵活的调整了自己的版面内容和相对比例之后，可以通过彩色绘图仪、打印机输出任

意比例的图形、电子表格、图表或图例，并且可以直接将窗口中显示的矢量地图转成 bmp 文件或者 Metafile 文件。

MapInfo Professional 6.0 是一套强大的基于 Windows 平台的地图化解决方案，提供了强大的数据维护、可视化、数据展现、输出能力和良好的可用性等能力。利用 MapInfo Professional，设计者和开发人员可以方便地将数据和地理信息的关系进行直观的展现。

由于本系统要对电子地图进行多图层矢量化与维护工作，综合多方面考虑，最终选用 MapInfo 公司的 MapInfo Professional 6.0。

2.2.4 MapXtreme for Java 地图应用服务器

MapXtreme for Java 是一个基于网络技术和 J2EE 技术相结合的 WebGIS 地图应用服务器，通过对 MapInfo 和 MapX 各种功能的集成而形成，信息管理员只需在服务器端安装 MapXtreme for Java，并对其进行编程和管理，用户即可使用 Web 浏览器对 MapXtreme for Java 进行访问，并能够得到它所提供的 GIS 的各种功能，如：电子地图的显示、放大、缩小、漫游、制作专题地图、进行地理分析、对地图上信息和各种连接进行访问等功能。

由 MapXtreme for Java 构建的系统主要可分为以下三个层次结构：最上层是 Internet 技术，最底层是 MapInfo Professional 和基于 OCX (ActiveX)的 MapX 组件技术，处在中间层部分的是 MapXtreme for Java，它采用了多种新技术，作为服务器端的新一代电子地图应用服务运行模式，最主要的模式包括：内置开发模式、进程调度器、分布应用模式等^[20]。

MapXtreme for Java 主要由四个主要部分构成，包括：MapXtremeServlet、MapJ 对象、Renderers（渲染器）、DataProviders（数据提供方）^[21]。它们各自的功能分别为：

（1）MapXtremeServlet 是 MapXtreme Java 中提供的地图绘制服务器，是整个应用系统中地图服务的提供者，该服务器处理 3 类客户机请求：①对矢量地图数据的请求，②对栅格地图数据的请求，③对图元文件数据的请求。

（2）MapJ 位于 MapXtreme 客户机 API 的最顶层，具有以下两个主要功能：①可以与不同类型的渲染器和数据提供方协同工作；还可以独立工作，直接获取地图数据并生成地图图像②对地图的各种状态进行维护和管理。

（3）Renderer 是能够生成返回给客户端地图数据的组件，能够显示地图数

据,它主要有以下 5 种类型的渲染器^[22]:

LocalRenderer 、 CompositeRenderer 、 MapXtremeImageRender 、 IntraServletContainerRenderer 和 EncodedImageRenderer。

(4) Data Provider 是在 MapJ 对象和地图数据之间的关键中间部分。作为 MapJ 组成部分中的每个图层对象均有其自己的内部数据提供方。数据提供方主要用来访问数据源并返回相应的向量数据。而且,数据提供方也会在 MapJ 使用 LocalRenderer 渲染时被调用。

MapXtreme for Java 担负着 GIS 方面所有的操作和分析,而且它基本上不会改变服务器端原有的有关 GIS 方面的系统函数。所以这种模式的运行将会使得服务器的资源利用率达到最大化,充分发挥服务器的最大效能。

2.2.5 空间数据管理方式及操作工具的选择

2.2.5.1 WebGIS 空间数据管理方式

随着面向对象技术和对象关系数据库技术的发展,数据库的数据表达能力大大增强。几乎当前流行的所有数据库系统都支持复杂的数据类型,在使用数据库的同时,也能够对地理实体的属性数据和空间数据进行存储和管理,这种管理方式还有利于 GIS 开发人员能够集中主要精力进行 GIS 专业方面的研究,而不受数据库的存储问题影响。因此,完全数据库存储模式成为大家所认同的模式。

WebGIS 系统是对地理空间对象数据进行处理的系统,在描述一个地理空间对象时,属性数据和空间数据二者结合在一起对地物的描述才是最完整的描述,两类数据中的任何一类数据的操作将会影响相关的另一类数据。因此,对这两类数据进行有效地存储和管理是解决 WebGIS 最基本的技术问题。

地理空间数据的存储模式虽然经历了诸多发展阶段,但是,地理信息系统对空间数据和非空间属性数据的管理有很大的区别,这主要由空间数据本身的特点决定的。按照空间数据存储和管理方式的不同,地理信息系统的数据组织管理方式可分为以下几类^[23]:文件系统的管理方式、文件系统与数据库系统相结合的管理方式、扩展关系数据库的管理方式和空间数据库的管理方式四种方式。各种数据的组织方式结构示意图如图 2-2, 2-3, 2-4, 2-5 所示:

由于数据库技术的极大发展,GIS 系统中将空间数据与属性数据统一组织管理的需求极为广泛,使得完全的数据库存储模式成为必选,用单一空间数据

库型 GIS 实现空间数据和属性数据的一体化管理既能够有效的降低系统管理的复杂性，又可充分利用目前大型商业数据库的优势，实现分布式结构、多源数据库连接和多用户等功能。因此空间数据库是 GIS 领域的系统应用和开发研究的主要数据管理方案。

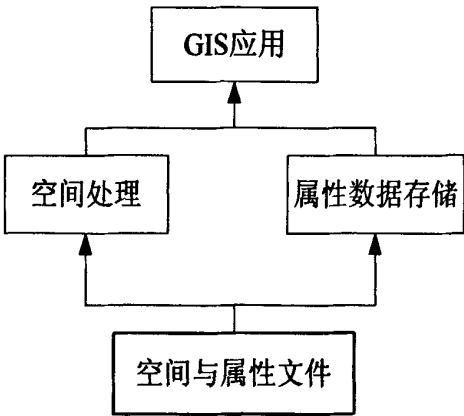


图 2-2 文件系统方式

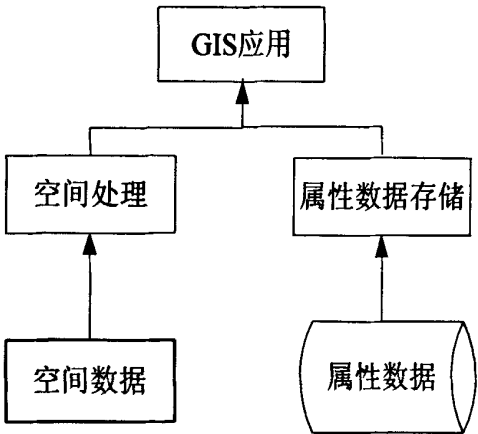


图 2-3 文件与数据库相结合方式

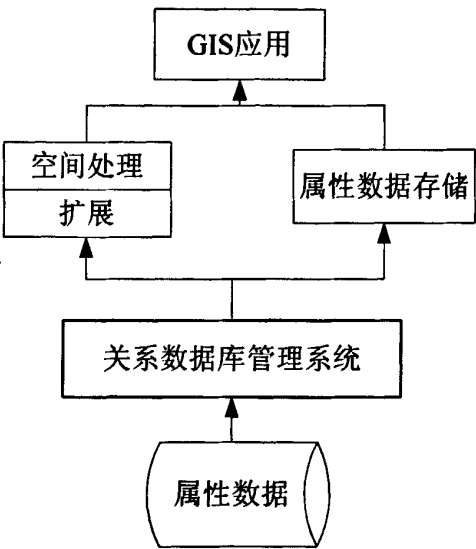


图 2-4 扩展关系数据库方式

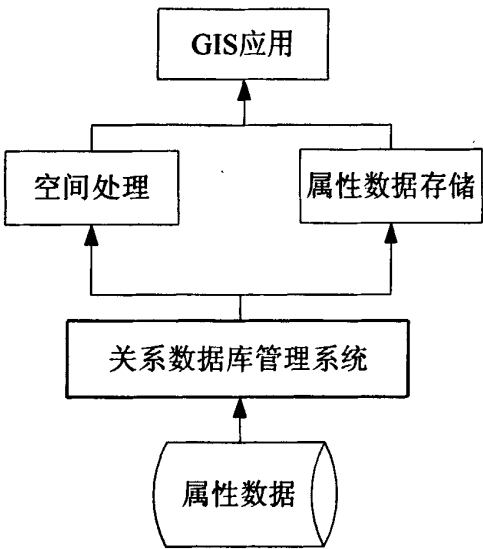


图 2-5 空间数据库方式

通过以上分析，作为面向应用的 WebGIS 关键技术的一部分，选择一个高效的空間数据库管理平台对提高 WebGIS 的整体效率是必要的。虽然高版本高性能数据库效率高，但是在运行中占用太多的系统资源。就本系统而言，根据系统需求和 PC 机状况，选择占用内存较小的数据库来存储本系统的数据，本设

计采用了以支持空间数据的对象关系数据库——Oracle 8i 数据库管理系统对数据进行存储和管理，其数据的存储管理为图 2-5 所示的数据组织方式。

2.2.5.2 Oracle Spatial 空间数据的存储模型

空间数据库对数据进行管理采用的是 Oracle8i 数据库和它的插件 Oracle Spatial 对后台数据进行组织的，Oracle Spatial 具有空间分析和海量数据存储的能力对空间数据进行管理，MapInfo DBMS 对其中的空间数据的流动进行控制，Oracle Spatial 具有数据集中存储、节约服务器资源和减轻客户端负荷的优点，从而大大的提高了整个系统的应用能力。

Oracle Spatial 是函数和过程的集合，这些函数和过程能对数据库中的空间数据进行存储、检索和有效的分析。Spatial 包括下面几个部分：方案(MDSYS)规定了支持的几何数据的存储、语法和语义；一种空间索引机制；空间算子和空间函数，主要用来实现用户对区域的空间查询和空间分析的操作；一组管理工具。

Oracle Spatial 支持两种空间数据的机制或模型^[24]：对象—关系模型(Object-Relation Model)和关系模型(Relation Model)，一般情况下选择对象—关系模型。

关系模型：用多行记录和多个字段所构成的一张表来表示和说明一个空间实体对象。

对象—关系模型：在传统的关系数据库的基础上对面向对象的机制进行了扩展，它的存储结构的主要变化在于增加了名为 SDO_GEOMETRY 的对象数据类型来存储几何实体，其他字段可以用来存储属性数据，从而实现了空间数据和属性数据的一体化存储。

在使用一个单列类型 MDSYS.SDO_GEOMETRY 的表的过程中，会将每个几何实体的实例存储在一行记录中。对象—关系模型与地理空间要素的规范中的“带有空间几何体类型的 SQL”实现是相互对应的。MDSYS.SDO_GEOMETRY 是一种对象类型，创建空间索引就是对该类型字段进行的。这样不仅使空间数据在 Oracle 数据库中的存储成为可能，同时还可以将地理信息中的空间算子和空间分析集成到数据库中，并通过结合 Oracle 数据库自身所具有的特点，来对空间数据进行有效的管理。

要对空间数据进行查询分析等操作，首先要了解数据库中空间字段的具体内容，MDSYS.SDO_GEOMETRY 对象类型被定义为：

```
CREATE TYPE SDO_GEOMETRY AS OBJECT(  
    SDO_GTYPE  NUMBER,  
    SDO_SRID   NUMBER,  
    SDO_POINT  SDO_POINT_TYPE,  
    SDO_ELEM_INFO  MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY,  
    SDO_ORDINATES MDSYS.SDO_ORDINATES_ARRAY);
```

其中, SDO_GTYPE 表示空间数据元素的类型; SDO_SRID 用来描述空间数据元素使用的坐标系统; SDO_POINT 用来存储点元素, 若要进行存储的空间元素是线或面, 那么该项为空, 否则该项就用来存储点元素的坐标; SDO_ELEM_INFO 用来描述线和面元素的坐标的存放顺序, 点元素的该项为 NULL; SDO_ORDINATES 用来存储线和面元素的空间坐标, 点元素的该项也为 NULL。

对象关系模型和关系模型两种形式的主要区别为: 对象关系模型下用属性列来存储实体对象; 而关系模型下用二维表来存储实体对象, 主要用于分布式数据库中。

对空间图层来说, Oracle 数据库中的空间数据按照空间图层、几何图形、元素来分层组织。空间图层由几何图形构成, 而几何图形是由元素来构成的。在 Oracle spatial 中支持的元素包括: 点、直线、曲线、复合线、自相交线、多边形、复杂多边形和复合多边形(中空多边形、并列多边形)等^[25]。

在 Oracle spatial 中对空间数据的查询分为两步: (1)根据条件检索出要查询内容的范围, 在服务器端完成; (2)在第一步所查询的范围中进一步检索, 找出所要查询的空间数据, 在服务器端或客户端进行^[26]。

2.2.5.3 Oracle 数据库前端操作工具 Toad

在 Oracle 应用程序的开发过程中, 访问数据库对象和编写 SQL 程序都是乏味且耗费时间的工作, 对数据库进行日常管理也需要很多 SQL 脚本才能完成。Quest Software 为此提供了高效的 Oracle 应用开发工具----Toad (Tools of Oracle Application Developers)。使用 Toad, 用户可以通过一个图形化的界面快速访问数据库, 完成复杂的 SQL 和 PL/SQL 代码编辑和测试工作^[27]。

当点击一个单独的数据库对象, Toad 立即显示此对象的详细信息, 并且不会出现 Oracle 界面操作过程中的那些小错误。输入帐户和口令, 连接好数据库后, 它的图形化操作界面如图 2-6 所示:

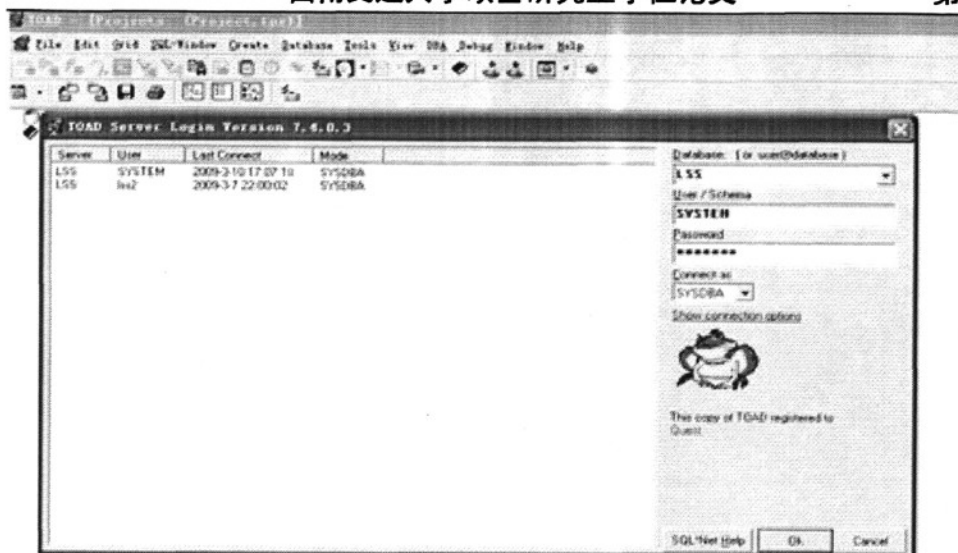


图 2-6 Toad 连接及操作界面

2.3 系统主要开发平台

通过对前面几节开发平台的介绍、分析和研究，选出适合本系统的开发平台，详情如下：

(1) 系统硬件平台

WEB 服务器、应用服务器、数据库服务器、客户端都采用内存高于 1G 的普通 PC 机。

(2) 系统软件平台

系统软件平台包括操作系统、Web 服务器、应用服务器、数据库管理系统、系统开发工具等。选择情况如下：

操作系统： Microsoft Windows XP 操作系统。

电子地图制作工具： MapInfo Professional 6.0。

地图数据上载工具： MapInfo Professional 6.0 工具管理器中的 EasyLoader。

应用服务器： MapXtreme Java Edition 4.8.0 地图应用服务器。

Web 服务器： MapXtreme Java Edition 4.8.0 自带的 Tomcat 5.5.17 Web 服务器。

数据库服务器： 带有空间数据引擎的 Oracle 8i 数据库，客户端操作工具为 Toad 7.4。

系统开发工具： MyEclipse 6.0。

2.4 本章小结

本章首先对校园电子地图展示系统的功能要求和体系结构进行了分析和研究，对系统开发过程要采取的方案进行了比较和选择；对 J2EE 技术架构体系进行了介绍，并且对地图开发过程中用到的 WebGIS 平台进行了分析和选择；接着对数据存储所用到的 Oracle 数据库的相关知识及技术做了主要的介绍；而后对系统的开发平台做了最终的选取。

第3章 电子地图展示系统的设计

3.1 电子地图操作功能模块的划分

本系统实现电子地图的多种操作功能,主要包括电子地图的漫游、放大、缩小、全景图、初始图、信息选择、图层控制、对象的选择、半径选择、空间数据和属性数据的查询以及专题图层渲染等。以上各功能在系统中都有相应的按钮图标和状态提示。

全景图显示:通过调整地图在整个地图窗口中的显示,能够看到电子地图在整个区域中的全貌。

放大:在地图画面上的任意的一点单击,电子地图会以该点为中心放大地图为原来的一倍。

缩小:在地图画面上的任意的一点单击,电子地图会以该点为中心缩小地图为原来的一半。

漫游:也就是拖动的功能,在地图上任意一点单击后,并继续按住鼠标的左键不放、拖动,地图会随着鼠标拖动的方向移动。

初始图显示:用户浏览网页时,最初打开的电子地图的默认状态。

信息选择工具:如果选中的是可选择图层的对象,则窗口将显示与该点处的地图对象及相关的属性。

图层控制:通过图层控制选项,根据用户的需求,选择不同的图层来浏览地图。

对象选择:用户在电子地图上点击一下,系统会将包含该点的地物信息显示出来。

半径选择:在鼠标点击的第一点为圆心,按住左键并拖动鼠标不放,直到用户满意的位置点抬起左键,以这两点之间的距离为半径形成一个圆,在该圆区域范围内的对象将会在地图上面显示出来。

信息查询:用户输入要查询的数据,通过精确查询或模糊查询,连接后台数据库,将能够得到用户需要的信息,并且能够将查询到的结果显示出来;用户点击地图上的对象,将该对象的属性信息显示出来,并能对其修改。

专题图层:点击该按钮,将会以选择的某个图层的某个属性为基础,根据属性的不同以不同的颜色在地图上显示出来。

系统的功能模块划分示意图如图 3-1 所示：

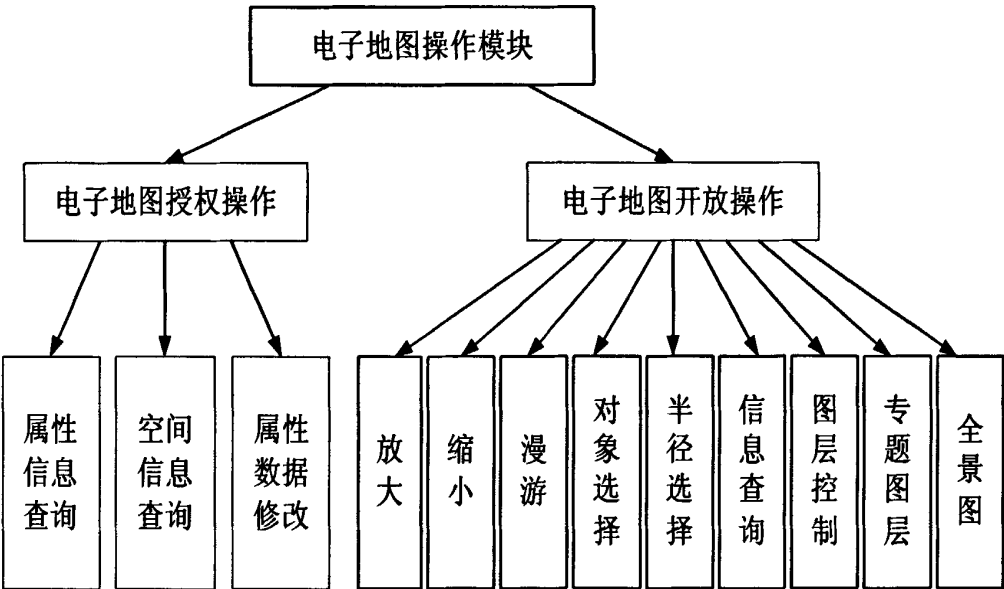


图 3-1 系统功能模块划分示意图

3.2 数据库配置及结构设计

3.2.1 Oracle 数据库的存储配置

本系统数据库信息由地图信息和用户管理两个模块构成，系统的设计以不同的应用进行划分。地图信息管理模块用 Oracle 数据库的空间管理模块对空间数据进行管理，用户管理模块使用的是关系数据表来存储数据。

Oracle 数据库建立的数据表包括两个方面：用户管理表；TAB 文件导入到 Oracle Spacial 后建立的数据表。这两方面的数据表的建立都和数据库安装过程的详细情况有着密切的联系，因为在使用数据库的过程中，要用到数据库的系统标志符即 SID、系统帐户及口令等信息。

为了方便和安全的使用 Oracle 数据库，将对数据库及存储的数据进行配置，主要涉及以下两个方面：

(1) 为将要存储用户数据的表指定好表空间

在 Oracle 数据库中，可以使用 SYSTEM 帐户，也可以自己新建一个帐户。而在数据库中至少有一个用户名为 SYSTEM 的 TOOLS 表空间，为了提高系统的运行效率和管理，可以使用其它表空间来划分用户和应用程序，为系统的应用程序创建新的表空间。但是，由于本系统所涉及的数据量不是特别大，本系

系统选用了数据库自带的 SYSTEM 帐户、TOOLS 表空间，并且在这个表空间下建立各个表。

(2) 对访问数据库的用户设置访问权限

Oracle 可以为每个用户设定自己的表空间作为默认的表空间，因此可以在某个表空间上创建用户，以此作为该用户的默认表空间。该用户便可具有访问该表空间的权利、系统的权限和对象的权限。

3.2.2 图层及用户管理表的结构设计

在 Oracle 数据库的模块设计、数据的存储配置好后，系统的功能模块划分完成后，要对系统的各图层结构及相关的表结构进行设计。

在数据库中各电子地图表的建立和 Mapinfo 各图层的建立是同步的，在建立地图图层时，会创建表的结构和表的各个属性，一个空间数据模型可以看作是由元素几何体组成的层次结构。在本系统的地图中，所有的道路或者所有的建筑物组成了一个图层，每一个图层又是由许多几何体构成的，这些几何体都具有相同的属性集合。

第一个图层为 SBuilding 层，每一个不同的建筑物，通过建筑物 ID 号来区分，其他属性有建筑物名称，描述建筑物特征的面积、楼层数、建筑物类别等。建筑物层有许多不同类别的建筑物，包括教学楼、会议厅、后勤、寝室等不同类别，通过属性类别加以区分。

SBackground 图层，为整个背景图层，属性有：名称、ID 号、整个校园的周长和面积。

SLake 图层的属性有唯一的 ID 号，湖的名称、面积、周长、湖是否为一个完整的个体属性。

SRoad 图层的属性有唯一标识每条路的 ID 号、路的名称、长度、某条路是否为连续。

SSports 图层，即运动场地图层，通过每个场地的 ID 号进行区分，其他属性还包括：场地名称、各场地的面积、周长、每个场地是否为一个完整连续的场地等属性。

除了上述地图数据相关的表之外，还需要建立权限管理表，管理员表是在管理员登录时进行数据连接的表，包括用户名和密码两个属性。

普通用户登录时除了需要用户名和密码两个属性外，还有记录用户详细信

息的其他属性，包括用户 ID（对学生来说是学号，对教职工来说是教职工号）、所属学院类别、是否为学生等相关属性。

在建立表的过程中记录不能重复。如：在本系统设计中建立的用户管理信息表，其用户 ID 或者学号是不重复的。可通过系统的实体完整性来实现这个要求。数据库中表的实体完整性是通过设置主键来实现该功能。将表的用户 ID 字段设置成主键，那么就可避免添加重复记录。

在本系统的设计过程中，遵循设计数据库的各种原则，为了保证数据库中数据的完整性，运用了实体完整性和域完整性的原则对数据库系统进行管理。

3.3 电子地图的制作及信息的录入

3.3.1 MapInfo 电子地图的绘制

MapInfo 所处理的电子地图与一般地图不同。一般地图把各类要素和信息都集中在一起，不利于用户对不同的地理信息进行查询和使用。MapInfo 对地图分层处理，用户可以通过图形分层技术，根据自己的不同需求或一定的标准对各种图形元素进行分层组合，将一张地图分成不同图层。图层相互叠加，可以看到地图的全貌。如：校园图可分为建筑物层、道路层、湖图层、运动场层等几层。对于每一个图层又可以针对其信息数据不同的内容要求，可运用不同的数据格式和不同的数据库类型^[28]。对本系统的五个图层分层抽象，显示结构如图 3-2 所示：

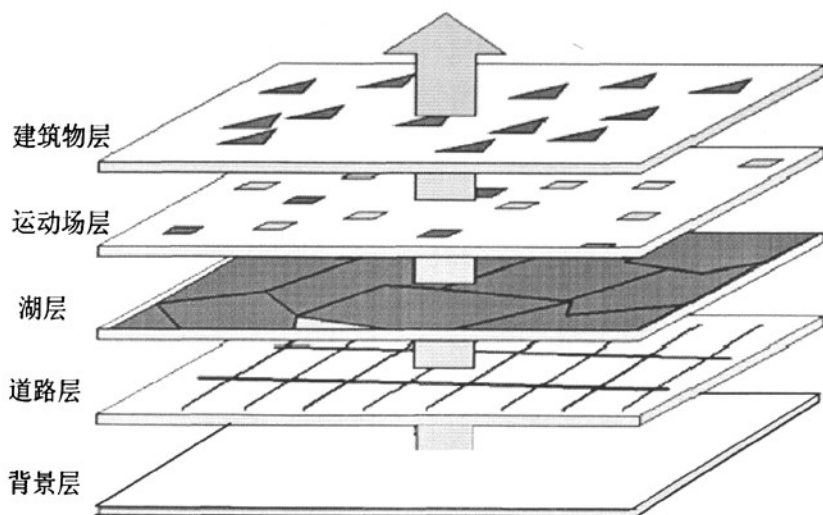


图 3-2 图层示意图

● 栅格图像配准

在对电子地图的图层进行深入的研究后，对电子地图进行分层绘制，但是，为了使绘制完成的地图具有自己的实际坐标及后续设计开发的需要，首先要对电子地图的地理位置进行配准。主要过程如下：

(1) 用 Google Earth 软件从网上找到包含西南交通大学九里校区的地图区域，将自己用需要的地图区域截取下来并将它以.jpg 的格式保存起来。

(2) 用 MapInfo Professional 6.0 选择该图像后，进行图像配准，如果只是进行简单的显示，它将不具有地理坐标的属性，对后续系统的研究和开发极为不利。因此，对其进行地理配准，由不在同一直线上的三点决定一个面的原理可知，在图像上增加三个控制点，就能确定整个地图的地理坐标平面。

(3) 增加的三个控制点的位置分别在：晚晴苑、逸夫馆和詹天佑体育馆，点击图像后可增加控制点，并且将其图像坐标显示出来，将其实际地理坐标填入即可，而这三个位置的实际坐标是通过 Google Earth 来获得的。点击 Google Earth 地图上对应的位置，就能显示出这些位置的实际地理坐标。

通过上述过程就可将一张图片转换成有地理位置配准的名为校园.Tab 的图片。具体流程如图 3-3 所示：



图 3-3 图像地理配准流程图

● 电子地图矢量化

地理配准后的图片，具有真实的地理属性，以该图片为模版进行绘制多图

层的地图,那么绘制好的地图也将具有地理属性。在此基础上,各图层的具体绘制过程为:

(1) 在 MapInfo Professional 中将校园.Tab 打开,以该图层为底层模版作为其它图层的绘制标准。

(2) 根据各个地物设施用途的不同,将该地图分为 5 个不同的图层,分别为:建筑物层、运动场层、道路层、湖层和背景层,然后对这 5 个图层分别绘制。

(3) 将新建的表添加到当前窗口中对新图层进行添加。在此过程中,要将表的结构创建完成,才能在该图层上进行地图的绘制工作。

(4) 在图层绘制时,通过点击绘图工具栏中的不同工具(包括:点、直线、曲线、矩形、多边形等)对各个对象进行绘制,为了使地图看起来比较美观,也可对色彩进行选择。为了防止以后将图层上载到 Oracle 数据库时数据样式的丢失,在对地图绘制时,可将每个图层的地图样式设为一种。如:建筑物图层中,虽然有的对象可用矩形绘制,但为了数据的完整,可选择将所有对象绘制成多边形。

(5) 在绘制图层的过程中,可能将地物设施绘制在错误的图层上,可通过图层控制对要进行绘制的图层设为可视、可编辑和可选择,将其他图层设为可视,不然会出现对象绘制重叠的现象。

(6) 在建筑物图层中,由于建筑物对象较多,按照它们的建筑物类型的属性不同,将它们分成 8 类,为了便于区分,在绘制时可以将它们设置为不同的颜色。

(7) 将地图绘制完成后,对各个图层上的对象进行细化或作进一步的调整,使地图能够以较好的质量和状态呈现出来。具体流程如图 3-4 所示:

在绘制地图的过程中,可以将电子地图各图层的地物信息一起录入,因为在保存图层的过程中,这些数据会一起存储起来,包括它们的空间数据和属性数据。对于每一个不同的图层,MapInfo .tab 文件可以组织成一组用于构建图层的文件,MapInfo 表包含以下各类型的关联文件^[28]:

*.tab: 这个文件用来说明 MapInfo 表的结构和数据文件格式的小文本文件。

*.dat(.mdb, .dbf, .txt, .xls or .wks): 这些文件包含了在制表过程中的数据。

*.map: 这个文件主要是用来说明图形对象的,如果某个表没有地图对象,那么这个文件将不会存在。

*.id: 这个文件是一个交叉引用的文件，主要是用来链接数据和对象，如果某个表没有相应的地图对象，那么这个文件将不会存在。

*.ind: 这个文件是一个索引文件，使用这个索引文件，将会搜索到地图对象，但是如果表没有索引，该文件将不存在。

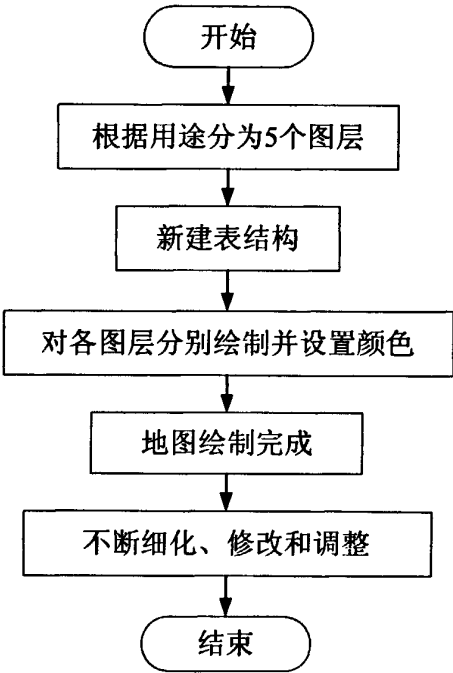


图 3-4 图层绘制流程图

Mapinfo 的(.tab)格式文件包含了一个图层里面的所有信息，包括“几何信息”和“属性信息”，既能够方便 MapXtreme 对电子地图的使用，又有利于数据库的建立和使用。因此，Mapinfo 电子地图图层的绘制对后续步骤的完成提供了地图基准，在此基础上，才能更好的构建上层数据和信息。所以，在校园中详细的查看建筑物的位置对于精准的绘制好各图层是非常有意义的。

3.3.2 电子地图数据的添加

绘制完成的电子地图只有表结构，若不添加属性数据，对以后系统的开发极为不利，缺少数据的支撑。因此，将各图层上绘制对象的属性信息输入到对应的表中，来充实电子地图各对象的内容。

在数据添加的过程中，可通过 SQL*PLUS 工作单向数据库添加用户数据，也可以通过用户操作界面向数据库添加记录信息。

(1) 对于电子地图上的部分名称和其他属性不明确的建筑物，可实地考察

获得相关信息，然后通过工具栏中的信息工具将各个建筑物的属性信息添加到数据表中。如：部分建筑物的楼层数、部分建筑物的名称等属性信息。

(2) 对于还没有更新到 Google Earth 上的部分新建的建筑物，由于原来地图上面没有它们的任何记录，所以要根据自己的选择和判断来绘制地图并添加属性信息，而属性信息的获得也是从实地的待建建筑物的信息调查中获得的。

(3) 一些建筑物的实际度量，刚开始都是通过自己的计算得出。可通过实际地理和地图之间的比例关系得出的，它们之间的长度之比是地图上显示的长度和实际长度之比，面积之比是长度之比的平方，因此，就能得出实际的长度和面积，将记录添加数据库当中。在实际的系统功能设计后，由于各对象的空间属性中存储的都是它们的实际地理坐标，可通过空间 SQL 查询的一元空间算子计算得出线的长度，空间对象的周长和面积，对数据库进行更新。

3.3.3 MapInfo 文件的保存及格式转换

在系统的开发过程中，要用到 MapXtreme Java 的数据格式，而 MapXtreme Java 提供了两种数据格式：.mdf 和 .gst。但是，地图在绘制和保存时都不是以上述两种方式保存的，所以要进行数据的存储转换，主要步骤为：

(1) 在将电子地图绘制完成且添加信息成功后，将 MapInfo 文件格式以工作空间 (.wor 文件类型) 的形式保存起来。工作空间是一个保存 MapInfo 表 (.tab) 和窗口的配置，而 MapXtreme 不能打开 MapInfo 工作空间，对工作空间文件格式进行转换。

(2) 使用 MapInfo Professional 的 MapInfo Geoset 实用程序将工作空间另存为 Geoset，无需打开单个的 .tab 文件，即可使用其特定的显示设置来打开 Geoset (somefile.gst) 和所有图层。但是，Geoset 在 MapXtreme Java 中不能保存远程数据库的 MapInfo.tab 文件，将 Geoset 文件格式进行转换。

(3) 利用 MapXtreme Java Manager 将 Geoset 文件加载到 MapXtreme Java 后，将其保存为地图定义文件以满足二次开发的需要。

选择地图定义文件作为系统开发的使用数据文件，主要是因为：地图定义文件提供了比 Geoset 更加出色的数据格式，是使用 MapXtreme Java Manager 创建并随 MapXtreme Java 提供的文件。包括可以另存为文件或 JDBC 数据库记录的地图图层信息。在保存时，这些文件可以使用扩展名 .mdf 保存，存储为 JDBC 数据库记录，或是可以轻松检索的命名地图^[29]。而 MapInfo Geoset 是

MapInfo .tab 文件集, 而且 Geoset 和 MapInfo Professional 的工作空间类似, 在 MapXtreme Java 中, Geoset 不能保存远程数据库中的 .tab 文件集。

至此, 电子地图的图层绘制、图层数据的添加及各文件格式的转换已完成, 接下来将对数据库中的数据上载及存储做进一步的研究和设计。

3.4 数据库的设计

3.4.1 电子地图数据表的上载

在各图层绘制完成和各数据表的地物属性信息输入成功后, 地图数据大多以 .Tab 文件的格式进行存放, 为了在系统开发时能够方便的使用到这些信息, 要将以 .Tab 文件格式存放的 GIS 数据导入 Oracle 数据库服务器端的 Oracle Spatial 中, 导入操作可以在客户端执行也可以在服务器端执行, 最后选择的数据导入工具为 MapInfo Professional 的自带实用程序数据转化工具 EasyLoader。数据的具体上载过程为:

(1) 将 Tab 文件上载到数据库的 Oracle Spatial 前, 为了数据的完整和避免查询时出现错误, 首先要将表进行紧缩, 然后在对其进行上载。

(2) 根据用户帐户的选择, 把表文件导入到该帐户下的 Tools 表空间中, 但是在使用 EasyLoader 上载数据的过程中, 首先要使用 MapInfo 实用程序, 将 EasyLoader 的 MapBasic 程序装入到 Mapinfo Profession 当中。

(3) 导入成功之后, 输入在建库时创建的 user id: SYSTEM, password: MANAGER, server: LSS, 就可成功连接 Oracle 8i, 从 tab 地图中选择要上载的图层, 然后将其导入到数据库中。

将全部图层导入到 Oracle 数据库后, Oracle Spatial 会为每一个导入的 .tab 文件在数据库中新建一个同名的表格, .tab 文件中的每一个地图对象对应于表格中的一条记录, 表格的字段包含地图对象的所有属性字段和 MI_PRINX 字段, GEOLOC 字段, GEOLOC 的字段类型是 SDO_GEOMETRY, 它是 Oracle Spatial 定义的用来存放地图对象的空间数据结构, 属性数据存放在表格的对应字段中。

但是, 在数据上载的过程中, Oracle Spatial 只将 .tab 文件中每一类空间对象(点、线、面)的第一个对象样式保存到 MAPINFO_MAPCATALOG 视图中, 视图是在地图数据导入时自动建立的, 若要通过 Mapinfo Professional 将上载的表下载到 Mapinfo 中显示, Mapinfo 会将该表中的每一种对象样式恢复成其上载时保存的一个对象样式, 这将会引起地图对象样式的丢失。

例如,本系统设计过程中,在一个建筑物图层上面,建筑物既可画成规则的样式(矩形),也可画成不规则的样式(任意多边形),虽然它们显示出的结果没区别,但是这两种对象是采用不同的样式来存储。当数据上传时,在 Oracle Spatial 中会保留其中的一种样式,但是当这个表重新下载时,图层中的两种样式就会是同一种样式,这样就会丢失部分数据。因此,解决方法有以下几种:

(1) 同在绘制地图时提到的方法一样,可以将同一图层的地物对象以一种样式进行绘制。

(2) 如果绘制时不能避免同一图层的样式不一致,也可以在 EasyLoader 上载 Mapinfo 表之前,先在表中增加一个属性字段,将各种样式当作实体对象的属性值保存到当前的表中,然后将表上载到 Oracle 数据库中。当用户将该表从 Oracle Spatial 中下载到 Mapinfo 时,根据保存在表中实体对象存储样式的属性信息,利用编程的方式将其显示出来,从而解决部分对象样式丢失的问题。

(3) 使用 EasyLoader 自动将样式信息读取出来,因为 EasyLoader 实用程序支持带参运行,所以用户可以通过 Command Line 的方式带参数运行 EasyLoader,就可将图层中的各种样式自动提取到名为 MI_SYMBOLOGY 的字段中,并和 Mapinfo 表一起上载 Oracle spatial 中,MapXtreme 的处理模块 MapX 具有分析这些样式字段的功能,对字段 MI_SYMBOLOGY 中存储的信息进行分析,用于地图对象的显示^[30]。

3.4.2 数据表的设计与管理

3.4.2.1 地图数据表的设计与管理

根据电子地图的图层结构和属性设计,对数据库中的表进行具体的设计与管理。Oracle 数据库将 TAB 文件上载到 Oracle Spatial 后,每一个图层在数据库的表空间中是以两张表的形式呈现的,以其中的建筑物层 SBuilding 为例说明表的具体结构:

● 表 SBuilding

表的属性除了本身的属性数据列(Bid,Bname,Barea,Blayer,Btype)外,还多了两个属性列(MI_PRINX,GEOLOC),Spatial 中自动创建 MI_PRINX 字段作为地图空间索引表的主关键字段,GEOLOC 作为数据库空间字段;表 SBuilding 详细结构如表 3-1 所示:

表 3-1 SBuilding 表结构

名称	方案	数据类型	大小
Bname	<无>	VARCHAR2	20
Bid	<无>	VARCHAR2	10
Barea	<无>	NUMBER	
Blayer	<无>	NUMBER	
Btype	<无>	VARCHAR2	10
MI_PRINX	<无>	NUMBER	
GEOLOC	MDSYS	SDO_GEOMETRY	

● 空间索引表 SBUILDING_SX_FL6\$

表的属性列有 SDO_CODE,SDO_ROWID,SDO_STATUS 三个，所有的空间索引表的属性列都包括以上三个属性，以 SBUILDING 图层索引表的结构为例说明空间索引表的结构，表 SBUILDING_SX_FL6\$的详细结构如表 3-2 所示：

表 3-2 空间索引表 SBUILDING_SX_FL6\$结构

名称	方案	数据类型	大小
SDO_CODE	<无>	RAW	14
SDO_ROWID	<无>	ROWID	
SDO_STATUS	<无>	VARCHAR2	1

表 3-1 和表 3-2 的关系为：

(1) 数据表中的每条记录都是由 Bid 唯一确定的，每个地理数据空间对象和属性数据之间的联系是由一个对象标识码 ID 唯一确定，该标志码为 MI_PRINX。表 3-2 是对表 3-1 的空间字段所建立的空间索引表。

(2) 表 3-2 中，在索引表的 SDO_ROWID 字段中存储的不是记录的实际物理地址，而是逻辑地址。将空间索引表中的 SDO_ROWID 列作为该表的主键列，存放的是表 3-1 中 MI_PRINX 数值及对应网格片的信息。因此，属性数据和空间数据之间的查询是通过表 3-2 中 SDO_ROWID 进行联系的。

(3) 可变大小的网格片以一定的方式编码，并且存储在 SDO_CODE 中，Oracle 数据库在查询空间数据的时候，使用四叉树空间索引方式在 SDO_CODE 中选中相应的网格片后，查找到 SDO_ROWID 获取空间对象，获取表 3-1 中的 MI_PRINX 信息，然后查询到相应的记录信息，从中获取用户需要的属性。

(4) 利用 Oracle 数据库的这种方式来对数据进行存储和处理，能够实现空间实体的空间数据与属性数据的一体化管理，并且对这种存储结构建立索引机制，增加了两种数据的无缝连接和高效集成的功能。

3.4.2.2 用户管理表的设计与管理

本系统的用户管理包括添加用户、删除用户、查询用户等应用。并对不同类别的用户授予不同的权限，实现不同级别用户的操作权限。如：最高级别的管理员用户具有对注册用户的查询、添加和修改权限，并且具有对电子地图属性信息查询和修改的权限；普通注册用户仅具有对电子地图的基本功能操作和地图信息查询的权限；非注册用户则只能对电子地图的基本功能进行操作。

用户管理模块中的权限操作，需要在 Oracle 数据库中建立数据表实现对不同的用户进行管理。在数据库中建立的管理员表结构和用户管理表结构的详细信息为：

表 guanli：属性列包括管理人员的用户 ID(gid)、用户名 (gname)、密码 (gpassword)；

表 users：属性列包括用户 ID (uid)、用户名 (uname)、密码 (upassword)、部门 (udepartment)、是否为学生 (uistudent)。users 表的详细结构信息如表 3-3 所示：

表 3-3 users 表结构

名称	方案	数据类型	大小
uid	<无>	VARCHAR2	10
uname	<无>	VARCHAR2	10
upassword	<无>	VARCHAR2	10
udepartment	<无>	VARCHAR2	30
uistudent	<无>	CHAR	4

用户通过 JSP(Java ServerPage, Java 服务器端语言)页面将表单(form)的相关信息传递到 JavaBean 中，JavaBean 通过 SQL 语言对数据库中的相关数据进行操作，查询到用户需要的数据，并根据表单中传递过来的信息对数据库中的数据进行修改和更新。

3.5 系统界面的布局设计

3.5.1 页面的布局类型

在对系统进行页面布局的过程中, 有的 `html` 标签被浏览器当成一个块来显示, 称之为块元素, 比如 `div`、`table` 等; 有的 `html` 标签被浏览器显示为文本行, 称之为行内元素, 如 `a`、`span`、`font` 等。`DIV` 对页面进行布局主要有文档流模型、相对定位和绝对定位模型、浮动和清除模型三种^[31]。

`DIV` 和 `Table` 主要特点为: `DIV` 变化多样, 布局随意, 可以方便的改变版面的内容和布局, 并且这种布局比较轻便, 网页打开速度更快, 可以配合 `CSS` 设计页面; `Table` 设计布局比较简单, 不用太多的考虑定位问题, 对于代码不是很多的情况下, `Table` 也很方便。

3.5.2 系统页面的布局设计

在本系统的设计过程中, 容纳所有页面的系统主页面 `mainmap.jsp` 是用 `Frameset` 对页面进行框架划分, 最上面的标题头页面为 `head.jsp`, 用来显示系统的标题; 左边页面为地图显示页面 `map.jsp`, 根据用户的不同操作来显示地图, 该页面中电子地图和工具栏的布局, 使用 `DIV` 的第一种文档流模型进行设计; 数据查询页面 `search.jsp` 用 `Table` 进行布局设计, 用来显示数据查询的结果; 全景图页面 `eyes.jsp` 的布局使用 `DIV` 进行设计, 显示主图在窗口的位置。

在用户管理的页面设计中, 均采用 `Table` 进行页面布局的: 包括信息查询、用户登录、用户注册、管理员登录等页面。

另一种布局的设计是将电子地图的地图显示、工具栏、全景图显示放在一个页面中, 这样虽然有利于各部分之间数据的传递方便。但是, 这种布局格式将查询页面加入后, 不利于页面的美观和方便。

在本系统所采取的页面布局方式下, 主地图窗口和全景图窗口在数据的传递过程相对麻烦些, 因为主地图和工具栏在一个页面中, 鼠标点击工具栏通过 `JavaScript` 获取鼠标信息对主地图操作, 全景图窗口的显示框要根据主图的变化而变化, 它们之间数据的传递通过 `javabean` 来传递参数, 同样查询 `search.jsp` 和主图之间也通过 `javabean` 传递参数完成信息的查询。

本系统的页面布局设计如图 3-5 所示：

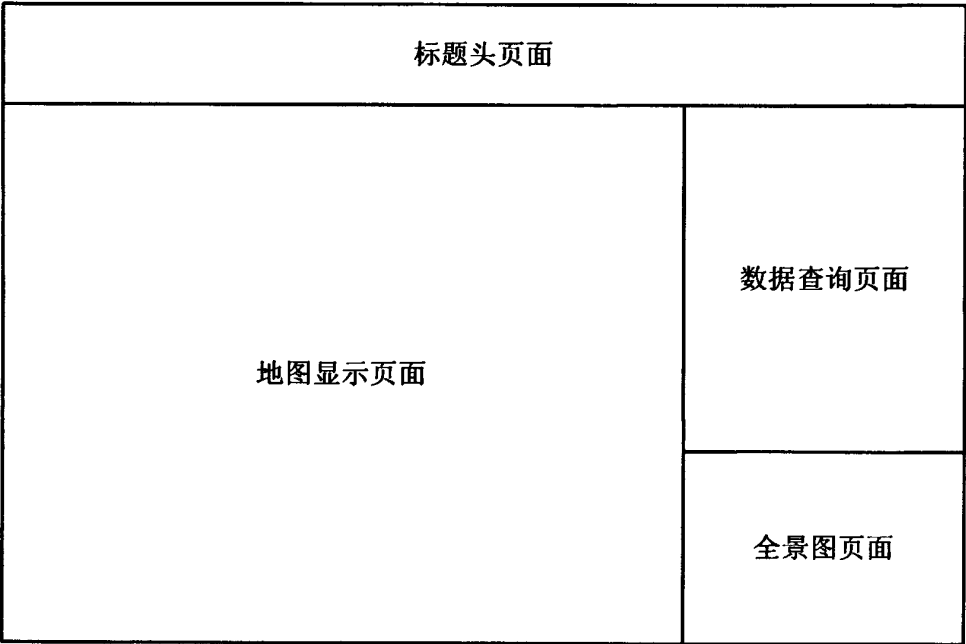


图 3-5 系统页面布局设计图

3. 6 系统操作功能的模块设计

MapXtreme 提供的接口功能,能够连接并读取 Oracle Spatial 中的 GIS 数据,并且 Oracle Spatial 中每一个表都对应于 MapInfo 中每一个图层, MapXtreme 的功能模块 MapX 本身能够提供处理空间数据的功能,能够将每一个表中的空间数据进行分析并显示为一个图层,并将所有的图层进行叠加,形成一张完整的地图。从而在地图上进行漫游、放大、缩小、图层控制以及制作专题地图等相关操作。

3. 6. 1 数据查询模块的设计

● 基于 Spatial 的空间数据的索引和查询

GIS 数据的查询通常是指对空间数据的查询,即空间查询。在进行空间查询前,要进行以下几个主要步骤:将空间数据和属性数据导入到数据表中,空间数据存储在类型为 SDO_GEOMETRY 的列上;修改反映空间数据表相关信息的视图;为使用的表创建空间索引。如果导入时用的是 EasyLoader 工具上载的数据,则用户就不用修改这个视图了,因为 MapInfo 会自动的修改它,若用别

的上载工具，需要用户手动修改^[32]。

Oracle Spatial 包含两种空间索引方式^[33]：R 树索引和四叉树索引，对空间数据的索引可选择使用其中一种或同时使用两种索引方式。

创建索引可由 SQL 语句 CREATE INDEX 完成，其主要格式为：

```
CREATE INDEX<索引名> ON <表名>(列名)
INDEXTYPE ISMDSYS. SPATIAL_INDEX
[PARAMETERS 参数字符串][存储参数]
```

[PARAMETERS 参数字符串]用来区分是 R 树索引还是四叉树索引。如果是 R 树索引，则该项缺省；如果是四叉树索引，则应指明 SDO_LEVEL 参数和 SDO_NUMTILES 参数。

Oracle Spatial 定义了索引类型(SPATIAL_INDEX)和相关的空间算子(如：SDO_RELATE、SDO_FILTER 等)。使用相应的索引 Oracle Spatial 的空间算子，就可高效的进行 SQL 查询，完成空间信息和属性信息的查询操作^[34]。

在 Oracle 数据库中，为了将空间数据和属性数据联系起来，运用空间算子对空间数据进行操作，在操作前要对用到的图层表建立空间索引，以便对它们进行查询。本论文根据以上的分析和研究，采用四叉树索引方式来对空间数据进行索引，以其中的 SBuilding 为例，在数据类型为 GEOMETRY 的空间属性 GEOLOC 上建立空间索引的 SQL 语句程序代码如下所示：

```
CREATE INDEX "SYSTEM"."INDEXSBUILDING"
ON "SYSTEM"."SBUILDING"("GEOLOC")
INDEXTYPE IS MDSYS.SPATIAL_INDEX
PARAMETERS (' SDO_NUMTILES=4')
```

● 空间数据查询属性数据的模块设计

在空间数据查询属性数据的设计中，通过客户端鼠标信息来获取相应的屏幕坐标，服务器端将屏幕坐标转化为相应的地理坐标 P。通过 SQL 语言和 Spatial 的空间算子对数据库中的空间对象查询，Oracle 数据库的空间索引表运用四叉树索引对属性列 SDO_CODE 中包含 P 点的各网格片查询出来，就可得知相应的 SDO_ROWID，因此也就能获取到空间对象的各属性信息，并能对各属性信息进行修改。

空间数据查询属性数据模块的设计流程如图 3-6 所示：

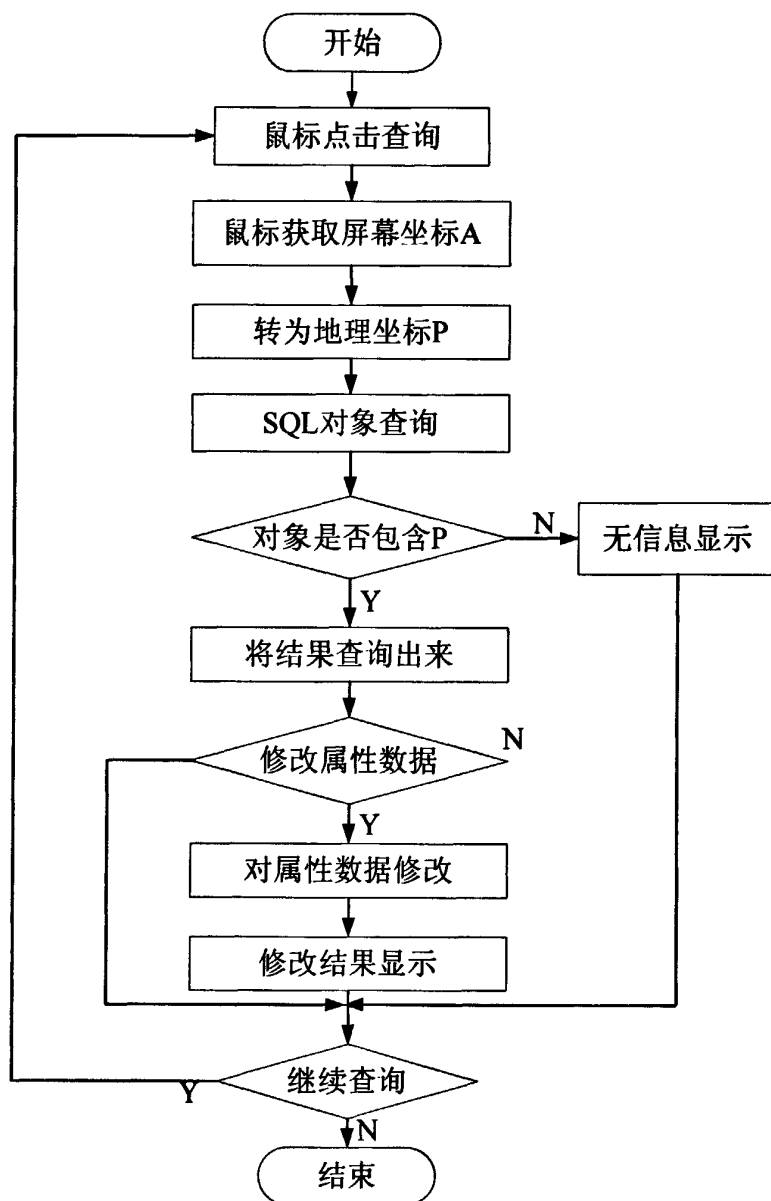


图 3-6 空间数据查询属性数据模块设计流程图

SQL 对象查询模块具体流程图如图 3-7 所示:

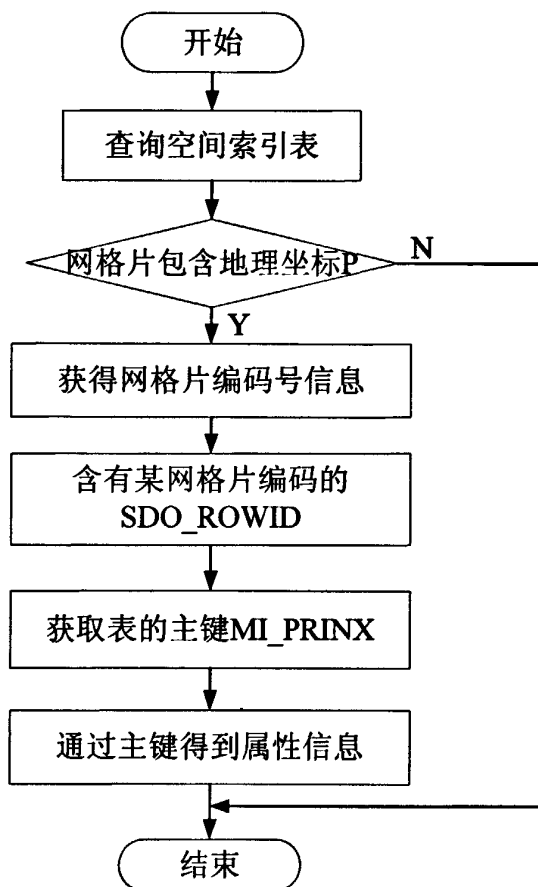


图 3-7 SQL 对象查询模块设计流程图

● 属性数据查询空间数据的模块设计

在属性数据查询空间数据的设计中,是通过精确查询和模糊查询来对空间对象进行定位。精确查询是通过获取输入框中输入的空间对象名称,来获得表中的主键 MI_PRINX,通过主键信息就能获取索引表中的 SDO_ROWID 的信息,利用 SDO_ROWID 对空间对象进行一次索引或二次索引,最终能对空间对象进行定位,并且将选择的对象颜色进行改变并显示出来。模糊查询是通过获取在模糊查询框中输入任意字段的相关数值,连接数据库后将与该数据相关的所有对象的属性信息查询出来,在查询出的对象记录中,可将对象记录在地图上定位,并将结果高亮显示出来。

模糊查询模块设计的具体流程如图 3-8 所示：

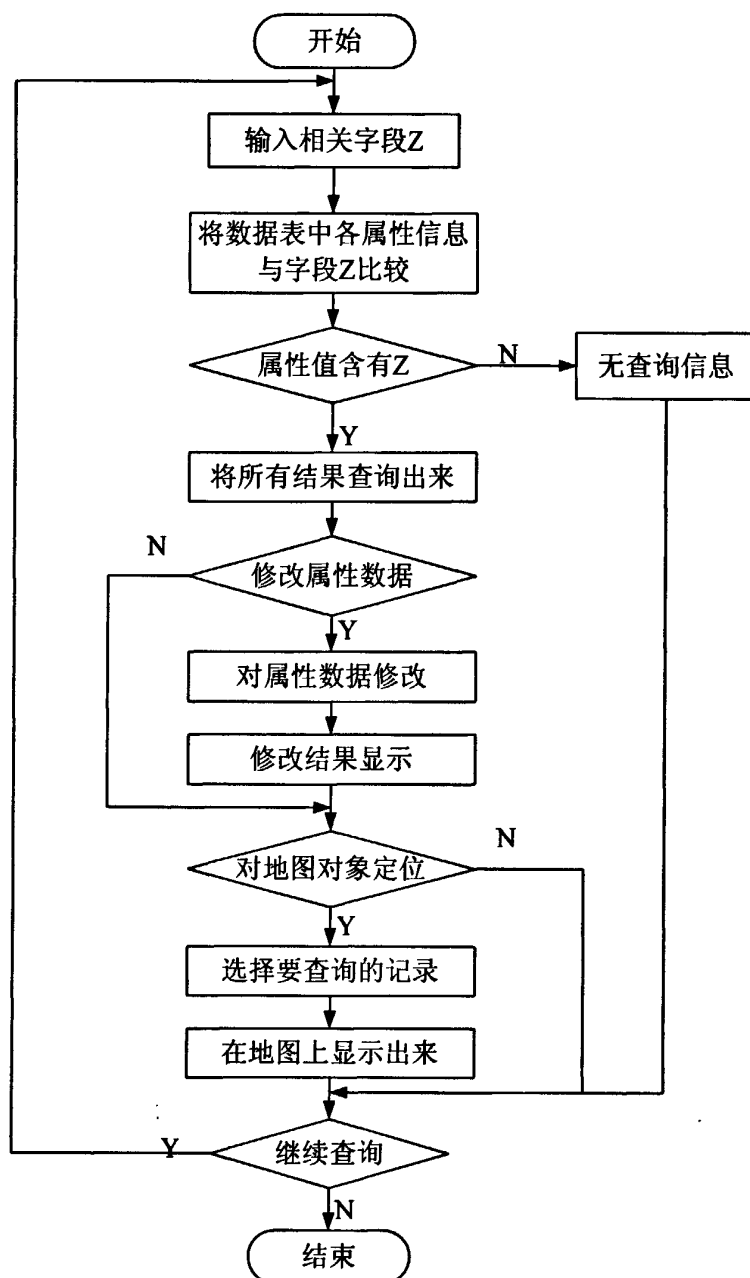


图 3-8 模糊查询定位对象流程图

3.6.2 全景图操作模块的设计

全景图，又称鸟瞰图或鹰眼图，是除了在屏幕上显示的大地图外，同时在屏幕的右下方显示的一个专门用于定位的小幅地图。通过在地图上定位某处

时,在小地图上同时显示相应的位置。它的功能在 MapXtreme for Java 的 JSP 标签例程中有,但不是通过 Java 的 Servlet 方式来完成的,而本系统是以瘦客户端的方式来设计,就需通过 Servlet 来实现。

小图和主地图之间的关系是连动的,当主图进行放大、缩小和漫游时,小图中用来定位的框需要移动变化。为了设计的方便,在生成主图和小图的时候,它们之间的比例设为 3:1。当放大或缩小时,通过鼠标获取主图的屏幕坐标,在服务器端将坐标转为地理坐标,以该点为中心放大或缩小后,生成地图传回给客户端,客户端将该鼠标点和大图屏幕顶点坐标数值的 $1/3$ 传给小图,小图添加注释图层,以鼠标点为矩形框中心,以大图屏幕顶点坐标数值的 $1/3$ 为矩形框的顶点坐标,在该图层上画矩形框。当漫游时,只需将鼠标点的坐标传给小图即可,矩形框大小不变。具体模块的设计流程如图 3-9 所示:

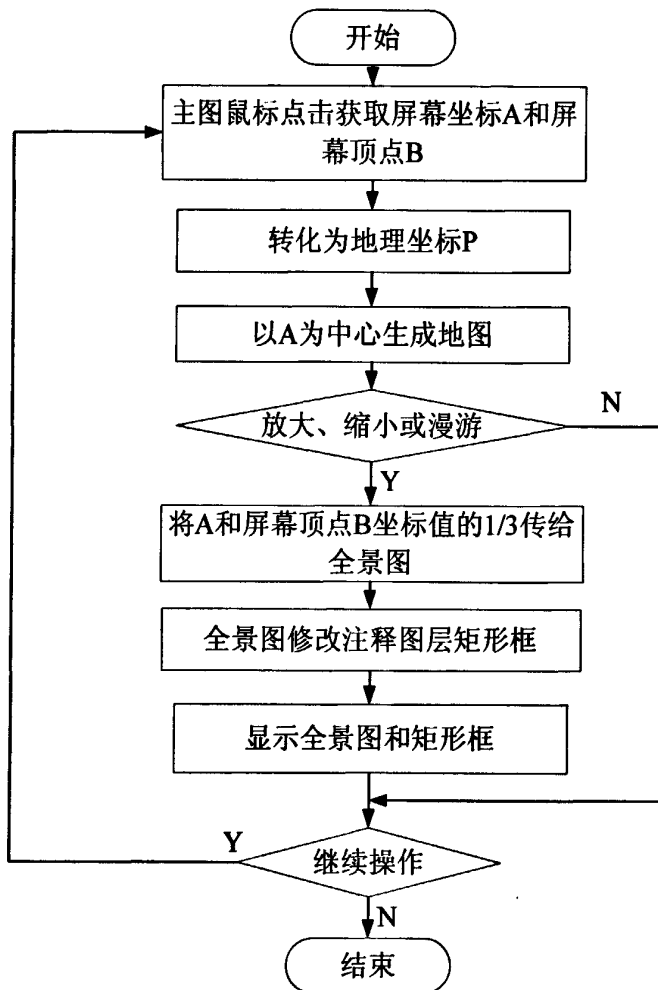


图 3-9 全景图模块设计流程图

3.6.3 地图操作模块的设计

● 放大、缩小和漫游模块的设计

(1) 地图放大和缩小模块的设计基本类似，通过鼠标信息来获取屏幕坐标，调用后台 Servlet 将屏幕坐标转化为地理坐标，将显示区域减少一半或增大一倍，执行放大或缩小的代码，然后以这点为中心重新渲染生成新的地图。但是对地图的缩小操作是有限制的，如果当前地图和初始状态地图的比例大小相同，将不会被允许执行缩小操作。

(2) 地图漫游模块的设计也是通过前端的鼠标信息来获取屏幕坐标，调用后台 Servlet 将屏幕坐标转化为地理坐标，然后以这一点为中心重新渲染地图。

以电子地图的放大模块设计为例，具体流程如图 3-10 所示：

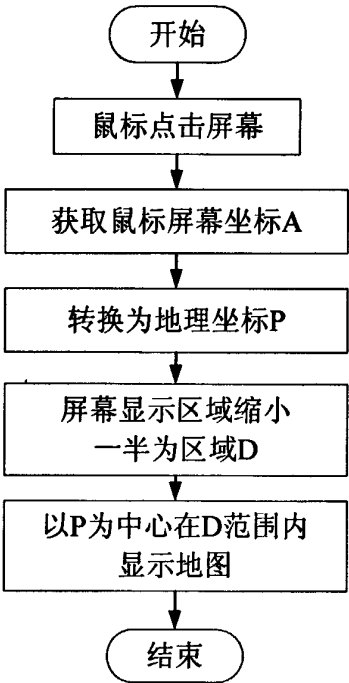


图 3-10 地图放大模块流程图

● 对象选择和半径选择模块的设计

(1) 通过获取鼠标的屏幕坐标，将坐标信息传递到后台的 Servlet，将屏幕坐标转化为地理坐标，通过地理坐标在空间索引表中查找该建筑物的实际位置，并将其显示出来。具体索引查找过程与属性数据和空间数据查找模块的设计过程和描述类似。

(2) 通过前台鼠标信息，获取鼠标的屏幕坐标 A 和 B，将这两点的屏幕坐

标传给后台服务器转换为地理坐标,通过空间索引的方式,将以 A 为原点、AB 之间距离为半径的圆范围内的空间对象查找出来,并将其高亮显示。具体索引查找过程与属性数据和空间数据查找模块的设计过程和描述也比较类似。

以对象选择模块设计为例,具体流程如图 3-11 所示:

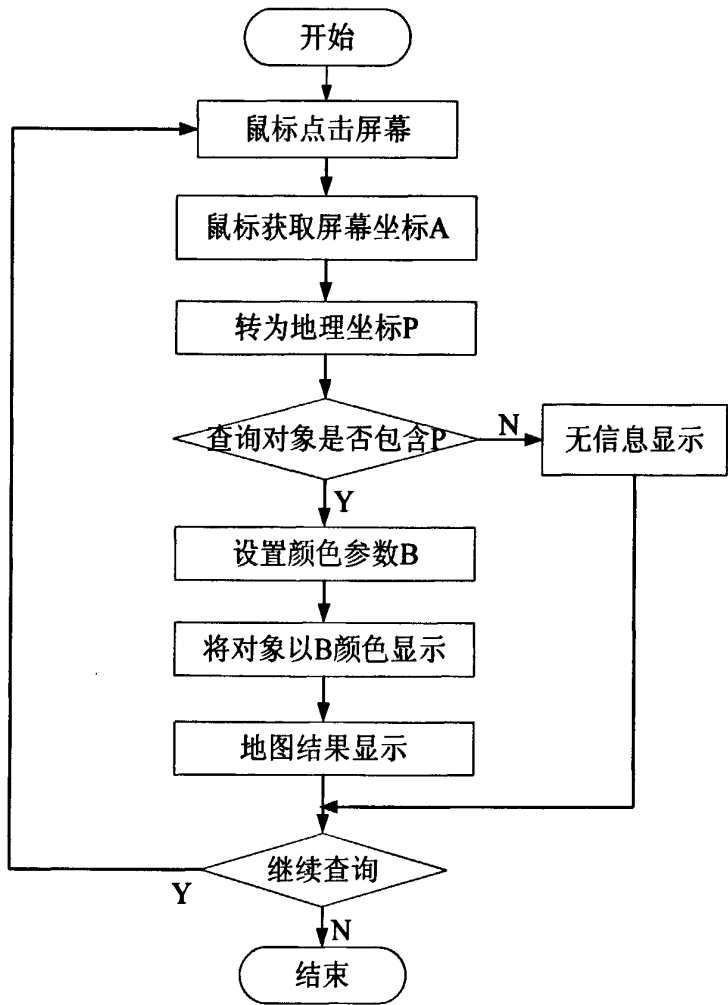


图 3-11 对象选择模块设计流程图

● 地图渲染模块的设计

客户端请求生成地图,服务器端调用相应的 Servlet 完成服务。通过初始化地图对象,设置生成图片的尺寸,指定地图服务器的 URL,创建图片请求生成器和图片渲染器,最终将电子地图图片生成,返回给客户端浏览器。具体模块设计流程如图 3-12 所示:

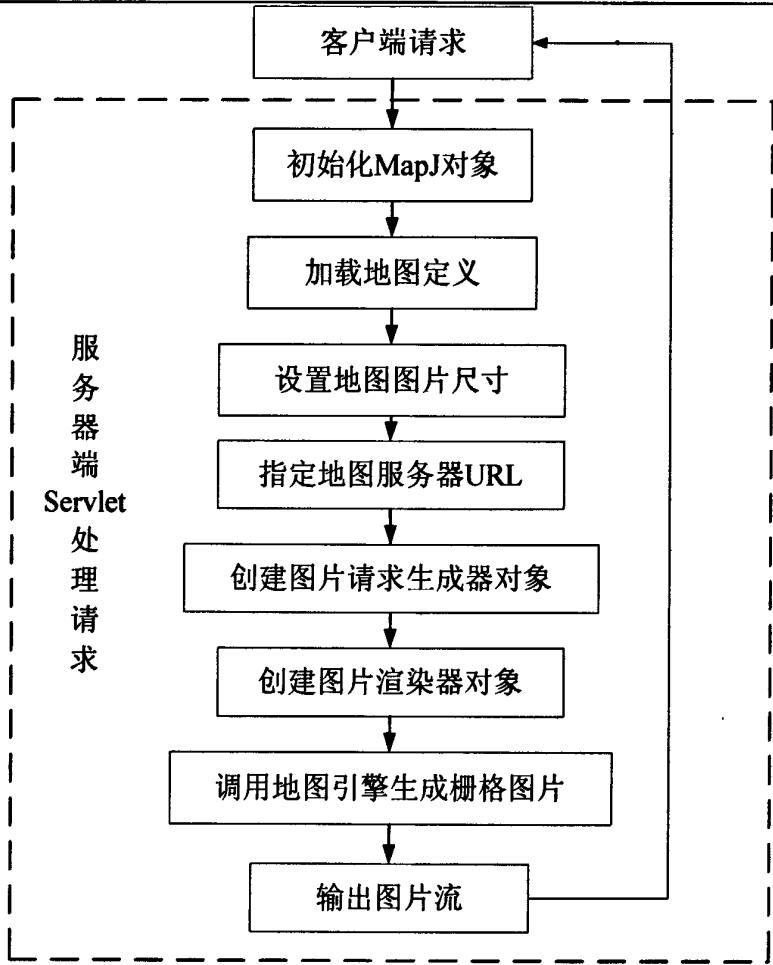


图 3-12 地图渲染模块流程图

3.7 本章小结

本章对电子地图展示系统中的电子地图的制作及各种操作功能的实现进行了分析。对整个系统的具体设计过程进行了详细的研究，包括对电子地图矢量化的过程，电子地图数据的上载、Oracle 数据库的建立以及页面布局等方面，并且对电子地图各操作模块的设计及系统开发过程中设计的关键技术进行了详细的研究和描述。

第4章 电子地图展示系统的实现

4.1 系统的环境配置及关键问题

(1)使用 MapXtreme 时,需要手工将 JDBC 驱动程序添加到 MapXtreme Java Manager .lax 文件的 Classpath 中,以便 JDBC 访问远程数据库中的数据。具体方法为:将存放在 E:\oracle\ora81\jdbc\lib 目录下的两个类库文件 classes12.zip 和 nls_charset12.zip 添加到 jar 文件列表中,该文件位于 C:\Program Files \MapInfo \MapXtreme-4.8.0\apache-tomcat-5.5\server\lib 文件夹下;将 classes12.zip 添加至 C:\Program Files\ MapInfo \ MapXtreme-4.8.0 \bin \MapXtreme JavaManager- Web Server.lax 文件中。

(2)用 MyEclipse 6.0 进行 Web 开发,将 Tomcat 路径设置导入到 MyEclipse 中,而且导入的 Tomcat 是 MapXtreme 自带的,jdk 路径要选择 MapXtreme 安装时的路径。

(3)在向项目中添加系统环境所需的包时,jsp-api.jar 和 servlet-api.jar 这两个包在 tomcat 的 common\lib 已存在,将系统下面的\WEB-INF\lib\目录下的 jsp-api.jar 和 servlet-api.jar 删除,使 WEB-INF\lib 跟 Tomcat5 的 common/lib 下面的 JAR 包没有重复,否则会引起 tomcat 启动出现错误提示。

(4)Tomcat 启动时经常出现关于 log4j 错误提示,这是由于项目的 classes 目录下面缺少 log4j.properties 文件,可以从 Tomcat 所带的示例中拷一个放到 /WEB-INF/classes 下即可。

(5)在调试程序时,Tomcat 服务器会出现服务器冲突的错误提示,主要是因为 OracleOraHome81HTTPServer 服务和 Tomcat 服务器抢用 8080 端口,可将该服务设为禁用,也可将 Tomcat 服务器的端口改为 80。

(6)使用 Oracle 数据库的过程中,将 E:\oracle\ora81\jdbc\lib 下的 classes12.zip 添加到环境变量路径当中,为了编程和调试程序的方便,也要将该文件添加到 MyEclipse 的项目中。有时在 Web 应用连接数据库时找不到 Oracle 驱动,解决方法是将 classes12.zip 文件备份,并把其中一个名改为 classes12.jar 文件即可。

(7)在连接数据库时,如果管理工具中的关于 Oracle 数据库的相关服务没有启动,会出现“ORA-12541: TNS: 没有监听器”的错误提示,所以要在服务中将 OracleOraHome81TNSListener 服务和 OracleServiceLSS 服务启动。

(8) 添加数据的时候, 属性是否要加双引号, 要由建立表的工具来决定, 如果是用 Oracle 工具建表, 在生成 SQL 语句时, 把每个列名都加了引号, 所以列名成了“uid”, 如果不加双引号, 会出现“ORA-00904:无效列名”的错误提示。用 Toad 工具建立的表, 在程序中不需要在列名上加双引号运行程序就可以得出正确结果。

(9) 数据插入到数据表时, SQL 语句中写成 SYSTEM.表名的形式, 如果直接是以表名的形式进行查询, 会出现“ORA-00942: 表或视图不存在”的错误提示。虽然是以 SYSTEM 登录的, 但是以数据库管理员的模式登录的用户是 SYS, 访问不到 SYSTEM 中的表, 所以要以 SYSTEM.表名的形式访问。

4.2 矢量地图的实现

用 Google Earth 软件下载并截取西南交通大学九里校区的电子地图, 用 Mapinfo Professional 6.0 将图像地理配准后, 生成的校园.Tab 文件显示如图 4-1 所示:



图 4-1 校园.Tab 显示图

以图 4-1 作为背景图绘制的地图, 两位置之间的距离和实际距离比例大约为 1: 3350, 绘制完成的所有图层如图 4-2 所示:

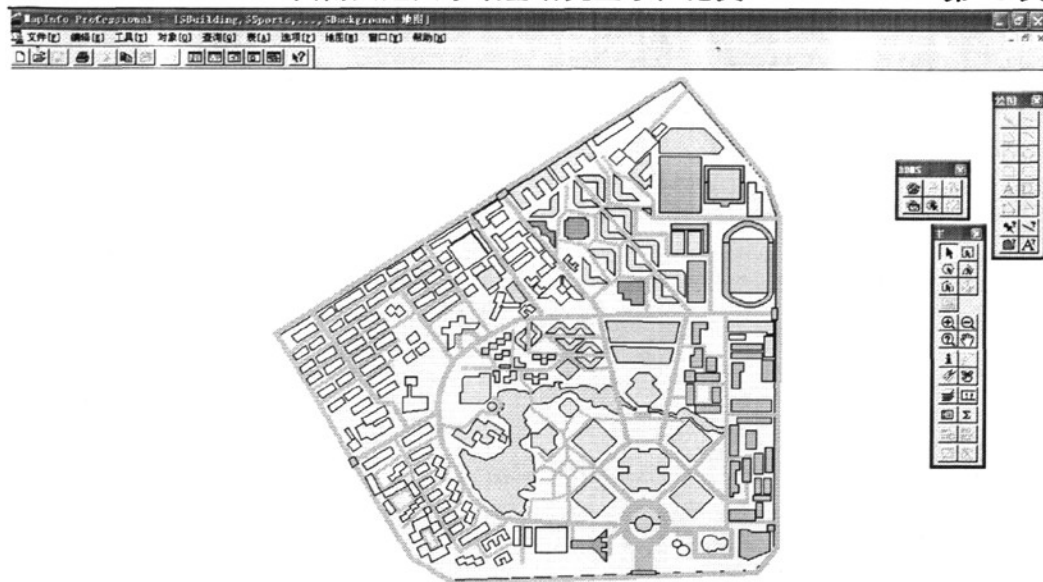


图 4-2 全部地图图层显示

4.3 地图数据的上载及结构展示

使用 EasyLoader 将电子地图的各数据表上载到 Oracle 数据库中的详细信息如图 4-3 所示:

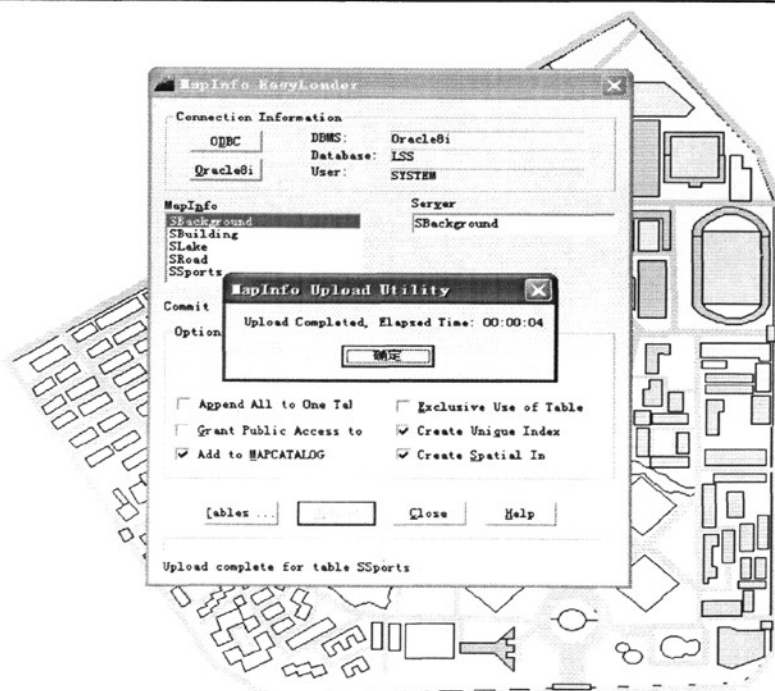


图 4-3 Easyloader 上载数据图

通过 Oracle DBA Studio，能够看到 Oracle 数据库中，各图层上载到 Oracle 数据库后，生成各表的具体结构及所在的表空间，以图层 SBUILDING 为例，具体情况如图 4-4 所示：



图 4-4 表 SBUILDING 的存储位置及结构图

以 SBUILDING 图层为例，空间索引表 SBUILDING_SX_FL6\$ 的表结构及存储位置如图 4-5 所示：

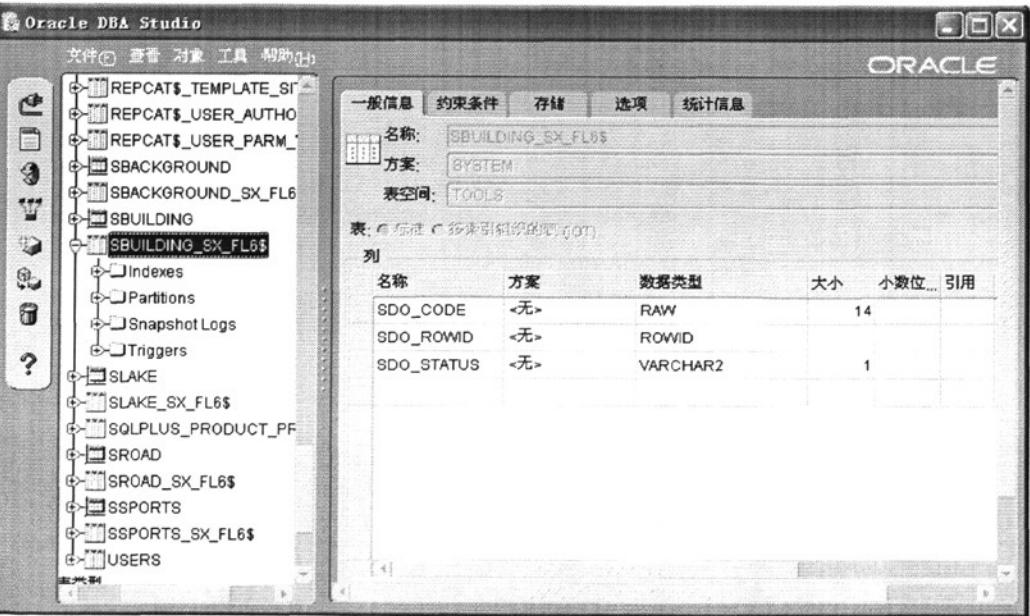


图 4-5 表 SBUILDING_SX_FL6\$ 的存储位置及结构图

4.4 系统功能的实现及结果展示

在浏览器网址中输入 `http://localhost:80/MapSwjtu/begin.jsp`, 就可进入系统初始界面 `begin.jsp` 页面, 运行结果如图 4-6 所示:



图 4-6 系统初始界面图

在用户管理中, 管理员的数量有限, 可以在后台数据库中直接添加管理员记录, 不需要管理员自己注册, 而新用户注册指的是一般用户。进入新用户注册页面 `regedit.jsp`, 可对新用户进行注册。如果注册用户的用户 ID 已存在, 则提示重新填写注册信息; 反之, 将直接把用户信息插入到数据表中。最后在页面中显示注册是否成功, 若用户注册成功, 将显示注册成功页面, 并显示该注册用户的相关信息。此时, 用户可以选择继续登录或离开。若注册失败, 表示该用户已被注册。

用户注册成功后, 就要进入用户登录页面 `login.jsp`, 登录成功后进入电子地图信息管理系统的主页面, 进行电子地图操作; 若不成功, 则继续进行本操作, 直到登录成功。对于非注册用户, 将提示用户进入注册页面。管理员登录页面 `manager.jsp` 和用户登录页面基本相同, 只不过管理员如果登录成功, 就可以对各普通用户进行管理, 对电子地图进行操作。

管理员对用户记录进行修改及删除操作后, 数据库进行相应的更新, 并能显示更新后的数据记录; 管理人员也可直接进入电子地图管理界面进行电子地图的操作。

● 数据库连接模块的实现

普通用户管理界面主要是对用户的数据记录进行添加、修改和删除，能够方便的对数据库和数据表信息进行直接的管理。在数据的修改页面中，用户 ID 是不能被修改的，只能修改其他信息来更新数据库，而数据记录的删除将进入删除页面中，页面中显示将要删除的用户信息预览，确认删除的记录，更新数据库。

在对数据库进行操作时，使用 javabean 组件实现各种操作。在 jsp 页面程序中，通过 `testbean.dbconn dbc=new testbean .dbconn ()` 来获取数据库连接对象 `dbconn` 实例 `dbc`。使用 `dbc.getconnect()` 来调用数据库连接方法；通过 `ResultSet rs=dbc.select(sql)` 来调用 `dbconn` 数据查询方法；使用 `num=dbc.update(sql)` 来调用 `dbcon` 修改数据方法；通过 `num=dbc.delete(sql)` 来调用 `dbconn` 删除数据的方法。使用 `dbc.close()` 来调用 `dbconn` 的 `close ()` 方法，关闭数据库连接及释放资源。主要的关键代码如下所示：

```
public Connection getconnect()
{
    try {
        Class.forName("oracle.jdbc.driver.OracleDriver");
        conn = DriverManager.getConnection
            ("jdbc:oracle:thin:@localhost:1521:lss", "system",
            "manager");
    }
    catch (Exception e)
    {
        System.out.println("连接数据库失败！");
        e.printStackTrace();
    }
    return conn;
}

public ResultSet select(String sql)
{
    try {
        Connection conn=getconnect();
        stmt = conn.createStatement();
        resultSet = stmt.executeQuery(sql);
    }
    catch (Exception e)
    {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

```
return resultSet;
```

用户管理页面 user.jsp 连接数据库成功后, 显示结果如图 4-7 所示:



图 4-7 user.jsp 页面用户信息图

● 电子地图显示模块的实现

地图页面显示的实现过程相对复杂一些, 地图的渲染和生成都是在地图应用服务器端实现, 以输出流的方式完成 jpg 图片的输出。通过 Java Servlet 来实现电子地图的生成。

应用系统中地图的生成, 程序代码如下:

```
private static String mimeType = "image/gif";
private String m_fileToLoad = "E:/map/swjtu.mdf";
private String m_mxtURL = "http://localhost:80/MapSwjtu/mapxtreme";
private int m_mapWidth = 1050;
private int m_mapHeight = 630;
myMap = new MapJ();
myMap.loadMapDefinition(m_fileToLoad);
req.getSession().setAttribute("mapJ", myMap);
resetPoint = myMap.getCenter();
resetZoom = myMap.getZoom();
System.out.println("地图原始的放大比例: " + resetZoom);
myMap.setDeviceBounds(new DoubleRect(0, 0, m_mapWidth,
    m_mapHeight));
ImageRequestComposer irc =
```

```
ImageRequestComposer.create(myMap, 256, Color.white, mimeType);  
MapXtremeImageRenderer rr = new  
MapXtremeImageRenderer(m_mxtURL);  
rr.render(irc);  
rr.toStream(res.getOutputStream());  
rr.dispose();
```

具体通过以下几个步骤实现:

(1) 初始化地图对象, 通过 `mymap=new MapJ()` 完成; 加载保存在文件中的地图定义文件 (*.mdf), 使用 `mymap.loadMapDefinition("E:/map/swjtu.mdf")` 来完成地图的加载任务;

(2) 设置图片的尺寸, 设置方法为: `mymap.setDeviceBounds(new DoubleRect(0, 0, 1050, 630))`;

(3) 生成图片需要以下几步: 指定 `MapXtremeServlet` 地图服务器的 URL 为: `String m_mxtURL =http://localhost:80/MapSwjtu/mapxtreme`; 创建 `ImageRequestComposer`, 过程为: `ImageRequestComposer irc =ImageRequestComposer.create(mymap,256, Color.white,"image/gif")`, 表示图片是 256 色, 背景为白色的 GIF 图; 创建 `ImageRender` 进行图片渲染, `MapXtremeImageRenderer rr =new MapXtremeImageRenderer(m_mxtURL)`;

(4) 生成图片返回图像的唯一办法就是使用 `Render` 对象, 即 `rr.render(irc)`; `rr.toStream(res.getOutputStream())` 将生成的图片返回给客户端浏览器。

此外, 还可以使用 `rrToFile("test.gif")` 和 `toImage` 方法将图像返回。但是, 返回给用户浏览器的时候, 使用 `rr.toStream(res.getOutputStream())` 将生成的图片返回给客户端浏览器。

在调试系统的过程中, 为了查看输出效果, `toFile` 和 `toStream` 方法可同时使用, 结果输出到磁盘的图片文件会成功, `rrToFile("test.gif")` 将图片保存在 D 盘上, 但是浏览器上没返回, 主要是在输出到磁盘的过程中耗费太多时间, 以致没有输出到浏览器。

在此之前的图片显示不出来, 是因为 `mdf` 文件出现问题, 而这个问题是由地图文件的丢失引起的, `mdf` 文件记录的是生成该文件的源文件的保存路径, 由于开始不知道 `mdf` 的内容格式, `.tab` 文件不小心丢失, 导致图片无法显示。

用户或管理员登录成功后, 进入系统主界面, 电子地图的显示结果如图 4-8 所示:



图 4-8 系统主界面图

● 地图的对象选择和半径选择

选择地图上的一个或多个图元对象（点、线、区域等）完成对地图对象的定位，对地图图元的搜索查询使用的是 FeatureLayer 对象提供的方法，返回 FeatureSet 对象，并将查询到的对象高亮显示。

地图的对象选择，使用 FeatureLayer 对象的 searchAtPoint 方法，返回与指定点位置交叉的 FeatureSet 对象。地物对象选择着诚斋 13 号楼显示结果如图 4-9 所示：



图 4-9 地物对象的选择及查询

地图的半径选择,使用 FeatureLayer 对象的 searchWithinRadius 方法,返回在指定范围内构成图元的 FeatureSet 集合。半径选择的显示结果如图 4-10 所示:

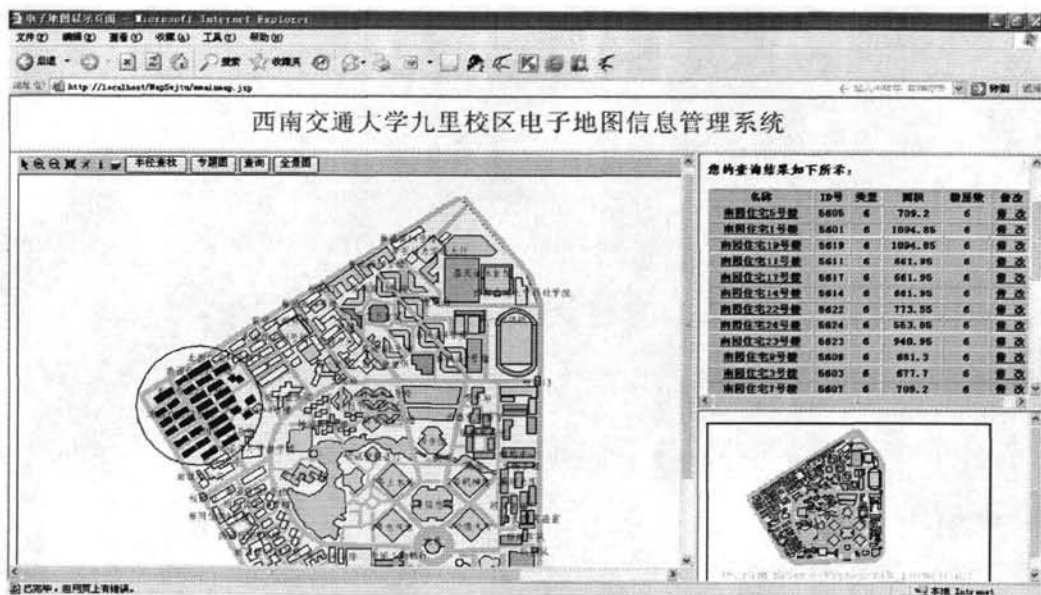


图 4-10 地物对象的半径选择及查询

● 地图的放大、缩小和漫游

地图的放大、缩小和漫游功能显示结果类似,以电子地图放大功能为例,地图放大及全景图显示结果如图 4-11 所示:

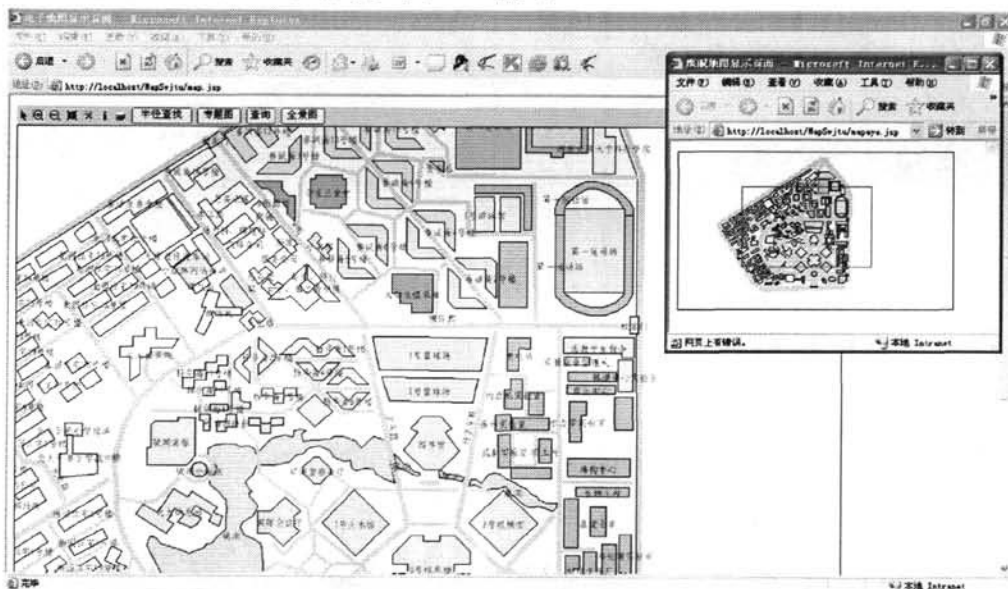


图 4-11 地图放大及鹰眼效果图

● 地图的属性查询

按照数据查询模块的设计流程进行设计并运行，查询对象的属性信息，查询图书馆的结果显示如图 4-12 所示：



图 4-12 地物属性信息的查询

● 地图的模糊查询

输入任意字段值都可将相关记录查询出来，并可将记录在地图上高亮显示。以输入名称字段为例，用户输入扬华后查出扬华的相关信息，选择扬华斋 6 号在地图上的显示结果如图 4-13 所示：



图 4-13 地图的模糊查询显示

● 地图的专题图层渲染和图层控制

(1) 地图专题图层的渲染操作是为了更好的表现地图上各设施物之间的关系而设计, 本系统是对 SBuilding 图层进行专题图渲染的, 通过对属性列 Btype 的不同值设置不同的颜色来生成专题图层的。通过调用后台 Servlet 相应的方法来处理, 在原地图上添加注释图层, 在该图层上生成专题图层, 最后将重新生成的图片返回给客户端。根据系统的具体设计, 生成的专题图层显示结果如图 4-14 所示:



图 4-14 专题图显示效果图

(2) 通过表单对图层控制 maplayer.jsp 这个页面进行控制, 通过该页面, 对各图层的选择、可视和标注进行设置, 使用 `tlayer=mymap.getLayers().elementAt(i)` 来获取地图的每个图层, 对各图层进行设置。对每个图层进行可视、选择和自动标注来控制 and 显示地图, 通过函数 `tlayer.isVisible()` 来设置复选框是否可视, 函数 `tlayer.isSelectable()` 对复选框设置是否被选择, 函数 `tlayer.isAutoLabel()` 对复选框设置是否能够自动标注, 本系统的自动标注是对所有图层都可进行自动标注。通过对上述选择设置成功后, 点击各个不同的按钮, 可进行不同的操作。图层控制的选择页面显示图如图 4-15 所示:

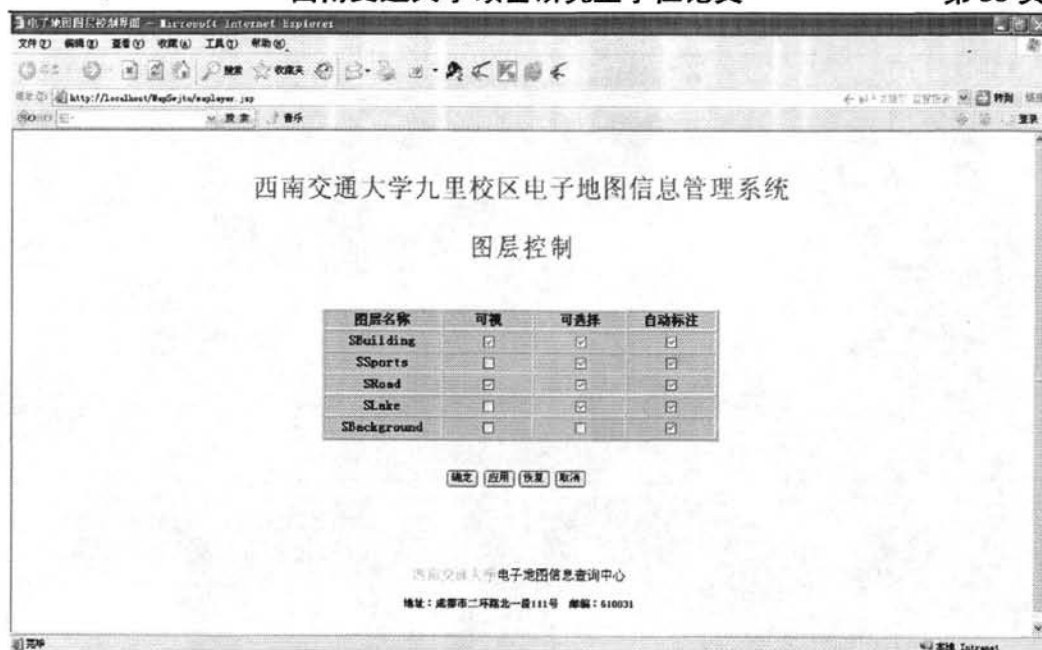


图 4-15 图层控制 maplayer.jsp 页面

按照图 4-15 图层控制页面的选择，地图显示结果如图 4-16 所示：



图 4-16 图层控制结果显示图

4.5 本章小结

本章在前几章对系统所述的相关理论和技术进行详细研究的基础上，最终成功完成了本系统的开发。首先对整个系统的环境配置及关键问题进行了详细的介绍，然后对电子地图绘制的完成及系统所实现的各操作功能辅以图片的形式进行了展示。

总结与展望

随着网络化和信息化的飞速发展,以及电子地图的逐步普及,如何在网上对电子地图的信息进行有效地管理成为当前一个比较重要的研究方向。本论文在电子地图展示系统设计成功的基础上,通过网络对用户管理和电子地图信息管理方面进行了深入的研究,取得的主要成果有以下几个方面:

(1) 校园电子地图矢量化的完成。对电子地图的各地物属性数据通过实地的考察和采集,最终完成数据库相关信息的录入。根据地图上地物设施性质的不同,将地图分为 5 个不同的图层,并且对于建筑物图层来说,由于各建筑物的用途属性各有不同,又可将该图层的建筑物划分为 8 个不同的类别,专题图层的渲染就是通过属性的不同来渲染该图层。

(2) 校园电子地图数据库的设计完成。电子地图的属性数据和空间数据的结构设计和存储是数据库管理的重要方面,通过将 Mapinfo 地图的相关数据上载到 Oracle 数据库后,能够实现对电子地图的数据进行管理。对基于 Oracle Spatial 的空间数据的索引和查询技术做了深入的分析,并且对空间数据和属性数据的互查询技术进行了深入的研究。此外,通过建立表 guanli,管理员可对注册用户进行添加、修改和删除操作。

(3) 使用 MapXtreme for Java 作为 WebGIS 的二次开发平台,基于 B/S 开发模式的设计,完成了对电子地图展示系统的设计。在实际设计过程中,通过 MapXtreme 自带的 MapJ API 来完成对地图的全方位控制,实现了电子地图的放大、缩小、漫游、图层控制、对象选择、半径选择、专题图层的渲染等多种操作功能。因此,用户只要通过浏览器即可对电子地图进行操作,提高了系统的易用性和界面的友好性。

虽然校园电子地图展示系统已实现。然而,由于作者经验不足和时间等方面的限制,设计的内容还需要进一步的改进和完善,如:设置更多对电子地图进行查询的条件、虚拟为三维的电子地图和页面的布局更加完善以便系统更好的开发等。

本系统在设计和论文的写作方面难免会存在一些偏差和遗漏,不当之处,敬请各位老师和专家提出宝贵的指导意见。

致 谢

值此论文完成之际，我要向众多指导和关心我论文和课题研究及在攻读硕士学位的三年时间中给予我关心和帮助的所有老师和同学表示衷心的感谢！

首先要感谢我的导师楼新远副教授，在楼老师的悉心指导下，我的论文才得以顺利的完成，楼老师严谨的治学态度、渊博的知识和独特的创新思维指引着我在研究生学习阶段不断的向前迈进，我深知这三年中所获取的知识，都是在楼老师的谆谆教诲和鼓励下获得的。

感谢信息楼 1408 楼老师实验室的所有同学，尤其要感谢周宏敏师姐、朱菊花师姐、苗孔仿、苏秀芝等各位对我的课题研究方面所给与的指导和鼓励。

感谢我的同学和朋友，对我课题研究所提的建议以及在我设计实现和论文写作的过程中所给予的宝贵意见，对于顺利完成并且不断完善我的课题和论文起了很大的作用；在我设计过程中给予的宝贵意见和鼓励，让我减轻了压力，缓解了情绪；感谢我的舍友，她们为我提供了舒适的课题研究和论文写作的空间，让我的心情变得轻松；还有对我论文提供很大帮助的其他同学和朋友向你们表示感谢。

感谢我的家人，他们无私的给予、默默的支持和殷切的期盼是我求学路上强大的精神动力，由此，我才能够顺利的完成我的论文和学业。感谢他们多年来为我所付出的所有一切。

最后我要感谢所有关心和帮助过我的朋友们！

参考文献

- [1] A Jigsaw query processing technique for Web GIS Sung-Hee Kim, Chi-Young Yoo, Young-Geol Lee, Jong-Hoon Kim, Jae-bong Lee, Jae-Hong Kim, Hae-Young Bae. Information Technology: Coding and Computing, 2000. Proceedings. International Conference on, 2000:385~390
- [2] 陆守一. 地理信息系统. 北京. 高等教育出版社. 2004.3
- [3] Miller H J, Storm J D. 1996. Geographic information system for network equilibrium-based travel demand models. Transportation Research C: New Technologies. 4(6):373~389
- [4] Yafang Su, Slottow Joan. Distributing proprietary geographic data on the World Wide Web - UCLA GIS Database and Map Server. Computers and Geosciences. 2000.26(7):741~749
- [5] 傅兆敏, 胡金宝. 地理信息系统概述. 重庆工学院学报. 2006.(02)
- [6] 边馥苓. GIS 地理信息系统原理与方法. 北京. 测绘出版社. 1996:76~80
- [7] J. Coppock, D. Rhind. The History of GIS - GIS Principles and Applications. New York. 1995
- [8] http://www.antu.com.cn/gis_jjie.htm. 地理信息系统简述.
- [9] <http://www.tianmomo.com/GIS/WebGIS/WebGIS-DiLiXinXiXiTong-JiShuFaZhanXinQuShi.html>. WebGIS 地理信息系统技术发展新趋势.
- [10] <http://www.3snews.net/html/51/n-20851.html>. 电子地图产业化之研究.
- [11] 程文. 基于 JSP 开发动态网站的设计与实现. 现代计算机. 2002.14(9):47~51
- [12] 朱恩利, 李建辉等. 地理信息系统基础及应用教程. 北京机械工业出版社 2008.3
- [13] 宋世荣. 基于 J2EE 和 Oracle Spatial 的 WebGIS 研究与应用. 武汉理工大学硕士学位论文. 2007 年 5 月
- [14] <http://www.dojochina.com/?q=node/206>. J2EE 介绍 | DOJO 中国.
- [15] 谢仕义, 匡珍春. 国内外 GIS 软件的发展及其应用. 现代计算机 2002.2(10):128~130
- [16] 郭秋英. 当前国际 GIS 发展的几个特点. 计算机系统应用. 1998(2): 34-43
- [17] 吴信才, 白玉琪, 郭玲玲. 地理信息系统(GIS)发展现状及展望. 计算机工程与应用. 2000.36(4):8~9.38

-
- [18] Sue Spielman, Meeraj Kunnumpurath, Pro J2EE 1.4: From Professional to Expert. 北京:电子工业出版社.2005:211~214
- [19] <http://www.tobacco.org.cn/news/dspNews.jsp?id=50603>. 烟草商业企业应用集成架构的设计与实现.
- [20] 承继成, 李崎. 国家空间信息基础设施与数字地球北京. 清华大学出版社 1999:15-17
- [21] MapXtreme Java Edition Version 4.8 开发者指南. 2006 MapInfo Corporation.
- [22] Yong-II Kim*, Moo-Wuk Pyeon, Yang-Dam Eo. Development of hyper-map database for ITS and GIS [J]. Computers, Environment and Urban Systems. 2000(24):50~55
- [23] <http://www.sd9981.com/php-mysql-java-oracle/oracle.asp>. Oracle 数据库.
- [24] <http://db.rdx.com/Oracle/2008/11/10221435603.shtml>. Oracle 数据库概述.
- [25] Christian Bohm, A cost model for query processing in high dimensional data spaces[J]. ACM Transactions on Database Systems. 2000.25(2):129~178
- [26] http://blog.csdn.net/magicboy_1013/archive/2007/08/10/1736741.aspx. PLSQL 开发工具 TOAD 介绍.
- [27] 孟令奎, 史文中等. 网络地理信息系统原理与技术. 北京: 科学出版社. 2003:321~325
- [28] MapInfo Corporation. MapXtreme for Java 开发人员指南. 北京. 测绘出版社 2003:59~61
- [29] http://tech.ccidnet.com/art/1105/20090326/1722137_1.html. 超大型 Oracle 数据库应用系统的设计方法.
- [30] 栗松涛, 李春文. 基于 XML 的 B/S 体系数据模型. 北京. 计算机工程与应用 2001.2(18):113~115
- [31] <http://tech.ddvip.com/2007-09/119070294135450.html>. DIV 与 Table 两种页面布局方式在大型网站的可用性比较.
- [32] 苏炳均, 诸昌铃, 李林. 基于 Oracle Spatial 的 GIS 数据组织及查询. 计算机应用研究. 2006.12
- [33] 肖飞, 唐媛. Oracle Spatial 空间索引解析. 信息技术与信息化. 2009.1
- [34] 申思, 马劲松. GIS 关系数据库 SQL 空间扩展算子的实现. 计算机工程与应用(数据库与信息处理). 2005.32
- [35] <http://tech.it168.com/jd/2008-01-22/200801222147604.shtml>. J2EE 全面介绍.
-

-
- [36]游文杰,JavaScript 函数与事件应用.计算机应用.2001.21(8):119~120
- [37]<http://it.sohu.com/48/67/article15126748.shtml>. 网络编程全接触之语言介绍篇.
- [38]<http://it.sohu.com/18/68/article15126818.shtml>. JavaScript 介绍.
- [39]杨得新.SQL Server 2000 开发与应用.北京.机械工业出版社.2003:109~111
- [40]胡金星,潘惫.基于 Oracle Spatial 的 WebGIS 解决方案.计算机工程与应用. 2003.3
- [41]汤国安,赵牡丹. 地理信息系统. 北京.科学出版社, 2000:168.
- [42]肖飞. 基于 MapXtreme 的 B/S 体系结构模型的设计与实现.计算机与现代化. 2006.1
- [43]杨舒奎. 基于 WebGIS 数字地图的设计与开发.华中科技大学硕士学位论文. 2006.4
- [44]王安炜. 关于 mapxtreme for java 实现鹰眼的基本思路 and 实现. 中国水运.2008 年 10 月第 8 卷第 10 期
- [45]刘书雷,李军,陈宏盛等.基于 MapXtreme 的 WebGIS 解决方案.计算机工程与科学.2004 年第 26 卷第 2 期
- [46]阙宜萌. 基于 MapXtreme 的校园 Web GIS 开发.计算机工程与设计. 2005 年 6 月第 26 卷第 6 期
- [47]熊卫东, 张文君, 胡秋平. 基于 MapXtreme 的网络电子地图设计. 地理空间信息. 2006 年 10 月第 4 卷第 5 期
- [48]张新长等.地理信息系统数据库.北京科学出版社.2005
- [49]赵光等.JSP+Oracle 数据库组建动态网站经典实例.电子工业出版社.2005.12
- [50]刘彬.JSP 数据库高级编程.清华大学出版社.2006.3
-

攻读硕士学位期间发表的论文

- [1] 李姗姗.基于 workflow 技术和 GIS 的物流管理信息系统的研究.铁路计算机应用杂志社.2008.11.