

分类号: TP391

单位代码: 10110

学 号: s20080609

基于 WebGIS 的地图发布系统——以山西省煤炭资源为例

杨艳

中北大学

# 中 北 大 学

# 硕 士 学 位 论 文

## 基于 WebGIS 的地图发布系统

### ——以山西省煤炭资源为例

硕士研究生\_\_\_\_杨艳\_\_\_\_

指导教师\_\_\_\_杨秋翔\_\_\_\_

学科专业\_\_\_\_计算机应用技术\_\_\_\_

2011 年 4 月 10 日

图书分类号 TP391 密级 非密

UDC 004

## 硕 士 学 位 论 文

基于WebGIS的地图发布系统——以山西省煤炭资源为例

杨艳

指导教师（姓名、职称） 杨秋翔教授

申请学位级别 硕士

专业名称 计算机应用技术

论文提交日期 2011 年 5 月 30 日

论文答辩日期 2011 年 5 月 28 日

学位授予日期        年        月        日

论文评阅人 崔冬华、潘广贞

答辩委员会主席 曾建潮

2011 年 4 月 10 日

## 原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在指导教师的指导下，独立进行研究所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人或集体已经发表或撰写过的科研成果。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律责任由本人承担。

论文作者签名： 杨艳      日期： 2011-5-30

## 关于学位论文使用权的说明

本人完全了解中北大学有关保管、使用学位论文的规定，其中包括：

①学校有权保管、并向有关部门送交学位论文的原件与复印件；②学校可以采用影印、缩印或其它复制手段复制并保存学位论文；③学校可允许学位论文被查阅或借阅；④学校可以学术交流为目的，复制赠送和交换学位论文；⑤学校可以公布学位论文的全部或部分内容（保密学位论文在解密后遵守此规定）。

签    名：\_\_\_\_\_杨艳\_\_\_\_\_    日期：\_\_\_\_\_2011-5-30\_\_\_\_\_

导师签名：\_\_\_\_\_杨秋翔\_\_\_\_\_    日期：\_\_\_\_\_2011-5-30\_\_\_\_\_

# 基于 WebGIS 的地图发布系统——以山西省煤炭资源为例

## 摘要

随着计算机网络技术的飞速发展及人民生活水平的不断提高,各种网络应用在人们的日常生活及工作中也在不断的推广和普及。管理信息化作为提高管理水平的有效手段,正在各个行业中逐步运用。煤炭资源作为我省的主要能源支柱及国家的重要能源,如何有效的管理,成为煤炭资源管理信息化工作中的重点和难点。在 2010 年 6 月 1 日,国土资源部,下发了《国土资源部关于进一步运用现代科技信息手段规范和创新管理的指导意见》,要求运用科技信息手段规范和创新国土资源管理。该文件明确指出对矿产资源的管理要加强核心数据库的建立,实施掌握资源供应的总量、结构、布局等信息。而地理信息系统(GIS)是实现国土资源信息化管理的基本手段,WebGIS 作为一种全新的地理信息系统开发技术已经深入到各行各业中,有效的提高了管理水平和效率,并实现了信息的共享。如果将 WebGIS 技术引入到煤炭资源信息管理领域中,将是对现有管理水平的进一步提高。

本研究运用 WebGIS 技术手段,建立以山西省煤炭资源为例的基于 WebGIS 的地图发布系统,并充分运用了开源软件,使开发成本得以大幅度降低。系统采用 GeoServer 作为地图服务器、PostGIS 作为空间数据库、Openlayers 作为前端显示客户端,并结合相关的矢量数据开发并实现了煤炭资源的地图发布系统,将煤炭资源信息化管理水平提升到了一个新的高度。

在研究过程中,系统的分析了 WebGIS 的技术原理、矢量数据的特征及空间数据的存储、表达及控制等相关技术。结合收集的山西省煤炭资源开采现状图、山西省煤炭资源开采规划图(2005)、山西省行政区划图等,经数据分析、格式转换、有效信息的提取等操作,成功的将矢量空间数据部署到 WebGIS 中,实现了山西省煤炭资源信息的网络发布。

**关键词:** WebGIS, GeoServer, 空间数据, PostGIS, Openlayers

# The WebGIS based Map-issuing System—A Case Study of Coal Resources in Shanxi Province

## Abstract

With the rapid development of computer network technology and continuous improvement of living standards, a variety of network applications in people's daily life and work also continued to promote and popularize. Information management as an effective means of improving the management level is gradually used in various industries. Coal resources were the main pillars energy of Shanxi Province and the most important energy of our country. How to effectively manage was an important and difficult work in the information management of coal resources. In the June 9, 2010, the Ministry of Land and Resources issued a “Guidance on the further regulate and innovative management by using the modern technology and information tools”, it required that regulating and innovating the management of national land resources by using the modern technology and information tools. The document clearly pointed out that it should be strengthen the core database development of the management of mineral resources, to Master the total supply of resources, structure, layout and other information. Geographic Information System (GIS) is the basic means of information management of the national land resources. WebGIS as a new geographic information system technology has been deep into all walks of life, effectively improved the management level and efficiency, and implemented the information sharing. If the WebGIS technology was introduced into the field of information management of coal resources, it will be a further improvement of the existing management.

In this study, the WebGIS based map-issuing system was established by using the WebGIS technology, which was a case study of coal resources in Shanxi province, and full use of the open source software made the development costs significantly reduced. The system used the GeoServer as a map server, the PostGIS as a spatial database, the Openlayers as the front-end presentation layer, and combined with vector data to develop and implement the

basic functions of coal map-issuing system. So that managers break away from the traditional non-visual management system, and the coal resources information management is up to a new level.

Combined the situation map of coal mining, the coal mining plans map (2005) ,the administrative map in Shanxi Province, and by the data analysis, format conversion, effective information extraction and other operations, Vector spatial data deployed to the WebGIS successfully,and information on coal resources in Shanxi Province achieved a network release.

**Keywords:** WebGIS, GeoServer, Spatial Data, Openlayers

## 目 录

### 1 绪论

1.1 选题的背景及研究的意义 .....	1
1.2 研究现状分析.....	2
1.2.1 地理信息系统研究现状分析.....	2
1.2.2 WebGIS技术研究现状分析 .....	3
1.2.3 开源WebGIS技术研究现状分析 .....	4
1.2.4 煤炭资源信息管理手段的现状分析 .....	4
1.3 本研究的内容.....	5
1.4 本系统的技术路线.....	5

### 2 WebGIS原理及相关知识综述

2.1 WebGIS技术的基本原理 .....	7
2.2 WebGIS技术的特点 .....	8
2.3 WebGIS技术的主要开发方式.....	9
2.4 WebGIS技术的体系结构.....	10
2.5 相关术语定义及服务标准 .....	10
2.6 矢量数据类型.....	11

### 3 系统主要开发技术选型

3.1 地图服务器软件.....	12
3.1.1 WebGIS商业地图服务器软件 .....	12
3.1.2 WebGIS开源地图服务器软件 .....	13
3.2 空间数据库.....	13
3.3 前端显示客户端.....	14
3.4 确定系统开发技术.....	14

### 4 系统总体设计



4.1 系统总体设计概述.....	16
4.2 系统体系结构设计.....	16
4.3 系统功能模块设计.....	17
<b>5 开源WebGIS平台的构建</b>	
5.1 GeoServer开源地图服务器 .....	18
5.2 PostgreSQL/PostGIS开源空间数据库 .....	19
5.3 Openlayers开源WebGIS客户端 .....	19
5.4 PHP服务器端动态开发语言 .....	20
5.5 Web服务器及开发语言选取.....	20
5.6 GeoServer服务器的安装 .....	20
5.7 PostgreSQL+PostGIS数据库的安装 .....	21
<b>6 地理空间数据库的建立</b>	
6.1 地理空间数据预处理 .....	23
6.1.1 图层的分层 .....	23
6.1.2 投影的转换 .....	23
6.2 空间数据的存储.....	23
6.3 数据库的建立.....	24
6.4 数据的导入.....	27
6.5 空间数据的基本操作 .....	29
<b>7 空间数据的发布</b>	
7.1 SLD样式的制作.....	31
7.2 图层的组织.....	36
7.3 空间数据的发布.....	37
<b>8 客户端开发</b>	
8.1 OpenLayers的开发技术 .....	41
8.2 客户端开发实例.....	43

8.3 对象属性的获取.....	45
9 总结与展望	
9.1 研究工作的总结.....	46
9.2 今后工作的展望.....	46
参考文献	
攻读硕士学位期间发表的论文及所取得的研究成果	
致谢	

# 1 绪论

## 1.1 选题的背景及研究的意义

山西省是煤炭资源大省，煤炭存储量居全国前列<sup>[1]</sup>，近年来，由于煤炭资源的过度开采、私采、乱采等现象的频频出现，直接导致了人民生活环境的恶化、人民生命财产的破坏及矿产资源的浪费等问题。如何有效的管理矿产资源成为当前的首要问题。在信息化飞速发展的时代，将计算机及网络技术引入煤炭资源管理工作中是发展的必然趋势，如何更好的利用计算机及网络技术进行煤炭资源管理是管理者及技术工作者共同关心的问题。

虽然当前煤炭行业已经部分实现了计算机管理，如：煤炭资源信息管理系统、煤炭资源开采规划管理系统等，但基本都是基于单机模式的管理<sup>[2]</sup>，在实际运用中也暴露出了许多问题。首先，由于煤炭资源信息往往都掌握在国土资源管理部门或煤炭资源管理部门手中，并且煤炭资源信息通常是依托一定的地理环境存在，大部分数据信息都是以图件的形式表现，但在传统的单机模式下不利于信息的共享，煤炭生产管理部门及煤炭生产部门不能及时的得到准确的信息。其次，煤炭资源作为一种动态变化的物质，传统的管理系统由于多终端运行无法有效及时的更新数据，即便是实现了数据的移植共享，也要投入大量的资金购买相应的软件环境。基于此，本研究在充分借鉴前人研究的基础上，尝试开发基于WebGIS的地图发布系统并以山西省煤炭资源信息作为实验数据，将煤炭资源信息依托网络技术实现信息的共享。随着Internet技术的发展以及基于Web开发的新技术的不断涌现，以WebGIS技术为手段的地理信息系统在地理信息管理中发挥着越来越重要的作用<sup>[3]</sup>。煤炭资源信息是地理信息的一部分，将基于WebGIS的地图发布应用于煤炭资源管理中，可以有效的改善用户体验感、实现信息的共享，同时WebGIS技术是基于B/S架构，集中了数据存储，可以及时有效的更新动态变化的信息。

随着Internet技术的发展以及基于Web开发的新技术的不断涌现，以WebGIS技术为手段的地理信息系统在地理信息管理中发挥着越来越重要的作用<sup>[3]</sup>。煤炭资源信息是地理信息的一部分，将基于WebGIS的地图发布应用于煤炭资源管理中，可以有效的改善用户体验感、进行可视化管理，同时WebGIS技术是基于B/S架构，集中了数据存储，可

以及及时有效的更新动态变化的信息。

## 1.2 研究现状分析

Web 服务作为信息产业发展的主流方向,越来越受到地理信息业界的研究者、从业者的关注,大量的研究者尝试将 WEB 与 GIS 技术相结合,并开创了基于 Web 的 GIS 新技术领域。在实际运用中研究者们将其融入到各个行业当中,并取得了良好的效果。

### 1.2.1 地理信息系统研究现状分析

地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 出现于 20 世纪 60 年代<sup>[4]</sup>,它是为了解决资源与环境等全球性的问题而发展起来的技术,是自然科学、工程技术、社会科学等多种学科交叉的产物,它将传统科学与现代技术相结合,为各种涉及空间数据分析的学科提供了新的方法。GIS 在我国的研究与发展开始于上世纪的 80 年代,随着计算机技术的迅速发展, GIS 在理论、技术方法和实践经验等方面逐步趋于成熟<sup>[5]</sup>。GIS 技术的发展经历了组件式 GIS 技术 (ComGIS)、嵌入式地理信息系统、网络地理信息系统技术 (WebGIS)、3S 集成技术四个过程。

组件式 GIS 技术 (ComGIS) 是把 GIS 的功能具体化,以组件形式呈现在开发者面前,它与传统 GIS 工具相比具有许多的优点。组件化的 GIS 平台能够自由地以各种方式和数据库连接,而且具有独立空间数据管理能力,在数据管理和数据库的连接方面灵活性很强。功能具体化了的各个组件完成不同的功能,而且各组件之间以及组件和非组件又能够通过软件开发工具集成为最终的 GIS 平台或者应用程序。一些 GIS 软件公司把 COM 技术应用于 GIS 开发,由一系列 ActiveX 控件组成的 ComGIS 软件,如鹰图公司 (Intergraph) 的 GeoMedia、美国环境系统研究所公司 (ESRI) 的 MapObjects、MapInfo 公司的 MapX 等。

嵌入式地理信息系统是新一代地理信息系统发展的代表方向之一,它是运行在嵌入式计算机系统上高度浓缩、高度精简的 GIS 软件系统<sup>[6]</sup>。嵌入式计算机系统是一种特定的计算机系统,它通常隐藏在某些设备之中 (如各种信息家电产品、各种医疗电子仪器、各种智能仪表、机器人、收款机、POS 系统、电子秤等)。随着地理信息系统的快速发展,嵌入式 GIS 的应用也越来越广泛,主要体现在军事装备、航空航天、野外测绘、车载导

航仪、PDA定位服务,其中车载导航仪、PDA定位服务的广泛应用更是使得嵌入式地理信息这一概念越来越为人们所熟知。

WebGIS是Internet和WWW技术应用于GIS开发的产物,也就是在Web上工作的GIS<sup>[7]</sup>,因特网用户可以在Web的任意一个节点来获取各种地理信息,可以检索空间数据并且利用浏览器的交互能力使不同的客户端来访问这些数据。目前,几乎所有的大型GIS商业软件都在向Web靠拢,以提供地图发布、查询、缩放、漫游等。国际市场上已经有几十种基于Internet的网络地理信息系统产品,其中典型的网络地理信息系统产品有美国欧特克有限公司(Autodesk)的MapGuide Server、MapInfo公司的ProServer、美国环境系统研究所公司(ESRI)的MapObject Internet Map Server及鹰图公司(Intergraph公司)的GeoMedia Web Map等。

3S集成技术,3S是GIS、RS、GPS的简称,即地理信息系统、遥感技术(Remote Sensing)、全球定位系统(Global Positioning System GPS)的统称。

### 1.2.2 WebGIS 技术研究现状分析

进入20世纪90年代以来,基于Internet标准的WebGIS技术逐渐出现在人们的视线当中。作为GIS的一个新分支领域,WebGIS使得全球范围内的地理信息共享成为现实,人们不需要购买专业的GIS软件,就能够通过网络来享受GIS的各项功能。由于WebGIS的应用越来越广泛,各大GIS软件开发商也相继推出了比较成熟的WebGIS产品,GIS系统集成技术的发展也进入了崭新的阶段。以相关WebGIS产品为基础,国内外的许多相关人员都进行了积极而有效的探索和实践,并取得了一定的成果。比如:中国水利水电科学院的王世岩等人开发的全国水资源WebGIS信息系统是基于ArcGIS Engine技术(ActiveX技术的一种实现)<sup>[8]</sup>;浙江大学的王繁等开发的基于ArcIMS的浙江近海水环境质量评价系统<sup>[9]</sup>等。WebGIS可以应用于诸多领域,包括农业、林业、水利、资源、交通、通讯、环境、海洋、军事以及城市建设等。但是,受到Internet带宽和网络通讯能力等网络环境的限制,WebGIS还存在着许多不成熟的地方,目前WebGIS的功能大多只能完成地理信息数据的网络发布和简单的空间属性数据的查询,还不能完全实现传统GIS特有的空间分析功能,并且在利用网络进行数据传输时,还存在着网络安全的隐患,这些都是在未来的WebGIS中需要改进和克服的问题。

### 1.2.3 开源 WebGIS 技术研究现状分析

开放地理信息系统协会（OGC）作为开源WebGIS技术的主要推动者，为了解决地理信息的互操作性制定了Open GIS（Open Geodata Interoperation Specification，开放地理数据互操作规范），并相继制定并推出了基于Web服务的空间数据互操作实现规范Web Map Service（WMS）、Web Feature Service(WFS)、Web Coverage Service（WCS）以及用于空间数据传输与转换的地理信息标记语言GML等。正是由于这些规范的制定，使开源WebGIS技术得到了广泛的推广与应用。目前国际上已出现了多种开源WebGIS平台及开源WebGIS组件。如使用Java语言实现的有：Deegree、OpenMap、GeoServer、GeoTools、uDig等；使用C/C++实现的有：GRASS、MapServer等。这些开源软件大都符合Open GIS规范,不仅可以兼容ESRI、Mapinfo、Oracle等商业软件的数据格式，同时也提供了针对MySQL、PostGIS等开源软件的实现接口。开源软件凭借其免费开源的特点，受到了许多开发者和研究者的青睐，并取得了一定的成果。比如：西南交通大学的张衍崃运用GeoServer研究了在物流配送中的路径选择问题；浙江大学的童晓星运用MapServer开发了水产养殖信息管理系统；Islamic大学的Shahriar Shams等人研究运用GeoTools组件实现了水资源系统；Munich大学的Georg Steinberger等人研究了uDig在农业服务中的应用等。开源软件是众多软件开发者学习某项技术原理的主要途径，也是许多项目实施者避开商业软件高额投入的替代品，但是由于开源软件没有固定厂商的支持，导致其技术文档及代码的可读性降低，而且许多优秀的开源软件大部分都来自国外，中文资料极其匮乏，给开发者及研究者带来了很大的不便。

### 1.2.4 煤炭资源信息管理手段的现状分析

在信息化逐步深入到我们社会生活的今天，煤炭行业作为我国的传统行业、能源的支柱产业，正在面临着管理手段普遍落后的现实，管理信息化是将传统的煤炭行业管理方式向现代行业转变的一种有效方式。许多技术先进的国家，他们的矿井依靠先进的通讯手段、自动化的采矿技术、完善的设备已经实现了无人开采，我们国家在这一方面的研究与实施还处于相对落后的地位，在较短的时间内暂时还达不到这种水平。再加上煤炭部的取消，煤炭生产逐步过渡到企业化运作，由此也导致了煤炭信息化工作的组织、

协调没有了政策的支持。但是, 我们还是要尽可能的缩小差距, 加强信息化建设。“国际数字地球”大会提出的“数字矿山”给煤炭行业信息化管理指明了方向, 信息化、自动化、智能化将是煤炭行业信息化管理的发展目标。

在煤炭资源管理中引入GIS技术是煤炭资源管理信息化水平的重要体现, 研究者们做了大量的工作, 如, 北京大学的张鹏鹏等人在深入分析《生产矿井储量管理规程》的基础上, 提出基于GIS的煤炭储量管理信息系统设计方案, 并对系统中的图形化操作平台、储量计算、数据统一管理等问题进行探讨<sup>[10]</sup>; 太原科技大学的王飞等人探讨了基于GIS的煤矿地理信息系统组成<sup>[11]</sup>; 中国矿业大学的何满潮等人利用GIS技术、网络技术和数据库技术实现了软岩信息的管理及共享, 并开发了基于Web的煤矿软岩地理信息系统<sup>[12]</sup>等。通过GIS技术的运用, 提高了煤炭行业的管理水平, 使资源信息得以清晰化表达, 并提高了工作效率。但作为大多数基于GIS的管理系统中基础数据的获取成为系统实施的难点, 重复的进行勘测、制图、分析等工作在所难免, 基于以上原因得出, 急需建立一个统一完整的地图发布系统, 将地图数据以规范的接口共享出去, 是煤炭行业实施信息化的关键。

### 1.3 本研究的内容

本研究以开源WebGIS技术为基础, 在系统实施过程中详细研究了WebGIS技术的原理, 并对比了同类软件的性能, 确定了以GeoServer、Postgresql、PostSQL、Openlayers为基本技术框架。建立了基于开源WebGIS的地图发布系统, 并以山西省煤炭资源信息作为实验数据进行了系统运行的测试, 实验测试结果良好, 有一定的推广价值。

### 1.4 本系统的技术路线

要实现基于 WebGIS 的地图发布系统, 首先必须掌握山西省煤炭资源的相关资料, 如地图资料、相关文字资料, 在此基础上通过 MapGIS 来进行地图的矢量化, 根据已经掌握的基本数据, 完成以下操作: Web 服务器的安装、地图服务器的安装、空间数据库的安装、数据的导入, 之后再进行数据的发布以及前端地图的显示。系统的基本技术路线如图 1.1 所示。

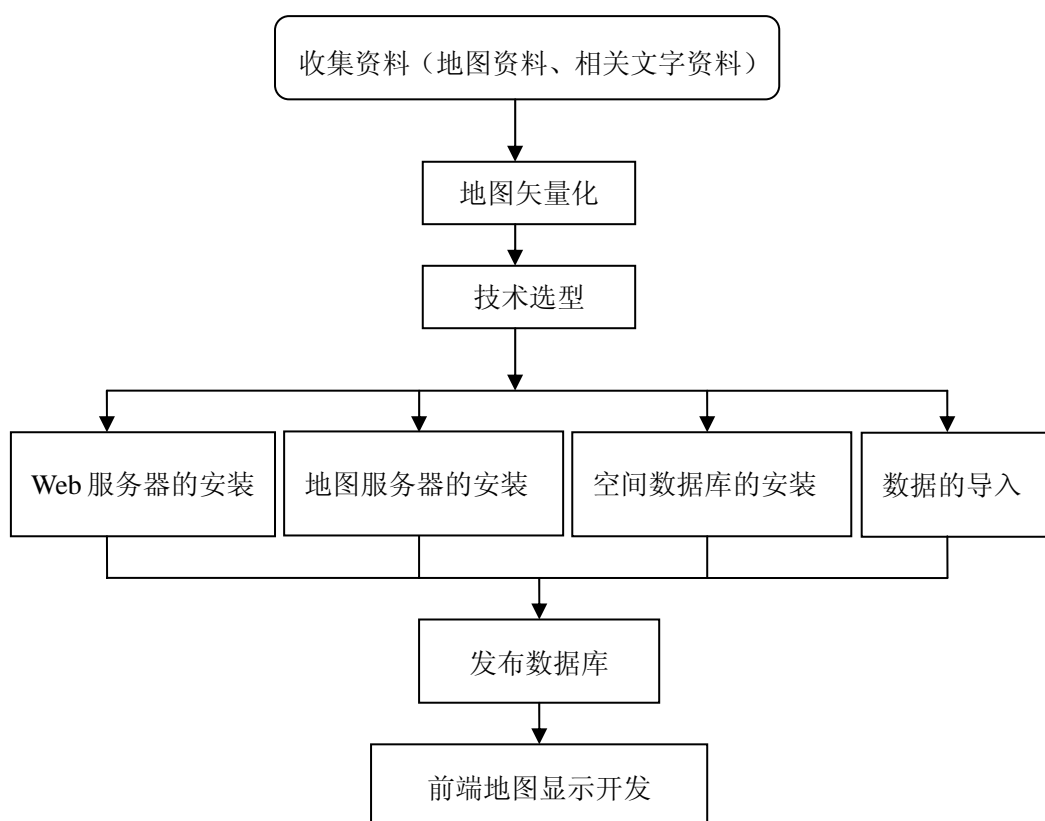


图 1.1 技术路线图



## 2 WebGIS 原理及相关知识综述

### 2.1 WebGIS 技术的基本原理

GIS 与 Web 的结合形成了 WebGIS, WebGIS 是基于 Internet 平台进行信息发布、数据共享、信息交流的, 客户端应用软件采用 WWW 协议, 实现 GIS 信息的在线查询和数据处理等功能, 是应用于互联网的地理信息系统。

WebGIS 是一种基于网络的地理信息系统程序, 即它是一种 GIS 系统; 又因为它是基于 HTTP 协议实现的 Web 应用, 所以它也是一种 Web 应用程序。因此我们说 WebGIS=Web+GIS, 说它是一种 GIS 系统, 从 GIS 服务器角度看, WebGIS 并没有脱离 GIS 的范畴, 它仍然是用于地理数据的发布管理; 从开发者的角度, 它是一种 Web 应用程序, 程序员要编写的是某种 Web 页面应用程序。WebGIS 的整个大构架包含了 GIS 管理者、GIS 服务器和 GIS 的用户, 但这一切都是基于 Web 来实现的。

WebGIS 就是一种特殊的 Web 应用程序, Web 应用程序是多个 Web 页 (实际上它就是各种类型的文件, 如 HTML、ASP、JSP、CFM 和 PHP 等) 的集合, 这些 Web 页不仅可以在访问者、页面之间进行交互, 还能与 Web 服务器上的多种资源 (包括数据库) 进行交互。当我们打开浏览器, 输入一个 URL 并从服务器获得响应内容时, 实际上就是在使用一个 Web 应用程序。

WebGIS 应用程序的页面能够通过 HTML、JSP、ASP 或任何类型的 Web 页文件构成, 其特殊之处在于, 它的请求提交方法并不是通过常用的“超链接”形式, 而是使用鼠标与 Web 浏览器上的地图进行链接的。因此, 我们开发 WebGIS 应用程序的过程, 就是实现如何让向一台 Web 服务器发送地图请求或其他类型的请求, 且进行解析、显示的过程。

但是 Web 服务器只能接受 HTTP 请求, 根据请求的信息解析相应的脚本语言或程序语言并生成 HTML 标记, 将其作为响应返回, 它本身没有任何 GIS 功能。事实上, 在 WebGIS 的交互架构中, Web 服务器只起“二传手”的作用, 它接受 HTTP 请求, 并将请求中包含的信息提交给 GIS 应用服务器, 后者对提交的信息进行处理, 返回相应的结果, 并传至 Web 服务器, 然后再由 Web 服务器传至客户端, 至于 GIS 应用服务器返

回的是指向某张地图图片的链接还是查询的文本数据，Web 服务器是毫不关心的。

## 2.2 WebGIS 技术的特点

WebGIS是将Web技术应用于GIS开发的产物，是一个交互式、分布式、动态的地理信息系统，是在新技术支持下的基于B/S架构的新型地理信息系统、是GIS的新技术发展趋势之一<sup>[13]</sup>，与传统的基于桌面和单机的GIS系统相比，WebGIS具有如下优点：

(1) 访问范围全球化，可以在 Web 的任意一个节点来获取各种地理信息，可以同时访问多个处于不同位置的服务器上的最新数据，可以检索空间数据并且利用浏览器的交互能力使不同的客户端来访问这些数据。因特网所特有的优势使得 GIS 的数据管理能力更加简单便捷，更加易于实现。

(2) 跨平台性，在传统的 GIS 环境下，一些 GIS 厂商为了占有更大的市场份额，纷纷为各个版本的操作系统(如：Windows、Unix、Linux 等)提供相应兼容的 GIS 版本，但这些 GIS 版本都是独立存在的，不具备跨平台性，由于 WebGIS 是基于 JAVA 进行开发的，因此它具有良好的跨平台性，在任何系统下都可以自由运行，而不受操作系统的限制。

(3) 低成本的大众化 GIS，传统的 GIS 作为专业人员的专业工具，成本高技术难度大是 GIS 用户面临的最大问题，同时，用户使用的通常是 GIS 的最基本的功能，传统的 GIS 要在每个客户端配备昂贵的 GIS 软件从而造成了不必要的浪费，在 Internet 快速发展的今天，我们可以通过国内外已经成熟的 WebGIS 平台来使用通用浏览器或浏览器上的插件(plug-in)、ActiveX 控件进行 WebGIS 功能的访问，而这些免费的浏览器和插件将使 GIS 的成本和技术难度大大降低。

(4) 数据处理平衡高效，传统 GIS 的处理方式大都使用文件服务器结构，处理能力完全依赖于客户端，效率较低。而 WebGIS 能充分利用网络资源，将基础性、全局性的处理交由服务器执行，比如绘制地图，查询空间数据库，空间分析等。而对数据量较小的简单操作则由客户端直接完成。这种计算模式能灵活高效地寻求计算负荷和网络流量负载在服务器端和客户端的合理分配，是一种较理想的优化模式。

(5) 良好的高内聚性，WebGIS 可以无缝的与其它 Web 应用相结合，建立基于 WebGIS 的多样化 Web 应用。

## 2.3 WebGIS 技术的主要开发方式

目前, WebGIS主要的开发方式有公共网关接口法CGI(Common Gateway Interface)、服务器应用程序接口法(Sever API)和插件方法等<sup>[14]</sup>。

### (1) CGI 方法

通用网关接口(Common Gateway Interface, CGI)是指服务器主机对外服务的标准接口, 是早期设计动态交互性 Web 应用的主要方法。远程客户端通过浏览器向服务器端发送请求, 服务器端解释请求后调用相应的 CGI 程序, 完成对客户端请求的处理, 并将结果返回到客户端。

使用这种 CGI 方法实现 WebGIS 存在一定缺陷, 由于 CGI 为每一次的客户端请求都要建立一个新的进程, 面对海量数据的运算及频繁的地图操作, 服务器的负载将会很高, 直接导致服务器性能的下降, 使客户端的响应时间变长。

### (2) Server API 方法

Server API 是 CGI 的升级版, 升级以后的 Server API 实现了进程间通讯的切换, 避免了 CGI 方法中重复新建进程的缺点, 但由于 Server API 没有一个统一的标准, 如: Microsoft 的 ISAPI 和 Netscape 的 NSPI 都是基于 Server API, 但他们都采用了不同的标准, 对服务器及操作系统有很大的依赖性, 如采用该方法开发 WebGIS 将不利于系统的迁移。

### (3) 插件方法

插件方法是在浏览器或客户机上安装一个小软件使之能够解析地理信息数据。这种方法的工作原理是浏览器在启动时自动装载特定目录下的动态连接库。当访问的页面中嵌入了特定格式的元素或对象时, 浏览器会自动寻找与该文件名后缀匹配的插件并调用, 从而解释并显示相应的嵌入元素。

这种 WebGIS 实现方法由于采用了本地解码技术, 所以执行速度快; 并且扩展了浏览器的处理功能, 可以处理矢量地图数据; 并在客户端实现了地图的渲染, 所以在一定程度上平衡了客户和服务器两端的负载, 减少了网络带宽要求。但由于直接在客户端浏览器中或操作系统中安装了相应的程序, 对客户而言, 这是不方便和不安全的。同时, 由于目前浏览器的安全性在不断提高, 以及客户端杀毒软件的限制, 此类方法往往不能

顺利实施 WebGIS 的应用。

## 2.4 WebGIS 技术的体系结构

### (1) B/S(Browser /Server)二层结构

B/S二层结构即浏览器/单服务结构，服务器是空间数据的存储中心也是空间数据的处理中心，客户端浏览器显示空间数据和对地图的基本操作。由于空间数据本身决定了其数据量极大，在这种结构下，容易造成服务器的堵塞和负载的增加<sup>[15]</sup>。

### (2) B/S(Browser/Server)三层结构

B/S 三层结构中采用了经典的 MVC(Model View Controller)设计模式，MVC 它强制性的使应用程序的输入、处理和输出分开。使用 MVC 应用程序被分成三个核心部件：模型、视图、控制器，它们各自处理自己的任务。在这种结构下，服务端将地图的渲染、空间数据存储、Web 服务分开，极大的提高了服务端处理数据的能力。

## 2.5 相关术语定义及服务标准

OGC(Open GIS Consortium)指开放地理信息系统联合会，1996 年在美国成立，专门为了解决地理信息系统之间的数据和服务互操作问题而制定了一系列标准。

REST(Representational State Transfer)表达性状态转移的缩写，这个词是Roy Fielding 在他 2000 年的博士论文中创造的，其实，隐藏于REST后面的原则非常简单，我们所有的查询都是简单的HTTP GET请求，也就是说，我们可以通过一个携带着查询字符串的URL来访问我们的服务，这使得我们在Web浏览器中创建查询并对其进行测试变得非常简单<sup>[16]</sup>。

WCS (Web Coverage Service)指Web地理覆盖服务，是OGC制定的栅格Web服务标准。WCS标准定义了一些操作，这些操作允许用户访问“Coverage”数据，如卫星影像、数字高程数据等，也就是栅格数据。WCS包括以下 3 个操作：GetCapabilities (获取服务的元信息)、DescribeCoverage (获取Coverage的描述信息;)、GetCoverage (获取Coverage)<sup>[17]</sup>。

WFS(Web Feature Service)指Web要素服务，支持对地理要素的插入，更新，删除，检索和发现服务。该服务根据HTTP客户请求返回GML数据。WFS类似于SQL语句中的

条件查询功能,通过OGC Filter构造查询条件,支持基于空间几何关系的查询,基于属性域的查询,当然还包括基于空间关系和属性域的共同查询<sup>[18]</sup>。

WMS(Web Map Server)指 Web 地图服务,它能够根据用户的请求返回相应的地图(包括 PNG, GIF, JPEG 等栅格形式或者是 SVG 和 WEB CGM 等矢量形式)。WMS 支持网络协议 HTTP,所支持的操作是由 URL 定义的。有三个重要操作 GetCapabilities, GetMap, GetFeatureinfo。

墨卡托投影(正轴等角圆柱投影)是由荷兰地图学家墨卡托(G.Mercator)于 1569 年提出,是地图投影方法中最为重要的一种。它的基本思想是设想一个与地轴方向一致的圆柱切或割于地球,按等角条件,将经纬网投影到圆柱面上,将圆柱面展为平面后,就可以得到平面经纬线网<sup>[19]</sup>。

## 2.6 矢量数据类型

矢量数据有三种基本数据类型:点、线和区。

点(Points):是最简单的矢量数据类型。它们是一幅地图图层上的圆点。在一幅二维地图上,点可以使用一个(X,Y)坐标对表示,而三维点则需要增加一个Z坐标,我们可以使用点数据来表示城市、餐馆或机场等位置。在现实中,这些实体实际上是正方形、长方形或不规则多边形。但通常地,使用点将其绘制在地图中是出于简化的目的。

线(Lines):至少两点确定一条直线,此时每一个点都被称为端点(endpoint)或节点。线可以根据其需要拥有多个节点。根据细节要求的层次,点的数量可以被稠化(identified)或抽稀(generalized)(增加点或减少点)。线数据常用于表示静态的现象,如道路和河流,但它也能作为一个数据层来帮助显示动态数据,如:汽车的行驶路线,两个地址之间的行驶方向和飞行路径等。

区(polygon):也称为多边形,是多条线的一个集合,就像一条线是多个点组成的一样,线和区的另一个差别就是前者是开放的而后者则是封闭的形状。许多GIS程序要求区的第一个点和最后一个点是同一点,这强调了为了便于处理,它们必须是封闭的形状。区通常用于表示边界,如:大陆、国家、城市等之类。

### 3 系统主要开发技术选型

#### 3.1 地图服务器软件

地图服务器也称为地图发布服务器，是服务器运用一定的技术手段，显示空间地理信息数据，或直接发布栅格数据的一种方式。

##### 3.1.1 WebGIS 商业地图服务器软件

本研究的宗旨是尽可能的采用开源软件，开源软件有利于深入学习其内部运行原理，进行深度二次开发，也为二次开发提供了方便，同时也避免了购买商业软件所带来的资金消耗。

WebGIS 系统开发主要涉及地图服务器技术、空间数据库技术、客户端显示技术，在技术选型中对比了当前比较流行的商业及开源软件。

地图服务器是实施 WebGIS 项目的核心，目前占市场份额比较大的 GIS 厂商争相发布各自的 WebGIS 产品，如 MapInfo 公司的 MapInfo ProServer、鹰图(Intergraph)公司的 GeoMedia Web Map、ESRI 的 Arc IMS，美国欧特克有限公司(Autodesk)公司也推出了 MapGuide 等，现就几个主要 WebGIS 产品的技术特征进行比较，如表 3.1。

表 3.1 WebGIS 产品的技术特征比较

产品名称	MapInfo ProServer	GeoMedia Web Map	Arc IMS	MapGuide	MapGIS IMS
服务器端操作系统	Windows UNIX Linux	Windows	Windows	Windows	Windows
厂商	MapInfo	Intergraph	ESRI	Autodesk	武汉中地数码科技有限公司
Web 服务器	Apache IIS	IIS	IIS Netscape	支持 CGI 的 Web Server	IIS
客户端浏览器	支持 HTML 的 任意浏览器	IE Netscape	支持 HTML 的任意浏览器	IE Netscape	IE Netscape
支持格式	栅格	栅格/矢量	栅格	矢量	栅格/矢量

### 3.1.2 WebGIS 开源地图服务器软件

开源领域中，也出现了一些地图服务器开源项目，并且近几年中在 WebGIS 项目开发中得到了应用，其中最重要的两个开源项目是 MapServer 和 GeoServer。

MapServer 是美国明尼苏达大学(University of Minnesota)在二十世纪 90 年代利用 C 语言开发的开源 WebGIS 项目，它本身许多功能的实现依赖一些开源或免费的库，提供 CGI 和 MapScript 两种开发模式，MapScript 模式提供多种开发接口(PHP、C#、Java、Python、Perl、Ruby)，并且对 OGC 的 WMS 和 WFS 规范提供支持，不宜实现在线编辑功能<sup>[20]</sup>。

GeoServer 是一个基于 JAVA 的可供用户浏览和修改地理数据的服务器，遵循 OGC 开放标准的开源 WFS 和 WMS 服务器，在地图创建和数据共享上有很大的灵活性。GeoServer 在 WFS 的支持下将实际的数据直接发布出去，也可以在 WMS 的支持下，将数据作为 maps/images 来发布，同时在 WFS 的支持下也可以进行增加、删除和修改的功能<sup>[21]</sup>。

## 3.2 空间数据库

空间数据库是地理信息系统在计算机物理存储介质上存储的与应用相关的地理空间数据的总和，以一系列特定结构的文件的形式组织在存储介质之上<sup>[22]</sup>。

空间数据库是在传统的关系型数据库的基础上发展起来的，增加了对空间数据对象的支持，定义了几何数据类型、空间参考数据类型等，并且兼容基于 SQL 的空间查询技术，最终实现直接对空间数据的存储与管理。

基于对象关系型数据库的空间数据库的技术目前已经较为成熟，商业厂商也积极的升级产品，发布了提供空间数据存储的产品。如 Oracle 的 Oracle Spatial 空间数据引擎；微软的 SQL Server 2008 中直接内嵌了对空间数据的支持；IBM 的 Informix Dynamic Server (IDS) 和 Informix Internet Foundation 都提供了强大的空间数据支持。

在开源领域中选择支持空间数据存储的数据库，PostgreSQL 和 MySQL 都是最好的选择。相比 PostgreSQL 需要加装一个 PostGIS 而言，MySQL 也采纳了 OGC 规范，添加了具有 Geometry 类型的 SQL 环境的一个子集，但是目前为止还不能完全符合 OGC 规范。

PostgreSQL 及其空间数据引擎 PostGIS，支持丰富的数据类型，PostGIS 空间数据

引擎配合 PostgreSQL 数据库能够为海量空间数据的存储与管理提供良好的解决方案，并且 PostGIS 完全符合 OGC 规范。

### 3.3 前端显示客户端

客户端显示技术是 WebGIS 系统开发中的主要部分，客户端是否友好，完全取决于客户端采用的技术。随着 Web 开发技术的飞速发展，出现了许多新技术，如：CSS 样式的应用、Ajax 的异步传输、RIA 富页面技术等。开源领域中主要应用有 Mapbuilder、Openlayers 两个 Ajax 工具集。在实现地图显示开发过程中，Mapbuilder 需配置三个文件协作工作来完成，而 Openlayers 只需要一个文件就可以完成，并且 Openlayers 除了支持 OGC 服务外，它也能让我们混合来自 Google Maps、Yahoo Maps 等地方的数据<sup>[23]</sup>。

### 3.4 确定系统开发技术

本研究本着研究、学习的目的，并从资金方面考虑，确定系统开发主要采用开源软件。首先，开源软件是源代码开放的软件，且功能与同类商业软件基本一致，甚至在某方面功能超过商业软件。而且商业软件结构相对复杂，虽然提供了二次开发所需要的 API 接口，但是软件的需求是多样化的，固定的 API 接口只能满足普通大众的需求，对于多样化的需求，开发者往往无从下手。其次，使用开源软件有利于我们理解其内部运行原理，对于研究或学习有利。最后，由于开源软件可以免费使用，可以避免引起盗版侵权的行为，并可以减少资金的投入。

GeoServer 实现了在线编辑空间数据，生成专题地图的功能，用 xml 文件来进行地图发布；MapServer 擅长于生成专题地图，地图发布是通过和 Win32 相似的文本配置文件。GeoServer 和 MapServer 的主要功能都是通过网络来发布地图，但是如果只是发布地图而不允许修改的话，使用 MapServer 就是不错的选择，因为它维护起来更简单容易些。如果想要更好的功能比如在线编辑和数据库的支持，像 PostgreSQL 或 Oracle 空间数据库，那么 GeoServer 就比较占优势，而且它有一个免费的客户端软件 uDig。随着 GeoServer 版本的不断更新，预计在不远后的将来将成为开源 WebGIS 解决方案的主流选择<sup>[24]</sup>。

最终确定使用 GeoServer 作为本系统的地图服务器、PostgreSQL+PostGIS 作为空间数据库、Openlayers 作为前端显示客户端。





## 4 系统总体设计

### 4.1 系统总体设计概述

本研究的主要目的是，运用开源 WebGIS 技术实现地图的发布，通过 Openlayers 技术框架实现地图的基本操作。在第三章中确定了使用 GeoServer+PostgreSQL+PostGIS+Openlayers 做为 WebGIS 服务器。总体设计思想是将空间数据及相关属性数据存储于 PostGIS 和 PostgreSQL 中，并通过 GeoServer 调用 PostGIS 和 PostgreSQL 中的数据，最终通过 Openlayers 显示到客户端浏览器，并通过 Openlayers 的相关技术在客户端实现对空间数据操作。

### 4.2 系统体系结构设计

依据系统需求分析及查阅相关文献资料的结果，确定系统采用基于 B/S 的四层结构，GeoServer 服务器为地图服务层、PostGIS 为数据层、Apache+PHP 为 Web 服务层、Openlayers 为视图层。Web 服务层响应客户（Openlayers 为视图层）端请求，根据请求类型调用 GeoServer 服务器所提供的地图图层，GeoServer 服务器根据 Web 服务层的请求调用 PostGIS 数据库中的空间数据并渲染地图。最终客户端利用浏览器实现对空间数据的显示和用户的互交。图层的叠加形成了在客户端显示的地图，客户端动态图层的添加也可以直接调用 GeoServer 地图服务层，本研究中的矿区规划图层及开采现状图层，提供用户在客户端进行叠加操作。地理要素的标注及相关其他的属性的标注，本研究采用客户端直接读取 GML 格式数据进行标注，此过程允许 Web 服务层直接调用 PostGIS 数据层数据，组织 GML 文件，并以图层的形式添加在地图上。系统体系结构如图 4.1。

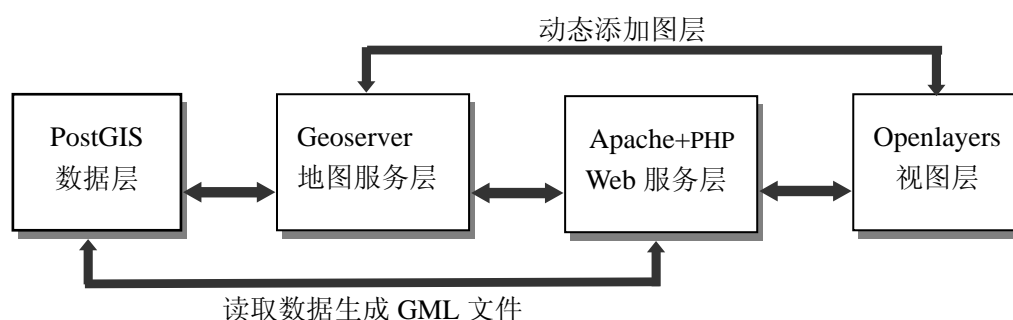


图 4.1 系统体系结构图

4.3 系统功能模块设计

根据系统开发的目标，最终确定系统的功能模块，系统分为前台和后台部分，前台主要涉及对地图、图层的基本操作，如：放大、缩小、平移、浏览等，并实现对地图的简单编辑功能，如：画点、画线、画面及标注相关属性信息。

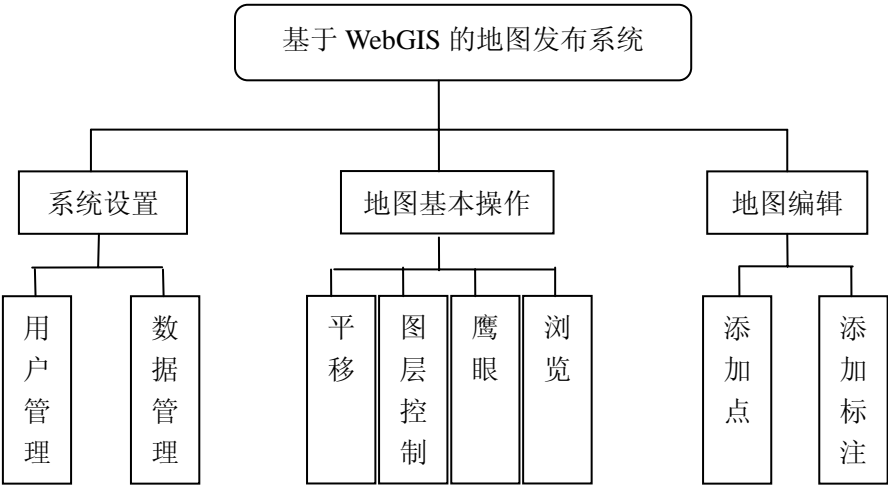


图 4.2 系统功能模块图

## 5 开源 WebGIS 平台的构建

开源 WebGIS 平台并不像商业 WebGIS 产品那样高度集成、封装了各种功能。开源 WebGIS 平台的各种功能需要开发人员自行进行安装与搭建，才能完成整体功能。通过第三章的技术选型确定使用以下软件：

- (1) 地图服务器：GeoServer
- (2) 空间数据库服务器：PostgreSQL+PostGIS
- (3) 客户端前端显示：Openlayers

### 5.1 GeoServer 开源地图服务器

GeoServer是用JAVA语言开发的符合OpenGIS规范的地图服务器，使用GeoServer可以快捷方便的发布地理空间数据，并允许用户对数据实施添加、删除、修改等操作，通过GeoServer可以比较容易的共享空间地理信息。我们所调用的GeoTools，提供遵循OGC标准的WMS、WFS、WCS服务，支持PostGIS、Shapefile、ArcSDE、Oracle、VPF、MySQL、MapInfo，支持上百种投影，能够将网络地图输出为JPEG、GIF、PNG、SVG、KML等格式，能够运行在任何基于J2EE/Servlet容器之上。GeoServer前端采用Spring MVC作为控制层，响应不同的地图服务请求，基于JavaBeans的配置管理，使GeoServer的业务处理更加明晰、迅速，如图 5.1 所示为GeoServer响应请求的过程<sup>[23-24]</sup>。

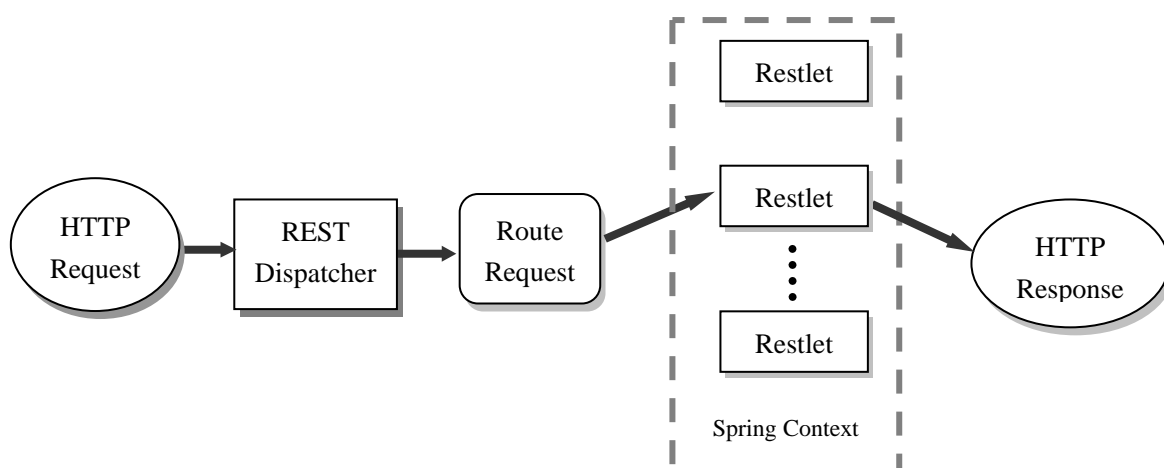


图 5.1 GeoServer 响应请求过程

## 5.2 PostgreSQL/PostGIS 开源空间数据库

PostgreSQL是对象关系型数据库管理系统（ORDBMS），是目前功能最强大、特性最丰富和最复杂的自由软件数据库系统。它起源于伯克利（BSD）的数据库研究计划，目前在开源数据库领域中最活跃，有着非常广泛的用户群<sup>[25]</sup>。PostGIS是在PostgreSQL的基础上增加了存储、管理空间数据的功能并符合了OpenGIS规范，因此在地理信息系统开发领域中PostGIS得到了广泛的应用。

PostGIS是对象关系型数据库系统PostgreSQL的一个扩展，PostGIS提供如下空间信息服务功能：空间对象、空间索引、空间操作函数和空间操作符。同时，PostGIS遵循OpenGIS的规范<sup>[26]</sup>。

PostGIS 支持所有的空间数据类型，这些类型包括：点（POINT）、线（LINESTRING）、多边形（POLYGON）、多点（MULTIPOINT）、多线（MULTILINESTRING）、多多边形（MULTIPOLYGON）和集合对象集（GEOMETRYCOLLECTION）等。PostGIS 支持所有的对象表达方法，比如 WKT 和 WKB。

PostGIS 支持所有的数据存取和构造方法，如 `GeomFromText()`、`AsBinary()`，以及 `GeometryN()`等。并提供简单的空间分析函数（如 `Area` 和 `Length`）同时也提供其他一些具有复杂分析功能的函数，比如 `Distance`；提供了对元数据的支持，如 `GEOMETRY_COLUMNS` 和 `SPATIAL_REF_SYS`，同时，PostGIS 也提供了相应的支持函数，如 `AddGeometryColumn` 和 `DropGeometryColumn`。

## 5.3 Openlayers 开源 WebGIS 客户端

OpenLayers 是一个用于开发 WebGIS 客户端的开源技术框架，并符合 OpenGIS 规范。OpenLayers 采用面向对象方式开发，并融合了 Prototype.js 和 Rico 中的一些组件。OpenLayers 支持的地图来源包括了 WMS，WFS，GoogleMap，KaMap 等等，也可以用简单的图片作为源，在这一方面 OpenLayers 提供了非常多的选择。

OpenLayers除了可以在浏览器中帮助开发者实现地图浏览的基本效果，比如放大（Zoom In）、缩小（Zoom Out）、平移（Pan）等常用操作之外，还可以进行选取面、选取线、要素选择、图层叠加等不同的操作。甚至可以对已有的OpenLayers操作和数据支

持类型进行扩充，为其赋予更多的功能。例如，它可以为OpenLayers添加网络处理服务WPS的操作接口，从而利用已有的空间分析处理服务来对加载的地理空间数据进行计算。同时，在OpenLayers提供的类库当中，它还使用了类库Prototype.js和Rico中的部分组件，为地图浏览操作客户端增加Ajax效果<sup>[27]</sup>。

#### 5.4 PHP 服务器端动态开发语言

PHP语言作为一种高效的服务器端开发语言，目前被广泛的运用，语法中混合了C、Java、Perl以及PHP的自身语法。服务器端运行速度高于CGI和Perl等同类语言，并且实现了CGI的全部功能，而且支持几乎所有流行的数据库及操作系统。

#### 5.5 Web 服务器及开发语言选取

本研究采用分层设计理念，将地图服务与网页服务器分开部署，地图服务器以 WAR 包的形式部署在 Tomcat 中。Tomcat 是一个轻量级应用服务器，占用的系统资源小，扩展性好，支持负载平衡，而且免费，因而深受开发者的喜爱并得到了部分软件开发商的认可，成为目前比较流行的 Web 应用服务器。在 Web 网页服务器及开发语言的选取过程中，采用 Apache 作为网页服务器，开发语言采用 PHP。

#### 5.6 GeoServer 服务器的安装

系统整体构建于 CentOS5.5（Linux）中，由于 GeoServer 使用 JAVA 语言开发，所以首先要安装 JAVA 运行环境，具体步骤如下：

- (1) 从 Oracle 官方网站 <http://www.oracle.com> 下载 JDK（Java SE 6 Update 24）
- (2) 安装 JDK,执行：./jdk-6u24-linux-i586.bin
- (3) 配置环境变量，vi /etc/profile 输入以下内容<sup>[28]</sup>：

```
export JAVA_HOME=/usr/local/java/jdk1.6.0_24
export JAVA_BIN=/usr/local/java/jdk1.6.0_24/bin
export PATH=$PATH:$JAVA_HOME/bin
export CLASSPATH=.:$JAVA_HOME/lib/dt.jar:$JAVA_HOME/lib/tools.jar
export JAVA_HOME JAVA_BIN PATH CLASSPATH
```

其次，安装 TOMCAT，具体步骤如下：

- (1) 从 TOMCAT 官方网站 <http://tomcat.apache.org/> 下载 apache-tomcat-6.0.16.tar.gz
- (2) 安装 TOMCAT，直接解压到/usr/local/tomcat 目录中
- (3) 配置环境变量，vi /etc/profile 输入以下内容：

```
export TOMCAT_HOME=/usr/local/tomcat
export CATALINA_HOME=/usr/local/tomcat
export JAVA_HOME JAVA_BIN PATH CLASSPATH TOMCAT_HOME CATALINA_HOME
```

最后，下载 GeoServer2.0.0 的 war 包，打开 TOMCAT 管理界面如图 5.2 所示，运用 TOMCAT 的 WAR file to deploy 功能上传并展开 GeoServer.war 包，如图 5.3 所示。

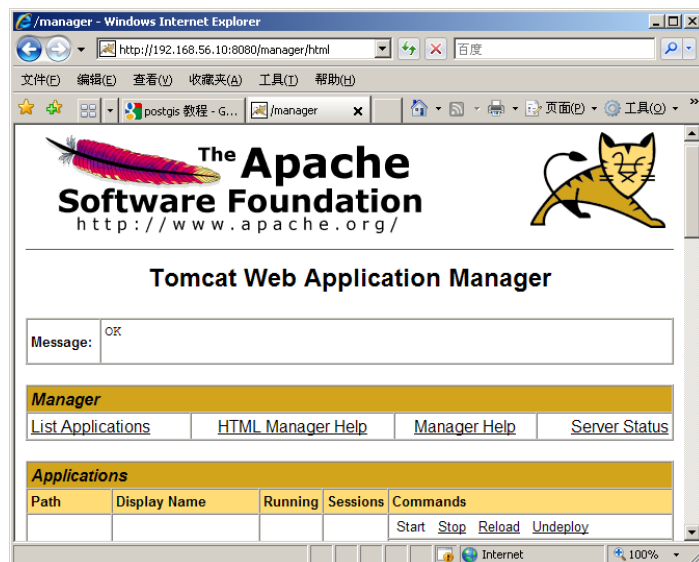


图 5.2 TOMCAT 管理界面

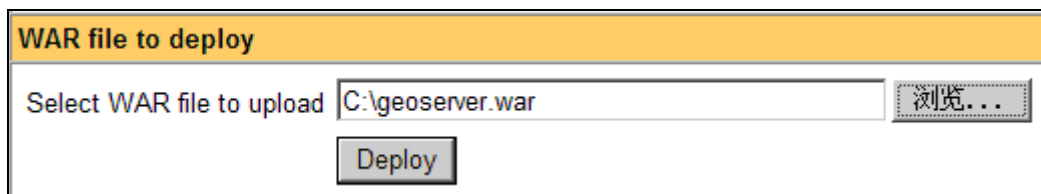


图 5.3 上传、展开 GeoServer.war 包

## 5.7 PostgreSQL+PostGIS数据库的安装<sup>[29]</sup>

首先安装三个组件分别为：Proj、Geos、Gdal，用于扩展 PostGIS 的功能。

- (1) Proj 是数据库实现重投影的组件。

(2) Geos 是一个开源几何引擎。

(3) Gdal 是实现栅格数据重投影组件。

其次安装 PostgreSQL 及 PostGIS，安装过程如下所示：

```
//PostgreSQL 的安装
# tar xvfz postgresql-8.2.5.tar.gz
# cd postgresql-8.2.5
# ./configure --prefix=/opt/postgresql-8.2.5
# make
# make install
# cd /usr/local
# ln -s /opt/postgresql-8.2.5 pgsql

// PostGIS 的安装
./configure --prefix=/opt/postgis-1.3.1 --with-pgsql=/usr/local/pgsql/bin/pg_config
--with-proj=/usr/local/proj --with-proj-libdir=/usr/local/proj/lib --with-geos=/usr/local/geos/bin/geos-config
--with-geos-libdir=/usr/local/geos/lib
# make; make install
# ln -s /opt/postgis-1.3.1 /usr/local/postgis
```

由于 PostgreSQL 出于安全考虑限制用户以 root 用户直接登录，安装完毕后需建立 postgres 用户，postgres 是 PostgreSQL 的默认超级管理员。

最后测试安装，以 postgresql 用户登录数据库执行：select postgis\_full\_version();显示 postgis 的版本信息。



## 6 地理空间数据库的建立

### 6.1 地理空间数据预处理

#### 6.1.1 图层的分层

本系统研究的对象为煤炭信息，煤炭信息涉及煤田、矿区、规划区、开采现状区的信息管理，所以需对基础数据资料进行预处理，将煤田以“区”要素单独存储为一层、将开采现状区以“区”要素单独存储为一层、将规划区以“区”要素单独存储为一层、将省界、境界以“线”要素单独存储为一层在，将行政区划图层中的点注记单独分离到一个“点”文件中，并将中文点注记转换为属性字段。

#### 6.1.2 投影的转换

由于 Openlayers 中默认使用球面墨卡托投影, Google Maps, 微软 Virtual Earth, Yahoo Maps 和其他商业地图 API 的提供者都使用该投影，为了使系统具有可扩展性，并能够运用符合 OGC 标准的数据，在发布数据前需转统一换投影。

球面墨卡托投影是将地球当作一个球体而不是椭球体，然后应用墨卡托投影的方法，将地图投影到一个地图平面上。为了正确的在商业地图 API 上叠加地图数据，就必须使用该投影。最基本的是在商业地图 API 上显示栅格瓦片地图——例如 TMS, WMS 以及其他类似的瓦片。为了更好的使用商业地图 API，基于 Google Maps 的数据生成也需要使用该投影。最基本的例如 OpenStreetMap，栅格地图瓦片都是使用的球面墨卡托投影。

GIS 中，通常用“EPSG”的代码来表示一种地图投影。最常用的“EPSG: 4326”，在地图上经纬度直接当作 X/Y 对待。球面墨卡托投影在官方指定的代码为 EPSG: 3785。但是在官方发布之前，很多软件已经使用了 EPSG: 900931 代码来表示该投影，OpenLayers 仍然使用这个非官方的代码。看到“EPSG: 4326”字符，就是经纬度坐标的描述，看到“EPSG: 900931”则是用“米”做单位的 x/y 坐标的描述。

### 6.2 空间数据的存储

本研究中涉及的所有空间数据都存储在PostGIS中，在PostGIS中几何体的空间数据采用WKT（well-known）表示方法。PostGIS支持的最简单的WKT数据类型子集，如一个点文件表示为POINT(35 98)、一个线文件的表示为LINESTRING(1 1,1 2,1 3)，一个线文件至少包含两个点、一个区文件的表示为POLYGON((1 1, 2 1, 2 2, 1 2,1 1))一个区文件至少包含 4 个点，第一个点和最后一个点相同。在PostGIS中线的表示定义为LINESTRING而不是LINE, 但根据OGC的定义，LINESTRING与LINE并不是一种数据类型<sup>[30]</sup>。PostGIS中所有空间数据的字段类型都为Geometry型，各种不同数据类型将在约束中体现。

例如：为 mtzy 表添加一个“点”（POINT）空间字段名为：location，执行如下代码：

```
select AddGeometryColumn('mtzy','location',4326,'POINT',2);
```

查看表结构如图 6.1 所示：

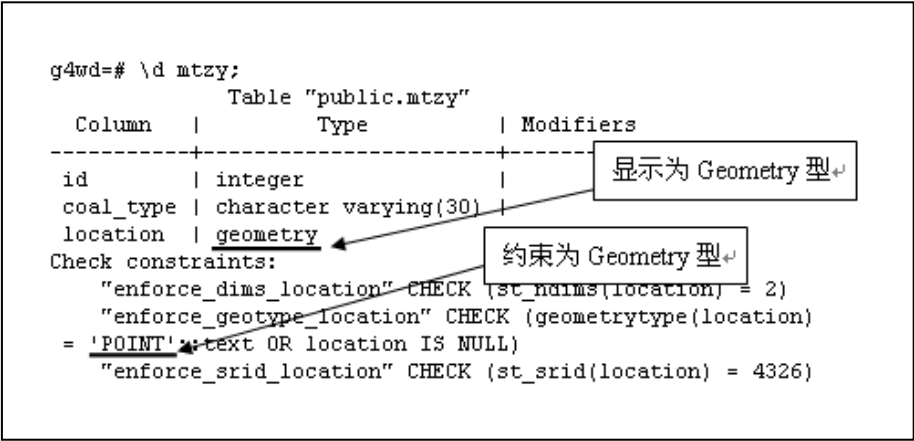


图 6.1 查看表结构

在基于 PostGIS 模板创建的数据库的 public 模式下，存在两个内置的表，分别为：spatial\_ref\_sys 表和 geometry\_columns 表，spatial\_ref\_sys 表它存放的是 OGC 规范的空间参考；geometry\_columns 表存放了当前数据库中所有几何字段的信息，例如上文在 mtzy 表中建立的 location 字段，在 geometry\_columns 表中就可以找到。

PostGIS 中每一个图层都单独存放到一个表中，每一张表都代表一种地理空间数据类型,如一个“点”文件单独存放到一个表中。本研究涉及的空间数据有 POLYGON 表 4 个、POINT 表 1 个、相关属性数据表 4 个。

6.3 数据库的建立

本系统既有空间数据也有大量非空间数据，如本研究中煤田的详细资料、矿区的权属、规划区的规划信息等。为了使数据能够进行合理的存储与管理，势必需要建立一个完善的数据库。本系统采用空间数据与非空间数据分别存储于不同表的原则，即建立空间数据表与属性数据表。在煤炭资源信息管理系统中将开采现状、规划区、省界、境界空间数据存储于 POLYGON 型空间数据表中，将行政区划点注记存储于 POINT 型空间数据表中，将属性数据存储于普通数据表中等。建立一个数据库名为“mtzy”的数据库步骤如下：

第一步：建立普通数据库，登录安装好的 PostGIS 操作终端执行如下命令：  
CREATEDB mtzy; (mtzy 为数据库名)

第二步：使数据库具备空间数据存储的能力，执行如下命令：

psql -f /usr/local/postgresql/share/contrib/postgis-1.3/postgis.sql -d mtzy;

煤炭资源管理信息系统数据库设计参数如下表所示。

表 6.1 煤田表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Coal_bed	geometry	煤田区空间信息
Area		面积
Name		

表 6.2 规划区表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Coal_Planning _Area	geometry	规划区空间信息
Area		面积
Name		

表 6.3 省界、境界表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Boundaries	geometry	省界、境界空间信息
Name		

表 6.4 现状表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Mining_area	geometry	开采现状区空间信息
Area		面积
Name		

表 6.5 行政区划注记点表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Marked_point	geometry	行政区划名点标注
Name		

表 6.6 煤田属性表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Coal_bed_id	integer	关联煤田信息表 ID
Coal_type		煤种类
Reserves		储量
Area		面积
Other_information		

表 6.7 规划区属性表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Coal_Planning_Area_id	integer	关联规划信息表 ID
Coal_type		煤种类
Reserves		储量
Depth		埋深
Area		面积
Other_information		

表 6.8 开采现状属性表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Mining_area_id	integer	关联开采现状信息表 ID
Coal_type		煤种类
Reserves		储量
Area		面积
Depth		
Other_information		

表 6.9 行政区划属性表

字段	类型	说明
ID(PK)	integer	
Marked_point_id	geometry	关联行政区划名点标注表
Name		
Other_information		

#### 6.4 数据的导入

本研究所采用的数据是MAPGIS数据格式，共 5 个图层，分别为山西省基础地理图

层的区文件、山西省煤田分布区文件、山西省煤炭资源矿区规划的区文件、山西省煤炭资源开采现状图区文件、山西省行政区划点标注点文件。PostGIS不能直接导入MAPGIS格式的文件，但是可以导入Shape文件，需将MAPGIS格式的文件转换为Shape文件，MAPGIS自带了文件转换功能，可以转换为Shape文件，如图 6.2 所示进入MAPGIS文件转换功能模块，按照文件的类型（这里指：点、线、区）分别进行转换<sup>[31]</sup>。

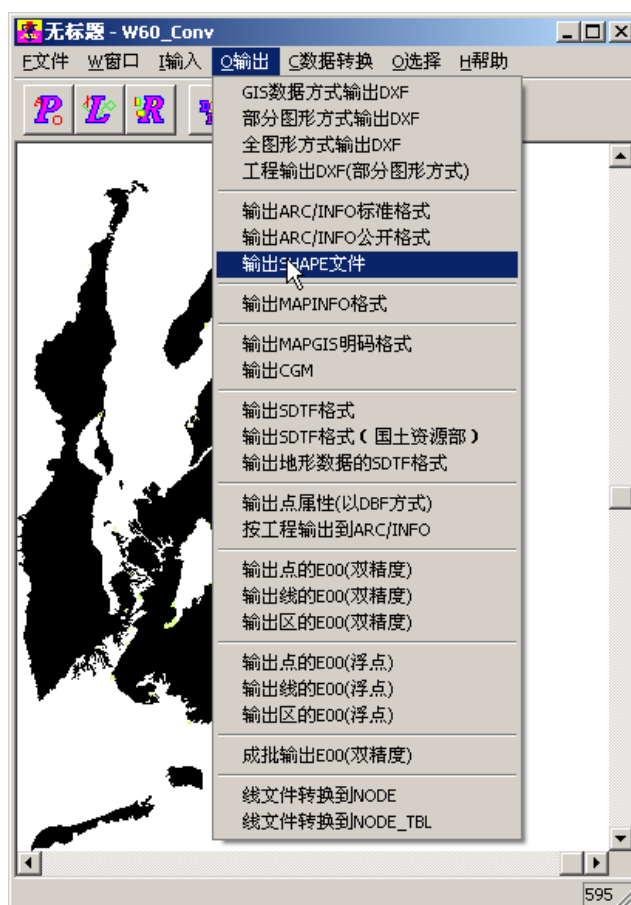


图 6.2 MAPGIS 文件转换

依次将各图层进行转换，转换后的 Shape 文件应包含三个文件，分别为以 shp 为后缀的文件，另一个是以 shx 为后缀的文件，第三个文件的后缀是 dbf，确保这三个文件存在，如果这三个文件不完整，将无法导入到 PostGIS 中。

最后得到如表 6.10 所示 15 个文件

表 6.10 Shape 原始数据

名称	包含文件
规划区	规划.DBF、规划.SHP、规划.SHX
开采现状	现状.DBF、现状.SHP、现状.SHX
煤田	煤田.DBF、煤田.SHP、煤田.SHX
省界、境界	省界境界.DBF、省界境界.SHP、省界境界.SHX
行政区点注记	行政区.DBF、行政区.SHP、行政区.SHX

转换为 Shape 文件后,使用 Postgresql+PostGIS 自带的 Shp2pgsql 工具可以将 Shape 文件导入到数据库中,它首先检测 Shape 文件,然后创建一个 CREATE TABLE 语句和相应的 AddGeometryColumn 方法,遍历 dbf 文件中的每一条记录,然后创建一个 SQL INSERT 语句,生成相应的 SQL 文件,并将 SQL 文件导入到 Postgresql+PostGIS 数据库中,命令如下所示:

第一步: Shape 到 SQL 文件:

shp2pgsql 路径\shp 数据文件名 新建的数据表名 > 路径\SQL 文件名.sql

第二步: SQL 文件导入:

Psql -f 上步生成的 SQL 文件 -d 目标数据库名

按照以上方法依次将 Shape 文件导入到 PostGIS 数据库中。

## 6.5 空间数据的基本操作

空间数据的操作与普通非空间数据的操作不同,普通 SQL 数据定义语言(Data Definition Language,DLL)无法完成对空间数据的操作,如添加一个空间字段需要调用 AddGeometry()函数、插入空间数据需要调用 GeomFromText(string, srid)函数等,如表 6.11 列出常用基本函数。

表 6.11 常用基本函数

函数名称	功能说明
AddGeometryColumn	AddGeometryColumn(<schema_name>,<table_name>,<column_name>,<srid>,<type>,<dimension>) 向空间数据表添加几何字段

DropGeometryColumn	DropGeometryColumn(<schema_name>,<table_name>,<column_name>) 删除几何字段
ST_Distance	ST_Distance(geometry, geometry) 返回两个几何对象的距离（笛卡儿距离）
ST_Intersects	ST_Intersects(geometry, geometry) 判断两个几何空间数据是否相交,如果相交返回 true
GeometryType	GeometryType(geometry) 判断几何空间数据的类型
ST_SRID	ST_SRID(geometry) 返回当前几何空间数据的 SRID 值
ST_SetSRID	ST_SetSRID(geometry, integer) 设置几何对象(geometry) SRID（整型）



## 7 空间数据的发布

GeoServer 是一个遵循 OGC 开放标准的开源地图服务器，也是 OpenGIS Web 服务器规范的 J2EE 实现，利用 GeoServer 可以方便的发布地图数据，允许用户对特征数据进行更新、删除、插入操作。GeoServer 的最新版本是 GeoServer2.0.2，本研究采用的也是最新版 GeoServer2.0.2，该版本的界面及功能较 GeoServer1.7.7 做了大幅度的调整，操作起来更加简单快捷。

### 7.1 SLD 样式的制作

在发布空间数据前首先要制作地图的样式 SLD，SLD (Styled Layer Descriptor) 是样式化图层描述器，是 OGC 规范中标准之一，用于描述地图图层要素的渲染样式，采用 XML 表达。如何将空间数据友好的表达、显示出来，SLD 就是解决这一问题的重要的手段。SLD 是描述地理要素样式的工具，地图界面是否友好，完全取决于 SLD 样式设计的优劣。在 GeoServer 中 WMS 服务只提供简单的地理空间数据的显示，地理要素的标注，是由 SLD 来控制，如：将矿区名显示在矿区图斑上，将规划区名显示在规划区图斑上等。在基于桌面的 GIS 软件中都自带了 SLD 样式，如图 7.1 所示是 ArcGIS 中内置的样式（在 ArcGIS 中称为符号），但是当空间数据导入到 PostGIS 中后，要素的样式将全部丢失。

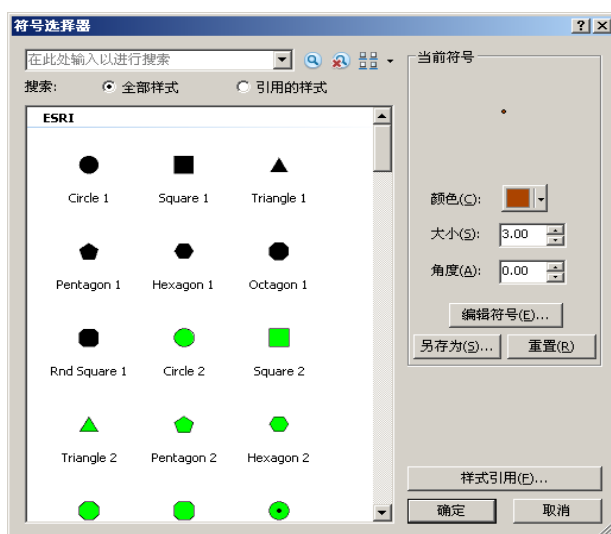


图 7.1 ArcGIS 内置的样式

在 GeoServer 已经内置了一部分 SLD，如图 7.2 所示，但是在实际运用中不能满足我们的需求。在 GeoServer 也提供了在线编辑、新建 SLD 样式，但是没有可视化操作界面，操作起来很不方便。本研究采用开源软件 uDig 可以很方便的进行 SLD 的编辑及制作。

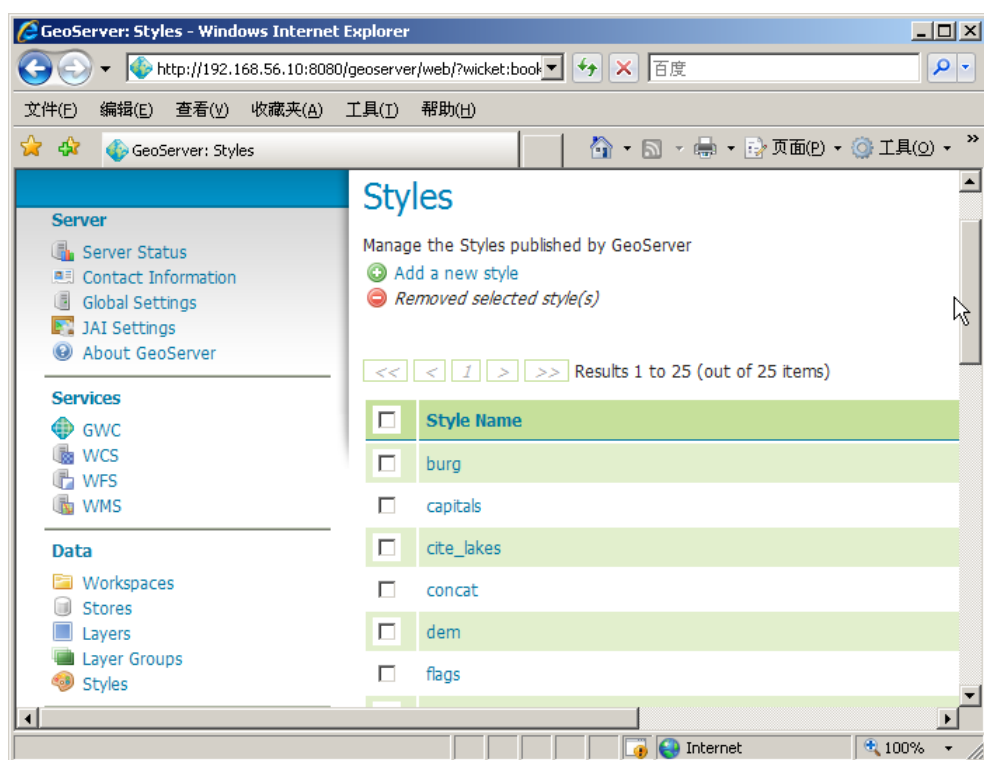


图 7.2 GeoServer 内置 SLD 文件

uDig 是一个开源（LGPL 协议）桌面应用程序框架，构建在 Eclipse RCP 和 GeoTools（一个开源的 Java GIS 工具包）上的桌面 GIS（地理信息系统）；是一款开源桌面 GIS 软件，基于 Java 和 Eclipse 平台，可以进行 shp 格式地图文件的编辑和查看；是一个开源空间数据查看器/编辑器，对 OpenGIS 标准，关于互联网 GIS、网络地图服务器和网络功能服务器有特别的加强。uDig 提供一个一般的 java 平台来用开源组件建设空间应用。

首先在 uDig 中建立一个 MAP 工程文件，选择添加图层菜单，数据源选择 PostGIS，在弹出的窗口中填入连接数据库的相关参数如图 7.3 所示，下一步，选择 mtzy 数据库，并添加图层如图 7.4 所示，添加完成。uDig 会自动加载图层并显示。选中图层单击右键，选择 change style 进入图层的 Style 的编辑界面如图 7.5 所示，编辑完成后单击该窗口的右下角 Export 按钮，将图层样式导出。把导出的 SLD 样式导入 GeoServer，点击 Styles

→Add a new style, 上传并导入 SLD 样式, 如图 7.6 所示

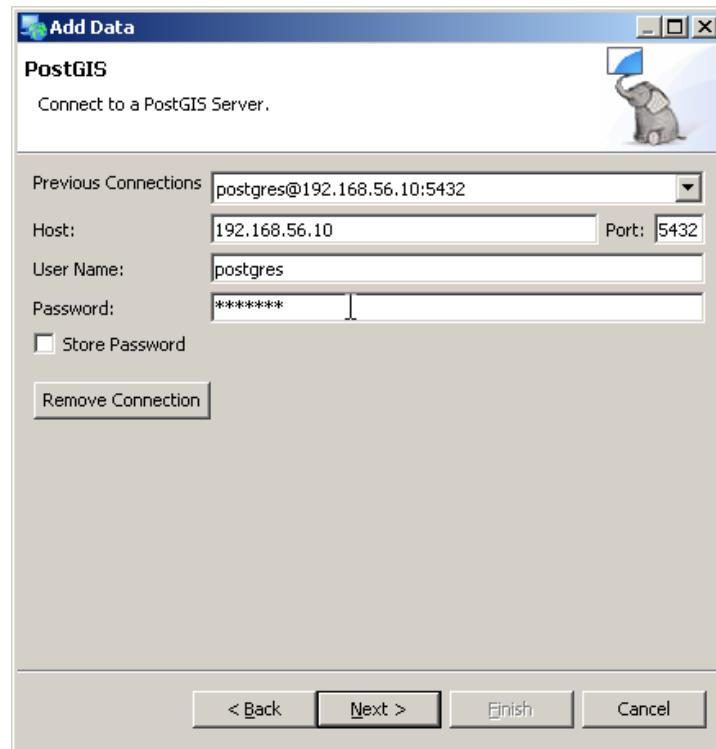


图 7.3 连接数据库的相关参数

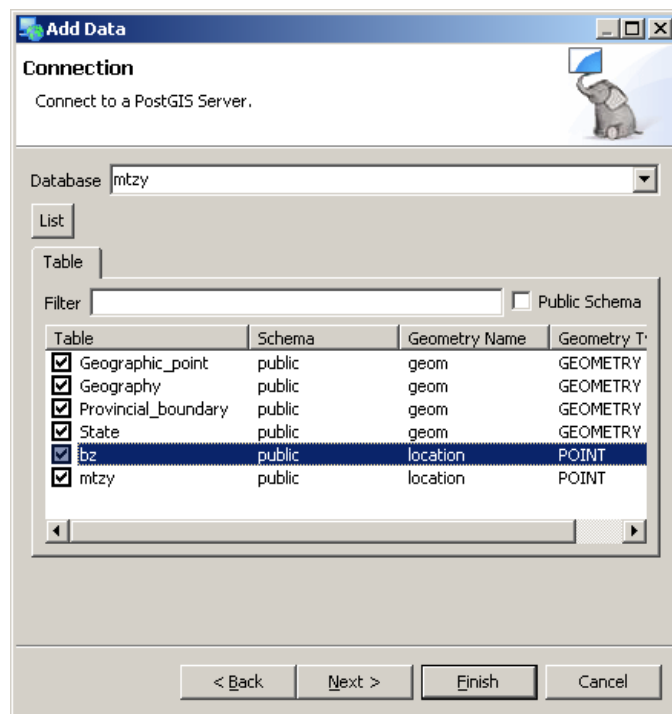


图 7.4 添加图层

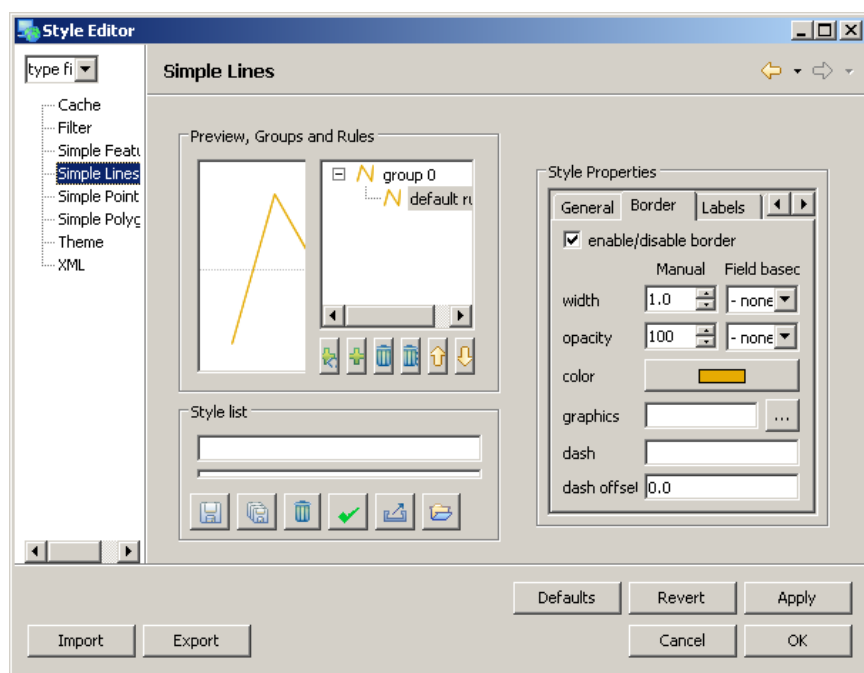


图 7.5 编辑界面

编辑器具有三种方式定义样式，即 simple、Theme、XML。simple 方式提供一种简单的途径实现样式，从上到下的功能项有如下作用：

- ① **Mode**: 这项是只读的，根据这个图层几何类型不同而不同，分为点、线、面三种。
- ② **Line**: 这项只有当 Mode 为 Line，即图层几何类型为线的时候有效，控制线的颜色、宽度以及透明度。
- ③ **Fill**: 这项只有当 Mode 为 Polygon，即图层几何类型为面的时候有效，控制多边形的颜色以及透明度。
- ④ **Marker**: 这项只有当 Mode 为 Point，即图层几何类型为点的时候有效，控制点的大小以及样式。
- ⑤ **Label**: 这项定义自动标注，控制自动标注所只用的字段、字体以及字体大小。
- ⑥ **Min Scale**: 这项定义该图层显示比例尺最小值，当地图当前显示比例尺小于这个值时，该图层不再绘制。
- ⑦ **Max Scale**: 这项定义该图层显示比例尺最大值，当地图当前显示比例尺大于这个值时，该图层不再绘制。

⑧ **Replace Styles:** 该项选中，则表示覆盖之前设置的其他样式，全部采用 simple 样式。

采用 Theme 方式设计样式，类似与 ArcMap 中惟一值方式渲染，这不提倡使用，如果想让一个图层上的地物按照种类绘图，即给出一个匹配条件来定义样式，而不是每个地物都指定一个样式，这需要直接修改 XML 代码，单击窗口左侧的 XML 可以进入直接修改样式代码界面。

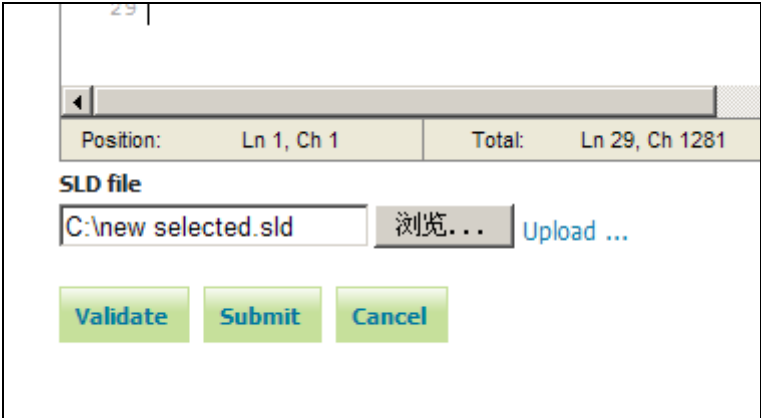


图 7.6 上传并导入 SLD

SLD 样式文件是一个标准的 XML 文件，每一个样式都是以一个节点的形式表示，SLD 文件中还包括一些规则，用规则来控制 and 过滤要显示的属性字段，下表是省界境界图层的 SLD 样式，在 SLD 样式中运用规则控制来显示地名。

```
<sld:FeatureTypeStyle>
  <sld:Name>simple</sld:Name>
  <sld:FeatureTypeName>Feature</sld:FeatureTypeName>
  <sld:SemanticTypeIdentifier>generic:geometry</sld:SemanticTypeIdentifier>
  <sld:SemanticTypeIdentifier>simple</sld:SemanticTypeIdentifier>
  <sld:Rule>
    <sld:PolygonSymbolizer>
      <sld:Geometry>
        <ogc:PropertyName>geom</ogc:PropertyName>
      </sld:Geometry>
      <sld:Fill>
        <sld:CssParameter name="fill">#FFFFFF</sld:CssParameter>
      </sld:Fill>
      <sld:Stroke>
        <sld:CssParameter name="stroke">#5B5B5B</sld:CssParameter>
        <sld:CssParameter name="stroke-opacity">0.75</sld:CssParameter>
      </sld:Stroke>
    </sld:PolygonSymbolizer>
  </sld:Rule>
</sld:FeatureTypeStyle>
```

```

<sld:TextSymbolizer>
  <sld:Label>
    <ogc:PropertyName>name99</ogc:PropertyName>
  </sld:Label>
  <sld:Font>
    <sld:CssParameter name="font-family">Arial</sld:CssParameter>
    <sld:CssParameter name="font-size">12.0</sld:CssParameter>
    <sld:CssParameter name="font-style">normal</sld:CssParameter>
    <sld:CssParameter name="font-weight">bold</sld:CssParameter>
  </sld:Font>
  <sld:LabelPlacement>
    <sld:PointPlacement>
      <sld:AnchorPoint>
        <sld:AnchorPointX>
          <ogc:Literal>0.5</ogc:Literal>
        </sld:AnchorPointX>
        <sld:AnchorPointY>
          <ogc:Literal>0.5</ogc:Literal>
        </sld:AnchorPointY>
      </sld:AnchorPoint>
      <sld:Rotation>
        <ogc:Literal>0.0</ogc:Literal>
      </sld:Rotation>
    </sld:PointPlacement>
  </sld:LabelPlacement>
  <sld:Fill>
    <sld:CssParameter name="fill">#008000</sld:CssParameter>
  </sld:Fill>
  <sld:VendorOption name="spaceAround">2</sld:VendorOption>
</sld:TextSymbolizer>
</sld:Rule>
</sld:FeatureTypeStyle>

```

## 7.2 图层的组织

空间数据库中用到了 11 个图层的数据，分别有点、线、区。WebGIS 中数据显示按照分层显示的原理，将各个图层进行叠加。图层（layer）是 WebGIS 地理表达的基本单位，图层只是对一系列地理数据的“引用”，实质上它并不存储地理数据，对于同一地理数据，可以创建表达不同属性的图层，或者使用不同的符号化方法来创建图层。

本研究中将规划区、开采现状、省境界、煤矿、国家级重点煤矿分别作为单独一层显示，如图 7.7 所示。

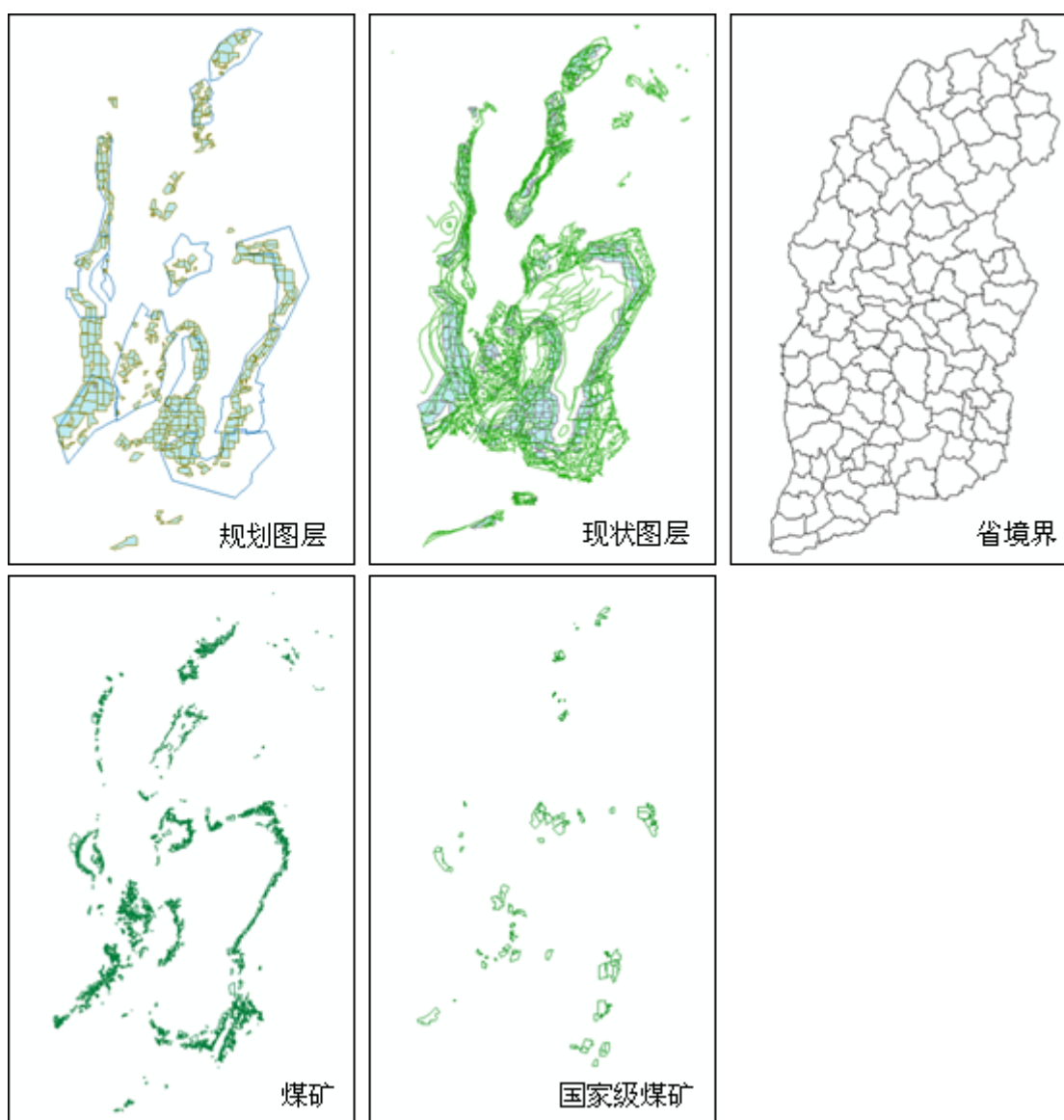


图 7.7 分层后的图层效果

### 7.3 空间数据的发布

发布一个新图层需要三个步骤：首先，新建一个新的命名空间；接着创建一个数据源；最后，新建一个图层，将同类地理数据的点、线、区组织为一组<sup>[32]</sup>。

首先新建一个命名空间，如图 7.8 所示。输入命名空间的名称及 URI 值，并保存。

**New Workspace**

Configure a new workspace

**Name**

**Namespace URI**  
  
 The namespace uri associated with this workspace

**Default workspace**  
☐

**Submit** **Cancel**

图 7.8 新建命名空间

其次，创建一个数据源，能够管理若干 Layer，选择添加 PostGIS 数据，如图 7.9 所示，选择后，在数据源配置页输入数据库连接的相关参数如图 7.10，并保存。

**New data source**

Choose the type of data source you wish to configure

**Vector Data Sources**

- Directory of spatial files - Takes a directory of spatial data files and exposes it
- PostGIS - PostGIS Database
- PostGIS (JNDI) - PostGIS Database (JNDI)
- Properties - Allows access to Java Property files containing Feature information
- Shapefile - ESRI(tm) Shapefiles (\*.shp)
- Web Feature Server - The WFSDataStore represents a connection to a Web the server, and the ability to perform transactions on the server (when supported)

**Raster Data Sources**

- ArcGrid - Arc Grid Coverage Format
- GeoTIFF - Tagged Image File Format with Geographic information
- Gtopo30 - Gtopo30 Coverage Format

图 7.9 创建一个数据源



Connection Parameters

dbtype \*

postgis

host \*

localhost

port \*

5432

database

schema

public

user \*

passwd

Namespace \*

http://192.168.56.10/mtzy/ghq

图 7.10 数据库连接的相关参数

最后，建立一个层，选择刚建立的 ghq 数据源，此时列出了该数据源下所有可供发布的空间数据表，如图 7.11 所示，依次选择数据表，并点击后面的 Publish 进行表空间数据的发布。

Layer name	
ghq	Publish
ghqm	Publish
ghqx	Publish
gjghq	Publish
gjghqx	Publish
gymk	Publish
kqbh	Publish
mk	Publish
sjj	Publish
xz	Publish
xzx	Publish

图 7.11 建立层

在表空间数据配置页面，首先配置数据配置选项卡，其次配置发布选项卡。在数据配置选项卡中 SRS 取值为 EPSG 4326，并配置合适的 Bounding Boxes，一般情况下我们选择 Compute from data，让其根据数据自动产生，Lat/Lon Bounding Box 值为经纬度范围，选择 Compute from native bounds，让其根据 Bounding Boxes 自动生成，如图 7.12 所示。在发布选项卡配置中，Default Style 的选择 7.1 节中导入的 SLD 样式，配置完毕后，点击保存，完成了第一个空间数据表的发布，依次发布各个表数据。

Declared SRS

EPSG:4326

Find...

EPSG:WGS 84...

SRS handling

Force declared

Bounding Boxes

Native Bounding Box

Min X

Min Y

Max X

Max Y

110.614

36.3

113.569

40.062

Compute from data

Lat/Lon Bounding Box

Min X

Min Y

Max X

Max Y

110.614

36.3

113.569

40.062

Compute from native bounds

图 7.12 表空间数据配置

空间数据表数据完成后，将同类数据组装为一组，并设置相应的 Bounds 值、SRS 值，如图 7.13 所示。

Name

ghq

Bounds

Min X

Min Y

Max X

Max Y

110.454

34.772

113.737

40.114

EPSG:4326

Find...

EPSG:WGS 84...

Generate Bounds

Add Layer...

Layers

Layer	Default Style	Style
ghq	<input type="checkbox"/>	point
ghqm	<input type="checkbox"/>	restricted
ghqx	<input type="checkbox"/>	line
qjghq	<input type="checkbox"/>	point
qjghqx	<input type="checkbox"/>	line

<<

<

>

>>

Results 1 to 5 (out of 5 items)

图 7.13 同类数据值的设置

## 8 客户端开发

WebGIS 系统的开发不仅仅局限于对空间数据的发布，更重要的是对发布的空间数据加以控制，研究期间查询了部分 WebGIS 领域的文献，发现大部分是单纯的应用 GeoServer 地图服务器进行地图的发布，对于前端显示也就是客户端对图层控制的研究不多，本研究主要实现以煤炭资源为例的地图发布，主要操作是对信息的浏览、查询、增加、删除、修改等。目前对于 WebGIS 客户端地图显示控制的技术不是很成熟，总结起来主流方向有两个：一是基于 Javascript 技术，二是基于 Flex 技术。

本文研究采用了 Javascript 技术，在 Javascript 技术领域活跃着一个开源 WebGIS 客户端框架 Openlayers，是由 MetaCarta 维护和开发。由于它免费、开源并且轻量，所以得到了许多 WebGIS 开发者的青睐。Openlayers 封装了大量的类库，开发者通过这些类库可以很容易的制作出类似商业版软件所提供的功能，如：地图的放大、缩小、平移、鹰眼等功能，并且某些功能已经超越了商业版软件。OpenLayers 能够使用多种格式的数据源并且完全遵循 OGC 规范，如：WMS、WFS、WKT、GML、GeoRSS、XML 等<sup>[33]</sup>。

由于 Openlayers 完全基于 Javascript 语言编写，属于浏览器客户端技术，所以对服务器端没有任何依赖，主要运用标准的 Javascript API 并对其进行扩展，形成了自己所特有的 API——Openlayers API，从而实现访问不同类型的地理数据源，其原理与 Google Maps 和 MSN Virtual Earth API 极其相似，但不同的是 Openlayers 完全免费。为了提高地图的浏览速度并减轻面对海量数据给服务器带来的负载压力，OpenLayers 可以对地图进行分块、分幅预读，形成了基于客户端的“瓦片”技术。为了满足客户端与服务器端实施互交的要求，OpenLayers 运用了 Ajax 技术，实现了异步通讯、局部更新页面的功能，有效的解决了客户端与服务器实时交互、频繁与服务器通讯并以 GML 或图片形式传输数据所带来的数据通讯量大的问题，及大的增强了客户端的交互性，扩展了客户端浏览器的功能，在不安装任何额外程序的情况下，只需要一个浏览器就可以获取丰富的空间信息。

### 8.1 OpenLayers 的开发技术

首先我们需要从 Openlayers 的官方网站 <http://www.openlayers.org> 下载一个压缩包，

将压缩包内的 OpenLayer.js 文件、lib 文件夹、img 文件夹复制到项目中即可，但要保证 OpenLayers.js 文件, lib 文件夹, img 文件夹在同一根目录下。在使用时需要将 OpenLayer.js 文件内嵌到网页中，通常将 OpenLayer.js 文件作为一个内嵌文件包含到网页中，如：  
<script src= “ openlayers/OpenLayers.js” type= “text/javascript” />。导入 OpenLayer.js 文件后，就可以直接使用 OpenLayer 中封装的类库。

OpenLayers 的核心是一个地图容器 map，它能够添加不同类型的图层，除了 OGC 外，也能添加来自 Google Maps、Yahoo Maps 等地方的数据。

Openlayers 的地图加载主要通过 CSS、javascript、HTML 的协同工作来完成，<DIV> 对象作为 Openlayers 内建实例的容器，并通过 CSS 加以修饰和定位，在开发中首先要创建一个 OpenLayer.Map 对象的实例，Map 实例将作为地图图层及各种控件的容器，创建 OpenLayer.Map 实例的代码是：var map = new OpenLayers.Map( “map”,options)，该语句创建了一个名为 map 的 OpenLayer.Map 对象实例，options 是可选项，主要定义了一些地图的初始化参数。以上操作需放到一个 Javascript 函数中，并在网页<body>的加载过程中调用，网页加载后会自动将 map 实例内嵌到对应的 ID 值为 map 的<DIV>中。然后在 map 实例中加入图层，使用图层前必须进行图层的初始化，图层的初始化使用 OpenLayers.Layer 的子类提供了图层初始化的功能，根据实际情况可以把图层初始化为符合 OGC 规范的各种类型，如添加一个 WMS 图层的代码如下：

```
var coal_test = new OpenLayers.Layer.WMS(“coal_test”,url,{layers:layers});
```

该语句初始化一个名为 coal\_test 的图层，图层来源为 url，图层描述为 title。

OpenLayers 提供了多种 Layers 的扩展，用来实现不同数据源的加载，如表 8.1 所示。

表 8.1 OpenLayers 的扩展类

| OpenLayers 的扩展类              | 说 明                                |
|------------------------------|------------------------------------|
| OpenLayers.Layer.Image       | Image 类封装一个实际图象作为图曾内容              |
| OpenLayers.Layer.HTTPRequest | HTTPRequest 类可以接收一个动态生成的图片         |
| OpenLayers.Layer.Grid        | Grid 类是 HTTPRequest 类的子类，提供更加详细的方法 |
| OpenLayers.Layer.WMS         | WMS 类用于连接 WMS 服务器以获得图              |
| OpenLayers.Layer.EventPane   | 接收用户操作事件的图层                        |
| OpenLayers.Layer.Google      | 用于从 Google 获取图象                    |

|                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| OpenLayers.Layer.VirtualEarth | VirtualEarth 类用于操作 VirtualEarth 的图层 |
| OpenLayers.Layer.Markers      | Markers 类用于生成接收和显示用户本地标记的图层         |
| OpenLayers.Layer.Text         | Text 类用于接收 CSV 文件                   |
| OpenLayers.Layer.GeoRSS       | 封装接收到的 GeoRSS 并在图层中组装成 marker       |
| OpenLayers.Layer.Boxes        | 使用 div 实现 marker                    |
| OpenLayers.Layer.TMS          | TMS 用于接收 TMS 服务器的地图                 |

图层初始化完毕后，并不能直接显示，需要添加到一个 Map 容器中去，添加图层到 Map 容器中的代码如下：

```
Map.addlayer(coal_test);
```

对于地图的基本操作 OpenLayers 封装了大量的内置类，这些类都继承自 OpenLayers.Control 类，运用这些类的实例在地图浏览的“窗口”上可以增加一些工具栏或是“按钮”，增强了地图的可操作性和互动性，如表 8.2 所示常用 Control 类。

表 8.2 OpenLayers.Control 的扩展类

| OpenLayers.Control 的扩展类          | 说明          |
|----------------------------------|-------------|
| OpenLayers.Control.LayerSwitcher | 添加图层切换工具条   |
| OpenLayers.Control.MouseDefaults | 鼠标放大缩小和左右移动 |
| OpenLayers.Control.MousePosition | 添加鼠标坐标位置的显示 |
| OpenLayers.Control.MouseToolbar  | 添加鼠标工具条     |
| OpenLayers.Control.OverviewMap   | 添加鹰眼图       |
| OpenLayers.Control.PanZoom       | 添加平移缩放工具    |
| OpenLayers.Control.PanZoomBar    | 添加平移缩放工具条   |
| OpenLayers.Control.Permalink     | 添加永久链接      |
| OpenLayers.Control.Scale         | 添加地图比例尺     |

## 8.2 客户端开发实例

新建网站站点，并建立相关目录、文件，将 OpenLayer.js 文件、lib 目录、img 目录拷贝到站点根目录下。新建 index.php 文件，将 OpenLayer.js 文件导入。实例化 map，并将各层一次添加进去，并添加 PanZoomBar、MousePosition、LayerSwitcher 工具栏组件，并将 ghq:sjj 图层作为 map 的基础图层，实例实现代码如下所示

```

<script src="lib/OpenLayers.js"></script>
<script type="text/javascript">
var map;
var formats;
var lon=112;
var lat=37;
var zoom=1;
function init(){
    format = 'image/png';
    var bounds = new OpenLayers.Bounds(
        110.247, 34.591,
        114.545, 40.736
    );
    var options = {
        controls: [],
        maxExtent: bounds,
        maxResolution: 0.02400390625,
        projection: "EPSG:4326",
        units: 'degrees',
        maxScale: 100000,
        minScale: 1000000,
        numZoomLevels: 6
    };
    map = new OpenLayers.Map('map', options);
    var layer1 = new OpenLayers.Layer.WMS( "BASE",
        "http://192.168.56.10:8080/GeoServer/wms",
        {layers: 'ghq:sjj'}, {displayInLayerSwitcher:false} );

    var layer2 = new OpenLayers.Layer.WMS( "矿区规划图",
        "http://192.168.56.10:8080/GeoServer/wms",
        {layers: "ghqs",reaspect: "false", transparent: 'true'}, { 'isBaseLayer':
false,opacity:1 });

        layer2.setVisibility(false);
        map.addLayers([layer1,layer2]);
        map.addControl(new OpenLayers.Control.PanZoomBar({
            position: new OpenLayers.Pixel(2, 15)
        }));
        map.addControl(new OpenLayers.Control.Navigation());
        map.addControl(new OpenLayers.Control.Scale($('scale')));
        map.addControl(new OpenLayers.Control.MousePosition({element: $('location')}));
        map.setCenter(new OpenLayers.LonLat(lon,lat),zoom);
        var overview1 = new OpenLayers.Control.OverviewMap({
            maximized: true
        });
        map.addControl(overview1);
        map.addControl(new
OpenLayers.Control.LayerSwitcher({'div':OpenLayers.Util.getElement('layersw')}));
}
</script>

```

然后上传到 Apache 服务器，实现了地图的基本操作及图层的基本操作，如图 8.1 所示。



图 8.1 实例效果图

8.3 对象属性的获取

提取空间数据对象的字段属性，可以实现地图的搜索、定位、标注等功能。

本研究实现了当鼠标移动到某煤田上时，可以弹出信息窗口，在窗口中显示煤田的相关信息。实现该功能主要运用 Openlayers 对 WFS 服务的信息提取功能，通过提取 WFS 服务的 Feature 对象(包括 Feature 属性和 Feature.attributes 对象以及 Feature 的空间对象 Feature.geometry)来获得相应的字段属性值。对于图元信息的获得可以提取 Feature.geometry 对象的相应属性值；属性信息的获得可以提取 Feature.attributes 对象的字段属性。

## 9 总结与展望

### 9.1 研究工作的总结

WebGIS 作为一种新兴的地理信息系统开发手段,正逐步运用于各行各业的信息管理系统中,空间信息作为世界万物的基本属性,逐步引起了人们重视,随着网络的普及以及人们生活水平的提高,WebGIS 技术将成为我们生活及工作领域中最重要技术实现。

本系统研究了 WebGIS 的基本理论及特点,在研究过程中大量采用开源软件,搭建开源地图服务器、实现了空间数据的转换、存储以及显示。

在研究过程中查阅了相关的文献资料,并阅读了大量的开源代码,掌握了 WebGIS 技术的基本原理。

研究过程中大量采用了开源软件,虽然某些功能不及商业软件,但从研究的角度考虑,开源软件是研究某项技术的最佳技术资料。

结合理论研究及设计结果,得出将基于 WebGIS 的地图发布和煤炭资源信息结合起来,方便了管理者的管理,提供了工作效率。WebGIS 技术将死板的数字、文字资料,转化为可视化的信息表达,使程序界面更加友好,提高了用户的体验感。

### 9.2 今后工作的展望

在研究过程中,发现国内对 WebGIS 的研究还属初级阶段,大部分核心技术都来源于国外,虽然我们还是简单的运用,但是运用还不够全面。WebGIS 只是一种技术开发手段,在运用到各个行业中时,了解行业术语及行业的实际需求将成为系统开发的重点。虽然本研究基本实现了煤炭资源信息管理的基本功能,但是还不够完善,下一步需要完成的工作还很多,具体工作如下:

1. 对 GeoServer 源码进行深入剖析,并对其进行汉化。
2. 详细了解 Openlayers 框架的结构。
3. 深入了解煤炭资源管理的实际需求及煤炭行业相关知识,完善系统的功能。
4. 系统中用户的权限控制没有实现,在后续开发中逐步完善。



## 参考文献

- [1]韩晋仙. 山西省煤炭资源开发利用的现状 & 对策. 郑州航空工业管理学院学报. 2004, 22, 4:105-106.
- [2]李金平, 申艳光, 郭志贞. 煤炭资源管理系统的总体设计. 航空计算技术. 2005, 35, 3:66-67.
- [3]于占福. Linux 平台下基于矢量格式的 webGIS 平台的研究与实现. 中国科学院: 北京:2004.
- [4]罗明良, 汤国安, 周旭, 董有福. 我国大陆高校地理信息系统教育发展与空间分异分析. 地理信息世界:2009, 6:27.
- [5]刘芸芸, 胡文亮. 数字地球与中国 GIS 发展战略的思考. 河北师范大学资源与环境科学学院. 2004, 6, 6:47-51.
- [6]孙立民, 殷福忠, 丁明柱. 嵌入式地理信息系统组件开发与研究. 地理信息世界. 2007, 5:78.
- [7]陈春来, 石纯, 吴丹. 论 WebGIS 及其发展趋势. 衡阳师范学院学报(自然科学). 2006, 25, 3:98.
- [8]王世岩, 彭文启, 庞治国. 基于 ArcGIS Engine 的全国水环境管理信息系统设计与实现. 中国水利水电科学研究院学报. 2006, 37. 4:9-12.
- [9]王繁, 周斌, 刘建明. 基于 WebGIS 的浙江近海水环境质量评价系统的研制. 海洋环境科学. 2007, 26. 4:342-346.
- [10]张鹏鹏, 毛善君. 基于 GIS 的煤炭储量管理信息系统的设计与实现. 煤炭科学技术. 2009, 37. 7:101-103.
- [11]王飞, 李虹, 韩志勇, 韩建宁. 基于 GIS 的煤矿地理信息系统的研究与开发. 微机计算机信息. 2008, 22:230-231.
- [12]何满潮, 李学元, 任红艳, 孙晓明. 基于 Web 的煤炭软岩矿井地理信息系统框架的研制. 辽宁工程技术大学学报. 2004, 23. 4:445-448.
- [13]刘吉夫, 陈棋福, 黄静. WebGIS 应用现状及发展趋势. 地震. 2003, 23. 4:11.
- [14]吴信才, 郭玲玲, 白玉琪. WebGIS 开发技术分析 & 系统实现. 计算机工程 & 应

用. 2001, 5: 97-98.

[15] 郭伦, 张晶, 唐大仕, 刘瑜. 基于 Web GIS 的体系结构研究, 地理学与国土研究, 2001, 17, 4: 21-22.

[16] 杨波. 基于 REST 架构风格的 Web 服务的研究和设计. 江苏: 江苏大学, 2010.

[17] Alex J, Koleszar. How a WCS boosts WMS. Performance Material Handling Management. 2004, 59: 1.

[18] 罗显刚, 谢忠, 吴亮, 刘丹. 基于 GML 的 WFS 研究与实现. 地球科学—中国地质大学学报. 2006, 3. 15: 640

[19] 陈榜良. 墨卡托投影的原理和性质. 测绘通报. 1956, 4: 173.

[20] Bill Kropala. MapServer Open Source GIS Development. New York: Apress Inc, 2006: 217.

[21] LiShming, Nieschulze J. Web based environmental information system using an open source software approach. Remote Sensing and Geographical Information System for Environmental Studies Applications in Forestry. 2004, 10: 370-372.

[22] 文强. 空间数据库引擎关键技术研究. 电子科技大学: 电子科技大学, 2007.

[23] 陈德鑫. 基于 OpenLayers 客户端的网络地图实现技术框架. 现代测绘. 2010, 33. 3: 27.

[24] 开源的地图服务器. <http://huagenli.iteye.com/blog/723275>.

[25] 刘宏杰. PostgreSQL 数据库及应用. 石油工业计算机应用. 2002, 3: 17.

[26] 方元等. 基于 Ajax 和 GeoServer 的 WebGIS 设计. 微计算机信息. 2009, 1. 1: 219-220.

[27] 夏鹏万. PostGIS 开启开源空间数据库未来. 软件世界. 2006, 10: 52-54.

[28] 张永强. 基于 GeoServer 的 WebGIS 研究. 光盘技术. 2006, 3: 12-14.

[29] 刘宏杰. PostgrcSQL 数据库及应用. 石油工业计算机应用. 2002, 3: 17.

[30] Scott Davis. GIS for Web Developers. Pragmatic Bookshelf. 2007, 4: 103-105.

[31] 彭晶晶, 戴爱德. MAPGIS 数据向 ARCGIS 转换研究. 国土资源信息化. 2008, 1: 19-21.

[32] 张衍頔. 基于开源 WebGIS 的物流配送路径选择. 四川: 西南交通大学, 2010.

[33]OpenLayers. <http://dev.openlayers.org/docs/files/OpenLayers-js.html>.

## 攻读硕士学位期间发表的论文及所取得的研究成果

- [1]杨艳, 史广. 基于 C#高校人才招聘及考场编排系统的设计.《农业网络信息》,2010, 5:28-31.
- [2]杨艳, 史广. 一种基于 WEBGIS 的轻量级县级地籍管理系统的研究.《河北农业科学》. 2010, 4:133-13.
- [3]杨艳, 杨秋翔, 史广. 应用开源软件实现高校内网资源远程访问技术的研究.《微计算机应用》. 2011, 2:75-80.

## 致谢

在本论文完成之际，我首先要衷心感谢我的导师杨秋翔教授。本论文是在他的悉心指导和热情关怀下完成的。在我人生中最重要研究生及本科的学习过程中，杨老师给予了我极大的鼓励、帮助和指导，并以其渊博的知识、严谨的治学作风，循循善诱的教学方法和丰富的研究经验深深影响着我，使我不论在学业、实践经验还是为人处事上都受益匪浅。在此，谨对杨老师的辛勤培养和关心致以最崇高的敬意和最真挚的感谢！

我还要感谢研究生时期的各位同学，多谢他们在学习和生活上对我的关心以及帮助，与他们相处使我受益匪浅。

最后，对所有关心和帮助过我的老师、同学、朋友和亲人再一次表示我最诚挚的感谢，同时衷心的感谢参加评审答辩的各位老师，谢谢！